



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Systematischer Wert der Radulamorphologie von
Steromphala und *Phorcus* (Gastropoda: Trochidae)“

verfasst von / submitted by

Magdalena Sammer

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the
degree of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2017 / Vienna, 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 445 299

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium
UF Biologie und Umweltkunde
UF Psychologie und Philosophie

Betreut von / Supervisor:

Ao. Univ.- Prof. Dr. Gerhard Steiner

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich im Zuge dieser Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Ganz besonders möchte ich meinem Betreuer Gerhard Steiner danken, welcher mir immer mit viel Geduld und Hilfsbereitschaft zur Seite stand.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinen Studienkolleginnen und Studienkollegen bedanken, die mich durch mein gesamtes Studium begleitet haben und immer für mich da waren. Vielen Dank für eure Freundschaft und euren Rat.

Meinem Freund Christian Maier danke ich herzlich für seinen unerschütterlichen Optimismus und für die moralische Unterstützung während meiner Studienzeit.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die immer an mich geglaubt haben und stets ein offenes Ohr für meine Sorgen hatten.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Systematik der Gattung <i>Gibbula</i>	1
1.2.	Ökologie der Gattung <i>Gibbula</i>	3
1.3.	Radula	3
1.3.1.	Radulamorphologie	3
1.3.2.	Untersuchung mit Licht- und Rasterelektronenmikroskopie	5
1.3.3.	Radulastruktur und Klassifikation europäischer Trochidae	7
1.3.3.1.	<i>Steromphala</i> Gray, 1847	7
1.3.3.2.	<i>Phorcus</i> Risso, 1826.....	7
1.4.	Ziel der Arbeit	8
2.	Material und Methoden	8
2.1.	Sammlung der Proben	8
2.2.	Präparation der Radula	8
2.3.	Erstellen der Abbildungen.....	9
2.4.	Beschreibung der Radulamerkmale	9
2.5.	Abmessungen	10
3.	Ergebnisse	13
3.1.	Beschreibung der Radulamerkmale	13
3.1.1.	<i>Steromphala adriatica</i> (Philippi, 1844)	13
3.1.2.	<i>Steromphala umbilicaris</i> (Linné, 1758)	16
3.1.3.	<i>Steromphala divaricata</i> (Linné, 1758).....	18
3.1.4.	<i>Steromphala rarilineata</i> (Michaud, 1829)	23
3.1.5.	<i>Steromphala varia</i> (Linné, 1758)	28
3.1.6.	<i>Phorcus articulatus</i> (Lamarck, 1822)	33
3.1.7.	<i>Phorcus turbinatus</i> (Born, 1778)	40
3.1.8.	<i>Phorcus mutabilis</i> (Philippi, 1846) und <i>Phorcus richardi</i> (Payraudeau, 1826)..	42
3.1.9.	<i>Clanculus cruciatus</i> (Linné, 1758) und <i>Clanculus jussieui</i> (Payraudeau, 1826)	47
3.2.	Bildtafel der lichtmikroskopischen Abbildungen	51
3.3.	Zeichnungen des Rachiszahnes und der Schaber	55
3.4.	Abmessungen	57
3.4.1.	Univariate Statistik.....	57
3.4.1.1.	Abmessungen Rachiszahn.....	57
3.4.1.2.	Abmessungen Schaber	59
3.4.1.3.	Unterschiede zwischen den Gattungen	61
3.4.1.4.	Unterschiede zwischen den Arten	63

3.4.2.	Multivariate Statistik	68
3.4.2.1.	Hauptkomponentenanalyse.....	68
3.4.2.2.	Diskriminanzanalyse	72
4.	Diskussion	75
4.1.	Unterschiede zwischen den Gattungen.....	75
4.2.	Unterschiede zwischen den Arten	76
4.2.1.	<i>Steromphala</i> Gray, 1847.....	76
4.2.2.	<i>Phorcus</i> Risso, 1826.....	77
4.2.3.	<i>Clanculus</i> Finlay, 1926.....	78
4.3.	Conclusio.....	79
Literatur		80
Zusammenfassung		82
Abstract		83

1. Einleitung

1.1. Systematik der Gattung *Gibbula*

Die Gattung *Gibbula* zählt innerhalb der Vetigastropoda zur Überfamilie der Trochoidae, Familie der Trochidae und der Unterfamilie der Cantharidinae (Williams et al. 2010). Vetigastropoda verfügen über Kiemensäckchen (Bursikel), epipodiale Sinnesorgane, einem Oesophagus mit einem spezialisierten Epithel am proximalen Abschnitt und 16- 18 Chromosomenpaaren (Salvini- Plawen & Haszprunar 1987). Bei den Kiemensäckchen handelt es sich um ein synapomorphes Merkmal der Vetigastropoda. Die zusätzlich genannten Eigenschaften bestätigen, dass es sich bei den Vetigastropoda um ein Monophylum handelt (Salvini- Plawen & Haszprunar 1987).

Die Vertreter der Überfamilie Trochoidae werden anhand von mehreren Eigenschaften von den anderen Vetigastropoda unterschieden. Ihre Schale hat weder einