

**Die Magenstrukturen der Brachyura
(Crustacea, Decapoda):
Morphologie und phylogenetische Bedeutung**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium

(Dr. rer. nat.)

im Fach Biologie

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I

von Dipl.-Biol. Andreas Brösing, geb. am 28.06. 1968 in Dessau

Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Jürgen Mlynek

Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I

Prof. Dr. Michael Linscheid

Gutachter: 1. Prof. Dr. Gerhard Scholtz
2. Prof. Dr. Hannelore Hoch
3. Prof. Dr. Johann-Wolfgang Wägele

eingereicht: 20. September 2002

Tag der mündlichen Prüfung: 27. November 2002

*Wissenschaft hat etwas Faszinierendes an sich. So eine geringfügige
Investition an Fakten
liefert so einen reichen Ertrag an Voraussagen.*

Mark Twain

- Keywords: Brachyura, phylogeny, foregut-ossicles, fossil record
- Schlagworte: Brachyura, Phylogenie, Magenossikel, Fossilbericht

Abstract

Within the Decapoda the taxon Brachyura is the species-richest taxon with up to 10000 species. The phylogeny of the Brachyura has been discussed based on morphological and molecular investigations since more than a century. The investigation of the foregut-ossicles and gastric-teeth of 66 brachyuran species, is a new approach to answer important phylogenetic questions. Using a specific staining pigment Alizarin Red S, six new described foregut-ossicles are added to an existing nomenclature. As a result of this method the presence of 41 foregut-ossicles is proposed for the ground pattern of the Brachyura. The cladistic analysis supports a monophyletic origin of the Brachyura including the Dromiidae and the Raninidae. The taxa Podotremata and Heterotremata, postulated as monophyletic by Guinot (1977, 1978), are not supported in the present study. The Dromiidae and Raninidae, which are placed within the Podotremata sensu Guinot, are closer related to the "higher crabs". Based on the analysed foregut-characters, several molecular studies (Schubart et al. 2000a, 2000b), and the data of the fossil record, a monophyletic origin of the Thoracotremata sensu Guinot is suggested. The analysed basal position of the Dynomenidae and Dromiidae is in agreement with the brachyuran fossil record. A common ancestor for most of the "higher" brachyuran crabs is suggested for the period between the upper Cretaceous and the beginning of the Tertiary.

Abstrakt

Innerhalb der Decapoda stellt das Taxon Brachyura eines der artenreichsten Taxa mit bis zu 10000 Arten dar. Die Phylogenie der Brachyura wird aufgrund morphologischer und molekularer Untersuchungen seit mehr als ein Jahrhundert kontrovers diskutiert. Zur Klärung phylogenetischer Fragestellungen wurde mit den vergleichenden Untersuchungen der Magenossikel und der Magen Zähne von 66 Taxa der Brachyura ein neuer phylogenetischer Ansatz gewählt. Mit Anwendung eines spezifischen Färbepigmentes, Alizarin-Rot S, konnten sechs neue Magenossikel einer bereits existierenden Nomenklatur hinzugefügt werden, so dass jetzt 41 Magenossikel für das Grundmuster der Brachyura angenommen werden können. Im Ergebnis der phylogenetischen Analyse wird ein monophyletisches Taxon Brachyura einschließlich der Taxa Dromiidae und Raninidae unterstützt. Die von Guinot (1977, 1978) als Monophyla postulierten Teiltaxa Podotremata und Heterotremata finden hier keine Unterstützung. Taxa wie Raninidae und Cymonomidae, welche aufgrund der coxalen Position ihrer Genitalporen dem Taxon Podotremata sensu Guinot zugeschrieben werden, weisen nach vorliegenden Daten eine nähere Verwandtschaft zu den „höheren“ Krabben auf. Eine Monophylie eines Taxons Thoracotremata sensu Guinot kann dagegen basierend auf den analysierten Magenstrukturen, aber auch auf der Grundlage molekularer Studien (Schubart et al. 2000a, 2000b) und dem vorliegenden Daten zum Fossilbericht angenommen werden. Eine basale Stellung der Dynomenidae und Dromiidae im Ergebnis der kladistischen Analyse lässt sich mit den Fossilfunden aus dem mittleren Jura in Übereinstimmung bringen. Des weiteren kann für die meisten Taxa der „höheren“ Krabben ein gemeinsamer Vorfahre für die obere Kreide bzw. bis zum Beginn des Tertiärs postuliert werden.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	STAND PHYLOGENETISCHER FORSCHUNGEN ZUM TAXON BRACHYURA	1
1.2	KENNTNISSE ZUM FOSSILBERICHT DER BRACHYURA	3
1.3	STAND MAGENMORPHOLOGISCHER UNTERSUCHUNGEN	4
1.4	ZIELSETZUNG.....	5
2	MATERIAL UND METHODEN.....	6
2.1	ARTEN	6
2.2	PRÄPARATION UND FÄRBETECHNIK.....	7
2.3	RASTERELEKTRONENMIKROSKOPIE	8
2.4	DOKUMENTATION.....	9
2.5	KLADISTISCHE ANALYSE	9
3	ERGEBNISSE	10
3.1	ALLGEMEINE MORPHOLOGIE DES MAGENS	10
3.2	ALLGEMEINE MORPHOLOGIE DER MAGENOSSEL UND MAGENZÄHNE.....	11
3.3	OSSEL-NOMENKLATUR.....	16
3.4	VERGLEICHENDE MORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN DER MAGEN-OSSEL UND DER MAGENZÄHNE	18
3.4.1	Dromiidae de Haan, 1833.....	18
3.4.1.1	Magenossel von <i>Dromia spinostris</i> Miers, 1881	18
3.4.1.2	Magenossel von <i>Dromia wilsoni</i> Fulton and Grant, 1902.....	21
3.4.1.3	Magenossel von <i>Dromia personata</i> (Linnè, 1758).....	21
3.4.1.4	Magenossel von <i>Lauridromia intermedia</i> (Laurie, 1906)	21
3.4.1.5	Magenossel von <i>Hypoconcha spinosissima</i> Rathbun, 1933	22
3.4.1.6	Magenzähne von <i>Dromia wilsoni</i> Fulton and Grant, 1902	23
3.4.1.7	Magenzähne von <i>Dromia personata</i> (Linnè, 1758)	24
3.4.1.8	Magenzähne von <i>Hypoconcha spinosissima</i> Rathbun, 1933.....	26
3.4.2	Dynomenidae Ortmann, 1892	27
3.4.2.1	Magenossel von <i>Dynomene filholi</i> Bouvier, 1894	27
3.4.2.2	Magenossel von <i>Dynomene praedator</i> Milne Edwards, 1879	30
3.4.2.3	Magenossel von <i>Paradynomene tuberculata</i> Sakai, 1963.....	30
3.4.2.4	Magenzähne von <i>Paradynomene tuberculata</i> Sakai, 1963	32

3.4.3	Homolidae de Haan, 1839	33
3.4.3.1	Magenossikel von <i>Dagnaudus petterdi</i> (Grant, 1905)	33
3.4.3.2	Magenossikel von <i>Homola barbata</i> (Fabricius, 1793)	36
3.4.3.3	Magenossikel von <i>Homola ranunculus</i> Guinot and Richer de Forges, 1995	36
3.4.3.4	Magenossikel von <i>Paramola cuvieri</i> (Risso, 1816)	36
3.4.3.5	Magenzähne von <i>Homola ranunculus</i> Guinot and Richer de Forges, 1995	38
3.4.4	Latreillidae de Haan, 1840	39
3.4.4.1	Magenossikel von <i>Latreillia valida</i> de Haan, 1839	39
3.4.4.2	Magenossikel von <i>Latreillia metanesa</i> Williams, 1982	42
3.4.4.3	Magenzähne von <i>Latreillia valida</i> de Haan, 1839	43
3.4.5	Cymonomidae Bouvier, 1897	45
3.4.5.1	Magenossikel von <i>Cymonomus granulatus</i> (Thompson, 1873)	45
3.4.5.2	Magenzähne von <i>Cymonomus granulatus</i> (Thompson, 1873)	49
3.4.6	Raninidae de Haan, 1839	50
3.4.6.1	Magenossikel von <i>Ranina ranina</i> (Linnaeus, 1758)	50
3.4.6.2	Magenossikel von <i>Raninoides hendersoni</i> Chopra, 1933	53
3.4.6.3	Magenossikel von <i>Raninoides personatus</i> Henderson, 1888	53
3.4.6.4	Magenossikel von <i>Raninoides bouvieri</i> Carpat, 1951	53
3.4.6.5	Magenossikel von <i>Lyreidus tridentatus</i> De Haan, 1841	53
3.4.6.6	Magenossikel von <i>Lyreidus channeri</i> Wood-Mason, 1887	53
3.4.6.7	Magenossikel von <i>Lyreidus brevifrons</i> Sakai, 1937	53
3.4.6.8	Magenossikel von <i>Notopoides latus</i> Henderson, 1888	54
3.4.6.9	Magenzähne von <i>Raninoides hendersoni</i> Chopra, 1933	55
3.4.7	Dorippidae MacLeay, 1838	56
3.4.7.1	Magenossikel von <i>Dorippe sinica</i> Chen, 1980	56
3.4.7.2	Magenossikel von <i>Medorippe lanata</i> (Linnaeus, 1767)	58
3.4.7.3	Magenzähne von <i>Dorippe sinica</i> Chen, 1980 / <i>Medorippe lanata</i> (Linnaeus, 1767)	60
3.4.8	Leucosiidae Samouelle, 1819	61
3.4.8.1	Magenossikel von <i>Philyra variegata</i> (Fabricius, 1798)	61
3.4.8.2	Magenossikel von <i>Philyra laevis</i> (Bell, 1855)	64
3.4.8.3	Magenossikel von <i>Ilia spinosa</i> Miers, 1881	64
3.4.8.4	Magenossikel von <i>Leucosia anatum</i> Herbst, 1783	64
3.4.8.5	Magenzähne von <i>Philyra variegata</i> (Fabricius, 1798)	66
3.4.9	Calappidae de Haan, 1833	67

3.4.9.1	Magenossikel von <i>Calappa granulata</i> (Linnaeus, 1758).....	67
3.4.9.2	Magenzähne von <i>Calappa granulata</i> (Linnaeus, 1758).....	72
3.4.10	Parthenopidae MacLeay, 1838.....	73
3.4.10.1	Magenossikel von <i>Parthenope notialis</i> Holthuis and Manning, 1981.....	73
3.4.10.2	Magenzähne von <i>Parthenope notialis</i> Holthuis and Manning, 1981.....	77
3.4.11	Portunidae Rafinesque, 1815.....	79
3.4.11.1	Magenossikel von <i>Portunus depurator</i> (Linnaeus, 1758).....	79
3.4.11.2	Magenossikel von <i>Portunus pelagicus</i> (Linnaeus, 1758).....	82
3.4.11.3	Magenossikel von <i>Carcinus maenas</i> Linnaeus, 1758.....	82
3.4.11.4	3.4.12.4. Magenossikel von <i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896.....	82
3.4.11.5	Magenzähne von <i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896.....	83
3.4.12	Xanthidae Dana, 1851.....	85
3.4.12.1	Magenossikel von <i>Leptodius sanguineus</i> (H. Milne Edwards, 1834).....	85
3.4.12.2	Magenzähne von <i>Leptodius sanguineus</i> (H. Milne Edwards, 1834).....	89
3.4.13	Carpiliidae Ortmann, 1893.....	90
3.4.13.1	Magenossikel von <i>Carpilius convexus</i> (Forskål, 1775).....	90
3.4.13.2	Magenzähne von <i>Carpilius convexus</i> (Forskål, 1775).....	95
3.4.14	Panopeidae Ortmann, 1893.....	96
3.4.14.1	Magenossikel von <i>Rhithropanopeus harisii</i> Gould, 1841.....	96
3.4.14.2	Magenzähne von <i>Rhithropanopeus harisii</i> Gould, 1841.....	101
3.4.15	Trapeziidae Miers, 1886.....	102
3.4.15.1	Magenossikel von <i>Trapezia lutea</i> Castro, 1997.....	102
3.4.15.2	Magenossikel von <i>Trapezia cymodoce</i> (Herbst, 1799).....	105
3.4.15.3	Magenossikel von <i>Tetralia fulva</i> Serène, 1984.....	105
3.4.15.4	Magenzähne von <i>Trapezia cymodoce</i> (Herbst, 1799).....	106
3.4.16	Bythrograeidae Williams, 1980.....	108
3.4.16.1	Magenossikel von <i>Segonzacia mesatlantica</i> Williams, 1988.....	108
3.4.16.2	Magenzähne von <i>Austinograea alyseae</i> Guinot, 1990.....	112
3.4.17	Cancridae Latreille, 1803.....	113
3.4.17.1	Magenossikel von <i>Cancer pagurus</i> Linnaeus, 1758.....	113
3.4.17.2	Magenzähne von <i>Cancer pagurus</i> Linnaeus, 1758.....	118
3.4.18	Majidae Samouelle, 1819.....	119
3.4.18.1	Magenossikel von <i>Inachus dorsettensis</i> (Pennant, 1777).....	119
3.4.18.2	Magenossikel von <i>Hyas araneus</i> (Linnaeus, 1758).....	121

3.4.18.3	Magenossikel von <i>Hyas coarctatus</i> Leach, 1815	122
3.4.18.4	Magenossikel von <i>Libinia dubia</i> H. Milne Edwards, 1834	122
3.4.18.5	Magenzähne von <i>Inachus dorsettensis</i> (Pennant, 1777)	123
3.4.19	Hexapodidae Miers, 1886.....	125
3.4.19.1	Magenossikel von <i>Hexaplex</i> sp.....	125
3.4.19.2	Magenzähne von <i>Hexaplex</i> sp.....	129
3.4.20	Potamonautidae Bott, 1970	129
3.4.20.1	Magenossikel von <i>Potamonautes lirrangensis</i> (Rathbun, 1904).....	129
3.4.20.2	Magenzähne von <i>Potamonautes lirrangensis</i> (Rathbun, 1904)	133
3.4.21	Retroplumidae Gill, (1894)	135
3.4.21.1	Magenossikel von <i>Retropluma quadrata</i> Saint Laurent, 1989.....	135
3.4.21.2	Magenzähne von <i>Retropluma quadrata</i> Saint Laurent, 1989.....	138
3.4.22	Palicidae Bouvier, 1897.....	140
3.4.22.1	Magenossikel von <i>Crossotonotus compressipes</i> Milne Edwards, 1873.....	140
3.4.22.2	Magenossikel von <i>Pseudopalicus declivis</i> Castro, 2001	143
3.4.22.3	Magenossikel von <i>Parapalicus clinodentatus</i> Castro, 2000.....	143
3.4.22.4	Magenossikel von <i>Micropalicus vietnamensis</i> (Zarenkov, 1968).....	143
3.4.22.5	Magenzähne von <i>Pseudopalicus declivis</i> Castro, 2001	145
3.4.23	Pinnotheridae de Haan, 1833.....	146
3.4.23.1	Magenossikel von <i>Pinnotheres villosulus</i> Guerin, 1830	146
3.4.23.2	Magenzähne von <i>Pinnotheres villosulus</i> Guerin, 1830	150
3.4.24	Ocypodidae Rafinesque, 1815.....	152
3.4.24.1	Magenossikel von <i>Ocypode gaudichaudi</i> Milne Edwards und Lucas, 1843	152
3.4.24.2	Magenossikel von <i>Ocypode cursor</i> (Linnaeus, 1758).....	155
3.4.24.3	Magenzähne von <i>Ocypode cursor</i> (Linnaeus, 1758).....	157
3.4.24.4	Magenossikel von <i>Minuca rapax</i> (Smith, 1870)	158
3.4.24.5	Magenzähne von <i>Uca tetragonum</i> (Herbst, 1790)	162
3.4.25	Grapsidae MacLeay, 1838.....	164
3.4.25.1	Magenossikel von <i>Pseudosesarma moeschi</i> de Man, 1892.....	164
3.4.25.2	Magenossikel von <i>Eriocheir sinensis</i> (H. Milne Edwards, 1853).....	167
3.4.25.3	Magenzähne von <i>Pseudosesarma moeschi</i> de Man, 1892.....	168
3.4.26	Gecarcinidae MacLeay, 1838.....	170
3.4.26.1	Magenossikel von <i>Cardisoma armatum</i> Herklots, 1851	170
3.4.26.2	Magenossikel von <i>Cardisoma hirtipes</i> Dana, 1851.....	173

3.4.26.3	Magenzähne von <i>Cardisoma armatum</i> Herklots, 1851	174
3.4.27	Mictyridae Dana, 1852	176
3.4.27.1	Magenossikel von <i>Mictyris longicarpus</i> Latreille, 1806	176
3.4.27.2	Magenossikel von <i>Mictyris platychelis</i> H. Milne Edwards, 1852	179
3.4.27.3	Magenzähne von <i>Mictyris longicarpus</i> Latreille, 1806	181
3.4.28	Cambaridae Hobbs, 1942	182
3.4.28.1	Magenossikel von <i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque, 1817)	182
3.4.28.2	Magenzähne von <i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque, 1817)	185
3.4.29	Lithodidae, Dana	187
3.4.29.1	Magenossikel von <i>Lithodes maja</i> (Linnaeus, 1758)	187
3.4.29.2	Magenzähne von <i>Lithodes maja</i> (Linnaeus, 1758)	190
3.5	MERKMALE UND IHRE CODIERUNG	192
3.6	KLADISTISCHE ANALYSE	196
4	DISKUSSION	203
4.1	NEUE KENNTNISSE ZUR MAGENMORPHOLOGIE DER BRACHYURA	203
4.2	HOMOLOGIE DER MAGENOSSEL	205
4.3	MAGENSTRUKTUREN UND IHRE PHYLOGENETISCHE BEDEUTUNG	206
4.4	HETERODONTEA – CYCLODONTEA – KONZEPT	207
4.5	PHYLOGENETISCHE ANALYSE	209
4.6	KLADISTISCHE ANALYSE UND STRATIGRAPHIE	214
5	ZUSAMMENFASSUNG	220
6	ANHANG	222
7	DANKSAGUNG	232
8	ABKÜRZUNGEN	233
9	LITERATURVERZEICHNIS	234
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	247
11	TABELLENVERZEICHNIS	250
12	LEBENS LAUF	251

1 Einleitung

Die Mannigfaltigkeit der uns umgebenden Organismenwelt, das Verstehen ihrer Evolution und das Erkennen von Verwandtschaftsbeziehungen zwischen diesen Organismen sind die wesentlichen Inhalte der Phylogenetischen Systematik.

Dabei spielt die Suche nach dem jeweils nächsten Verwandten (dem Schwestertaxon) von Organismen bzw. die Suche nach synapomorphen (gemeinsam abgeleiteten) Merkmalen eine zentrale Rolle. Arten, welche nur ihnen gemeinsame Merkmale aufweisen, werden als monophyletische Taxa zusammengefasst. Mit der Rekonstruktion eines Stammbaumes, der die Phylogenese (die historische Entstehung von Arten) in Form einer wissenschaftlichen Hypothese widerspiegeln soll, lassen sich Fragen der Evolution von Merkmalen und Strukturen, das heißt deren Veränderlichkeit in der Zeit diskutieren. Finden diese Veränderungen eines Grundmusters an Merkmalen einer Art infolge von Artaufspaltungen in einem relativ kurzen Zeitraum statt, wird dieser Vorgang als Radiation bezeichnet. Diese Phasen schneller Anpassungen von Organismen an neue Umweltbedingungen und rascher Entstehung neuer Arten können z.B. das Resultat dramatischer Einschnitte in die Artenvielfalt - ausgelöst durch Naturkatastrophen - sein. Durch das Aussterben vieler Spezies werden Lebensräume für andere Arten geschaffen, welche durch den Besitz von entsprechenden Strukturen bzw. ökologischen Fähigkeiten in der Lage sind, diese Lebensräume zu besiedeln. Diese Arten können Ausgangspunkt neuer Radiationsergebnisse sein.

Ein bemerkenswertes Beispiel für die Entstehung einer enormen Artenvielfalt sind die Arthropoden, die Gliederfüßer, deren Artenzahl nur schätzungsweise mit mehreren Millionen angegeben werden kann. Innerhalb der Arthropoda stellen die Crustacea mit ca. 42000 beschriebenen Arten (Bowman und Abele 1982) nur einen kleinen Teil des Artenspektrums dar. Sie zeichnen sich jedoch durch eine große Formenvielfalt aus.

1.1 Stand phylogenetischer Forschungen zum Taxon Brachyura

Das Taxon Brachyura („Kurzschwänze“; von gr. *brachys* = kurz und *ura* = Schwanz) ist mit ca. 5500 derzeit beschriebenen Arten eines der formenreichsten Taxa innerhalb der Decapoda. Zusammen mit der Schwestergruppe Anomala bilden sie das monophyletische Taxon Meiura (Scholtz und Richter 1995). Die Monophylie der Brachyura und insbesondere die phylogenetische Position der ursprünglich

als 'Dromiacea'¹ zusammengefassten Familien, wird seit mehr als einem Jahrhundert kontrovers diskutiert. Auf der Grundlage adult-morphologischer Gemeinsamkeiten, werden die 'Dromiacea' als Teiltaxon der Brachyura angesehen (Boas 1880; Borradaile 1907; Beurlen und Glaessner 1930; Bouvier 1940; Balss 1957; Glaessner 1969; Warner 1977; de Saint Laurent 1980a; Jamieson 1994; Jamieson et al. 1995; Scholtz und Richter 1995). Da den 'Dromiacea' jedoch eine Reihe an Merkmalen anderer Brachyura fehlen, wird deren Zugehörigkeit zu den echten Krabben bezweifelt (Ortmann 1892, 1896; Gordon 1963; de Saint Laurent 1979b). Untersuchungen der Spermatozoen-Ultrastrukturen lieferten keinen eindeutigen Hinweis auf einen Ausschluss der Dromiidae von den Brachyura (Jamieson 1990, 1991). Auf der Grundlage von 18S rDNA-Daten postulieren Spears et al. (1992) den Ausschluss der 'Dromiacea' bzw. zumindest der Dromiidae von den Brachyura und eine nähere Verwandtschaft dieser zu den Anomala. Unterstützt wurde diese Ansicht durch Ergebnisse larval-morphologischer Untersuchungen verschiedener decapoder Taxa (Williamson 1974, 1988; Rice 1980, 1983; Martin 1991). Dabei wiesen Vertreter der Dromiidae hinsichtlich verschiedener Larvalstrukturen Ähnlichkeiten zu den Anomala bzw. zu den Thalassinidae auf. Dagegen argumentieren Scholtz und Richter (1995), dass bei Annahme einer näheren Verwandtschaft der Dromiidae zu den Anomala oder den Thalassinidae, sämtliche brachyuren-ähnlichen Merkmale das Ergebnis einer konvergenten Evolution sein müssten. Basierend auf synapomorphen Merkmalen mit den echten Krabben, unterstützen sie daher eine Monophylie der Brachyura unter Einbeziehung der 'Dromiacea'. Die mit den Anomala übereinstimmenden Larvalstrukturen können als Plesiomorphien gedeutet werden.

Eine neue Basis für phylogenetische Diskussionen stellte die von Guinot (1978) veröffentlichte Klassifikation der rezenten Brachyura dar. Auf der Grundlage morphologischer Untersuchungen der Genitalporen und der Spermatheken unterscheidet sie drei monophyletische Taxa: Podotremata, Heterotremata und das Taxon der Thoracotremata. Als ursprünglichstes Taxon gilt das der Podotremata mit einer coxalen Position der männlichen und weiblichen Genitalöffnung. Das Taxon Heterotremata, welches die meisten der derzeit bekannten Arten umfasst, zeichnet sich durch eine Verlagerung der weiblichen Genitalöffnung in den Bereich der sechsten Sternite aus. Die männlichen Genitalporen befinden sich ähnlich wie bei den Podotremata an den Coxae der fünften Peraeopoden. Das Taxon Thoracotremata wird als das am weitesten abgeleitete Taxon angesehen und beinhaltet Formen, welche durch die unterschiedlichsten Anpassungen semiterrestrische und terrestrische

¹ Nach Boas (1880), Ortmann (1892, 1896) und Borradaile (1907) ist das Taxon Homolidae Teil der 'Dromiacea'. Nach Guinot (1977, 1978) ist das Taxon Homolidae nicht Teil der Dromiacea, sondern Teiltaxon der Archeobrachyura.

Lebensräume erobert haben. In beiden Geschlechtern befinden sich die Genitalporen in einer sternalen Position.

Trotz einer Reihe von phylogenetischen Studien morphologischer und molekularer Daten ist das Wissen um die phylogenetischen Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Brachyura noch sehr begrenzt. Einige wichtige Arbeiten zu morphologischen, aber auch molekularen Studien seien hier genannt: Calappidae (Bellwood 1996); zur Gattung *Cancer* (Harrison und Crespi 1999); zu sieben Familien der Süßwasserkrabben (Sternberg et al. 1999); Grapsidae (Schubart et al. 2000; Karasawa und Kato 2001); Pinnotheridae (Marques und Pohle 1995) und zu den Majidae (Marques und Pohle 1998, Pohle und Marques 2000), zur Gattung *Uca* (Rosenberg 2001).

Im Verlauf ihrer Evolution entwickelten die Vertreter der Brachyura eine große Anpassungsfähigkeit an unterschiedlichste ökologische Gegebenheiten. Als eine der bedeutungsvollsten Anpassungen ist der Prozess der Carcinisation anzusehen, das heißt die Verkleinerung des Pleons bzw. dessen Faltung und Verankerung unter dem Carapax (Borradaile 1916; Stevcic 1971a, b; Martin und Abele 1986; Williams 1992; Scholtz und Richter 1995; McLaughlin und Lemaitre 1997; Guinot and Bouchard 1998).

Weitere evolutive Neuerungen wie die Umgestaltung der Kiemen zu lungenartigen Strukturen (Bliss 1968; Cameron 1981; Greenaway und Farrelly 1984; Farrelly und Greenaway 1987, 1992, 1994), die Nutzung der Kiemen als osmoregulatorische Organe (Greenaway et al. 1990; Wolcott 1992; Greenaway 1999; Anger, 2001), die Reduzierung der Anzahl freischwimmender Zoeastadien bis hin zur direkten Entwicklung ohne Larvalstadium (Diesel 1992; Diesel und Schubart 2000a, b) ermöglichten die Besiedlung terrestrischer und semiterrestrischer Lebensräume. Dieser Vorstoß in neue Lebensbereiche ging einher mit der Erschließung neuer Nahrungsquellen (Birch 1979; Camilleri und Ribi 1986; Woods und Schiel 1997). Die unterschiedlichen Nahrungsstrategien sind weit gefächert und reichen von Filtrieren über Omnivorie bis zur Carnivorie (Warner 1977; Ingle 1983).

1.2 Kenntnisse zum Fossilbericht der Brachyura

Erste fossile Überlieferungen der Brachyura reichen bis in das Zeitalter des Jura zurück. Aus dem unteren Jura, dem Lias, stammt eine Art der Eocarcinidae - *Eocarcinus praecursor*, welche als primitivste und erste Krabbenart gedeutet wird (Withers 1932). Des weiteren treten bereits erste Vertreter der Prosoptonidae (Bishop 1988) mit mehreren Gattungen († *Coelpus*, † *Pithonoton*, † *Goniodromites*, † *Prosopton*) und der Etyidae auf (Guinot und Tavares 2001). In dem mittleren Jura, dem Dogger, werden erste Vertreter der Dynomenidae († *Cyclothyreus*, † *Oxythyreus*, *Cyphonotus*

u.a.) sowie Vertreter der Homolidae († *Gastrodorus* und † *Tithonohomola*) bekannt. In der Kreidezeit entstehen weitere Formen der Homolidae mit † *Homolopsis* und † *Iberihomola*. Die † Prosoponidae nehmen im Danian ihr Ende. Die Familie der Dakoticancridae ist mit † *Dacoticancer* und † *Tetracarcinus* auf die obere Kreide Nordamerikas beschränkt. Neben diesen Formen sind bereits zahlreiche Vertreter anderer Familien bekannt. Zu nennen sind hier Arten der Calappidae († *Necrocarcinus*), Dorippidae († *Binkhorstia*) und Raninidae († *Notopocorystes* und † *Raninella*). Ebenso deuten zahlreiche Funde, welche zu den Atelecyclidae, den Portunidae und den Xanthidae gezählt werden, auf ein weiteres Radiationsevent in der oberen Kreide hin, welches mit einer starken Transgression der Meere in Verbindung gebracht wird. Dieser Transgression folgt im Tertiär eine Regression, doch besteht die Tethys im Alttertiär fort. Formen der Prosoponidae fehlen im Tertiär ganz. Dafür sind die Dynomenidae mit † *Cyamocarcinus* sowie † *Gemellarocarcinus* vertreten. Innerhalb der schon von der Kreide bekannten Familie der Raninidae entstehen zahlreiche neue Gattungen, welche jedoch meist nur wenige Arten hervorbrachten. In dieser Zeit des Tertiärs sind bereits alle auch rezent vorkommenden Familien der Brachyura entstanden. Das schließt die sehr artenreichen Familien der Majidae, der Leucosiidae aber auch die als Xanthoidea zusammengefassten Familien der Xanthidae, Panopeidae, Carpiliidae, Trapeziidae, Pilumnidae u.a. ein. Im Miozän treten die ersten Süßwasserkrabben und vermutlich ebenso die ersten Vertreter der Ocypodidae (*Uca maracoani*) auf, deren Zuordnung jedoch noch nicht zweifelsfrei gesichert ist (Levinton et al. 1996). Weitere Funde ocypoder Krabben im Eozän von England, Ägypten und Indien sowie Funde der Gattung *Macrophthalmus* aus dem Miozän Frankreichs und Österreichs bestätigen aber die Existenz der Familie zu dieser Zeit. Es ist ohne Zweifel anzunehmen, dass der enormen Artenvielfalt der Brachyura mehrere Radiationsereignisse zugrunde lagen.

1.3 Stand magenmorphologischer Untersuchungen

Neben zahlreichen Untersuchungen zur Morphologie des Vorderdarms der Crustaceen (Herbst 1796; Brandt 1833; Baer 1834; Meckel 1836) erschien mit Milne Edwards Werk „Histoire naturelle des Crustacés“ (1837) die erste ausführliche Studie zur Anatomie der Mägen der Decapoda. Er etablierte eine erste Nomenklatur zur Benennung der verschiedenen Magenossikel, welche in dieser Form für eine lange Zeit und von vielen späteren Autoren akzeptiert wurde (Huxley 1877, 1880; Parker 1876). Basierend auf seinen Studien kam er zu dem Schluss, dass die allgemeine Anordnung der Ossikel bei allen decapoden Krebsen gleich ist und diese Strukturen gattungsspezifische Charakteristika aufweisen. Von besonderer Bedeutung war die Veröffentlichung „The Crayfish“ (Huxley 1880), in der neben historischen, physiologischen und ökologischen Aspekten zum Flusskrebs auch vergleichende

morphologische Untersuchungen dargelegt wurden. In seinen Beschreibungen prägte er den Begriff der „gastric-mill“. Parallel zu Huxley untersuchte Nauck (1880) die Mägen von ca. 70 verschiedenen Arten der Brachyura. Basierend auf seinen Ergebnissen der Magenossikel und der Magenzähne, begründete sich sein Versuch einer Klassifikation der Brachyura in die Heterodontea und die Cyclodontea. Die grundlegenden Gedanken dieser Klassifikation wurden jedoch in keiner folgenden Arbeit wieder aufgenommen. 1883 beschrieb Mocquard die Mägen von über 100 Arten decapoder Krebse und kommt ebenfalls zu der Erkenntnis, dass die Mägen nach einem „einheitlichen Plan“ aufgebaut sind und die erkennbaren Differenzen das Resultat von Reduktionen oder Fusionen von Ossikeln sind. Für einen ursprünglichen decapoden Magen postulierte er einen kompletten Satz an Ossikeln und einen gut entwickelten Kaumagen (gastric-mill). Patwardhan (1934, 1935a-e) schlussfolgert aus Untersuchungen an Mägen verschiedener reptanter und 'natanter' decapoder Krebse, dass die Effizienz des internen Verdauungsapparates (a priori der Kaumagen) umgekehrt mit der Effizienz der Mundwerkzeuge korreliert sein muss. Er zeigte, dass 'natante' Decapoda kräftige Mandibeln und schwach ausgeprägte Kaumägen besitzen. Im Gegensatz dazu liegen umgekehrte Verhältnisse bei den reptanten Decapoda vor. Maynard und Dando (1974) sowie Meiss und Norman (1977) beschrieben und illustrierten die Magenossikel von weiteren 15 reptanten decapoden Krebsen und legten mit einer überarbeiteten Ossikel-Nomenklatur den Grundstein für eine einheitliche Identifizierung der Ossikel. Zu einer gegensätzlichen Auffassung in Bezug auf die Mandibeln und deren Korrelation zur Entwicklung des Kaumagens kommen Felgenhauer und Abele (1989). Sie beweisen anhand zahlreicher Beispiele, dass die Strukturierung des Kaumagens und der Mandibeln nicht zwangsläufig mit dem Nahrungsspektrum, sondern mehr mit der Phylogenie des entsprechenden Taxons verbunden ist.

1.4 Zielsetzung

In der vorliegenden Dissertation werden die phylogenetischen Verwandtschaftsbeziehungen der Brachyura und mögliche Einflüsse der Ereignisse an der Kreide/Tertiärgrenze auf dieses Taxon untersucht und dargestellt. In einem ersten Schritt werden dazu die Mägen der Brachyura einschließlich zweier Außengruppenvertreter untersucht und dokumentiert. In einem zweiten Schritt werden Strukturen des Merkmalskomplexes Magenossikel und Magenzähne phylogenetisch analysiert. Alle daraus resultierenden Ergebnisse bzw. berechneten Stammbäume werden mit Literaturdaten zum Fossilbericht der Brachyura verglichen. Durch Verknüpfung dieser Daten können Fragen zur Evolution der Brachyura sowie Fragen eines möglichen Einflusses der Ereignisse an der Kreide-Tertiär-Grenze beantwortet werden.

2 Material und Methoden

2.1 Arten

In die vorliegende Studie wurden 66 Arten aus 27 Familien der Brachyura sowie zwei Außengruppenvertreter (*Orconectes limosus* und *Lithodes maja*) einbezogen.

Tab. 1: Artenliste, **MNHN** – Muséum national d'Histoire naturelle ; **MB** – Muséum national d'Histoire naturelle ; **SMF** – Senckenbergmuseum Frankfurt; **FSBC** – Florida Marine Research Institute, St. Petersburg, Florida; **AMS** – Australian Museum Sydney; **ZMUC** – Zoological Museum Copenhagen; **ZMB** – Zoologisches Museum Berlin; **QM** – Queenslandmuseum Brisbane; **p.S.** – persönliche Sammlung

Arten / Autor	Museum / Registrierungs-Nummer
<i>Dromia spinostris</i> Miers, 1881	p. S.
<i>Dromia wilsoni</i> Fulton and Grant, 1902	MNHN-B. 26255
<i>Dromia personata</i> (Linnaeus, 1758)	SMF 9685
<i>Lauridromia intermedia</i> Laurie, 1906	MP-B. 26370
<i>Hypoconcha spinosissima</i> Rathbun, 1933	FSBC I 48297 EJ67063
<i>Dynomene praedator</i> A. Milne Edwards, 1879	MNHN-B. 6903
<i>Dynomene filholi</i> Bouvier, 1894	p. S.
<i>Paradynomene tuberculata</i> Sakai, 1963	MP-B. 26608
<i>Dagnaudus petterdi</i> (Grant, 1905)	AMS P 53426
<i>Homola barbata</i> (Fabricius, 1793)	SMF 14939
<i>Homola ranunculus</i> Guinot and Richer de Forges, 1995	MNHN-B. 19869
<i>Paramola cuvieri</i> (Risso, 1816)	p. S.
<i>Latreillia valida</i> de Haan, 1839	ZMB 27446
<i>Latreillia metanesa</i> Williams, 1982	ZMB 27447
<i>Cyonomus granulatus</i> (Thompson, 1873)	p. S.
<i>Ranina ranina</i> (Linnaeus, 1758)	MNHN-B. 16183
<i>Raninoides bouvieri</i> Carpat, 1951	MNHN-B. 16176
<i>Raninoides hendersoni</i> Chopra, 1933	MNHN-B. 13401
<i>Raninoides personatus</i> Henderson, 1888	MP-B. 11558
<i>Lyreidus tridentatus</i> de Haan, 1841	MNHN-B. 13368
<i>Lyreidus brevifrons</i> Sakai, 1937	MP-B. 18959
<i>Lyreidus channeri</i> Wood-Mason, 1887	MP-B. 11562
<i>Notopoides latus</i> Henderson, 1888	MP-B. 18964
<i>Carpilius convexus</i> (Forskål, 1775)	MP-B. 7669
<i>Leptodius sanguineus</i> H. Milne Edwards, 1834	ZMB 15618
<i>Portunus depurator</i> (Linnaeus, 1758)	ZMB 16417
<i>Portunus pelagicus</i> (Linnaeus, 1758)	p. S.
<i>Carcinus maenas</i> Linnaeus, 1758	Zool. Lehrsammlung, HU-Berlin
<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896	p. S. (Tarpon Bay, Florida)
<i>Calappa granulata</i> (Linnaeus, 1758)	SMF 6025
<i>Dorippe sinica</i> Chen, 1980	SMF 15134
<i>Medorippe lanata</i> (Linnaeus, 1767)	ZMUC CRU-4405
<i>Potamonautes lirrangensis</i> (Rathbun, 1904)	ZMUC CRU-4406
<i>Illia spinosa</i> Miers, 1881	ZMUC CRU-4407

<i>Philyra variegata</i> (Fabricius, 1798)	ZMUC CRU-4408
<i>Philyra laevis</i> (Bell, 1855)	p. S. (Philipp Island, Australien)
<i>Leucosia anatum</i> Herbst, 1783	p. S. (Philipp Island, Australien)
<i>Parthenope notialis</i> Holthuis und Manning, 1981	ZMUC CRU-4409
<i>Rhithropanopeus harrisii</i> Gould, 1841	p. S. (Tarpon Bay, Florida)
<i>Trapezia cymodoce</i> (Herbst, 1799)	ZMUC CRU-4410
<i>Trapezia lutea</i> Castro, 1997	ZMB 27450
<i>Tetralia fulva</i> Serène, 1984	p. S.
<i>Austinograea alyseae</i> Guinot, 1990	MNHN-B.
<i>Segonzacia mesatlantica</i> (Williams, 1988)	MNHN-B.
<i>Cancer pagurus</i> Linnaeus, 1758	p. S. (Roscoff, Frankreich)
<i>Hyas araneus</i> Linnaeus, 1758	ZMUC CRU-4411
<i>Hyas coarctatus</i> Leach, 1815	ZMUC CRU-4412
<i>Inachus dorsettensis</i> (Pennant, 1777)	ZMUC CRU-4413
<i>Libinia dubia</i> H. Milne Edwards, 1834	p. S. (Tarpon Bay, Florida)
<i>Hexaplax</i> sp.	p. S.
<i>Retropluma quadrata</i> Saint Laurent, 1989	p. S.
<i>Crossotonotus compressipes</i> A. Milne Edwards, 1873	p. S.
<i>Pseudopalicus declivis</i> Castro, 2001	p. S.
<i>Parapalicus clinodentatus</i> Castro, 2000	ZMB 27449
<i>Micropalicus vietnamensis</i> (Zarenkov, 1968)	ZMB 27448
<i>Pinnotheres villosulus</i> Guerin, 1830	AMS G 4226
<i>Ocypode cursor</i> (Linnaeus, 1758)	MNHN-B.
<i>Ocypode gaudichaudi</i> Milne Edwards und Lucas, 1843	p. S.
<i>Minuca rapax</i> (Smith, 1870)	p. S.
<i>Uca tetragonum</i> (Herbst, 1790)	p. S.
<i>Eriocheir sinensis</i> H. Milne Edwards, 1853	Zool. Lehrsammlung, HU-Berlin
<i>Pseudosesarma moeschi</i> (de Man, 1892)	QM W 25869
<i>Cardisoma hirtipes</i> Dana, 1852	ZMUC CRU-4414
<i>Cardisoma armatum</i> Herklots, 1851	p. S.
<i>Mictyris longicarpus</i> Latreille, 1806	ZMUC CRU-4415
<i>Mictyris platycheles</i> H. Milne Edwards, 1852	ZMUC CRU-4416
<i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque, 1817)	Zool. Lehrsammlung, HU-Berlin
<i>Lithodes maja</i> (Linnaeus, 1758)	ZMUC CRU-4417

2.2 Präparation und Färbetechnik

Aufgrund der begrenzten Anzahl von verfügbaren Exemplaren an Vertretern der Brachyura, insbesondere bei Arten der Tiefsee, war es bereits zu Beginn der Magen-Untersuchungen notwendig, eine weitgehend zerstörungsfreie Präparationsmethode zu entwickeln. Es galt auch, möglichst viele nicht-Magenmerkmale für weiterführende Studien in ihrem ursprünglichen Zustand zu erhalten. Für die Entnahme des Magens hat es sich bewährt, die dünnhäutigen Membranen zwischen dem postero-dorsalen Carapaxrand und dem sich postero-ventral anschließenden Sternum, bzw. der sich ventro-lateral anschließenden Coxae der Thorakopoden zu durchtrennen. Nach vorsichtigem Anheben des dorsalen Carapax und der Durchtrennung des Oesophagus und aller dem Carapax anhängenden Magenmuskeln, war es nun möglich den Magen zu entnehmen. Die Fixierung der Mägen erfolgte in

70 %-igem Ethanol. Mit der Entfernung aller am Magen inserierender Muskeln, des stomato-gastrischen Nervensystems und der Mitteldarmdrüsen werden die durchscheinenden, gelblich-weißen Magenossikel sichtbar.

In diesem ungefärbten Zustand sind jedoch oftmals die Abgrenzungen der einzelnen Ossikel nicht eindeutig erkennbar. Einen wesentlichen Fortschritt hat hierbei die Anwendung einer Färbemethode gebracht, welche erstmals von Pilgrim (1964) im Zusammenhang mit anatomischen Untersuchungen an *Squilla mantis* beschrieben wurde. Es zeigte sich, dass durch den Einsatz des Farbstoffes Alizarin Rot S der Kalzifizierungsgrad kutikulärer Strukturen sichtbar gemacht werden kann. Entscheidend für die Dauer der Färbung war zunächst die Größe der Mägen. Die Größe schwankte zwischen 2 mm bei Vertretern der Cymonomidae und der Trapeziidae und reichte bis ca. 3 cm bei Vertretern der Taxa Homolidae, Cancridae und Portunidae.

Die präparierten Mägen wurden für eine Dauer von 30 bis 60 Minuten (abhängig von der jeweiligen Größe der Mägen) in 10%-iger KOH-Lösung auf 100°C erhitzt. Dieser Vorgang hat zwei Funktionen; zum Einen werden alle dem Magen anhängenden Gewebereste entfernt, zum Anderen wird die Bindungsaffinität zum Alizarin Rot S erhöht. Vorausgehende Färbeversuche zeigten, dass ohne eine Erhitzung der Mägen auf 100°C die Ossikel ungefärbt blieben. Nach der erwähnten Erhitzungsphase wurden die Magenossikel durch die Zugabe von ca. 0,02g Alizarin Rot S für 15 Minuten gefärbt. Abschließend wurden die Mägen in destilliertem Wasser gespült und in 70%-igem Ethanol für die weiteren Untersuchungen aufbewahrt.

2.3 Rasterelektronenmikroskopie

Für rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Magenzähne wurden jeweils ein lateraler Zahn, einschließlich der dazugehörigen zusätzlichen Zähne (*accessory teeth*), sowie der mediane Zahn einer Art präpariert und in einem Ultraschallbad gereinigt. Im folgenden wurden sie in 70 % - igem Ethanol fixiert und anschließend in einer aufsteigenden Alkoholreihe dehydriert. Die Kritisch-Punkt-Trocknung erfolgte mit CO₂ (CPD BAT-TEC 030). Abschließend wurden die Präparate unter Verwendung eines Planetentisches mit Gold besputtert (SCD BAL-TEC 005).

Die rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden an folgenden Geräten durchgeführt:

- Joel Scanning Electron Microscope (JSM-840), Zoologisches Museum der Universität Kopenhagen
- Stereo Scanning Electron Microscope (S 360), Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik
- Digital Scanning Electron Microscope (LEO 1430), Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Biologie
- Digital Scanning Electron Microscope (LEO 1450 VP), Museum für Naturkunde Berlin

Die abschließende digitale Bildbearbeitung erfolgte mit den Graphikprogrammen Photoshop 6.0 (Adobe) und Illustrator 9.0 (Adobe). Die Aufnahmen wurden dabei nicht retuschiert.

2.4 Dokumentation

Von je einem Vertreter einer Familie wurde der Magen in der Dorsal- und Lateralansicht mit Hilfe eines Stereo-Mikroskops (Zeiss; Stemi 2000) mit einem Zeichenspiegel gezeichnet. Abschließend wurden die eingescannten Zeichnungen wiederum digital mit Photoshop 6.0 (Adobe) und Illustrator 9.0 (Adobe) aufbereitet. Zur besseren Veranschaulichung wurden den verschiedenen Ossikeln, entsprechend einer überarbeiteten Nomenklatur (Brösing et al. 2002), Farben zugeordnet.

2.5 Kladistische Analyse

Aufgrund der geringen Daten zur vergleichenden Morphologie von Magenstrukturen der Decapoda, erschien es sinnvoll, ein breites Artenspektrum aus möglichst vielen Familien der Brachyura in die Analyse einzubeziehen.

Die Analyse eines der artenreichsten Taxa innerhalb der Decapoda impliziert mehrere Fragestellungen: Nach welchen Kriterien erfolgt die Auswahl der terminalen Taxa, das heißt durch welche Arten werden die jeweiligen Familien vertreten? Welche der ausgewählten Merkmale können für das Grundmuster der jeweiligen Familie angenommen werden?

Die Auswahl, der in die Analyse einbezogenen Arten, war zum größten Teil von praktischen Gegebenheiten abhängig (Museumssammlungen etc.). Soweit es möglich war, wurden für die verschiedenen Familien mehrere Arten ausgewählt, um die Variabilität der Merkmale innerhalb einer Familie erfassen zu können. Für die Analyse wurden weitgehend Merkmale berücksichtigt, welche die selbe oder eine sehr ähnliche Merkmalsausprägung aufwiesen und somit für das Grundmuster der jeweiligen Familie anzunehmen sind. Bei einzelnen Vertretern von Familien war dies nicht möglich. Um deren Informationsgehalt nicht zu verlieren, wurden sie ebenfalls in die Analyse einbezogen. Für die anschließende computergestützte kladistische Analyse wurde die Lesrichtung der Merkmale durch die Wurzelung an einer Außengruppe bestimmt.

Die numerischen Berechnungen erfolgten mit NONA (Goloboff 1993a) bzw. WINCLADA (Nixon 1999-2000) nach dem Sparsamkeitsprinzip. Um die Stabilität der berechneten Monophyliehypothesen zu testen, wurden der Bootstrap-Wert (Felsenstein 1985) und der Bremer-Index (engl. »Bremer support«) (Bremer 1988) berechnet. Zur Überprüfung der berechneten Stammbäume wurden die Daten in einer weiteren Analyse mit PAUP 4.0 (Version beta 10) berechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Allgemeine Morphologie des Magens

Der Intestinaltrakt der Brachyura lässt sich im allgemeinen in verschiedene anatomische Abschnitte unterteilen. An die in antero-ventrale Richtung zeigende Mundöffnung, mit den sie umgebenden Mundwerkzeugen (den Mandibeln, den ersten und zweiten Maxillen und den ersten bis dritten Maxillipeden) schließt sich der Oesophagus an. Er mündet in der Regel postero-dorsal in den vorderen, meist sackförmig vergrößerten Abschnitt des Magens. Eine Ausnahme bilden hier Vertreter der Latreillidae, bei denen sich die Mundöffnung in Höhe des mittleren Kaumagens befindet und der Oesophagus in antero-dorsaler Richtung in den Magen einmündet. An den Oesophagus schließen sich der eigentliche Kaumagen, die Magenmühle (Huxley 1880), und der wesentlich kleinere Filtermagen an. Alle bisher genannten Abschnitte können als Vorderdarm zusammengefasst werden. Sie sind ektodermalen Ursprungs und daraus folgend mit einer chitinartigen Intima ausgekleidet. Der nachfolgende, kurze Mitteldarm ist entodermalen Ursprunges und ihm fehlt eine solche chitinartige Intima. Sowohl der gesamte Vorderdarm als auch der sich an den Mitteldarm anschließende chitinartige Enddarm sind in den periodisch ablaufenden Häutungszyklus einbezogen.

Der Magen selbst befindet sich im vorderen, dorsalen Bereich des Cephalothorax (Abb. 1). Durch eine Vielzahl verschiedener Muskeln, von denen einige an Apodemen des Carapaxes inserieren, wird der Magen in einer konstanten Position fixiert (Maynard und Dando 1974). Oft ist die Lage des Magens äußerlich durch tiefe Furchen im Carapax zu erkennen. An diesen Stellen sind auf der Innenseite Apodeme ausgebildet, an denen eine Reihe von Magenmuskeln ansetzen. Diese können anatomisch – entsprechend ihrem Ursprungs bzw. ihrer Insertion, aber auch physiologisch – entsprechend ihrer neuromodulatorischer Innervation unterschieden werden (Maynard und Dando 1974; Heinzl et al. 1993; Böhm 1995/96, Böhm et al. 1997, 2001).

Während der Nahrungsaufnahme werden die Nahrungspartikel nur unzureichend mit Hilfe des ersten Paares der Peraeopoden bzw. der Mundwerkzeuge zerkleinert. Die aufgenommene Nahrung gelangt mittels peristaltischer Bewegungen des Oesophagus (Böhm et al. 1997) in den Magensack bzw. in den Kaumagen. Grundlage für einen effektiven Nahrungsaufschluss ist das Zusammenspiel des stomatogastrischen Nervensystems, der Magenmuskeln und eines Systems an kalzifizierten Spangen und Magenähnen. Im weiteren Prozess der Nahrungsaufbereitung kommt es im nachfolgenden Filtermagen zur Auftrennung der festen und flüssigen Nahrungsbestandteile. Die verdaulichen, flüssigen Anteile gelangen in die Mitteldarmdrüsen und werden dort resorbiert, während die

restlichen, nichtverdaulichen Anteile in den Mitteldarm und Enddarm weitertransportiert und ausgeschieden werden.

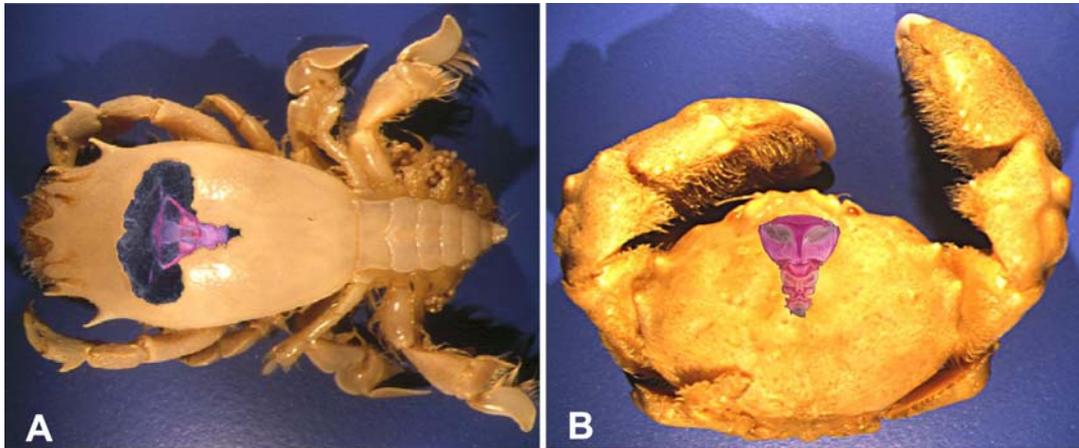


Abb. 1: Position und Größe des Magens im antero-dorsalen Cephalothorax. A *Raninoides bouvieri*. B *Dromia wilsoni*. (Fotomontage)

3.2 Allgemeine Morphologie der Magenossikel und Magen Zähne

Die Konstruktion von verschiedenen, meist gegeneinander beweglichen Spangen, von denen eine Reihe auffällige Zahnstrukturen tragen, ist im Wesentlichen für die Zerkleinerung der Nahrungsbestandteile verantwortlich.

Historisch betrachtet haben diese Spangen eine Vielzahl unterschiedlichster Benennungen erfahren (siehe Tab. 3). Um eine Einheitlichkeit in der Terminologie dieser Strukturen zu erreichen, werden sie nachfolgend, basierend auf einer Nomenklatur von Maynard und Dando (1974) als Ossikel bzw. engl. als *ossicle* bezeichnet.

Nach einer bereits beschriebenen Färbemethodik (Pilgrim 1964) fand Alizarin-Rot erstmals Anwendung in der Untersuchung des Magen-Ossikel-Systems der Brachyura (Brösing et al. 2002). Im Verlaufe der Untersuchungen konnten somit 41 Ossikel, davon 6 bisher nicht erkannte Ossikel (IIa, IIb, Va, XIXa, XXIb und XXVIa) beschrieben werden (Tab. 2). Eine Vielzahl an Ossikeln (III, VII, XVI, XVII, XVIII, XXI, XXIII) sind in den meisten Fällen unpaar und auf der Dorsal- und Ventralseite des Magens entlang der Mittellinie angeordnet. Alle anderen Ossikel liegen in der Regel paarig vor. Abweichungen zu diesem Muster werden nachfolgend beschrieben.

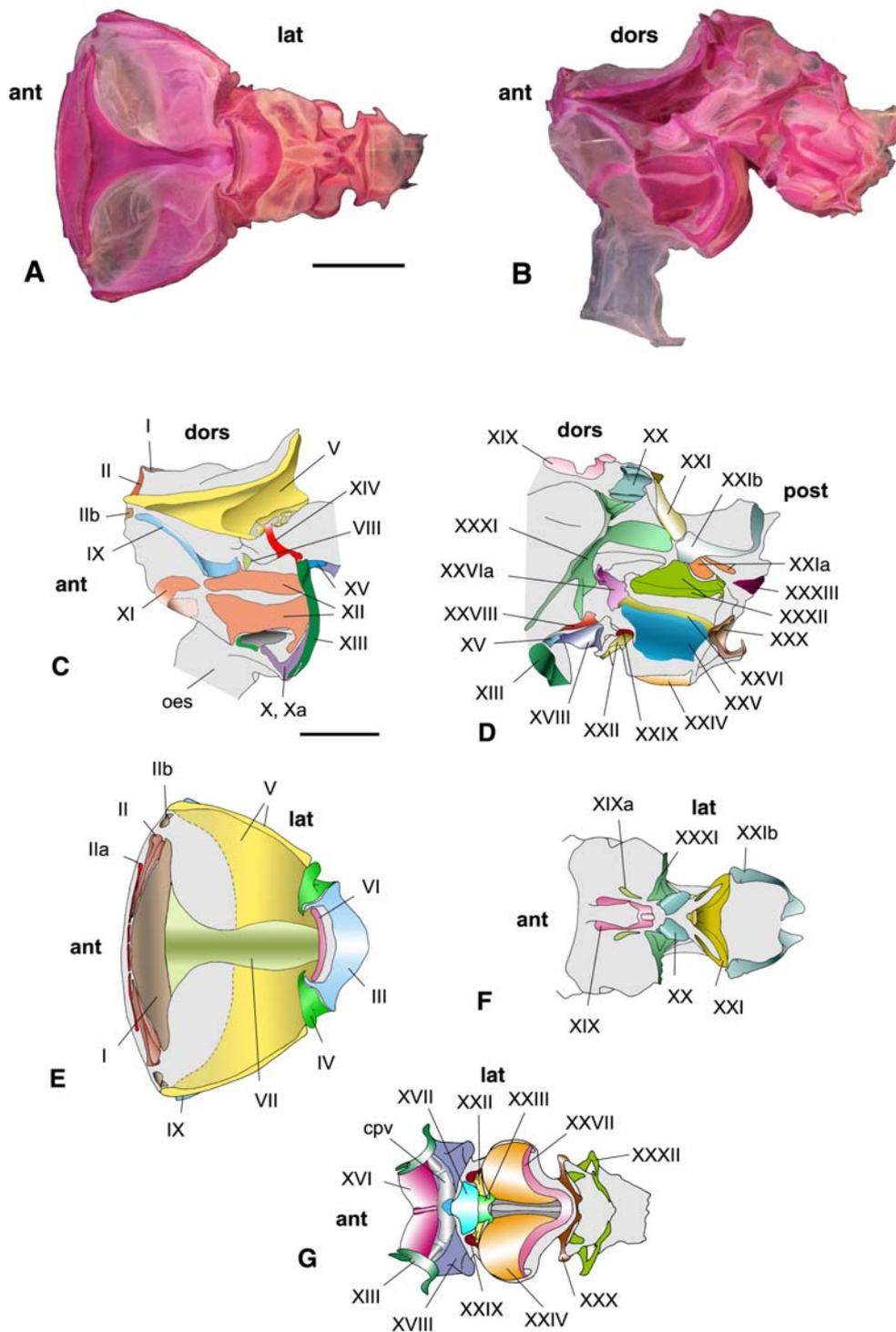


Abb. 2: Magen-Ossikelsystem von *Dromia wilsoni*. A Dorsalansicht der gefärbten Magenossikel. B Lateralansicht. C-G Schematisierte Darstellung der Magenossikel (Brösing et al. 2002).

Funktionell können die Ossikel 5 verschiedenen Regionen des Magens zugeordnet werden (Abb. 3)

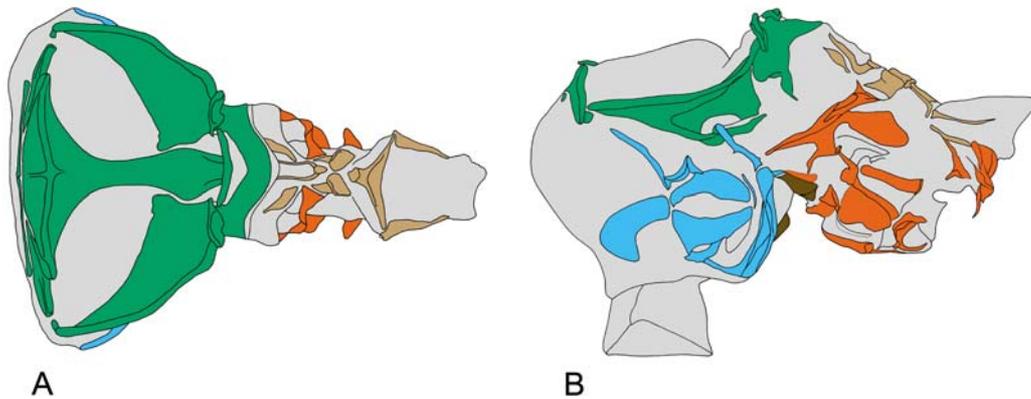


Abb. 3: Regionen, denen die Ossikel zugeordnet werden. A Dorsalansicht. B Lateralansicht.

- Ossikel des dorsalen Kaumagens
- Ossikel des lateralen Kaumagens
- Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe
- Ossikel des dorsalen Filtermagens
- Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Die Ossikel des dorsalen Kaumagens (I, II, III, IV, V, VI und VII) (Abb. 3A, B) sind im Wesentlichen für die Formgebung und Stabilisierung des Magensackes und für die Funktion der ihnen anhängenden Zahnstrukturen verantwortlich. Die Ossikel I, II und VII überdecken großflächig den vorderen dorsalen Bereich des Magensackes. Lateral wird der Magensack gewöhnlich von dem *zygocardiac ossicle* (V) abgegrenzt. In manchen Fällen ist jedoch der Magensack deutlich größer ausgeprägt. Er kann lateral (z.B. in Vertretern der Raninidae, Bythograeidae und Ocypodidae), aber auch in anteriorer Richtung (z.B. in Vertretern der Dorippidae und Majidae) stark vergrößert sein.

Die Ossikel V, VI und VII bilden den größten Anteil der Magenmühle (vergl. Abb. 4). Das *zygocardiac ossicle* (V) beider Seiten trägt jeweils einen lateralen Zahn, welcher familienspezifisch unterschiedlich ausgebildet sein kann. Die lateralen Zähne beider Seiten bilden zusammen ein Widerlager zum dorso-medianen Zahn. Dieser Zahn wird gleichermaßen von den Ossikeln VI und VII gebildet und trägt ebenfalls familienspezifische Merkmale. Sowohl die lateralen Zähne, als auch der mediane Zahn sind fest mit den entsprechenden Ossikeln verbunden. Deren Funktion bzw. Beweglichkeit wird durch das Zusammenwirken von verschiedenen Muskeln, welche an den Ossikeln inserieren, und bänderartigen Verbindungen zwischen den einzelnen Ossikeln gewährleistet. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt meist großflächig den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum

dorsalen Filtermagen. Dieses Ossikel kann aber auch stark reduziert sein (wie z.B. in Vertretern der Raninidae und Dorippidae).

Dem lateralen Kaumagen können die Ossikel VIII, IX, X, Xa, XI, XII, XIII, XIV und XV (Abb. 3A, B) zugeordnet werden. Dabei übernehmen auch hier einige Ossikel (VIII, IX, X, Xa, XI und XII) die Aufgabe, den sehr dünnhäutigen Magensack zu stabilisieren. Besonders die meist großflächigen, schwach kalzifizierten Magenplatten XI und XII sorgen, unabhängig vom Füllungszustand des Magens, für eine relativ konstante Form des Magensackes.

Das *pectinal ossicle* (VIII), welches zwischen den Ossikeln IX und X eingebettet ist, trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite zusätzliche Zähne (*accessory teeth*). Die Zahl dieser Zähne kann von einem Zahn (in Vertretern der Raninidae, Dorippidae und Leucosiidae) bis zu 15 bis 16 Zähnen (z.B. in Vertretern der Grapsidae und Gecarcinidae) variieren. Diesen Zahnstrukturen wurden in der Literatur oftmals den Nahrungstransport unterstützende Funktionen zugesprochen. Entsprechende Vorstellungen zu den hier untersuchten Strukturen werden an späterer Stelle diskutiert.

Auffällig ist, dass der ventrale Kaumagen im vorderen Bereich gar nicht und im hinteren Abschnitt nur geringfügig durch Ossikel unterstützt wird. Der antero-ventrale und der antero-laterale Magensack wird außer durch die Magenplatten XI und XII durch den Oesophagus und dessen Verbindung zur Mundöffnung bzw. zum ventralen Carapax in seiner Form und Lage stabilisiert.

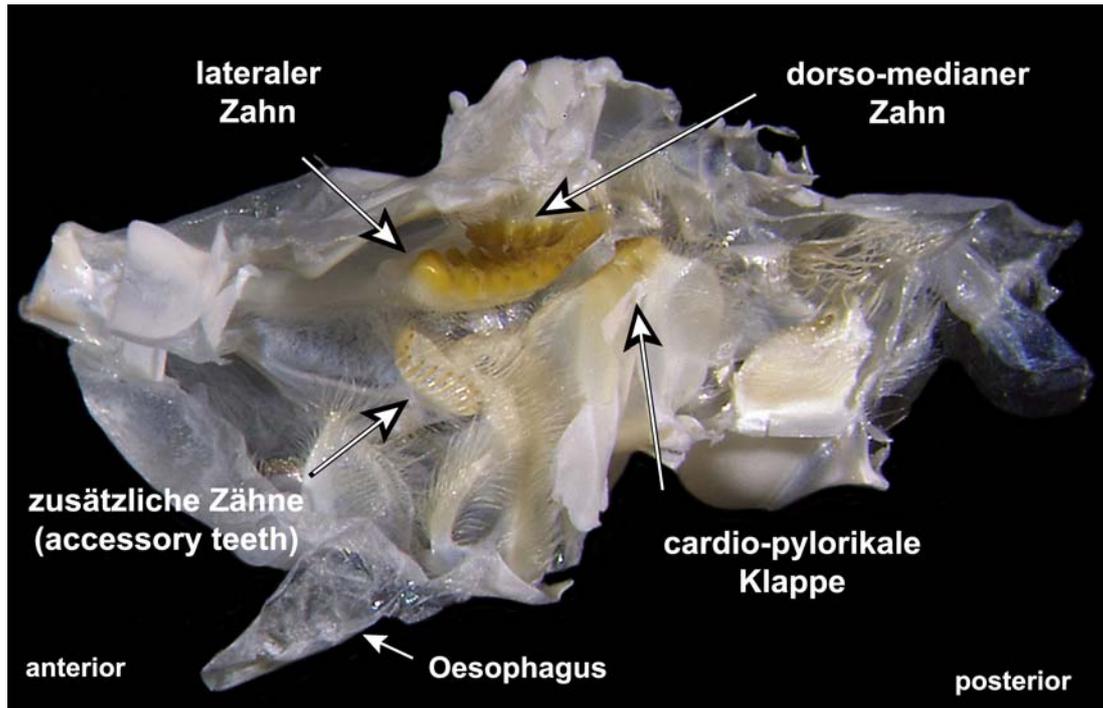


Abb. 4: Zahnstrukturen des Kaumagens am Beispiel eines Magen-Längsschnittes von *Pseudosquilla moeschi*.

Die Ossikel XVI, XVII und XVIII fungieren zusammen als cardio-pylorikale Klappe (*cardo-pyloric valve*) (Abb. 3B), wobei die dem Kaumagen zugewandte Vorderseite vom *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) und die posteriore, dem Filtermagen zugewandte Seite von dem unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet wird. Die Klappe ist ähnlich einer Barriere zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen erhoben. Dadurch wird der Übergang zum Filtermagen auf einen schmalen Spalt reduziert. Die Dorsalseite dieser Klappe ist in den untersuchten Familien recht unterschiedlich beschaffen. Bei Vertretern der Dromiidae, Homolidae, Calappidae, Dorippidae und einer Reihe weiterer Familien ist die Oberkante spitz zulaufend und mit zahlreichen Haaren bzw. Borsten besetzt (vergl. Abb. 7D). Ein anderes Muster zeigen Vertreter der Xanthoidea z.B. *Leptodius sanguineus* und *Rhithropanopeus harrisii* (vergl. Abb. 34D), bei denen der anterodorsale Rand scharfkantig geformt ist und auffällige Erhebungen trägt. Ob diese Strukturen als Zähne zu bezeichnen sind ist spekulativ, sie zeigen jedoch eine deutlich stärkere Sklerotisierung als die sie umgebenden Bereiche. Noch deutlicher ist diese Vorderkante der cardio-pylorikalen Klappe bei Vertretern der Ocypodidae, Gecarcinidae und Mictyridae (vergl. Abb. 57D und Abb. 59D) ausgeprägt. Sie trägt hier einen zahnartigen Vorsprung. Die sich posterior anschließende Dorsalseite ist horizontal abgeflacht und von stachelartigen Borsten umgeben.

An den vorderen Kaumagen schließt sich posterior folgend der Filtermagen an. Er wird dorsal von gewöhnlich sechs verschiedenen, zum Teil unpaaren – zum Teil paarigen Ossikeln (XIX, XIXa, XX, XXI, XXIa und XXIb) unterstützt (Abb. 3A, B). Während die Ossikel XIX und XIXa in der Regel klein und schwach kalzifiziert erscheinen, ist das paarig vorliegende *posterior mesopyloric ossicle* (XX) oftmals stark reliefartig erhoben. An dieses Paar Ossikel inserieren Muskeln, welche ebenfalls mit Apodemen des dorsalen Carapax verbunden sind. Somit ist auch der dorsale Filtermagen in seiner Position fixiert. Das sich an die Ossikel XX anschließende unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) hat in nahezu allen hier untersuchten Arten eine sichelförmige Grundstruktur, an die sich in einigen Fällen sehr schwach kalzifizierte Flächen anschließen. Es überspannt meist den größten Anteil der Gesamtbreite des Filtermagens. Posterior schließt sich ein Paar schmaler, oft sehr lang ausgezogener Ossikel (XXIb) an. Diese können bis zum Übergang des Filtermagens in den Mitteldarm reichen. In der Mehrzahl der beschriebenen Arten befinden sich ventral der Ossikel XXI je ein ebenfalls sehr schmales Ossikel (XXIa).

Die Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens (XXII bis XXXIII, einschließlich XXVIa) tragen den Hauptanteil der Filterfunktion dieses Magenabschnittes. Mit Ausnahme der Ossikel XXIII und XXVII sind alle anderen Ossikel dieser Region in der Regel paarig. Oberflächlich sind am lateralen Filtermagen mindestens zwei Lagen an verschiedenen Muskeln zu erkennen, welche zum überwiegenden Teil an den Ossikeln inserieren (Maynard und Dando 1974). Über einer Lage hauptsächlich anterior-posterior verlaufender Muskeln befindet sich eine zweite, vorwiegend dorso-ventral verlaufender Muskeln. Gesteuert von einem pylorischen Netzwerk, als Teil des stomatogastrischen Nervensystems (Heinzel et al. 1993) ist das Zusammenwirken der Muskeln, der Ossikel und den sich daraus ergebenden Bewegungen der verschiedenen Filterelemente die Grundlage für die Funktion des Filtermagens.

Zusammenfassend sind noch einmal die verschiedenen Funktionen der Ossikel zu nennen:

- Stabilisierung des Magens insgesamt und im Speziellen des dünnhäutigen Magensackes
- eine feste Verankerung des Magens im antero-dorsalen Carapax
- sie dienen als Insertionspunkte für die sehr umfangreiche Magenmuskulatur
- sie ermöglichen Kaubewegungen, unterstützt durch anhängende Zahnstrukturen

3.3 Ossikel-Nomenklatur

Zur Vermeidung von Neubenennungen der Magenossikel infolge einer Übersetzung der in der Literatur verwendeten Namen (Maynard and Dando 1974), werden nachfolgend die englischen

Bezeichnungen (in Kursivform untersetzt) in der neu überarbeiteten Nomenklatur verwendet. Unpaare Ossikel werden in der Einzahl als *ossicle* und paarige Ossikel in der Mehrzahl als *ossicles* bezeichnet.

Tab. 2: überarbeitete Ossikel-Nomenklatur

I	<i>mesocardiac ossicle</i>
IIa	<i>prepterocardiac ossicles</i>
II	<i>pterocardiac ossicles</i>
IIb	<i>postpterocardiac ossicles</i>
III	<i>pyloric ossicle</i>
IV	<i>exopyloric ossicles</i>
V	<i>zygocardiac ossicles</i>
Va	<i>prezygocardiac ossicles</i>
VI	<i>propyloric ossicle</i>
VII	<i>urocardiac ossicle</i>
VIII	<i>pectineal ossicles</i>
IX	<i>prepectineal ossicles</i>
X	<i>postpectineal ossicles</i>
Xa	<i>quill of the postpectineal ossicles</i>
XI	<i>anterior lateral cardiac plates</i>
XII	<i>posterior lateral cardiac ossicles</i>
XIII	<i>inferior lateral cardiac ossicles</i>
XIV	<i>subdentate ossicles</i>
XV	<i>lateral cardio-pyloric ossicles</i>
c.p.v.	<i>cardio-pyloric valve</i>
XVI	<i>anterior ossicle of the cardio-pyloric valve</i>
XVII	<i>posterior ossicle of the cardio-pyloric valve</i>
XVIII	<i>lateral ossicle of the cardio-pyloric valve</i>
XIX	<i>anterior mesopyloric ossicle</i>
XIXa	<i>lateral mesopyloric ossicles</i>
XX	<i>posterior mesopyloric ossicles</i>
XXI	<i>uropyloric ossicle</i>
XXIa	<i>infra-uropyloric fragments</i>
XXIb	<i>posterior uropyloric ossicles</i>
XXII	<i>preampullary ossicles</i>
XXIII	<i>anterior inferior pyloric ossicle</i>
XXIV	<i>inferior ampullary ossicles</i>
XXV	<i>ampullary-roof-ossicles, lower portion</i>
XXVI	<i>ampullary-roof-ossicles, upper portion</i>
XXVIa	<i>anterior process of the ampullary-roof-ossicles, upper portion</i>
XXVII	<i>posterior inferior pyloric ossicle</i>
XXVIII	<i>anterior supra-ampullary ossicles</i>
XXIX	<i>middle supra-ampullary ossicles</i>
XXX	<i>posterior supra-ampullary ossicles</i>
XXXI	<i>anterior pleuopyloric ossicles</i>
XXXII	<i>middle pleuopyloric ossicles</i>
XXXIII	<i>posterior pleuopyloric ossicles</i>

3.4 Vergleichende morphologische Untersuchungen der Magen-Ossikel und der Magenzähne

Im folgenden Kapitel werden die Magen-Ossikel einschließlich der an ihnen befindlichen Zahnstrukturen für die untersuchten Arten beschrieben.

Da die verschiedenen Ossikel, wie bereits oben genannt, sowohl paarig als auch unpaar vorliegen können, werden unpaare Ossikel gesondert genannt. Ähnliches gilt für Ossikel, welche in der Mehrzahl der untersuchten Arten als unpaares Ossikel vorliegen, im Einzelfall jedoch paarig sind. Paarige Ossikel werden dagegen in der Einzahl benannt und beziehen sich auf eine Seite des Magens.

Im Anschluss an die Ossikel werden die Magenzähne in ähnlicher Weise beschrieben. Aufgrund des hohen Ähnlichkeitsgrades der verschiedenen Magenossikel in den untersuchten Arten innerhalb einer Familie auf der einen Seite, aber auch auftretender Unterschiede zwischen den Familien, erfolgt für jede Familie eine detaillierte morphologische Beschreibung an einem ausgewählten Vertreter. Damit bleibt die Möglichkeit erhalten, bei nachfolgenden Untersuchungen auf einzelne Familientaxa zurückzugreifen. Markante Unterschiede in Bezug auf die Magenossikel bzw. die Zahnstrukturen werden für die einzelnen Arten gesondert beschrieben und dokumentiert. In einigen Fällen ist mit den hier angewandten Methoden eine eindeutige Abgrenzung von zwei oder mehr Ossikeln voneinander nicht erkennbar bzw. eine mögliche Reduzierung oder das Fehlen einzelner Ossikel nicht zu rekonstruieren. Diese Strukturen erhalten als Mischossikel eine Mehrfachbenennung, z.B. „XX-XXI“.

3.4.1 Dromiidae de Haan, 1833

3.4.1.1 Magenossikel von *Dromia spinirostris* Miers, 1881

(Abb. 5A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt nahezu drei Viertel der Gesamtbreite des membranartigen Magensackes. Es besteht aus zwei Anteilen: einer anterioren, schwächer kalzifizierten Platte und einer posterior folgenden stärker kalzifizierten Spange. An die Vorderseite des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) und des *pterocardiac ossicle* (II) schließt sich das *prepterocardiac ossicle* (IIa) in Form eines schmalen Streifens an. Das *pterocardiac ossicle* (II) grenzt zum einen antero-lateral an den schwächer kalzifizierten Rand des *mesocardiac ossicle* (I) und zum anderen postero-lateral an das *prepterocardiac ossicle* (IIa). Lateral des *pterocardiac ossicle* (II) schließt sich das sehr kleine *postpterocardiac ossicle* (IIb) an. Dieses Ossikel ist durch dünne Membranen mit dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem *prepectinal ossicle* (IX) verbunden. Das

unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt plattenförmig das posteriore Ende des Kaumagens. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Ausgehend von der Lateralansicht zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) eine dreieckige Form. Es erstreckt sich vom *postptero-cardiac ossicle* (IIb) posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *zygocardiac ossicle* (V) trägt auf seiner dem Magenlumen zugewandten Seite den lateralen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 6A, Abb. 7A und Abb. 8A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) befindet sich anterior des unpaaren *pyloric ossicle* (III) und wird von dessen anterior gerichteten kurzen Fortsätzen lateral eingefasst. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) hat eine nahezu vertikale Ausrichtung und berührt ventral das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Dieses Ossikel hat die Form einer verlängerten Platte, welche sich über den dorso-medianen Abschnitt des Kaumagens bis zum posterioren Rand des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) erstreckt. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 6C, Abb. 7C und Abb. 8C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das sehr kleine dreieckige *pectinal ossicle* (VIII) befindet sich im Zentrum des lateralen Magensackes. Antero-dorsal des flächigen *pectinal ossicle* (VIII) ist die Membran des Magensackes in das Lumen eingestülpt und trägt eine Reihe von zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (vergl. Abb. 6B, Abb. 7B und Abb. 8B). Das *pectinal ossicle* (VIII) berührt anterior das langgestreckte *prepectinal ossicle* (IX). Postero-ventral ist es mit dem dorsalen Anteil des *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) verbunden. Posterior des *pectinal ossicle* (VIII) schließt sich in einigem Abstand das ebenfalls stark verlängerte *postpectinal ossicle* (X) an. Dieses ist ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind auch die Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des sehr dünnhäutigen Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert und hat dorsal eine membranähnliche Verbindung zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). In der Mitte des *subdentate ossicle* (V) befindet sich ein nach anterior gerichteter, kurzer Fortsatz. Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII) beider Seiten. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich das unpaare trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Das unpaare *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) schließt sich unmittelbar an das unpaare *pyloric ossicle* (III) an. Es besteht aus zwei anterior gerichteten seitlichen Streifen, welche posterior miteinander verbunden sind. Ventro-lateral des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) erstreckt sich das ebenfalls sehr schmale *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Posterior des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) liegt das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) nahe der Mittellinie. Im Unterschied zum *anterior* und *lateral mesopyloric ossicle* (XIX und XIXa) ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) stärker kalzifiziert und reliefartig erhoben. Weiter in posteriorer Richtung überspannt das unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) in Form einer Sichel die Breite des Filtermagens. Dabei ist ein stärkerer anteriorer Rand von einer nachfolgenden schwächer kalzifizierten Fläche zu unterscheiden. Das am weitesten posterior gelegene Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Unterhalb dieses Ossikels verläuft parallel ein dünner kalzifizierter Streifen, das *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) erstreckt sich großflächig zwischen dem unpaaren trapezförmigen *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) und dem *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das unpaare *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) schließt sich postero-median an das unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal wird es durch zwei Ossikel begrenzt. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-*

roof-ossicle, upper portion (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich an den posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal der Mitte des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und erstreckt sich als irreguläre, konkave Platte weiter bis zu einem ventralen Ausläufer des *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) wird von drei Ossikeln (XVIII, XXII und XXV) umschlossen. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluss des Filtermagens. Das *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es ist stabförmig verlängert und erstreckt sich dorsal vom *posterior mesopylic ossicle* (XX) bis nahe der ventralen Spitze des *subdentate ossicle* (XIV). An einem ventralen Ausläufer berührt es das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-dorsal ist das *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI) zu einer dünnen, kalzifizierten Fläche ausgezogen. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das als schmales Band vorliegende *middle pleuropylic ossicle* (XXXII). Postero-dorsal des *middle pleuropylic ossicle* (XXXII) werden eine Reihe irregulär geformter kalzifizierter Strukturen zum *posterior pleuropylic ossicle* (XXXIII) zusammengefasst.

3.4.1.2 Magenossikel von *Dromia wilsoni* Fulton and Grant, 1902

Die untersuchten Magenossikel von *Dromia wilsoni* zeigen im Vergleich zu *Dromia spirostris* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel, mit Ausnahme des *prepterocardiac ossicle* (IIa). Es ist bei *Dromia wilsoni* in ein Paar schmale Streifen unterteilt, welche sich anterior an das *mesocardiac ossicle* (I) und das *pterocardiac ossicle* (II) anschließen.

3.4.1.3 Magenossikel von *Dromia personata* (Linnè, 1758)

Die untersuchten Magenossikel von *Dromia personata* zeigen im Vergleich zu *Dromia spirostris* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel, mit Ausnahme des *prepterocardiac ossicle* (IIa). Es ist bei *Dromia personata* in ein Paar schmale Streifen unterteilt, welche sich anterior an das *mesocardiac ossicle* (I) und das *pterocardiac ossicle* (II) anschließen.

3.4.1.4 Magenossikel von *Lauridromia intermedia* (Laurie, 1906)

Die untersuchten Magenossikel von *Lauridromia intermedia* zeigen im Vergleich zu *Dromia spirostris* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel, mit Ausnahme

des *prepterocardiac ossicle* (IIa). Es liegt bei *Lauridromia intermedia* in Form eines schmalen Streifens vor, welcher sich anterior an das *mesocardiac ossicle* (I) und das *pterocardiac ossicle* (II) anschließt.

3.4.1.5 Magenossikel von *Hypoconcha spinosissima* Rathbun, 1933

Die untersuchten Magenossikel von *Hypoconcha spinosissima* zeigen im Vergleich zu *Dromia spirostris* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel, mit Ausnahme des *prepterocardiac ossicle* (IIa). Es ist unpaar und schließt sich in Form eines schmalen Streifens anterior an das *mesocardiac ossicle* (I) und das *pterocardiac ossicle* (II) beider Seiten an.

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes befindet sich eingebettet zwischen zahlreichen Haarstrukturen eine Reihe von 6 zusätzlichen Zähnen. Sie sind konisch zugespitzt und haben nahezu nur die gleiche Höhe der Basis auf der sie inserieren (Abb. 6B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist posterior schnabelartig zugespitzt. Abgegrenzt wird er in anteriorer Richtung von einer kragenartigen Struktur, welche sich über die Breite des *urocardiac ossicle* (VII) erstreckt (Abb. 6C).

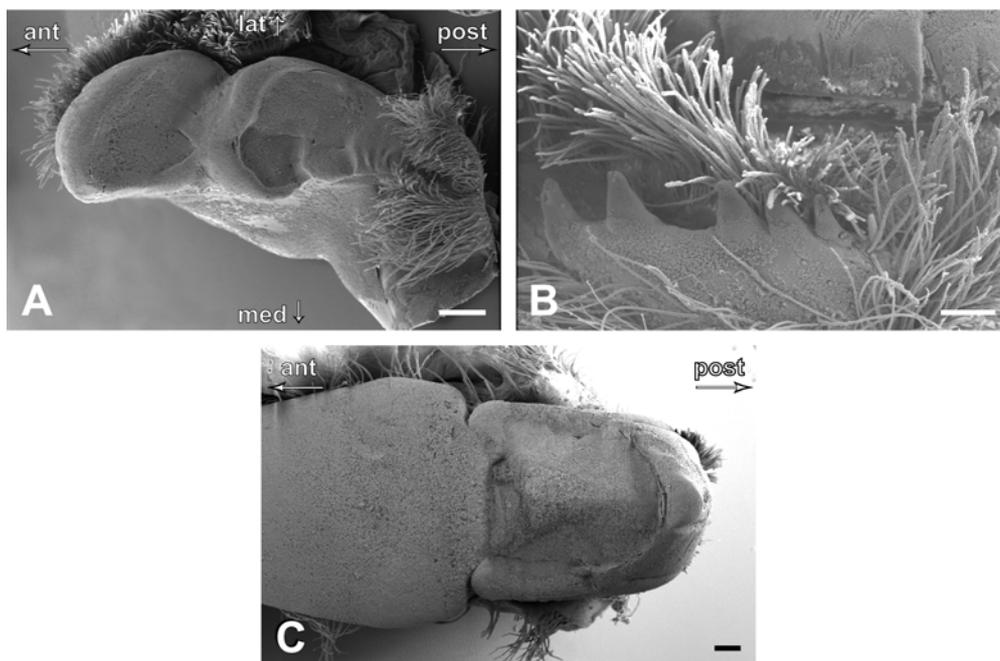


Abb. 6: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Dromia wilsoni*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. Maßstab: A 500µm. B 200µm. C 300µm. (Brösing et al., 2002).

3.4.1.7 Magenähne von *Dromia personata* (Linnè, 1758)

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus drei Anteilen. Anterior und median befinden sich je ein deutlich erhobener Zahnhöcker. Der anterior gelegene Höcker ist halbkugelig abgerundet. Der mediane Höcker teilt sich in je einen lateral und einen median gerichteten, konisch zugespitzten Zahn. Der posteriore Abschnitt ist durch eine Reihe kleiner werdender Zahnhöcker charakterisiert (Abb. 7A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes befindet sich eingebettet zwischen zahlreichen Haarstrukturen eine Reihe von sechs zusätzlichen Zähnen. Sie sind konisch zugespitzt, aber deutlich länger im Vergleich mit *Dromia wilsoni* (Abb. 7B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn zeigt im Fall von *Dromia personata* starke Abnutzungserscheinungen. Daher ist die ursprüngliche Form nicht eindeutig erkennbar. Unabhängig vom Abrasionszustand ist deutlich eine trapezförmige Grundstruktur des Zahnhöckers mit abgerundeten Ecken zu erkennen. In posteriorer Richtung schließt sich ähnlich wie bei *Dromia wilsoni* eine kragenförmige Struktur an (Abb. 7C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren dorsaler Rand ist stark abgerundet und mit einem dichten Borstensaum überdeckt. Median öffnet sich in anterior-posteriorer Richtung ein ovaler Spalt (Abb. 7D).

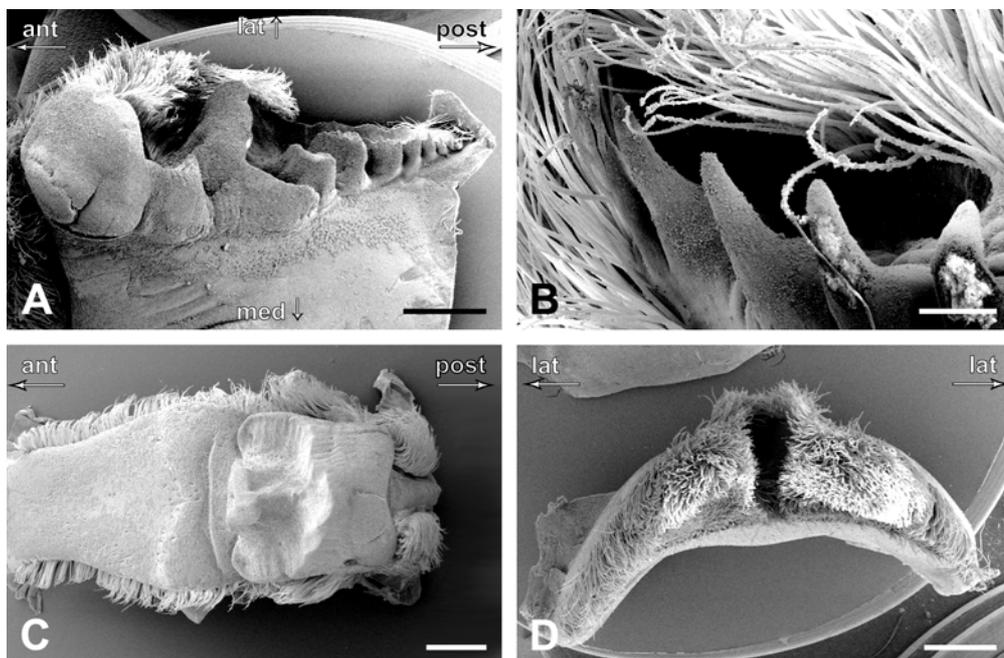


Abb. 7: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Dromia personata*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 1mm. B 200µm. C und D 1mm.

3.4.1.8 Magenzähne von *Hypoconcha spinosissima* Rathbun, 1933

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus zwei Anteilen. In anteriorer Richtung befindet sich ein Zahnhöcker, welcher halbkugelig abgerundet ist. Posterior folgt auf der Lateralseite des lateralen Zahnes ein kleinerer, weiterer abgerundeter Höcker. Auf der Medianseite beginnt auf der Höhe dieses zweiten kleineren Zahnhöckers eine Reihe von fünf querverlaufenden, rippenartigen Vorsprüngen, welche in posteriorer Richtung kleiner werden (Abb. 8A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Die zusätzlichen Zähne bei *Hypoconcha spinosissima* weisen einen erheblichen Unterschied zu den oben genannten Verhältnissen von *Dromia wilsoni* und *Dromia personata* auf. Die Zähne sind sehr kurz und nahezu dreieckig abgestumpft. Deren Basis ist ca. doppelt so hoch, wie die Zahnstrukturen selbst (Abb. 8B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist dreieckig zugespitzt und deutlich erhoben. Anterior schließt sich wiederum eine kragenähnliche Struktur an (Abb. 8C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen Kaumagen und Filtermagen. Deren dorsaler Rand ist stark abgerundet und wird von einem sehr dichten Borstensaum bedeckt. Dorso-median ist eine kleine borstenfreie dreieckige, ebene Fläche zu erkennen (Abb. 8D).

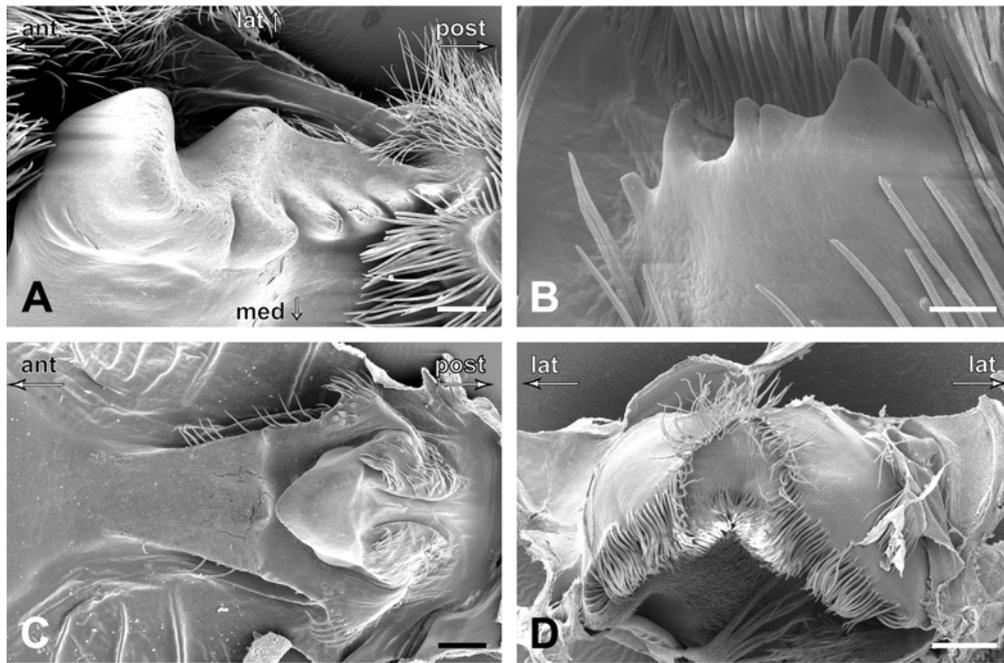


Abb. 8: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Hypoconcha spinosissima*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: 100µm. B 50µm. C und D 200µm.

3.4.2 Dynomenidae Ortman, 1892

3.4.2.1 Magenossikel von *Dynomene filholi* Bouvier, 1894

(Abb. 9A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt nahezu zwei Drittel der Gesamtbreite des Magensackes. Es besteht aus einer anterioren, schwächer kalzifizierten Platte und einer posterior folgenden stärker kalzifizierten Spange. An die Vorderseite des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) und des *pterocardiac ossicle* (II) schließt sich das unpaare *prepterocardiac ossicle* (IIa) in Form eines schmalen Streifens an. Das *pterocardiac ossicle* (II) grenzt anterior an das *prepterocardiac ossicle* (IIa) sowie posterior an das *mesocardiac ossicle* (I). Lateral berührt es das sehr kleine *postpterocardiac ossicle* (IIb). Dieses Ossikel ist wiederum durch eine dünne Membran lateral mit dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem *prepectinal ossicle* (IX) verbunden. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt in Form eines Dreieckes den dorsalen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Das *exopyloric ossicle* (IV) ist zwischen dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI) eingebettet. Ausgehend von der Lateralansicht zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) eine dreieckige Grundform. Es erstreckt sich vom *postpterocardiac ossicle* (IIb) posterior zum *exopyloric ossicle* (IV),

und ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *zygocardiac ossicle* (V) trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite den lateralen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 10A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) befindet sich anterior des unpaaren *pyloric ossicle* (III) und wird von dessen anterior gerichteten kurzen Fortsätzen lateral eingefasst. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist dorsal in die anteriore Richtung geneigt und berührt ventral das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Dieses erstreckt sich t-förmig zum posterioren Rand des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen *Zahn* der Magenmühle (vergl. Abb. 10C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche im Wesentlichen den lateralen Magensack abstützen. Das sehr kleine dreieckige, flächige *pectinal ossicle* (VIII) hat eine nahezu horizontale Ausrichtung und erscheint dadurch in der Lateralansicht als schmaler Streifen. Antero-dorsal des *pectinal ossicle* (VIII) ist die Membran des Magensackes in das Lumen eingestülpt und trägt eine Reihe an zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (vergl. Abb. 10B). Es berührt anterior das langgestreckte *prepectinal ossicle* (IX) und postero-ventral ist es mit dem dorsalen Anteil der *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) verbunden. In einigem Abstand folgt posterior das ebenfalls stark verlängerte *postpectinal ossicle* (X). Das *postpectinal ossicle* (X) ist ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind auch die Magenplatten (XI und XII), ähnlich denen der Dromiidae für eine konstante Form des sehr dünnhäutigen Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich in posteriorer Richtung parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert und hat dorsal eine membranähnliche Verbindung zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). In der Mitte des *subdentate ossicle* (V) befindet sich ein anterior gerichteter, kurzer Fortsatz. Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe (vergl. Abb. 10D)

Die cardio-pylorikale Klappe wird hauptsächlich durch zwei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII) beider Seiten. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ein *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) ist nicht erkennbar.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Das unpaare *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) schließt sich unmittelbar an das unpaare *pyloric ossicle* (III) an. Es besteht aus zwei anterior gerichteten seitlichen Streifen, welche posterior miteinander verbunden sind. Posterior folgend liegt das reliefartig erhobene *posterior mesopyloric ossicle* (XX). Weiter posterior überspannt das unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) als dreieckige Sichel nahezu zwei Drittel der Breite des Filtermagens. Dabei ist ein stärkerer anteriorer Rand von einer nachfolgenden schwächer kalzifizierten Fläche zu unterscheiden. Das am weitesten posterior gelegene Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Unterhalb dieses Ossikels verläuft parallel ein dünner kalzifizierter Streifen, das *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Ein *preampullary ossicle* (XXII) ist nicht erkennbar. Das unpaare *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) fügt sich als schmaler Streifen postero-median an das *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII). Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). Zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite formt es entlang der Mittellinie eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) liegen die zwei nahezu flächengleichen *ampullary-roof-ossicles* (XXV und XXVI), welche sich nur in ihrer räumlichen Ausrichtung unterscheiden. Das horizontale *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) liegt parallel zum vertikalen *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI), einschließlich des *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) befindet sich am posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV). Es verbindet bandförmig die *inferior ampullary ossicle* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorso-median des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV), erstreckt sich weiter als irreguläre, konvexe Platte dorsal des unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII), weiter zum ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und formt abschließend einen kurzen dorsalen Ausläufer. Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) wird von einer Reihe verschiedener Ossikel (XXIII, XXV und XXVIII) umschlossen. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es ist stabförmig verlängert und erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in ventraler Richtung bis nahe der ventralen

Spitze des *subdentate ossicle* (XIV). An einem ventralen Ausläufer berührt das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-dorsal ist das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) zu einer dünnen, kalzifizierten Fläche ausgezogen. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) liegt das sehr dünnwandige *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII).

3.4.2.2 Magenossikel von *Dynomene praedator* Milne Edwards, 1879

Die untersuchten Magenossikel von *Dynomene praedator* zeigen im Vergleich zu *Dynomene filholi* eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

3.4.2.3 Magenossikel von *Paradynomene tuberculata* Sakai, 1963

Die untersuchten Magenossikel von *Paradynomene tuberculata* zeigen im Vergleich zu *Dynomene filholi* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Sie weisen jedoch, im Gegensatz zu *Dynomene filholi* und *Dynomene praedator* eine Reihe von Abweichungen auf. Eingebunden in den dorsalen Filtermagen ist das *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Des weiteren unterscheidet sich das *infra-uropyloric fragment* (XXIa). Dies ist nicht wie in den oben genannten Arten streifenförmig verlängert, sondern relativ kurz und kommaförmig gebogen. An der ventro-lateralen Seite des Filtermagens ist zusätzlich das *preampullary ossicle* (XXII) zu erkennen. Als vierter Unterschied ist die deutliche größere dorso-ventrale Ausdehnung des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) zu nennen.

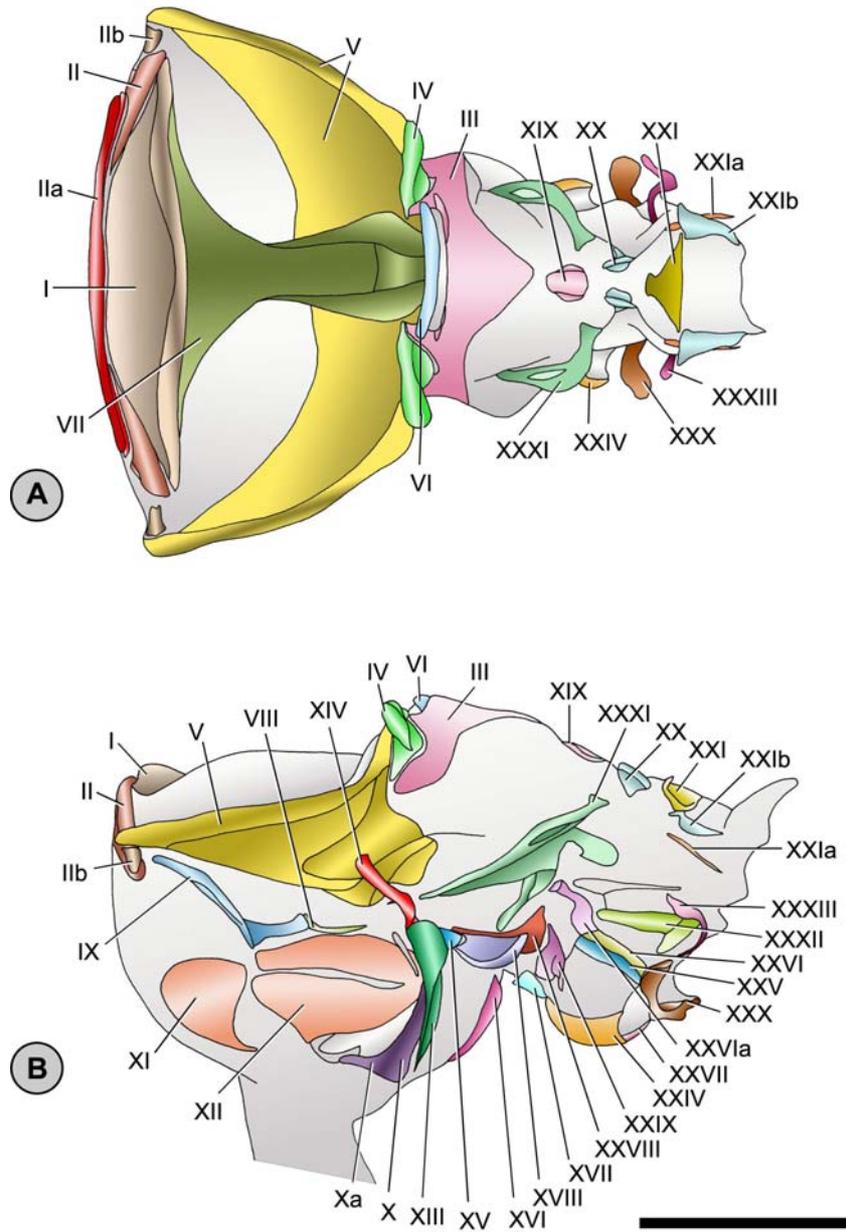


Abb. 9: Magenossikel von *Dynomene filholi*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.2.4 Magenzähne von *Paradynomene tuberculata* Sakai, 1963

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus drei Anteilen. Anterior befindet sich ein deutlicher Zahnhöcker, welcher anterior halbkugelig abgerundet ist. Im medianen Bereich des lateralen Zahnes schließt sich ein weiterer querverlaufender, lateral stärker abgerundeter Zahnhöcker an (Abb. 10A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes ist eine Reihe von fünf zusätzlichen Zähnen zu erkennen. Diese sind kegelförmig zugespitzt und haben wie bei *Dromia wilsoni* eine geringe Höhe (Abb. 10B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist posterior dreieckig zugespitzt und deutlich erhoben. Anterior schließt sich wiederum eine gut erkennbare, kragenähnliche Struktur an (Abb. 10C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren dorsaler Rand ist stark abgerundet und wird von einem sehr dichten Borstensaum überdeckt (Abb. 10D).

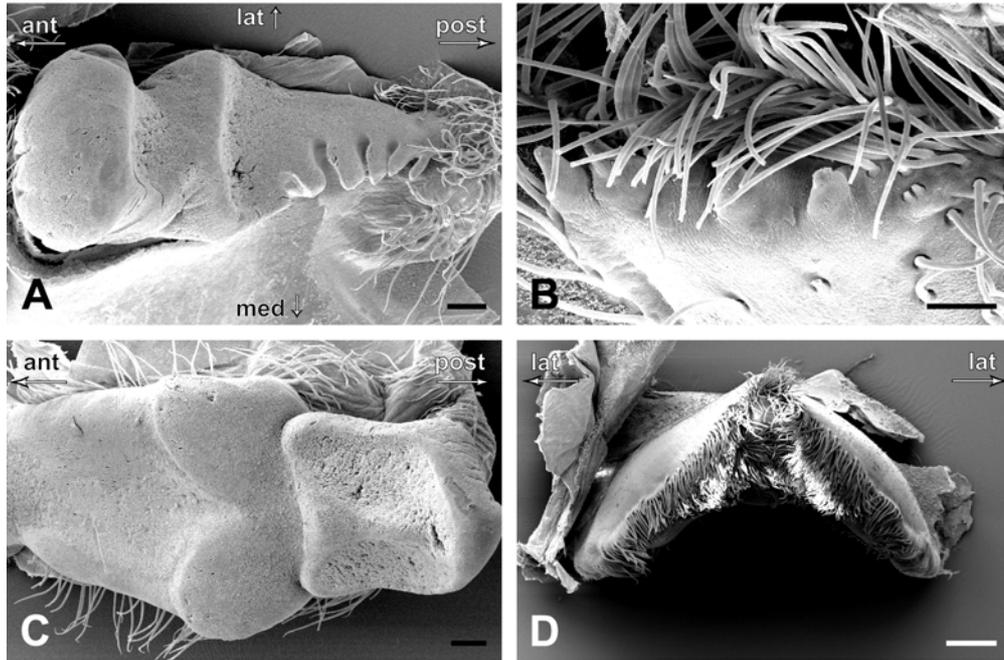


Abb. 10: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Paradynomene tuberculata*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C 200µm. D 500µm.

3.4.3 Homolidae de Haan, 1839

3.4.3.1 Magenossikel von *Dagnaudus petterdi* (Grant, 1905)

(Abb. 11A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt nahezu die Hälfte der Gesamtbreite des membranartigen Magensackes. Es besteht aus zwei Anteilen: einer anterioren, schwächer kalzifizierten Platte und einer posterior folgenden, stärker kalzifizierten Spange mit zahlreichen anterioren und posterioren Fortsätzen. An die Vorderseite des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) und vor allem des *pterocardiac ossicle* (II) schließt sich das streifenförmige *prepterocardiac ossicle* (IIa) an. Es ist viel deutlicher ausgeprägt als in Vertretern der Dromiidae und der Dynomenidae, reicht jedoch nicht bis zur Medianlinie. Das *pterocardiac ossicle* (II) befindet sich zur Hälfte keilförmig zwischen dem *mesocardiac ossicle* (I) und *prepterocardiac ossicle* (IIa). Es erstreckt sich weiter lateral, kommt dabei nicht in Verbindung mit dem *zygocardiac ossicle* (V). Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt plattenförmig den Übergang zum dorsalen Filtermagen. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Ausgehend von der Lateralansicht zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) eine dreieckige

Form. Es erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *zygocardiac ossicle* (V) trägt auf seiner dem Magenlumen zugewandten Seite den lateralen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 12A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) befindet sich anterior des unpaaren *pyloric ossicle* (III) und wird von dessen anterior gerichteten kurzen Fortsätzen lateral abgegrenzt. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist leicht in die anteriore Richtung geneigt und berührt ventral das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Dieses Ossikel hat die Form einer verlängerten, sich in der Mitte verjüngenden Platte, welche sich über den dorsalen Abschnitt des Kaumagens bis zum posterioren Rand des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) erstreckt. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 12C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII), das im Zentrum des lateralen Magensackes liegt, hat eine dreieckige Grundform mit deutlich stärker kalzifizierten Rändern. Dorsal sind dessen Ränder geöffnet. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite trägt es eine Reihe konisch zugespitzter zusätzlicher Zähne (*accessory teeth*) (vergl. Abb. 12B). Anterior berührt es das langgestreckte *prepectinal ossicle* (IX) und postero-ventral ist es mit dem ebenfalls stark verlängerten *postpectinal ossicle* (X) verbunden. Ventral ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind auch die Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des sehr dünnhäutigen Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Es hat nahezu zwei Drittel der Länge des *postpectinal ossicle* (X) und dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert. Dorsal hat es eine membranähnliche Verbindung zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet.

Postero-median des *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) schließt sich das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel gebildet. Das streifenförmige *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) schließt sich in posteriorer Richtung an das unpaare *pyloric ossicle* (III) an. Ventro-lateral des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) erstreckt sich das sehr breite *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Posterior des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) und des *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) liegt das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) nahe der Mittellinie. Ventral besitzt es einen posterior gerichteten Fortsatz, welcher bis nahe einer dem *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) anhängenden Fläche reicht. Im Unterschied zum *anterior* und *lateral mesopyloric ossicle* (XIX und XIXa) ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) stärker kalzifiziert und reliefartig erhoben. Weiter posterior überspannt das sichelförmige unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) die Breite des Filtermagens. Dabei ist ein stärkerer anteriorer Rand von einer nachfolgenden schwächer kalzifizierten Fläche zu unterscheiden. Das am weitesten posterior gelegene Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Unterhalb dieses Ossikels verläuft parallel ein dünner kalzifizierter Streifen, das *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) erstreckt sich von der ventralen Spitze des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) zur Ventralseite des Filtermagens und ist dort mit dem unpaaren trapezförmigen *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) verbunden. An dieses schließt sich postero-median das ebenfalls unpaare *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) an (ohne Abb, vergl. Abb. 2G). Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal wird es durch zwei Ossikel begrenzt. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich an den posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt

dorso-median des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und erstreckt sich posterior als irreguläre, konkave Platte. Es berührt weiterhin einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) wird von drei Ossikeln (XVIII, XXII und XXV) umschlossen. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluss des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es ist sehr großflächig und steht mit einer Vielzahl von Ossikeln (XIV, XIX, XIXa, XX, XXI, XXIb, XXVIa und XXVIII) in Verbindung. Der antero-ventrale Ausläufer zum *subdentate ossicle* (XIV) ist charakteristisch zu einem sichelförmigen Bogen verlängert. Postero-ventral besitzt das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) eine lang ausgezogene, schwach kalzifizierte Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das als schmales Band ausgebildete *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) befindet sich das *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII).

3.4.3.2 Magenossikel von *Homola barbata* (Fabricius, 1793)

Die untersuchten Magenossikel von *Homola barbata* zeigen im Vergleich zu *Dagnaudus petterdi* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Die *prepterocardiac ossicle* (IIa) sind ebenfalls paarig, jedoch zur Mitte hin dünn ausgezogen, so dass sie sich median berühren. Das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) ist in Form eines kleinen punktförmigen Ossikels ausgebildet.

3.4.3.3 Magenossikel von *Homola ranunculus* Guinot and Richer de Forges, 1995

Die untersuchten Magenossikel von *Homola ranunculus* zeigen im Vergleich zu *Dagnaudus petterdi* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Hinsichtlich der geringen Unterschiede zu *Dagnaudus petterdi* sind die gleichen Abweichungen wie bei *Homola barbata* zu beobachten.

3.4.3.4 Magenossikel von *Paramola cuvieri* (Risso, 1816)

Die untersuchten Magenossikel von *Paramola cuvieri* zeigen im Vergleich zu *Dagnaudus petterdi* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Eine geringe Abweichung ist am *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) zu verzeichnen, dessen Kiel ventral V-förmig aufgespalten ist. Einen weiteren Unterschied zeigt das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), das ventral sowohl anterior als auch posterior einen auffälligen Fortsatz besitzt.

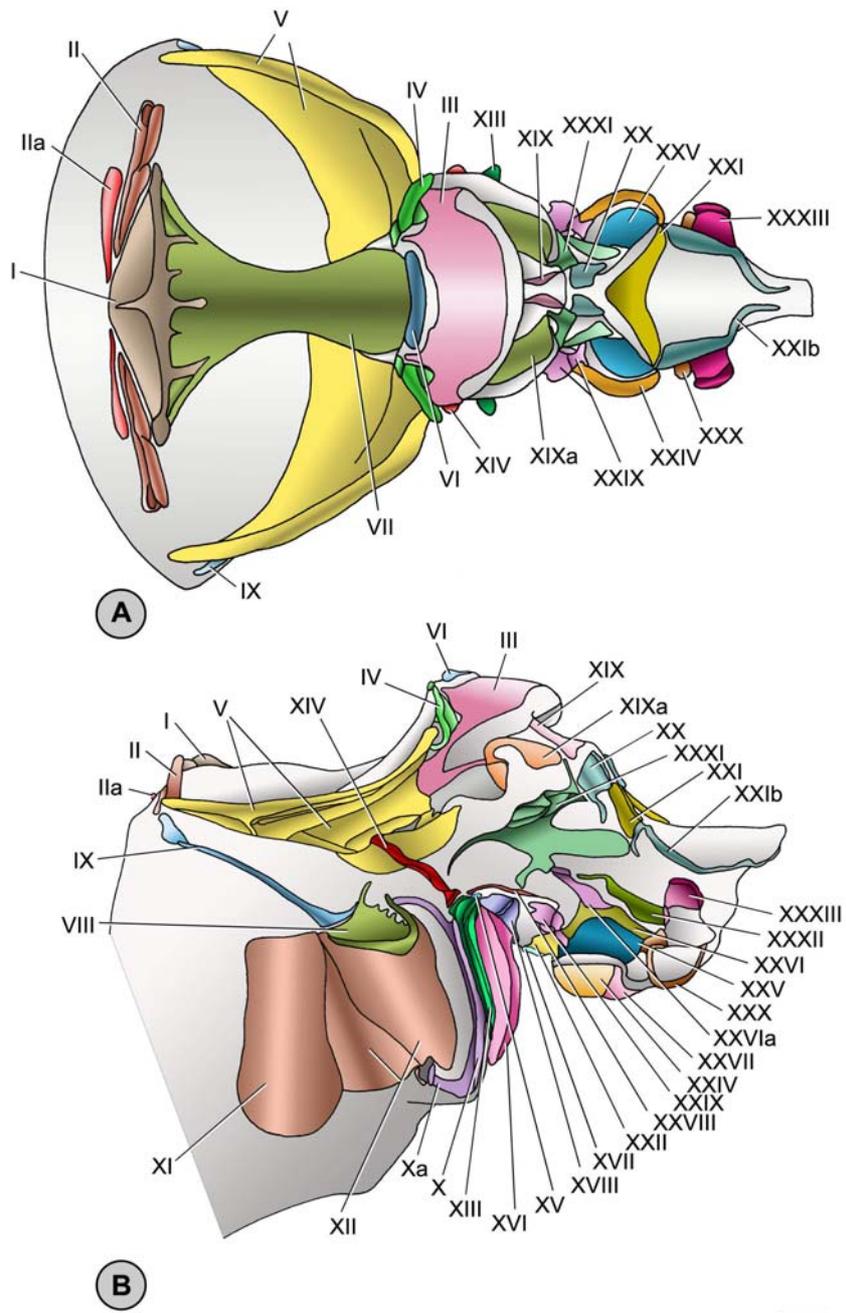


Abb. 11: Magenossikel von *Dagnaudus petterdi*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.

3.4.3.5 Magenzähne von *Homola ranunculus* Guinot and Richer de Forges, 1995

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus zwei Anteilen. Anterior befindet sich ein deutlicher Zahnhöcker, welcher anterior halbkugelig abgerundet ist. Posterior folgt eine größere konkav geformte Fläche. Median ist eine Rinne, vergleichbar einer Molaren-Wirbeltier-Zahnfissur erkennbar. Der postero-mediane Rand ist durch sechs kurze Einschnitte unterbrochen (Abb. 12A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes verläuft eine Reihe deutlich konisch-zugespitzter zusätzlicher Zähne (*accessory teeth*). Sie haben in etwa die selbe Höhe der Basis, auf der sie inserieren (Abb. 12B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn hat eine nahezu rechteckige Gestalt mit abgerundeten Ecken. Er ist deutlich erhoben und mittig stark abgerundet. Anterior folgend verbreitert sich das unpaare, zahntragende *uropyloric ossicle* (VII), verjüngt sich jedoch anschließend in Richtung des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) (Abb. 12C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren antero-dorsaler Rand ist glatt, das heißt es sind keine oder nur vereinzelte borstenartige Haare vorhanden. Im weiteren postero-medianen Verlauf nehmen diese borstenartigen Haare hinsichtlich ihrer Anzahl und Länge beträchtlich zu (Abb. 12D).

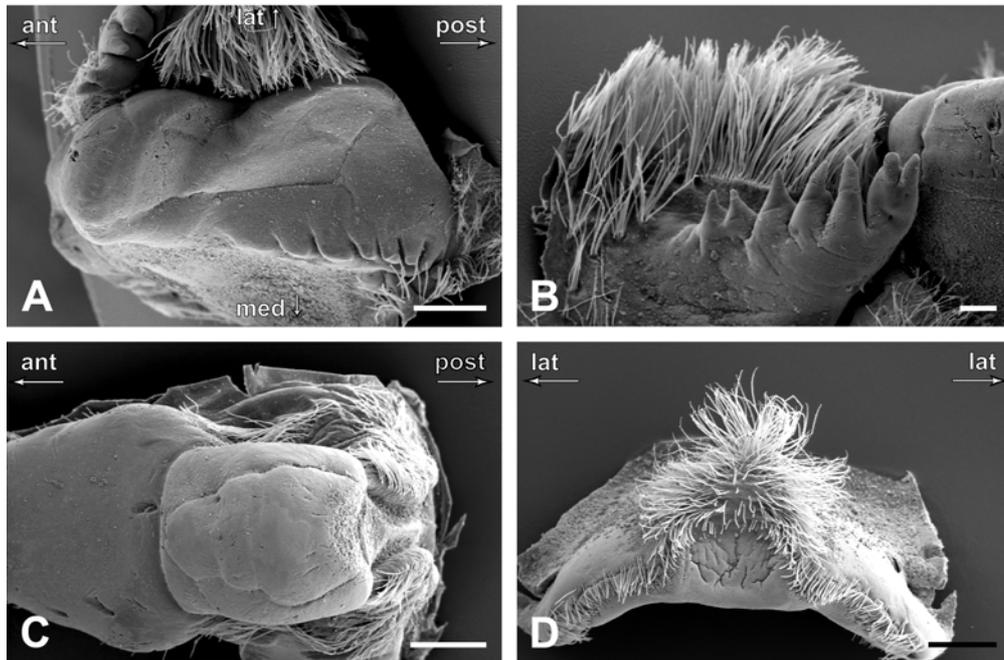


Abb. 12: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Homola ranuncululus*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 500µm. B 200µm. C und D 500µm.

3.4.4 Latreillidae de Haan, 1840

Die Mägen von *Latreillia valida* und *Latreillia metanesa* teilen sich zwei gemeinsame Merkmale, in denen sie sich von allen anderen untersuchten Arten unterscheiden:

1. Die Mägen sind deutlich lateral abgeflacht.
2. Der Oesophagus weist in die posteriore Richtung und die Mundöffnung befindet sich ventral des Überganges vom Kaumagen zum Filtermagen.

3.4.4.1 Magenossikel von *Latreillia valida* de Haan, 1839

(Abb. 13A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt als schmale Spange nahezu drei Fünftel der Gesamtbreite des membranartigen Magensackes. An der Vorderseite des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) erstreckt sich das *pterocardiac ossicle* (II), welches median nahezu bis zur Mittellinie reicht. Lateral ist es in ventraler Richtung geneigt und endet in einem deutlichen Abstand zum *zygocardiac ossicle* (V). An der Vorderseite des *pterocardiac ossicle* (II) befindet sich das *prepterocardiac ossicle* (IIa). Es hat eine ovale Form und berührt median das *prepterocardiac ossicle*

(IIa) der anderen Seite. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt plattenförmig den Übergang zum dorsalen Filtermagen. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Ausgehend von der Lateralansicht zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) eine dreieckige Form. Es erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *zygocardiac ossicle* (V) trägt auf seiner dem Magenlumen zugewandten Seite den lateralen Zahn der Magenmühle (Abb. 14A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) befindet sich anterior des unpaaren *pyloric ossicle* (III) und wird von dessen anterior gerichteten kurzen Fortsatz lateral abgegrenzt. Es ist in einem stumpfen Winkel in die anteriore Richtung geneigt und berührt ventral das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Dieses Ossikel hat die Form einer verlängerten, sich in der Mitte verjüngenden Platte, welche sich über den dorsalen Abschnitt des Kaumagens bis zum posterioren Rand des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) erstreckt. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 14C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, die zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII), das im Zentrum des lateralen Magensackes liegt, hat eine hufeisen-ähnliche Form mit deutlich stärker kalzifizierten Rändern. Antero-dorsal sind dessen Ränder geöffnet. Auf der, dem Magenlumen zugewandten Seite trägt es eine Reihe konisch zugespitzter zusätzlicher Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 14B). Anterior berührt es das langgestreckte *prepectinal ossicle* (IX) und postero-ventral ist es mit dem ebenfalls stark verlängerten *postpectinal ossicle* (X) verbunden. Ventral ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind auch die großflächigen Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Es ist im Gegensatz zum *postpectinal ossicle* (X) flächig ausgebildet und besitzt dorsalwärts einen aufgewölbten Rand. Dorsal hat es eine membranähnliche Verbindung zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Im Anschluss an das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) befindet sich median das trapezförmige unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII).

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Das streifenförmige *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) schließt sich unmittelbar an das unpaare *pyloric ossicle* (III) an. Ventro-lateral des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) erstreckt sich das wesentlich breiter verlaufende *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Posterior des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) und des *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) liegt das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) nahe der Mittellinie. Es ist in anterior-posteriorer Richtung verlängert und im Unterschied zum anterior und lateral mesopyloric ossicle (XIX und XIXa) stärker kalzifiziert bzw. reliefartig erhoben. Weiter posterior überspannt das sichelförmige unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) die Breite des Filtermagens. Das am weitesten posterior gelegene Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ein *infra-uropyloric fragment* (XXIa) ist nicht zu erkennen.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Postero-dorsal des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) befindet sich ein kleinflächiges *preampullary ossicle* (XXII). Ventro-median schließt sich das schmale unpaare *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) an (ohne Abb., vergl. Abb. 2G). Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal wird es durch zwei Ossikel begrenzt. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich an den posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV)

beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal in Höhe der Verbindung zwischen dem *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und dem *lateral cardio-pyloric ossicle* und erstreckt sich posterior als irreguläre, konkave Platte. Es berührt weiterhin einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und reicht bis zur Dorsalseite des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) befindet sich anterior des *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich bogenförmig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ventral zum *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Antero-ventral hat das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) einen hakenförmigen Fortsatz zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das als schmales Band ausgebildete *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) befindet sich das *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII).

3.4.4.2 Magenossikel von *Latreillia metanesa* Williams, 1982

Die untersuchten Magenossikel von *Latreillia metanesa* zeigen im Vergleich zu *Latreillia valida* eine nahezu identische Ausbildung sowie räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

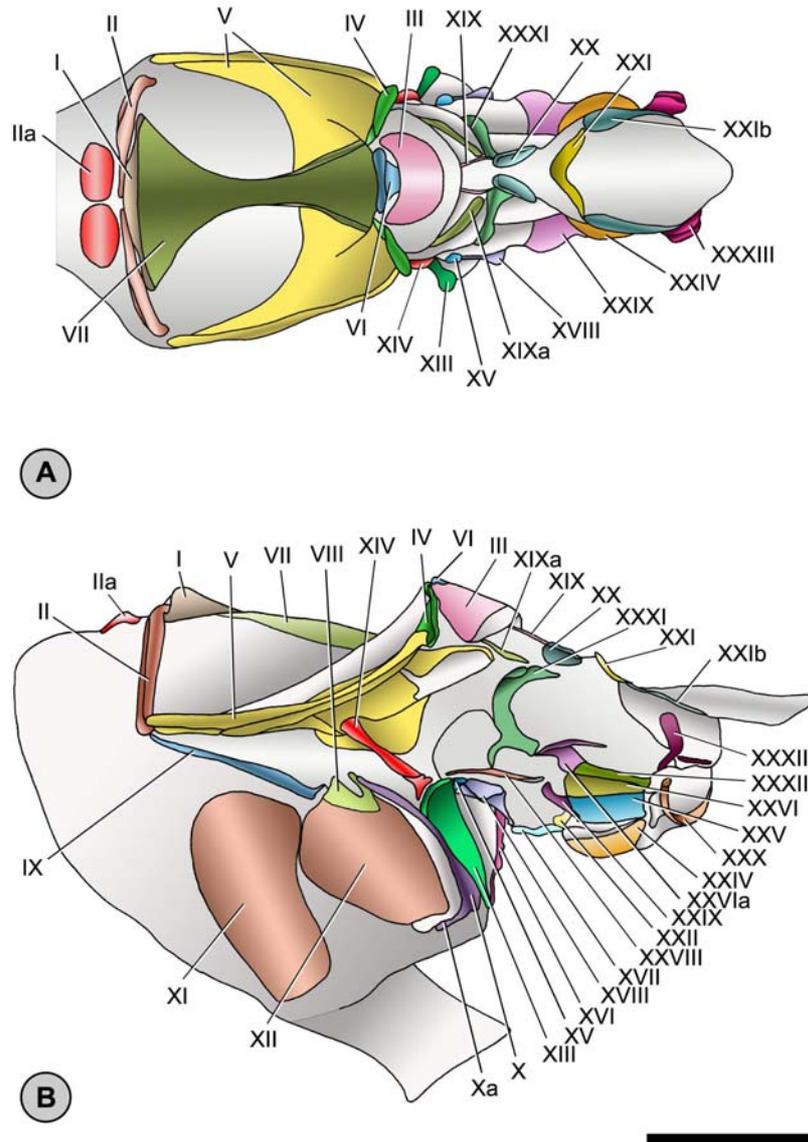


Abb. 13: Magenossikel von *Latreillia valida*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.4.3 Magenzähne von *Latreillia valida* de Haan, 1839

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn sind zwei Bereiche zu unterscheiden. Anterior befindet sich ein großer, halbkugelig-abgerundeter Zahnhöcker. Posterior folgend schließt sich lateral ein kleinerer Zahnhöcker an. Postero-median sind ca. fünf querverlaufende Einschnitte bis nahe des lateralen Randes zu erkennen (Abb. 14A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes ist eine Reihe von ca. zehn kleinen, stumpfen Erhebungen zu erkennen (Abb. 14B).

Dorso-medianer Zahn

Den Hauptteil des dorso-medianen Zahnes bildet eine wenig erhobene querverlaufende und abgerundete Zahnkante (Abb. 14C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren dorsaler Rand ist stark abgerundet und wird von einem sehr dichten Borstensaum überdeckt (Abb. 14D).

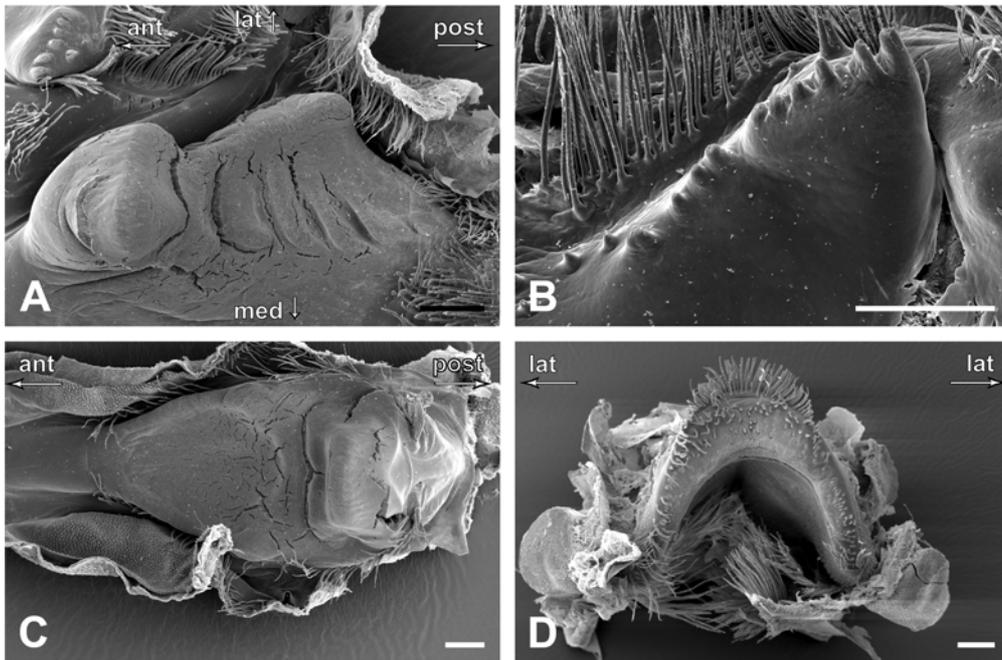


Abb. 14: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Latreillia valida*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.

3.4.5 Cynomidae Bouvier, 1897

3.4.5.1 Magenossikel von *Cynomus granulatus* (Thompson, 1873)

(Abb. 15A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt nahezu ein Sechstel der Gesamtbreite des anterodorsalen Abschnittes des Kaumagens. Lateral schließt sich das schmale *pterocardiac ossicle* (II) an. Es reicht nahezu bis zum *zygocardiac ossicle* (V), berührt dieses aber nicht. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) liegt in Form eines schmalen, halbkreisförmig gebogenen Streifens vor. Lateral des unpaaren *pyloric ossicle* (III) befindet sich eine kalzifizierte Struktur, welche dem *exopyloric ossicle* (IV) zugeordnet werden könnte. Jedoch ist keine eindeutige Abgrenzung zum *zygocardiac ossicle* (V) erkennbar. Es erhält daher als „Mischossikel“ die Bezeichnung: „IV-V“. In anteriorer Richtung folgt ein Abschnitt, welcher zweifelsfrei ein Teil des *zygocardiac ossicle* (V) ist. Es besitzt neben dem dorsalen Schenkel einen weiteren ventralen Schenkel, welcher in Verbindung zum *subdentate ossicle* (XIV) steht. Zwischen diesen Schenkeln spannt sich eine dünne, kalzifizierte Fläche auf, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 16A, B). Am anterioren Pol des *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich antero-lateral ein schmaler, länglicher Streifen: das *prezygocardiac ossicle* (Va). Dieses Ossikel ist bisher nur bei Vertretern der Cynomidae nachgewiesen. Das *propyloric ossicle* (VI) ist dorsal halbkreisförmig gebogen und wird vom *pyloric ossicle* (III) lateral umschlossen. Dorsal besitzt es einen sehr scharfkantigen Rand. In ventraler Richtung berührt es das *urocardiac ossicle* (VII). Dieses Ossikel verbreitert sich in anteriorer Richtung gleichmäßig zu einer trapezförmigen Fläche. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 16C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ein *pectinal ossicle* (VIII) ist nicht erkennbar. Ventral der Verbindung zwischen dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem *prezygocardiac ossicle* (Va) beginnt das stabförmige *prepectinal ossicle* (IX) und reicht bis nahezu an die *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) heran. Das *postpectinal ossicle* (X) liegt parallel eingebettet zwischen dem *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) und dem *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII). Ventral ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (IX, X und Xa) ist auch die bereits erwähnte posteriore Magenplatte (XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Eine anteriore Magenplatte (XI) ist nicht erkennbar. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist keulenförmig verbreitert

und hat zum *subdentate ossicle* (XIV) eine laterale Verbindung einschließlich eines deutlich erkennbaren Verbindungstückes. Ventralwärts ist es nadelförmig ausgezogen. Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich stabförmig vom *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) in dorsaler Richtung zum ventralen Schenkel des *zygocardiac ossicle* (V). Postero-ventral besitzt das *subdentate ossicle* (XIV) einen kleinen, abgerundeten Fortsatz. Ein *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) ist nicht erkennbar.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII) beider Seiten. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich das unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an, welches jedoch vom posterior folgendem unpaaren *anterior inferior ossicle* (XXIII) nicht zu trennen ist und daher die Bezeichnung „XVII-XXIII“ erhält.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom Kaumagen zum posterior folgenden Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Posterior des *pyloric ossicle* (III) ist die dorsale Filtermagenwand aufgewölbt. Die sonst für diese Magenregion typischen Ossikel XIX und XIXa sind nicht zu erkennen. Posterior folgend schließt sich eine kalzifizierte Struktur an (XX), welche aber vom *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) nicht zu trennen ist und daher ebenfalls eine gesonderte Bezeichnung: „XX-XXXI“ erhält. Das sich postero-median anschließende unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) ist gleichmäßig schwach kalzifiziert und hat eine dreieckige Form. Ein *infra-uropyloric ossicle* (XXIa) und ein *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) ist ebenfalls nicht erkennbar.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) ist flächenbezogen sehr klein, aber deutlich zwischen dem ventro-medianen, nicht trennbaren Ossikel („XVII-XXIII“) und dem *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) eingebettet. Nachfolgend schließt sich postero-ventral das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an (vergl. Abb. 2G). Es bildet entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Oberhalb des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befindet sich eine membranöse, nichtkalzifizierte Fläche, welche dorsal folgend an einen deutlich kalzifizierten Steifen angrenzt. Da nicht zu entscheiden ist ob es sich hierbei um das *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV), das *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) oder

um das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) handelt, erhält es die Bezeichnung „XXV-XXVI-XXXII“. Diese Struktur grenzt in anteriorer Richtung an den deutlich erkennbaren *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich an den posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und erstreckt sich posterior als irreguläre, konkave Platte. Es berührt weiterhin einen antero-ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet unterhalb eines postero-ventralen Ausläufers des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Das *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) fügt sich als große dreieckige Fläche zwischen das *preampullary ossicle* (XXII), das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) und das Mischossikel mit der Bezeichnung „XXV-XXVI-XXXII“. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Der ventro-lateral verlaufende Anteil des Mischossikels „XXV-XXVI-XXXII“ befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es ist langgestreckt und reicht antero-ventral nahezu bis zum *subdentate ossicle* (XIV), berührt dieses aber nicht. Postero-ventral schließt sich eine dünne Fläche an, welche in ventraler und in postero-ventraler Richtung je einen, bereits erwähnten Ausläufer besitzt. Postero-dorsal des Mischossikels („XXV-XXVI-XXXII“) ist ein kleines, lateral vorgewölbtes *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) vorhanden.

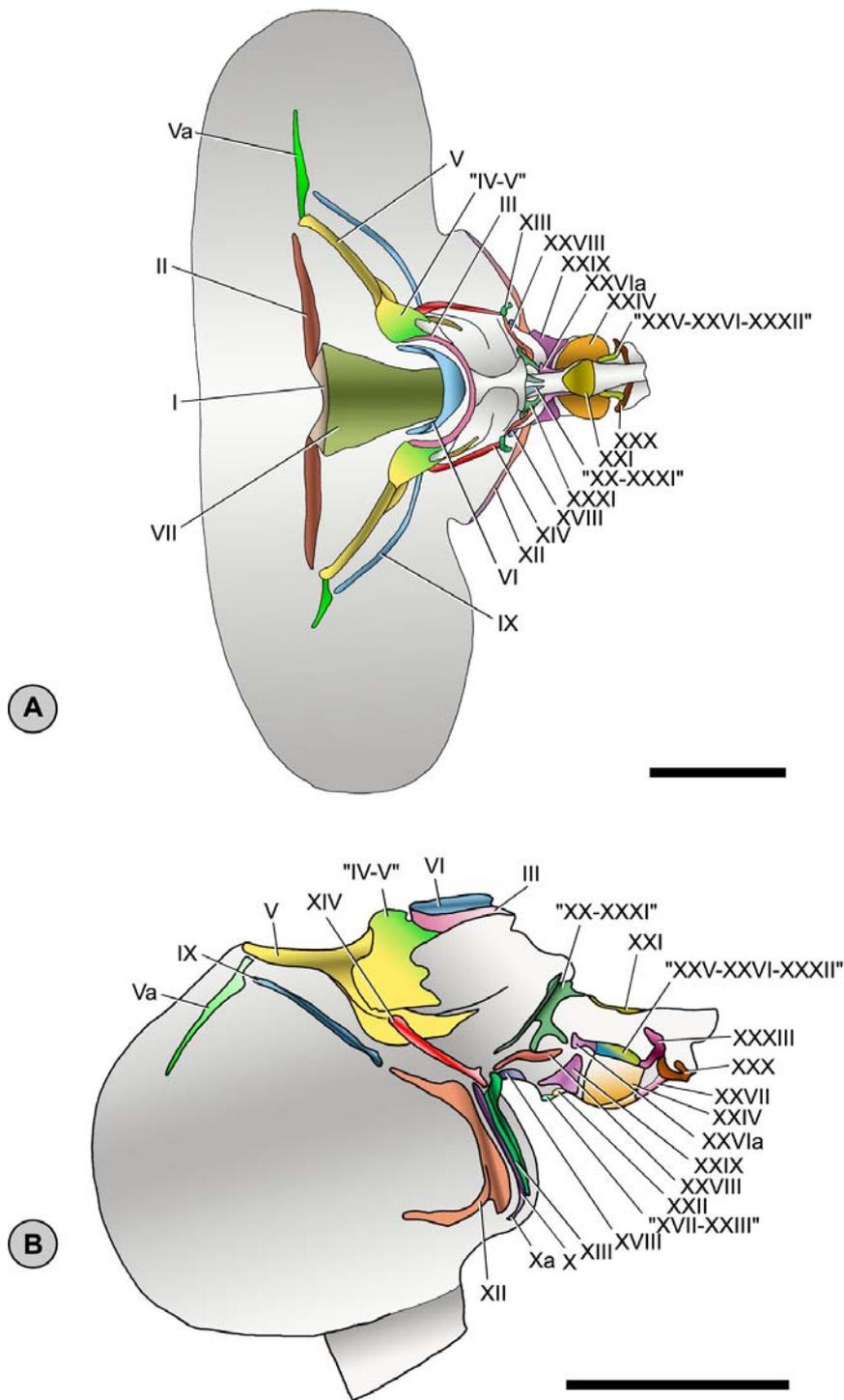


Abb. 15: Magenossikel von *Cymonomus granulatus*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.5.2 Magenzähne von *Cymonomus granulatus* (Thompson, 1873)

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus einem vergrößerten anterioren Zahnhöcker und zwei nachfolgenden, nur halb so großen Zähnen. Alle drei Zähne sind distal leicht abgerundet und lateral abgeflacht. In posteriorer Richtung schließt sich eine kurze ebene, unstrukturierte Fläche an (Abb. 16A, B).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Ein oder mehrere zusätzliche Zähne sind nicht erkennbar. Dies könnte im Zusammenhang mit dem Fehlen eines *pectinal ossicle* (VIII), aber auch mit der geringen Gesamtgröße des Magens (ca. 2,5mm anterior-posterior) stehen.

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist dreieckig, schnabelartig zugespitzt und deutlich erhoben. In anteriorer Richtung ist lateral ein Paar an anterior gerichteten Fortsätzen vorhanden (Abb. 16C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren dorsaler Rand ist stark abgerundet und wird von einem sehr dichten Borstensaum bedeckt (Abb. 16D).

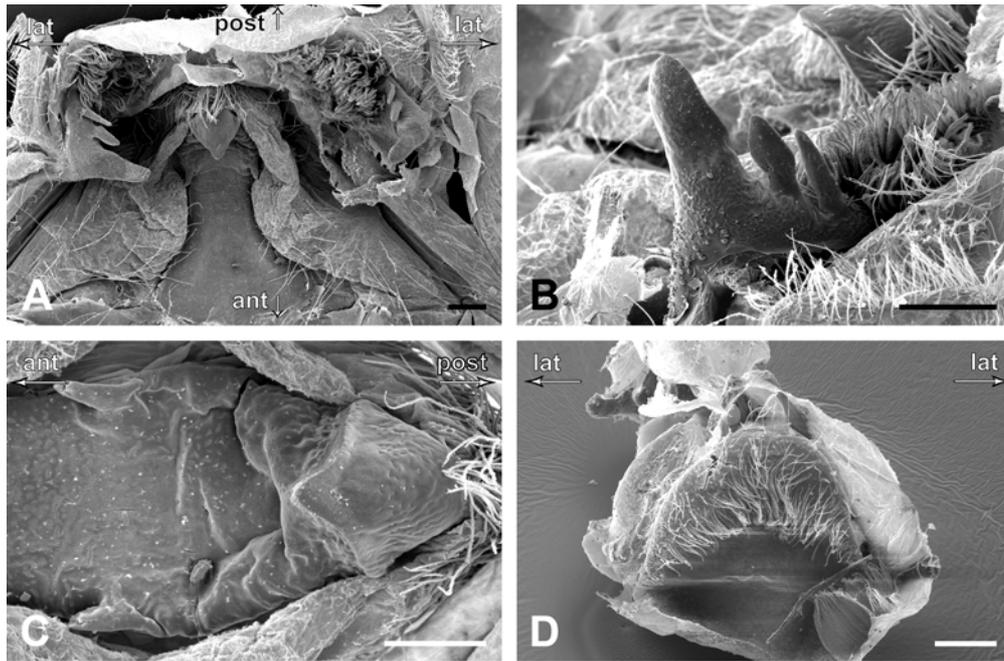


Abb. 16: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Cymonomus granulatus*. A Übersicht - lateraler und dorso-medianer Zahn. B lateraler Zahn. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.

3.4.6 Raninidae de Haan, 1839

3.4.6.1 Magenossikel von *Ranina ranina* (Linnaeus, 1758)

(Abb. 17A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt nahezu ein Drittel der Gesamtbreite des anterodorsalen Magensackes. Es besteht aus zwei deutlich unterscheidbaren Anteilen. Anterior ist das Ossikel dünnflächig ausgezogen und wird durch kurze Fortsätze einer nachfolgenden Spange unterteilt. Lateral schließt sich das schmale *ptero-cardiac ossicle* (II) an. Es reicht nahezu bis zum *zygocardiac ossicle* (V), berührt dieses aber nicht. Das *pyloric ossicle* (III) liegt paarig vor. Es überdeckt als oval geformte Fläche zu einem Drittel das posteriore Ende des Kaumagens. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem *pyloric ossicle* (III), dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-dorsalen Pol des Kaumagens postero-dorsal zum *exopyloric ossicle* (IV). Ein zweiter Schenkel reicht postero-ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen diesen Schenkeln spannt sich eine Fläche auf, an der dem Magenlumen zugewandten Seite der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (vergl. Abb. 18A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) befindet sich anterior des unpaaren *pyloric*

ossicle (III). Es ist nahezu vertikal ausgerichtet. Seine Dorsalseite ist U-förmig gebogen und scharfkantig. Ventral hat es eine Verbindung zum ebenfalls unpaaren *urocardiac ossicle* (VII). Dieses Ossikel hat die Form einer sich anterior V-förmig verbreiternden, konvex erhobenen Platte, welche sich über den dorsalen Abschnitt des Kaumagens bis zum posterioren Rand des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) erstreckt. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. Abb. 18C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII), welches im Zentrum des lateralen Magensackes liegt, hat eine Hufeisen-Form mit deutlich stärker kalzifizierten Rändern. Antero-dorsal sind dessen Ränder geöffnet. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite trägt es einen zusätzlichen Zahn (*accessory tooth*) (vergl. Abb. 18B). Anterior berührt es das langgestreckte *prepectinal ossicle* (IX). Posterior berührt es das ebenfalls stark verlängerte *postpectinal ossicle* (X) sowie die postero-laterale Magenplatte (*posterior lateral cardiac ossicle* (XII)). Ventral ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind auch die bereits erwähnte posteriore Magenplatte (XII) bzw. die kleinere, anterior gelegene Magenplatte (ohne Abb.) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert und hat antero-lateral eine deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Ventral ist es nadelförmig ausgezogen. Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich das unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an, welches jedoch vom posterior folgenden unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) nicht zu trennen ist. Infolge dessen wird dieses Misch-Ossikel mit „XVII-XXIII“ bezeichnet.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom Kaumagen zum posterior folgendem Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Die Untersuchungen zeigten jedoch weder ein *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) noch ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). An das paarig vorkommende *pyloric ossicle* (III) schließt sich eine nicht-kalzifizierte Membranauffaltung an. Posterior folgend befindet sich das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) nahe der Mittellinie. Dorsal hat es eine dreieckige Gestalt. Über einen ventralen Fortsatz hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Weiter posterior überspannt ein V-förmiges unpaares *uropyloric ossicle* (XXI) nahezu die gesamte Breite des Filtermagens. Das am weitesten posterior gelegene Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ventro-lateral des *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) befindet sich das *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) ist flächenbezogen sehr klein, aber deutlich zwischen dem unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII), dem nicht trennbaren Ossikel „XVII-XXIII“ und dem *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) eingebettet. Nachfolgend schließt sich das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an (vergl. Abb. 2G). Es bildet entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal wird es durch zwei Ossikel begrenzt. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem posterior gerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich an den posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal des unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) und erstreckt sich posterior als irreguläre, konkave Platte. Es berührt weiterhin einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX), wobei es dessen dorsalen Ausläufer berührt. Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) befindet sich anterior des *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich bogenförmig vom

posterior mesopyloric ossicle (XX) ventral zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Antero-ventral hat es einen kurzen hakenförmigen Fortsatz. Das streifenförmige *middle pleuropyloric ossicle* (XXXII) liegt dorsal des *amullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI). Es verjüngt sich anterior in Richtung des *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Dorsal und posterior des *middle pleuropyloric ossicle* (XXXII) erstrecken sich zwei schwach kalzifizierte Ossikel, welche als *posterior pleuropyloric ossicle* (XXXIII) zusammengefasst werden.

3.4.6.2 Magenossikel von *Raninoides hendersoni* Chopra, 1933

Die untersuchten Magenossikel von *Raninoides hendersoni* zeigen im Vergleich zu *Ranina ranina* eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

3.4.6.3 Magenossikel von *Raninoides personatus* Henderson, 1888

Die untersuchten Magenossikel von *Raninoides personatus* zeigen im Vergleich zu *Ranina ranina* eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

3.4.6.4 Magenossikel von *Raninoides bouvieri* Carpat, 1951

Die untersuchten Magenossikel von *Raninoides bouvieri* zeigen im Vergleich zu *Ranina ranina* eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

3.4.6.5 Magenossikel von *Lyreidus tridentatus* De Haan, 1841

Die untersuchten Magenossikel von *Lyreidus tridentatus* zeigen im Vergleich zu *Ranina ranina* eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

3.4.6.6 Magenossikel von *Lyreidus channeri* Wood-Mason, 1887

Die untersuchten Magenossikel von *Lyreidus channeri* zeigen im Vergleich zu *Ranina ranina* eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

3.4.6.7 Magenossikel von *Lyreidus brevifrons* Sakai, 1937

Die untersuchten Magenossikel von *Lyreidus brevifrons* zeigen im Vergleich zu *Ranina ranina* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Ein geringer Unterschied besteht am unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Es ist nahezu 45° in die posteriore Richtung geneigt.

3.4.6.8 Magenossikel von *Notopoides latus* Henderson, 1888

Die untersuchten Magenossikel von *Notopoides latus* zeigen im Vergleich zu *Ranina ranina* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Geringe Abweichungen bestehen in der Gestalt des *anterior pleuropyloric ossicle* (XXXI). Es besitzt posterior eine dünn-angezogene kalzifizierte, streifenförmige Fläche. Das *posterior pleuropyloric ossicle* (XXXIII) ist zu einem kleinen vertikal gerichteten Fortsatz verkleinert.

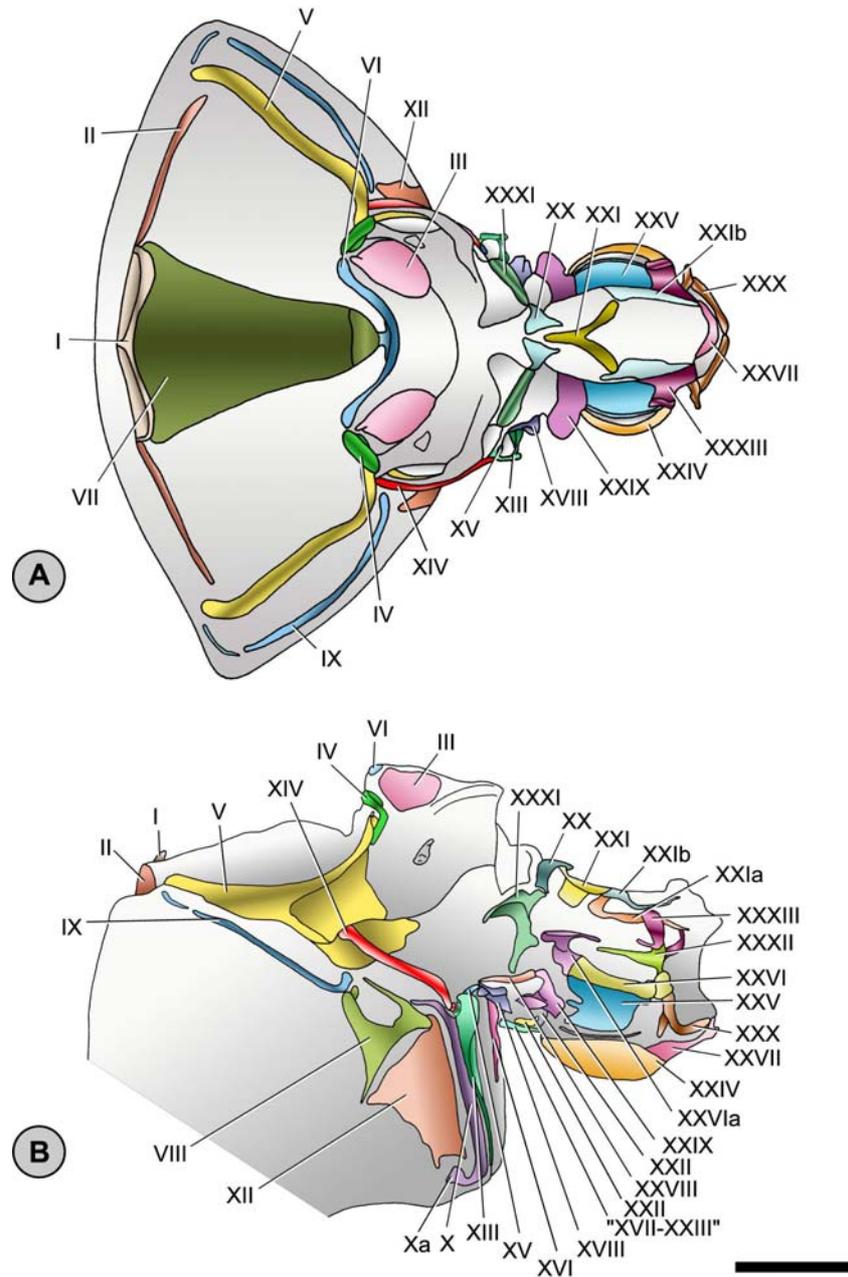


Abb. 17: Magenossikel von *Ranina ranina*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.

3.4.6.9 Magenzähne von *Raninoides hendersoni* Chopra, 1933

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn von *Raninoides hendersoni* setzt sich aus einem anterioren halbkugelig geformten Zahnhöcker, zwei weiteren lateral folgenden kleineren Höckern und anschließend einer Vielzahl von schmalen lateral und median abstehenden Zahnlamellen zusammen (vergl. Abb. 18A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis (vergl. Abb. 18A) inseriert der zusätzliche Zahn (*accessory tooth*). Er hat eine nahezu spindelförmige Gestalt (vergl. Abb. 18B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist trapezförmig gestaltet und besitzt stark abgerundete Ecken. Postero-lateral ist ein Paar anterior gerichteter Fortsätze vorhanden (vergl. Abb. 18C).

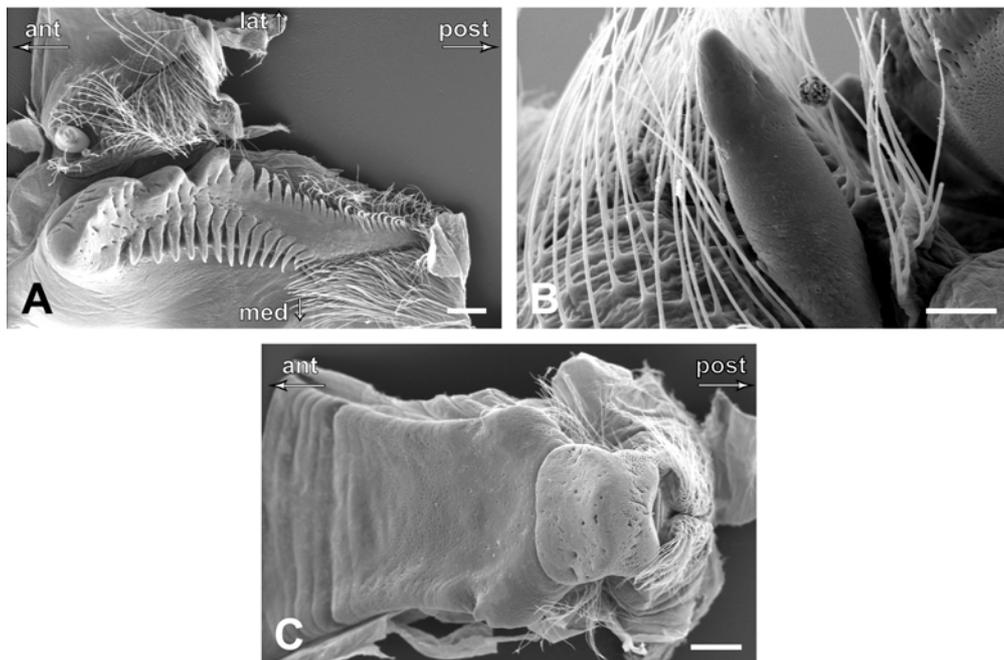


Abb. 18: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Raninoides hendersoni*. A lateraler Zahn. B zusätzlicher Zahn. C dorso-medianer Zahn. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C 200µm.

3.4.7 Dorippidae MacLeay, 1838

3.4.7.1 Magenossikel von *Dorippe sinica* Chen, 1980

(Abb. 19A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überdeckt ca. ein Sechstel die Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Lateral schließt sich das *ptero-cardiac ossicle* (II) an, welches mit selbigem der anderen Seite den größten Teil des antero-dorsalen Magens abdeckt, zum *zygocardiac ossicle* (V) jedoch kein Kontakt hat. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) ist stark verkleinert. Es befindet sich als kleine ovale Fläche zwischen dem *exopyloric ossicle* (IV) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) einen auffälligen Eindruck. Zwischen dem dorsalen und dem ventralen Schenkel des *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich eine schwach kalzifizierte Fläche, welche auf der dem Magenlumen zugewandten Seite den lateralen Zahn der Magenmühle trägt (Abb. 20A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist in einem stumpfen Winkel in die anteriore Richtung geneigt. Dessen dorsaler Rand ist u-förmig gebogen und scharfkantig. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Dieses Ossikel hat die Form einer verlängerten, gleichmäßig breiten Platte, welche sich über den dorsalen, medianen Abschnitt des Kaumagens bis zum posterioren Rand des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) erstreckt. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 20C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII), hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die anteriore Richtung zeigt. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite trägt es einen konisch zugespitzten zusätzlichen Zahn (*accessory tooth*) (Abb. 20B). Anterior berührt das Ossikel das langgestreckte *prepectinal ossicle* (IX) und postero-ventral ist es mit dem ebenfalls stark verlängerten *postpectinal ossicle* (X) verbunden. Ventral ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) ist auch die *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) für eine konstante Form, des sehr dünnhäutigen Magensackes verantwortlich. Eine anteriore Magenplatte (XI) ist nicht erkennbar. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle*

(X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert und hat antero-lateral ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Posteromedian schließt sich das unpaare trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Das schmale und streifenförmige *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) schließt sich unmittelbar an eine breite, membranartige Abdeckung am Übergang zum Filtermagen an. Ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) ist nicht erkennbar. Posterior des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) liegt das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), welches in anterior-posteriorer Richtung verlängert ist. Anterior beginnt dieses Ossikel nahe der Mittellinie, während der posteriore Abschnitt postero-lateral ausgerichtet ist. Ventral reicht es bis zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Weiter posterior überspannt das sichelförmige unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) die Breite des Filtermagens. Dabei ist ein stärkerer und aufgewölbter anteriorer Rand von einer nachfolgenden schwächer kalzifizierten Fläche zu unterscheiden. Ventral des unpaaren *uropyloric ossicle* (XXI) verläuft das streifenförmige *infra-uropyloric fragment* (XXIa) bis zum posterioren Rand des *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII). Das am weitesten posterior gelegene Ossikel des dorsalen Filtermagens ist relativ kurze *posterior uropyloric ossicle* (XXIb).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Dorso-lateral des unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) ist ein in anteriorer Richtung gebogenes *preampullary ossicle* (XXII) vorhanden. Das unpaare *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) fügt sich als schmaler Streifen zwischen das unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) und der antero-ventralen Basis des *inferior ampullary ossicle* (XXIV). Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig

geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal wird es durch zwei Ossikel begrenzt. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich an den posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und erstreckt sich posterior als irreguläre, konkave Platte. Es berührt weiterhin einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet am *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) wird von einer Reihe von Ossikeln (XVIII, XXII, XXV, XXVI und XXVIII) umschlossen, berührt aber nur das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich bogenförmig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ventralwärts zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-median des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich eine schwach kalzifizierte Fläche, welche keinen direkten Kontakt zu diesem hat. Es kann jedoch aufgrund der vergleichenden Untersuchungen mit großer Wahrscheinlichkeit dem *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) zugeordnet werden. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Darüber befindet sich das *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII).

3.4.7.2 Magenossikel von *Medorippe lanata* (Linnaeus, 1767)

Die untersuchten Magenossikel von *Medorippe lanata* zeigen eine nahezu identische Ausbildung sowie räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Dorippe sinica*.

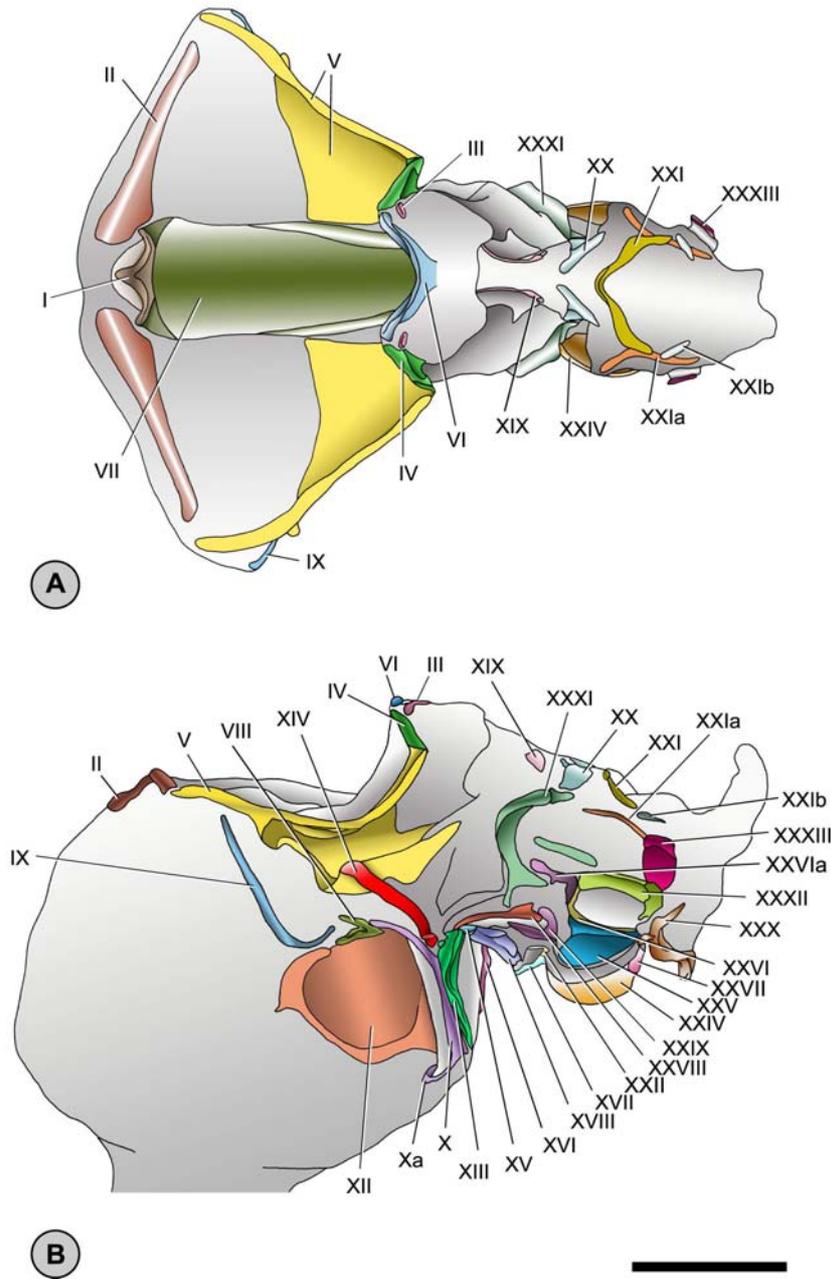


Abb. 19: Magenossikel von *Dorippe sinica*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.

3.4.7.3 Magenzähne von *Dorippe sinica* Chen, 1980 / *Medorippe lanata* (Linnaeus, 1767)

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus zwei einzelnen Zahnhöckern, welche durch einen Spalt voneinander getrennt sind. Der anteriore Zahnhöcker ist deutlich größer als der posterior folgende. Er ist antero-lateral halbkugelig abgerundet. Dessen postero-mediane Fläche ist konvex geformt und nähert sich dem Niveau des Spaltes an. Der posteriore Zahnhöcker hat eine ovale Form, wobei dessen Breite überwiegt. Die Oberfläche ist konvex aufgewölbt (Abb. 20A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis (siehe auch Abb. 20A) inseriert ein zusätzlicher Zahn (*accessory tooth*), dessen distales zugespitztes Ende in der Längsachse um wenige Grad verdreht ist (Abb. 20B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist hakenförmig erhoben. Dessen quer verlaufende Vorderkante hat annähernd die Hälfte der Gesamtbreite des dorso-medianen Zahnes. In anteriorer Richtung ist lateral je ein anterior gerichteter spitzer Fortsatz zu erkennen (Abb. 20C).

Cardio-pylorikale Klappe (*Medorippe lanata*)

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Kurz unterhalb des dorsalen Randes verläuft parallel zu diesem eine schmale Rinne. Dorsal ist die cardio-pylorikale Klappe von einem sehr dichten Borstensaum überdeckt (Abb. 20D).

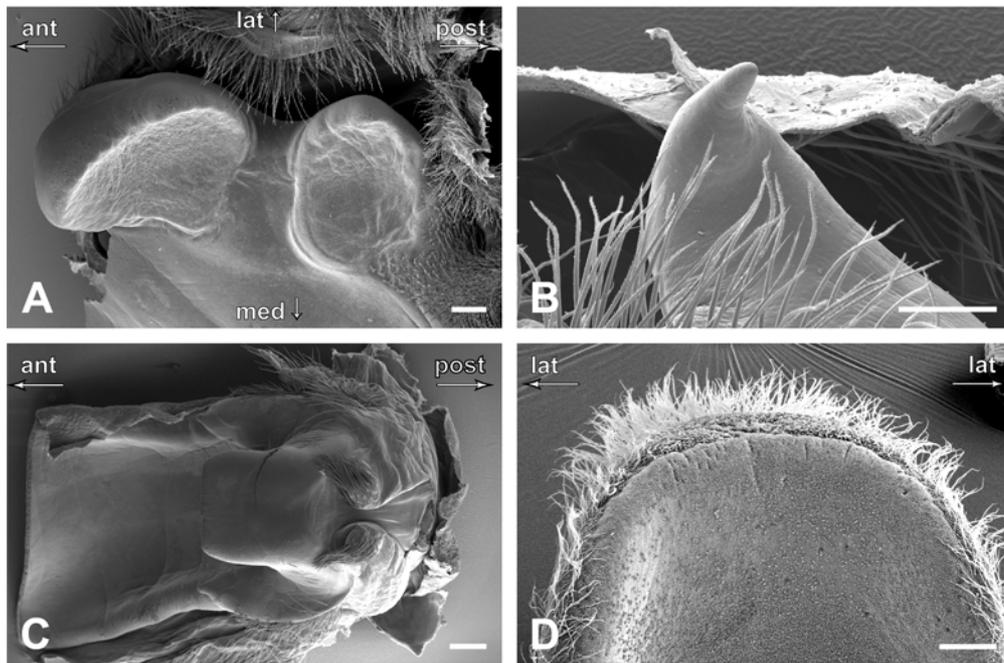


Abb. 20: Zahnstrukturen des Kaumagens. A-C *Dorippe sinica*, D *Medorippe lanata*. A lateraler Zahn. B zusätzlicher Zahn. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.

3.4.8 Leucosiidae Samouelle, 1819

3.4.8.1 Magenossikel von *Philyra variegata* (Fabricius, 1798)

(Abb. 21A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) erreicht nur ca. ein Fünftel der Gesamtbreite des antero-dorsalen Kaumagens. Lateral schließt sich das *ptero-cardiac ossicle* (II) an, welches bis in die Nähe des *zygocardiac ossicle* (V) heranreicht, dieses jedoch nicht berührt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) liegt als U-förmig gebogener Streifen vor. Es grenzt antero-median an einen Bereich eines Ossikels, welcher lagebezogen dem *exopyloric ossicle* (IV) entspricht, aber vom *zygocardiac ossicle* (V) nicht zu trennen ist. Dieser Teil erhält daher die Bezeichnung „IV-V“. Der anteriore Hauptteil dieses Ossikels ist jedoch eindeutig dem *zygocardiac ossicle* (V) zuzuordnen. In postero-ventraler Richtung erstreckt es sich zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) einen auffälligen Eindruck. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren dem Magenumen zugewandten Seite der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 22A). Das nahezu vertikale, unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist dorsal U-förmig posterior gebogen und scharfkantig. Ventralwärts berührt es das ebenfalls unpaare

urocardiac ossicle (VII). Dieses Ossikel hat die Form einer verlängerten, in anteriorer Richtung gleichmäßig breiter werdenden Platte, welche sich über den dorsalen, medianen Abschnitt des Kaumagens bis zum posterioren Rand des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) erstreckt. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 22C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) ist kegelförmig in das Magenlumen eingestülpt und trägt dort einen konisch zugespitzten, gebogenen zusätzlichen Zahn (*accessory tooth*) (Abb. 22B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das *prepectinal ossicle* (IX), welches in antero-dorsaler Richtung bis nahe an das *zygocardiac ossicle* (V) heranreicht. Postero-dorsal des *pectinal ossicle* (VIII) beginnt das stark verlängerte *postpectinal ossicle* (X). In ventraler Richtung ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem antero-ventral gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) ist auch das *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Eine anteriore Magenplatte ist nicht erkennbar. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert und hat antero-lateral ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zum ventralen Schenkel des *zygocardiac ossicle* (V). Postero-dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten Platte, deren ventrale Hälfte median gespalten ist. Die dorsale Hälfte trägt median einen Kiel. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden Filtermagens wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Das schmale *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) schließt sich in posteriorer Richtung an eine breite, membranartige Aufwölbung des Überganges zum Filtermagens an. Ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) ist nicht erkennbar. Postero-ventral des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) liegt das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), welches aus zwei sich überkreuzenden Streifen besteht. In ventraler Richtung hat dieses Ossikel eine Verbindung zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Weiter posterior überspannt das sichelförmige unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) die gesamte Breite des Filtermagens. Ventral des unpaaren *uropyloric ossicle* (XXI) verläuft in ventraler Richtung das streifenförmige *infra-uropyloric fragment* (XXIa) bis nahe des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-lateral des unpaaren *uropyloric ossicle* (XXI) befindet sich das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Zwischen diesen Ossikeln beider Seiten erstreckt sich median in posteriorer Richtung ein schmaler kalzifizierter Streifen, welcher in Position und Form keinem anderen Ossikel zuzuordnen ist.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Ein deutlich abgrenzbares *preampullary ossicle* (XXII) ist nicht erkennbar. Postero-median des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* schließt sich das bereits erwähnte sehr schmale *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) an. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal wird es durch zwei Ossikel begrenzt. Das großflächige und konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich an den posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) und erstreckt sich weiter in posteriorer Richtung als irreguläre, konkave Platte. Es berührt weiterhin einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) wird von drei Ossikeln (XVIII, XXV und XXVIII) umschlossen. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen

mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in ventraler Richtung bis nahe des *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Sowohl antero-ventral als auch postero-ventral besitzt das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) eine schwach kalzifizierte Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das als schmales Band ausgebildete *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) befindet sich das *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII).

3.4.8.2 Magenossikel von *Philyra laevis* (Bell, 1855)

Die untersuchten Magenossikel von *Philyra laevis* zeigen im Vergleich zu *Philyra variegata* eine nahezu identische Ausbildung sowie räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

3.4.8.3 Magenossikel von *Ilia spinosa* Miers, 1881

Die untersuchten Magenossikel von *Ilia spinosa* zeigen im Vergleich zu *Philyra variegata* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Es sind jedoch einige geringe Abweichungen zu erkennen. Das *mesocardiac ossicle* (I) besteht aus einer dünnen anterior liegenden Fläche, welche durch einen anterior gerichteten Fortsatz des posterior folgenden Randes median geteilt wird. Ein weiterer Unterschied läßt sich am *pyloric ossicle* (III) erkennen. Es ist im Fall von *Ilia spinosa* paarig. Bezüglich der Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe sind die Ossikel (XVII) und (XXIII) nicht von einander zu trennen. Des weiteren ist ventro-lateral des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) vorhanden.

3.4.8.4 Magenossikel von *Leucosia anatum* Herbst, 1783

Die untersuchten Magenossikel von *Leucosia anatum* zeigen im Vergleich zu *Philyra variegata* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Es sind lediglich zwei Abweichungen zu nennen. Das *urocardiac ossicle* (VII) besitzt im anterioren Bereich eine konvexe Aufwölbung. Postero-dorsal des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) erstreckt sich ein kleinflächiges und schwach kalzifiziertes *preampullary ossicle* (XXII).

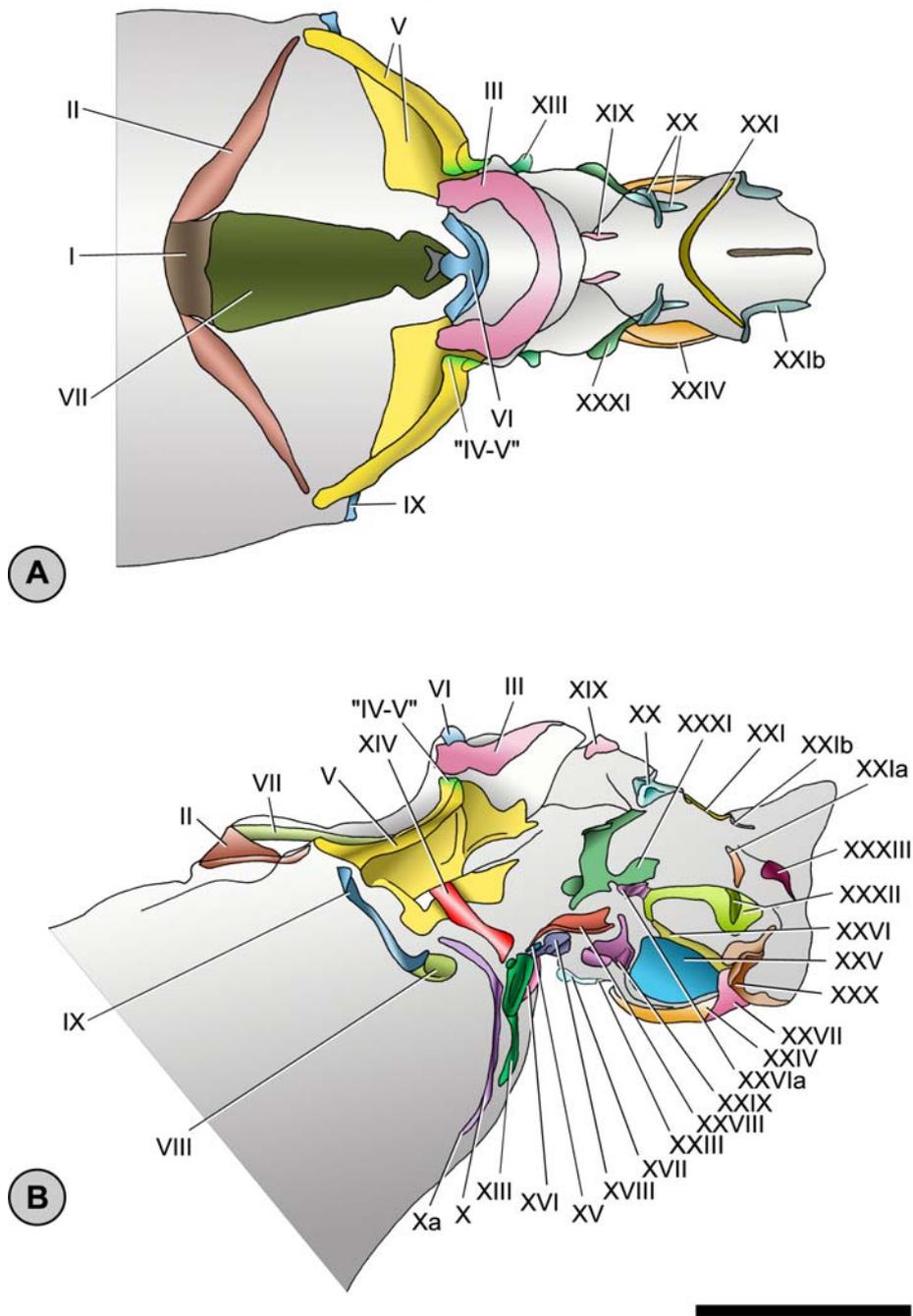


Abb. 21: Magenossikel von *Philyra variegata*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.8.5 Magenzähne von *Philyra variegata* (Fabricius, 1798)

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus drei einzelnen Zahnhöckern, wobei zwischen dem anterioren und dem mittleren Höcker ein größerer Abstand vorhanden ist. Der anteriore Höcker ist an seiner Vorderseite halbkugelig abgerundet. Dorsal ist eine schräg verlaufende, leicht abgerundete dorsale Zahnkante zu erkennen. Der mittlere Höcker erstreckt sich bogenförmig über die Breite des lateralen Zahnes. Posterior schließt sich ein in lateraler Richtung spitz zulaufender Zahnhöcker an (Abb. 22A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis inseriert ein zusätzlicher Zahn (*accessory tooth*). Er ist nahezu 90° in posteriorer Richtung abgewinkelt (Abb. 22B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist dreieckig, schnabelartig zugespitzt und deutlich erhoben. Am posterolateralen Rand des urocardiac ossicle (VII) ist je ein anterior gerichteter, stark gerundeter Fortsatz vorhanden (Abb. 22C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren dorsaler Rand ist stark abgerundet und wird von einem sehr dichten Borstensaum überdeckt (Abb. 22D).

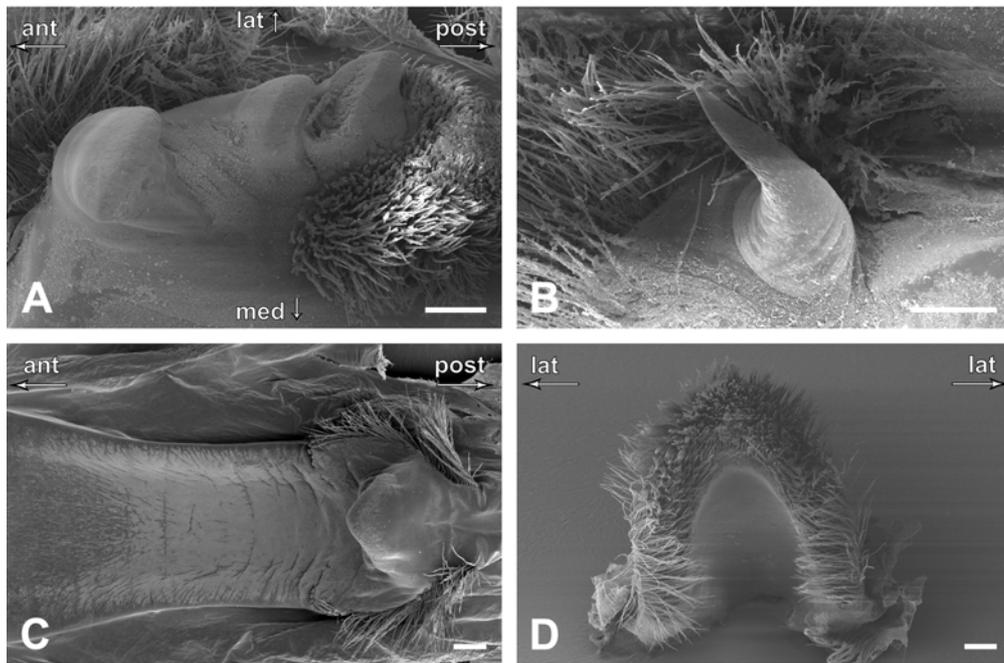


Abb. 22: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Philyra variegata*. A lateraler Zahn. B zusätzlicher Zahn. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.

3.4.9 Calappidae de Haan, 1833

3.4.9.1 Magenossikel von *Calappa granulata* (Linnaeus, 1758)

(Abb. 23A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überdeckt nahezu ein Viertel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Antero-lateral schließt sich das *pterocardiac ossicle* (II) an, welches mit dem *pterocardiac ossicle* (II) der anderen Seite den größten Teil des antero-dorsalen Magens abdeckt. Zum *zygocardiac ossicle* (V) hat es jedoch keinen Kontakt, bzw. weist einen deutlichen Abstand zu diesem auf. Das paarige *pyloric ossicle* (III) überdeckt nahezu die Hälfte einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen markiert. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem paarigen *pyloric ossicle* (III), dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) einen halbkreisförmigen Eindruck. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren dem Magenlumen zugewandten Seite der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 24A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen

dorsaler Rand ist u-förmig gebogen und scharfkantig. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Dieses Ossikel hat die Form einer verlängerten und zunächst gleichmäßig breiten Platte. Das anteriore Drittel dieser Platte ist jedoch auf die Breite des sich anschließenden *mesocardiac ossicle* (I) vergrößert. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 24C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die antero-dorsale Richtung zeigt. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite trägt es eine Reihe von vier länglichen und zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (Abb. 24B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das bogenförmige, schmale *prepectinal ossicle* (IX). Postero-ventral ist es mit dem ebenfalls stark verlängerten *postpectinal ossicle* (X) verbunden. Ventralwärts ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) ist auch die weit anterior liegende *anterior lateral cardiac plate* (XI) und die *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsales Drittel ist kolbenförmig verbreitert und hat antero-lateral ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). Das ventrale Ende des *subdentate ossicle* (XIV) weist einen charakteristischen kreisrunden Eindruck auf. Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII) beider Seiten. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich in posteriorer Richtung das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich nahe der Mittellinie das oval geformte *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Ventro-lateral erstreckt sich das *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Es berührt in posteriorer Richtung das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), welches sich posterior des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) in postero-lateraler Richtung erstreckt. Es hat ebenfalls Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) nahezu die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ventral dieses Ossikels verläuft das sehr schmale *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Postero-lateral des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) befindet sich das relativ kleine dreieckige *preampullary ossicle* (XXII). Es ist ventral mit dem unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) verbunden. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal wird es durch zwei Ossikel begrenzt. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) und erstreckt sich posterior als irreguläre, konkave Platte. Es berührt weiterhin einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) wird von vier Ossikeln (XXII, XXIV, XXV und XXVIII) umschlossen, hat aber nur zum *preampullary ossicle* (XXII) direkten Kontakt. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am

dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) bis nahe des *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Im ventralen Drittel berührt das Ossikel den *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Im dorsalen Drittel besitzt es eine schwach kalzifizierte ausgezogene Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das als schmales Band ausgebildete *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) befindet sich das *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII).

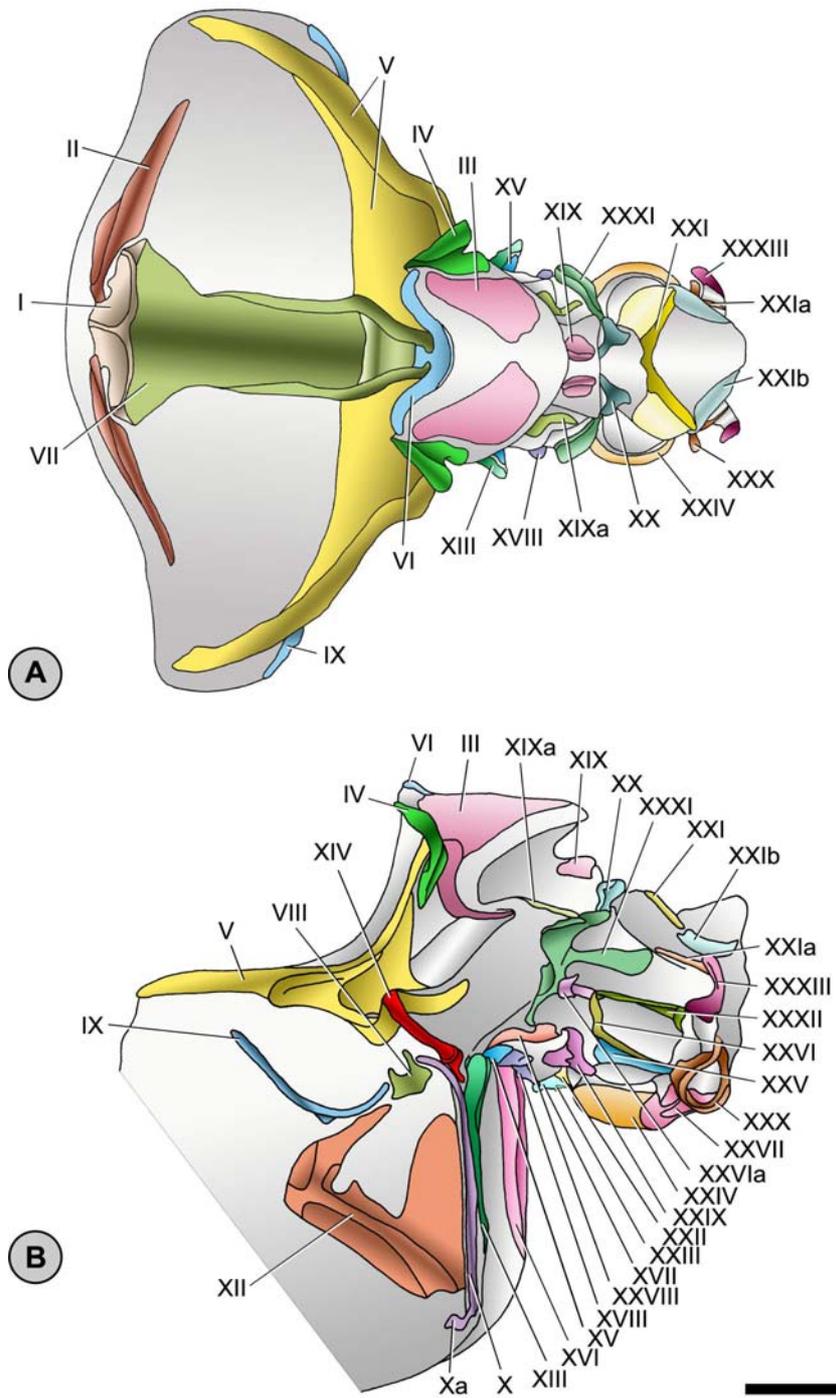


Abb. 23: Magenossikel von *Calappa granulata*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.

3.4.9.2 Magenzähne von *Calappa granulata* (Linnaeus, 1758)

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn sind zwei Bereiche zu unterscheiden. Anterior befindet sich ein großer, halbkugelig-abgerundeter Zahnhöcker, welcher in posteriorer Richtung tief eingesenkt ist. Die posteriore Hälfte des lateralen Zahnes trägt lateral zwei weitere kleinere und stark abgerundete Zahnhöcker. Der postero-mediane Rand ist durch eine Vielzahl von Querlamellen gekennzeichnet, welche anterior bis zur Mittellinie und in posteriorer Richtung bis nahe des lateralen Randes reichen (Abb. 24A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes (vergl. Abb. 24A) ist eine Reihe von vier schmal ausgezogenen zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) zu erkennen (Abb. 24B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist deutlich vom *urocardiac ossicle* (VII) erhoben. Dessen anterior gerichtete „Schneidekante“ ist halbkreisförmig gebogen. Antero-lateral ist je ein stark abgerundeter Fortsatz zu erkennen (Abb. 24C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren dorsaler Rand ist stark abgerundet und wird von einem sehr dichten Borstensaum überdeckt (Abb. 24D).

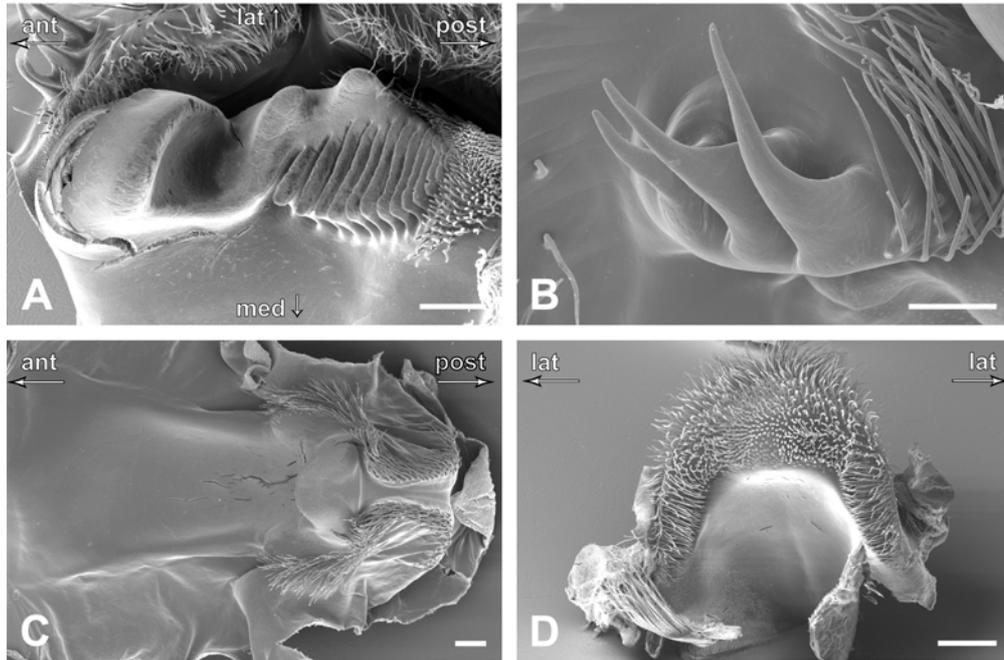


Abb. 24: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Calappa granulata*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C 200µm. D 300µm.

3.4.10 Parthenopidae MacLeay, 1838

3.4.10.1 Magenossikel von *Parthenope notialis* Holthuis and Manning, 1981

(Abb. 25A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überdeckt nahezu ein Viertel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Antero-lateral befindet sich das *pterocardiac ossicle* (II). Es reicht antero-median bis nahe der Mittellinie, ist aber deutlich vom *pterocardiac ossicle* (II) der anderen Seite, sowie vom unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) getrennt. Postero-lateral zeigt es in Richtung des in einigem Abstand befindlichen *zygocardiac ossicle* (V). Das paarige *pyloric ossicle* (III) überdeckt ca. zwei Drittel einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem paarigen *pyloric ossicle* (III), dem *zygocardiac ossicle* (V) und dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) einen schwachen Eindruck. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren dem Magenumen zugewandten Seite der laterale

Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 26A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist scharfkantig und schwach u-förmig gebogen. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verbreitert es sich zunächst. Anschließend verjüngt es sich wiederrum und hat in etwa die Ausgangsbreite. Das anteriore Drittel vergrößert sich auf die Breite des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 26C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die antero-dorsale Richtung zeigt. Auf der dem Magenumen zugewandten Seite trägt es zwei kurze kegelförmige zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 26B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das bogenförmige, schmale *prepectinal ossicle* (IX). Postero-ventral ist es mit dem ebenfalls stark verlängerten *postpectinal ossicle* (X) verbunden. Ventralwärts ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls das *anterior lateral cardiac plate* (XI) und das *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert und hat antero-lateral eine deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). Das ventrale Ende des *subdentate ossicle* (XIV) weist einen charakteristischen kreisrunden Eindruck auf. Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII) beider Seiten. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich in posteriorer Richtung das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich nahe der Mittellinie das vertikal ausgerichtete und oval geformte *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Antero-ventral erstreckt sich das ebenfalls ovale *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Es berührt in ventraler Richtung einen länglichen Fortsatz des *exopyloric ossicle* (IV). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) nahe der Mittellinie, welches sich posterior des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) in postero-lateraler Richtung erstreckt. In ventraler Richtung hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare sichelförmige *uropyloric ossicle* (XXI) nahezu die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Es ist in posteriorer Richtung auffallend nadelförmig ausgezogen. Ventral dieses Ossikels verläuft das sehr schmale *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Postero-lateral des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) befindet sich das relativ kleine dreieckige *preampullary ossicle* (XXII). Es ist ventral mit dem schmalen unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb, vergl. Abb. 2G) verbunden. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt postero-dorsal des ventralen Abschnittes des *subdentate ossicle* (XIV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre, konkave Platte und fügt sich abschließend zwischen das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und das *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat eine dreieckige Gestalt und wird von mehreren Ossikeln (XXII, XXV, XXVIa und XXVIII) umschlossen. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior*

supra-ampullary ossicle (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) bis zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Im ventralen Drittel berührt das Ossikel den *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Im dorsalen Drittel besitzt es eine sehr lange, dünn-kalzifizierte ausgezogene Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) befindet sich das bogenförmige *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII).

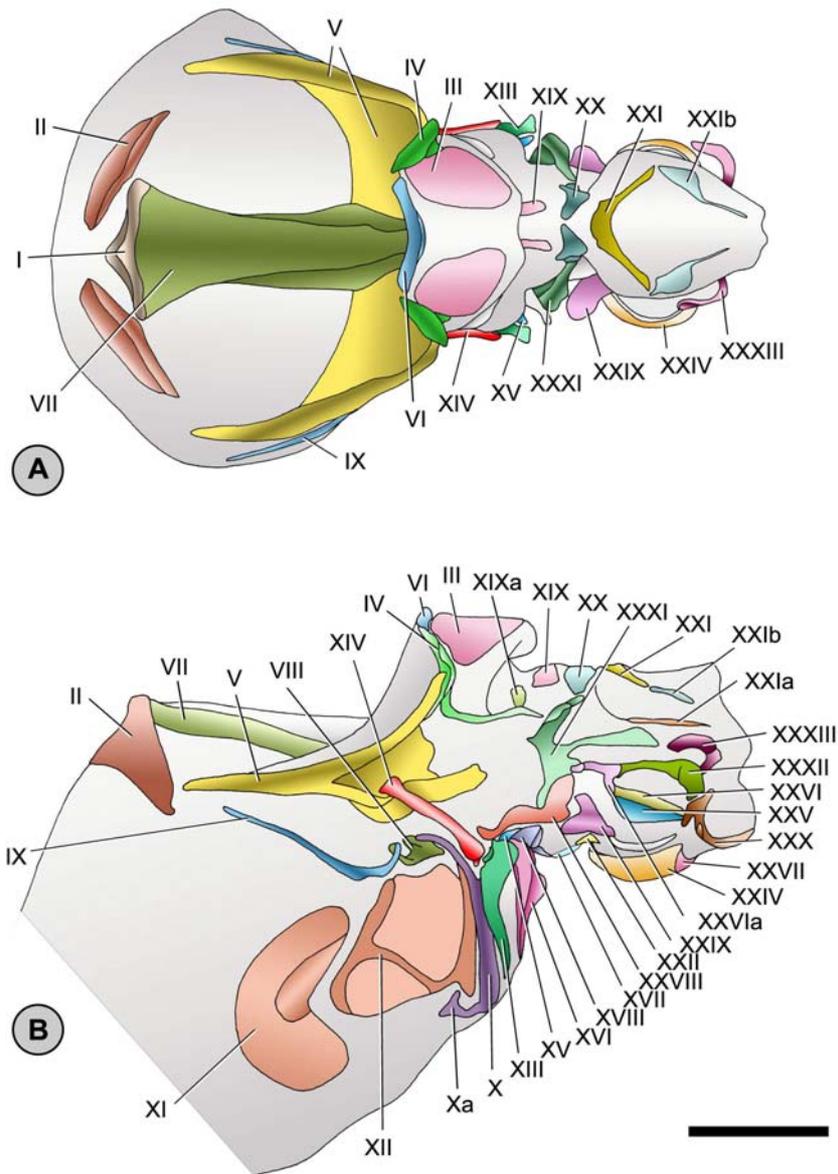


Abb. 25: Magenossikel von *Parthenope notialis*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.10.2 Magen­zähne von *Parthenope notialis* Holthuis and Manning, 1981

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn sind zwei Bereiche zu unterscheiden. Anterior befindet sich ein großer, halbkugelig-abgerundeter Zahnhöcker, welcher in posteriorer Richtung tief eingesenkt ist. Die posteriore Hälfte des lateralen Zahnes trägt lateral zwei weitere kleinere und stark abgerundete

Zahnhöcker. Der postero-mediane Rand ist durch eine Vielzahl von Querlamellen gekennzeichnet, von denen einige bis nahe des lateralen Randes reichen (Abb. 26A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes (vergl. Abb. 26A) sind zwei kurze kegelförmige zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) zu erkennen (Abb. 26B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn setzt sich deutlich vom *urocardiac ossicle* (VII) ab und hat eine nahezu quadratische Grundform. Antero-dorsal erhebt sich eine schmale zusätzliche Kante. Antero-lateral des Zahnhöckers ist das *urocardiac ossicle* (VII) verbreitert und trägt eine Reihe kleinster zugespitzter Strukturen (Abb. 26C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren medianer, antero-dorsaler Rand ist leicht nach vorn gewölbt. Ansonsten ist die Dorsalkante von einem sehr dichten Borstensaum überdeckt (Abb. 26D).

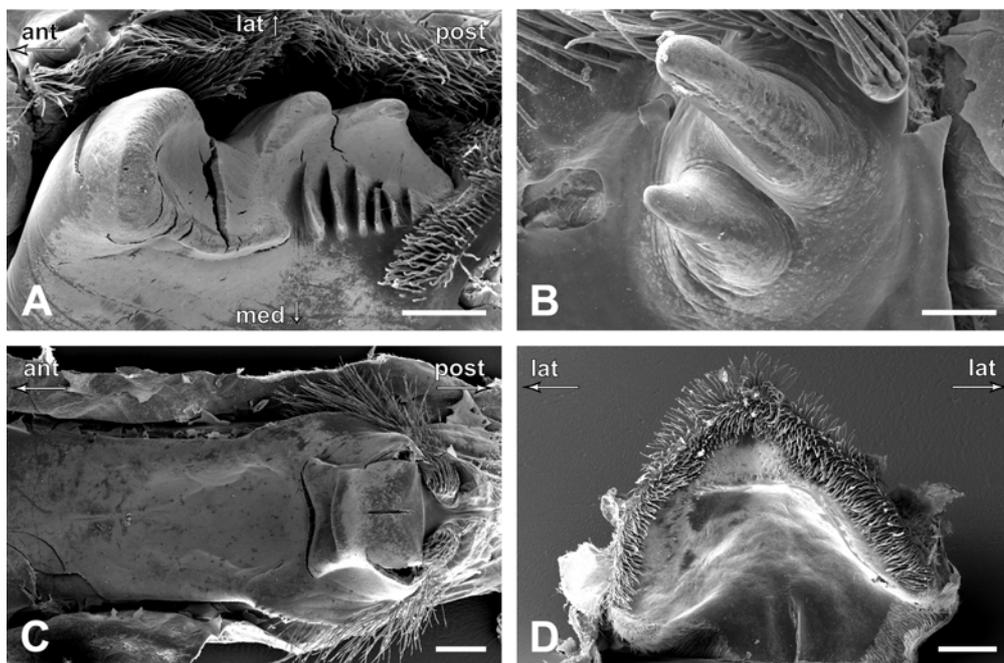


Abb. 26: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Parthenope notialis*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 50µm. C und D 200µm.

3.4.11 Portunidae Rafinesque, 1815

3.4.11.1 Magenossikel von *Portunus depurator* (Linnaeus, 1758)

(Abb. 27A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überdeckt nahezu ein Drittel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es besteht aus zwei deutlich unterscheidbaren Anteilen. Anterior ist das Ossikel dünnflächig ausgezogen und wird durch einen kurzen Fortsatz einer nachfolgenden Spange unterteilt. Antero-lateral berührt das *mesocardiac ossicle* (I) das *pterocardiac ossicle* (II), welches in lateraler Richtung bis nahe des *zygocardiac ossicle* (V) heranreicht. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt zum größten Teil eine Membranaufwölbung, welche den Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen markiert. Es ist median nur sehr schwach kalzifiziert. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen deutlichen halbkreisförmigen Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren dem Magenlumen zugewandten Seite der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 28A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist ca. 45° in posteriore Richtung geneigt. Sein dorsaler Rand ist nur unwesentlich gebogen und besitzt dorso-median einen kurzen scharfkantigen Abschnitt. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung hat es in etwa die Breite des *propyloric ossicle* (VI), vergrößert sich aber kurz vor dem *mesocardiac ossicle* (I) auf dessen Breite. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 28C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die antero-dorsale Richtung zeigt. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite trägt es eine Reihe länglicher und distal zugespitzter zusätzlicher Zähne (*accessory teeth*) (vergl. Abb. 28B). Deren Zahnbasis ist seitlich abgeflacht (siehe auch Abschnitt 'Magenzähne'). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das schmale *prepectinal ossicle* (IX). Nach einem kurzen, zunächst ventralwärts zeigenden Abschnitt, ist es anschließend nahezu rechtwinkelig in die antero-dorsale Richtung gebogen, berührt aber die antero-ventrale Seite des *zygocardiac ossicle* (V) nicht. Das *pectinal ossicle* (VIII) ist in posteriorer Richtung mit dem *postpectinal ossicle* (X) verbunden. Es

erscheint sehr langgestreckt und ist ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls das *anterior lateral cardiac plate* (XI) und das *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert und hat antero-lateral eine deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der mediane Kiel endet in ventraler Richtung in einer kurzen Aufgabelung. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich in posteriorer Richtung das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich nahe der Mittellinie ein streifenförmiges *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Antero-ventral erstreckt sich das ebenfalls schmale *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Im Unterschied zur vertikal ausgerichteten Fläche des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX), nimmt das *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) eine nahezu horizontale Lage ein. In posteriorer Richtung erstreckt es sich bis zur dorsalen Spitze des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI), ohne zu diesem Kontakt zu haben. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX). Dessen antero-medianer Fortsatz reicht bis zur Mittellinie und berührt infolge dessen das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) der anderen Seite. In ventraler Richtung hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare bogenförmige *uropyloric ossicle* (XXI) die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Der postero-dorsale Abschluß des Filtermagens wird durch das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) unterstützt. Ventro-lateral des unpaaren *uropyloric ossicle* (XXI) verläuft das sehr schmale *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Postero-lateral des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) befindet sich das sehr kleine *preampullary ossicle* (XXII). Es ist ventral mit dem schmalen unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb, vergl. Abb. 2G) verbunden. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem vertikal ausgerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal der Verbindung zwischen dem *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und dem *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre, konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat eine dreieckige Grundform und hat in postero-ventraler Richtung Kontakt zum *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) bis zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Im ventralen Drittel berührt das Ossikel den *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII), welches vom *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) postero-ventral zum *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) und postero-dorsal zum *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) reicht.

3.4.11.2 Magenossikel von *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758)

Die untersuchten Magenossikel von *Portunus pelagicus* zeigen im Vergleich zu *Portunus depurator* eine nahezu identische Ausbildung sowie räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel.

3.4.11.3 Magenossikel von *Carcinus maenas* Linnaeus, 1758

Die untersuchten Magenossikel von *Carcinus maenas* zeigen im Vergleich zu *Portunus depurator* eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel. Es sind drei geringfügige Unterschiede festzustellen. Das *pyloric ossicle* (III), welches hier paarig vorliegt, hat antero-median Kontakt zum nahezu vertikal ausgerichteten *propyloric ossicle* (VI). Weiterhin ist noch das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) zu nennen. Es ist im Gegensatz zu einem ebenen unpaaren *urocardiac ossicle* (VII) bei *Portunus depurator* antero-median konvex aufgewölbt.

3.4.11.4 3.4.12.4. Magenossikel von *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896

Die untersuchten Magenossikel von *Callinectes sapidus* zeigen eine nahezu identische Ausbildung sowie räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel wie bei *Portunus depurator*.

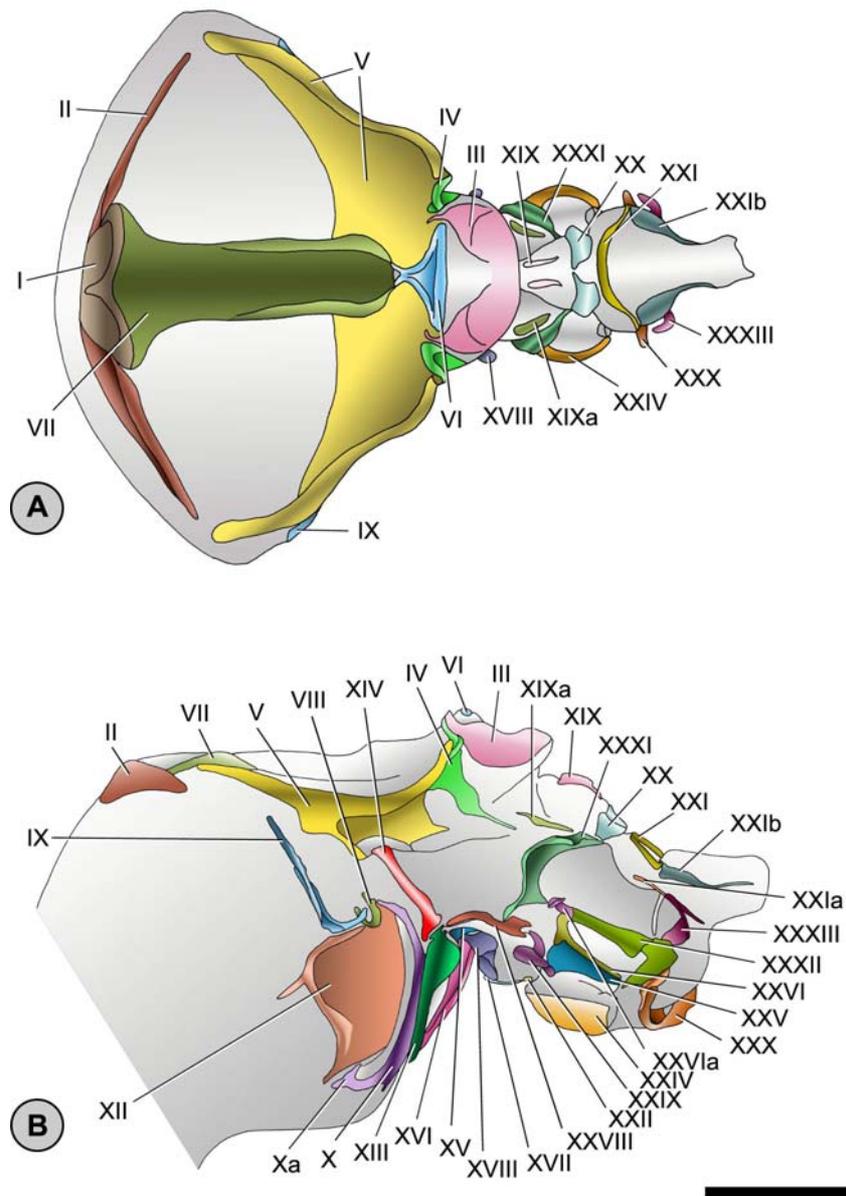


Abb. 27: Magenossikel von *Portunus depurator*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.

3.4.11.5 Magen Zähne von *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn sind zwei Bereiche zu unterscheiden. Anterior befindet sich ein großer, halbkugelig-abgerundeter Zahnhöcker, welcher in posteriorer Richtung durch eine muldenförmige Vertiefung von einem medianen, kleineren Zahnhöcker getrennt ist. Die posteriore Hälfte des lateralen

Zahnes ist nahezu eben ausgebildet. Lateral sind nur vereinzelte schwache Einkerbungen zu erkennen. Die Medianseite ist dagegen in regelmäßigen Abständen bis zu einem Drittel der Breite des Zahnes eingeschnitten (Abb. 28A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes (vergl. Abb. 28A) ist eine Reihe von acht länglichen zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) zu erkennen (Abb. 28B). Sie sind seitlich stark abgeflacht und haben in der Lateralansicht eine dreieckige Gestalt. Die Mehrzahl der einzelnen Zähne besitzt distal ovale poren-ähnliche Vertiefungen (Abb. 28D)

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn hat eine rechteckige Grundform mit stark abgerundeten Ecken. Der mediane Bereich des Zahnhöckers weist furchenartige Vertiefungen auf, welche mit großer Wahrscheinlichkeit als Abnutzungerscheinungen angesehen werden können (Abb. 28C).

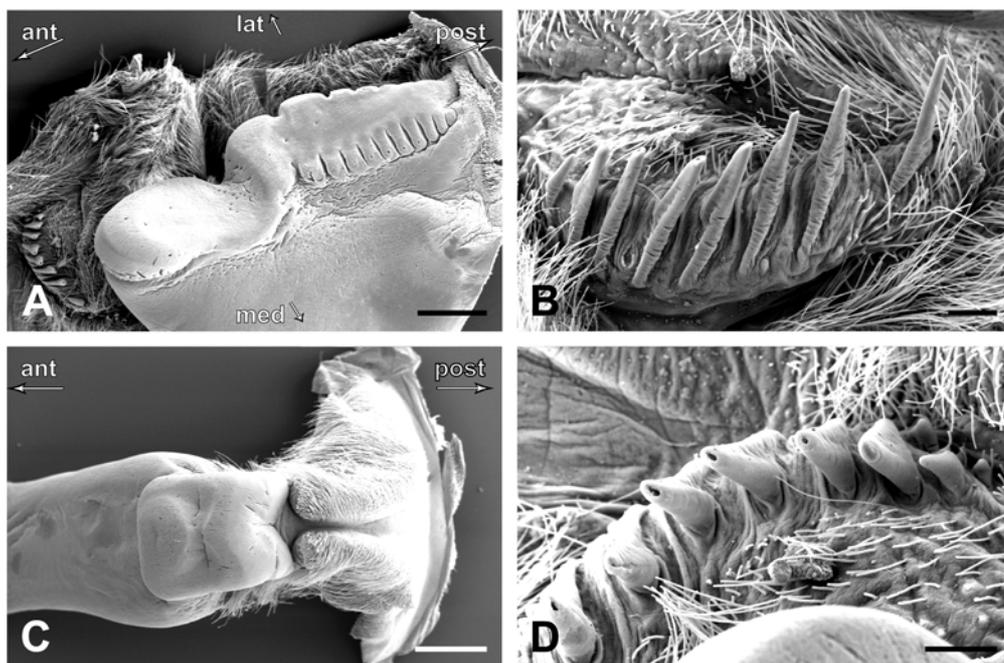


Abb. 28: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Callinectes sapidus*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D Vergrößerung der zusätzlichen Zähne. Maßstab: A 1mm. B 200µm. C 1mm. D 200µm.

3.4.12 Xanthidae Dana, 1851

3.4.12.1 Magenossikel von *Leptodius sanguineus* (H. Milne Edwards, 1834)

(Abb. 29A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überdeckt in etwa ein Viertel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior ist eine dünn ausgezogene Fläche zu erkennen, welche von einem Fortsatz einer posterior folgenden Spange geteilt wird. Antero-lateral befindet sich das *pterocardiac ossicle* (II). Lateral reicht es bis nahe des *zygocardiac ossicle* (V). Beide Ossikel (I und II) sind nahezu vertikal geneigt, so dass sie in der Dorsalansicht als schmale Streifen erscheinen. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt nahezu die gesamte Fläche einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventral zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral zeigt das *zygocardiac ossicle* (V) einen großen halbkreisförmigen Eindruck. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren dem Magenlumen zugewandten Seite der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 30A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist schwach U-förmig gebogen. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verjüngt es sich zunächst gleichmäßig, vergrößert sich jedoch kurz vor dem *mesocardiac ossicle* (I) auf dessen Breite. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 30C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die anteriore Richtung weist. Auf dessen dem Magenlumen zugewandten Seite befinden sich ca. zehn zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 30B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das bogenförmige, schmale *prepectinal ossicle* (IX). Nach einem kurzen, zunächst ventralwärts zeigenden Abschnitt, ist es anschließend nahezu rechtwinkelig in die antero-dorsale Richtung gebogen, berührt aber die antero-ventrale Seite des *zygocardiac ossicle* (V) nicht. Das *pectinal ossicle* (VIII) ist in posteriorer Richtung mit dem *postpectinal ossicle* (X) verbunden, welches ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen ist.

Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls das *anterior lateral cardiac plate* (XI) und das *posterior lateral cardiac ossicle* (XII) für eine konstante Form, des sehr dünnhäutigen Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Mit Ausnahme des ventralen Drittels ist es flächig stark vergrößert und besitzt antero-lateral eine deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zur ventralen Spitze des *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII) beider Seiten. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich in posteriorer Richtung das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich nahe der Mittellinie das streifenförmige *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Es ist in posteriorer Richtung zu einer ovalen, vertikal stehenden Fläche vergrößert. Ventro-lateral erstreckt sich das schmale *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) nahe der Mittellinie, dessen anteriorer Rand leicht erhoben ist. In ventraler Richtung hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare sichelförmige *uropyloric ossicle* (XXI) nahezu die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das sehr großflächige *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ventro-lateral des *uropyloric ossicle* (XXI) und des *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) verläuft das *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Postero-lateral des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) befindet sich das relativ kleine halbkreisförmige *preampullary ossicle* (XXII). Ein weiteres Ossikel, welches sich, jedoch postero-medial an das *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) anfügt, ist das *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb, vergl. Abb. 2G). Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal der Verbindung zwischen dem *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und dem *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre, konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet anterior des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) ist antero-ventral mit dem unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) verbunden. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich großflächig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) bis zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-ventral ist es mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) verbunden. Postero-medial besitzt das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) eine dünn ausgezogene kalzifizierte Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII), welches posterior des *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) beginnt. In posteriorer Richtung hat es Kontakt zum ventralen *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) und zum dorsalen *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII).

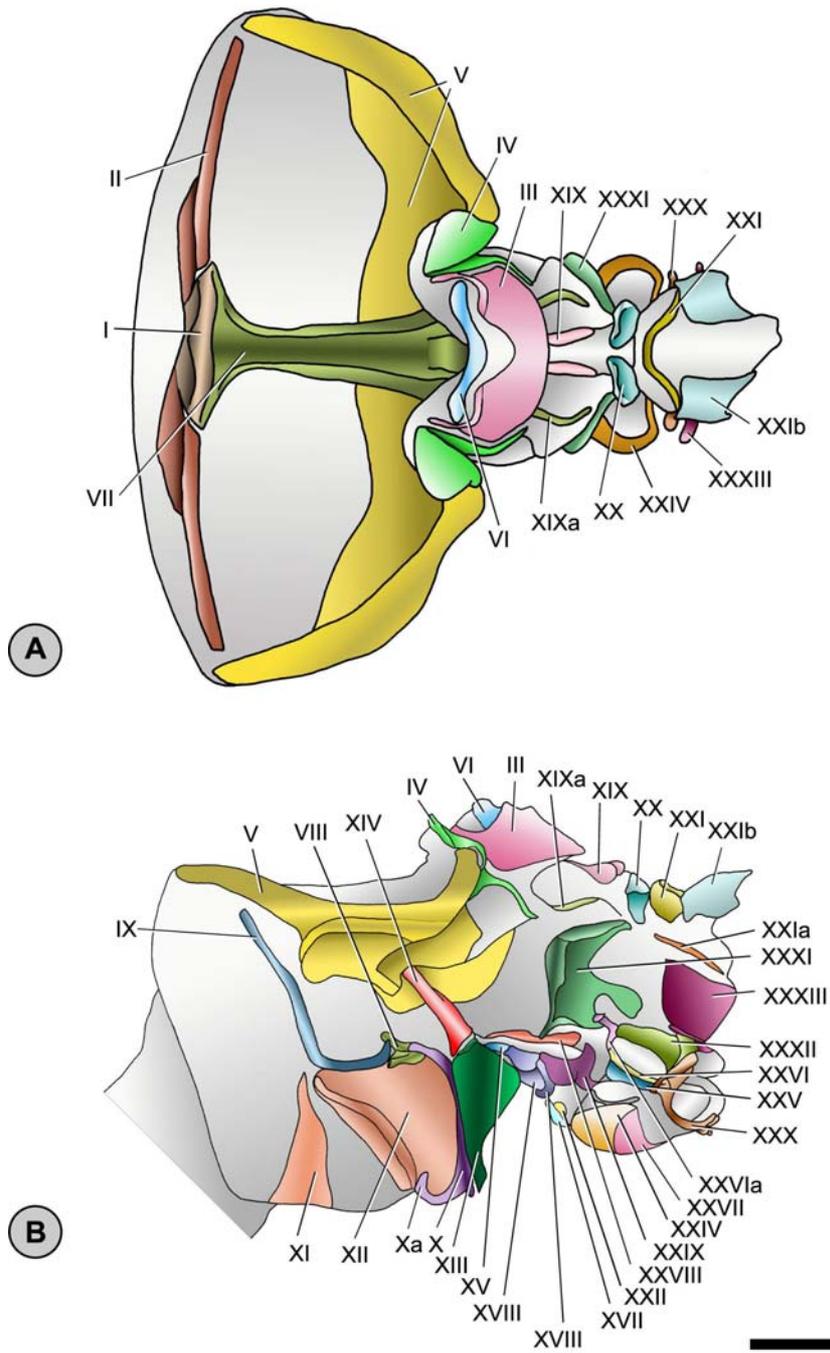


Abb. 29: Magenossikel von *Leptodius sanguineus*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.12.2 Magenzähne von *Leptodius sanguineus* (H. Milne Edwards, 1834)

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn können drei Bereiche unterschieden werden. Anterior befindet sich ein großer, halbkugelig-abgerundeter Zahnhöcker, welcher von einer dorsalen und quer verlaufenden Zahnkante begrenzt wird. Postero-median schließt sich eine konkav geformte Fläche an, welche bis zur Basis des medianen Zahnhöckers reicht. Der mediane Zahnhöcker ist weitgehend auf die Lateralseite beschränkt. Er hat eine nahezu dreieckige Gestalt und ist dorsal stark abgerundet. Das posteriore Drittel des lateralen Zahnes trägt lateral, direkt im Anschluß an den medianen, einen weiteren Zahnhöcker. Am postero-medianen Abschnitt des lateralen Zahnes sind ca. neun Querlamellen erkennbar. Die Einschnitte zwischen den Lamellen reichen bis zur Mittellinie des lateralen Zahnes (Abb. 30A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes (vergl. Abb. 30A) sind acht länglich zugespitzte zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) zu erkennen (Abb. 30B). Sie sind in einem Halbkreis angeordnet und werden von zahlreichen borstenartigen Haaren umgeben.

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn hebt sich deutlich vom unpaaren *urocardiac ossicle* (VII) ab. Die in die anteriore Richtung zeigende Schneidkante ist nahezu gerade und an den Ecken stark abgerundet (Abb. 30C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich V-förmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren medianer, antero-dorsaler Rand ist in die anteriore Richtung geneigt und besitzt eine deutlich sklerotisierte Schneidekante. Der postero-dorsale Rand wird von einem dichten Borstensaum überdeckt (Abb. 30D).

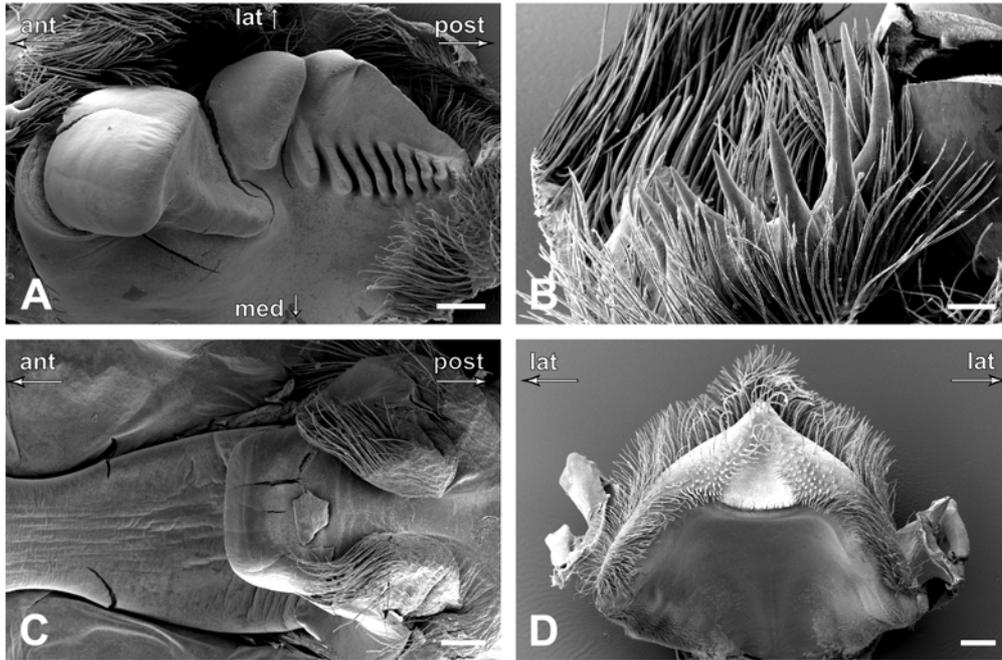


Abb. 30: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Leptodius sanguineus*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.

3.4.13 Carpiliidae Ortman, 1893

3.4.13.1 Magenossikel von *Carpilius convexus* (Forskål, 1775)

(Abb. 31A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) erreicht ca. ein Sechstel der Gesamtbreite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior sind zwei dünn ausgezogene Flächen zu erkennen, welche von einem Fortsatz einer posterior folgenden Spange getrennt werden. Antero-lateral des *mesocardiac ossicle* (I) beginnt das *ptero-cardiac ossicle* (II) und reicht bis nahe an das *zygocardiac ossicle* (V). Beide Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das paarige *pyloric ossicle* (III) überdeckt als langgestreckte ovale Fläche die Hälfte einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem paarigen *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens in posteriorer Richtung zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen halbkreisförmigen Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten

Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 32A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist schwach U-förmig gebogen und besitzt ein scharfkantiges Mittelstück. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verbreitert es sich zunächst in Form eines halbkreisförmigen Vorsprunges und verjüngt sich anschließend gleichmäßig bis nahe des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I), wo es sich abschließend auf dessen Breite vergrößert. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 32C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens und ist ca. 45° in der horizontale Ebene geneigt. Auf der – dem Magenlumen zugewandten Seite – befindet sich eine Reihe von vier zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*), (Abb. 32B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das langgestreckte und schmale *prepectinal ossicle* (IX). Es reicht antero-dorsal über ein kleines zugehöriges Zwischenstück bis nahe des *zygocardiac ossicle* (V). In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das ebenfalls sehr schmale *postpectinal ossicle* (X), welches ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen ist. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsales Drittel ist kolbenförmig verbreitert, wogegen der ventrale Abschnitt nadelförmig ausgezogen ist. Antero-dorsal besitzt es ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich in posteriorer Richtung das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich nahe der Mittellinie das streifenförmige *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Es ist in posteriorer Richtung zu einer ovalen, vertikal stehenden Fläche vergrößert. Ventrolateral erstreckt sich ein sehr kurzes, schmales *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) nahe der Mittellinie, dessen lateraler Rand leicht erhoben ist. In ventraler Richtung hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare sichelförmige *uropyloric ossicle* (XXI) die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das streifenförmige *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ventro-lateral des *uropyloric ossicle* (XXI) und des *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) verläuft das *infra-uropyloric fragment* (XXIa) von nahezu gleicher Länge.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) liegt als kleine ovale Scheibe zwischen dem *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) und dem *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Postero-median des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) schließt sich das sehr schmale *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) an. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem in die anteriore Richtung geneigten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat eine Kleeblatt-ähnliche Gestalt, dessen ventraler Rand reliefartig

erhoben ist. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Ein antero-dorsaler Bogen dieses Ossikels erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) bis zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-ventral besitzt das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) eine nahezu rechteckige Fläche, welche sich dorsal des *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) erstreckt. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das dorsal des *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) liegende, streifenförmige *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII), welches in posteriorer Richtung Kontakt zum *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) hat. Postero-dorsal der Ossikel (XXXI und XXXII) befinden sich drei einzelne kalzifizierte Strukturen, welche als *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) zusammengefasst werden können.

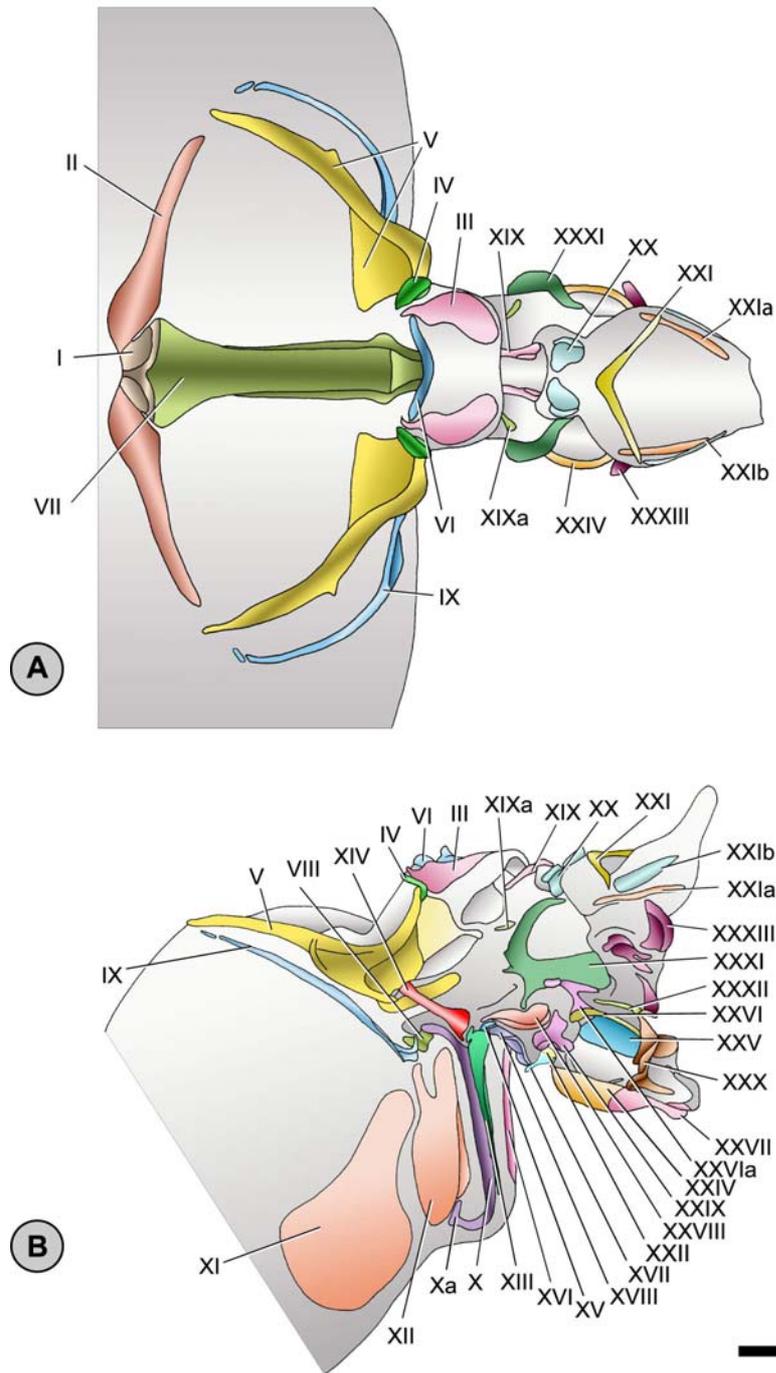


Abb. 31: Magenossikel von *Carpilius convexus*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.13.2 Magenzähne von *Carpilius convexus* (Forskål, 1775)

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn lassen sich zwei Bereiche unterscheiden. Antero-lateral ist zunächst ein querverlaufender, bogenförmiger und die Breite des lateralen Zahnes überspannender Zahnhöcker zu erkennen. In postero-medianer Richtung schließt sich eine nahezu ebene Fläche an. Sie wird lateral von zwei langgestreckten, stark erhöhten Rändern begrenzt. Postero-median sind ca. 12 tiefe seitliche Einschnitte zu erkennen, welche bis in die Nähe des lateralen Randes reichen. (Abb. 32A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes (vergl. Abb. 32A) sind vier längliche, abgestumpfte zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) vorhanden (Abb. 32B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn hebt sich deutlich vom *urocardiac ossicle* (VII) ab. Die dorsale, anterior zeigende Schneidkante ist halbkreisförmig ausgebildet. Am antero-ventralen Rand des *urocardiac ossicle* (VII) befindet sich auf jeder Seite je ein großer stark abgerundeter lateraler Fortsatz (Abb. 32C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Ihr antero-dorsaler Rand ist von einem sehr dichten Borstensaum bedeckt (Abb. 32D).

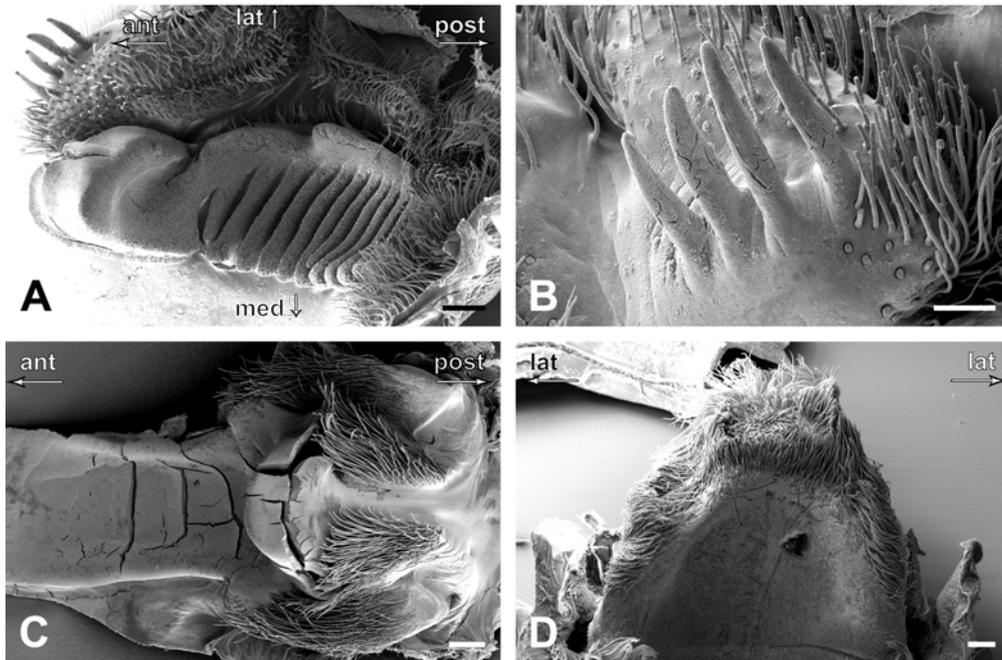


Abb. 32: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Carpilius convexus*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.

3.4.14 Panopeidae Ortmann, 1893

3.4.14.1 Magenossikel von *Rhithropanopeus harisii* Gould, 1841

(Abb. 33A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat ungefähr ein Viertel der Gesamtbreite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen: anterior sind zwei dünn ausgezogene Flächen erkennbar, welche von einem Fortsatz einer posterior folgenden Spange getrennt werden. Antero-lateral des *mesocardiac ossicle* (I) beginnt das *pterocardiac ossicle* (II). Es verjüngt sich in lateraler Richtung und reicht bis nahe des *zygocardiac ossicle* (V). Beide Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 60° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt weitgehend den gesamten Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen. Lediglich antero-median weist das unpaare *pyloric ossicle* (III) einen halbkreisförmigen Einschnitt auf. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens in posteriorer Richtung zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen großflächigen

runden Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 34A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist um wenige Grad in die posteriore Richtung geneigt. Dessen dorsaler Rand ist schwach U-förmig gebogen und besitzt ein scharfkantiges Mittelstück. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verbreitert es sich im Anschluß an zwei aufeinanderfolgende laterale Vorsprünge auf die Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 34C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die dorsale Richtung zeigt. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite befindet sich eine Reihe von 6 länglichen zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*). (Abb. 34B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das langgestreckte und schmale *prepectinal ossicle* (IX). Die dorsale Hälfte dieses Ossikels verläuft parallel zur antero-ventralen Seite des *zygocardiac ossicle* (V). Ventralwärts ist das *prepectinal ossicle* (IX) in einem rechten Winkel in Richtung des *pectinal ossicle* (VIII) gebogen. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das *postpectinal ossicle* (X), das ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen ist. Neben den pectinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert und besitzt antero-dorsal ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Postero-dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Im ventralen Abschnitt ist die schwach kalzifizierte Fläche median aufgespalten. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird

durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich in posteriorer Richtung das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich nahe der Mittellinie das streifenförmige *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Es ist in posteriorer Richtung zu einer ovalen, vertikal stehenden Fläche vergrößert. Ventro-lateral erstreckt sich ein sehr schmales und streifenförmiges *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) nahe der Mittellinie, dessen lateraler Rand leicht erhoben ist. Ein ventro-lateraler Ausläufer erstreckt sich bis nahe an das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare bogenförmige *uropyloric ossicle* (XXI) den größten Teil der Gesamtbreite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das kurze flächige *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Antero-ventral des *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) verläuft das *infra-uropyloric fragment* (XXIa) von nahezu gleicher Länge.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Dorso-lateral des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) und des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befindet sich das als kleine abgerundete Fläche vorliegende *preampullary ossicle* (XXII). Postero-median des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) schließt sich das sehr schmale *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) an. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung einen Teil der oberen Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem in die anteriore Richtung geneigten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa), die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt oberhalb zwischen dem *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und dem *lateral cardio-pyloric*

ossicle (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, vorbei an einem ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat eine mondsichelförmige Grundform mit einem antero-ventral erhobenem Rand. Es wird von einer ganzen Reihe von Ossikeln (XVII, XVIII, XXII, XXIV, XXV, XXVI, XXVIa und XXVIII) gleichmäßig umschlossen, ohne diese zu berühren. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Ein größflächiger anteriorer Bogen dieses Ossikels erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ventralwärts in zwei Ausläufern endend, antero-ventral nahe des *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) und postero-ventral am *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Postero-median ist das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) zu einer schwach kalzifizierten Fläche ausgezogen. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das dorsal des *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) liegende streifenförmige *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). In posteriorer Richtung hat es einerseits Kontakt zum *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) und andererseits erstreckt sich ein ventraler Fortsatz bis nahe an das *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX).

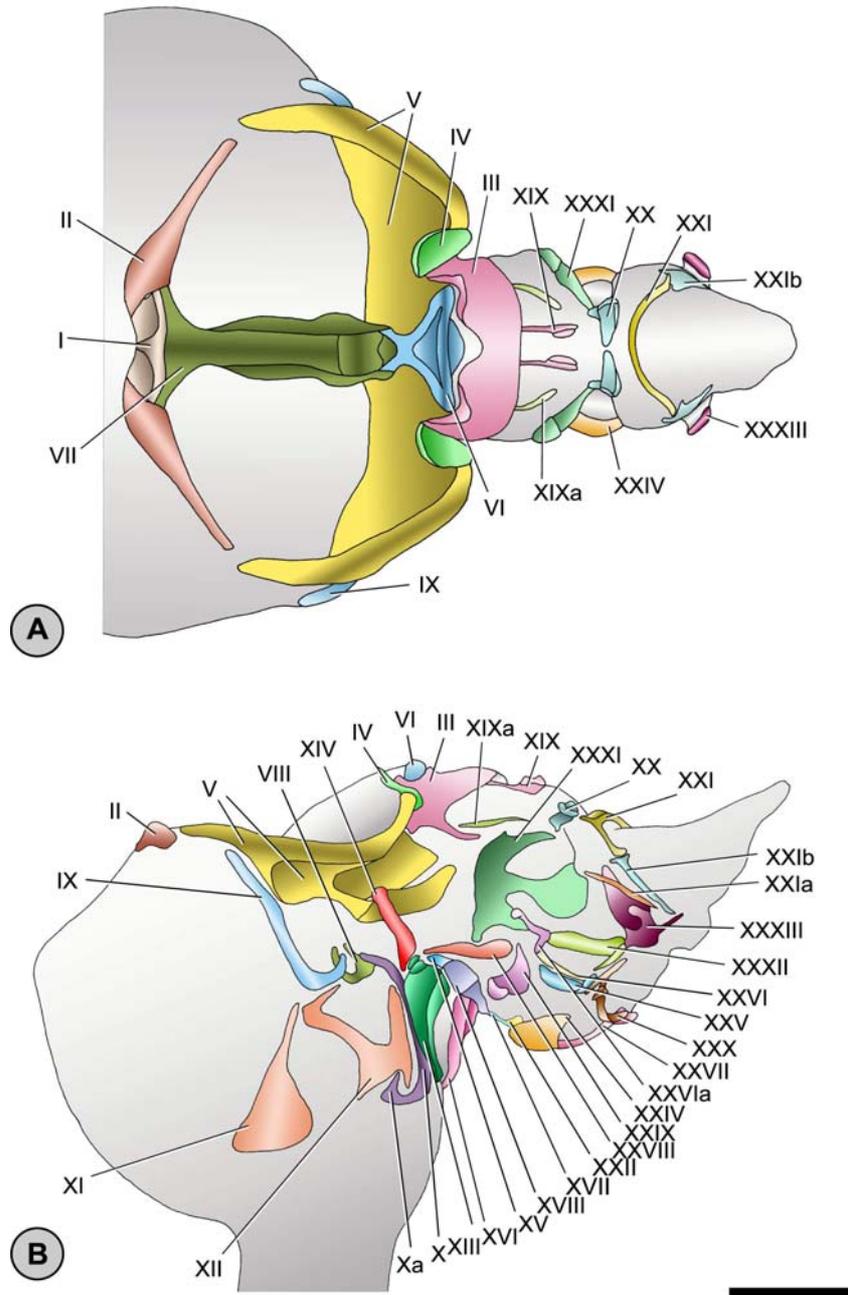


Abb. 33: Magenossikel von *Rhithropanopeus harisii*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.14.2 Magenzähne von *Rhithropanopeus harisii* Gould, 1841

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn ist zunächst anterior ein größerer stark gerundeter und oval geformter Zahnhöcker zu erkennen. Postero-lateral schließt sich eine Reihe von sechs weiteren, in posteriorer Richtung kleiner werdenden Zahnhöckern an. Alle sind im Vergleich zu der sich postero-median anschließenden Fläche deutlich erhoben. Der postero-mediane Rand bzw. die bereits erwähnte Fläche wird durch neun querverlaufende, tiefe Einschnitte lamellenartig unterteilt (Abb. 34A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes sind sechs länglich zugespitzte zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) zu erkennen (Abb. 34B). Sie sind in einem Halbkreis angeordnet und von zahlreichen borstenartigen Haaren umgeben.

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist durch einen quer verlaufenden und stark abgerundeten posterioren Zahnhöcker gekennzeichnet, der eine sich antero-ventral anschließende und ebenfalls quergestellte vorspringende Zahnkante trägt. Der antero-laterale Rand dieser Strukturen wird von einer Reihe spitzer Fortsätze gesäumt (Abb. 34C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Ihr dorsaler Rand ist von einem sehr dichten Borstensaum bedeckt. Dorso-median ist eine ovale, horizontal liegende und konkav geformte Fläche erkennbar (Abb. 34D).

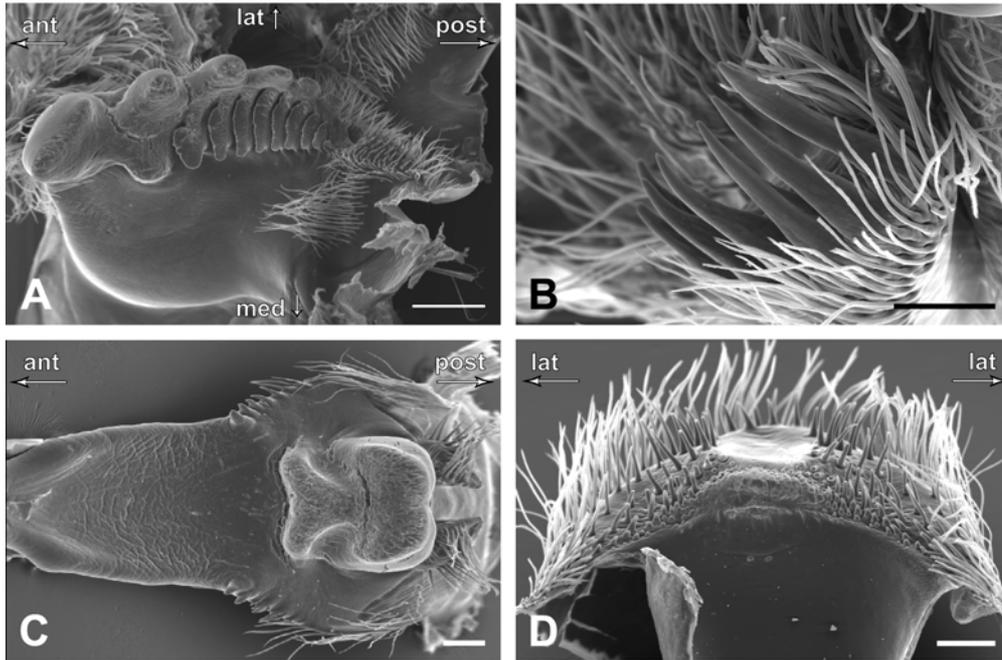


Abb. 34: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Rhithropanopeus harrisii*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B bis D 100µm.

3.4.15 Trapeziidae Miers, 1886

3.4.15.1 Magenossikel von *Trapezia lutea* Castro, 1997

(Abb. 35A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa ein Drittel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens und setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior sind zwei dünn ausgezogene Flächen zu erkennen, welche von einem Fortsatz einer posterior folgenden Spange getrennt werden. Antero-lateral des *mesocardiac ossicle* (I) beginnt das *pterocardiac ossicle* (II) und reicht bis nahe des *zygocardiac ossicle* (V). Beide Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt bogenförmig ca. zwei Drittel einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen großflächigen Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche

aufgespannt, an deren dem Magenlumen zugewandten Seite der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 36A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist schwach U-förmig gebogen und besitzt ein scharfkantiges Mittelstück. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verbreitert es sich zunächst geringfügig, im anterioren Drittel jedoch deutlich auf die Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 36C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die dorsale Richtung weist. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite befindet sich eine Reihe von vier zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*). (Abb. 36B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das langgestreckte und schmale *prepectinal ossicle* (IX), wobei dessen postero-ventrales Viertel nahezu 90° abgewinkelt ist. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das ebenfalls sehr schmale *postpectinal ossicle* (X), welches ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen ist. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist kolbenartig verbreitert, wogegen der ventrale Abschnitt schmal ausgezogen ist. Antero-dorsal besitzt es ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich in posteriorer Richtung das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich nahe der Mittellinie das kleinflächige, ovale und vertikal stehende *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) ist nicht zu erkennen. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), dessen dorsaler antero-medianer Fortsatz sich der Mittellinie annähert. In ventraler Richtung hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare, sichelförmige *uropyloric ossicle* (XXI) die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das streifenförmige, in posteriorer Richtung schmal zulaufende *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ventro-lateral des *uropyloric ossicle* (XXI) verläuft das *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) liegt als ovale Scheibe zwischen dem *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) und dem *supra-ampullary ossicle* (XXIX). Postero-median des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) schließt sich das sehr schmale *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb, vergl. Abb. 2G) an. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem in die anteriore Richtung geneigten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt antero-dorsal des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat eine nahezu dreieckige Grundform, wobei die dorsalwärts zeigende Kante einen in die ventrale Richtung weisenden Halbkreis beschreibt. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der

Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich großflächig und bogenförmig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) antero-ventralwärts, in einen schmalen Fortsatz endenden ventralen Abschnitt, am *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-ventral hat es Kontakt zum *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Im postero-dorsalen Bereich hat es ebenfalls eine dünn ausgezogene langgestreckte Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das dorsal des *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) liegende streifenförmige *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Dies hat in postero-dorsaler Richtung Kontakt zu zwei kalzifizierten Flächen, welche als *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) zusammengefasst werden.

3.4.15.2 Magenossikel von *Trapezia cymodoce* (Herbst, 1799)

Die untersuchten Magenossikel von *Trapezia cymodoce* zeigen eine nahezu identische Ausbildung sowie räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im *Trapezia lutea*.

3.4.15.3 Magenossikel von *Tetralia fulva* Serène, 1984

Die untersuchten Magenossikel von *Trapezia fulva* zeigen eine nahezu identische Ausbildung sowie räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im *Trapezia lutea*.

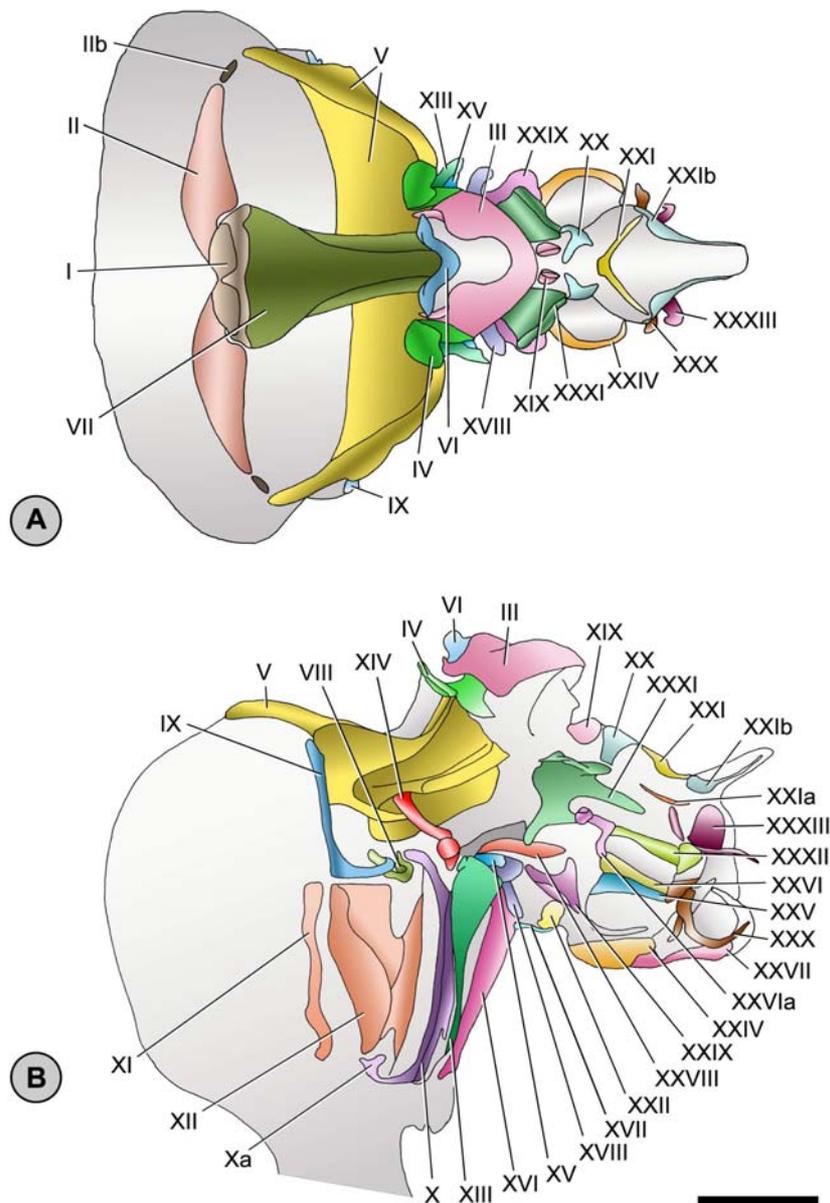


Abb. 35: Magenossikel von *Trapezia lutea*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 0.5 mm.

3.4.15.4 Magen­zähne von *Trapezia cymodoce* (Herbst, 1799)

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn ist zunächst anterior ein größerer stark gerundeter, halbkreisförmiger Zahnhöcker zu erkennen. In posteriorer Richtung schließt sich eine langgestreckte ovale Fläche an, deren lateraler

Rand deutlich erhoben und von vereinzelt kleineren Höckern gesäumt ist. Diese Fläche ist durch ca. 30 querverlaufende Einschnitte lamellenartig unterteilt (Abb. 36A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes (vergl. Abb. 36A) ist eine Reihe von vier seitlich abgeflachten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) vorhanden (Abb. 36B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besteht aus einem dreieckig zugespitzten Zahnhöcker und einer antero-ventral davon befindlichen querverlaufenden, vorspringenden Zahnkante. Antero-lateral dieser Strukturen ist am lateralen Rand des *urocardiac ossicle* (VII) je ein kleiner Fortsatz zu erkennen (Abb. 36C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Ihr antero-dorsaler Rand ist von einem sehr dichten Borstensaum bedeckt (Abb. 36D).

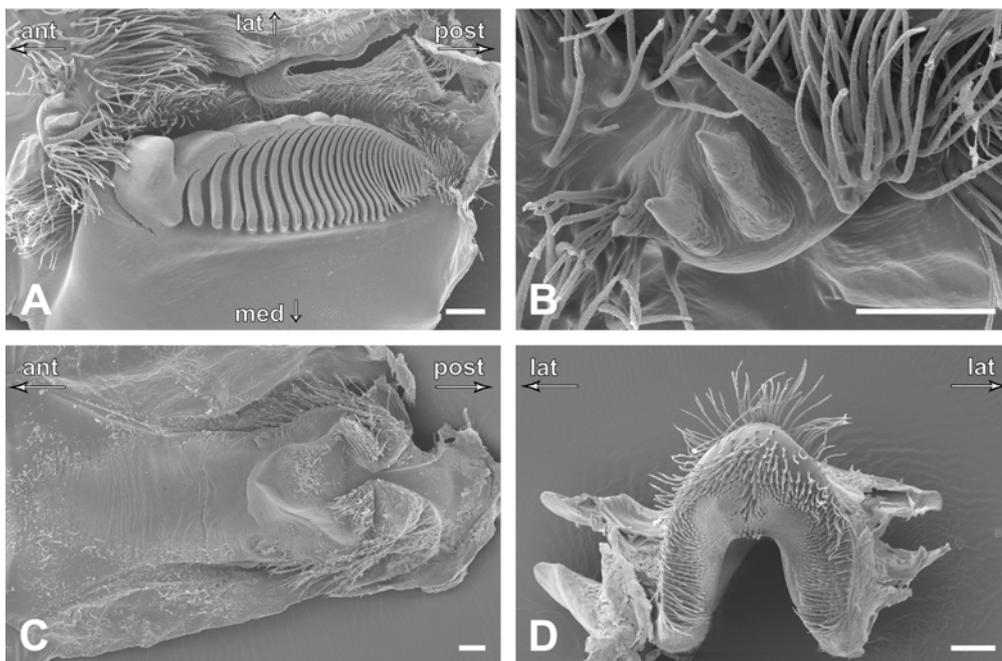


Abb. 36: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Trapezia cymodoce*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.

3.4.16 Bythrograeidae Williams, 1980

3.4.16.1 Magenossikel von *Segonzacia mesatlantica* Williams, 1988

(Abb. 37A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa ein Viertel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior ist eine dünn ausgezogene Fläche zu erkennen, welche von einem Fortsatz einer posterior folgenden Spange zum Teil getrennt wird. Antero-lateral des *mesocardiac ossicle* (I) beginnt das *ptero-cardiac ossicle* (II) und reicht bis nahe des *zygocardiac ossicle* (V). Beide Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt ca. zwei Drittel einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Das *exopyloric ossicle* (IV) ist zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V) eingebettet. Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen halbkreisförmigen Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren dem Magenlumen zugewandten Seite der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (vergl. Abb. 38A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist schwach U-förmig gebogen und besitzt ein scharfkantiges Mittelstück. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verbreitert es sich zunächst in Form eines abgerundeten seitlichen Fortsatzes. Es erreicht schließlich die Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 38C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die antero-dorsale Richtung zeigt. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite befindet sich eine Reihe von länglichen und spitz ausgezogenen zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (vergl. Abb. 38B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das langgestreckte und schmale *prepectinal ossicle* (IX), wobei dessen postero-ventraler Abschnitt nahezu 90° in Richtung des *pectinal ossicle* (VIII) abgewinkelt ist. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das ebenfalls sehr schmale *postpectinal ossicle* (X), welches ventral zu einem deutlich dreieckigen anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen ist. Neben den pektinalen

Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Seine dorsale Hälfte ist kolbenförmig verbreitert, wogegen der ventrale Abschnitt schmal ausgezogen ist. Antero-dorsal besitzt es ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zum *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird hauptsächlich durch zwei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich das unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an, welches jedoch vom posterior folgendem unpaaren *anterior inferior ossicle* (XXIII) nicht zu trennen ist und daher als Mischossikel die Bezeichnung „XVII-XXIII“ erhält.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen schließt sich das kleinflächige und vertikal stehende *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) an. Ventro-lateral erstreckt sich das schmale streifenförmige *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa), welches in posteriorer Richtung mit dem *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) verbunden ist. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), dessen antero-lateraler Rand reliefartig erhoben ist. Posterior folgend überspannt das unpaare sichelförmige *uropyloric ossicle* (XXI) die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das streifenförmige, in posteriorer Richtung schmal zulaufende *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ventro-lateral des *uropyloric ossicle* (XXI) und des *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) verläuft das *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Ein *preampullary ossicle* (XXII) ist nicht erkennbar. Postero-median des unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) liegt das bereits erwähnte Mischossikel („XVII-XXIII“). Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV)

(vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem nahezu vertikalen *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorso-medial des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, vorbei an einem ventralen Ausläufer des *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat eine nahezu dreieckige Grundform, wobei die antero-dorsal weisende Kante einen in die postero-ventrale Richtung zeigenden Halbkreis beschreibt. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich bogenförmig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ventralwärts zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-ventral hat es Kontakt zum *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Im postero-dorsalen Bereich hat es ebenfalls eine dünn ausgezogene und langgestreckte Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das streifenförmige *middle pleuropylic ossicle* (XXXII), welches in postero-dorsaler Richtung Kontakt zum *posterior pleuropylic ossicle* (XXXIII) hat.

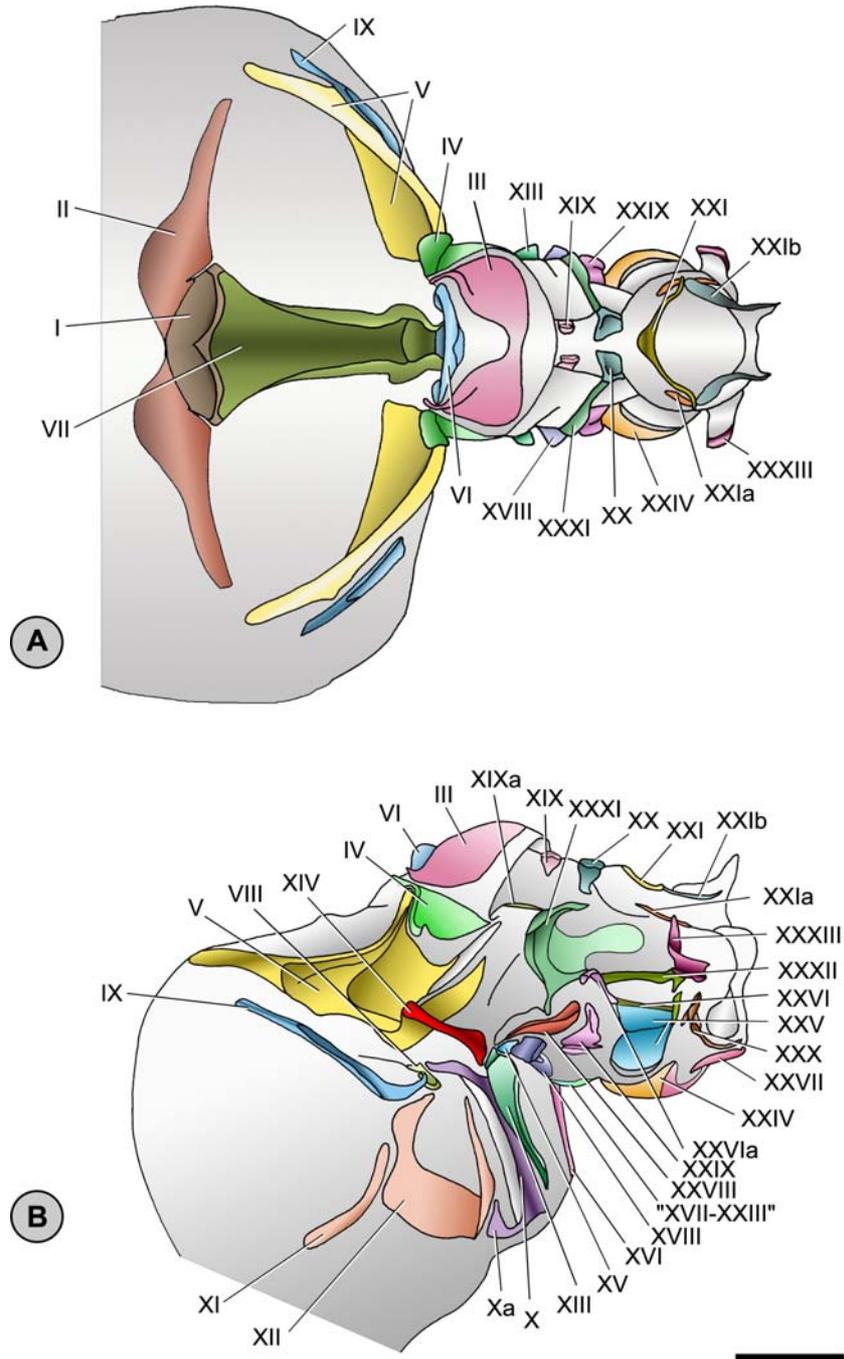


Abb. 37: Magenossikel von *Segonzacia mesatlantica*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.16.2 Magenzähne von *Austinograea alyseae* Guinot, 1990

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn ist zunächst anterior ein größerer, stark gerundeter, halbkreisförmiger Zahnhöcker zu erkennen. In posteriore Richtung schließt sich eine langgestreckte, in posteriorer Richtung spitz zulaufende Fläche an. Deren lateraler Rand ist deutlich erhoben und wird im mittleren Abschnitt von vereinzelt kleineren Höckern gesäumt. Die Fläche ist durch ca. 30 querverlaufende Einschnitte lamellenartig unterteilt (Abb. 38A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes ist eine Reihe von acht seitlich abgeflachten, langen und spitz zulaufenden zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) vorhanden (Abb. 38B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besteht aus einem dreieckig zugespitzten Zahnhöcker und einer antero-ventral davon befindlichen, querverlaufenden und vorspringenden Zahnkante. Antero-lateral dieser Strukturen ist am lateralen Rand je eine Reihe kleinerer Fortsätze zu erkennen (Abb. 38C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich V-förmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Ihr antero-dorsaler Rand ist von einem sehr dichten Borstensaum bedeckt (Abb. 38D).

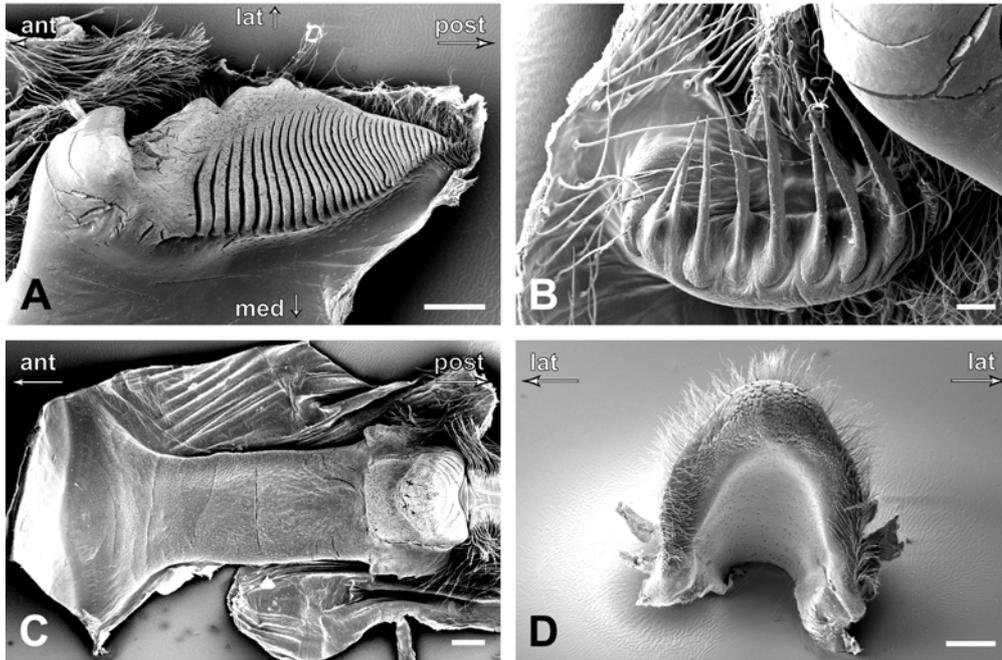


Abb. 38: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Austinograea alyseae*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: 300µm. B 100µm. C und D 300µm.

3.4.17 Cancridae Latreille, 1803

3.4.17.1 Magenossikel von *Cancer pagurus* Linnaeus, 1758

(Abb. 39A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa ein Viertel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior sind zwei dünn ausgezogene Flächen zu erkennen, welche von einem Fortsatz einer posterior folgenden Spange zum Teil getrennt werden. Antero-lateral des *mesocardiac ossicle* (I) beginnt das *ptero-cardiac ossicle* (II) und reicht bis nahe des *zygocardiac ossicle* (V). Beide Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das paarige *pyloric ossicle* (III) überdeckt ca. ein Drittel einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem paarigen *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens in posteriorer Richtung zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen halbkreisförmigen Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche

aufgespannt, an deren, dem Magenlumen zugewandten Seite, der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 40A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist schwach U-förmig gebogen und besitzt ein scharfkantiges Mittelstück. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung erweitert es sich auf eine, bis nahe des *mesocardiac ossicle* (I) gleichbleibende Breite. Anterior vergrößert es sich auf die Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 40C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die antero-dorsale Richtung weist. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite befindet sich eine Reihe von drei sehr kräftigen zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (Abb. 40B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das langgestreckte und schmale *prepectinal ossicle* (IX), welches antero-dorsal mit dem *zygocardiac ossicle* (V) verbunden ist. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das ebenfalls sehr schmale *postpectinal ossicle* (X). Dieses Ossikel ist ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsales Drittel ist kolbenförmig verbreitert, wogegen der ventrale Abschnitt schmal ausgezogen ist. Antero-dorsal besitzt es ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zum *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII) beider Seiten. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ventro-median schließt sich in posteriorer Richtung das trapezförmige *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen schließt sich nahe der Mittellinie das großflächige, in posteriorer Richtung halbkreisförmig abgerundete *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) an. Ein ventraler Ausläufer dieses Ossikels endet median des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) in einer Membraneinfaltung. Ventro-lateral des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) erstreckt sich das streifenförmige *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), dessen ventro-lateraler Fortsatz in Verbindung zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) steht. Posterior folgend überspannt das unpaare sichelförmige *uropyloric ossicle* (XXI) die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das großflächige *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ein *infra-uropyloric fragment* (XXIa) ist nicht erkennbar.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) liegt als kleine schwach kalzifizierte Scheibe zwischen dem *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) und dem *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Postero-median des *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) schließt sich das sehr schmale *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) an (ohne Abb, vergl. Abb. 2G). Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem vertikal ausgerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal des Verbindungsstückes des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und ist in posteriorer Richtung mit dem *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) verbunden. Dieses stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat die Form eines umgekehrten „S“, wobei es dorsal in die anteriore Richtung und ventral in die posteriore Richtung

zeigt. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das anterior *pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich großflächig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) zu einem schmalen Fortsatz endenden ventralen Abschnitt am *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-ventral hat es Kontakt zum *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Im postero-dorsalen Bereich hat es ebenfalls eine dünn ausgezogene langgestreckte Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das dorsal des *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) liegende streifenförmige *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII), welches in posteriorer Richtung Kontakt zu zwei Ossikeln hat (XXX und XXXIII). Das *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) setzt sich aus mehreren kleinen und schwach kalzifizierten Ossikeln zusammen.

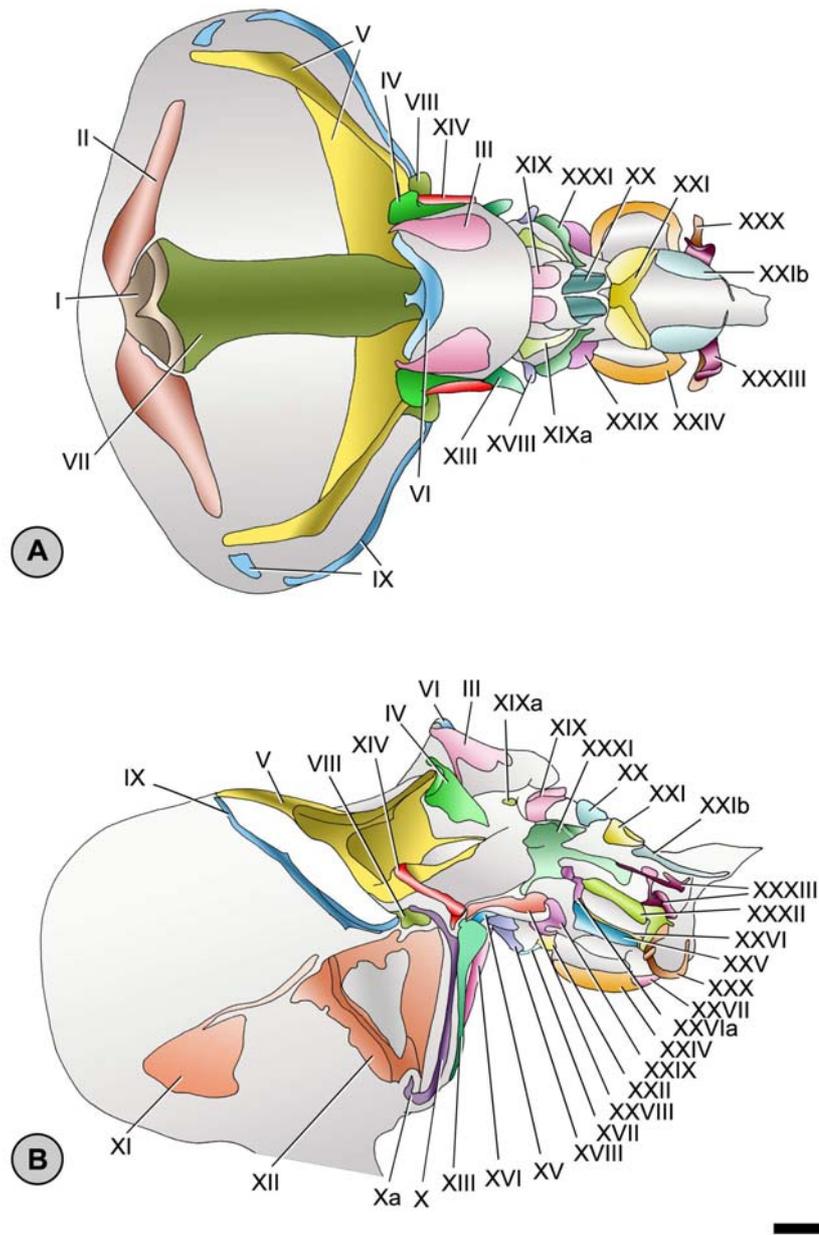


Abb. 39: Magenossikel von *Cancer pagurus*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.17.2 Magenzähne von *Cancer pagurus* Linnaeus, 1758

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn sind hauptsächlich zwei Abschnitte unterscheidbar. Anterior befindet sich ein halbkugelig abgerundeter Zahnhöcker mit einer quergestellten, dorsalen Zahnkante. Die sich posterior anschließende Furche trennt den anterioren vom posterioren Abschnitt des lateralen Zahnes. Der postero-laterale Rand trägt eine Reihe von acht kleineren Zahnhöckern. Die sich in die mediane Richtung anschließende ebene Fläche ist von ca. 20 querverlaufenden Einschnitten lamellenartig unterteilt (Abb. 40A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral des lateralen Zahnes (vergl. Abb. 40A) befinden sich auf einem leicht erhöhten Vorsprung drei sehr massiv und kegelförmig geformte zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 40B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn bzw. dessen Schnittkante ist halbkreisförmig erhobenen. Antero-ventral ist eine weitere quer-gerichtete Zahnkante zu erkennen, welche besonders im lateralen Bereich ausgeprägt ist. (Abb. 40C).

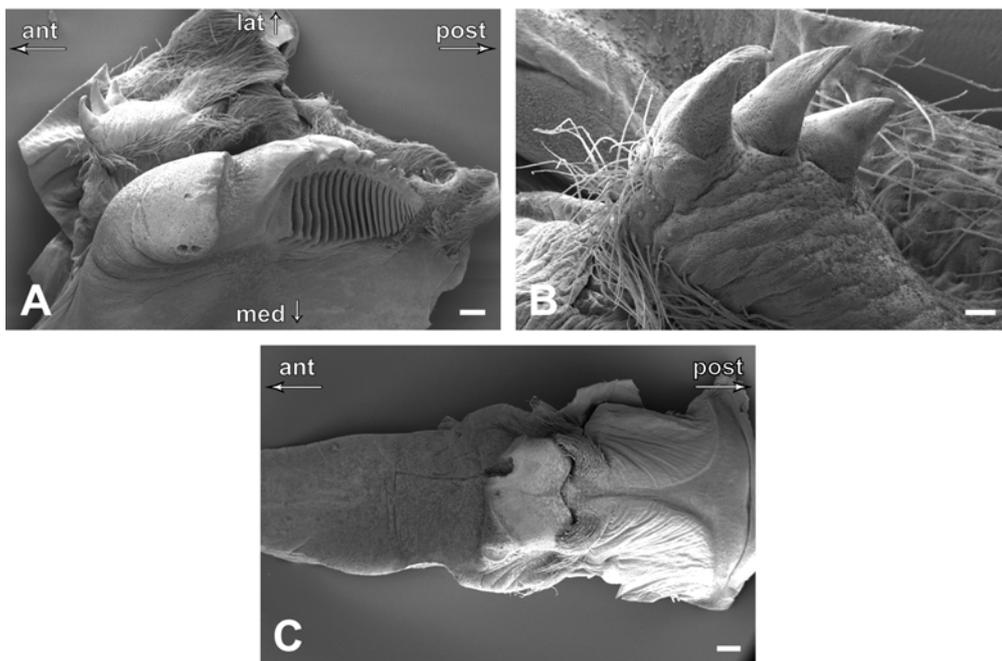


Abb. 40: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Cancer pagurus*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. Maßstab: A 300µm. B 100µm. C 300µm.

3.4.18 Majidae Samouelle, 1819

3.4.18.1 Magenossikel von *Inachus dorsettensis* (Pennant, 1777)

(Abb. 41A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) ist sehr schmal und überspannt ca. ein Fünftel der Gesamtbreite des antero-dorsalen Magensackes. Es besteht aus zwei deutlich unterscheidbaren Anteilen. Anterior ist das Ossikel dünnflächig ausgezogen und wird durch einen schmalen medianen Fortsatz einer nachfolgenden Spange fast vollständig unterteilt. Lateral schließt sich das schmale *ptero-cardiac ossicle* (II) an. Es reicht nahezu bis zum *zygocardiac ossicle* (V), berührt dies aber nicht. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt in Form eines breiten Bogens den dorsalen Übergang zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens in posteriorer Richtung zum *exopyloric ossicle* (IV) und postero-ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen beiden Schenkeln ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren - dem Magenlumen zugewandten Seite - der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 42A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) befindet sich anterior des unpaaren *pyloric ossicle* (III). Es ist um wenige Grad in die anteriore Richtung geneigt. Dessen Dorsalseite ist scharfkantig geformt. Ventral hat es Berührung zum ebenfalls unpaaren *urocardiac ossicle* (VII). Im posterioren Abschnitt hat dieses Ossikel nahezu dieselbe Breite, ähnlich der des *propyloric ossicle* (VI). In anteriorer Richtung verjüngt es sich allmählich, vergrößert sich jedoch kurz vor dem unpaaren *mesopyloric ossicle* (I) auf dessen Breite. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 42C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII), welches im Zentrum des lateralen Magensackes liegt, hat eine hufeisen-ähnliche Form mit deutlich stärker kalzifizierten Rändern, welche in dorsaler Richtung eine Öffnung bilden. Auf der – dem Magenlumen zugewandten Seite – trägt es eine Reihe von ca. sieben kurzen, wenig zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (Abb. 42B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das stark abgewinkelte *prepectinal ossicle* (IX). Dieses Ossikel reicht nur bis zum antero-ventralen Medianbereich des *zygocardiac ossicle* (V). Das *prepectinal ossicle* (IX) besitzt antero-dorsal einen hakenförmigen, kurzen Fortsatz. An das *pectinal ossicle* (VIII) schließt sich posterior das ebenfalls

stark verlängerte *postpectinal ossicle* (X), mit dem in antero-dorsaler Richtung ausgezogenem Fortsatz, dem *quill* (Xa) an. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) ist auch die posteriore Magenplatte (XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Ein separates *anterior lateral cardiac plate* (XI) ist nicht zu erkennen. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsale Hälfte ist flächig vergrößert und über ein antero-dorsales Verbindungsstück mit dem *subdentate ossicle* (XIV) verbunden. Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsal zum ventral verlaufenden Schenkel des *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine, dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten Platte mit einem zentral gelegenen, kleinen, abgerundeten Fortsatz. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-medial schließt sich eine trapezförmige, kalzifizierte Fläche an, wobei ein unpaares *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) nicht von einem ebenfalls unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) zu unterscheiden ist. Daher erhält dieses Mischossikel die Bezeichnung „XVII-XXIII“.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Das schmale *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) beginnt ventral einer Vorwölbung des *pyloric ossicle* (III) und erstreckt sich sowohl in posteriorer Richtung zum *posterior mesopyloric ossicle* (XX) als auch postero-ventralwärts zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Der anteriore Rand des *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ist reliefartig erhoben. Es hat ebenfalls über einen ventralwärts gerichteten Ausläufer Verbindung zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Im Anschluß an das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) überspannt das sichelförmige unpaare *uropyloric ossicle* (XXI) die Breite des Filtermagens. Postero-lateral befindet sich das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ein *infra-uropyloric fragment* (XXIa) ist nicht erkennbar.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) befindet sich als kleine ovale Form antero-dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV). Das bereits erwähnte Mischossikel (XVII-XXIII) schließt sich ventro-medial an das *preampullary ossicle* (XXII) an. Ein wesentlich deutlicher erkennbares Ossikel ist das

halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das schmalere *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich an den posterioren Rand des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal der Verbindung des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und dem *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) und erstreckt sich posterior als irreguläre, konkave Platte. Es berührt weiterhin einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet am *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat eine dreieckige Grundform. Es wird von einer Reihe von Ossikeln (XXII, XXV, XXV, XXVIa und XXVIII) umschlossen, berührt aber nur das zuletzt genannte. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ventralwärts zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-median ist das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) zu einer dünnen Fläche ausgezogen, welche bis in die Nähe des *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) reicht. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das als schmales Band ausgebildete *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Dorsal des *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII) befindet sich das *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII), welches wiederum das dorsalwärts liegende *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) berührt.

3.4.18.2 Magenossikel von *Hyas araneus* (Linnaeus, 1758)

Die untersuchten Magenossikel von *Hyas araneus* zeigen eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Inachus dorsettensis*. In einigen Fällen bestehen jedoch geringfügige Abweichungen. Das paarig vorliegende *pyloric ossicle* (III) ist sehr schwach kalzifiziert. Es hat die Form einer kleinen ovalen Scheibe. Die Ossikel (IV) und (V) sind voneinander nicht trennbar. Am *zygocardiac ossicle* (V) befindet sich antero-ventral ein hakenförmiger Fortsatz, welcher zum *prepectinal ossicle* (IX) gerichtet ist. Das *propyloric ossicle* (VI) ist im Vergleich zu

Inachus dorsettensis nahezu vertikal ausgerichtet. Das *pectinal ossicle* (VIII) trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite drei kurze, abgerundete Zähne (*accessory teeth*). Ventro-lateral des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) befindet sich ein schmales, streifenförmiges *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa).

3.4.18.3 Magenossikel von *Hyas coarctatus* Leach, 1815

Die untersuchten Magenossikel von *Hyas coarctatus* zeigen eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Inachus dorsettensis*. Die geringen festgestellten Unterschiede entsprechen denen von *Hyas araneus*.

3.4.18.4 Magenossikel von *Libinia dubia* H. Milne Edwards, 1834

Die untersuchten Magenossikel von *Libinia dubia* zeigen eine ähnliche Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Inachus dorsettensis*. Es sind jedoch auch bei *Libinia dubia* geringe Abweichungen zu beobachten. Das *pectinal ossicle* (VIII) trägt auf seiner dem Magenlumen zugewandten Seite vier kräftige, dreieckig-zugepitzte zusätzliche Zähne (*accessory teeth*). Das *zygocardiac ossicle* (V) besitzt gleichfalls wie in den untersuchten Exemplaren von *Hyas araneus* und *Hyas coarctatus* antero-ventral einen kurzen Fortsatz, welcher zum *prepectinal ossicle* (IX) gerichtet ist. Am dorsalen Filtermagen ist zudem ein sehr langes und schmales *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) vorhanden. Ein *preampullary ossicle* (XXII) nicht zu erkennen. Abschließend ist zu *Libinia dubia* zu bemerken, dass ventro-lateral des *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) ein schmales *infra-uropyloric fragment* (XXIa) vorhanden ist.

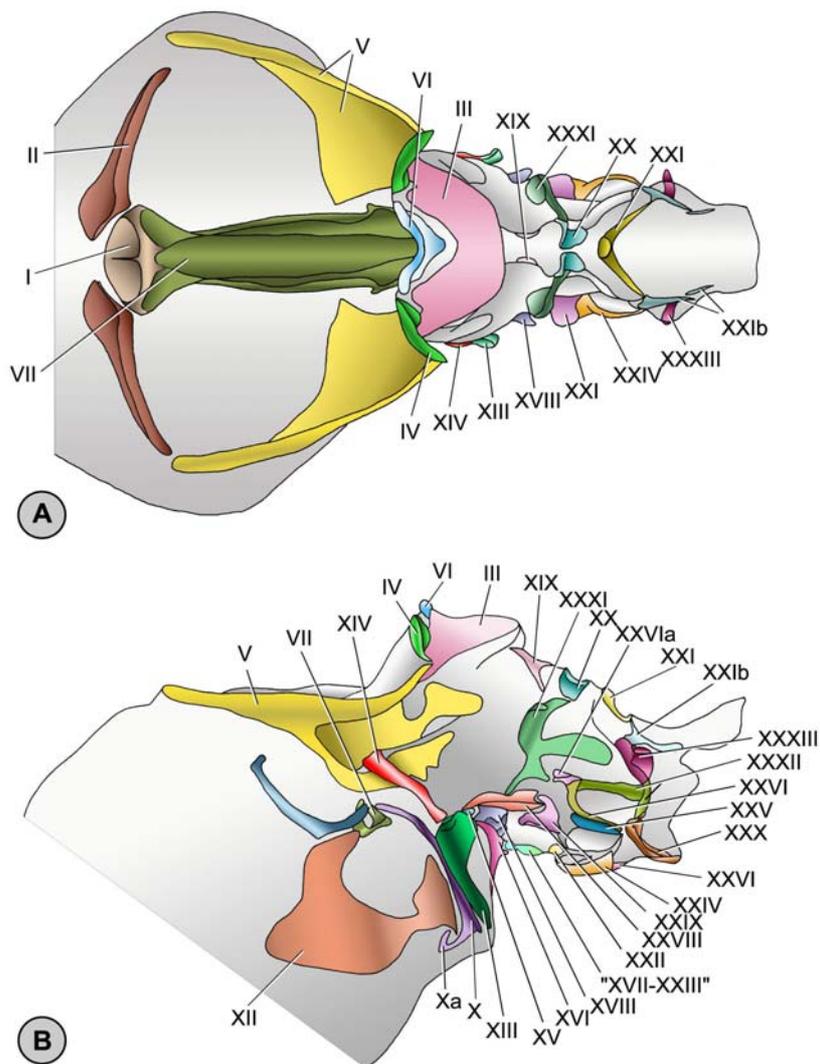


Abb. 41: Magenossikel von *Inachus dorsettensis*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.18.5 Magen­zähne von *Inachus dorsettensis* (Pennant, 1777)

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn sind drei Bereiche zu unterscheiden. Der vordere, anteriore Teil des lateralen Zahnes hat eine nahezu kreisrunde Form. Sowohl lateral als auch auf der Medianseite ist je ein großer abgerundeter Zahnhöcker erkennbar. In posteriorer Richtung schließt sich eine nahezu dreieckige und ebene Fläche an. Der hintere Teil des lateralen Zahnes ist durch eine tiefe Furche vom vorderen

Abschnitt getrennt. Er besteht im Wesentlichen aus einer Reihe von Querlamellen, welche sich über die gesamte Breite erstrecken (Abb. 42A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes ist eine Reihe von ca. sieben kurzen, wenig zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) vorhanden (Abb. 42B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn setzt sich deutlich vom *urocardiac ossicle* (VII) ab und hat eine halbkreisförmig erhobene Zahnkante. Antero-lateral inseriert auf jeder Seite des *urocardiac ossicle* (VII) je ein großer zugespitzter Fortsatz in anteriorer Richtung (Abb. 42C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Dorsal ist sie zugespitzt. Der mediane, antero-dorsale Rand ist leicht nach vorn gewölbt. Ansonsten ist die Dorsalkante von vereinzelt Borsten bedeckt (Abb. 42D).

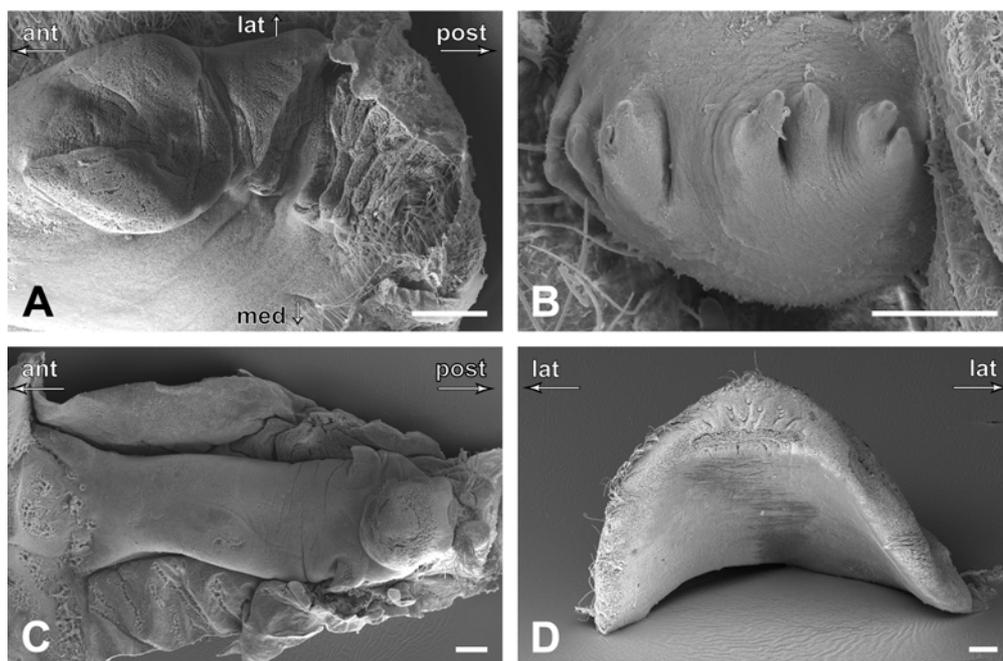


Abb. 42: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Inachus dorsettensis*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C 200µm. D 100µm.

3.4.19 Hexapodidae Miers, 1886

3.4.19.1 Magenossikel von *Hexaplax* sp.

(Abb. 43A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa ein Drittel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior ist eine dünn ausgezogene Fläche zu erkennen, welche von einem Fortsatz einer posterior folgenden Spange zum Teil getrennt wird. Antero-lateral des *mesocardiac ossicle* (I) beginnt das *ptero-cardiac ossicle* (II), welches sich in lateraler Richtung zur antero-lateralen Spitze des *zygocardiac ossicle* erstreckt, dies aber nicht berührt. Die Ossikel (I und II) sind zudem in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt fast vollständig die Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen auffälligen Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (ohne Abb.). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist gerade und abgerundet. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII), welches in anteriorer Richtung bis nahe des *mesocardiac ossicle* (I) eine konstante Breite aufweist, sich abschließend jedoch auf dessen Breite vergrößert. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (ohne Abb.).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die antero-dorsale Richtung weist. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite befindet sich eine Reihe von 5 länglichen und zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*). (ohne Abb.). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das langgestreckte und schmale *prepectinal ossicle* (IX), welches antero-dorsal über ein kleines Zwischenstück mit dem *zygocardiac ossicle* (V) verbunden ist. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das ebenfalls sehr schmale *postpectinal ossicle* (X). Dieses Ossikel ist ventral zu einem anterior gerichteten Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa)

sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dessen dorsales Drittel ist kolbenförmig verbreitert, wogegen der ventrale Abschnitt nur ca. die Hälfte der dorsalen Breite erreicht. Antero-dorsal besitzt es ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird hauptsächlich durch zwei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich eine trapezförmige, kalzifizierte Fläche an, wobei ein unpaares *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) nicht von einem ebenfalls unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) zu unterscheiden ist. Diese kalzifizierte Struktur wird daher als Mischossikel („XVII-XXIII“) angesehen.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich nahe der Mittellinie eine kleine kalzifizierte Fläche, welche als *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) bezeichnet werden kann. Ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) ist nicht erkennbar. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), dessen antero-medianer Rand das *posterior mesopyloric ossicle* (XX) der anderen Seite berührt. Ventralwärts hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare sichelförmige *uropyloric ossicle* (XXI) nahezu die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das streifenförmige *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ventro-lateral der Ossikel (XXI und XXIb) erstreckt sich ein sehr schmales *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Ein *preampullary ossicle* (XXII) ist nicht zu erkennen. Postero-median des unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) erstreckt sich das bereits erwähnte Mischossikel („XVII-XXIII“).

Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem vertikal ausgerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorso-medial des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Dieses stark kalzifizierte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) ist mit einem postero-ventral gerichteten Fortsatz mit dem *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) verbunden. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich in Form eines schmalen Streifens vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-ventral hat es Kontakt zum *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das streifenförmige *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII), welches postero-dorsal mit dem *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) verbunden ist.

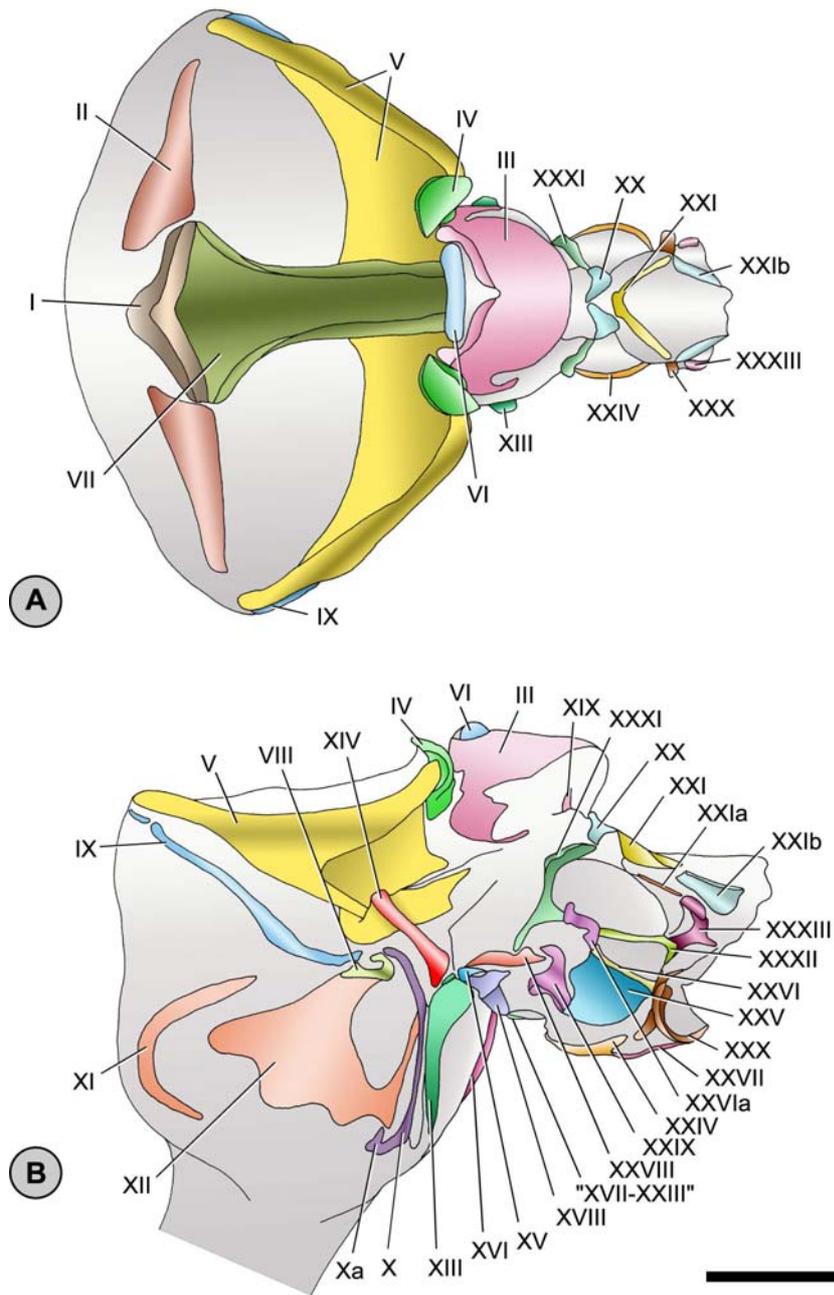


Abb. 43: Magenossikel von *Hexaplex* sp. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.19.2 Magenzähne von *Hexaplax sp.*

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn können zwei Abschnitte unterschieden werden. Anterior befindet sich ein halbkugelig abgerundeter Zahnhöcker mit einer querverlaufenden dorsalen Zahnkante. Die sich posterior anschließende Furche trennt den anterioren vom posterioren Abschnitt des lateralen Zahnes. Der posteriore Abschnitt besitzt sowohl lateral als auch median je eine Reihe von 10 querverlaufenden rippenartigen Fortsätzen. (ohne Abb.).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral des lateralen Zahnes befindet sich eine Reihe von 5 länglich zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (ohne Abb.).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn hat eine schnabelartige Grundform und ist in posteriorer Richtung leicht erhoben. Postero-lateral sind am *urocardiac ossicle* (VII), ähnlich wie am dorso-medianen Zahn von *Inachus dorsettensis*, je ein deutlicher und in anteriorer Richtung weisender lateraler Fortsatz zu erkennen (ohne Abb.).

3.4.20 Potamonautidae Bott, 1970

3.4.20.1 Magenossikel von *Potamonautes lirrangensis* (Rathbun, 1904)

(Abb. 44A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa ein Drittel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior sind zwei dünn ausgezogene Flächen zu erkennen, welche von einem anterior gerichtetem Fortsatz einer posterior folgenden Spange voneinander getrennt sind. Antero-lateral des *mesocardiac ossicle* (I) beginnt das *pterocardiac ossicle* (II), das sich lateral zur antero-lateralen Spitze des *zygocardiac ossicle* erstreckt, dies aber nicht berührt. Die Ossikel (I und II) sind zudem in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt den größten Anteil einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Der anteriore Rand dieses Ossikels ist durch eine tiefe, abgerundete und in posteriorer Richtung weisende Einkerbung charakterisiert. Das *pyloric ossicle* (III) grenzt antero-lateral an einen Bereich, welcher aufgrund seiner

Lage dem *exopyloric ossicle* (IV) entsprechen würde, aber vom *zygocardiac ossicle* (V) nicht zu trennen ist. Dieser Teil des Ossikels wird daher als Mischossikel („IV-V“) bezeichnet. Der anteriore Hauptteil dieses Ossikels ist jedoch eindeutig dem *zygocardiac ossicle* (V) zuzuordnen. In postero-ventraler Richtung erstreckt es sich zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen kleinen halbkreisförmigen Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren dem Magenlumen zugewandten Seite der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 45A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist gerade und abgerundet. Ventral berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII), welches in anteriorer Richtung bis nahe des *mesocardiac ossicle* (I) eine konstante Breite aufweist, sich abschließend jedoch auf dessen Breite vergrößert. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (ohne Abb.).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, die zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die dorsale Richtung weist. Zudem hat es einen postero-ventral gerichteten Fortsatz. Auf der dem Magenlumen zugewandten Seite befindet sich eine Reihe von 5 länglichen und zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (ohne Abb.). Anterior stößt das *pectinal ossicle* (VIII) an das langgestreckte und schmale *prepectinal ossicle* (IX), welches in seinem medianen Bereich das *zygocardiac ossicle* (V) berührt. In posteriorer Richtung fügt sich das *pectinal ossicle* (VIII) an das ebenfalls sehr schmale *postpectinal ossicle* (X). Dieses Ossikel ist ventralwärts zu einem in die anteriore und gleichzeitig posteriore Richtung weisenden Haken, dem *quill* (Xa), ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Dieses ist in den oberen zwei Dritteln stark flächig vergrößert, wogegen das ventrale Drittel relativ schmal und streifenförmig vorliegt. Antero-dorsal besitzt es ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV), welches sich antero-dorsal weiter zum *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt. Das *subdentate ossicle* (XIV) besitzt postero-ventral einen flächigen, in die posteriore Richtung weisenden Fortsatz. Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, im dorsalen Bereich median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich ein trapezförmiges unpaares *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an, welches sich deutlich vom unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) unterscheiden läßt.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich entlang der Mittellinie das unpaar vorliegende *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Antero-lateral hat es die Form einer vertikal stehenden und oval abgerundeten Fläche. Dorso-median, ist diese Fläche in posteriorer Richtung zu einen kurzen Fortsatz ausgezogen. Ventro-lateral des unpaaren *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) ist ein langgestrecktes, großflächiges *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) zu verzeichnen. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), dessen lateraler Rand reliefartig erhoben ist. Ventralwärts hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare bogenförmige *uropyloric ossicle* (XXI) nahezu die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das streifenförmige *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ein *infra-uropyloric fragment* (XXIa) ist nicht zu erkennen.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) befindet sich als viereckige Fläche postero-lateral des unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII), welches wiederum in postero-medianer Richtung mit dem unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) verbunden ist. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI), zusammen mit dem vertikal ausgerichteten *anterior process of the*

ampullary-roof-ossicle, upper portion (XXVIa), die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorso-medial des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet an einem dorsalen Fortsatz des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Dessen ventraler Rand ist deutlich aufgewölbt. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich bogenförmig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-medial hat es eine schwach-kalzifizierte, langgestreckte Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das streifenförmige *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII), welches postero-dorsal mit dem *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) verbunden ist.

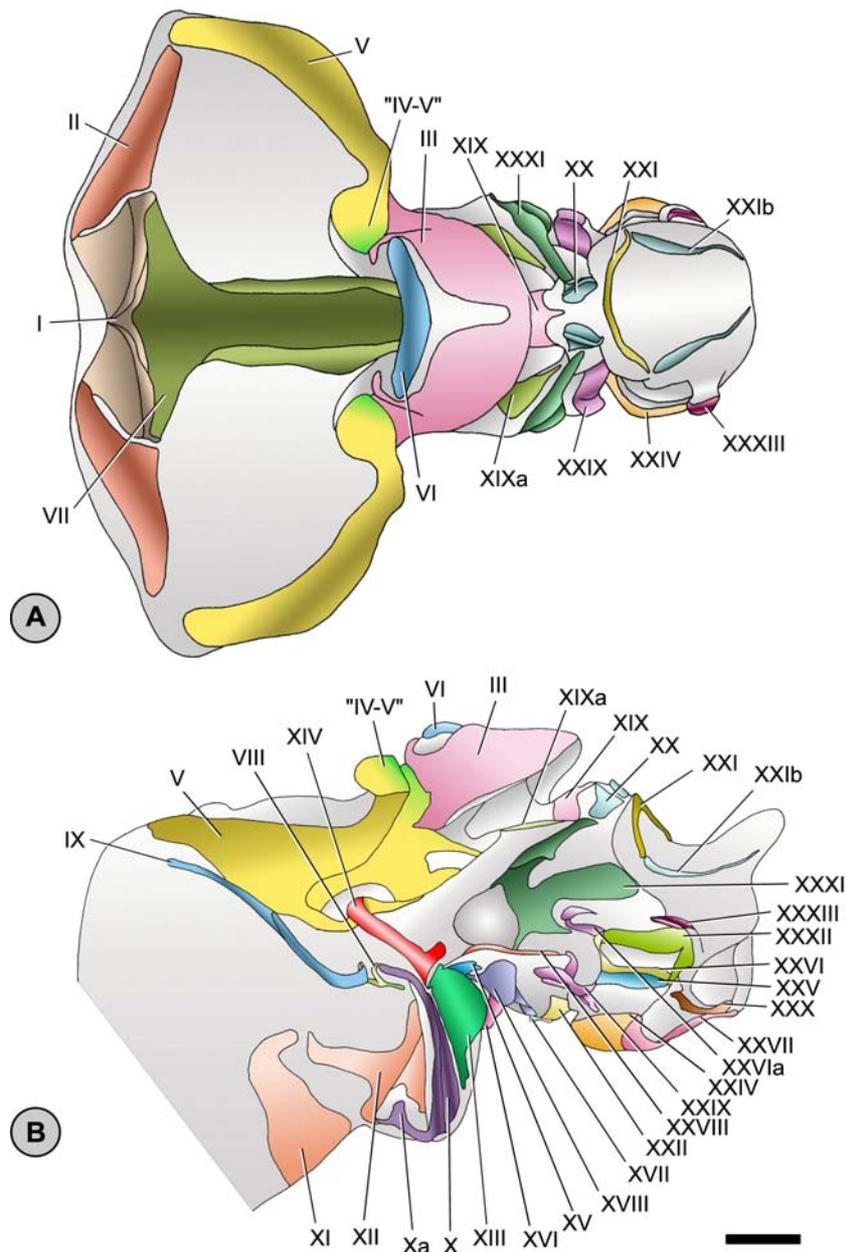


Abb. 44: Magenossikel von *Potamonautes lirrangensis*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.20.2 Magen Zähne von *Potamonautes lirrangensis* (Rathbun, 1904)

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn können zwei Abschnitte unterschieden werden. Anterior befindet sich ein halbkugelig abgerundeter Zahnhöcker. Postero-lateral schließen sich drei mittelgroße, flächige Zahnhöcker an, welche in lateraler Richtung leicht erhoben und ventralwärts nur wenig eingeschnitten

sind. Zur Medianseite erstreckt sich eine ebene Fläche, welche durch acht querverlaufende Einschnitte rippenartig unterteilt ist (Abb. 45A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral des lateralen Zahnes befindet sich eine Reihe von fünf länglich zugespitzten zusätzlichen Zähne (*accessory teeth*) (ohne Abb.).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besitzt in posteriorer Richtung zwei im Halbkreis verlaufende rippenartige Zahnhöcker. In anteriorer Richtung umfasst einer der beiden Zahnhöcker einen weiteren kreisrunden erhobenen Zahnhöcker (ohne Abb.).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig, von zahlreichen Haaren bedeckt zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Der anteriore dorso-mediane Rand trägt einen deutlichen vorspringenden Zahnhöcker. Postero-median ist eine nahezu horizontale, haarfreie Fläche zu erkennen (Abb. 45B).

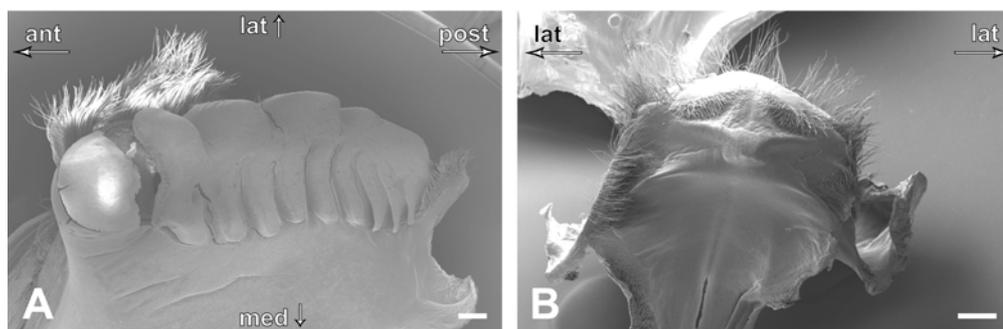


Abb. 45: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Potamonautes lirrangensis*. A lateraler Zahn. B cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 300µm, B 400µm.

3.4.21 Retroplumidae Gill, (1894)

3.4.21.1 Magenossikel von *Retropluma quadrata* Saint Laurent, 1989

(Abb. 46A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa ein Viertel der Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior sind zwei dünn ausgezogene Flächen zu erkennen, welche von einem anterior gerichteten Fortsatz einer posterior folgenden Spange voneinander getrennt werden. Das *pterocardiac ossicle* (II) beginnt nahe der anterioren Spitze des *mesocardiac ossicle* (I), verläuft bogenförmig zu dessen lateralen Rand und erstreckt sich weiter in lateraler Richtung zum *postpterocardiac ossicle* (IIb). Das *postpterocardiac ossicle* (IIb) hat eine Dreieck-ähnliche Grundform, ist jedoch in Richtung des *prepectinal ossicle* (IX) schmal ausgezogen. Die Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt den größten Anteil einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Der anteriore Rand dieses Ossikels besitzt median eine in posteriorer Richtung weisende Einkerbung. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich dorsal vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Antero-ventral weist das *zygocardiac ossicle* (V) einen deutlichen halbkreisförmigen Eindruck auf. Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 47A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist gerade und abgerundet. In ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Der postero-laterale Rand dieses Ossikels ist aufgewölbt und deutlich verbreitert. Im medianen Drittel verjüngt es sich dagegen wieder und vergrößert sich nahe des *mesocardiac ossicle* (I) auf dessen Breite. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 47C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die antero-dorsale Richtung weist. Es trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite eine Reihe von 6 länglichen und zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory*

teeth). (Abb. 47B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das schmale *prepectinal ossicle* (IX). Dessen ventrales Drittel ist ca. 90° in Richtung des *pectinal ossicle* (VIII) abgewinkelt, während die antero-dorsal gerichteten zwei Drittel in Richtung des *postpterocardiac ossicle* (IIb) bzw. *zygocardiac ossicle* (V) zeigen. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das ebenfalls sehr schmale *postpectinal ossicle* (X). Dieses Ossikel ist ventralwärts zu einem anterior weisenden Haken, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Es ist in dorsaler Richtung gleichmäßig verbreitert und besitzt antero-dorsal ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Dieses Ossikel erstreckt sich weiter dorsal zum *zygocardiac ossicle* (V). Antero-median besitzt das *subdentate ossicle* (XIV) einen kleinen antero-median gerichteten Fortsatz, welcher aufgrund seiner Ausrichtung in der Lateralansicht nicht sichtbar ist. Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird hauptsächlich durch zwei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer dünnen, zum Teil kalzifizierten und im dorsalen Bereich median gekielten Platte. Diese befindet sich zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich ein trapezförmiges unpaares *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an, welches sich deutlich vom unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) unterscheiden läßt.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich das sehr schmale und streifenförmige *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) ist nicht zu erkennen. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), dessen antero-lateraler Rand reliefartig erhoben ist. Ventralwärts hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend überspannt das unpaare, bogenförmige *uropyloric ossicle* (XXI) den größten Teil der Gesamtbreite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das zunächst großflächige, im posterioren Bereich

jedoch dünn ausgezogene *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Ventro-lateral des *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) ist ein schmales *infra-uropyloric fragment* (XXIa) vorhanden.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) befindet sich als viereckige Fläche postero-lateral des unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII), welches wiederum in postero-medianer Richtung mit dem unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) verbunden ist. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem vertikal ausgerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorso-median des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuropyloric ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) befindet sich als unregelmäßig geformte Fläche im Zentrum einer Reihe von Ossikeln (XVIII, XXII, XXV, XXVI und XXVIII), ohne diese zu berühren. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuropyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich in bogenförmig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-median hat es eine schwach-kalzifizierte, ausgezogene Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das Dreieck-ähnliche *middle pleuropyloric ossicle* (XXXII), welches in posteriorer Richtung mit dem *posterior pleuropyloric ossicle* (XXXIII) verbunden ist. Dieses Ossikel setzt sich aus mehreren kleinflächigen und dünnen Ossikeln zusammen.

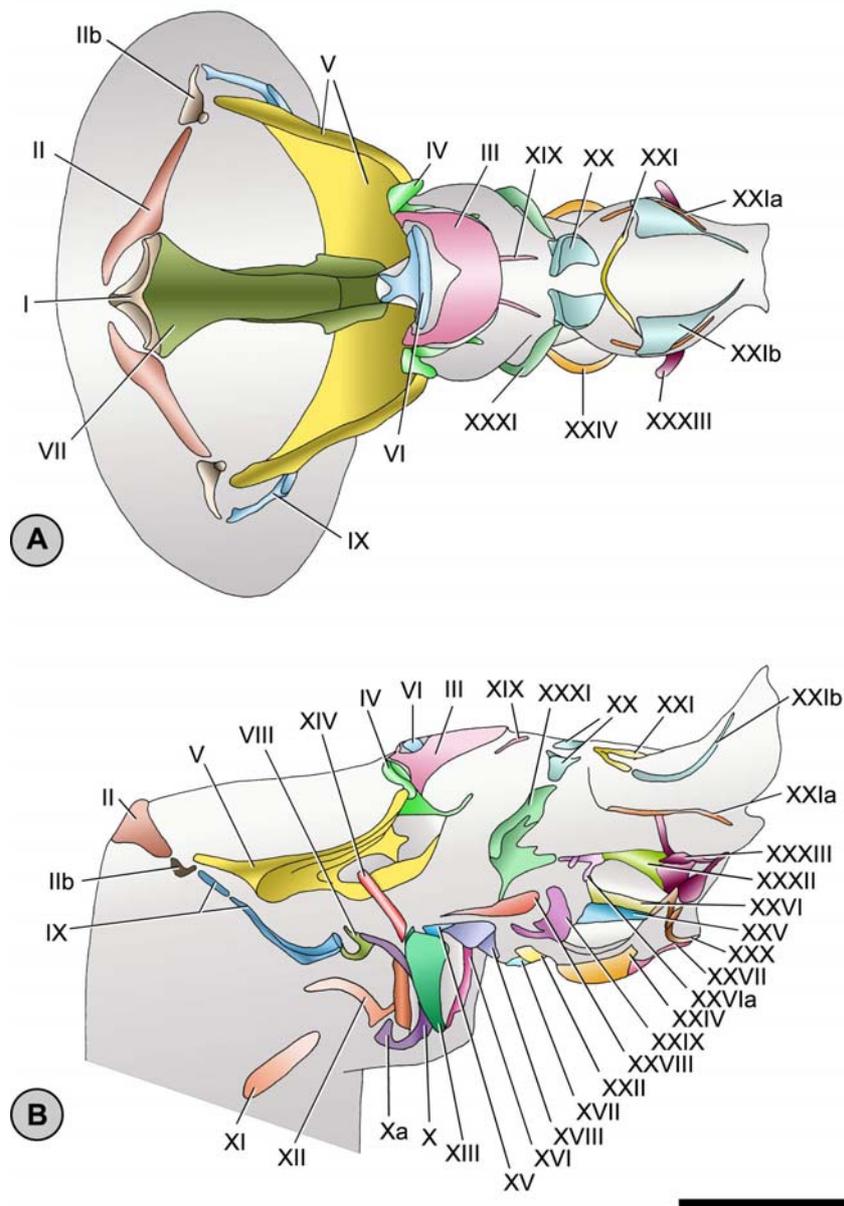


Abb. 46: Magenossikel von *Retropluma quadrata*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.21.2 Magenzähne von *Retropluma quadrata* Saint Laurent, 1989

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn können im Wesentlichen zwei Abschnitte unterschieden werden. Anterior befindet sich ein halbkugelig abgerundeter Zahnhöcker, auf dessen Dorsalseite eine querstehende Zahnkante verläuft. Postero-lateral schließen sich zwei weitere abgerundete Zahnhöcker an. Der posteriore

Abschnitt trägt lateral und median eine Reihe von rippenartigen Fortsätzen, welche vor allem auf der Medianseite des lateralen Zahnes dorsalwärts gebogen sind. Die einzelnen Fortsätze sind in einem, ihren eigenen Durchmesser entsprechenden Abstand, zueinander angeordnet (Abb. 47A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral des lateralen Zahnes befindet sich eine Reihe von sechs dornenartig zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (Abb. 47B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn ist im Bereich der querverlaufenden und bogenförmigen Zahnkante deutlich erhoben. In anteriorer Richtung schließt sich am lateralen Rand des *urocardiac ossicle* (VII) je ein dreieckig zugespitzter Fortsatz an, welcher in die anteriore Richtung weist (Abb. 47C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich U-förmig, von zahlreichen Haaren bedeckt, zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen (Abb. 47D).

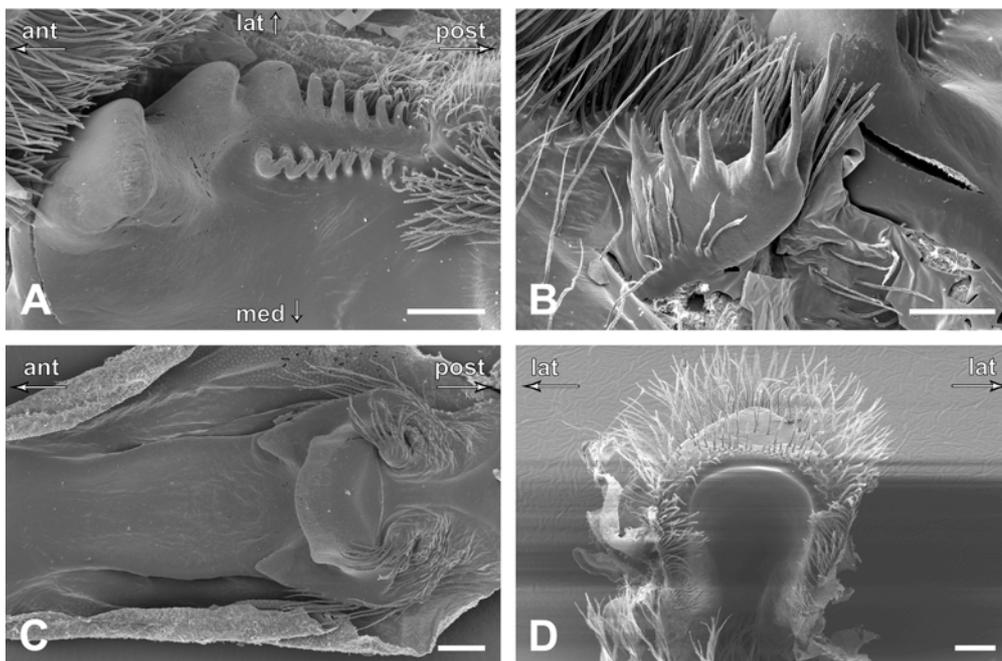


Abb. 47: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Retropluma quadrata*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.

3.4.22 Palicidae Bouvier, 1897

3.4.22.1 Magenossikel von *Crossotonotus compressipes* Milne Edwards, 1873

(Abb. 48A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) ist etwa so breit wie ein Drittel des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior sind zwei schwach kalzifizierte Flächen zu erkennen, welche von einem anterior gerichteten Fortsatz einer posterior folgenden Spange voneinander getrennt werden. Das *ptero-cardiac ossicle* (II) schließt sich an den antero-lateralen Rand des *mesocardiac ossicle* (I) an. Lateral erstreckt es sich in Richtung des *postptero-cardiac ossicle* (IIb), ohne dieses zu berühren. Das aus drei Fortsätzen bestehende *postptero-cardiac ossicle* (IIb) verbindet drei cardiale Ossikel miteinander (II, V und IX). Die Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt den größten Anteil einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Der anteriore Rand dieses Ossikels besitzt median eine in posteriorer Richtung weisende Einkerbung. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich dorsal vom antero-lateralen Rand des Kaumagens in posteriorer Richtung zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (vergl. Abb. 49A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist ca. 10° in die posteriore Richtung geneigt. Dessen dorsaler Rand ist gerade und abgerundet. In ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII), welches bis in die Nähe des *mesocardiac ossicle* (I) eine gleichmäßige Breite aufweist. Im anterioren Drittel verjüngt es sich zunächst, vergrößert sich aber abschließend auf die Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Der gesamte laterale Rand des *urocardiac ossicle* (VII) ist deutlich erhoben. Zusätzlich hat das Ossikel im medianen Abschnitt eine konvexe Aufwölbung. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 49C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat die Form eines Hufeisens, dessen Öffnung in die antero-dorsale Richtung weist. Es trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite fünf im Halbkreis angeordnete, zugespitzte, zusätzliche Zähne (*accessory teeth*).

(Abb. 49B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das schmale, bogenförmige *prepectinal ossicle* (IX). Es besitzt ventro-median einen charakteristischen, zur posterioren Magenplatte weisenden Hacken. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das *postpectinal ossicle* (X). Dieses Ossikel ist ventralwärts zu einem anterior gerichteten Fortsatz, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich posterior parallel an das *postpectinal ossicle* (X) an. Es verbreitert sich in dorsaler Richtung gleichmäßig und besitzt antero-dorsal ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Dieses Ossikel erstreckt sich weiter dorsal zum *zygocardiac ossicle* (V). Antero-median besitzt das *subdentate ossicle* (XIV) einen deutlichen antero-median gerichteten Fortsatz. Posterior des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird durch zwei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten, median gekielten Platte zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich eine trapezförmige, kalzifizierte Fläche an, wobei ein unpaares *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) von einem ebenfalls unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) nicht zu unterscheiden ist und daher als Mischossikel die Bezeichnung „XVII-XXIII“ erhält.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich das streifenförmige und unpaare *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Ventro-lateral bzw. unterhalb der oben genannten Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich ein flächiges, streifenförmiges *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX). Es erstreckt sich vom unpaaren *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) fast ausschließlich in die laterale Richtung. Ventralwärts hat es eine Verbindung zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). Posterior folgend, überspannt das unpaare bogenförmige *uropyloric ossicle* (XXI) den größten Teil der Gesamtbreite des dorsalen Filtermagens. Es berührt postero-lateral das sehr schmale und streifenförmige *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Antero-ventral des

uropyloric ossicle (XXI) und des *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) befindet sich ein ebenfalls sehr schmales und in die postero-ventrale Richtung weisendes *infra-uropyloric fragment* (XXIa)

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) befindet sich als dreieckige Fläche postero-lateral des Mischossikels „XVII-XXIII“. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem vertikal ausgerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens ausmacht. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorso-median des *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuropyloric ossicle* (XXXI) und endet antero-dorsal am *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das unregelmäßig geformte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) erstreckt sich vom dorsal liegenden Ossikel (XXVIII) ventralwärts zum *preampullary ossicle* (XXII). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuropyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich in einer Geraden vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Der antero-dorsale Rand dieses Ossikels ist deutlich reliefartig erhoben. Postero-median befindet sich am Ossikel eine schwach-kalzifizierte, ausgezogene Fläche, welche in posteriorer Richtung bis zu den Ossikeln (XXXII und XXXIII) heranreicht. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das streifenförmige *middle pleuropyloric ossicle* (XXXII), welches in posteriorer Richtung zu einer vertikal stehenden, dreieckigen Fläche vergrößert ist. Das bereits oben erwähnte *posterior mesopyloric ossicle* (XXXIII) liegt in Form eines kurzen schmalen Streifens vor.

3.4.22.2 Magenossikel von *Pseudopalicus declivis* Castro, 2001

Die untersuchten Magenossikel von *Pseudopalicus declivis* zeigen eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Crossotonotus compressipes*.

3.4.22.3 Magenossikel von *Parapalicus clinodentatus* Castro, 2000

Die untersuchten Magenossikel von *Parapalicus clinodentatus* zeigen eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Crossotonotus compressipes*.

3.4.22.4 Magenossikel von *Micropalicus vietnamensis* (Zarenkov, 1968)

Die untersuchten Magenossikel von *Micropalicus vietnamensis* zeigen eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Crossotonotus compressipes*.

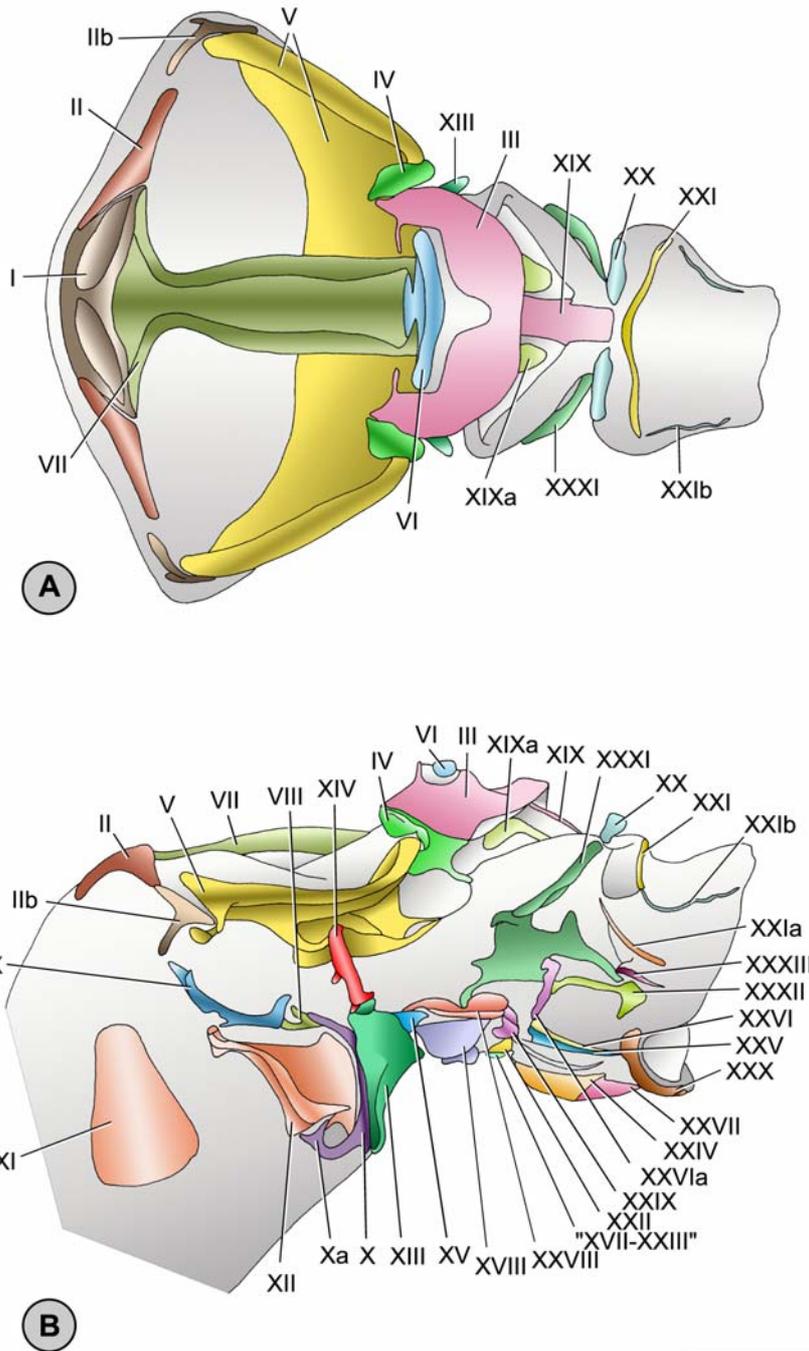


Abb. 48: Magenossikel von *Crossotonotus compressipes*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.22.5 Magenzähne von *Pseudopalicus declivis* Castro, 2001

Lateraler Zahn

Am lateralen Zahn sind im Wesentlichen drei Zahnhöcker zu erkennen, welche oberflächlich tiefe Einkerbungen aufweisen. Der anterior befindliche Zahnhöcker ist durch eine querverlaufende Furche vom median nachfolgenden Zahnhöcker getrennt (Abb. 49A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral des lateralen Zahnes befinden sich fünf halbkreisförmig angeordnete zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 49B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn hat eine trapezoide Grundform mit zwei deutlich erhobenen, querstehenden Zahnkanten. Die anterior gerichtete Zahnkante ist wellenförmig geschwungen und weist zudem lateral eine ausgezogenen Fortsatz auf (Abb. 49C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich V-förmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Borstenartige Haare befinden sich vorwiegend am postero-dorsalen Bereich der cardio-pylorikalen Klappe (Abb. 49D).

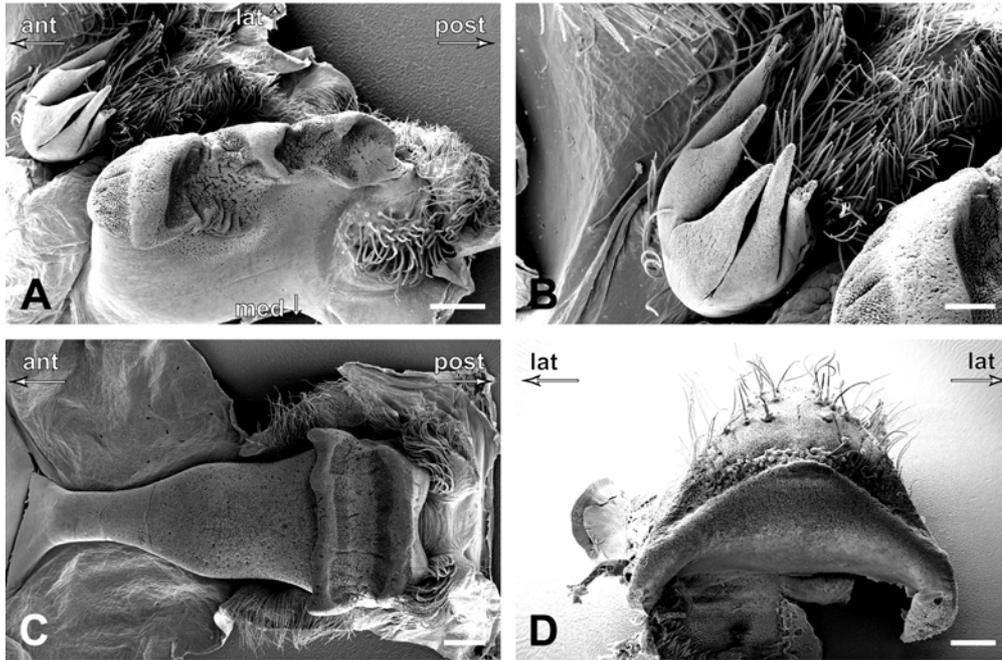


Abb. 49: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Pseudopalicus declivis*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.

3.4.23 Pinnotheridae de Haan, 1833

3.4.23.1 Magenossikel von *Pinnotheres villosulus* Guerin, 1830

(Abb. 50A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa die Hälfte der Gesamtbreite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Anterior ist eine relativ breite Fläche zu erkennen, welche anterior durch einen Einschnitt zum Teil getrennt ist. In posteriorer Richtung schließt sich ein bogenförmig-geschwungener, erhobener Rand an. Das *pterocardiac ossicle* (II) ist mit dem gesamten antero-lateralen Rand des *mesocardiac ossicle* (I) verbunden. In lateraler Richtung erstreckt es sich in Form zweier Fortsätze, sowohl zum *prepectinal ossicle* (IX), als auch zum *zygocardiac ossicle* (V). Die Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt als schmales Band nahezu den gesamten Anteil einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Ein antero-dorsal gerichteter abgerundeter Fortsatz dieses Ossikels reicht bis zum anterioren Beginn des *exopyloric ossicle* (IV) und begrenzt gleichzeitig die laterale Ausdehnung des *propyloric ossicle* (VI). Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem

unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich dorsal vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 51A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist ca. 45° in die posteriore Richtung geneigt. Dessen dorsaler Rand ist gerade und abgerundet. In ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Der gesamte laterale Rand dieses Ossikels ist aufgewölbt. Im medianen Abschnitt nähern sich diese Ränder der Mittellinie, jedoch ohne sich zu berühren. Das Ossikel ähnelt einem unregelmäßig breiten Streifen, vergrößert sich am *mesocardiac ossicle* (I) aber deutlich auf dessen Breite. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 51C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat eine ringförmige Gestalt. Dessen dorsal verlaufender Rand ist charakteristisch eingerollt. Das Ossikel trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite eine Reihe von ca. acht länglichen und in die dorsale Richtung gebogenen zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*). (Abb. 51B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das schmale *prepectinal ossicle* (IX). In seinem medianen Drittel ist es deutlich verbreitert und besitzt ventro-median einen auffälligen Haken. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das ebenfalls sehr schmale *postpectinal ossicle* (X). Dieses Ossikel ist ventralwärts nahezu 320° eingerollt, sodaß das ventrale Ende dieses Ossikels in die postero-dorsale Richtung weist. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich, wobei dem sehr kleinflächigen Ossikel (XI) mit Sicherheit eine kleinere Bedeutung zukommt. Posterior des *postpectinal ossicle* (X) schließt sich parallel das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) an. Dessen obere zwei Drittel haben in etwa die gleiche Breite, nur das ventrale Drittel verjüngt sich keilförmig ventralwärts. Dorsalwärts besitzt das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) ein deutliches Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV), welches im geringen Maße in die posteriore Richtung ausgezogen ist. Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Antero-median besitzt das *subdentate ossicle* (XIV) einen kleinen antero-median gerichteten Fortsatz. Postero-dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten Fläche zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich eine trapezförmige, kalzifizierte Fläche an, wobei ein unpaares *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) von einem ebenfalls unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) nicht zu unterscheiden ist. Daher erhält dieses Mischossikel die Bezeichnung („XVII-XXIII“).

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich das *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) in Form eines Paares schmaler Streifen, welche in posteriorer Richtung zu einer ovalen, vertikal stehenden Fläche vergrößert sind. Ventro-lateral des Ossikels (XIX) erstreckt sich ein horizontales und flächiges *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), dessen antero-lateraler Rand reliefartig erhoben ist. Ventralwärts hat es über einen zugespitzten Fortsatz eine Verbindung zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). In posteriorer Richtung folgt dem *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ein Mischossikel, bei dem das *uropyloric ossicle* (XXI) vom *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) nicht zu trennen ist („XXI-XXIb“). Besonders auffällig ist der schmale mediane Streifen. Die lateralen Streifen sind stark verlängert und reichen bis nahe der postero-dorsalen Begrenzung des Filtermagens. Ventro-lateral des *posterior mesopyloric ossicle* (XX) erstreckt sich ein kleines, nahezu dorso-ventral verlaufendes *infra-uropyloric fragment* (XXIa).

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das *preampullary ossicle* (XXII) befindet sich in Form einer großflächigen ovalen Scheibe postero-lateral des Mischossikels („XVII-XXIII“). Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) die seitliche

Abgrenzung des Filtermagens bildet. Ein *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) ist nicht zu erkennen. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) fügt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal der Verbindung zwischen dem *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und dem *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, vorbei an einem ventralen Ausläufer des *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI) und endet am anterioren Rand des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das nahezu rechteckige *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) ist ventralwärts über einen Fortsatz mit dem *preampullary ossicle* (XXII) verbunden. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich bogenförmig vom *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) und vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-median hat es eine langgestreckte und schwach-kalzifizierte Fläche. Ein postero-ventraler Fortsatz hat zudem Kontakt zum *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI). Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das *middle pleuropylic ossicle* (XXXII). Dieses Ossikel ist antero-ventral großflächig mit dem *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) und in postero-ventraler Richtung mit dem *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) verbunden. Antero-dorsal des *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) befinden sich zwei weitere kalzifizierte Flächen, welche als *posterior pleuropylic ossicle* (XXXIII) zusammengefasst werden.

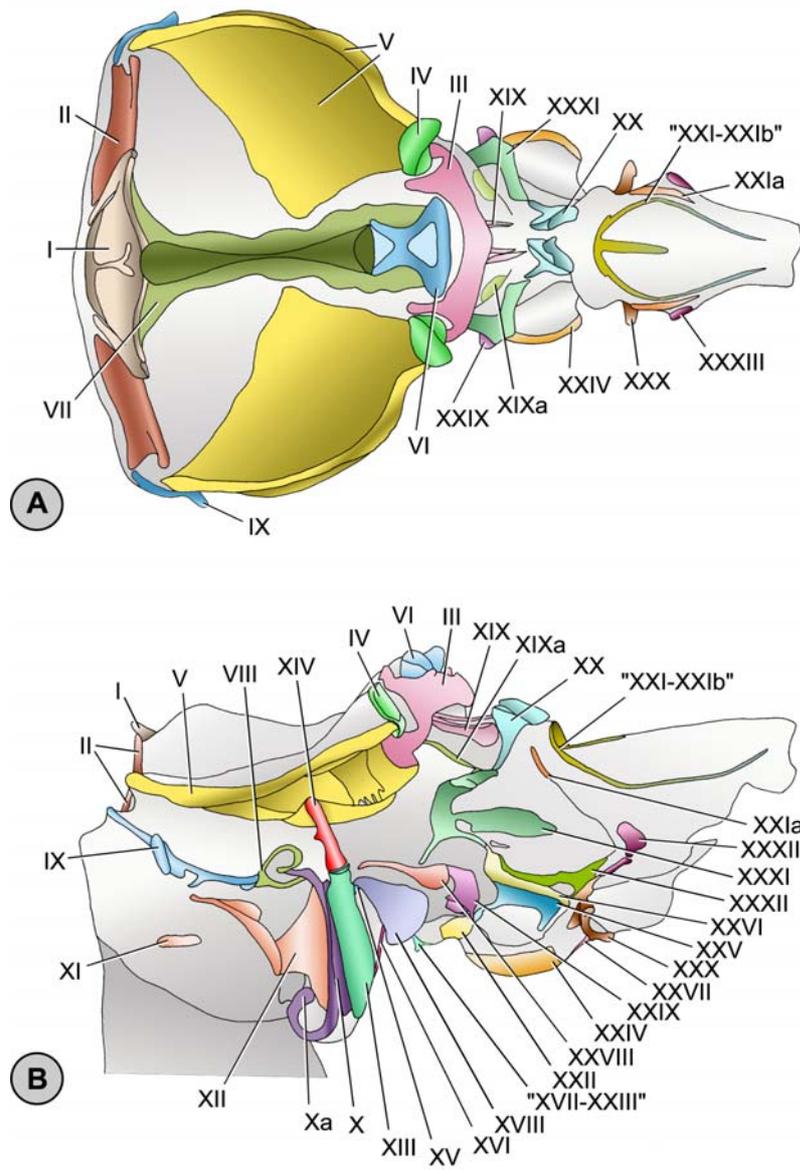


Abb. 50: Magenossikel von *Pinnotheres villosulus*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.23.2 Magenzähne von *Pinnotheres villosulus* Guerin, 1830

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht hauptsächlich aus einer großen ovalen, leicht konkav geformten Fläche. Mit Ausnahme eines kurzen anterioren Abschnittes, ist der gesamte mediane Rand durch ca. 15 tiefe Einschnitte gekennzeichnet, welche bis nahe des lateralen Randes reichen. Dadurch erhält die Zahnoberfläche eine lamellenartige Strukturierung (Abb. 51A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes befindet sich eine Reihe von acht zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*). Diese sind länglich zugespitzt und in die dorsale Richtung gebogen (Abb. 51B).

Dorso-medianer Zahn

Im posterioren Abschnitt des dorso-medianen Zahnes erhebt sich schnabelartig ein stark abgerundeter Zahnhöcker, welcher in anteriorer Richtung bis auf das Niveau des *urocardiac ossicle* (VII) abgesenkt ist. Die antero-lateralen Ränder dieses Zahnhöckers sind zu je einem kleinen dreieckig zugespitzten und in die anteriore Richtung weisenden Fortsatz ausgezogen. Zusätzlich ist der folgende laterale Rand im medianaen Bereich des Ossikels erhoben und abgerundet (Abb. 51C).

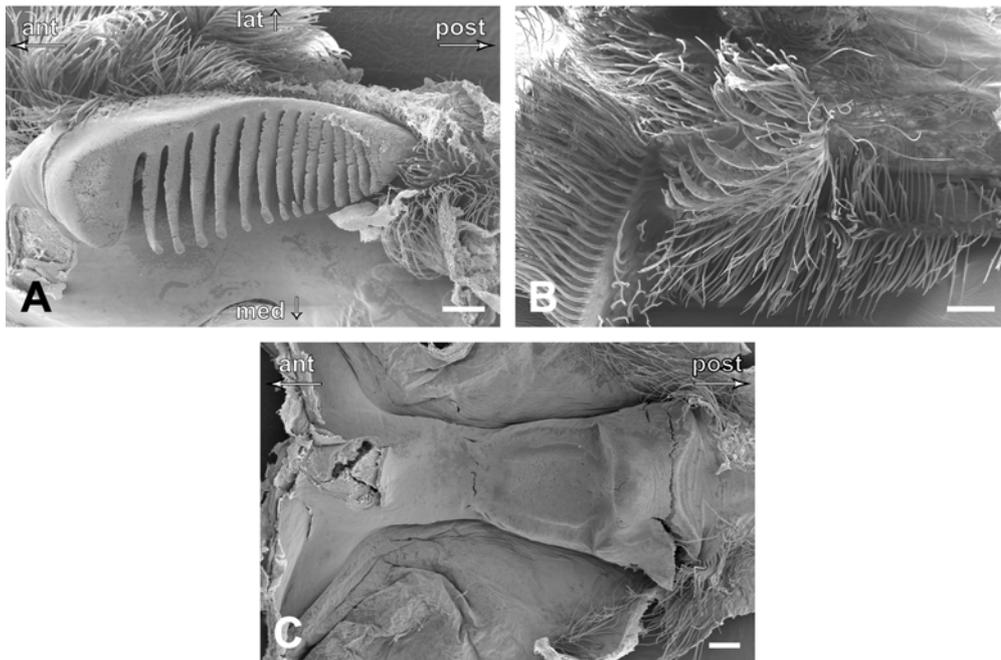


Abb. 51: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Pinnotheres vilosulus*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. Maßstab: A bis C 100µm.

3.4.24 Ocypodidae Rafinesque, 1815

3.4.24.1 Magenossikel von *Ocypode gaudichaudi* Milne Edwards und Lucas, 1843

(Abb. 52A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa ein Drittel der Gesamtbreite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. In anteriorer Richtung ist eine dünn ausgezogene Fläche zu erkennen, welche durch einen anterior gerichteten Fortsatz einer nachfolgenden Spange nahezu vollständig getrennt wird. Das *ptero-cardiac ossicle* (II) ist mit dem gesamten antero-lateralen Rand des *mesocardiac ossicle* (I) verbunden. In lateraler Richtung erstreckt es sich zum postero-medianen Rand des *postptero-cardiac ossicle* (IIb). Die Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt den größten Anteil einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Dessen anteriorer Rand weist median eine tiefe Einkerbung auf, welche bis nahe des posterioren Randes reicht. Antero-lateral besitzt das unpaare *pyloric ossicle* (III) je einen median gerichteten Fortsatz, mit dem es das *propyloric ossicle* (VI) umschließt. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich dorsal vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (vergl. Abb. 53A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist um wenige Grad in die posteriore Richtung geneigt. Dessen dorsaler Rand ist leicht gebogen und abgerundet. In ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). Es ist bis nahe zum *mesocardiac ossicle* (I) schmaler und vergrößert sich dann auf dessen Breite. Auffallend, und bisher nur bei Vertretern der Gattung *Ocypode* zu beobachten, ist eine ovale nichtkalzifizierte Öffnung im antero-medianen Abschnitt des unpaaren *urocardiac ossicle* (VII). Ein weiteres Merkmal dieses Ossikels ist der deutlich aufgewölbte laterale Rand. Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 53C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das *pectinal ossicle* (VIII) hat ringförmige Gestalt. Es trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite eine Reihe von ca. 13 länglich

zugespitzten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (vergl. Abb. 53B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) ein in die dorsale Richtung stark verlängertes *prepectinal ossicle* (IX). Dessen bogenförmige dorsale Hälfte ist lateral weit ausladend und reicht nahe an das *postptero-cardiac ossicle* (IIb) heran. Die ventrale Hälfte ist deutlich verbreitert und besitzt postero-ventral eine hakenförmige Struktur. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das sehr schmale und weitgehend gerade verlaufende *postpectinal ossicle* (X), welches antero-ventral ebenfalls zu einem quill (Xa) ausgezogen ist. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Posterior des *postpectinal ossicle* (X) schließt sich parallel das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) an. Im Gegensatz zur nadelförmig ausgezogenen ventralen Hälfte, ist die dorsale Hälfte des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) flächig vergrößert und hat eine lang-ovale Form. Postero-dorsal besitzt das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) ein dreieckiges, in die posteriore Richtung weisendes Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Postero-ventral des Verbindungsstückes des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) schließt sich das sehr kleine *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einem median verlaufenden Kiel, an den sich ventral eine V-förmige, schwach kalzifizierte Fläche anschließt. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median folgt das trapezförmige unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII).

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Ventro-lateral der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich das *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) in Form einer dreieckigen Fläche. Dessen dorso-medianer Fortsatz nähert sich der Mittellinie. Ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) ist nicht erkennbar. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX). Es erstreckt sich weitgehend streifenförmig nahe der Mittellinie. Ventro-lateral hat es Kontakt zum *anterior pleuropyloric ossicle* (XXXI). In posteriorer Richtung folgt dem *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ein X-förmiges, unpaares *uropyloric ossicle* (XXI), wobei der posteriore bogenförmige Teil dieses Ossikels in etwa die Gesamtbreite des dorsalen Filtermagens überspannt. Dagegen ist der in die anteriore Richtung weisende, ebenfalls bogenförmige Anteil

wesentlich kleiner und verbindet die *posterior mesopyloric ossicles* (XX). Postero-lateral des *uropyloric ossicle* (XXI) schließt sich ein langgestrecktes, posterior zugespitztes *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) an. Ein *infra-uropyloric fragment* (XXIa) ist nicht zu erkennen.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das relativ kleinflächige *preampullary ossicle* (XXII) befindet sich postero-lateral des unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII), welches wiederum postero-median mit dem sehr schmalen, unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) verbunden ist. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie, zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite, eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle. Das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) bildet zusammen mit dem in die anteriore Richtung geneigten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal der Verbindung zwischen dem *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) und dem unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet am antero-dorsalen Rand des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das L-förmige *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) ist postero-ventral mit dem *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) verbunden. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich bogenförmig vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-median hat es eine langgestreckte schwach-kalzifizierte, ausgezogene Fläche. Ein postero-ventraler Fortsatz hat zudem Kontakt zum *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI). Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Es erstreckt sich von der Verbindung des *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zu dessen anterioren Fortsatz (XXVIa) in

posteriorer Richtung zum *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII). Das *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) setzt sich im Wesentlichen aus drei schmalen und streifenförmigen, kalzifizierten Strukturen zusammen.

3.4.24.2 Magenossikel von *Ocypode cursor* (Linnaeus, 1758)

Die untersuchten Magenossikel von *Ocypode cursor* zeigen eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Ocypode gaudichaudi*.

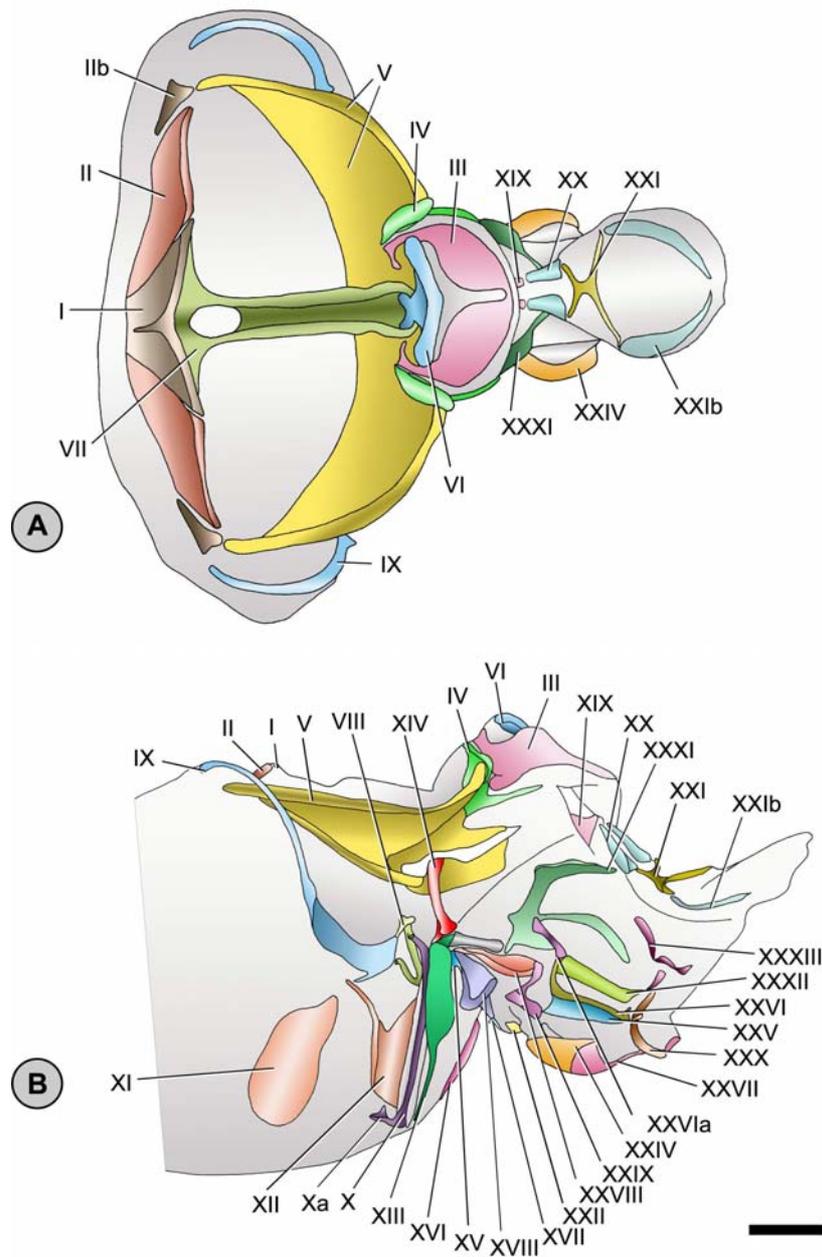


Abb. 52: Magenossikel von *Ocypode gaudichaudi*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.24.3 Magenzähne von *Ocypode cursor* (Linnaeus, 1758)

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besitzt einen anterioren, abgerundeten Zahnhöcker. Der postero-lateral folgende Rand wird zunächst durch vier breite Einschnitte in drei kleinere Zahnhöcker unterteilt, abschließend fügt sich ein relativ gerader und abgerundeter Rand an. Der postero-mediane Rand, einschließlich der Zahnoberfläche, welche sich an den ersten anterioren Zahnhöcker anschließt, ist durch ca. 18 querverlaufende Einschnitte lamellenartig unterteilt. Zudem sind die Lamellen am medianen Rand dorsalwärts gebogen (Abb. 53A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral und in einem Winkel von nahezu 90° zum lateralen Zahn befindet sich eine Reihe von ca. 13 länglichen und distal zugespitzten zusätzlichen Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 53B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besteht im Wesentlichen aus zwei Zahnhöckern, wobei der posteriore eher eine Rechteck-ähnliche Gestalt besitzt, im Gegensatz zu einer dreieckigen Grundform des posterioren Zahnhöckers (Abb. 53C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich V-förmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Antero-median ist am dorsalen Rand ein deutlich vorstehender zahnartiger Fortsatz zu erkennen. In die posteriore Richtung schließt sich eine nahezu horizontale, konvex geformte und borstenfreie Fläche an. Deren postero-lateraler Rand trägt eine Reihe an kurzen stachelartigen Fortsätzen, welche distal porenähnliche Vertiefungen aufweisen (Abb. 53D).

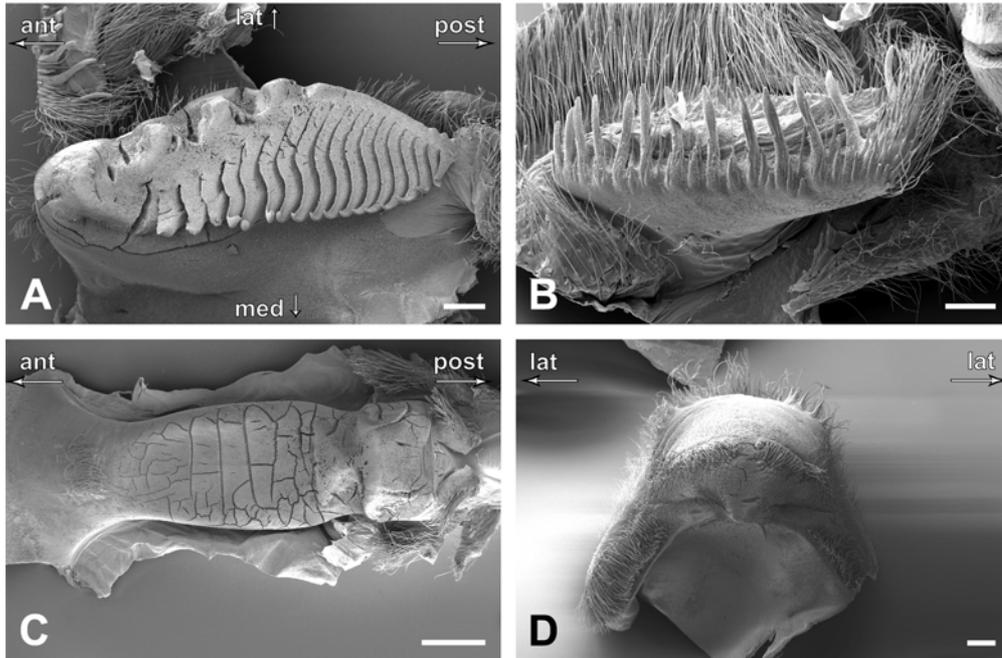


Abb. 53: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Ocypode cursor*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 400µm. B 300µm. C 1mm. D 300µm.

3.4.24.4 Magenossikel von *Minuca rapax* (Smith, 1870)

(Abb. 54A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) hat in etwa die Hälfte der Gesamtbreite des antero-dorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus drei Anteilen zusammen. In anteriorer Richtung ist eine dünn ausgezogene Fläche zu erkennen, welche durch einen anterior vorgewölbten Rand einer posterior folgenden Spange nahezu vollständig getrennt wird. Antero-lateral schließt sich eine weitere streifenförmige, kalzifizierte Struktur an, welche zum unpaaren *mesocardiac ossicle* gezählt wird. Das *ptero-cardiac ossicle* (II) ist nahezu mit dem gesamten antero-lateralen Rand des *mesocardiac ossicle* (I) verbunden. In lateraler Richtung erstreckt es sich in Form zweier Fortsätze sowohl zum *prepectinal ossicle* (IX), als auch zum *zygocardiac ossicle* (V). Zwischen diesen Fortsätzen ist eine weniger kalzifizierte Fläche zu erkennen. Die Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt den größten Anteil einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Dessen anteriorer Rand weist median eine tiefe Einkerbung auf, welche bis nahe des posterioren Randes reicht. Antero-lateral besitzt das unpaare *pyloric ossicle* (III) je einen median

gerichteten Fortsatz, mit dem es das *propyloric ossicle* (VI) umschließt. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich dorsal vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (vergl. Abb. 55A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist leicht gebogen und abgerundet. In ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verjüngt es sich zunächst gleichmäßig, vergrößert sich aber abschließend auf ca. zwei Drittel der Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (vergl. Abb. 55C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das im Zentrum des lateralen Kaumagens liegende *pectinal ossicle* (VIII) hat eine ringförmige Gestalt. Das Ossikel trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite eine Reihe von ca. 11 länglichen, zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (vergl. Abb. 55B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das *prepectinal ossicle* (IX). Sowohl dessen medianer, als auch dessen postero-ventraler Abschnitt, sind zum Teil flächig vergrößert. In anteriorer Richtung reicht dieses Ossikel bis zum *pterocardiac ossicle* (II). In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das sehr schmale und weitgehend gerade verlaufende *postpectinal ossicle* (X). Ventralwärts ist es zu einem anterior gerichteten Fortsatz, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Posterior des *postpectinal ossicle* (X) schließt sich parallel das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) an. Dessen anteriores Drittel ist keulenförmig verbreitert. Postero-dorsal hat es eine Verbindung zum *subdentate ossicle* (XIV). Es erstreckt sich großflächig dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Ein *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) ist nicht erkennbar.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird durch zwei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einem median verlaufenden Kiel, an den sich ventral eine V-förmige schwach kalzifizierte Fläche anschließt. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe

wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet, dessen lateraler Fortsatz extrem flächig vergrößert ist und die cardio-pylorikale Klappe seitlich vollständig abdeckt. Postero-median folgt das trapezförmige unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII).

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Ventro-lateral der bereits erwähnten dorsalen Membranaufwölbung zwischen Kau- und Filtermagen befindet sich das streifenförmige und vertikal stehende *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Das *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa), welches sich ventro-lateral an das *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) anschließt, ist schmal und langgestreckt. Es endet in postero-ventraler Richtung in einer lateralen Membranauffaltung. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX). Es ist reliefartig zwischen die Ossikel XIX, XXI und XXXI eingebettet. In posteriorer Richtung folgt dem *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ein großflächiges und bogenförmiges unpaares *uropyloric ossicle* (XXI). Es überdeckt nahezu die gesamte Breite des dorsalen Filtermagens und besitzt antero-ventral einen langgestreckten, streifenförmigen Fortsatz, welcher bis nahe des postero-ventralen Randes des Filtermagens reicht. Dieser Streifen, dem *infra-uropyloric fragment* (XXIa) zuzuordnen, ist vom unpaaren *uropyloric ossicle* (XXI) nicht zu trennen und erhält als Mischossikel die Bezeichnung „XXI-XXIa“.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das relativ kleinflächige *preampullary ossicle* (XXII) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) befindet sich postero-lateral des unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII), welches wiederum postero-median mit dem sehr schmalen unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) verbunden ist. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV), bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI), zusammen mit dem nahezu vertikal ausgerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa), die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-*

ampullary ossicle (XXVIII) beginnt dorsal der Verbindung zwischen dem *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und dem unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet am antero-dorsalen Rand des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat in posteriorer Richtung Verbindungen zum *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) und zum *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das streifenförmige *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal ist es mit dem bogenförmigen und schmalen *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) verbunden.

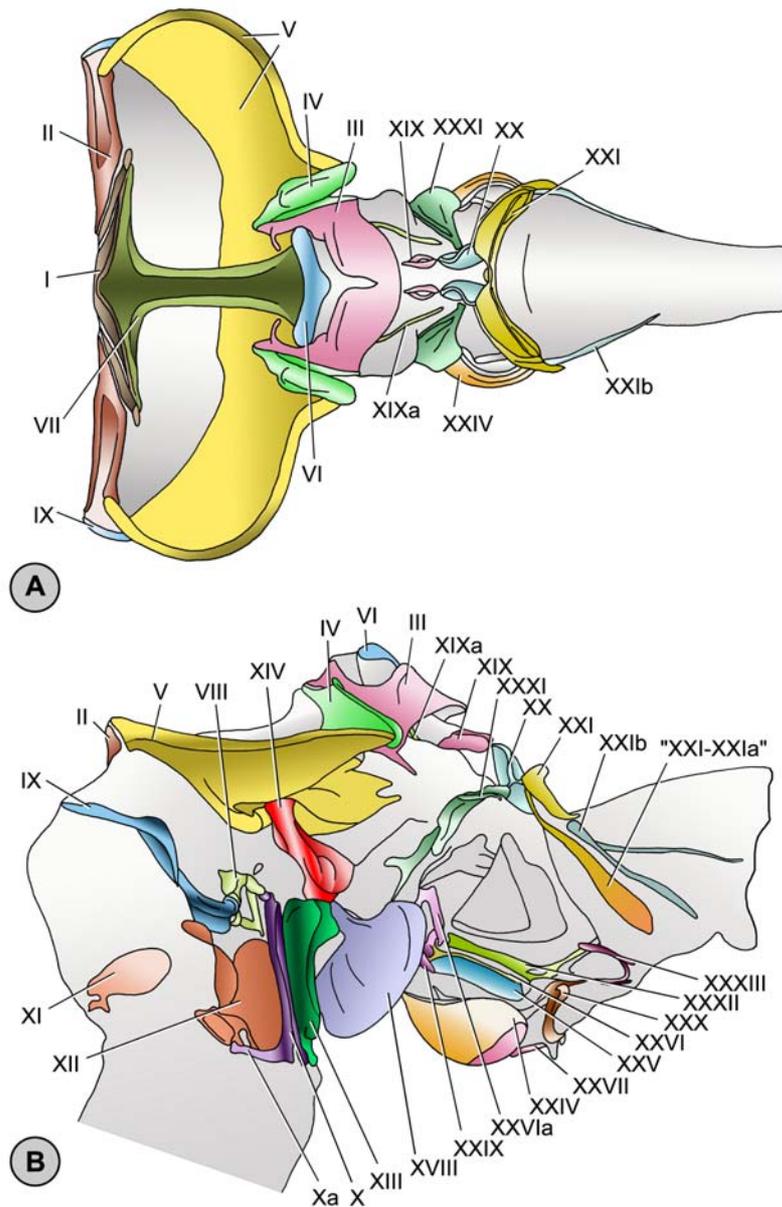


Abb. 54: Magenossikel von *Minuca rapax*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.24.5 Magen Zähne von *Uca tetragonum* (Herbst, 1790)

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus einer längsovalen Fläche. Sowohl die Fläche als auch deren medianer Rand ist in posteriorer Richtung in zunehmenden Maße durch ca. 24 querverlaufende

Einschnitte lamellenartig unterteilt. Besonders auffallend sind die anterioren Ränder dieser Lamellen, welche von einem dichten Borstensaum bedeckt sind (Abb. 55A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral und in einem Winkel von nahezu 90° zum lateralen Zahn befindet sich eine Reihe von ca. 11 länglichen und distal abgerundeten zusätzlichen Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 55B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besteht aus einer trapezoid-ähnlichen Grundfläche mit stark abgerundeten Ecken. Der antero-laterale Rand dieser Fläche wird zu beiden Seiten durch drei tiefe Einschnitte in drei schmälere Fortsätze und einen breiteren, anterioren Fortsatz unterteilt. In anteriorer Richtung schließt sich eine leicht erhobene Fläche an, welche besonders im lateralen Bereich einen dichten Haarsaum aufweist (Abb. 55C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich rechteck-ähnlich zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Der dorsale antero-mediane Rand trägt drei deutliche zahnartige Fortsätze. In postero-dorsaler Richtung schließt sich eine viereckige horizontale Fläche an, welche weitgehend frei von Haaren und Borsten ist. Lateral wird die cardio-pylorikale Klappe von einem dichten Borstensaum umschlossen (Abb. 55D).

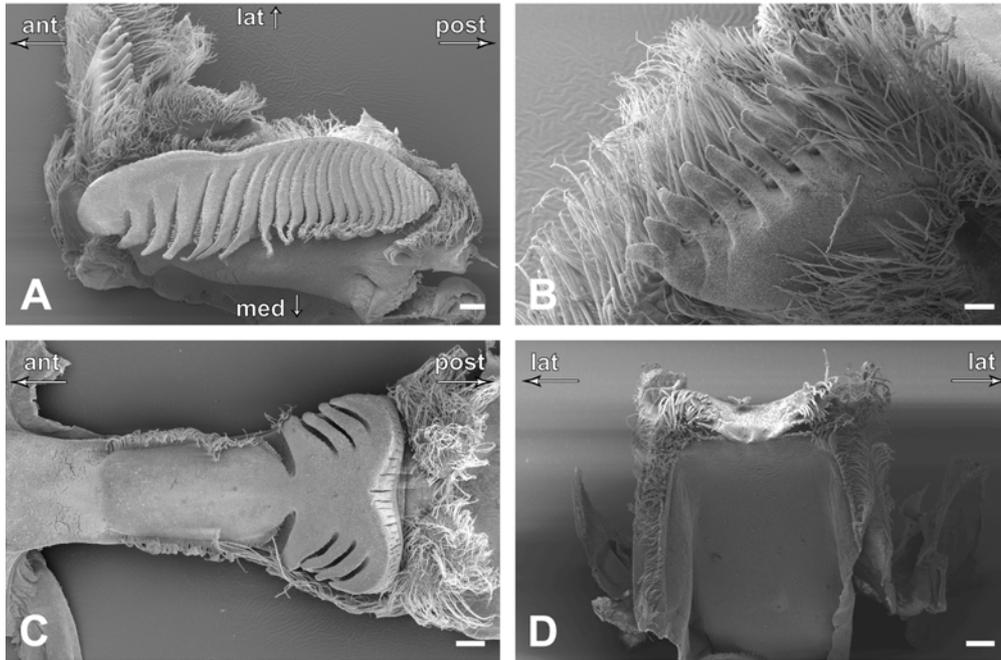


Abb. 55: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Uca tetragonum*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.

3.4.25 Grapsidae MacLeay, 1838

3.4.25.1 Magenossikel von *Pseudosesarma moeschi* de Man, 1892

(Abb. 56A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überdeckt etwas mehr als ein Drittel der Breite des anterodorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen: einer anterioren dünn ausgezogenen Fläche und einer posterior folgenden, erhobenen Spange. Das *pterocardiac ossicle* (II) ist nahezu mit dem gesamten antero-lateralen Rand des *mesocardiac ossicle* (I) verbunden. In lateraler Richtung erstreckt es sich zu drei kleineren kalzifizierten Strukturen, welche als *postpterocardiac ossicle* (IIb) zusammengefasst werden. Die Ossikel (I, II und IIb) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt den größten Anteil einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Dessen anteriorer Rand weist median eine tiefe Einkerbung auf, welche bis nahe des posterioren Randes reicht. Antero-lateral besitzt das unpaare *pyloric ossicle* (III) je einen median gerichteten Fortsatz, mit dem es das *propyloric ossicle* (VI) umschließt. Das nahezu ovale *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem

zygocardiac ossicle (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich dorsal vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 57A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist leicht gebogen und abgerundet. In ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verjüngt es sich zunächst gleichmäßig, vergrößert sich aber abschließend auf die Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 57C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das im Zentrum des lateralen Kaumagens liegende *pectinal ossicle* (VIII) hat eine ringförmige Gestalt. Es trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite 11 im Halbkreis angeordnete, längliche zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 57B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das *prepectinal ossicle* (IX). Dessen postero-ventraler Abschnitt ist zum größten Teil flächig vergrößert und trägt ventralwärts einen auffällig gebogenen Fortsatz. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das sehr schmale und weitgehend gerade verlaufende *postpectinal ossicle* (X). Ventralwärts ist es zu einem anterior gerichteten Fortsatz, dem, *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Posterior des *postpectinal ossicle* (X) schließt sich parallel das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) an. Mit Ausnahme eines kurzen und schmalen ventralen Abschnittes, ist der größte Teil dieses Ossikels längsoval geformt. Postero-dorsal besitzt es ein in die posteriore Richtung weisendes Verbindungsstück, welches dorsalwärts vor allem mit einem postero-ventralen und flächigen Fortsatz des *subdentate ossicle* (XIV) in Kontakt steht. Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). In posteriorer Richtung schließt sich an das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) ein kleines dreieckiges *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einem median verlaufenden Kiel, an den sich ventral eine V-förmige schwach kalzifizierte Fläche anschließt. Der hintere Abschnitt der cardio-

pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet, dessen lateraler Fortsatz extrem flächig vergrößert ist und die cardio-pylorikale Klappe seitlich vollständig abdeckt. Postero-median folgt das trapezförmige unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII).

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median befindet sich das *anterior mesopyloric ossicle* (XIX), welches sich zum größten Teil dorso-ventral erstreckt. Ventral berührt es das sehr schmale und streifenförmige *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX). Ventro-lateral reicht es bis nahe des *anterior pleuropyloric ossicle* (XXXI). In posteriorer Richtung folgt dem *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ein großflächiges unpaares *uropyloric ossicle* (XXI). Es besteht aus einer anterioren, bogenförmigen Spange, an die sich posterior eine schwächer kalzifizierte Fläche anschließt. Postero-lateral des unpaaren *uropyloric ossicle* (XXI) erstreckt sich das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Dorso-median besitzt es einen langen, schmalen Ausläufer, welcher bis zur postero-dorsalen Spitze des Filtermagens reicht. Ein deutlich abgrenzbares *infra-uropyloric fragment* (XXIa) ist nicht zu erkennen.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das relativ kleinflächige *preampullary ossicle* (XXII) (vergl. Abb. 2G) befindet sich postero-lateral des unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII), welches wiederum postero-median mit dem sehr schmalen unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) (vergl. Abb. 2G) verbunden ist. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite, bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI), zusammen mit dem nahezu vertikal ausgerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa), die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal der Verbindung zwischen dem *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) und dem *lateral*

cardio-pyloric ossicle (XV). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als irreguläre konkave Platte, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI) und endet am antero-dorsalen Rand des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX), welches eine T-förmige Gestalt besitzt. Es wird vom flächigen Fortsatz des lateral ossicle of the cardio-pyloric valve fast vollständig überdeckt. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuropylic ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich bogenförmig vom *posterior mesopylic ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-ventral besitzt es zudem eine Verbindung zum *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das streifenförmige *middle pleuropylic ossicle* (XXXII). Postero-dorsal ist es mit dem *posterior pleuropylic ossicle* (XXXIII) verbunden.

3.4.25.2 Magenossikel von *Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1853)

Die untersuchten Magenossikel von *Eriocheir sinensis* zeigen eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Pseudosesarma moeschi*.

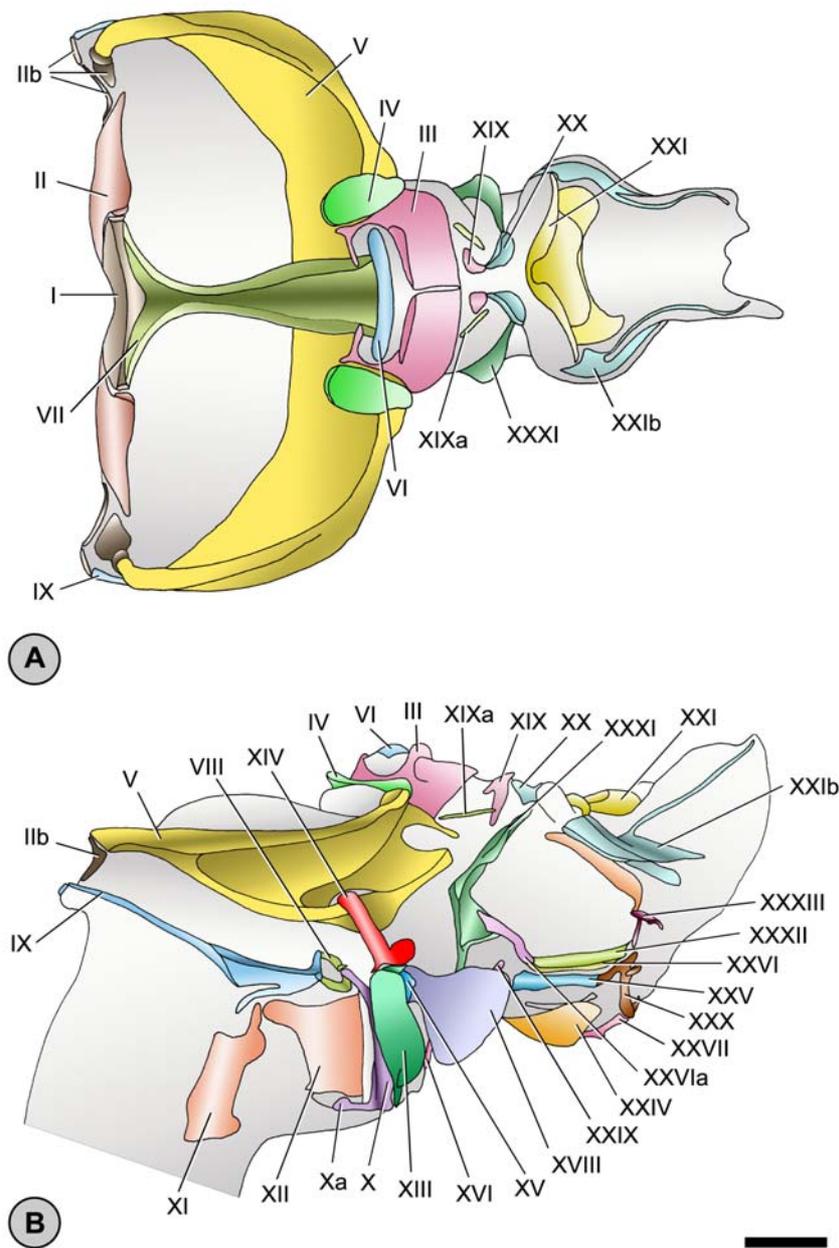


Abb. 56: Magenossikel von *Pseudosesarma moeschi*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.25.3 Magen­zähne von *Pseudosesarma moeschi* de Man, 1892

Lateraler Zahn

Die Grundfläche des lateralen Zahnes ist schmal und langgestreckt. Deren medianer Rand und die sich lateral anschließende Fläche sind durch 12 Einschnitte, welche bis nahe des lateralen Randes reichen,

rippenartig unterteilt. Lateralwärts sind diese Zahnrippen, besonders im medianen Bereich des lateralen Zahnes in die dorsale Richtung erhoben, so dass sie als kleinere Zahnhöcker anzusehen sind (Abb. 57A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes befinden sich 11 längliche und distal zugespitzte zusätzlichen Zähne (*accessory teeth*), welche in einem Halbkreis angeordnet sind (Abb. 57B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besitzt posterior zunächst drei querverlaufende, rippenartige Vorsprünge, welche nahezu die gesamte Breite des *urocardiac ossicle* (VII) überdecken. In anteriorer Richtung schließen sich zwei weitere bogenförmige, jedoch wesentlich kleinere Zahnhöcker an. Das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) verjüngt sich nachfolgend in anteriorer Richtung und weist in Höhe der geringsten Breite einen charakteristischen dorsalen Vorsprung auf (Abb. 57C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich rechteck-ähnlich zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Der dorsale antero-mediane Rand trägt deutliche zahnartige Fortsätze. In postero-dorsaler Richtung schließt sich eine horizontale und glatte Fläche an, welche am posterioren Rand von einzelnen borstenartigen Fortsätzen umgeben ist. Zudem ist der gesamte laterale Bereich von dichten Haaren bedeckt (Abb. 57D).

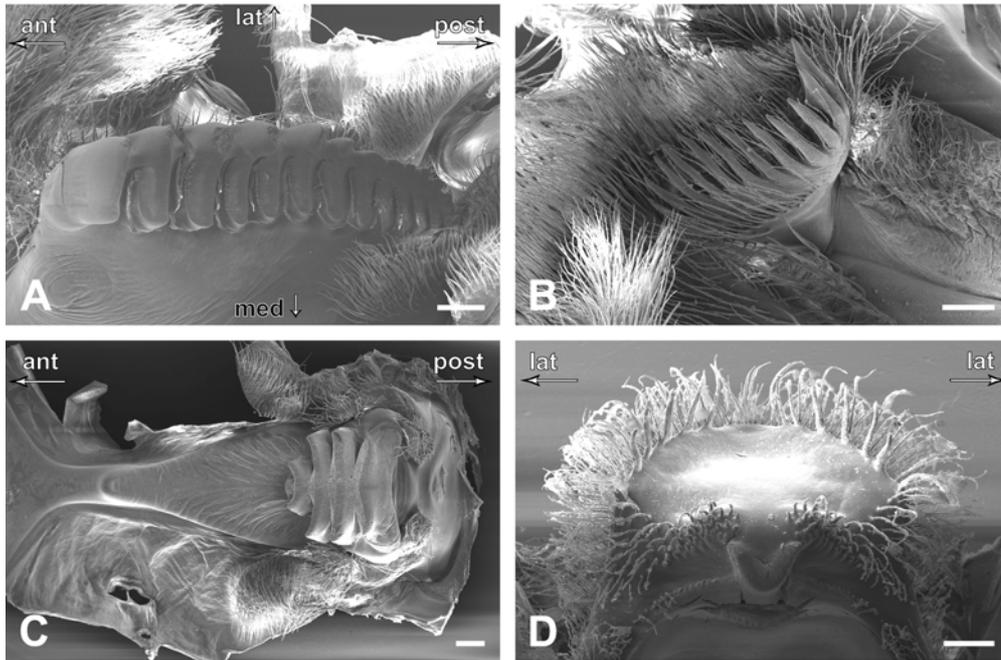


Abb. 57: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Pseudosesarma moeschi*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 200µm.

3.4.26 Gecarcinidae MacLeay, 1838

3.4.26.1 Magenossikel von *Cardisoma armatum* Herklots, 1851

(Abb. 58A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überdeckt etwas mehr als ein Drittel der Breite des anterodorsalen Kaumagens. Es setzt sich aus zwei Anteilen zusammen, einer anterioren dünn ausgezogenen Fläche und einer posterior folgenden, erhobenen Spange. Das *pterocardiac ossicle* (II) ist nahezu mit dem gesamten antero-lateralen Rand des *mesocardiac ossicle* (I) verbunden. In lateraler Richtung erstreckt es sich zu drei kleineren kalzifizierten Strukturen, welche als *postpterocardiac ossicle* (IIb) zusammengefasst werden. Die Ossikel (I, II und IIb) sind in einem Winkel von ca. 60° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt den größten Anteil einer Membranaufwölbung, welche den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen markiert. Dessen anteriorer Rand weist median eine tiefe Einkerbung auf, welche bis nahe des posterioren Randes reicht. Antero-lateral besitzt das unpaare *pyloric ossicle* (III) je einen median gerichteten Fortsatz, mit dem es das *propyloric ossicle* (VI) umschließt. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *pyloric ossicle* (III) und dem *zygocardiac ossicle*

(V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich dorsal vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV), und ventralwärts zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 59A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist nahezu vertikal ausgerichtet. Dessen dorsaler Rand ist leicht gebogen und abgerundet. In ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verjüngt es sich zunächst gleichmäßig, vergrößert sich aber abschließend auf die Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 59C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das im Zentrum des lateralen Kaumagens liegende *pectinal ossicle* (VIII) hat eine ringförmige Gestalt. Es trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite 12 im Halbkreis angeordnete, längliche zusätzliche Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 59B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das *prepectinal ossicle* (IX). Dessen postero-ventrales Drittel ist zum größten Teil flächig vergrößert und trägt ventralwärts einen auffällig gebogenen Fortsatz. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das sehr schmale und weitgehend gerade verlaufende *postpectinal ossicle* (X). Ventralwärts ist es zu einem anterior gerichteten Fortsatz, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Posterior des *postpectinal ossicle* (X) schließt sich parallel das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) an. Mit Ausnahme zweier sich überkreuzender, kurzer ventraler Fortsätze, ist der größte Teil dieses Ossikels längsoval geformt. Postero-dorsal besitzt es ein in die posteriore Richtung weisendes Verbindungsstück, welches dorsalwärts parallel zu einem postero-ventralen und flächigen Fortsatz des *subdentate ossicle* (XIV) verläuft. Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich weiter dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). In posteriorer Richtung schließt sich an das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) ein kleines dreieckiges *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird hauptsächlich durch zwei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einem median verlaufenden Kiel, an den sich ventral eine V-förmige schwach kalzifizierte Fläche anschließt. Der hintere Abschnitt der cardio-

pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet, dessen lateraler Fortsatz extrem flächig vergrößert ist und die cardio-pylorikale Klappe seitlich vollständig abdeckt. Postero-median folgt das trapezförmige unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII).

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median befindet sich das *anterior mesopyloric ossicle* (XIX), welches sich zum größten Teil dorso-ventral erstreckt. Ventralwärts berührt es das sehr schmale und streifenförmige *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa). Dieses Ossikel ist nur in der Dorsalansicht erkennbar. Lateral wird es von einer Membraneinfaltung überdeckt. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX), dessen antero-laterale Ränder reliefartig erhoben sind. Ventro-lateral reicht es bis nahe des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). In posteriorer Richtung folgt dem *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ein großflächiges unpaares *uropyloric ossicle* (XXI). Es besteht aus einer medianen, bogenförmigen Spange, an die sich sowohl anterior als auch posterior schwach kalzifizierte Flächen anschließen. Postero-lateral des unpaaren *uropyloric ossicle* (XXI) erstreckt sich das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Postero-dorsal besitzt es einen langen, schmalen Ausläufer, welcher bis zur postero-dorsalen Spitze des Filtermagens reicht. Ein deutlich abgrenzbares *infra-uropyloric fragment* (XXIa) ist nicht zu erkennen.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das relativ kleinflächige *preampullary ossicle* (XXII) befindet sich postero-lateral des unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII). Ein unpaares *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) ist nicht zu erkennen. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem nahezu vertikal ausgerichteten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-*

ampullary ossicle (XXVIII) beginnt am posterior gerichteten Verbindungsstück des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII). Posterior folgend, erstreckt es sich streifenförmig weiter in die posteriore Richtung, berührt einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet am antero-dorsalen Rand des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) erstreckt sich streifenförmig vom Ossikel (XXVIII) in die postero-ventrale Richtung. Postero-dorsal ist es mit dem *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Sowohl antero-ventral als auch postero-median besitzt es je eine dünn ausgezogene kalzifizierte Fläche. Außerdem hat es postero-ventral eine Verbindung zum *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das sehr schmale und streifenförmige *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal ist es mit dem größflächigen *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII) verbunden.

3.4.26.2 Magenossikel von *Cardisoma hirtipes* Dana, 1851

Die untersuchten Magenossikel von *Cardisoma hirtipes* zeigen eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Cardisoma armatum*.

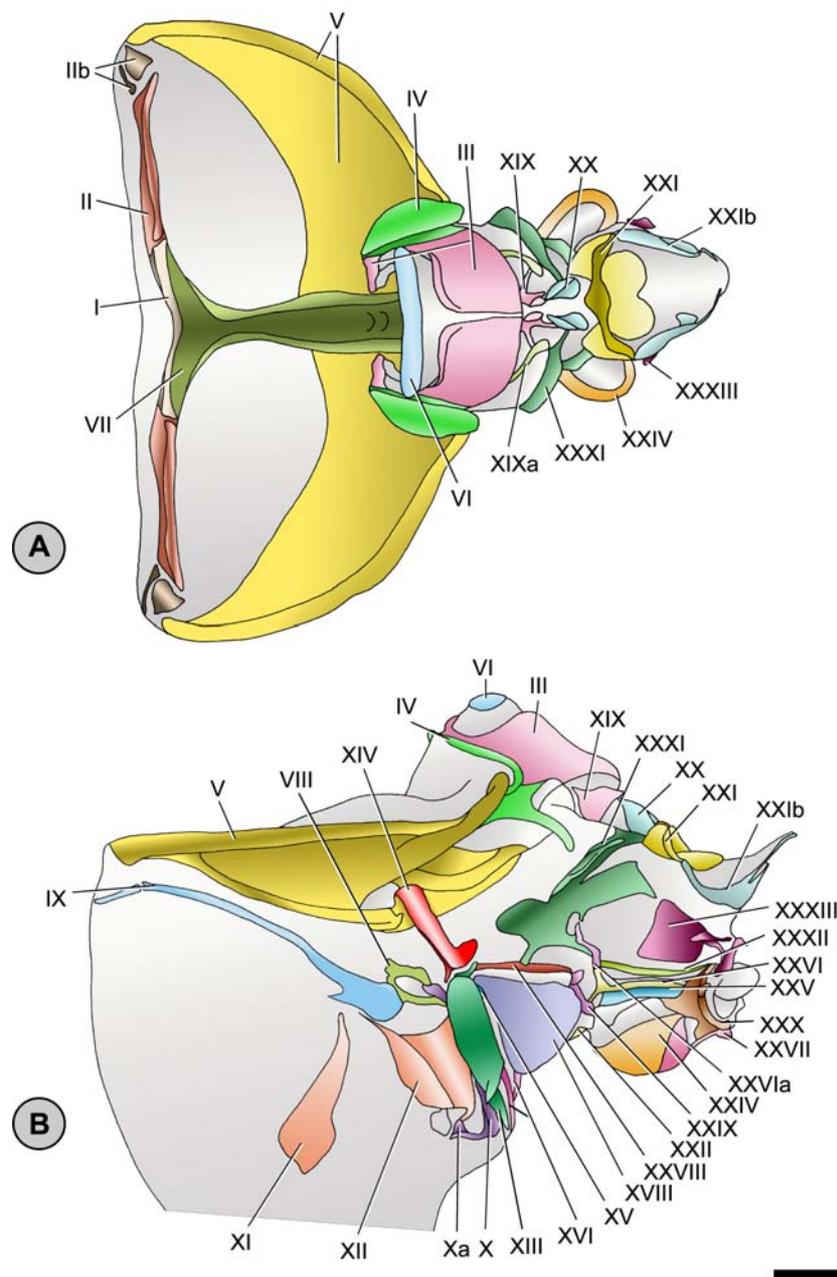


Abb. 58: Magenossikel von *Cardisoma armatum*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.26.3 Magen­zähne von *Cardisoma armatum* Herklots, 1851

Lateraler Zahn

Die Grundfläche des lateralen Zahnes ist schmal und langgestreckt. Deren medianer Rand und die sich lateral anschließende Fläche sind durch ca. 16 Einschnitte, welche bis nahe des lateralen Randes

reichen, rippenartig unterteilt. Lateralwärts sind diese Zahnrippen, besonders im medianen Bereich des lateralen Zahnes, in die dorsale Richtung erhoben (Abb. 59A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der antero-lateralen Basis des lateralen Zahnes befinden sich 13 längliche und distal zugespitzte zusätzliche Zähne (*accessory teeth*), welche in einem Halbkreis angeordnet sind (Abb. 59B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besitzt posterior zunächst drei querverlaufende, rippenartige Vorsprünge, welche in etwa die gesamte Breite des *urocardiac ossicle* (VII) überdecken. In anteriorer Richtung schließen sich zwei weitere bogenförmige, jedoch wesentlich kleinere Zahnhöcker an. Das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) verjüngt sich nachfolgend in anteriorer Richtung und weist in Höhe der geringsten Breite einen charakteristischen dorsalen Vorsprung auf (Abb. 59C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich Rechteck-ähnlich zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Der dorsale antero-mediane Rand trägt deutliche zahnartige Fortsätze. In postero-dorsaler Richtung schließt sich eine horizontale und glatte Fläche an, welche median eine Doppelreihe an Borsten aufweist. Zudem ist der gesamte laterale Bereich von dichten Haaren bedeckt (Abb. 59D).

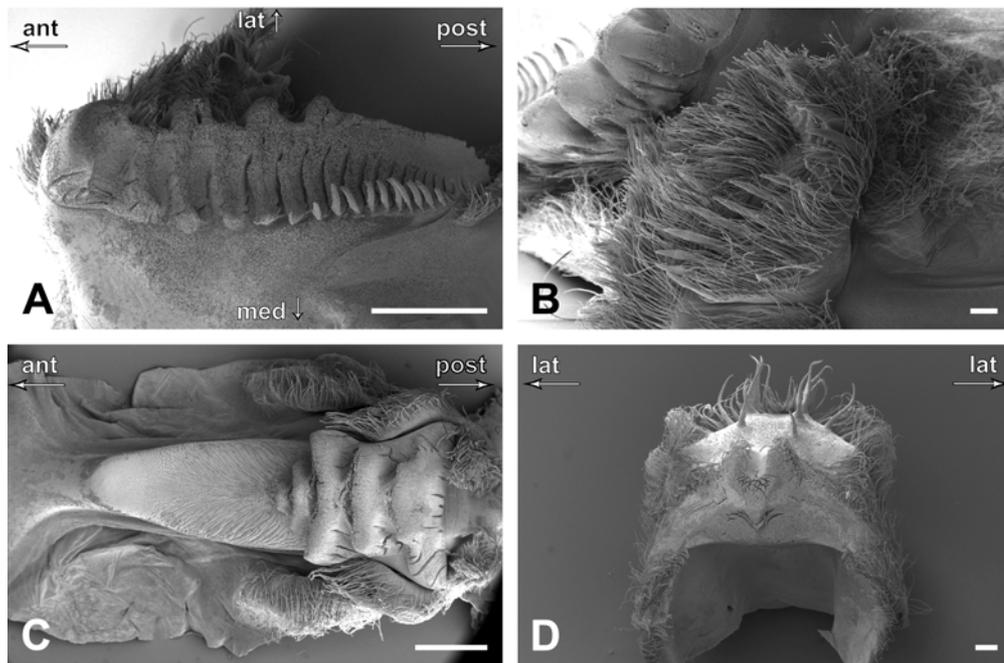


Abb. 59: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Cardisoma armatum*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 1mm. B 200µm. C 1mm. D 200µm.

3.4.27 Mictyridae Dana, 1852

3.4.27.1 Magenossikel von *Mictyris longicarpus* Latreille, 1806

(Abb. 60A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt in etwa die Hälfte der Gesamtbreite des anterodorsalen Kaumagens. Dessen anteriorer Anteil beschränkt sich auf einen schmalen und streifenförmigen Bereich, welcher bis zur Mittellinie heranreicht, ohne jedoch mit der Gegenseite in Kontakt zu stehen. In posteriorer Richtung schließt sich eine deutlich erhobene Spange an. Sie hat antero-lateralen Kontakt zu den anterior befindlichen Anteilen dieses Ossikels. Das *pterocardiac ossicle* (II) ist nahezu mit dem gesamten antero-lateralen Rand des *mesocardiac ossicle* (I) verbunden. In lateraler Richtung erstreckt es sich in Form zweier Fortsätze sowohl zum *prepectinal ossicle* (IX) als auch zum *zygocardiac ossicle* (V). Zwischen diesen Fortsätzen ist eine weniger kalzifizierte Fläche zu erkennen. Die Ossikel (I und II) sind in einem Winkel von ca. 45° in die antero-ventrale Richtung geneigt. Das paarig vorliegende *pyloric ossicle* (III) überdeckt streifenförmig nur einen kleinen Teil des Überganges vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen, besitzt jedoch in die ventrale Richtung eine beträchtliche Ausdehnung. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet

zwischen dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich dorsal vom antero-lateralen Rand des Kaumagens posterior zum *exopyloric ossicle* (IV) und in postero-ventraler Richtung zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren – dem Magenlumen zugewandten Seite – der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 61A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist in etwa 45° in die posteriore Richtung geneigt. Dessen dorsaler Rand ist leicht gebogen und abgerundet. In ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). An diesem Ossikel können zwei Abschnitte unterschieden werden, welche zumindest an den lateralen Rändern voneinander getrennt sind. Die Breite dieses Ossikels ist unregelmäßig gestaltet und erreicht in anteriorer Richtung nur ein Drittel der Breite des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 61C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Ventral des *zygocardiac ossicle* (V) erstrecken sich kettenförmig drei Ossikel, welche zusammen mit den Magenplatten den lateralen Magensack abstützen. Das im Zentrum des lateralen Kaumagens liegende *pectinal ossicle* (VIII) hat eine ringförmige Gestalt. Das Ossikel trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite eine Reihe von ca. 19 dornenartigen zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (Abb. 61B). Anterior berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das *prepectinal ossicle* (IX). Dessen anteriorer Abschnitt ist flächig vergrößert und weist einen querverlaufenden Steg auf. In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das sehr schmale und weitgehend gerade verlaufende *postpectinal ossicle* (X). Es wird zum Teil durch das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) überdeckt. Ventralwärts ist das *postpectinal ossicle* (X) zu einem anterior gerichteten Fortsatz, dem *quill* (Xa) ausgezogen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, X und Xa) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Posterior des *postpectinal ossicle* (X) schließt sich parallel das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) an. Mit Ausnahme zweier sich überkreuzender, kurzer ventraler Fortsätze, ist der größte Teil dieses Ossikels längsoval geformt. Postero-dorsal besitzt es ein in die posteriore Richtung weisendes Verbindungsstück. Postero-dorsal fügt sich das *subdentate ossicle* (XIV) an. Postero-dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) befindet sich das dreieckige *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV).

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe wird im Wesentlichen durch drei Ossikel gebildet. Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten Fläche, welche

median gekielt ist. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet, dessen lateraler Fortsatz extrem flächig vergrößert ist und die cardio-pylorikale Klappe seitlich vollständig überdeckt. Ein unpaares *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) ist nicht erkennbar.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Postero-median des *pyloric ossicle* (III) befindet sich das sehr schmale und streifenförmige *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). In posteriorer Richtung ist es mit dem *posterior mesopyloric ossicle* (XX) verbunden. Ventro-lateral des *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) befindet sich das ebenfalls sehr schmale *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa), welches lateral vollständig von einer Membraneinfaltung abgedeckt wird. Ein weiteres Ossikel des dorsalen Filtermagens ist das *posterior mesopyloric ossicle* (XX). Es verläuft ähnlich wie das *anterior mesopyloric ossicle* (XIX) nahe der Mittellinie. Ventro-lateral hat es Kontakt zum *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI). In posteriorer Richtung folgt dem *posterior mesopyloric ossicle* (XX) ein großflächiges und bogenförmiges unpaares *uropyloric ossicle* (XXI). Es besteht sowohl anterior als auch posterior aus einer deutlich ausgebildeten Spange. Median sind sie X-förmig miteinander verbunden. Postero-lateral bildet das langgestreckte *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) den posterioren Abschluß des dorsalen Filtermagens. Ventro-lateral ist zudem ein *infra-uropyloric fragment* (XXIa) zu erkennen.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Das relativ kleinflächige *preampullary ossicle* (XXII) (ohne Abb., vergl. Abb. 2G) befindet sich eingebettet zwischen dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) und dem *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Ventro-lateral des *preampullary ossicle* (XXII) verläuft das schmale *anterior inferior ampullary ossicle* (XXIII) quer zur Mittellinie. Eines der auffälligsten Ossikel des Filtermagens ist das halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV) bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) zusammen mit dem in die anteriore Richtung geneigten *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV)

an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt dorsal des unpaaren *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als schmale, irreguläre konkave Platte, vorbei an einem ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet am antero-dorsalen Rand des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Das *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) hat eine streifenförmige Gestalt und berührt die Ossikel (XVIII, XXII und XXIV). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Im ventralen Abschnitt wird es seitlich vom *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa) überdeckt. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). In posteriorer Richtung hat es Kontakt zu den Ossikeln XXIa, XXX und dem längs-ovalen Ossikel XXXIII, welches gleichzeitig zusammen mit dem *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens bildet.

3.4.27.2 Magenossikel von *Mictyris platychelis* H. Milne Edwards, 1852

Die untersuchten Magenossikel von *Mictyris platychelis* zeigen eine nahezu identische Ausbildung und räumliche Anordnung der einzelnen Ossikel im Vergleich zu *Mictyris longicarpus*.

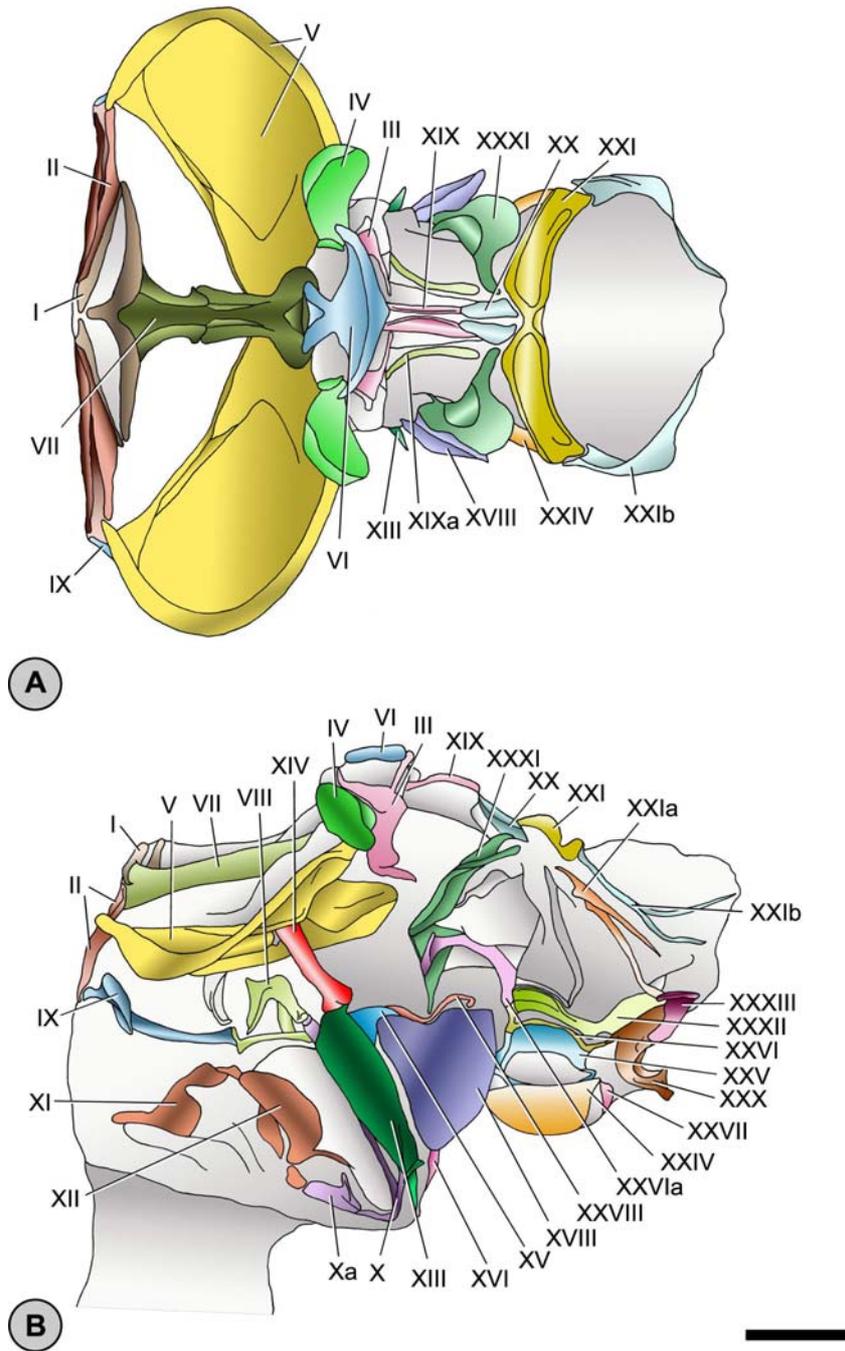


Abb. 60: Magenossikel von *Mictyris longicarpus*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.27.3 Magenzähne von *Mictyris longicarpus* Latreille, 1806

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht im Wesentlichen aus einer längsovalen Fläche. Sowohl die Fläche als auch deren medianer Rand ist in posteriorer Richtung in zunehmenden Maße durch ca. 22 querverlaufende Einschnitte lamellenartig unterteilt. Besonders auffallend sind die anterioren Ränder dieser Lamellen, welche von einem dichten Borstensaum bedeckt sind (Abb. 61A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral und in einem Winkel von nahezu 90° zum lateralen Zahn befindet sich eine Reihe von ca. 19 dornartig zugespitzten zusätzlichen Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 61B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besteht aus einer in die postero-dorsale Richtung erhobene, trapezoid-ähnlichen Grundfläche mit stark abgerundeten Ecken. In anteriorer Richtung schließt sich eine sich geringfügig verbreiternde Fläche an, dessen antero-lateraler Rand deutlich vom unpaaren *urocardiac ossicle* (VII) erhoben ist (Abb. 61C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich Rechteck-ähnlich zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Der dorsale antero-mediane Rand trägt drei deutliche zahnartige Fortsätze. In postero-dorsaler Richtung schließt sich eine viereckige horizontale Fläche an, welche weitgehend frei von Haaren und Borsten ist. Lateral wird die cardio-pylorikale Klappe von einem dichten Borstensaum umschlossen (Abb. 61D).

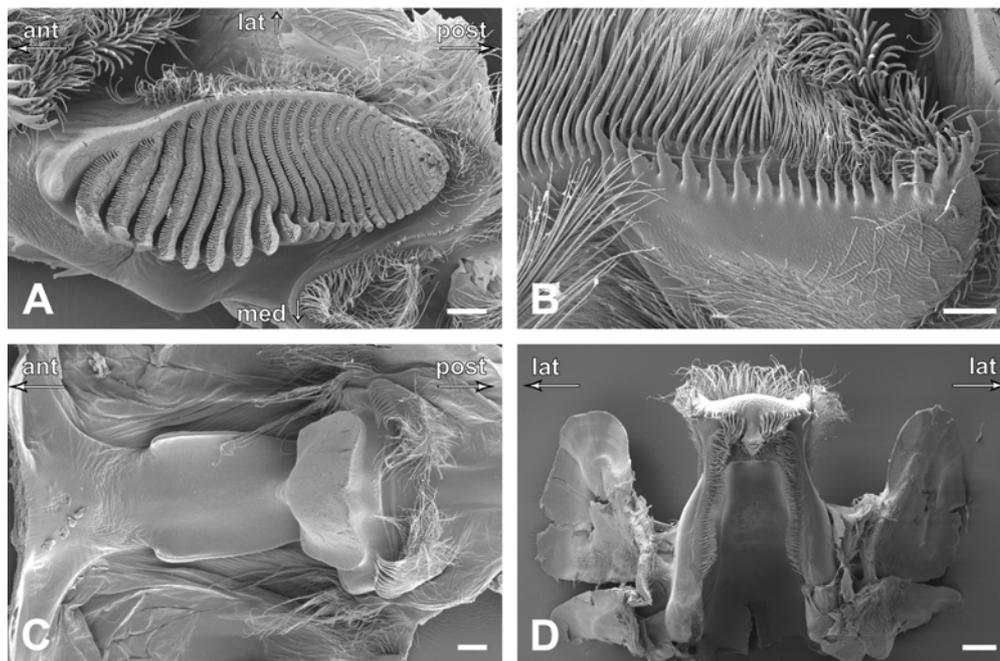


Abb. 61: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Mictyris longicarpus*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A und B 100µm. C 200µm. D 300µm.

3.4.28 Cambaridae Hobbs, 1942

3.4.28.1 Magenossikel von *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817)

(Abb. 62A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt nahezu die gesamte Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es hat die Form eines Dreieckes mit je einem längsovalen antero-lateralen Streifen. Das *ptero-cardiac ossicle* (II) fügt sich an den antero-lateralen Rand des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) und ist ca. 45° in die laterale Richtung geneigt. Ventralwärts berührt es das *zygocardiac ossicle* (V) und das *prepectinal ossicle* (IX). Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt vollständig den Übergang vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen. Ventro-lateral reicht es bis zum *subdentate ossicle* (XIV). Zudem bildet ein antero-lateraler Fortsatz eine seitliche Abgrenzung des unpaaren *propyloric ossicle* (VI). Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Außerdem hat es eine Verbindung zum unpaaren *pyloric ossicle* (III). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom *ptero-cardiac ossicle* (II) postero-dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Ein weiterer, schmalerer Schenkel verläuft in die posteriore Richtung, wobei er das *subdentate ossicle* (XIV) berührt. Das *zygocardiac ossicle* trägt auf

seiner dem Magenlumen zugewandten Seite den lateralen Zahn des Kaumagens (Abb. 65A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) fügt sich in einer nahezu horizontalen Position an die dem Magenlumen zugewandten Seite des *pyloric ossicle* (III). In postero-ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verbreitert es sich gleichmäßig auf die Breite des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I). Die anteriore Kante des unpaaren *urocardiac ossicle* (VII) befindet sich ventralwärts der posterioren Kante des *mesocardiac ossicle* (I). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) und das unpaare *urocardiac ossicle* (VII) formen zusammen den dorso-medianen Zahn der Magenmühle (Abb. 65C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Im Zentrum des lateralen Kaumagens befinden sich zwei kalzifizierte Flächen, welche als *pectinal ossicle* (VIII) zusammengefasst werden können. Die ventrale dieser zwei Flächen trägt auf der dem Magenlumen zugewandten Seite eine Ansammlung irregulär geformter zusätzlicher Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 65B). Das *postptero-cardiac ossicle* (IIb) fügt sich als dreieckiges Ossikel zwischen das *ptero-cardiac ossicle* (II), das *zygocardiac ossicle* (V) und die *anterior cardiac plate* (XI). In posteriorer Richtung berührt das *pectinal ossicle* (VIII) das bogenförmige *postpectinal ossicle* (X). Ein *quill* (Xa) ist nicht erkennbar.

Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, und X) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form des Magensackes verantwortlich. Posterior des *postpectinal ossicle* (X) schließt sich parallel das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) an. Mit Ausnahme des kurzen dorsalen, keulenförmig verbreiterten Abschnittes, ist der antero-ventral gerichtete Abschnitt streifenförmig ausgezogen, bzw. verläuft weitgehend parallel zum *postpectinal ossicle* (X). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich vom *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) stabförmig dorsalwärts zum *zygocardiac ossicle* (V). Postero-dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) fügt sich ein schmales und streifenförmiges *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer V-förmigen, gekielten Struktur im Zentrum einer nicht-kalzifizierten Fläche zwischen den *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII). Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das paarig vorliegende *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Postero-median schließt sich das unpaare *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) an.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Am dorsalen Filtermagen sind die für die Brachyura-typischen Ossikel (XIX, XIXa, XX, XXI und XXIa) nicht erkennbar bzw. nicht eindeutig einer in diesem Bereich vorhandenen, kalzifizierten Fläche zuzuordnen. Da diese Fläche zumindest räumlich den Bereich der Ossikel XIX, XX und XXI überdeckt, erhält sie als Mischossikel die Bezeichnung („XIX-XX-XXI“). In posteriorer Richtung schließt sich ein *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) an, welches den posterioren Abschluß des dorsalen Filtermagens bildet.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Postero-lateral des unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) befindet sich ein kleines ovales *preampullary ossicle* (XXII). Dieses ist ventro-lateral mit dem schmalen unpaaren *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) verbunden. Ein weiteres Ossikel des ventralen Filtermagens ist das sehr auffällige und halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle* (XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befindet sich neben dem *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) ein großflächiges Mischossikel, dem die Ossikel (XXV, XXVI und XXXII) zugeordnet werden könnten. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV) beider Seiten. Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) erstreckt sich als schmales streifenförmiges Ossikel vom *inferior lateral cardiac ossicles* (XIII) in die postero-dorsale Richtung und endet nahe einer Membraneinfaltung. Das oben genannte *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX) fügt sich als verlängerter schmaler Streifen an die dorso-laterale Grenze des *inferior ampullary ossicle* (XXIV). Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuropyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich stabförmig in einigem Abstand vom Mischossikel („XIX-XX-XXI“) in antero-ventraler Richtung zum subdentate ossicle (XIV), ohne dieses zu berühren. Die in grau unterlegten, kalzifizierten Flächen (siehe Abb. 62B) sind entsprechend der Ossikel-Nomenklatur (Tab. 2) nicht zuzuordnen.

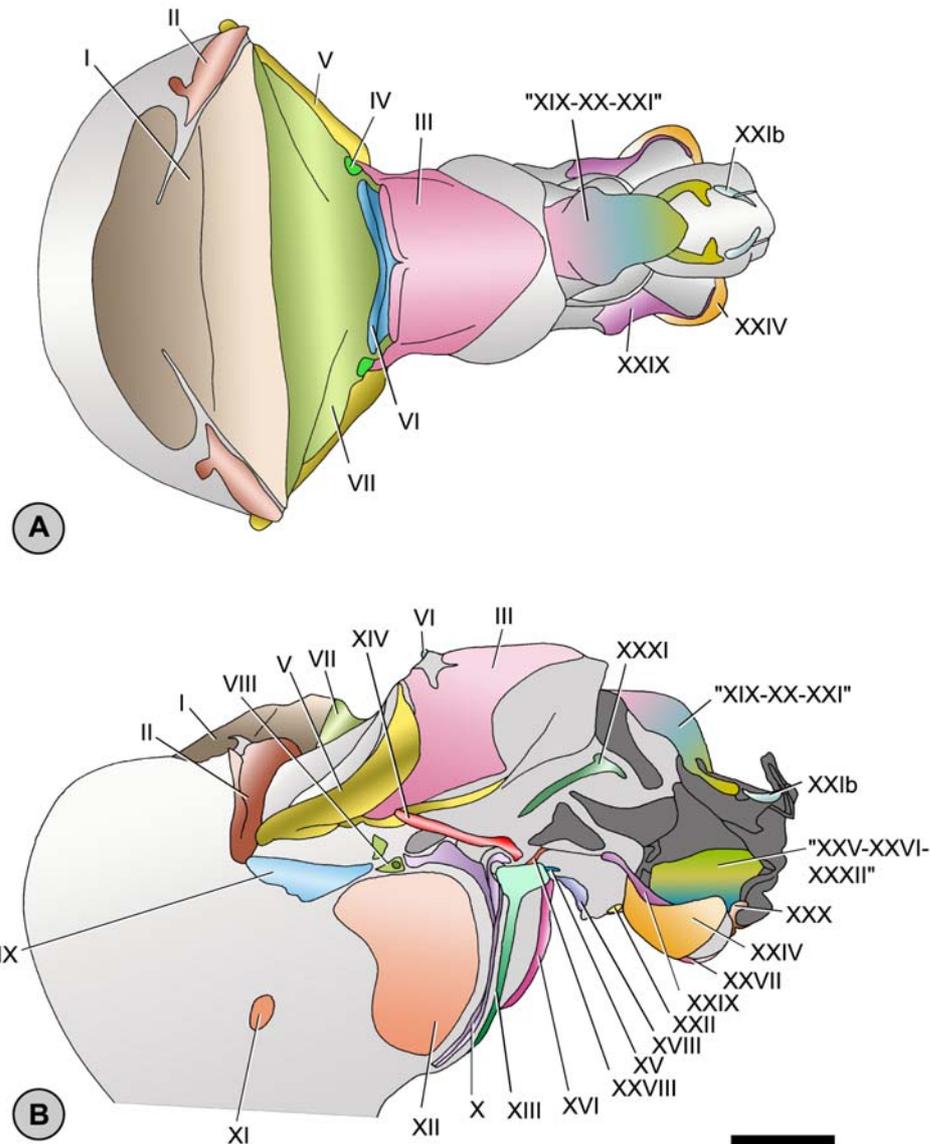


Abb. 62: Magenossikel von *Orconectes limosus*. A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.

3.4.28.2 Magen Zähne von *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817)

Lateraler Zahn

Der laterale Zahn besteht hauptsächlich aus drei Bereichen. Antero-median ist ein größerer halbkugelig geformter Zahnhöcker zu erkennen. In posteriorer Richtung schließen sich ein lateraler und ein medianer Zahnhöcker an. Das posteriore Drittel des lateralen Zahnes hat eine längsovale Grundform. Dessen medianer Rand ist durch ca. acht Einschnitte, der laterale Rand durch fünf Einschnitte rippenartig unterteilt (Abb. 63A).

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

Antero-lateral des lateralen Zahnes befindet sich eine auffällige, V-förmige Membranaufwölbung mit einer Reihe von neun verschiedenartigen zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) (Abb. 63B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besteht aus einem schnabelartig erhobenen posterioren Zahnhöcker. In posteriorer Richtung schließt sich eine kragenförmige Struktur an (Abb. 63C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich V-förmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Der gesamte anteriore Rand ist von einem dichten Haarsaum bedeckt (Abb. 63D).

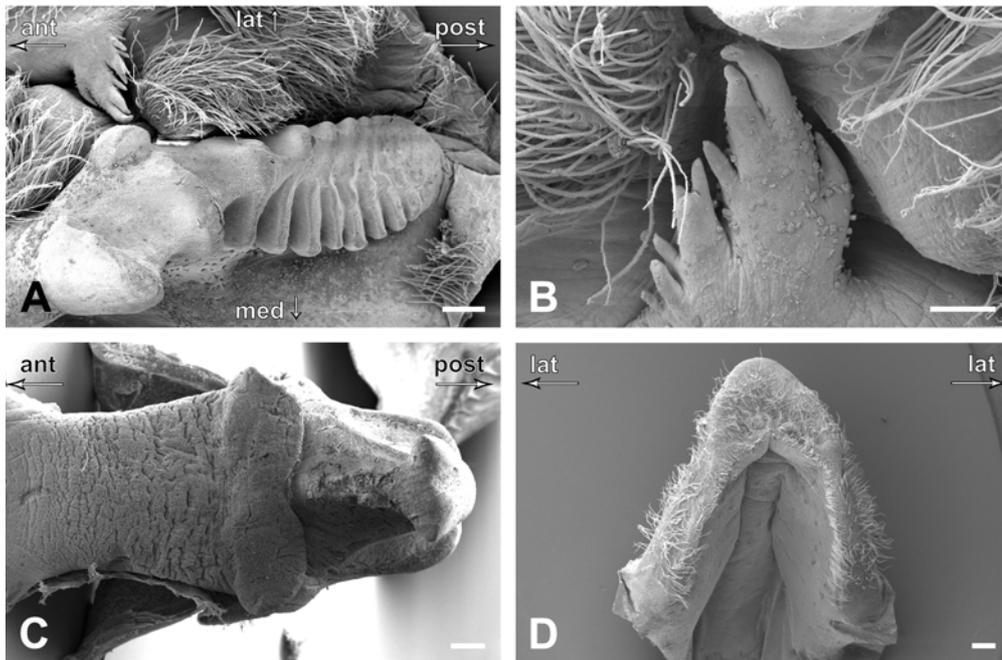


Abb. 63: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Orconectes limosus*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.

3.4.29 Lithodidae, Dana

3.4.29.1 Magenossikel von *Lithodes maja* (Linnaeus, 1758)

(Abb. 64A, B)

Ossikel des dorsalen Kaumagens

Das unpaare *mesocardiac ossicle* (I) überspannt nahezu die gesamte Breite des antero-dorsalen Kaumagens. Es hat die Form eines Dreieckes und besteht aus einer anterioren dünneren Fläche und einer bogenförmigen Spange. Das *pterocardiac ossicle* (II) fügt sich lateral an die Spange des *mesocardiac ossicle* (I). Ventralwärts hat es Kontakt zum *postpterocardiac ossicle* (IIb). Das unpaare *pyloric ossicle* (III) überdeckt ca. zwei Drittel des Überganges vom dorsalen Kaumagen zum dorsalen Filtermagen in Form eines lateral verlaufenden Streifens. Dieser nähert sich in posteriorer Richtung der Mittellinie an und ist über einen Steg mit dem lateralen Streifen der anderen Seite verbunden. Der mediane Steg ist zudem in die ventrale Richtung geneigt. Das *exopyloric ossicle* (IV) befindet sich eingebettet zwischen dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI) und dem *zygocardiac ossicle* (V). Das *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich vom antero-lateralen Rand des Kaumagens postero-dorsal zum *exopyloric ossicle* (IV), und in postero-ventraler Richtung zum *subdentate ossicle* (XIV). Zwischen dem dorsalen und dem postero-ventral gerichteten Schenkel ist eine schwach kalzifizierte Fläche aufgespannt, an deren, dem Magenlumen zugewandten Seite, der laterale Zahn der Magenmühle inseriert (Abb. 65A). Das unpaare *propyloric ossicle* (VI) ist um wenige Grad in die posteriore Richtung geneigt. Sein dorsaler Rand ist leicht gebogen und abgerundet, in ventraler Richtung berührt es das ebenfalls unpaare *urocardiac ossicle* (VII). In anteriorer Richtung verjüngt sich das *urocardiac ossicle* (VII) zunächst geringfügig, vergrößert sich aber anschließend auf ca. zwei Drittel der Breite des *mesocardiac ossicle* (I) und ist unter dessen posterioren Rand gewölbt. Der dorso-mediane Zahn der Magenmühle wird aus dem unpaaren *propyloric ossicle* (VI) und dem unpaaren *urocardiac ossicle* (VII) gebildet (Abb. 65C).

Ossikel des lateralen Kaumagens

Im Zentrum des lateralen Kaumagens befindet sich das längsoval-geformte *pectinal ossicle* (VIII). Es trägt auf einer dem Magenlumen zugewandten irregulär geformten Fläche eine Anzahl kurzer, hakenförmiger zusätzlicher Zähne (*accessory teeth*) (Abb. 65B). Ventro-lateral des *postpterocardiac ossicle* (IIb) und des *zygocardiac ossicle* (V) erstreckt sich das *prepectinal ossicle* (IX), welches in posteriorer Richtung keulenförmig vergrößert ist. Antero-ventral hat es eine Verbindung zur *posterior lateral cardiac plate* (XII). In posteriorer Richtung schließt sich in einigem Abstand das *postpectinal ossicle* (X) an. Ventralwärts ist das *postpectinal ossicle* (X) in die anteriore Richtung gebogen. Ein deutlich abgrenzbarer quill (Xa) ist nicht zu erkennen. Neben den pektinalen Ossikeln (VIII, IX, und

X) sind ebenfalls die beiden Magenplatten (XI und XII) für eine konstante Form, des sehr dünnhäutigen Magensackes verantwortlich. Posterior des *postpectinal ossicle* (X) schließt sich parallel das *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) an. Mit Ausnahme des kurzen dorsalen, keulenförmig verbreiterten Abschnittes, ist der antero-ventral gerichtete Abschnitt streifenförmig ausgezogen, bzw. verläuft weitgehend parallel zum *postpectinal ossicle* (X). An der dorsalen Spitze des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) befindet sich ein Verbindungsstück zum *subdentate ossicle* (XIV). Das *subdentate ossicle* (XIV) erstreckt sich stabförmig weiter dorsalwärts bis zum Zentrum des *zygocardiac ossicle* (V). Postero-dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII) fügt sich das ovale *lateral cardio-pyloric ossicle* (XV) an.

Ossikel der cardio-pylorikalen Klappe

Das unpaare *anterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVI) besteht aus einer schwach kalzifizierten Fläche, welche median gekielt ist. Der hintere Abschnitt der cardio-pylorikalen Klappe wird durch das unpaare *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) gebildet. Ein unpaares *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) ist nicht erkennbar. Postero-median schließt sich eine kalzifizierte Struktur an, bei der die Ossikel (XVII, XXII und XXIII) voneinander nicht trennbar sind.

Ossikel des dorsalen Filtermagens

Der Übergang vom dorsalen Kaumagen zum posterior folgenden dorsalen Filtermagen wird durch eine Reihe pylorikaler Ossikel unterstützt. Ventro-lateral des unpaaren *pyloric ossicle* (III) befindet sich das *anterior mesopyloric ossicle* (XIX). Dessen postero-medianer Fortsatz nähert sich der Mittellinie an. Ein *lateral mesopyloric ossicle* (XIX) ist nicht zu erkennen. In posteriorer Richtung schließt sich eine die Breite des dorsalen Filtermagens überspannende kalzifizierte Struktur an, welche den Ossikeln XX und XXI zuzuordnen ist. Diese Ossikel sind jedoch nicht voneinander zu trennen und daher hat diese kalzifizierte Struktur die Bezeichnung „XX-XXI“. Ventro-lateral ist ein *infra-uropyloric fragment* (XXIa) zu erkennen, welches sich sehr eng an das Mischossikel „XX-XXI“ und das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) anfügt. Das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) bildet sogleich den posterioren Abschluß des dorsalen Filtermagens.

Ossikel des ventralen und lateralen Filtermagens

Wie bereits oben beschrieben, sind das *preampullary ossicle* (XXII) und ebenso das *anterior inferior pyloric ossicle* (XXIII) Teil eines Mischossikels „XVII-XXII-XXIII“. Ein weiteres Ossikel des ventralen Filtermagens ist das sehr auffällige und halbkugelig geformte *inferior ampullary ossicle*

(XXIV) (vergl. Abb. 2G). An seiner ventralen Seite bildet es entlang der Mittellinie zusammen mit dem *inferior ampullary ossicle* (XXIV) der anderen Seite eine tiefe Furche. Dorsal des *inferior ampullary ossicle* (XXIV) befinden sich zwei weitere Ossikel, welche die ventrale Filterampulle unterstützen. Das konkav geformte *ampullary-roof-ossicle, lower portion* (XXV), bildet in einer nahezu horizontalen Ausrichtung die obere Abgrenzung der Filterampulle, während das sehr schmale *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) die seitliche Abgrenzung des Filtermagens bildet. Ein *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa), ist nicht erkennbar. Das unpaare *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) schließt sich in posteriorer Richtung an das *inferior ampullary ossicle* (XXIV) an. Es hat die Form eines gebogenen Bandes und verbindet die *inferior ampullary ossicles* (XXIV). Das *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII) beginnt postero-dorsal des *inferior lateral cardiac ossicle* (XIII). Posterior folgend, erstreckt es sich weiter als schmale, irreguläre konkave Platte. Es berührt weiterhin einen ventralen Ausläufer des *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) und endet dorsal des *middle supra-ampullary ossicle* (XXIX). Es hat eine nahezu dreieckige Grundform, dessen antero-ventraler Rand reliefartig erhoben ist. Posterior des unpaaren *posterior inferior pyloric ossicle* (XXVII) bildet das bogenförmige *posterior supra-ampullary ossicle* (XXX) zusammen mit selbigem der Gegenseite den postero-ventralen Abschluß des Filtermagens. Das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) befindet sich am dorso-lateralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen. Es erstreckt sich vom *posterior mesopyloric ossicle* (XX) in antero-ventraler Richtung sowohl bis nahe des *subdentate ossicle* (XIV) als auch zum *anterior supra-ampullary ossicle* (XXVIII). Postero-ventral hat es weiterhin Kontakt zum *ampullary-roof-ossicle* (XXVI) und zum *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Postero-dorsal besitzt das *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) eine dreieckige, dünn ausgezogene Fläche. Einen weiteren Teil der seitlichen Wand des Filtermagens bildet das langgestreckte *middle pleuopyloric ossicle* (XXXII). Es reicht vom *anterior pleuopyloric ossicle* (XXXI) weiter in posteriorer Richtung bis zum *posterior pleuopyloric ossicle* (XXXIII). Dieses Ossikel setzt sich aus verschiedenen kalzifizierten kleineren Flächen zusammen.

Zusätzliche Zähne (*accessory teeth*)

An der anterioren Basis des lateralen Zahnes befindet sich eine ovale, vertikal stehende Fläche, welche eine Anzahl von ca. 16 kurzen und unregelmäßig verteilten zusätzlichen Zähnen (*accessory teeth*) trägt (Abb. 65B).

Dorso-medianer Zahn

Der dorso-mediane Zahn besteht aus einem anterioren längsovalen Abschnitt. In posteriorer Richtung schließt sich eine kragenförmige Struktur an (Abb. 65C).

Cardio-pylorikale Klappe

Die cardio-pylorikale Klappe erhebt sich halbkreisförmig zwischen dem Kaumagen und dem Filtermagen. Deren antero-dorsaler Rand wird von querverlaufenden lamellenartigen Strukturen gesäumt (Abb. 65D).

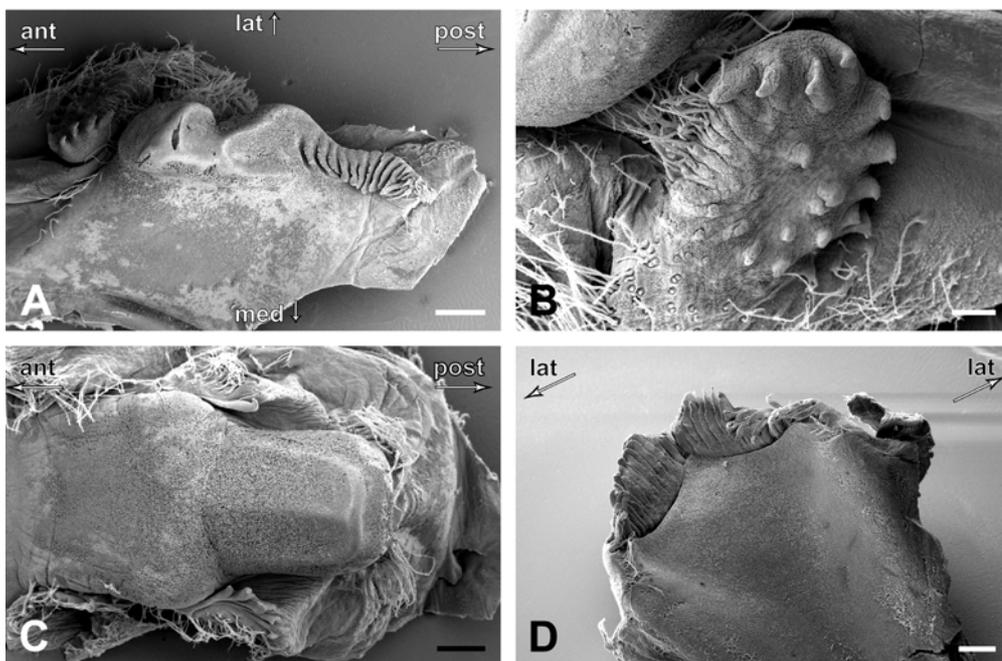


Abb. 65: Zahnstrukturen des Kaumagens von *Lithodes maja*. A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 300µm. B 100µm. C 300µm. D 200µm.

3.5 Merkmale und ihre Codierung

Für die phylogenetische Analyse wurden ausschließlich Merkmale aus den vergleichenden Untersuchungen zur Magenmorphologie verwendet. Die 37 binären und 6 multiplen Merkmale haben alle die gleiche Wichtung, sind ungeordnet und unabhängig voneinander. Die Festlegung der Lesrichtung erfolgte durch Wurzeln an einer Außengruppe. Die Datenmatrix ist in Tab. 4. (Anhang) dokumentiert.

- [1] Ossikel I und II (Abb. 70.1)
 - (0) deutlich voneinander getrennt
 - (1) zum teil oder vollständig miteinander verschmolzen
- [2] Ossikel IIa (Abb. 70.2)
 - (0) fehlend
 - (1) vorhanden
- [3] Ossikel IIb (Abb. 70.3)
 - (0) fehlend
 - (1) vorhanden
- [4] Ossikel II, lateraler Bereich (Abb. 70.4)
 - (0) lateral in einfacher Spitze endend
 - (1) lateral in zwei Spitzen endend
- [5] Ossikel III, anterior gerichteter Fortsatz (Abb. 70.5)
 - (0) nur als gerade seitliche Abgrenzung von VI
 - (1) umfasst VI deutlich
 - (2) VI nicht berührend
- [6] Ossikel III, anterior gerichteter Fortsatz (Abb. 70.6)
 - (0) gerade und kurz
 - (1) mit Haken
- [7] Ossikel III, zentrale Einkerbung (Abb. 70.7)
 - (0) fehlend
 - (1) vorhanden
- [8] Ossikel V, antero-ventraler Eindruck (Abb. 70.8)
 - (0) fehlend
 - (1) vorhanden
- [9] Ossikel V, lateraler Zahn – Borstensaum an Querlamellen (Abb. 70.9)

- (0)** fehlend
- (1)** vorhanden
- [10] Ossikel V, antero-ventraler Haken (Abb. 70.10)
- (0)** fehlend
- (1)** vorhanden
- [11] Ossikel VI, dorsaler Rand (Abb. 70.11)
- (0)** gerade
- (1)** gebogen
- [12] Ossikel VI, dorsaler Rand (Abb. 70.12)
- (0)** gerundet
- (1)** nur Mittelstück scharfkantig
- (2)** gesamter Rand scharfkantig
- [13] Ossikel VII, innerer postero-lateraler Rand (Abb. 70.13)
- (0)** ohne laterale Fortsätze
- (1)** mit lateralen Fortsätzen
- [14] Ossikel VII, Innenseite, anterior des dorso-medianen Zahnes (Abb. 70.14)
- (0)** mit zwei kragenförmigen Strukturen
- (1)** ohne kragenförmige Strukturen
- [15] Ossikel VII, dorso-medianer Zahn (Abb. 70.15)
- (0)** glatt, ohne Rippen
- (1)** mit mindestens drei querverlaufenden Rippen
- [16] Ossikel VII, Innenseite, abgesetzte längsovale Fläche (Abb. 70.16)
- (0)** ohne längsovale Fläche
- (1)** mit längsovaler Fläche
- [17] Ossikel VIII (Abb. 70.17)
- (0)** anders geformt
- (1)** dreieckig
- (2)** hufeisenförmig
- (3)** ringförmig
- [18] Ossikel VIII, Anordnung der zusätzlichen Zähne (accessory teeth) (Abb. 70.18)
- (0)** irregulär angeordnet
- (1)** in einer Reihe angeordnet
- (2)** in einem Halbkreis angeordnet

- (3) als Einzelzahn
- [19] Ossikel VIII, Länge der zusätzlichen Zähne im Verhältnis zur Basis (Abb. 70.19)
- (0) nahezu selbe Länge
- (1) länger als Basis
- [20] Ossikel VIII, Anzahl der zusätzlichen Zähne (Abb. 70.20)
- (0) mehr als ein Zahn
- (1) ein einzelner Zahn
- [21] Ossikel IX, sichelförmig (Abb. 70.21)
- (0) ohne ventro-medianen Haken
- (1) mit ventro-medianen Haken
- [22] Ossikel IX, antero-ventraler Bereich (Abb. 70.22)
- (0) ohne querverlaufendes Zwischenstück
- (1) mit querverlaufenden Zwischenstück
- [23] Ossikel X, antero-ventraler Bereich, *quill* (Xa) (Abb. 70.23)
- (0) gerade, ohne *quill* (Xa)
- (1) mit *quill* (Xa)
- [24] Ossikel X, antero-ventraler Bereich, *quill* (Xa) (Abb. 70.24)
- (0) *quill* (Xa) nicht distal vergrößert
- (1) *quill* (Xa) distal vergrößert
- [25] Ossikel XIII und XIV, Verbindung (Abb. 70.25)
- (0) dorsal
- (1) dorso-lateral
- (2) lateral
- [26] Ossikel XIII, Verbindungsstück zum Ossikel XIV (Abb. 70.26)
- (0) ohne Verbindungsstück
- (1) mit Verbindungsstück
- [27] Ossikel XIII, antero-ventrale Überlappung (Abb. 70.27)
- (0) fehlend
- (1) vorhanden
- [28] Ossikel XIV, antero-medianer Fortsatz (Abb. 70.28)
- (0) fehlend
- (1) vorhanden
- [29] Ossikel XIV, antero-ventraler Fortsatz (Abb. 70.29)

- (0)** fehlend
- (1)** vorhanden
- [30] Ossikel XIV, postero-ventraler Fortsatz (Abb. 70.30)
- (0)** fehlend
- (1)** vorhanden
- [31] Ossikel XIV, postero-ventraler Fortsatz (Abb. 70.31)
- (0)** schmal
- (1)** flächig stark vergrößert
- [32] Ossikel XIV, ventrale Spitze – kreisrunder Eindruck (Abb. 70.32)
- (0)** fehlend
- (1)** vorhanden
- [33] Ossikel XVIII (Abb. 70.33)
- (0)** distal nicht flächig vergrößert
- (1)** distal flächig vergrößert
- [34] Ossikel XIX (Abb. 70.34)
- (0)** vorhanden
- (1)** fehlend
- [35] Ossikel XIX (Abb. 70.35)
- (0)** unpaar
- (1)** paarig oder drei-teilig
- [36] Ossikel XIXa (Abb. 70.36)
- (0)** vorhanden
- (1)** fehlend
- [37] Ossikel XXI (Abb. 70.37)
- (0)** flächig, plattenförmig
- (1)** sichelähnliche Fläche
- (2)** sichelförmig
- (3)** trapezoid
- [38] Ossikel XXI, sichelähnlich, sichelförmig oder trapezoid (Abb. 70.38)
- (0)** ohne Zusatzfläche
- (1)** mit Zusatzfläche
- [39] Ossikel XXVIa (Abb. 70.39)
- (0)** fehlend

- (1) vorhanden
 [40] Ossikel XXVIa (Abb. 70.40)
 (0) vertikal ausgerichtet
 (1) in die posteriore Richtung geneigt
 (2) in die anteriore Richtung geneigt
 [41] Ossikel XXXI (Abb. 70.41)
 (0) bis Ossikel XIV reichend
 (1) nicht bis Ossikel XIV reichend
 [42] Ossikel XXXI, seitliche Fläche (Abb. 70.42)
 (0) fehlend
 (1) vorhanden
 [43] cardio-pylorikale Klappe, antero-dorsale Fläche (Abb. 70.43)
 (0) fehlend
 (1) vorhanden

3.6 Kladistische Analyse

Eine erste Analyse mit allen 66 Taxa der Brachyura sowie der zwei Außengruppenvertreter resultierte in 207 gleichsparsamen Stammbäumen mit 121 Schritten. Nach Ausschluss aller nichtinformativen Merkmale beträgt der Konsistenzindex 0.43 und der Konservierungsindex (engl. »retention index« Ri) 0.89. Der strikte Konsensusbaum wurde aus 207 gleichsparsamen Stammbäumen berechnet. Die Bootstrap-Werte bzw. der Bremer-Index sind nur für die Taxa angegeben, welche im strikten Konsensusbaum unterstützt werden (vergl. Abb. 66 und Abb. 69).

Die kladistische Analyse unterstützt die Monophylie der Brachyura, einschließlich der Dromiidae und der Raninidae. Gestützt wird diese Monophylie durch folgende synapomorphe Merkmale: das Vorhandensein eines *prepterocardiac ossicle* (IIa), eines dreieckigen *pectinal ossicle* (VIII), das Vorhandensein eines *quill* (Xa) am *postpectinal ossicle* (X), einem *subdentate ossicle* (XIV) mit einem antero-ventralen Fortsatz, einem paarigen bzw. dreiteiligen *anterior mesopyloric ossicle* (XIX), das Vorhandensein eines sichelähnlichen *uropyloric ossicle* (XXI) sowie das Vorkommen eines *anterior process of the ampullary-roof-ossicle* (XXVIa).

Die Dromiidae bilden zusammen mit den Dynomenidae das Schwestertaxon zu allen anderen untersuchten Arten der Brachyura.

Eine nähere Verwandtschaft der Homolidae und ebenso der Latreillidae zu den 'höheren' Krabben wird durch ein distal flächig vergrößertes *quill* (Xa) am *postpectinal ossicle* (X), einem *urocardiac ossicle* (VII), dessen Innenseite ohne kragenförmige Strukturen vorliegt sowie einer antero-dorsalen Verbindung zwischen den Ossikeln XIII und XIV unterstützt. Diese Ergebnisse weisen einen deutlichen Unterschied zur Klassifikation der Brachyura (Guinot 1977, 1978) auf.

Die vier untersuchten Arten der Majidae bilden in dieser Analyse eine paraphyletische Gruppierung. Lediglich die zwei Arten der Gattung *Hyas* und ein Vertreter der Gattung *Libinia* zeichnen sich durch ein nur ihnen gemeinsames Merkmal aus; einen antero-ventralen Haken am *zygocardiac ossicle* (V). Dieses Monophylum stellt die Schwestergruppe zu allen anderen Taxa der Brachyura, einschließlich *Inachus dorsettensis* dar. Unterstützt wird dieses Schwestergruppenverhältnis durch das Vorhandensein eines Verbindungsstückes am Ossikel (XIII) sowie eines deutlich sichelförmig ausgeprägten *uropylic ossicle* (XXI).

Basierend auf einer lateralen Verbindung zwischen den Ossikeln XIII und XIV, und einem scharfkantigen dorsalen Rand des *prepyloric ossicle* (VI) können die ursprünglich als Oxystomata zusammengefassten Taxa Calappidae, Leucosiidae, Dorippidae und Raninidae, einschließlich zweier weiterer Taxa (Parthenopidae und Cyonomidae) als monophyletischen Taxon Oxystomata sensu lato zusammengefasst werden. Innerhalb dieses Taxons teilen sich *Calappa granulata* und *Parthenope notialis* ein nur ihnen gemeinsam abgeleitetes Merkmal, einen kreisförmigen Eindruck an der ventralen Spitze des *subdentate ossicle* (XIV). Sie bilden das Schwestertaxon zu einem zweiten Taxon (Leucosiidae + (Dorippidae + (Cyonomidae + Raninidae))) innerhalb der Oxystomata sensu lato. Dieses zweite Taxon wird durch den Besitz eines einzelnen zusätzlichen Zahnes an der Basis des lateralen Zahnes begründet. Es handelt sich dabei (mit Ausnahme bei *Cyonomus granulatus*) um einen gut entwickelten zusätzlichen Zahn, welcher deutlich von den stark verkleinerten zusätzlichen zu unterscheiden ist (vergl. Abb. 14B). Bei *Cyonomus granulatus*, mit einer Gesamtgröße des Magens von 2.5 mm, konnte trotz Anwendung der Rasterelektronenmikroskopie kein zusätzlicher Zahn nachgewiesen werden. Es ist davon auszugehen, dass sowohl das zahntragende Element, das *pectinal ossicle* (VIII) als auch der zusätzliche Zahn reduziert wurden.

In einem nicht vollständig aufgelösten Schwestertaxon (Taxon E) der Oxystomata sensu lato, sind Vertreter der 'heterotrematen' und thoracotrematen Brachyura zusammengefasst. Es können hier zwei Taxa im weitern Sinne unterschieden werden. Zum einen ordnen sich hier sämtliche xanthoide Taxa (Xanthidae, Carpilidae, Hexapodidae, Trapeziidae, Panopeidae und Bythrograeidae) sowie die Taxa Portunidae und Cancridae ein. Innerhalb dieser Gruppierung werden die Taxa *Rhithropanopeus harrisii* und *Leptodius sanguineus* durch den Besitz einer antero-dorsalen Fläche an der cardio-pylorikalen Klappe als Schwestertaxa unterstützt (vergl. Abb. 30D und Abb. 34D). Des weiteren werden die zu

den Portunidae zählenden Vertreter durch ein trapezoid-ähnliches *uropyloric ossicle* (XXI) als Monophylum unterstützt.

Ein zweites, neubenanntes Taxon Neobrachyura, umfasst sowohl Taxa der 'heterotrematen' (Potamonautidae, Retroplumidae, Pinnotheridae und Palicidae) als auch der thorakotrematen Brachyura (Ocypodidae, Mictyridae, Gecarcinidae und Grapsidae). Sie alle teilen sich ein synapomorphes Merkmal: ein *pyloric ossicle* (III), welches an seinem anterior gerichteten Fortsatz einen zur Längsachse gerichteten Haken besitzt (vergl. Abb. 56A und Abb. 70.6). Innerhalb der Neobrachyura weisen die Taxa *Uca* und Mictyridae zwei synapomorphe Merkmale auf. Beide Taxa besitzen zum einen, einen dichten Borstensaum an den Querlamellen der lateralen Zähne und zum anderen eine abgesetzte, längsovale Fläche an der Innenseite des *urocardiac ossicle* (VII).

In einer zweiten Analyse wurden aus Familien, deren Arten identische Datensätzen aufweisen, nur jeweils ein Vertreter für einen nachfolgenden Vergleich mit Fossildaten einbezogen. Im Resultat dieser Analyse von 43 Merkmalen von 35 Taxa der Brachyura sowie der Außengruppenvertreter, wurden 49 gleichsparsame Stammbäume mit 121 Schritten berechnet. Der Konsistenzindex 0.43 und der Konservierungsindex (engl. »retention index« Ri) 0.75. Die Bootstrap-Werte bzw. der Bremer-Index sind nur für die Taxa angegeben, welche im strikten Konsensusbaum unterstützt werden (vergl. Abb. 68).

Der strikte Konsensusbaum, aus 49 gleichsparsamen Stammbäumen berechnet, unterstützt im wesentlichen die Ergebnisse der ersten Analyse und soll die Grundlage für einen Vergleich mit dem Fossilbericht der Brachyura darstellen.

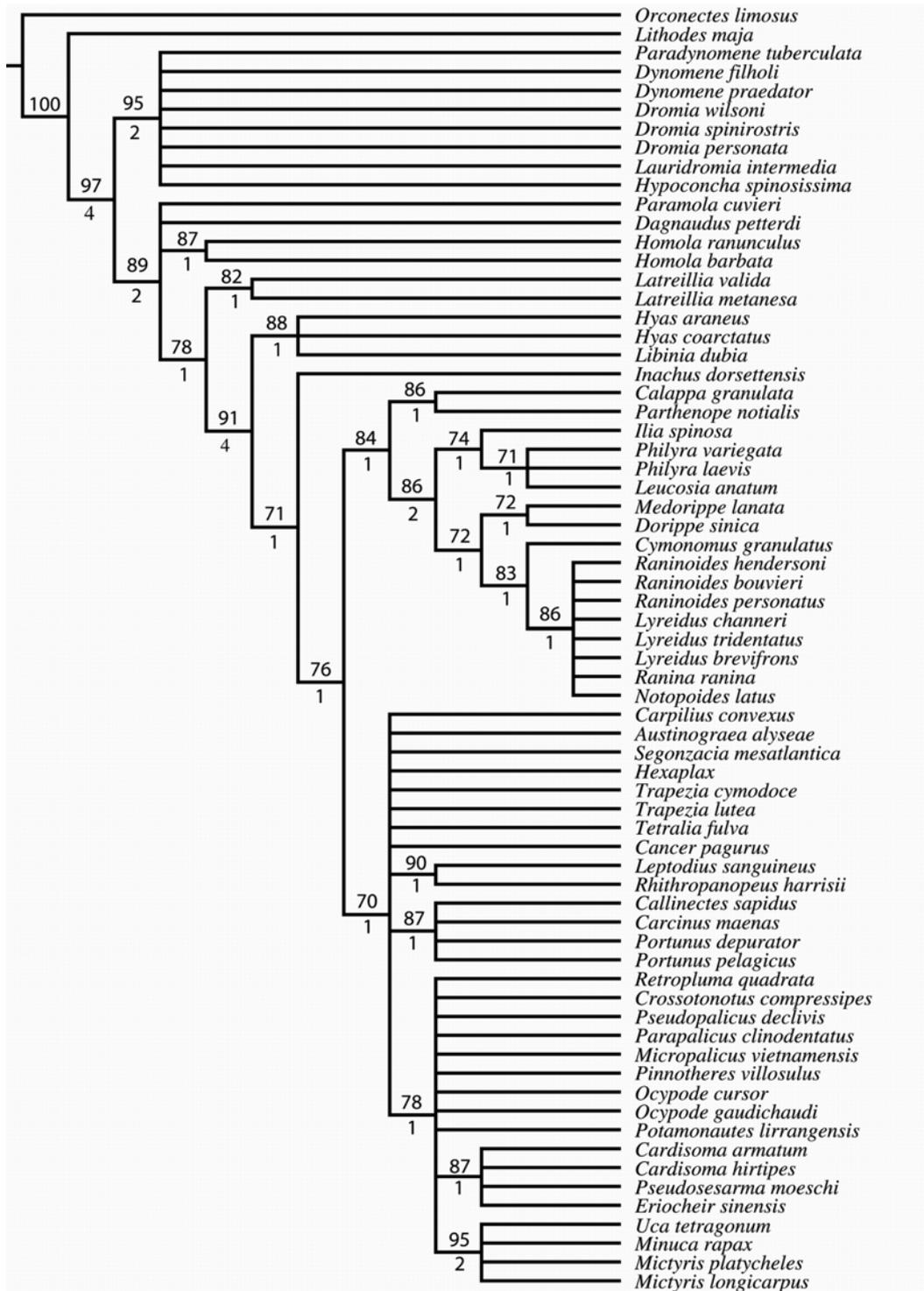


Abb. 66: Phylogenetische Analyse der Brachyura (66 Taxa). Strikter Konsensusbaum von 207 gleichsparsamen Stammbäumen. Bootstrap-Werte und Bremer-Index nur für Taxa angegeben, welcher durch den strikten Konsensusbaum unterstützt werden.

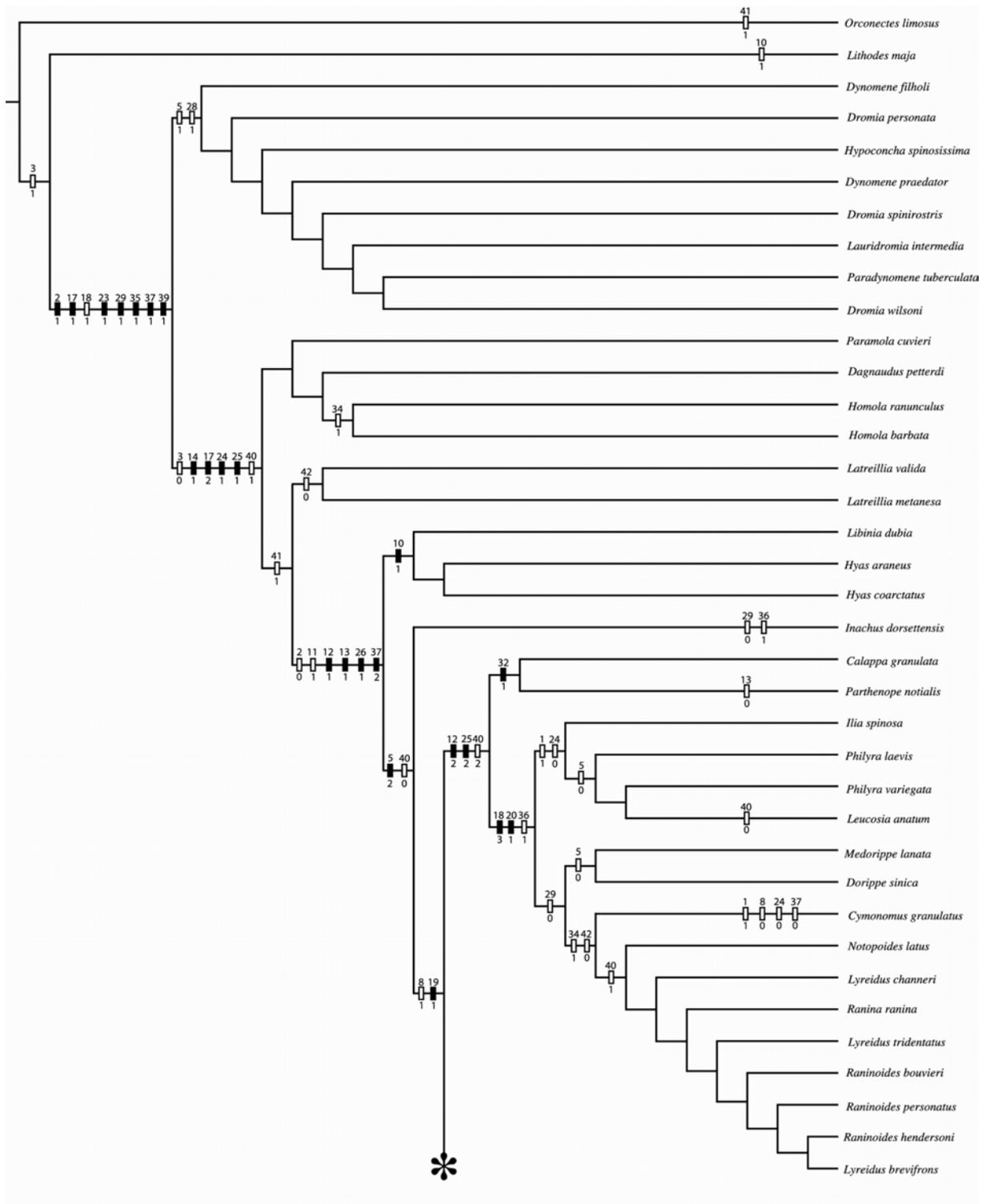


Abb. 67.: Phylogenetische Analyse der Brachyura. Einer von 207 gleichsparsamen Stammbäumen der vorliegenden Analyse mit aufgetragenen Merkmalen. Schwarzes Kästchen = Apomorphie. Weißes Kästchen = konvergentes Merkmal.

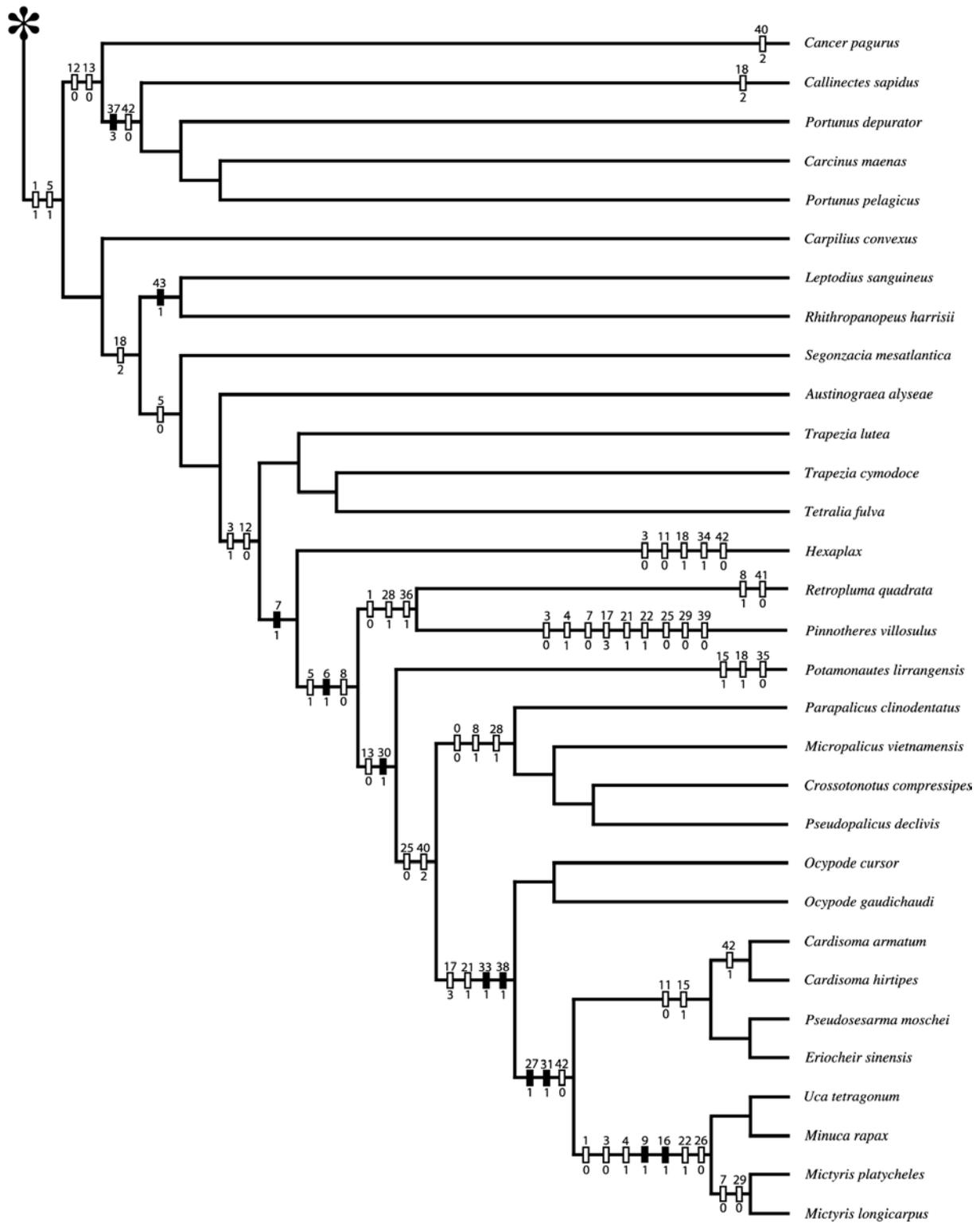


Abb. 67.: Fortsetzung. Phylogenetische Analyse der Brachyura. Einer von 207 gleichsparsamen Stammbäumen der vorliegenden Analyse mit aufgetragenen Merkmalen. Schwarzes Kästchen = Apomorphie. Weißes Kästchen = konvergentes Merkmal.

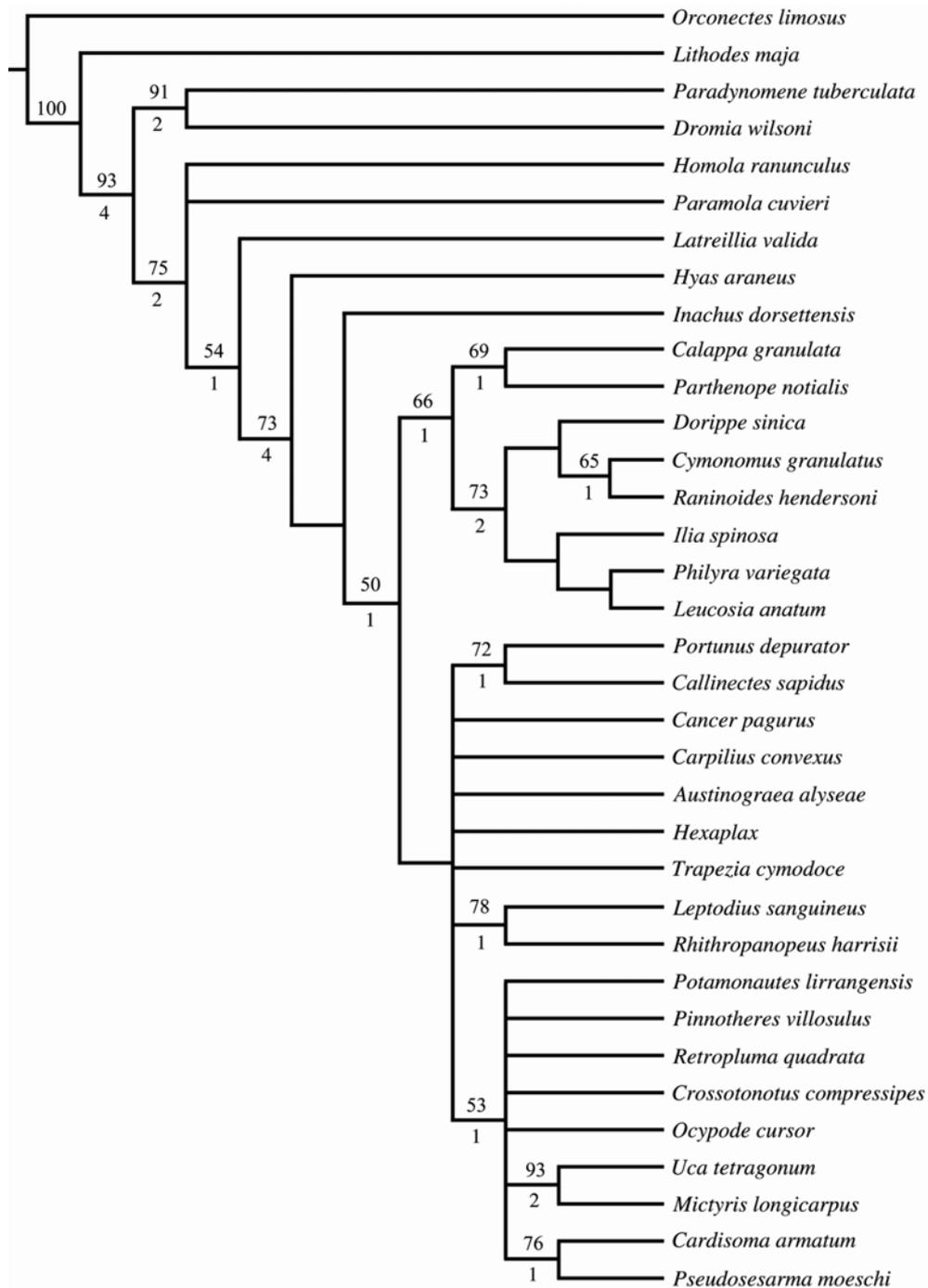


Abb. 68: Phylogenetische Analyse der Brachyura (29 Taxa). Strikter Konsensusbaum. Strikter Konsensusbaum von 49 gleichsparsamen Stammbäumen. Bootstrap-Werte und Bremer-Index nur für Taxa angegeben, welcher durch den strikten Konsensusbaum unterstützt werden.

4 Diskussion

4.1 Neue Kenntnisse zur Magenmorphologie der Brachyura

In der vorliegenden Studie wurden die Magenossikel und die Magen­zähne von 66 Arten aus dem Taxon der Brachyura sowie von *Orconectes limosus* und *Lithodes maja* vergleichend untersucht und entsprechend der verschiedenen Regionen des Magens (Abb. 3) beschrieben. Die Beschreibung von sechs neuen Ossikeln im Bereich des anterioren Kaumagens (IIa, IIb und Va) sowie des dorsalen und des lateralen Filtermagens (XIXa, XXIb und XXVIa) unterstreicht die Wichtigkeit, aber auch die Vorteile einer spezifischen Anfärbung der Magenossikel mit Hilfe des Färbepigments Alizarin-Rot (Brösing et al. 2000, 2002). Durch sie wird es möglich, die genaue räumliche Ausdehnung der einzelnen Ossikel auf einer qualitativ höheren Stufe (im Vergleich zu ungefärbten Mägen) zu erkennen. Zusätzlich wurden die Magenossikel von 28 Arten der Brachyura und der Außen­gruppenvertreter gezeichnet sowie die Magen­zähne mit Hilfe rasterelektronenmikroskopischer Aufnahmen dokumentiert. Des weiteren wurde die hier zugrunde liegende Ossikel-Nomenklatur von Maynard und Dando 1974 neu überarbeitet bzw. neue Ossikel hinzugefügt.

Inwieweit sind die in dieser Studie neu gewonnenen Ergebnisse mit den Resultaten früherer Arbeiten objektiv vergleichbar?

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen zum größten Teil die grundlegenden Erkenntnisse bisheriger morphologischer Untersuchungen an den Mägen decapoder Krebse (Milne Edwards 1837; Parker 1876; Huxley 1880; Nauck 1880; Mocquard 1883; Ringel 1924; Balss 1944; Patwardhan 1934, 1935a-e; Cochran 1935; Maynard und Dando 1974; Meiss und Norman 1977; Kunze und Anderson 1979). Es wurde jedoch in keiner dieser Arbeiten eine spezifische Anfärbung der Magenossikel beschrieben. Eine methodische Gemeinsamkeit besteht in der Mazeration der Mägen in einer KOH-Lösung zur Entfernung von Resten an Muskel- und Nervenfasern, sowie der Mitteldarmdrüsen (Nauck 1880; Patwardhan 1935b-e; Maynard und Dando 1974). Methodisch bedingte Unterschiede zeigten Ossikel, deren räumliche Ausdehnung im ungefärbten Zustand nur schwer oder gar nicht zu erkennen ist. Dazu zählen unter anderem das *prepterocardiac ossicle* (IIa) und das *postpterocardiac ossicle* (IIb). Beide Ossikel befinden sich als schmale Streifen anterior bzw. lateral des unpaaren *mesocardiac ossicle* (I) und des *pterocardiac ossicle* (II). Nur bei Vertretern der Dromiidae und Dynomenidae sind beide Ossikel vorhanden. In den einzigen bisherigen Untersuchungen an Mägen der Dromiidae (Nauck 1880 und Patwardhan 1935a) werden diese Ossikel von den Autoren weder beschrieben noch illustriert. Ihre grundlegenden Erkenntnisse zur Magenmorphologie werden jedoch durch diese Studie bestätigt. Bei

Vertretern der Homolidae und der Latreillidae wurden das *prepterocardiac ossicle* (IIa) erstmals beschrieben. Ein drittes neues Ossikel, das *prezygocardiac ossicle* (Va), konnte nur bei zwei Vertretern der Cymonomidae nachgewiesen werden. Weitere neue Ossikel konnten für den Bereich des dorsalen Filtermagens beschrieben werden. Das *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) ist bei allen Arten, bei denen es vorkommt, sehr schwach kalzifiziert, wird jedoch im gefärbten Zustand deutlich erkennbar.

Außerdem wurde das *urocardiac ossicle* (XXI), basierend auf dessen Nichttrennbarkeit vom *posterior uropyloric ossicle* (XXIb), oftmals widersprüchlich interpretiert. So beschrieb Cochran (1935) das *uropyloric ossicle* (XXI) am Magen von *Callinectes sapidus* fälschlich als paarige Struktur, welches die posteriore Abgrenzung des dorsalen Filtermagens bildet. Dabei erkannte sie nicht die Trennung des *uropyloric ossicle* (XXI) vom posterior folgenden *posterior uropyloric ossicle* (XXIb). Maynard und Dando (1974) illustrierten diese Ossikel (XXI und XXIb) als ein einzelnes (XXI) und verwiesen auf die Beschreibung von Cochran (1935). Das *posterior uropyloric ossicle* (XXIb) konnte mit Ausnahme von *Pinnotheres villosulus* für alle untersuchten Arten, einschließlich der Außengruppenvertreter, beschrieben werden. Bei *Pinnotheres villosulus* ist nicht eindeutig zu entscheiden, ob hier zwei Ossikel (XXI und XXIb) miteinander verschmolzen sind oder eines von beiden nicht vorhanden ist.

Am lateralen Filtermagen ließ sich mit Hilfe der Ossikelfärbung ein weiteres Detail aufklären: Zwischen dem *ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVI) und einer sich anterior anschließenden hakenförmigen Struktur, konnte eine deutliche Abgrenzung beobachtet werden. Aus diesem Grund erhielt dieser anteriore hakenförmige Fortsatz eine eigene Bezeichnung: *anterior process of the ampullary-roof-ossicle, upper portion* (XXVIa). Dieser Fortsatz ist bisher nur bei Vertretern der Brachyura identifiziert worden.

Außer den sechs neu beschriebenen Ossikeln weisen einige weitere Ossikel charakteristische Unterschiede auf, von denen die markantesten anhand einiger Beispiele diskutiert werden sollen.

Das bei allen untersuchten Arten der Brachyura und in den Außengruppenvertretern vorkommende *pyloric ossicle* (III) zeigt eine enorme Formenvielfalt. Unterschiedlichste Interpretationen des Ossikels als paarige oder unpaare Struktur sind oft auf einen geringeren Kalzifizierungsgrad im Medianbereich dieses Ossikels zurückzuführen. So beschrieben Meiss und Norman (1977) dieses Ossikel bei *Calappa sulcata* als unpaare Struktur. Bei der hier untersuchten Art *Calappa granulata* ist dieses Ossikel dagegen eindeutig als paarige Struktur zu erkennen (vergl. Abb. 23).

Am ventralen Übergang vom Kaumagen zum Filtermagen wird in der Literatur ein paariges *lateral ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVIII) zusammen mit dem unpaaren *posterior ossicle of the cardio-pyloric valve* (XVII) beschrieben bzw. illustriert (Maynard und Dando 1974; Meiss und

Norman 1977; Kunze und Anderson 1979). Nach den vorliegenden Ergebnissen sind einige Unterschiede zu bemerken. Das Ossikel XVIII liegt bei allen untersuchten Arten der Brachyura und bei *Lithodes maja* als unpaare Struktur vor. Nur bei *Orconectes limosus* ist eine mittige Abgrenzung der Ossikel zueinander erkennbar. Das Ossikel XVII wurde meist ohne Abgrenzung dem Ossikel XVIII zugeordnet (Maynard und Dando 1974; Meiss und Norman 1977). In den Beiträgen zur Morphologie des Verdauungssystems der Crustacea (Balss 1944) ist am Beispiel des Magens von *Cancer pagurus* eine dem Ossikel XVIII vergleichbare Struktur abgebildet, wurde aber nicht beschriftet oder näher erläutert.

4.2 Homologie der Magenossikel

Grundlage für die Verwendung von magenmorphologischen Merkmalen für phylogenetische Analysen ist die Kenntnis zur Homologiewahrscheinlichkeit dieser Strukturen. Die Mehrzahl der 38 beschriebenen Ossikel ist bei allen untersuchten Arten der Brachyura in einem nahezu konstanten Muster zueinander angeordnet. Eine Ausnahme bildet hierbei das *prezygocardiac ossicle* (Va), welches ausschließlich bei zwei Exemplaren von *Cymonomus granulatus* identifiziert werden konnte. Weitere Ossikel, wie das *anterior mesopyloric ossicle* (XIX), aber auch das *lateral mesopyloric ossicle* (XIXa) sind bei einer Reihe von Arten nicht vorhanden. Schwieriger wird die Beurteilung einer möglichen Homologie, wenn anstelle von zwei oder mehreren Ossikeln nur eine kalzifizierte Struktur vorliegt, welche jedoch eine identische räumliche Positionen der Einzel-Ossikel einnimmt. Dies betrifft ebenfalls Ossikel, welche zum Teil mit benachbarten Ossikeln verschmolzen sind bzw. deren Abgrenzung zueinander wenigstens noch zum Teil erkennbar ist. Am Beispiel des Kaumagens von *Potamonautes lirrangensis* (vergl. Abb. 44) soll dies erörtert werden. Im anterioren Bereich des dorsalen Kaumagens ist deutlich ein *zygocardiac ossicle* (V) erkennbar. In posteriorer Richtung schließt sich in der Mehrzahl der untersuchten Arten der Brachyura ein *exopyloric ossicle* (IV) an. Im Fall von *Potamonautes lirrangensis* ist dieses Ossikel nicht erkennbar. Es ist schwer zu entscheiden, ob es nicht vorhanden oder mit dem *zygocardiac ossicle* (V) vollständig verschmolzen ist. Eine Homologisierbarkeit eines *exopyloric ossicle* (IV) ist in diesem Falle fraglich. Das Mischossikel „IV-V“ ist eine nicht eindeutig einzuordnende Struktur.

Aufgrund der oben beschriebenen Lagekonstanz der einzelnen Ossikel innerhalb eines komplexen Muster, kann unter Verwendung des Kriteriums der Lage (Remane 1961; Sudhaus und Rehfeld 1992; Wägele 2000) von der Annahme ausgegangen werden, dass es sich hierbei um homologe Strukturen handelt. Gleiches kann für die Magen Zähne postuliert werden, welche trotz vieler struktureller

Unterschiede in einem regelmäßigen Muster innerhalb des Kaumagens bzw. am Übergang des Kaumagens zum Filtermagen angeordnet sind.

4.3 Magenstrukturen und ihre phylogenetische Bedeutung

Zahlreiche Studien an einer Vielzahl decapoder Krebse schlagen eine mögliche nahrungsspezifische Modifizierung der Anatomie des Vorderdarms vor (Patwardhan 1935a-e; Reddy 1935; Powell 1974; Caine 1975b; Fryer 1977; Ngoc-Ho 1984). Icely und Jones (1978) zeigten an vier Arten der Gattung *Uca*, alle aus einem Habitat stammend und mit ähnlichen Nahrungsgewohnheiten, dass die Ausbildung des Kaumagens Unterschiede in der Größe und Zusammensetzung der Nahrungspartikel widerspiegelt. Vergleichende Untersuchungen am Kaumagen von 15 Arten 'astacider'² Flusskrebse (Caine 1975b; Grown und Richardson 1990) zeigten nur geringe strukturelle Unterschiede im Vergleich zum jeweiligem Nahrungsspektrum. Auch Felgenhauer und Abele (1983a, 1985, 1989) beschrieben viele Beispiele von nahverwandten decapoden Krebsen mit einer ähnlichen Magenanatomie, welche sich jedoch hinsichtlich ihres Nahrungsspektrums unterschieden. Die vorliegende Studie an 66 Arten der Brachyura sowie an zwei Außengruppenvertretern bestätigte, dass die Mägen und vor allem die Magenossikel ein relativ konstantes Muster bei Arten einer Familie bzw. bei Arten nahverwandter Familien aufweisen. Unterstützt wird diese Aussage durch die Einbeziehung möglichst vieler Arten einer Familie mit der Option, die Variabilität der verschiedenen Magenstrukturen innerhalb einer Familie zu testen. Dieser Vergleich zeigte zum einen nahezu identische Merkmalsausprägungen der Magenossikel von Arten einer Familie und andererseits markante Unterschiede zwischen Arten verschiedener Familien. Geringe morphologische Unterschiede waren dagegen an den Magenmägen zu beobachten, einschließlich verschiedener Abnutzungserscheinungen (vergl. Abb. 7C).

Dass Strukturen des Vorderdarms und insbesondere magenmorphologische Daten für die Interpretation phylogenetischer Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb der Crustacea bzw. der Malacostraca von großem Nutzen sein können, zeigten phylogenetische Analysen der Isopoda (Wägele 1989), Amphipoda (Coleman 1994) und der Peracarida (Kobusch 1999).

² Innerhalb der Astacida werden die 'Astacidae' als nicht monophyletisch angesehen (vergl. Scholtz 1998, 1999, 2002, Crandall et al. 2000).

4.4 Heterodontea – Cyclodontea – Konzept

In einer Studie zum Kaugerüst der Brachyura erstellt Nauck (1880) eine neue Klassifikation der Brachyura. Grundlage sind seine vergleichende Untersuchungen an Magenossikeln und Magenzähnen von 70 Arten der Brachyura.

Dabei stellt er Vertreter der Pinnotheridae und der 'Gelasimiden'³, zusammengefasst als Heterodontea den Cyclodontea gegenüber. Die Cyclodontea enthalten alle anderen von Nauck untersuchten Taxa der Brachyura. Nauck begründet diese Unterteilung mit zwei Argumenten: Das erste Argument beruht auf den cardiacalen vorderen Superolateralia (*pterocardiac ossicles* (II)) (vergl. Tab. 3.). Nach seinen Angaben liegen diese Ossikel bei den Heterodontea vor dem cardiacalen vorderen Superomedianum (*mesocardiac ossicle* (I)). Bei allen hier untersuchten Arten der Brachyura ist das *pterocardiac ossicle* (II) zu beiden Seiten des *mesocardiac ossicle* (I) entweder antero-lateral oder lateral angeordnet. Eine ausschließlich anteriore Lage innerhalb der Pinnotheridae und 'Gelasimiden' konnte nicht beobachtet bzw. bestätigt werden.

Ein zweites Argument bezieht sich auf den „Mittelzahn“ (dorso-medianer Zahn): „Die Mittelzähne bestehen nie aus einfachen Querlamellen“ ('Gelasimiden' Pinnotheridae).

Nauck lässt unbeantwortet, was unter „einfachen Querlamellen“ zu verstehen ist. Für *Cardisoma hirtipes* beschreibt er: „Der Mittelzahn besteht aus sechs Lamellen (fünf bei *Cardisoma carnifex*)“. *Cardisoma armatum* zeigt hier ebenfalls fünf dieser Lamellen (vergl. Abb. 59C). Entscheidend ist jedoch, dass in der hier vorliegenden Studie nur Vertreter der Gecarcinidae (*Cardisoma hirtipes* und *Cardisoma armatum*) sowie der Grapsidae (*Pseudosesarma moeschi* und *Eriocheir sinensis*) (siehe auch Abb. 57C) diese Art von Lamellen aufwiesen. Somit lässt sich auch das zweite Argument Nauck's, dass nur die „Mittelzähne“ der Pinnotheridae und der 'Gelasimiden' keine Querlamellen besitzen, nicht bestätigen. Zu bemerken ist außerdem, dass *Uca tetragonum* am dorso-medianen Zahn (nach Nauck - Mittelzahn) lateral je drei tiefe Einschnitte aufweist und zumindest dieser laterale Rand rippen- oder lamellenartig unterteilt ist. Dieses Merkmal ist jedoch nicht mit den oben genannten Querlamellen der Gecarcinidae und der Grapsidae gleichzusetzen.

Innerhalb der vorgeschlagenen 'Cyclodontea' unterscheidet Nauck weiterhin die Coelostylidea (mit den Catometopa und den Oxyrhyncha) von den Platystylidea (mit den Oxystemata und den Cyclometopa). Grundlage dieser Unterteilung ist das mittlere Superomedianum (*urocardiac ossicle*

³ Mit dem Namen 'Gelasimiden' bezeichnet Nauck vermeintliche Vertreter der Gattung *Uca*. Das Typusexemplar der Gattung *Uca* wurde zunächst von Seba (1758) anhand eines Bildes mit *Cancer uca una, Brasiliensibus* benannt. Die wirkliche Erstbeschreibung dieser Art anhand eines Exemplares erfolgte 1834 durch Milne Edwards. Er nannte die Art *Gelasimus platydactylus* (siehe auch Rosenberg 2001).

(VII)). Nach seiner Beobachtung besitzt dieses Ossikel bei den Coelostylidea „stark erhöhte Seitenränder“ im Gegensatz zu „keinen oder sehr wenig erhöhten Seitenrändern“ bei den Platystylidea.

Mit dieser Unterteilung in Catometopa, Oxyrhyncha, Oxystomata und Cyclometopa greift Nauck auf eine bereits bestehende Klassifikation zurück (vergl. Milne Edwards und Lucas 1843).

Erhöhte Seitenränder am mittleren Superomedianum (*urocardiac ossicle* (VII)) waren in der vorliegenden Studie ebenfalls bei Vertretern der Gecarcinidae, der Grapsidae und der Ocypodidae (alle zu den Catometopa zählend) zu beobachten. Innerhalb der Oxyrhyncha, im speziellen bei *Inachus dorsettensis* und *Parthenope notialis* sind ähnliche Seitenränderhöhungen vorhanden. Bei *Hyas araneus* und *Hyas coarctatus* besitzt jedoch das mittlere Superomedianum (*urocardiac ossicle* (VII)) nur einen schwach erhöhten Seitenrand.

Innerhalb der 'Platystylidea' bzw. innerhalb der Oxystomata entsprechen die beobachteten Ergebnisse den Darstellungen von Nauck, das heißt bei Vertretern der Calappidae, der Raninidae der Leucosiidae und der Dorippidae besitzt das mittlere Superomedianum (*urocardiac ossicle* (VII)) keine erhöhten Seitenränder. Im Gegensatz dazu sind jedoch innerhalb der Cyclometopa (bei Vertretern der Portunidae, der Carpilidae, der Xanthidae und auch der Trapeziidae) stark erhöhte Seitenränder am *urocardiac ossicle* (VII) vorhanden.

Zusätzlich zu den beschriebenen gegensätzlichen Beobachtungen, erschweren einige, nach heute akzeptierten Klassifikationen nicht korrekte taxonomische Zuordnungen das Verständnis dieser Klassifikation.

Aus den Beschreibungen Naucks ist zu entnehmen, dass er sowohl *Mictyris longicarpus*, *Macrophthalmus definitus*, *Heloecius signatus* als auch *Gelasimus bellator* den 'Gelasimiden' zuordnet. Nach heutigen taxonomischen Erkenntnissen gehören *Heloecius signatus* und *Gelasimus bellator* (heute *Australuca bellator*) mit großer Wahrscheinlichkeit der Gattung *Uca* an (Unterfamilie Ocypodinae innerhalb der Ocypodidae) (vergl. Crane 1975; Rosenberg 2001). *Mictyris longicarpus* wird einem eigenen Taxon Mictyridae zugeordnet. *Macrophthalmus definitus* hingegen gehört der Unterfamilie Macrophthalminae innerhalb der Ocypodidae an. Somit wären *Heloecius signatus*, *Gelasimus bellator* und *Macrophthalmus definitus* nach den Argumenten Naucks eher den Catometopa innerhalb der Coelostylidea zu zuordnen. Diese vorgeschlagenen Klassifikation bzw. die Unterteilung in Heterodontea und Cyclodontea findet nach den hier vorliegenden Ergebnissen keine Unterstützung.

4.5 Phylogenetische Analyse

Die Ergebnisse der vorliegenden kladistischen Analysen unterstützen die Verwendbarkeit magenmorphologischer Strukturen für die Rekonstruktion stammesgeschichtlicher Ereignisse der Brachyura. Im Vergleich mit bereits vorhandenen Literaturdaten können eine Reihe wichtiger Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede zur Phylogenie der Brachyura festgestellt werden. Diese sollen nachfolgend diskutiert werden.

Die kladistische Analyse unterstützt die Monophylie der Brachyura, einschließlich der Taxa Dromiidae und Raninidae (e.g. Borradaile 1907; Guinot 1977, 1978; Bowman und Abele 1982; Scholtz und Richter 1995; Martin und Davis 2001). Im Gegensatz dazu werden in einer molekularen Studie zur Monophylie der Brachyura die Dromiidae, vertreten durch *Hypoconcha arcuata* und *Dromia antillensis*⁴, von den Brachyura ausgeschlossen und *Hypoconcha arcuata* in eine nähere Verwandtschaft zum Einsiedlerkrebs *Clibanarius vittatus* gestellt (Spears et al. 1992).

Die vergleichenden morphologischen Untersuchungen an Vertretern der Gattungen *Dromia* und *Hypoconcha* zeigten jedoch weitgehende Übereinstimmungen in den magenmorphologischen Grundmustermerkmalen der Brachyura. Daher wäre ein Ausschluss von den Brachyura abzulehnen.

Außerdem der identischen Datensätze erscheinen die Vertreter der Dromiidae und Dynomenidae als nicht näher aufgelöstes Taxon. Zur Monophylie-Frage beider Taxa existieren eine Reihe gegensätzlicher Ansichten. In verschiedenen Parsimonie-Analysen von Ultrastrukturen der Spermatozoen und einer Kombination dieser mit nicht-Spermatozoen-Merkmalen (Jamieson 1994; Jamieson et al. 1995, Guinot et al. 1998) wurden weder die Dromiidae noch die Dynomenidae (basierend auf den Spermatozoen-Merkmalen) als monophyletische Taxa unterstützt. Dagegen deuten morphologische Untersuchungen an nicht-Spermatozoen-Merkmalen auf eine Monophylie beider Taxa hin (vergl. McLay 1993; Jamieson et al. 1995; McLay 1999 ; McLay et al. 2001). Durch das Auftreten der Dromiidae und der Dynomenidae als Schwestertaxon zu allen anderen Vertretern der Brachyura (Taxon A) (vergl. Abb. 69) wird ein monophyletisches Taxon Podotremata (Guinot 1978) nicht unterstützt.

⁴ *Dromia antillensis* Stimpson, 1858 wird nach einer Studie der Dromiidae Neu Kaledoniens und der Philippinen (McLay 1993) einer anderen Gattung zugeordnet, *Cryptodromiopsis antillensis* (Stimpson, 1858).

Innerhalb der Podotremata unterscheidet Guinot zwei jeweils monophyletische Taxa; Dromiacea (Homolodromiidae, Dromiidae und Dynomenidae) und Archaeobrachyura (Homolidae, Latreillidae, Poupinidae, Raninidae, Cyclodorippidae, Cymonomidae und Phyllotymolidae). Eine Monophylie der Dromiacea (sensu Guinot 1977, 1978) basierend auf Daten der Magenmorphologie kann noch nicht bestätigt werden, da für diese Untersuchungen keine Exemplare der Homolodromiidae zur Verfügung standen.

Bei der Einordnung der Homolidae in das Taxon Archaeobrachyura orientierte sich Guinot neben der coxalen Lage der Genitalporen in beiden Geschlechtern an weiteren morphologischen Merkmalen des thorakalen Sternums sowie am Fehlen der Uropoden, bzw. deren Umgestaltung in Vertiefungen (Guinot und Bouchard 1998; Guinot und Tavares 2001). Auf der Grundlage der magenmorphologischen Daten stellt das Taxon der Homolidae die Schwestergruppe zu allen anderen Taxa der Brachyura (Taxon B) (vergl. Abb. 69) dar. Ähnliches gilt für das Taxon Latreillidae, welches in einer nachfolgenden Abspaltung das Schwestertaxon zum Taxon C darstellt (vergl. Abb. 69). Damit wird auch ein monophyletisches Taxon Archeobrachyura nicht unterstützt. Einen zusätzlichen Beleg dafür geben die beiden Taxa Raninidae und Cymonomidae, welche nach den vorliegenden Daten einem Taxon Oxystomata sensu lato zugeordnet werden.

Die basale Stellung der Majidae innerhalb des Taxons C (vergl. Abb. 69), begründet durch Merkmale der Magenossikel, wird durch Merkmale der Spermatozoen (Jamieson et al. 1995) bestätigt. Ein monophyletisches Taxon Majidae wird durch die magenmorphologischen Daten der vier untersuchten Arten nicht unterstützt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass weitere Untersuchungen zur Morphologie der Magenstrukturen, bei einem Taxon mit mehr als 800 bekannten Arten (Manning und Holthuis 1981), eine Monophylie dieses Taxons unterstützen. Des weiteren deuten Ergebnisse von Untersuchungen zur Morphologie verschiedener Zoeastadien (Rice 1980) auf einen gemeinsamen Ursprung der Majidae hin.

Die phylogenetische Analyse unterstützt in einer weiteren Abspaltung ein Taxon D (Oxystomata sensu lato + Taxon E) (siehe Abb. 69). Die Benennung dieses Taxons Oxystomata sensu lato beruht auf einem sehr alten Klassifikationskonzept, postuliert von Milne Edwards (1837). Auf der Grundlage eines dreieckig verlängertes Endostoms und eines röhrenförmigen efferenten Kanals (gebildet aus den dünnhäutigen Fortsätzen an den Exopoden der ersten Maxillipeden) wurden die Taxa Calappidae, Leucosiidae und Dorippidae in dem Taxon Oxystomata zusammengefasst. 1841 fügte de Haan mit den Raninidae ein viertes Taxon hinzu. Dieses Konzept wurde von vielen Autoren über eine sehr lange Zeit akzeptiert (siehe z.B. Dana 1853; Miers 1886; Ortmann, 1896).

Die erneute Postulierung solch eines Taxons (einschließlich der Taxa Parthenopidae und Cymonomidae) wirft nicht nur eine Reihe tiefgreifender Fragen auf, sondern steht auch in einigem Widerspruch zu anderen derzeit akzeptierten Klassifikationen.

1803 begründete Latreille das Taxon Oxyrhyncha, bestehend aus den Familien Majidae, Parthenopidae und Hymenosomatidae auf der Grundlage verschiedener externer morphologischer Merkmale. In einer Revision aller Merkmale, welche dieses Taxon unterstützen, kommt Stevcic (1981) zu dem Schluss, dass die zugrunde liegenden Merkmale konvergent entstanden sein müssen und demzufolge diese Gruppierung keine natürliche Einheit bildet. Auch die Ergebnisse von Studien zur Larvalmorphologie (Rice 1980), zur Ultrastruktur der Spermatozoen (Jamieson et al. 1998) und Studien der abdominalen Haltestrukturen (Guinot und Bouchard 1998) lehnen ein monophyletisches Taxon Oxyrhyncha ab. Damit verblieben die Verwandtschaftsverhältnisse der einzelnen Familien und im speziellen der Parthenopidae ungelöst.

Eine weitere wichtige Frage ergibt sich aus der Position der Raninidae und Cymonomidae innerhalb der Heterotremata sensu Guinot (1977, 1978). Wie ist das Merkmal der coxalen Position der Genitalporen zu bewerten? Eine Konsequenz dieser Einordnung wäre eine mehrfach unabhängig voneinander anzunehmende Evolution der coxalen Position der Genitalporen in diesen beiden Taxa.

Cymonomidae, Tiefseeformen von geringer Körpergröße, werden nach Ortmann (1892) zusammen mit den Cyclodorippidae und den Phyllostymolidae in das Taxon der Cyclodorippoidea eingeordnet. Zusammen mit den Homoloidea und den Raninoidea stellen sie ein Teil der Archeobrachyura dar (Guinot 1977, 1978, 1979). Morphologische Studien an Vertretern der Cymonomidae zu den abdominalen Haltestrukturen (Guinot und Bouchard 1998), zeigen jedoch deutliche Unterschiede in der Strukturierung des Sternums im Vergleich zu allen anderen podotrematen Krabben. In einer Parsimonie-Analyse von Spermatozoen- und nicht- Spermatozoen Merkmalen wird eine nähere Verwandtschaft der Cymonomidae zu den Raninidae vorgeschlagen (Jamieson 1994).

Die phylogenetische Position der Raninidae wird seit mehr als einem Jahrhundert controvers diskutiert. 1801 beschreibt Lamarck erstmals die Gattung *Ranina* und ordnet sie den Macrura zu. Wenige Jahre später, 1806 wird diese Gattung durch Latreille zu den Oxyrhyncha gestellt. Nachdem Milne Edwards (1837) eine Position der Raninidae innerhalb der Anomura favorisiert und Lamarck im selben Jahr eine nähere Verwandtschaft zu den Paguridea vorschlägt, ordnet de Haan (1841) dieses Taxon in die Oxystomata. Nach einer Revision der Decapoda schlägt Ortmann (1892) eine nähere Verwandtschaft der Raninidae zu den Leucosiidae innerhalb der Oxystomata vor, was 1896 durch Alcock bestätigt wird. Neben weiteren Umgruppierungen hatte diese Klassifikation bis zur Revision der Brachyura durch Guinot (1977, 1978) Bestand. Andererseits beschreiben Williamson (1974) und Rice (1980) eine Reihe gemeinsamer abgeleiteter Larvalmerkmale der Raninidae und der „höhere“

Krabben. In einer molekularen Studie zur Phylogenie der Brachyura (Spears et al. 1992) wird zwar für das Taxon Raninidae eine nähere Verwandtschaft mit den „höheren Krabben“ postuliert, es werden jedoch keine weiteren Vertreter der Archeobrachyura (Guinot 1977, 1978) in die Analyse einbezogen. Die Einordnung der Raninidae sowie der Cynomidae in die 'heterotrematen' Krabben zieht zwei weitere Konsequenzen nach sich. Zum einen sprechen die vorliegenden Daten gegen ein monophyletisches Taxon Heterotremata. Zum anderen findet auch das von Saint Laurent postulierte Taxon Eubrachyura (de Saint Laurent 1980a, b) (Heterotremata + Thoracotremata) keine Unterstützung.

In Zusammenfassung dieser Daten werden weitere morphologische bzw. molekulare Studien notwendig sein, um die hier vorgeschlagene Position der Raninidae, aber auch der Cynomidae zu unterstützen, oder durch andere überzeugende Merkmale zu entkräften.

In einem als Schwestertaxon der Oxystomata sensu lato begründeten Taxon E werden die Taxa Xanthoidea, Cancridae, Portunidae und ein neu benanntes Taxon Neobrachyura zusammengefasst. Die Familien der Xanthoidea gelten als artenreichste Taxa der Brachyura mit ca. 130 Gattungen und weit über 1000 beschriebenen Arten (Rice 1980; Manning und Holthuis 1981; Martin und Davis 2001). Aber sogleich sind deren Verwandtschaftsverhältnisse bis zum heutigen Tage nicht zweifelsfrei aufgeklärt. Die morphologischen Untersuchungen der Magenossikel an Vertretern der oben genannten Familien lieferten ein Bild weitgehender Übereinstimmungen. Nur wenige Abweichungen in der Strukturierung der Ossikel sind bei *Carpilius convexus* sowie einem Vertreter der Gattung *Hexaplex* zu beobachten. Deutlichere Unterschiede sind in der Morphologie der Magen Zähne zu verzeichnen, welche Ausgangspunkt für zukünftige Studien sein könnten. Eine nähere Verwandtschaft der Taxa *Rhithropanopeus harisii* und *Leptodius sanguineus* wird ebenfalls durch eine kladistische Analyse verschiedener 'eubrachyurer' Familien bestätigt (Sternberg und Cumberlidge 2001).

Am umstrittensten innerhalb des Taxons E ist wohl die phylogenetische Einordnung der Hexapodidae. Ursprünglich von Miers (1886) innerhalb der Pinnotheridae als Unterfamilie begründet, schlagen Manning und Holthuis (1981) aufgrund des kompletten Fehlens des letzten Paares an Peraeopoden eine eigene Familie Hexapodidae und gleichzeitig eine nähere Verwandtschaft zum Taxon der Goneplacidae vor. Guinot (1978, 1979) schlägt zunächst eine näher Gruppierung innerhalb der Thoracotremata vor. Nach einem Vergleich mit ontogenetischen Daten (Pereyra Lago 1988) kommen Guinot und Richer de Forges (1997) zu der Überzeugung, dass die Hexapodidae Ähnlichkeiten mit den Goneplacidae aufweisen und in die Heterotremata gestellt werden sollten.

Seit der Entdeckung von Krabben an hydrothermalen Schloten und deren Einordnung in die Familie Bythograeidae durch Williams (1980) gibt es viele Diskussionen zum Ursprung und Zugehörigkeit bzw. Verwandtschaft dieser Krabben (vergl. Guinot 1988, 1989a, 1989b; Hessler und Martin 1989;

Martin et al. 1998). Williams beobachtete einige morphologische Ähnlichkeiten mit Vertretern der Portunidae, Xanthidae und Potamidae. Basierend auf sternalen Strukturen, den Fortpflanzungsorganen beider Geschlechter, der Anzahl und Größe der Eier und der Larvalentwicklung befürwortet Guinot deren Gruppierung in das Taxon der Heterotremata. Die vermutete Nähe zu den xanthoiden Krabben wird auch durch strukturelle Ähnlichkeiten der Spermatozoen dieser Taxa unterstützt (Tudge et al. 1998).

In dem neubenannten Taxon Neobrachyura werden Vertreter der Heterotremata bzw. Thoracotremata (Guinot 1978) zusammengefasst. Eine der ersten Fragen, welche sich bei der Betrachtung dieses Taxon aufdrängt, ist die Frage der Zugehörigkeit der Retroplumidae, Palicidae und Potamonautidae zu den Heterotremata oder Thoracotremata. Das Taxon der Retroplumidae ist eines der kleinsten Taxa innerhalb der Brachyura. Es enthält 2 Gattungen mit insgesamt 9 derzeit bekannten rezenten Arten. 1899 wurde diese Familie von Alcock zu den Catometopa gestellt. Aufgrund morphologischer Ähnlichkeiten postulierte Balss (1957) eine nahe Verwandtschaft zu den Palicidae. Eine spätere Einordnung dieser Familie in das Taxon der Dorippoidea (Guinot 1978) wurde jedoch 1989 von Saint Laurent revidiert. Sie schlug eine eigene Überfamilie innerhalb der Heterotremata für dieses Taxon vor, ohne vorläufige Verbindung zu irgend einem anderen Taxon der Brachyura. Die vorliegende Einordnung der Retroplumidae in ein monophyletisches Taxon, gemeinsam mit den Palicidae und den Pinnotheridae wird durch ein weiteres nicht-Magenmerkmal unterstützt. In diesen Taxa ist ein auffällig verkleinertes fünftes Paar an Peraeopoden zu finden. Diese verkleinerten Peraeopoden sind nicht mit den oftmals verkleinerten Peraeopoden innerhalb der Xanthoidea oder der Dromiacea gleich zu setzen.

Ebenso kontrovers wird die Phylogenie der Palicidae diskutiert. Guinot (1978) beschreibt ausführlich die „eigentümlichen“ Merkmale dieser Familie einschließlich der sternalen Position der Genitalporen bei den Männchen, kommt jedoch zu der Ansicht, dass es sich bei Vertretern dieses Taxons um „fortgeschrittene“ heterotreme Krabben handelt (Guinot und Bouchard 1998). In einer Revision der Palicidae (Castro 2001) wird eindeutig eine sternale Position der männlichen Genitalporen beschrieben. Zwei molekulare Studien von 16S mtDNA-Sequenzen unterstützen ein Schwestergruppenverhältnis der Palicidae mit einem Taxon Thoracotremata (enthält Mictyridae, Ocypodidae, Pinnotheridae, Grapsidae und Gecarcinidae). Die vorliegenden Daten der Magenmorphologie stützen eine nähere Verwandtschaft der Retroplumidae und der Palicidae mit einem Taxon Thoracotremata (sensu Guinot 1978), reichen jedoch für eine eindeutige Einordnung der Retroplumidae, Palicidae und Pinnotheridae nicht aus. Lediglich für die als Thoracotremata postulierten Taxa werden Schwestergruppenverhältnisse unterstützt. In einem ersten Taxon wird eine nähere Verwandtschaft der Gecarcinidae und Grapsidae vorgeschlagen. Magenmorphologisch wird diese Verwandtschaft

lediglich durch neun synplesiomorphe Merkmale in allen errechneten Stammbäumen getragen (vergl. Abb. 67). Unterstützt wird dieses Taxon jedoch durch molekulare Daten (siehe Schubart et al. 2000a). Ein Schestertaxon (*Uca* + Mictyridae), in der vorliegenden Analyse durch zwei synapomorphe Merkmale unterstützt, findet bisher keine Erwähnung. Für eine gutbegründete Zuordnung des artenarmen Taxons der Mictyridae werden weitere phylogenetische Untersuchungen notwendig sein (Schubart, pers. Mitteilung).

4.6 Kladistische Analyse und Stratigraphie

Im folgenden Kapitel soll geprüft werden, in wie weit die Ergebnisse der kladistischen Analyse mit dem Fossilbericht der Brachyura in Übereinstimmung zu bringen sind. Resultierend aus den Ergebnissen von 66 Arten der Brachyura aus 27 Familien und der Erkenntnis, dass die Ausbildung der verschiedenen Magenstrukturen eng mit der Phylogenie des jeweiligen Taxons (Familie) verknüpft ist, wird folgende Annahme postuliert:

Es ist anzunehmen, dass auch bei den fossilen Taxa identische oder sehr ähnliche Ausbildungen der Magenossikel bzw. der Magen Zähne vorhanden waren (vergl. auch Abschnitt 4.3.). Auf dieser Grundlage sollen nachfolgend die vorliegenden Ergebnisse der zweiten kladistischen Analyse mit dem Hintergrund des Fossilberichtes diskutiert werden (Abb. 71).

Die ersten fossilen Vertreter der Dromiidae sind mit mehreren Gattungen aus dem Paleozän, vor allem aus dem Danian Europas, aber auch Nord Amerikas bekannt (Glaessner 1969). Erste Vertreter der Dynomenidae (10 Gattungen) sind aus dem oberen Jura bekannt. Neun der 10 Gattungen gelten als ausgestorben, lediglich zwei rezente Gattungen *Dynomene* und *Acanthodromia* besitzen fossile Vertreter. Es gibt keinen Zweifel, dass diese Gattungen von Vorfahren abzuleiten sind, welche im oberen Jura die Tethys besiedelten (McLay 1999). Basierend auf dem Schwestergruppenverhältnis der Dromiidae und der Dynomenidae wird daher ein gemeinsamer Vorfahre im Bereich des oberen oder mittleren Jura angenommen. Dies verlängert gleichzeitig die zeitliche Spanne der Dromiidae mindestens bis zum oberen Jura.

Das Taxon der Homolidae ist mit den Gattungen † *Gastrodorus* und † *Tithonohomola* ebenfalls aus dem oberen Jura Deutschlands und der Moravia-Formation Nord-Amerikas bekannt (Balss und Gruner 1961). Die Gattung *Homola* ist mit ersten fossilen Nachweisen aus der Kreidezeit Nordamerikas bekannt. Für diese Gattung wird eine Verbreitung in der Nord-Polar-Region während der Kreidezeit und eine anschließende weltweite Besiedlung vermutet (Schweitzer 2001).

Für ein weiteres ursprüngliches Taxon der Brachyura, dem Taxon der Latreillidae, gibt es nur wenige Angaben zu Fossilfunden. Erste Fossilien der Latreillidae sind für die mittlere Kreide verzeichnet (Glaessner 1960).

Ein erstes Auftreten der Majidae in der oberen Kreide, wie von Glaessner (1969) vorgeschlagen stützt sich auf Funde weniger Segmente der ersten Peraeopoden. Der Ursprung dieser Fossilien und deren Zuordnung zu den Majidae wird jedoch stark angezweifelt (McLay et al. 1995). Gesichert sind fossile Nachweise aus dem Eozän mit der Gattung † *Micromaja* Ägyptens, Italiens und Ungarns sowie aus dem Oligozän Norddeutschlands. Des weiteren sind Funde der Gattung *Hyas* aus dem Miozän (Deutschlands), der Gattungen *Inachus* und *Macropodia* aus dem Oligozän Wladikawkas und der Gattung *Libinia* aus dem Miozän Nordamerikas bekannt.

Innerhalb der Calappidae werden vier rezente Taxa unterschieden (Calappinae, Matutinae, Orithyinae und Hepatinae). 1968 ordnet Förster den Calappidae ein weiteres Taxon (Necrocarcininae) zu, welches ausschließlich aus fossilen Gattungen besteht. Die fossile Zeitspanne dieses Taxons reicht vom Aptian (späte untere Kreide) bis zum Eozän. Die Zuordnung der Necrocarcininae zum Taxon der Calappidae beruht auf einer Reihe von morphologischen Ähnlichkeiten. Das Auftreten der Necrocarcininae in Aptian-Formationen vor dem ersten Erscheinen der anderen Vertreter der Calappidae, lässt darauf schließen, dass das Taxon der Necrocarcininae die Stammlinie der Calappidae darstellt (Schweitzer 2001).

Für das Taxon der Parthenopidae, als Schwestertaxon der Calappidae werden erste fossile Nachweise aus dem mittleren Eozän Europas, Mittelamerikas und von Indien erwähnt. Aufgrund des beschriebenen Schwestergruppenverhältnis kann eine Ausdehnung des vermutlichen Fossilberichtes bis in die mittlere Kreide erfolgen.

Erste fossile Vertreter der Dorippidae (Gattung *Orithopsis*) reichen bis in das Zeitalter der späten Kreide zurück. Dagegen sind Vertreter der Gattungen *Goniochelle* und *Dorippe* erst für das Oligozän bzw. Eozän beschrieben worden.

Das mehr als 300 Arten zählende Taxon der Leucosiidae findet seinen Ursprung im späten Eozän. Die Gattung *Philyra* ist mit ersten fossilen Exemplaren im Pliozän des Indo-Pacific vertreten. Während die Gattung *Leucosia* nur bis in das Zeitalter des Miozän (Indo-Pacific) zurückreicht, ist die Gattung *Ilia* bereits im Eozän Italiens vorhanden (Glaessner 1969).

Für das Taxon der Cymonomidae existieren nur sehr wenige Angaben zum Fossilbericht. Glaessner (1969) erwähnt zwei Gattungen (*Doratiopus* und *Torynomma*), welche den Cymonomidae zugeordnet wurden. Beide fossile Taxa reichen bis in die Kreide zurück.

In einer Studie zu den fossilen und rezenten Arten der Raninidae, dem Schwestertaxon der Cymonomidae, werden 188 Arten in 31 Gattungen beschrieben (Tucker 1995). Zehn dieser Gattungen

sind rezent vertreten, von denen drei auch fossile Vorfahren besitzen. Die anderen 21 Gattungen sind ausschließlich als fossile Formen beschrieben. Die ersten fossilen Oberlieferungen der Raninidae stammen aus der späten Kreide. Resultierend aus der vorliegenden Analyse wäre daher ein gemeinsamer Vorfahre der Raninidae und der Cymonomidae für die mittlere Kreide anzunehmen.

Der erste Fossilnachweis der Portunidae ist eine Art der Polybininae, einer Unterfamilie der Portunidae aus dem Danian von Argentinien, *Proterocarcinus lophos*. Vertreter der ausgestorbenen Familie Carcineretidae werden als mögliche Vorfahren der Portunidae angesehen (Schweitzer und Feldmann 2000). Alle bekannten Vorkommen stammen aus der späten Kreidezeit und sind möglicherweise eines der wenigen Aussterbeereignisse an der Kreide-Tertiär-Grenze innerhalb der Brachyura (Fraaye 1996; Schweitzer und Feldmann 2000). Aufgrund der begrenzten paleobiogeographischen Verbreitung der Gattung *Carcinertes* am Ende des Maastrichtian und in der Umgebung des Chicxulub-Impact-Kraters, wird diese Gattung als Indexfossil für das frühe Maastrichtian angesehen (Vega et al. 2001).

Älteste fossile Nachweise der Carpiliidae sind mit *Harpactoxanthopsis* aus dem mittleren oberen Eozän Europas und mit *Paleocarpilius* aus dem mittleren und oberen Eozän Europas, Indiens und Ägyptens dokumentiert.

Zum Taxon der Bythrograeidae liegen bisher keinerlei Daten über Fossilfunde vor. Nach vorliegenden Ergebnissen weist dieses Taxon eine nähere Verwandtschaft zu Vertretern der Xanthoidea, der Portunidae, der Hexapodidae, der Trapeziidae und der Cancridae auf. Basierend auf dieser Zuordnung wird ein Mindestalter der Bythrograeidae, vergleichbar mit dem der Xanthidae bzw. der Panopeidae, welches bis zum mittleren Eozän reicht, angenommen.

Ähnliches ist auch für das Taxon der Trapeziidae anzunehmen, da auch hier nur geringe oder gar keine Daten zur Biologie, aber auch zum Fossilbericht vorliegen.

Die ersten Vertreter der Hexapodidae im Fossilbericht sind *Goniocypoda rajasthanica* aus dem Paleozän von Indien (Glaessner 1933) und *Paleopinnixa rocaensis* aus dem Paleozän Argentinien (Feldmann et al. 1995, Schweitzer und Feldmann 2001).

Mit dem Nachweis neuer Fossilien der Cancridae erstreckt sich deren Mindestalter auf das mittlere Eozän. Im Gegensatz zu Familien, wie den Bythrograeidae und den Trapeziidae, gibt es sehr umfangreiche Kenntnisse zum Fossilbericht der Cancridae. Dies ermöglichte eine umfangreiche Nachuntersuchung der gesamten Familie, einschließlich der rezenten und fossilen Vertreter (Schweitzer und Feldmann 2000). Im Resultat dieser Revision wird das Taxon der Cancridae in zwei Teiltaxa unterteilt: dem Taxon der Cancridae und dem Taxon der Lobocarcininae. Die ersten bekannten Vertreter der Familie sind *Lobocarcinus* (Lobocarcininae) aus dem mittleren Eozän Ägyptens und *Notocarcinus* (Cancrinae) aus dem mittleren Eozän Süd-Amerikas. Da nicht zu

entschieden ist, wo und wann die ersten Vertreter der Familie auftraten, wird angenommen, dass ihr gemeinsamer Vorfahre vor dem mittleren Eozän entstanden ist.

Eine weitere Familie der Xanthoidea, das Taxon Panopeidae taucht erstmals im Eozän Europas auf. *Laevicarcinus* vom Eozän bis Pliozän Europas und *Lophopanopeus* aus dem Eozän Italiens repräsentieren die frühesten Vertreter dieser Familie.

Ebenfalls im Eozän sind die ersten Fossilfunde der Xanthidae, dem Schwestertaxons der Panopeidae, zu finden.

Die indopazifische Verbreitung von nur neun rezenten Arten der Retroplumidae stellt ein Relikt einer weitaus größeren Ausbreitung dieser Familie in der oberen Kreide West Afrikas und Indiens dar. Die in der späten Kreide auftretende Regression der Weltmeere hatte einen negativen Einfluss auf benthische Lebensgemeinschaften des Schelfes, was zu einem Aussterben der Retroplumidae Amerikas und der Abnahme der afrikanischen und indischen Populationen führte. Dies bewirkte nachfolgend eine Abwanderung dieser Formen in die Tiefsee (Vega und Feldmann 1992).

Für die Palicidae liegen ähnlich einiger anderer Taxa nur sehr wenige Daten vor. Dies betrifft sowohl die gesamte Biologie dieser Tiere (Castro 2001) als auch den Fossilbericht. Es werden lediglich zwei fossile Gattungen erwähnt, deren taxonomische Einordnung nicht sicher erscheint (Glaessner 1969).

Die als Muschelwächter bezeichneten Vertreter der Pinnotheridae treten mit den Gattungen *Verrucoides* und *Viapinnixa* erstmals im Danian (Paleozän) Grönlands und schließlich im Eozän Mexicos auf (Schweitzer und Feldmann 2001).

Für das Taxon Potamonautidae (ein Taxon der Süßwasserkrabben) liegen derzeit keine Daten zum Fossilbericht vor. Das Alter der Gruppe wird innerhalb des Taxons Neobrachyura dem Mindestalter der Gattung *Ocypode* und dem Taxon der Gecarcinidae gleichgesetzt.

Vertreter der Gattung *Ocypode*, wie auch alle anderen Taxa der Ocypodidae, der Mictyridae, der Gecarcinidae und der Grapsidae sind im Fossilbericht oft nur sehr mangelhaft verzeichnet.

Deren Lebensräume (Mangrovenwälder, estuarine Gebiete) bieten keine optimalen Voraussetzungen für gute fossile Erhaltungen. So sind für die Gattung *Ocypode* nur wenige Fossilfunde aus dem Pleistozän der USA beschrieben (Glaessner 1969).

Die Gattung *Uca*, deren Vertreter weitläufig als Winkerkrabben bekannt sind, weisen erste fossile Überlieferungen aus dem Pliozän Nord-Amerikas, Panamas und Ost-Indiens auf.

Ähnlich der Potamonautidae fehlen auch für die Mictyridae Daten zum Fossilbericht. Deren Mindestalter wird aufgrund des Schwestergruppenverhältnis zur Gattung *Uca* bis in das Pliozän ausgedehnt.

Für das Taxon der Grapsidae sind gesicherte Fossilfunde ab dem mittleren Eozän dokumentiert. Innerhalb der Grapsidae sind für die Unterfamilie Grapsinae drei fossile Gattungen beschrieben:

Metopograpsus vom unteren Miozän Ungarns, *Pachygrapsus* vom mittleren Miozän Ungarns und Polens und *Planes* vom unteren Miozän des Kaukasus. Von der Unterfamilie Sesarminae sind drei fossile Arten bekannt vom unteren Miozän Brasiliens und aus der Zeit des Pleistozäns Australiens. Aus der Unterfamilie Varuninae sind insgesamt vier fossile Gattungen ab dem mittleren Eozän bekannt (Karasawa und Kato 2001).

Das durch diese Studie dokumentierte Schwestertaxon Gecarcinidae besitzt erste fossile Überlieferungen aus dem Pliozän der Fiji-Inseln. Basierend auf dem nachgewiesenen Mindestalter der Grapsidae wird auch für das Taxon der Gecarcinidae ein Alter, bis zum mittleren Eozän reichend, angenommen.

Die vergleichende Analyse der Ergebnisse der kladistischen Analyse mit den Daten zum Fossilbericht der Brachyura ermöglichen einige Aussagen zu einem möglichen evolutiven Szenario dieses Taxons: Die Vertreter der Brachyura mit den frühesten bekannten fossilen Vorkommen (Dromiidae, Dynomenidae) nehmen auch im Ergebnis der kladistischen Analyse eine basale Position, gefolgt von dem Taxon der Homolidae ein. Diese Taxa erreichen zusammen mit den Taxa Raninidae und Cymonomidae während der Kreidezeit ihre größte Artenvielfalt.

Es ist anzunehmen, dass bereits zum Ende der Kreidezeit die Mehrzahl der „höheren“ Krabben (Vertreter der Xanthoidea, Portunidae, Cancridae, aber auch der Oxystomata sensu lato), bzw. deren gemeinsamer Vorfahre existierten. Vor allem vom Eozän zum Miozän ist eine stetige Zunahme der Artenvielfalt dieser Formen zu verzeichnen. Sie werden zu einem der dominanten Faktoren in der marinen Fauna dieser Zeit.

Im Taxon Neobrachyura (vergl. Abb. 69) sind neben Vertretern der eigentlichen Thoracotremata sensu Guinot (1978), weitere Taxa zusammengefasst, deren phylogenetische Position umstritten ist. Der bis in die obere Kreide bzw. Paleozän reichende Fossilbericht der Retroplumidae und Pinnotheridae, die als sternal beschriebene Position der männlichen Genitalporen bei Vertretern der Palicidae (Castro 2001), ein vorgeschlagenes Schwestergruppenverhältnis der Palicidae zu den Thoracotremata (Schubart et al. 2000a, b), sowie morphologische Gemeinsamkeiten verschiedener Magenstrukturen, aber auch Merkmalen des Carapaxes und der Peraeopoden der Taxa Retroplumidae und Palicidae lassen vermuten, dass es sich hierbei um basale Taxa der Thoracotremata handeln könnte. Für das Taxon Thoracotremata im engeren Sinne (Ocypodidae, Mictyridae, Gecarcinidae und Grapsidae) kann von einem monophyletischen Ursprung ausgegangen werden, unterstützt durch Merkmale der Genitalporen in beiden Geschlechtern..

Nach den vorliegenden Daten kann davon ausgegangen werden, dass die Ereignisse an der Kreide-Tertiär-Grenze ein weitaus geringeren Einfluss auf die Artenvielfalt der Brachyura, aber auch der

Decapoda insgesamt hatte, als ursprünglich angenommen. Vergleiche von fossilen und rezenten Familien zeigten, dass die meisten Taxa der Brachyura (mit Ausnahme der Carcineretidae) auf Familien- und Gattungsebene von den Ereignissen an der Kreide-Tertiär-Grenze unbeeinflusst blieben (Zinsmeister et al. 1989; Feldmann et al. 1995). Collins und Jakobsen (1994) dokumentierten, dass ca. 66% der Gattungen der Brachyura des Danian von Dänemark und Schweden die Kreide-Tertiär-Grenze überlebten.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden die Magenossikel und Magenzähne von 66 Taxa der Brachyura sowie zweier Außengruppenvertreter analysiert, beschrieben und dokumentiert. Mit Anwendung eines spezifischen Färbepigmentes Alizarin-Rot S konnten sechs neue Magen-Ossikel einer bereits existierenden Nomenklatur hinzugefügt werden.

Für das Grundmuster der Brachyura können 41 verschiedene Magenossikel angenommen werden, welche zum Teil als Einzelossikel entlang der Mittellinie, oder als paarige Ossikel lateral der Mittellinie angeordnet sind. Es konnte gezeigt werden, dass die räumliche Position der Ossikel innerhalb der Brachyura einem relativ konstanten Muster folgt. Markante Unterschiede zwischen einzelnen Vertretern höherer Taxa beruhen auf dem Vorhandensein, Fehlen oder Verkleinerungen einzelner Ossikel bzw. unterschiedlichen Verschmelzungsgraden benachbarter Ossikel.

Die Ergebnisse der phylogenetischen Analyse und Vergleiche mit dem Fossilbericht ermöglichen es, Aussagen zu einem möglichen evolutiven Szenario zu treffen.

Auf der Grundlage der analysierten Magenstrukturen wird eine Monophylie der Brachyura, einschließlich der Taxa Dromidae und Raninidae unterstützt.

Das Auftreten der frühesten fossilen Taxa der Brachyura, mit Vertretern der Dromiidae bzw. Dynomenidae im oberen Jura, kann in Übereinstimmung mit einer basalen Stellung der Dromiidae/Dynomenidae im Ergebnis der phylogenetischen Analyse gebracht werden. Das Taxon der Dromiidae/Dynomenidae stellt das Schwestertaxon zu allen anderen Taxa der Brachyura dar, wodurch ein monophyletisches Taxon Podotremata (Guinot 1978) nicht unterstützt wird.

Ebenso findet ein monophyletisches Taxon Archeobrachyura durch das Schwestergruppenverhältnis des Taxons Homolidae zu allen weiteren Taxa der Brachyura keine Unterstützung.

Die Ergebnisse der phylogenetischen Analyse ermöglichten eine erneute Postulierung eines Taxons Oxystomata *sensu lato*, einschließlich zweier zusätzlicher Taxa (Parthenopidae und Cymonomidae). Innerhalb dieses Taxons deuten die Fossilberichte der Taxa Dorippidae + (Raninidae + Cymonomidae) darauf hin, dass das gesamte Taxon Oxystomata *sensu lato* seinen Ursprung in der oberen Kreide findet. Basierend auf einer näheren Verwandtschaft der Taxa Raninidae und Cymonomidae (coxale Position der Genitalporen) zu Vertretern der Dorippidae, Leucosiidae, Calappidae und Parthenopidae ist ein monophyletisches Taxon Heterotremata (Guinot 1978) abzulehnen.

Bedeutende Radiationseignisse zeigen die sehr artenreichen Taxa Portunidae und Xanthoidea zu Beginn und Mitte des Eozäns. Diese raschen Artspaltungsprozesse könnten ein Indiz für ein relativ ähnliches Muster der Magenossikel bzw. der Magenzähne in diesen Taxa darstellen. Ein gemeinsamer

Vorfahre dieses diversen Taxons, ist nach vorliegenden Daten für einen Zeitraum der oberen Kreide bis zu Beginn des Tertiärs anzunehmen.

Einzig für das Taxon Thoracotremata (Guinot 1978) mit den Taxa Ocypodidae, Grapsidae, Gecarcinidae und Mictyridae mit ersten fossilen Überlieferungen aus dem Eozän, kann ein monophyletischer Ursprung angenommen werden. Nahverwandte Taxa Retroplumidae, Palicidae aber auch Pinnotheridae können als mögliche Vorfahren bzw. als basale Schwestertaxa der thoracotrematen Krabben angenommen werden.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, die Merzahl der Taxa der Brachyura (mit wenigen Ausnahmen zum Beispiel der Carcineretidae) nur im geringen Maße von den Ereignissen an der Kreide/Tertiär-Grenze beeinflusst wurden.

6 Anhang

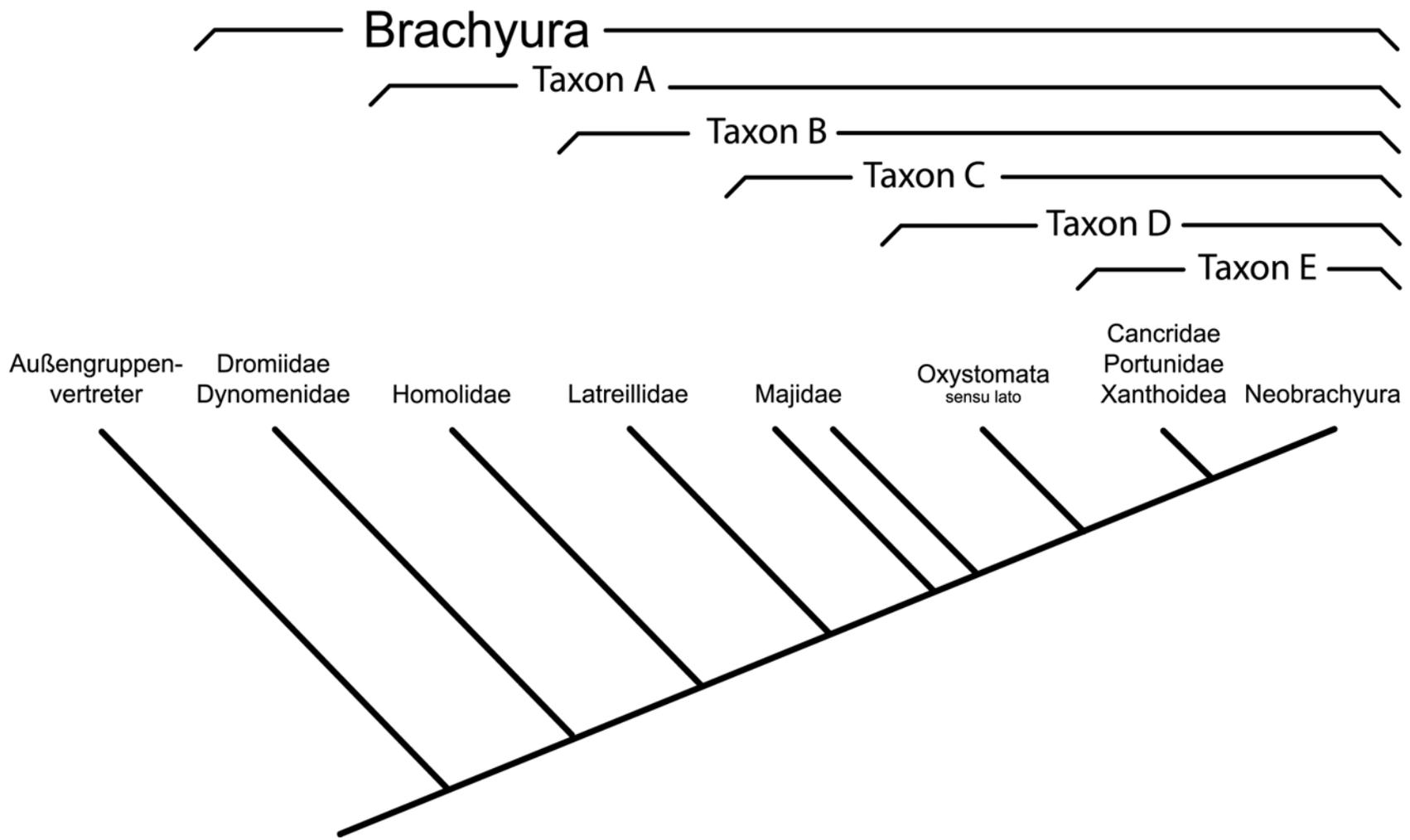


Abb. 69: Übersicht. Hypothese zur Phylogenie der Brachyura resultierend aus der Analyse von 66 Taxa und 43 Merkmalen.

Tab. 3. Ossikel – Nomenklatur (Seite 1/3)

	Milne Edwards 1834	Parker 1876	Huxley 1880	Nauck 1880	Mocquard 1883
I	piece cardiaque	cardiac ossicle	cardiac plate	cardiacales vorderes Superomedianum	piece mesocardiaque
II	piece pterocardiaque	ptero-cardiac ossicle	ptero-cardiac ossicle	cardiacales vorderes Superolaterale	piece pterocardiaque
IIa	NI	NI	NI	NI	NI
IIb	NI	NI	NI	NI	NI
III	piece pylorique	pyloric ossicle	pyloric ossicle	pyloricales vorderes Superomedianum	piece pylorique
IV	NI	NI	NI	cardiacales hinteres Superolaterale	piece exopylorique
V	piece dentaire laterale	zygo-cardiac ossicle	postero-lateral ossicle	cardiacales mittleres Superolaterale	piece zygocardiaque
VI	piece pylorique anterieure	prepyloric ossicle	prepyloric ossicle	cardiacales hinteres Superomedianum	piece propylorique
VII	piece urocardiaque	urocardiac process	urocardiac ossicle	cardiacales mittleres Superomedianum	piece urocardiaque
VIII	piece cardiaque laterale	NI	NI	cardiacales mittleres Zwischenstück	piece pectinee
IX	piece cardiaque laterale accessoire	NI	NI	cardiacales oberes Zwischenstück	piece prepectinee
X	NI	NI	NI	cardiacales unteres Zwischenstück	piece postpectinee
Xa	NI	NI	NI	NI	NI
XI	plaque cardiaque laterale anterieure	NI	cardiac plate	cardiacale vordere Seitenplatte	plaque cardiaque laterale anterieure
XII	plaque cardiaque laterale posterieure	NI	NI	cardiacale hintere Seitenplatte	plaque cardiaque posterieure
XIII	piece cardiaque inferolaterale	i.l. infero lateral cardiac ossicle	NI	cardiacales unteres Inferolaterale	piece cardiaque laterale inferieure
XIV	piece cardiaque laterale	NI	NI	cardiacales hinteres Zwischenstück	piece subdentaire
XV	piece cardio-pylorique laterale	NI	NI	cardiacales oberes Inferolaterale	piece cardio-pylorique laterale
c.p.v.	valvule cardiopylorique	NI	cardio-pylorical-Klappe	cardiacale Inferomediantasche	valvule cardiopylorique
XVI	NI	NI	NI	NI	NI
XVII	NI	NI	NI	NI	NI
XVIII	NI	NI	NI	NI	NI
XIX	piece mesopylorique anterieure	m.p. meso-pyloric ossicle	NI	NI	piece mesopylorique anterieure
XIXa	NI	NI	NI	NI	NI
XX	piece mesopylorique posterieure	m.p. meso-pyloric ossicle	NI	NI	piece mesopylorique posterieure
XXI	piece uropylorique	NI	NI	pyloricales mittleres Superomedianum	piece uropylorique
XXIa	NI	NI	NI	NI	NI
XXIb	NI	NI	NI	NI	NI
up.v.	NI	NI	NI	NI	NI
XXII	NI	NI	NI	NI	NI
XXIII	piece pylorique inferieure	NI	NI	pyloricales vorderes Inferomedianum	piece pylorique antero-inferieure
XXIV	ampoules pyloriques	NI	lateral pockets	pyloricales mittleres Inferomedianum	ampoules pyloriques
XXV	NI	NI	NI	NI	NI
XXVI	NI	NI	NI	NI	NI
XXVIa	NI	NI	NI	NI	NI
XXVII	NI	NI	NI	pyloricales hinteres Inferomedianum	piece pylorique postero-inferieure
XXVIII	NI	NI	NI	NI	NI
XXIX	NI	NI	NI	NI	NI
XXX	NI	NI	NI	NI	NI
XXXI	NI	NI	NI	NI	NI
XXXII	NI	NI	NI	NI	NI
XXXIII	NI	NI	NI	NI	NI

Tab. 3. Ossikel – Nomenklatur (Seite 2/3)

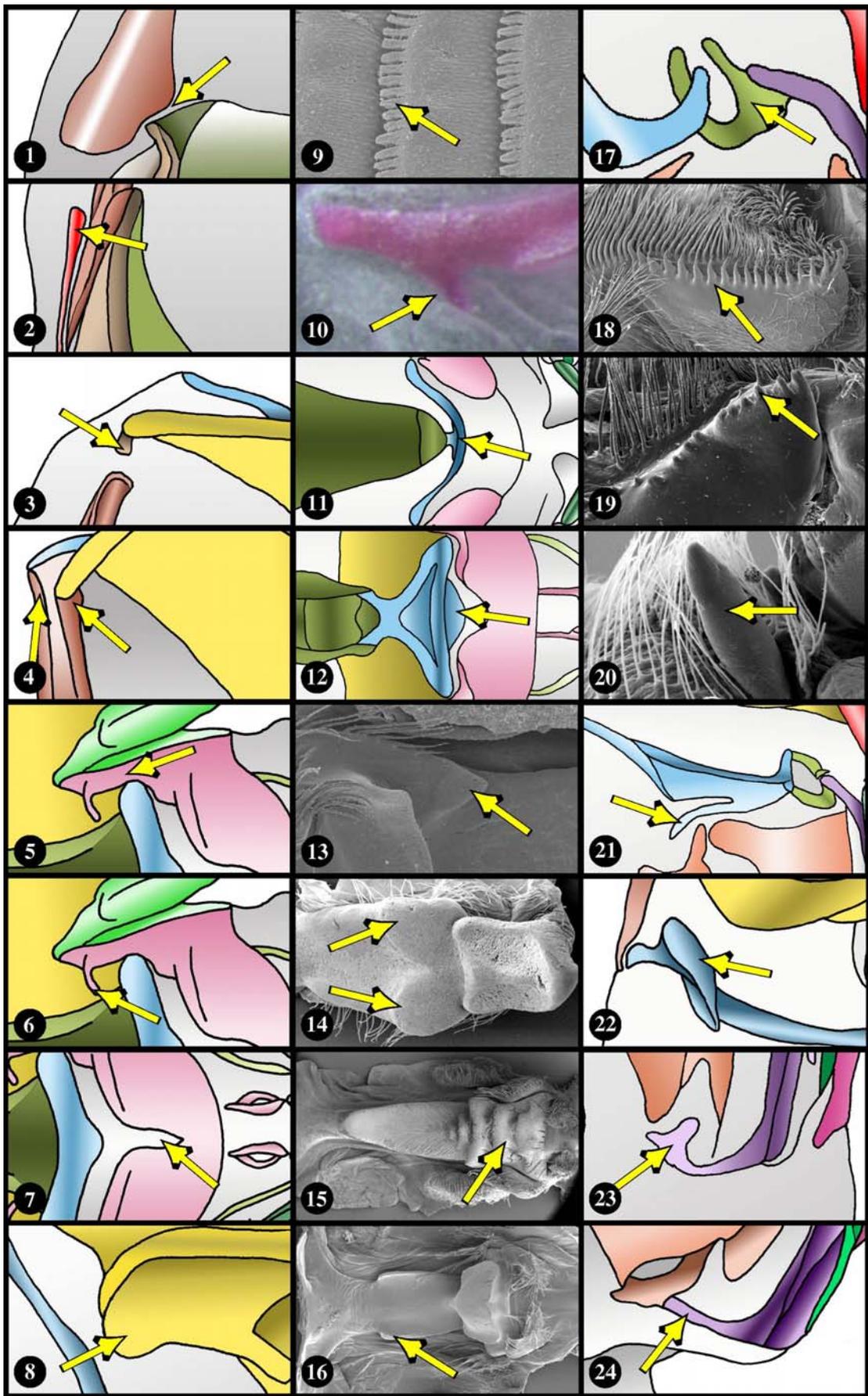
	Ringel 1924	Balss 1944	Patwardhan 1934/35	Cochran 1935
I	cardio-prosupero-medianum	m.c. - Os mesocardiacum	mesocardiac ossicle	mesocardiac ossicle
II	cardio-prosupero-laterale	pt. c. - Os pterocardiacum	pterocardiac ossicle	pterocardiac ossicle
IIa	NI	NI	NI	NI
IIb	NI	NI	NI	NI
III	pylorico-prosupero-medianum	o. py. - Os pyloricum	pyloric ossicle	pyloric ossicle (VII)
IV	cardio-metasupero-laterale	ex. py. - Os exopyloricum	exopyloric ossicle	exopyloric ossicle
V	cardio-mesosupero-laterale	zc - Os zygocardiacum	zygocardiac ossicle	zygocardiac ossicle (III)
VI	cardio-metasupero-medianum	pr. p. - Os propyloricum	propyloric ossicle	propyloric ossicle
VII	cardio-mesosupero-medianum	u.c. - Os urocardiacum	urocardiac ossicle	urocardiac ossicle (V)
VIII	cardio-intercalare-medianum	pec. - Os pectinatum	pectineal ossicle	pectineal ossicle
IX	cardio-intercalare anterius	p. pec. - Os praepectinatum	prepectineal ossicle	prepectineal ossicle
X	cardio-intercalare posterius	pt. pec. - Os postpectinatum	postpectineal ossicle	postpectineal ossicle
Xa	NI	NI	Quill of postpectineal ossicle	NI
XI	cardio-lamino lateralis	cd. al. Lamina cardiaca lateralis anterior	anterior lateral cardiac plate	anterior lateral cardiac plate (Cd AI)
XII	cardio-infero-medianum	cd. pl. Lamina cardiaca lateralis posterior	posterior lateral cardiac plate	posterior lateral cardiac plate (Cd PI)
XIII	cardio-inferolaterale-inferius	i. l. - Os cardiacum laterale inferius	inferior lateral cardiac ossicle	inferior lateral cardiac ossicle (XI)
XIV	cardio-intercalare-superius	s. dt. - Os subdentatum	subdentate ossicle	subdentate ossicle (XII)
XV	cardio-inferolaterale-superius	NI	NI	NI
c.p.v.	valvula cardio-pylorica	valvula cardiopylorica *	cardio-pyloric valve	cardio-pyloric valve
XVI	NI	NI	NI	NI
XVII	NI	NI	NI	NI
XVIII	NI	NI	NI	lateral ossicle of the cardio-pyloric valve (XIII)
XIX	pylorico-prosupero-laterale	a. mes. - Os mesopyloricum anterius	anterior mesopyloric ossicle	anterior mesopyloric ossicle (XIV)
XIXa	NI	NI	NI	NI
XX	pylorico-mesosupero-laterale	p. mes. - Os mesopyloricum posterius	posterior mesopyloric ossicle	posterior mesopyloric ossicle (XV)
XXI	pylorico-mesosupero-medianum	u. py. - Os uropyloricum	uropyloric ossicle	uropyloric ossicle (XVI)
XXIa	NI	NI	NI	NI
XXIb	NI	NI	NI	NI
up.v.	NI	up. f. - uropylorische Falte	NI	NI
XXII	NI	NI	NI	preampullary ossicle (XVIII)
XXIII	pylorico-proinfero-medianum	a. i. p. - Os pyloricum anterius inferius	anterior inferior pyloric ossicle	anterior inferior pyloric ossicle (XVII)
XXIV	pylorico-mesoinfero-medianum	amp. - pylorische Ampulle	NI	NI
XXV	NI	(amp. c. supraampullare Leiste)	NI	NI
XXVI	NI		NI	NI
XXVIIa	NI	NI	NI	NI
XXVII	NI	Os pyloricum posterius inferius *	NI	posterior inferior pyloric ossicle (XIX)
XXVIII	NI	a. s. a. - Os supraampullare anterius	anterior supra-ampullary ossicle	anterior supra-ampullary ossicle (XX)
XXIX	NI	m. s. a. - Os supraampullare medium	middle supra-ampullary ossicle	middle supra-ampullary ossicle (XXI)
XXX	NI	p. s. a. - Os supraampullare posterius	posterior supra-ampullary ossicle	posterior supra-ampullary ossicle (XXII)
XXXI	(pylorico-prosupero-laterale)	Os pleuropyloricum anterius *	lateral pyloric ossicle	anterior pleuropyloric ossicle (XXIII)
XXXII	NI	Os pleuropyloricum medium *	NI	middle pleuropyloric ossicle (XXIV)
XXXIII	NI	Os pleuropyloricum posterius *	NI	NI

Tab. 3. Ossikel – Nomenklatur (Seite 3/3)

	Maynard & Dando 1974	Meiss / Normann 1977	Kunze / Anderson 1979	überarbeitete Nomenklatur
I	mesocardiac ossicle	mesocardiac ossicle	mc - mesocardiac ossicle	mesocardiac ossicle
II	ptercardiac ossicle	ptercardiac ossicle	pt - pterocardiac ossicle	ptercardiac ossicles
IIa	NI	NI	NI	preptercardiac ossicles
IIb	NI	NI	NI	postptercardiac ossicles
III	pyloric ossicle	pyloric ossicle	p - pyloric ossicle	pyloric ossicle
IV	exopyloric ossicle	exopyloric ossicle	exp - exopyloric ossicle	exopyloric ossicles
V	zygocardiac ossicle	zygocardiac ossicle	zc - zygocardiac ossicle	zygocardiac ossicles
VI	propyloric ossicle	propyloric ossicle	prp - propyloric ossicle	propyloric ossicle
VII	urocardiac ossicle	urocardiac ossicle	uc - urocardiac ossicle	urocardiac ossicle
VIII	pectineal ossicle	pectineal ossicle	pe - pectinal ossicle	pectineal ossicles
IX	prepectineal ossicle	prepectineal ossicle	prpe - prepectinal ossicle	prepectineal ossicles
X	postpectineal ossicle	postpectineal ossicle	pope - postpectinal ossicle	postpectineal ossicles
Xa	Quill of postpectineal ossicle	Quill of postpectineal ossicle	NI	Quill of postpectineal ossicles
XI	anterior lateral cardiac plate	anterior lateral cardiac plate	alcp - anterior lateral cardiac plate	anterior lateral cardiac plates
XII	posterior lateral cardiac plate	posterior lateral cardiac plate	plcp - posterior lateral cardiac plate	posterior lateral cardiac plates
XIII	inferior lateral cardiac ossicle	inferior lateral cardiac ossicle	ilc - inferolateral cardiac ossicle	inferior lateral cardiac ossicles
XIV	subdentate ossicle	subdentate ossicle	sd - subdentary ossicle	subdentate ossicles
XV	lateral cardio-pyloric ossicle	lateral cardio-pyloric ossicle	NI	lateral cardio-pyloric ossicles
c.p.v.	cardio-pyloric valve	cardio-pyloric valve	NI	cardio-pyloric valve
XVI	anterior ossicle of the cardio-pyloric valve	anterior ossicle of the cardio-pyloric valve	aocpv - anterior ossicle of the cardiopyloric valve	anterior ossicle of the cardio-pyloric valve
XVII	posterior ossicle of the cardio-pyloric valve	posterior ossicle of the cardio-pyloric valve	poocpv - posterior ossicle of the cardiopyloric valve	posterior ossicle of the cardio-pyloric valve
XVIII	lateral ossicle of the cardio-pyloric valve	lateral ossicle of the cardio-pyloric valve	loocpv - lateral ossicle of the cardiopyloric valve	lateral ossicles of the cardio-pyloric valve
XIX	anterior mesopyloric ossicle	anterior mesopyloric ossicle	NI	anterior mesopyloric ossicle
XIXa	NI	NI	NI	lateral mesopyloric ossicles
XX	posterior mesopyloric ossicle	posterior mesopyloric ossicle	pmp - posterior mesopyloric ossicle	posterior mesopyloric ossicles
XXI	uropyloric ossicle	uropyloric ossicle	up - uropyloric ossicle	uropyloric ossicles
XXIa	infra-uropyloric fragment	infra-uropyloric fragment	NI	infra-uropyloric fragment *
XXIb	NI	NI	NI	posterior uropyloric ossicles
up.v.	uropyloric fold	uropyloric fold	NI	uropyloric fold
XXII	preampullary ossicle	preampullary ossicle	pramp - preampullary ossicle	preampullary ossicles
XXIII	anterior inferior pyloric ossicle	anterior inferior pyloric ossicle	aip - anterior inferior pyloric ossicle	anterior inferior pyloric ossicle
XXIV	inferior ammpullary ossicle	inferior ammpullary ossicle	iamp - inferior ampullary ossicle	inferior ammpullary ossicles
XXV	ampullary-roof-ossicle, lower portion	ampullary-roof-ossicle, lower portion	ampr - ampullary roof ossicle	ampullary-roof-ossicles, lower portion
XXVI	ampullary-roof-ossicle, upper portion	ampullary-roof-ossicle, upper portion		ampullary-roof-ossicles, upper portion
XXVIa	NI	NI	NI	ant. process of XXVI
XXVII	posterior inferior pyloric ossicle	posterior inferior pyloric ossicle	pip - posterior inferior pyloric ossicle	posterior inferior pyloric ossicle
XXVIII	anterior supra-ampullary ossicle	anterior supra-ampullary ossicle	asa - anterior supra-ampullary ossicle	anterior supra-ampullary ossicles
XXIX	middle supra-ampullary ossicle	middle supra-ampullary ossicle	msa - middle supra-ampullary ossicle	middle supra-ampullary ossicles
XXX	posterior supra-ampullary ossicle	posterior supra-ampullary ossicle	psa - posterior supra-ampullary ossicle	posterior supra-ampullary ossicles
XXXI	anterior pleuropyloric ossicle	anterior pleuropyloric ossicle	aplp - anterior pleuropyloric ossicle	anterior pleuropyloric ossicles
XXXII	middle pleuropyloric ossicle	middle pleuropyloric ossicle	mplp - middle pleuropyloric ossicle	middle pleuropyloric ossicles
XXXIII	posterior pleuropyloric ossicle	posterior pleuropyloric ossicle	pplp - posterior pleuropyloric ossicle	posterior pleuropyloric ossicles

Tab. 4. Datenmatrix (Seite 2/2)

<i>Parthenope notialis</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	2	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	0	—	1	0	0	1	0	2	0	1	2	1	1	0	
<i>Callinectes sapidus</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	3	0	1	0	1	0	0	
<i>Carcinus maenas</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	3	0	1	0	1	0	0	
<i>Portunus depurator</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	3	0	1	0	1	0	0	
<i>Portunus pelagicus</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	3	0	1	0	1	0	0	
<i>Carpilius convexus</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	0	
<i>Leptodius sanguineus</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	1	
<i>Austinograea alyseae</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	0	
<i>Segonzacia mesatlantica</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	0	
<i>Hexaplex</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	1	—	0	2	0	1	0	1	0	0	
<i>Trapezia cymodoce</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	0	
<i>Trapezia lutea</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	0	
<i>Tetralia fulva</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	0	
<i>Cancer pagurus</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	2	1	1	0	
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	—	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	1	
<i>Retropluma quadrata</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	—	0	0	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	
<i>Crossotonotus compressipes</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	2	1	1	0	
<i>Pseudopalicus declivis</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	2	1	1	0	
<i>Parapalicus clinodentatus</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	2	1	1	0	
<i>Micropalicus vietnamensis</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	2	1	1	0	
<i>Pinnotheres villosulus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3	2	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	—	0	0	0	1	1	2	0	0	—	1	1	0	
<i>Cardisoma armatum</i>	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	2	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	1	0	
<i>Cardisoma hirtipes</i>	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	2	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	1	0	
<i>Ocypode cursor</i>	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	1	0	
<i>Ocypode gaudichaudi</i>	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	1	0	
<i>Uca tetragonum</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	3	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	0	0	
<i>Minuca rapax</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	3	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	0	0	
<i>Pseudosesarma moschei</i>	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	2	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	0	0	
<i>Eriocheir sinensis</i>	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	2	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	0	0	
<i>Mictyris platycheles</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	3	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	0	0	
<i>Mictyris longicarpus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	3	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	0	0	
<i>Potamonautes lirrangensis</i>	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0



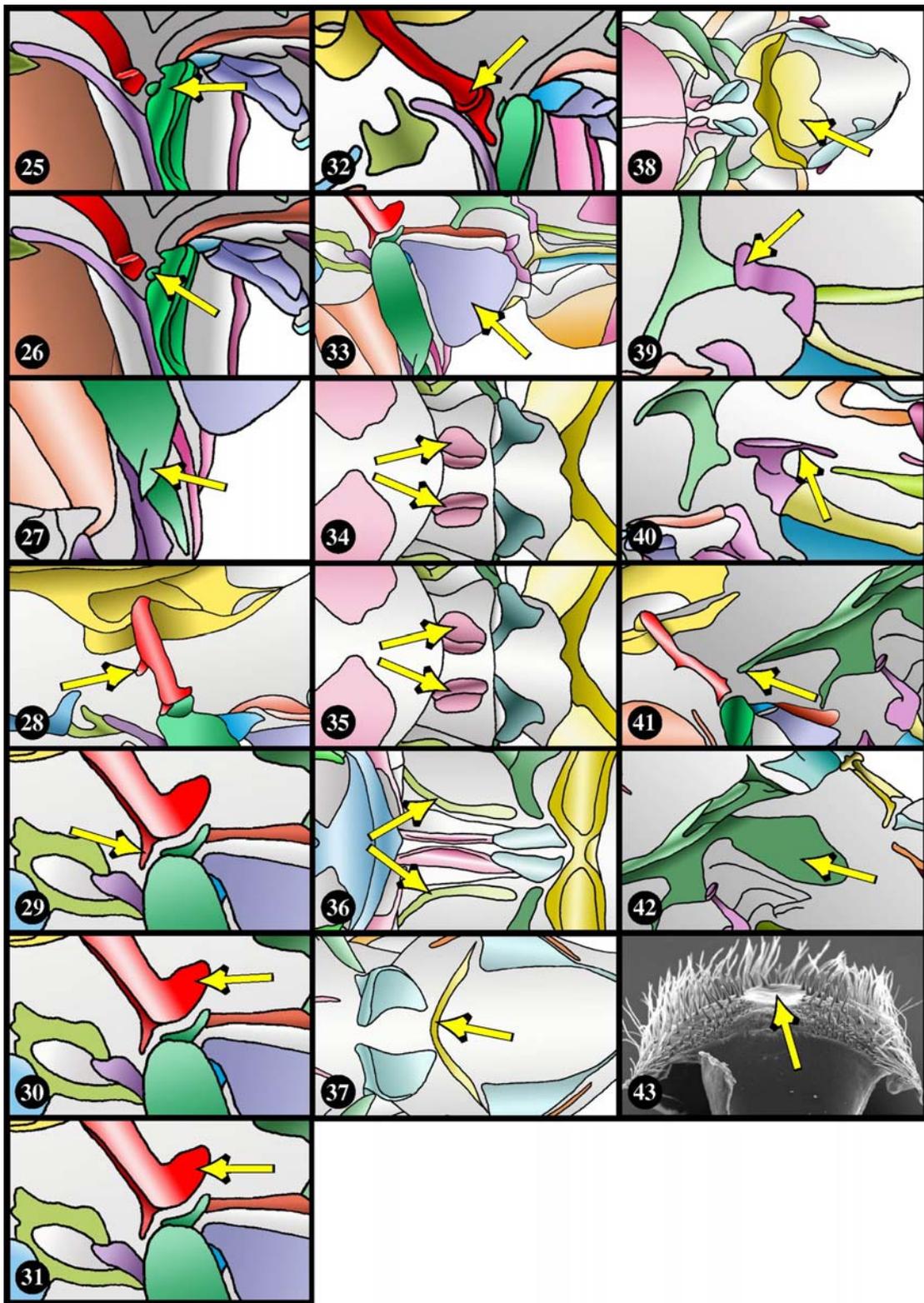


Abb. 70: Darstellung ausgewählter morphologischer Merkmale. Merkmale 1 bis 43 (vergl. Abschnitt 3.5.)

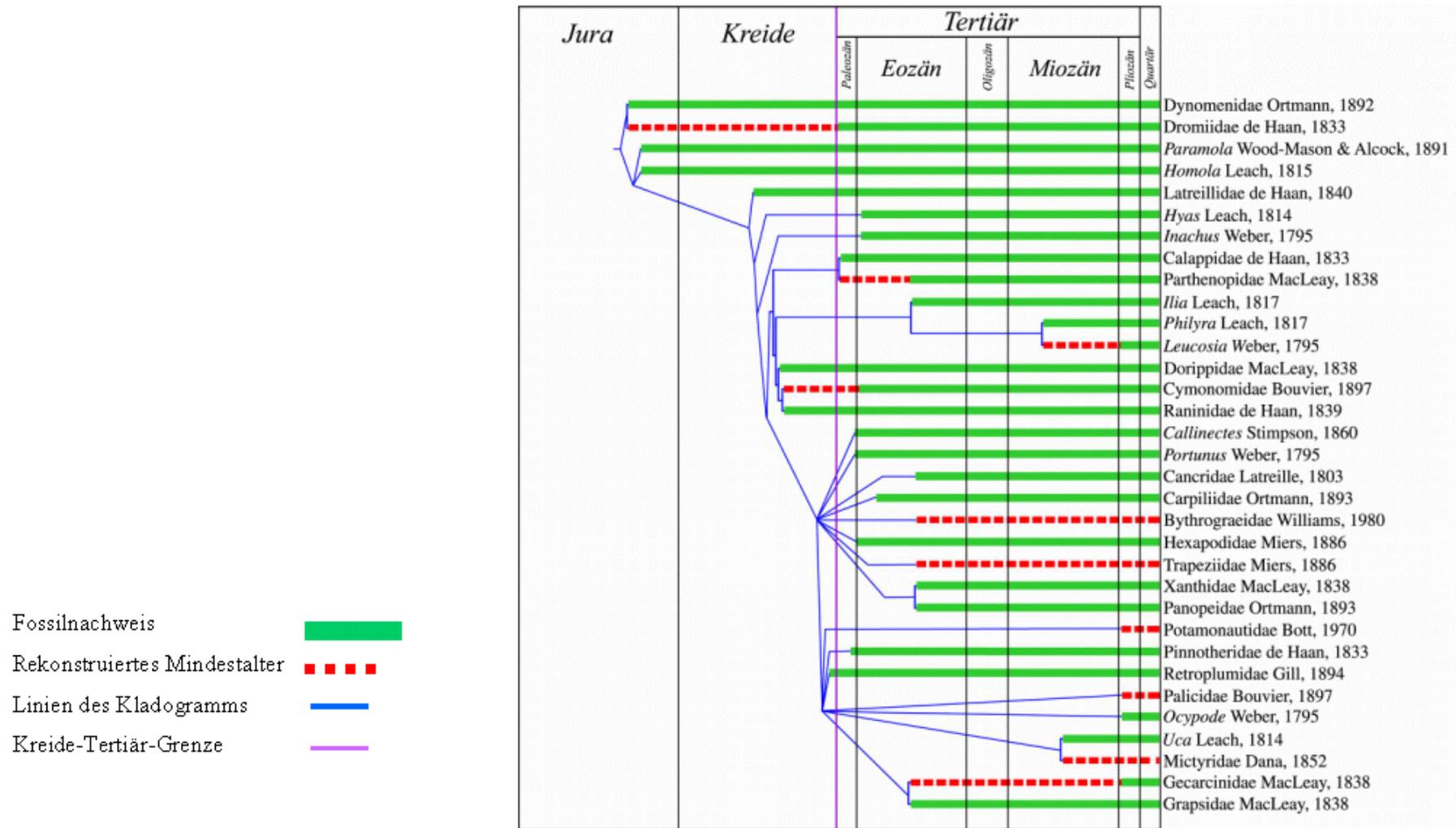


Abb. 71: Korrelation der Kladogenese mit dem Fossilbericht der Brachyura.

7 Danksagung

Ich danke Prof. Dr. Gerhard Scholtz und Dr. Stefan Richter für die gute Betreuung, die anregenden Diskussionen und wertvollen Kritiken.

Allen Mitgliedern der Arbeitsgruppe Vergleichende Zoologie möchte ich danken für die zahlreichen Diskussionen und den regen Gedankenaustausch.

Dr. Daniele Guinot, Dr. Colin McLay, Dr. Peter Castro, Dr. Bertrand Richer de Forges, Dr. Charles Oliver Coleman, Dr. Angelika Brandt, Dr. Michael Türkay, Dr. Jørgen Olesen, Dr. Rodney M. Feldmann, Dr. Carrie Schweitzer, Dr. Frederick R. Schram, Dr. Penny Berents und Dr. Sandra L. Farrington möchte ich danken für die Möglichkeiten verschiedener Forschungsaufenthalte, die Überlassung zahlreicher Exemplare der Brachyura, die wertvollen Informationen und Diskussionen. Mein Dank gilt auch dem Copenhagen Biosystematics Centre (COBICE) für die finanzielle Unterstützung und die Möglichkeit des Forschungsaufenthaltes am Zoologischen Museum Kopenhagen.

Danken möchte ich auch allen Mitgliedern und assoziierten Wissenschaftlern des Graduiertenkollegs für die Zusammenarbeit und den interdisziplinären Gedankenaustausch.

Der DFG danke ich für die Förderung dieser Doktorarbeit.

Dr. Jørgen Olesen, Dr. Wilfrid Bleiß, Dr. Siegfried Rogaschewski, Frau Drescher und Frau Predhumeau danke ich für die Hilfe bei der Elektronenmikroskopie.

Besonders danken möchte ich meinen Eltern ohne deren Unterstützung das Studium der Biologie und diese Doktorarbeit nicht möglich gewesen wären.

8 Abkürzungen

AMS	Australian Museum Sydney
FSBC	Florida Marine Research Institute, St. Petersburg, Florida
MNHN	Musèum national d'Histoire naturelle
MB	ältere Bezeichnung für Musèum national d'Histoire naturelle
p.S.	persönliche Sammlung
QM	Queenslandmuseum Brisbane
SMF	Senckenbergmuseum Frankfurt
ZMB	Zoologisches Museum Berlin
ZMUC	Zoologisches Museum Copenhagen
CPD	Critical Point Dryer
SCD	Sputter Coater
ant	anterior
post	posterior
med	median
lat	lateral

9 Literaturverzeichnis

- Anger, K. 2001. The Biology of Decapod Crustacean Larvae, *Crustacean Issues 14*: 1-420.
- Alcock, A. 1896. Materials for a carcinological fauna of India. No. 2. Brachyura Oxystomata. *Journal of the Asiatic Society of Bengal 65(2)*: 134-296.
- Alcock, A. 1899. An Account of the Deep-Sea Brachyura collected by the Royal Indian Marine Survey Ship „Investigator“. Calcutta. 85p.
- Baer, K. E. 1834. Über die sogenannte Erneuerung des Magens der Krebse und die Bedeutung der Krebssteine. *Archiv Anatomie und Physiologie*. 510-523.
- Balss, H. 1944. Crustacea, Decapoda. In: *Klassen und Ordnungen des Tierreiches*. Band 5, Abteilung 1, Buch 7, Lieferung 3: 419-470.
- Balss, H. 1957. Decapoda. VIII. Systematik. In: *Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches*, Band 5, Abteilung 1, Buch 7, Lieferung 12: 1505-1672.
- Balss, H. und Gruner, H. E. 1961. X und XI. Paleontologie und Stammesgeschichte. *Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches*, Band 5, Abteilung 1, Buch 7, Lieferung 14: 1771-1978.
- Bellwood, O. 1996. A phylogenetic study of the Calappidae H. Milne Edwards, 1837 (Crustacea, Brachyura) with a reappraisal of the status of the family. *Zoological Journal of the Linnean Society 118*: 165-193.
- Beurlen, K. und Glaessner, M. F. 1930. Systematik der Crustacea Decapoda auf stammesgeschichtlicher Grundlage. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 60*: 49-84.
- Birch, D. W. 1979. Food preferences of *Hemigrapsus nudus* (Dana, 1851) (Decapoda, Grapsidae) on San Juan Island, Washington, U.S.A. *Crustaceana 36(2)*: 186-193.
- Bishop, G. A.; Feldmann, R. M.; Vega, V. 1998. The Dakoticantridae (Decapoda, Brachyura) from the Late Cretaceous of North America and Mexico. *Contribution to Zoology 67(4)*: 237-255.
- Bliss, D. E. 1968. Transition from Water to Land in decapod crustaceans. *American Zoologist (8)*: 355-392.
- Boas, J. E. V. 1880. Studier over Decapodernes Slaegtksabsforhold. *Videnskabelege Selskap Skrifter 6*. Raekke naturvidenskabeleg og matematisk Afd. I. 2: 25-210.
- Böhm, H. 1995/96. Activity of the stomatogastric system in free-moving crayfish, *Orconectes limosus* Rafinesque. *Zoology 99*: 247-257.

- Böhm, H.; Eitner, P.; Messai, E.; Heinzl, H.-G. 1997. Das Nervensystem des Flußkrebsmagens. In: *Biologie in unserer Zeit* 27(1): 56-64.
- Böhm, H.; Dybek, E.; Heinzl, H.-G. 2001. Anatomy and in vivo activity of neurons connecting the crustacean stomatogastric nervous system to the brain. *Journal of Comparative Physiology A* 187: 393-403.
- Borradaile, L. A. 1907. On the Classification of the Decapod Crustaceans. From the *Annals and Magazine of Natural History*, Ser. 7, Vol. Xix: 457-486.
- Borradaile, L. A. 1916. Crustacea. Part II. *Porcellanopagurus*: An instance of carcinization. In: *British Antarctic ("Terra Nova") Expedition, 1910. Natural History Report. Zoology* 3(3): 111-126.
- Bouvier, E. L. 1940. D'capodes marcheurs. *Faune de France* 37: 1-404.
- Bowman, T. E. and Abele, L. G. 1982. Classification of the Recent Crustacea. Pages 1-27 in *Systematics, the fossil record and Biogeography* (L. G. Abele, ed.). *The biology of Crustacea, Volume 1* (D. E. Bliss, gen. ed.). Academic Press, New York.
- Brandt, J. F. 1833. Anatomie des Flusskrebses. *Brandt und Ratzenburg. Medizin. Zool.* 2: 58-69.
- Bremer, K. 1988. The limits of amino acid sequence data in angiosperm phylogenetic reconstruction. *Evolution* 42: 795-803.
- Brösing A., Scholtz G. and Richter S. 2000. The foregut-ossicle-system, a new aspect in the phylogeny of podotrematan crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Zoology* 103 *Suppl. III (DZG 93.1)*: 100.
- Brösing, A.; Richter, S.; Scholtz, G. 2002. The foregut-ossicle system of *Dromia wilsoni*, *Dromia personata* and *Lauridromia intermedia* (Decapoda, Brachyura, Dromiidae), studied with a new staining method. *Arthropod Structure and Development* 30: 329-338.
- Caine, E. A. 1975b. Feeding and masticatory structures of six species of the crayfish genus *Procambarus* (Decapoda, Astacidae). *Forma et Functio* 8: 49-66.
- Cameron, J. N. 1981. Brief introduction to the land crabs of the Palau Islands: stages in the transition to air breathing. *Journal experimental Zoology* 218: 1-5.
- Camilleri, J. C. and Ribí, G. 1986. Leaching of dissolved organic carbon (DOC) from dead leaves, formation of flakes from DOC, and feeding on flakes by crustaceans in mangroves. *Marine Biology* 91: 337-344.

- Castro, P. 2001. A revision of the Indo-west pacific species of palicid crabs (Brachyura: Palicidae). Resultats des Campagnes Musorstom, Volume 21: 438-610.
- Cochran, D. M. 1935. The skeletal musculature of the blue crab, *Callinectes spidus* Rathbun. Smithsonian Miscellaneous Collection 92: 1-76.
- Coleman, C. O. 1994. Comparative anatomy of the alimentary canal of hyperiid amphipods. Journal of Crustacean Biology 14: 346-370.
- Collins, J. S. H. and Jakobsen, S. L. 1994. A synopsis of the biostratigraphic distribution of the crab genera (Crustacea, Decapoda) of the Danian (Paleocene) of Denmark and Sweden. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum 21: 35-46.
- Crandall, K. A.; Harris, D. J.; Fetzner, J. W. Jr. 2000. The monophyletic origin of freshwater crayfish estimated from nuclear and mitochondrial DNA sequences. Proceedings of the Royal Society of London B 267: 1679-1686.
- Crane, J. 1975. Fiddler crabs of the World: Ocypodidae: Genus *Uca*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Dana, J. D. 1853. Crustacea. In: U.S. Exploring Expedition during the years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842 under the command of Charles Wilkes. USN Vol. 13. Philadelphia: C. Sherman, 390-400.
- de Haan, W. 1833-50. Crustacea. In: Siebold de, P.F. (ed.) Fauna Japonica, sive descriptio animalium, quae in itinere per Japoniam, jussu et auspiciis superiorum, qui summum in India Batava Imperium tenent, suscepto, annis 1823-1830 collegit, notis, observationibus et adumbrationibus illustravit. fasc. 3 (67-70); 1841 fasc. V :111-135. Pls. 33-37, 39-42, 47. A. Arne Ludgdunm Batavorum.
- de Lamarck, J. B. P. A. 1801. Systeme des animaux sans vertebres, ou tableau general des classes, des ordres et des genres de ces animaux; presentant leurs caracteres essentiels et leur distribution, d' apres la consideration de leurs rapports naturels et de leur organisation, et suivant l' arrangement etabli dans les galleries du Museum d' Histoire Naturelle, parmi leurs depouilles conservees; precede du discours d' ouverture du cours de zoologie, donne dans le Museum national d' Histoire naturelle l' an 8 de la Republique, 432p. Paris.
- de Saint Laurent, M. 1979b. Vers une nouvelle classification des Crustacés Decapodes Reptantia. Bulletin de l' Office national des Pêches Tunisie 3: 15-31.
- de Saint Laurent, M. 1980a. Sur la classification et la phylogénie des Crustacés Dècapodes Brachyours. I. Podotremata Guinot, 1977, et Eubrachyura sect. nov. C.R. Acad. Sc. Paris 290 : 1265-1268.
- de Saint Laurent, M. 1980b. Sur la classification et la phylogénie des Crustacés Dècapodes Brachyours. II. Heterotremata et Thoracotremata Guinot, 1977. C.R. Acad. Sc. Paris 290: 1317-1320.

de Saint Laurent, M. 1989. La nouvelle superfamille des Retroplumoidea Gill, 1894 (Decapoda, Brachyura): systématique, affinités et évolution. In: J. Forest (ed.). Résultats des Campagnes Mursorstom, vol. 5. Mémoires du Muséum National D' Histoire Naturelle (A) 144: 103-179.

Diesel, R. 1992. Managing the offspring environment: brood care in the bromeliad crab, *Metopaulias depressus*. Behavioral Ecology and Sociobiology 30: 125-134.

Diesel, R.; Schubart, C. D.; Schuh, M. 2000a. A reconstruction of the invasion of land by Jamaican crabs (Grapsidae: Sesarminae). Journal of Zoology, London 250: 141-160.

Diesel, R. und Schubart, C.D. 2000. Die außergewöhnliche Evolutionsgeschichte jamaikanischer Felsenkrabben. Biologie in unserer Zeit/ 30. Jahrgang 3: 136-147.

Farrelly, C. A. and Greenaway, P. 1987. The morphology and vasculature of the lungs and gills of the soldier crab, *Mictyris longicarpus* (Latreille). Journal of Morphology 193: 285-304.

Farrelly, C. A. and Greenaway, P. 1992. Morphology and ultrastructure of the gills of terrestrial crabs (Crustacea, Gecarcinidae and Grapsidae): adaptations for air-breathing. Zoomorphology 112: 39-49.

Farrelly, C. A. and Greenaway, P. 1994. Gas exchange in air-breathing crabs: lungs versus gills. Journal of experimental Biology 187: 113-130.

Feldmann, R. M.; Casydino, S.; Chirino-Gálvez, L.; Aguirre Urreta, M. 1995. Fossil decapod crustaceans from the Jaguel and Roca formations (Maastrichtian-Danian) of the Neuquén Basin, Argentina. The Paleontological Society Memoir 43: 22p.

Felgenhauer, B. E. and Abele L. G. 1983. Phylogenetic relationships among the shrimp-like decapods. In Schram (ed.): Crustacean Phylogeny. Crustacean Issues / Rotterdam: Balkema 291-311.

Felgenhauer, B. E. and Abele L. G. 1985. Feeding structures of two atyid shrimps, with comments on caridean phylogeny. Journal of Crustacean Biology 5: 397-419.

Felgenhauer, B. E. and Abele L. G. 1989. Evolution of the foregut in lower Decapoda. In B. E. Felgenhauer, L. Watling, and A. B. Thistle (eds.). Functional Morphology of Feeding and Grooming in Crustacea. Crustacean Issues 6 Rotterdam, Netherlands: Balkema: 205-219.

Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. Evolution 39: 783-791.

Förster, R. 1968. *Paranecrocarcinus libanoticus* n. sp. (Decapoda) und die Entwicklung der Calappidae in der Kreide. Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung Paläontologische historische Geologie 8: 167-196.

- Fraaye, H. B. 1996. Late Cretaceous swimming crabs: radiation, migration, competition, and extinction. *Acta Geologica Polonica* 46(3-4): 269-278.
- Fryer, G. 1977. Studies on the functional morphology and ecology of the atyid prawns of Dominica. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 277: 57-128.
- Glaessner, M. F. 1930. Beiträge zur Stammesgeschichte der Decapoden. *Paläontologische Zeitschrift Berlin* 12: 25-42.
- Glaessner, M. F. 1960. The fossil decapod Crustacea of New Zealand and the evolution of the order Decapoda. *New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin* 31: 1-63.
- Glaessner, M. F. 1963. New Tertiary crabs in the collection of the British Museum. *Annals and Magazine of Natural History, Ser. 10(12)*: 1-28, pls. 1-6.
- Glaessner, M. F. 1969. Decapoda. In: R. C. Moore (ed.), *Treatise on invertebrate paleontology, Part R, Arthropoda 4, Volume II*: R339-R533. Lawrence: Geological Society of America & University of Kansas Press.
- Goloboff, P. A. 1993a. NONA, Version 1.8. Program and documentation. New York.
- Gordon, I. 1963. On the relationship of Dromiacea, Tymolinae and the Raninidae to the Brachyura. *Phylogeny and Evolution of Crustacea, Museum of Comparative Zoology, Special Publication*, 51-57.
- Greenaway, P. and Farrelly, C. A. 1984. The venous system of the terrestrial crab *Ocypode cordimanus* (Desmarest, 1825) with particular reference to the vasculature of the lungs. *Journal of Morphology* 181: 133-142.
- Greenaway, P.; Taylor, H. H.; Morris, S. 1990. Adaptions to a terrestrial existence by the robber crab, *Birgus latro*. VI. The role of the excretory system in fluid balance. *Journal of experimental Biology* 152: 505-519.
- Growns, I. O. and Richardson, A. M. M. 1990. A comparison of the gastric mill of nine species of parastacid crayfish from a range of habitats, using multivariate morphometrics (Decapoda, Astacoidea). *Crustaceana* 58: 33-44.
- Greenaway, P. 1999. Physiological diversity and the colonisation of land. Pp 823-842 in F.R. Schram and J.C. von Vaupel Klein (Eds.) *Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress, Amsterdam, The Netherlands, July 20-24, 1998, Vol. I*. Leiden, Brill Academic Publishers.
- Guinot, D. 1977. Propositions pour une nouvelle classification des Crustacé Décapodes Brachyours. *C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. Sér. D* 285: 1049-1052.

- Guinot, D. 1978. Principes d'une classification évolutive des crustacés décapodes brachyours (Principles of a new classification of the Crustacea Decapoda Brachyura). *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique, Nouvelle Serie 112*: 211-293.
- Guinot, D. 1979. Données Nouvelles sur la Morphologie, la Phylogenese et la Taxonomie des Crustacés Décapodes Brachyours. *Mémoires du Muséum National D' Histoire Naturelle Série A, Zoologie, Tome 112*: 1-354.
- Guinot, D. 1988. Les crabs des sources hydrothermales de la dorsale du Pacifique oriental (Campagne BIO-CYARISE), 1984. *Oceanologica Acta (special volume) 8* : 109-118.
- Guinot, D. 1989a. Description de *Segonzacia* gen. nov. et remarques sur *Segonzaica mesatlantica* (Williams): campagne HYDROSNAKE 1988 sur la dorsale médio-Atlantique (Crustacea Decapoda Brachyura). *Bulletin du Museum National d' Histoire (Paris) 11*: 203-231.
- Guinot, D. 1989b. *Austinograea alayseae* sp. nov., Crabe hydrothermal découvert dans le bassin de Lau, Pacifique sud-occidental (Crustacea Decapoda Brachyura). *Bulletin du Museum National d' Histoire (Paris) 11*: 879-903.
- Guinot, D. and Richter de Forges, B. 1997. Affinités entre les Hymenosomatidae MacLeay, 1838 et les Inachoididae Dana, 1851 (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Zoosystema 19 (2-3)*: 453-502.
- Guinot, D.; Jamieson, B. G. M.; Richer de Forges, B.; Tudge, C. C. 1998. Comparative spermatozoal ultrastructure of the three dromiacean families exemplified by *Homolodromia kai* (Homolodromiidae), *Shaerodromia lamellata* (Dromiidae), and *Dynomene tanensis* (Dynomenidae) (Podotremata: Brachyura). *Journal of Crustacean Biology 18*: 78-94.
- Guinot, D. and Bouchard J. M. 1998. Evolution of the abdominal holding system of brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Zoosystema 20(4)*: 613-694.
- Guinot, D. and Tavares, M. 2001. Une nouvelle famille de Crabes du Crétacé, et la notion de Podotremata Guinot, 1977 (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Zoosystema 23(3)*: 507-546.
- Harrison, M. K. and Crespi, B. J. 1999. Phylogenetics of Cancer crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Molecular Phylogenetics and Evolution 12(2)*: 186-199
- Heinzel, G. H.; Böhm, H.; Weigeldt, D. 1993. Die Kooperation neuraler Netzwerke als Grundlage für die Flexibilität rhythmischer Bewegungen. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 86(2)*: 165-176.
- Herbst, J. F. W. 1796. Versuch einer Naturgeschichte der Krabben und Krebse nebst einer systematischen Beschreibung ihrer verschiedenen Arten. Zweyter Theil, dritter Abschnitt Anatomie der Krabben und Krebse. Bey Gottlieb August Lange, Berlin und Stralsund: 205.

- Hessler, R. R. and Martin, J. W. 1989. *Austinograea williamsi*, new genus, new species, a hydrothermal crab (Decapoda, Bythograeidae) from the Mariana Back-Arc Basin, western Pacific. *Journal Crustacean Biology* 9: 645-661.
- Huxley, T. H. 1877. A manuel of the anatomy of invertebrated animals. J. & A. Churchill, London: 698p.
- Huxley, T. H. 1878. On the classification and the distribution of the crayfish. *Proceedings of the Zoological Society London*. 725-788.
- Huxley, T. H. 1880. The crayfish: an introduction to the study of zoology. *The International Scientific Series*, November 1879, 28: 1-371.
- Icely, J. D. and Jones, D. A. 1978. Factors affecting the distribution of the genus *Uca* (Crustacea: Ocypodidae) on the East African shore. *Estuarine and Coastal Marine Science* 6: 315-325.
- Ingle, R. W. 1983. A synopsis of the shallow water crabs. *Synopsis of the British fauna. New series; no. 27*. Cambridge University Press.
- Jamieson, B. G. M. 1990. The ultrastructure of the spermatozoa of *Petalomera lateralis* (Gray) (Crustacea, Dromiacea) and its phylogenetic significance. *Invertebrate Reproduction and development* 17: 39-45.
- Jamieson, B. G. M. 1991. Ultrastructure and phylogeny of crustacean spermatozoa. *Memoirs of the Queensland Museum* 31: 109-142.
- Jamieson, B. G. M. 1994. Phylogeny of the Brachyura with particular reference to the Podotremata: evidence from a review of spermatozoal ultrastructure (Crustacea, Decapoda). *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 345: 373-393.
- Jamieson, B. G. M. ; Guinot, D. ; Richer de Forges, B. 1995. Phylogeny of the Brachyura (Crustacea, Decapoda) evidence from spermatozoal ultrastructure. *Mèmoires du Musèum national d'Histoire naturelle* 166: 265-283.
- Jamieson, B. G. M., Scheltinga, D. M.; B. Richter de Forges. 1998. An ultrastructural study of spermatozoa of the Majidae with particular reference to the aberrant spermatozoon of *Macropodia longirostris* (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Acta Zoologica (Stockholm)* 79 (3) : 193-206.
- Karasawa, H. and Kato, H. 2001. The systematic status of the genus *Miosesarma* Karasawa, 1989 with a phylogenetic analysis within the family Grapsidae and a review of fossil records (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Paleontological Research*, 5(4): 259-275.
- Kobusch, W. 1999. *The Phylogeny of the Peracarida (Crustacea, Malacostraca)*. Göttingen: Cuvillier-Verlag.

- Kunze, J. and Anderson, D.T. 1979. Functional morphology of the mouthparts and gastric mill in the hermit crabs *Clibanarius taeniatus* (Milne Edwards), *Clibanarius virescens* (Kraus), *Paguristes squamosus* McCulloch and *Dardanus setifer* (Milne Edwards) (Anomura: Paguridae). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 30: 683-722.
- Latreille, P. A. 1803. Histoire naturelle, generale et particuliere, des Crustaces et des Insectes. F. Durart, Paris 3: 1-468.
- Latreille, P. A. 1806. Genera Crustaceorum et Insectorum secundum Ordinem naturalem in Familias disposite. Iconibus Exemplisque plurimus explicata 1: 1-302. Paris.
- Levinton, J.; Sturmbauer, Ch.; Christy, J. 1996. Molecular data and biogeography: resolution of a controversy over evolutionary history of a pan-tropical group of invertebrates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 203: 117-131.
- Manning, R. B. and Holthuis, L. B. 1981. West African Brachyuran Crabs (Crustacea: Decapoda). Smithsonian Contributions to Zoology, *Number 306*. Smithsonian Institution Press. City of Washington
- Marques, F. and Pohle, G. 1995. Phylogenetic analysis of the Pinnotheridae (Crustacea, Brachyura) based on larval morphology, with emphasis on the *Dissodactylus* species complex. *Zoologica Scripta* 24: 347-364.
- Marques, F. and Pohle, G. 1998. The use of structural reduction in phylogenetic reconstruction of decapods and a phylogenetic hypothesis for 15 genera of Majidae: testing previous larval hypotheses and assumptions. *Invertebrate Reproduction and Development* 33(2-3): 241-262.
- Martin, J. W. 1991. Crabs of the family Homolodromiidae, III. First record of the larvae. *Journal of Crustacean Biology* 11: 156-161.
- Martin, J. W. and Abele, L. G. 1986. Phylogenetic relationships of the genus *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae), with comments on anomuran phylogeny. *Journal of Crustacean Biology* 6: 576-616.
- Martin, J. W.; Jourharzadeh, P.; Fitterer, P. H. 1998. Description and comparison of major foregut ossicles in hydrothermal vent crabs. *Marine Biology* 131: 259-267.
- Martin, J. W. and Davis, G. E. 2001. An Updated Classification of the Recent Crustacea. Science Series [Los Angeles, California], 39. Los Angeles, CA: Natural History Museum of Los Angeles County.
- Maynard, D.M. and Dando, M.R. 1974. The structure of the stomatogastric neuromuscular system in *Callinectes sapidus*, *Homarus americanus* and *Panulirus argus* (Decapoda, Crustacea). *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 268: 161-220.

- McLaughlin, P. A. and Lemaitre, R. 1997. Carcinization in the anomura – fact or fiction? I. Evidence from adult morphology. *Contributions to Zoology*, 67(2): 79-123.
- McLay, C. L. 1993. Crustacea Decapoda: The sponge crabs (Dromiidae) of New Caledonia and Philippines with a review of the genera. In: A. Crosnier (ed.) Résultats des Campagnes Musorstom 20. *Memoires du Musèum national d' Histoire naturelle 10*: 111-251.
- McLay, C. L.; Feldmann, R. M.; MacKinnon, D. I. 1995. New species of Miocene spider crabs from New Zealand, and a partial cladistic analysis of the genus *Leptomithrax* Miers, 1876 (Brachyura, Majidae). *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 38: 299-313.
- McLay, C. L. 1999. Revision of the family Dynomenidae. In: A. Crosnier (ed.), *Resultats des Campagnes Musorstom. Volume 20. Mémoires du Musèum national d' Histoire naturelle*, 180: 427-569.
- McLay C. L.; Lim, S. S. L.; Ng, P. K. L. 2001. On the first zoea of *Lauridromia indica* (Gray 1831), with an appraisal of the generic classification of the Dromiidae (Decapoda: Brachyura) using larval characters. *Journal of Crustacean Biology* 21(3): 733-747.
- Meckel, J. F. 1836. *Traité général d'anatomie comparée. Trad. Francaise. Paris* 7: 1-254.
- Meiss, D.E. and Norman, R.S. 1977. A comparative study of the stomatogastric system of several decapod Crustacea, I. Skeleton. *Journal of Morphology* 152: 21-54.
- Miers, E. J. 1886. Report on the Brachyura collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. *Zoology* 49(17): 280-300.
- Milne Edwards, H. 1837. Histoire naturelle des Crustacès, comprenant l'anatomie, la physiologie et la classification de ces animaux. In: *Librairie Encyclopedique de Roret* 1, 1-532. Paris.
- Mocquard, F. 1883. Recherches anatomiques sur l' estomac des crustacès podophthalmiques. *Annales Sciences Naturelles* 16: 1-311.
- Nauck, E. 1880. Das Kaugerüst der Brachyura. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* 34: 1-69.
- Ngoc-Ho, N. 1984. The functional anatomy of the foregut of *Porcellana platycheles* and a comparison with *Galathea squamifera* and *Upogebia deltaura* (Crustacea: Decapoda). *Journal of Zoology. London.* 203: 511-535.
- Nixon, K. C. 1999-2000. WINCLADA (Beta), Version 0.9.9. Ithaca, New York.

Ortmann, A. 1892. Die Decapoden-Krebse des Strassburger Museums, mit besonderer Berücksichtigung der von Herrn Dr. Döderlein bei Japan und bei den Liu-Kiu-Inseln gesammelten und z.Z. im Strassburger Museum aufbewahrten Formen. V. Theil. Die Abteilungen Hippidea, Dromiidea und Oxystomata. Zoologische Jahrbücher, Abteilung Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 6: 532-588.

Ortmann, A. 1896. Das System der Decapoden Krebse. Zoologische Jahrbücher. Abteilung Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 9: 409-453.

Parker, T. J. 1876. On the stomach of the fresh-water crayfish. *Journal of Anatomy and Physiology* 11: 54-60.

Patwardhan, S. S. 1934. On the structure and mechanism of the gastric mill in Decapoda. I. The structure of the gastric mill in *Paratelphusa guerini* (Milne Edwards). *Proceedings of the Indian Academy of Science B* 1: 183-196.

Patwardhan, S. S. 1935a. On the structure and mechanism of the gastric mill in Decapoda. II. A comparative account of the gastric mill in Brachyura. *Proceedings of the Indian Academy of Science B* 1: 359-375.

Patwardhan, S. S. 1935b. On the structure and mechanism of the gastric mill in Decapoda. III. Structure of the gastric mill in Anomura. *Proceedings of the Indian Academy of Science B* 1: 405-413.

Patwardhan, S. S. 1935c. On the structure and mechanism of the gastric mill in Decapoda. IV. The structure of the gastric mill in reptantous Macrura. *Proceedings of the Indian Academy of Science B* 1: 414-422.

Patwardhan, S. S. 1935d. On the structure and mechanism of the gastric mill in Decapoda. V. The structure of the gastric mill in reptantous Macrura-Caridea. *Proceedings of the Indian Academy of Science B* 1: 693-704.

Patwardhan, S. S. 1935e. On the structure and mechanism of the gastric mill in Decapoda. VI., The structure of the gastric mill in natantous Macrura-Penaeidea and Stenopidea, conclusion. *Proceedings of the Indian Academy of Science B* 2: 155-174.

Pereyra Lago, R. 1988. Larval development of *Spiroplax spiralis* (Barnard, 1950) (Brachyura: Hexapodidae) in the laboratory; the systematic position of the family on the basis of larval morphology. *Journal of Crustacean Biology* 8(14): 576-596.

Pilgrim, R. L. 1964. Observations on the anatomy of *Squilla mantis* Latreille (Crustacea, Stomatopoda). *Publizioni della Stazione Zoologica di Napoli* 34: 9-42.

Pohle, G. and Marques, F. 2000. Larval stages of *Paradasygius depressus* (Bell, 1835) (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Majidae) and a phylogenetic analysis for 21 genera of the Majidae. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 113(3): 739-760.

- Powell, R. R. 1974. The functional morphology of the foreguts of the thalassinid crustaceans , *Callinassa californiensis* and *Upogebia pugettensis*. University California Publication. *Zoology* 102: 1-41.
- Reddy, A. R. 1935. On the modus operandi of certain ossicles in the gastric armature of decapod Crustacea. *Current Science Bangalore* 4: 34-37.
- Remane, A. 1961. Gedanken und Probleme: Homologie und Analogie, Praeadaptation und Parallelität. *Zoologischer Anzeiger* 116(9/12): 447-465.
- Rice, A.L. 1980. Crab zoeal morphology and its bearing on the classification of the Brachyura. *Transactions of the Zoological Society of London* 35: 277-424.
- Rice, A.L. 1983. Zoeal evidence for brachyuran phylogeny. In: F. R. Schram (ed.) *Crustacean Phylogeny, Crustacean Issues*, vol. 1 A.A.Balkema, Rotterdam. 313-329.
- Ringel, M. 1924. Zur Morphologie des Vorderdarmes (Schlund und Magen) von *Astacus fluviatilis*. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* 123: 498-554.
- Rosenberg, M. S. 2001. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: A phylogeny of the genus *Uca*. *Journal of Crustacean Biology* 21(3): 839-869.
- Scholtz, G. and Richter, S. 1995. Phylogenetic systematics of the reptantian Decapoda (Crustacea, Malacostraca). *Zoological Journal of the Linnean Society* 113: 289-328.
- Scholtz, G. 1998. Von Zellen und Kontinenten – die Evolution der Flußkrebse (Crustacea, Astacida). *Stapfia* 58: 205-212.
- Scholtz, G. 1999. Freshwater crayfish evolution. *Freshwater Crayfish* 12: 37-48.
- Scholtz, G. 2002. Evolution and biogeography of freshwater crayfish. In Holdich, D. M. (Ed.): *The Biology of Freshwater Crayfish*, 30-52. Blackwell Science, Oxford.
- Schubart, C. D.; Neigel, J. E. & Felder, D. L. 2000a. The use of the mitochondrial 16S rRNA gene for phylogenetic and biogeographic studies of Crustacea. *Crustacean Issues* 12: 817-830.
- Schubart, C. D.; Cuesta, J. A.; Diesel, R.; Felder, D. L. 2000b. Molecular Phylogeny, Taxonomy and Evolution of nonmarine lineages within the American Grapsoid Crabs (Crustacea: Brachyura). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 15(2): 179-190.

- Schweitzer, C. E. and Feldmann, R. M. 2000. New Fossil Portunids from Washington, USA, and Argentina, and a re-evaluation of generic and family relationships within the Portunoidea Rafinesque, 1815 (Decapoda: Brachyura). *Journal of Paleontology* 74(4): 636-653.
- Schweitzer, C. E. and Feldmann, R. M. 2001. Differentiation of the fossil Hexapodidae Miers, 1886 (Decapoda: Brachyura) from similar forms. *Journal of Paleontology* 75(2): 330-345
- Schweitzer, C. E. 2001. Paleobiogeography of Cretaceous and Tertiary decapod crustaceans of the North Pacific Ocean. *Journal of Paleontology* 75(4): 808-826.
- Seba, A. 1758. *Locupletissimi rerum naturalium thesauri accurata descriptio, et iconibus artificiosissimis expressio, per universam physices historiam. Opus, cui, in hoc rerum genere, nullum par exstitit. Vol. 3.* Amsterdam.
- Spears, T.; Abele, L. G.; Kim, W. 1992. The monophyly of brachyuran crabs: a phylogenetic study based on 18S rRNA. *Systematic Biology* 41: 446-461.
- Sternberg, R.; Cumberlandidge, N.; Rodriguez, G. 1999. On the marine sister groups of the freshwater crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Journal of Zoological Systematics Evolutionary Research* 37: 19-38.
- Sternberg, R. and Cumberlandidge, N. 2001. Notes on the position of the true freshwater crabs within the brachyrhynchan Eubrachyura (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Hydrobiologica* 449: 21-39.
- Stevcic, Z. 1971a. The main features of Brachyuran Evolution. *Systematic Zoology* 20(3): 331-340
- Stevcic, Z. 1971b. The Pathways of Brachyuran Evolution. *Zbornik referata sa I simpozijuma biosistematicara Jugoslavije*. 187-193.
- Stevcic, Z. and Gore, R. H. 1981. Are the Oxyrhyncha a natural group ? *Thalassia Jugoslavica* 17(1): 1-16
- Sudhaus, W.; Rehfeld, K. 1992. *Einführung in die Phylogenetik und Systematik*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Swofford, D. L. 1999. PAUP* . *Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and other Methods)*. Version 4. Sinauer Associates: Sunderland, Massachusetts.
- Tucker, A. B. 1998. Systematics of the Raninidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura), with accounts of three new genera and two new species. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 1998, 111(2): 320-371.
- Tudge, C. C.; Jamieson, B. G. M.; Segonzac, M.; Guinot, D. 1998. Spermatozoal ultrastructure in three species of hydrothermal vent crab, in the genera *Bythrograea*, *Austinograea* and *Segonzacia* (Decapoda, Brachyura, Bythrograeidae). *Invertebrate Reproduction and Development* 34: 13-23.

Vega, F. J. and Feldmann, R. M. 1992. Occurrence of *Costacopluma* (Decapoda: Brachyura: Retropluma) in the Maastrichtian of Southern Mexico and its paleobiogeographic implications. *Annals of Carnegie Museum*, 61: 133-152.

Vega, F. J.; Feldmann, R. M.; García-Barrera, P.; Filkorn, H.; Pimentel, F.; Avendano, J. 2001. Maastrichtian Crustacea (Brachyura: Decapoda) from the Ocozocuahtla formation in Chiapas, South Mexico. *Journal of Paleontology* 75(2): 319-329.

Wägele, J. W. 1989. Evolution und phylogenetisches System der Isopoda. *Zoologica (Stuttgart)* 140: 1-262.

Wägele, J. W. 2000. *Grundlagen der Phylogenetischen Systematik*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.

Warner, G. F. 1977. *The Biology of crabs*. Elek Science, London. 1-202.

Wolcott, T. G. 1992. Water and solute balance in the transition to land. *American Zoologist* 32: 428-437.

Williams, A. B. 1980. A new crab family from the vicinity of submarine thermal vents on the Galapagos Rift (Crustacea, Decapoda, Brachyura). Contribution n° 5 of the Galapagos Rift Biology Expedition. *Proceedings of the Biological Society Washington* 93(2): 443-472, fig. 1-11, tab. 1.

Williamson, D. I. 1974. Larval characters and the origin of crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Thalassia Jugoslavia* 10: 401-414.

Williamson, D.I. 1988. Evolutionary trends in larval form. In: Fincham AA, Rainbow PS, eds. *Aspects of decapod crustacean biology*. Symposium of the Zoological Society London 59: 11-25.

Williamson, D.I. 1992. *Larvae and Evolution. Toward a new Zoology*: 1-223 (Chapman & Hall, New York).

Withers, T. H. 1932. A Liassic crab, and the origin of the Brachyura. *Annals and Magazine of Natural History*. Series 10(9): 313-323.

Woods, C. M. C. and Schiel, D. R. 1997. Use of seagrass *Zostera novazelandica* (Setchell, 1933) as habit and food by the crab *Macrophthalmus hirtipes* (Heller, 1862) (Brachyura: Ocypodidae) on rocky intertidal platforms in southern New Zealand. *Journal of Experimental Biology and Ecology* 214: 49-65

Zinsmeister, W. J.; Feldmann, R. M.; Woodburne, M. O.; Elliot, D. H. 1989. Late Cretaceous / earliest Tertiary transition on Seymour Island, Antarctica. *Journal of Paleontology* 63: 731-738.

10 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Position und Größe des Magens im antero-dorsalen Cephalothorax. A <i>Raninoides bouvieri</i> . B <i>Dromia wilsoni</i> . (Fotomontage)	11
Abb. 2: Magen-Ossikelsystem von <i>Dromia wilsoni</i> . A Dorsalansicht der gefärbten Magenossikel. B Lateralansicht. C-G Schematisierte Darstellung der Magenossikel (Brösing et al. 2002).	12
Abb. 3: Regionen, denen die Ossikel zugeordnet werden. A Dorsalansicht. B Lateralansicht.	13
Abb. 4: Zahnstrukturen des Kaumagens am Beispiel eines Magen-Längsschnittes von <i>Pseudosesarma moeschi</i>	15
Abb. 5: Magenossikel von <i>Dromia spinirostris</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	23
Abb. 6: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Dromia wilsoni</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. Maßstab: A 500µm. B 200µm. C 300µm. (Brösing et al., 2002).	24
Abb. 7: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Dromia personata</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 1mm. B 200µm. C und D 1mm.	25
Abb. 8: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Hypoconcha spinosissima</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: 100µm. B 50µm. C und D 200µm.	27
Abb. 9: Magenossikel von <i>Dynomene filholi</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	31
Abb. 10: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Paradynomene tuberculata</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C 200µm. D 500µm.	33
Abb. 11: Magenossikel von <i>Dagnaudus petterdi</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.	37
Abb. 12: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Homola ranunculus</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 500µm. B 200µm. C und D 500µm.	39
Abb. 13: Magenossikel von <i>Latreillia valida</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	43
Abb. 14: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Latreillia valida</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.	44
Abb. 15: Magenossikel von <i>Cymonomus granulatus</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	48
Abb. 16: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Cymonomus granulatus</i> . A Übersicht -lateraler und dorso-medianer Zahn. B lateraler Zahn. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.	50
Abb. 17: Magenossikel von <i>Ranina ranina</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.	54
Abb. 18: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Raninoides hendersoni</i> . A lateraler Zahn. B zusätzlicher Zahn. C dorso-medianer Zahn. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C 200µm.	55
Abb. 19: Magenossikel von <i>Dorippe sinica</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.	59

Abb. 20: Zahnstrukturen des Kaumagens. A-C <i>Dorippe sinica</i> , D <i>Medorippe lanata</i> . A lateraler Zahn. B zusätzlicher Zahn. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.	61
Abb. 21: Magenossikel von <i>Philyra variegata</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	65
Abb. 22: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Philyra variegata</i> . A lateraler Zahn. B zusätzlicher Zahn. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.	67
Abb. 23: Magenossikel von <i>Calappa granulata</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.	71
Abb. 24: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Calappa granulata</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C 200µm. D 300µm.	73
Abb. 25: Magenossikel von <i>Parthenope notialis</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	77
Abb. 26: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Parthenope notialis</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 50µm. C und D 200µm.	78
Abb. 27: Magenossikel von <i>Portunus depurator</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 2 mm.	83
Abb. 28: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Callinectes sapidus</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D Vergrößerung der zusätzlichen Zähne. Maßstab: A 1mm. B 200µm. C 1mm. D 200µm.	84
Abb. 29: Magenossikel von <i>Leptodius sanguineus</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	88
Abb. 30: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Leptodius sanguineus</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.	90
Abb. 31: Magenossikel von <i>Carpilius convexus</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	94
Abb. 32: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Carpilius convexus</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.	96
Abb. 33: Magenossikel von <i>Rhithropanopeus harisii</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	100
Abb. 34: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Rhithropanopeus harisii</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B bis D 100µm.	102
Abb. 35: Magenossikel von <i>Trapezia lutea</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 0.5 mm.	106
Abb. 36: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Trapezia cymodoce</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.	107
Abb. 37: Magenossikel von <i>Segonzacia mesatlantica</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm. ...	111
Abb. 38: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Austinograea alyseae</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: 300µm. B 100µm. C und D 300µm.	113
Abb. 39: Magenossikel von <i>Cancer pagurus</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	117
Abb. 40: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Cancer pagurus</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. Maßstab: A 300µm. B 100µm. C 300µm.	118
Abb. 41: Magenossikel von <i>Inachus dorsettensis</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	123

Abb. 42: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Inachus dorsettensis</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C 200µm. D 100µm.	124
Abb. 43: Magenossikel von <i>Hexaplax sp.</i> A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.....	128
Abb. 44: Magenossikel von <i>Potamonautes lirrangensis</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	133
Abb. 45: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Potamonautes lirrangensis</i> . A lateraler Zahn. B cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 300µm, B 400µm.	134
Abb. 46: Magenossikel von <i>Retropiluma quadrata</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.....	138
Abb. 47: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Retropiluma quadrata</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 100µm.....	139
Abb. 48: Magenossikel von <i>Crossotonotus compressipes</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	144
Abb. 49: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Pseudopalicus declivis</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.....	146
Abb. 50: Magenossikel von <i>Pinnotheres villosulus</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.....	150
Abb. 51: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Pinnotheres villosulus</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. Maßstab: A bis C 100µm.....	151
Abb. 52: Magenossikel von <i>Ocypode gaudichaudi</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	156
Abb. 53: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Ocypode cursor</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 400µm. B 300µm. C 1mm. D 300µm.....	158
Abb. 54: Magenossikel von <i>Minuca rapax</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	162
Abb. 55: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Uca tetragonum</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.....	164
Abb. 56: Magenossikel von <i>Pseudosesarma moeschi</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.....	168
Abb. 57: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Pseudosesarma moeschi</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A bis D 200µm.	170
Abb. 58: Magenossikel von <i>Cardisoma armatum</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	174
Abb. 59: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Cardisoma armatum</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 1mm. B 200µm. C 1mm. D 200µm.....	176
Abb. 60: Magenossikel von <i>Mictyris longicarpus</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.....	180
Abb. 61: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Mictyris longicarpus</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A und B 100µm. C 200µm. D 300µm.....	182
Abb. 62: Magenossikel von <i>Orconectes limosus</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	185

Abb. 63: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Orconectes limosus</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 200µm. B 100µm. C und D 200µm.....	186
Abb. 64: Magenossikel von <i>Lithodes maja</i> . A Dorsalansicht. B Lateralansicht. Maßstab 1 mm.	190
Abb. 65: Zahnstrukturen des Kaumagens von <i>Lithodes maja</i> . A lateraler Zahn. B zusätzliche Zähne. C dorso-medianer Zahn. D cardio-pylorikale Klappe. Maßstab: A 300µm. B 100µm. C 300µm. D 200µm.	191
Abb. 66: Phylogenetische Analyse der Brachyura (66 Taxa). Strikter Konsensusbaum von 207 gleichsparsamen Stammbäumen. Bootstrap-Werte und Bremer-Index nur für Taxa angegeben, welcher durch den strikten Konsensusbaum unterstützt werden.	199
Abb. 67.: Phylogenetische Analyse der Brachyura. Einer von 207 gleichsparsamen Stammbäumen der vorliegenden Analyse mit aufgetragenen Merkmalen. Schwarzes Kästchen = Apomorphie. Weißes Kästchen = konvergentes Merkmal.	200
Abb. 68: Phylogenetische Analyse der Brachyura (29 Taxa). Strikter Konsensusbaum. Strikter Konsensusbaum von 49 gleichsparsamen Stammbäumen. Bootstrap-Werte und Bremer-Index nur für Taxa angegeben, welcher durch den strikten Konsensusbaum unterstützt werden.	202
Abb. 69: Übersicht. Hypothese zur Phylogenie der Brachyura resultierend aus der Analyse von 66 Taxa und 43 Merkmalen.....	223
Abb. 70: Darstellung ausgewählter morphologischer Merkmale. Merkmale 1 bis 43 (vergl. Abschnitt 3.5)..	230
Abb. 71: Korrelation der Kladogenese mit dem Fossilbericht der Brachyura.	231

11 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Artenliste	6
Tab. 2: überarbeitete Ossikel-Nomenklatur.....	17
Tab. 3: Ossikel-Nomenklatur.....	222
Tab. 4: Datenmatrix.....	226

12 Lebenslauf

28.06. 1968	Geburt in Dessau
1975 – 1979	Besuch der Polytechnischen Oberschule Hermsdorf
1979 – 1985	Besuch der Polytechnischen Oberschule Stützerbach
1985 – 1988	Berufsausbildung mit Abitur (Maschinen- und Anlagenmonteur)
9/1988 – 1/1990	Wehrersatzdienst
WS 1990/91 – SS 1992	Maschinenbaustudium an der Technischen Universität Chemnitz
WS 1992/93 – WS 1998/99	Diplom-Biologiestudium an der Friedrich-Schiller-Universität Jena
9/1994	Vordiplom
2/1998 – 10/1998	Diplomarbeit im Institut für Spezielle Zoologie „Morphologische Untersuchungen an <i>Anoplodactylus californicus</i> Hall (Arthropoda, Pycnogonida)“
12/1998	Diplom
Seit Mai 1999	Promotionsstudium, Stipendiat im Graduiertenkolleg „Evolutive Transformation und Faunenschnitte“ an der Humboldt-Universität Berlin Thema: „Die Magenstrukturen der Brachyura (Crustacea, Decapoda): Morphologie und phylogenetische Bedeutung“

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel erarbeitet und verfasst habe.

Diese Arbeit wurde keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Berlin, den 20. September 2002

Andreas Brösing

Publikationen:

Brösing A., Richter S. and Scholtz, G. (2002) The foregut-ossicle system of *Dromia wilsoni*, *Dromia personata* and *Lauridromia intermedia* (Decapoda, Brachyura, Dromiidae), studied with a new staining method. *Arthropod Structure and Development* 30: 329-338.

Brösing A., Scholtz G. and Richter S. (2000) "The foregut-ossicle-system, a new aspect in the phylogeny of podotrematan crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura)" *Zoology* 103 Suppl. III (DZG 93.1) 100.

Brösing A. (1999) "Morphology of *Anoplodactylus californicus* Hall (Arthropoda: Pycnogonida)" *Zoology* 102 Suppl. II (DZG 92.1) 78.

Vorträge:

"Contributions to the brachyuran systematics: the old and new concept of the oxystomatan crabs." 4th European Crustacean Conference, Lodz, Poland, 22-26 July 2002

"The foregut-ossicle system and its purpose for phylogenetic studies", 5th International Crustacean Congress Melbourne, Australia 9-13 July 2001

"The foregut-ossicle-system, a new character complex in the phylogeny of the Brachyura (Crustacea, Decapoda, Brachyura)", 3th Annual Meeting of the GfBS at the Museum of Natural History Frankfurt, 14. - 16. 9. 2000

"The foregut-ossicle-system, a new aspect in the phylogeny of podotrematan crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura)", 3th Annual Meeting of the German Zoological Society e.V. in Bonn, 12. – 16. 6. 2000

Posterpräsentationen:

"Phylogenetic Systematics of the Brachyura with special consideration of the K/T boundary ", Crustaceologen Congress in Hamburg and Annual Meeting of the Crustacean Society, 15. – 17.02.01 Best Student Paper Award

"Morphology of *Anoplodactylus californicus* Hall (Arthropoda: Pycnogonida)", 92th Annual Meeting of the German Zoological Society e.V. Innsbruck, 24. – 27. 5. 1999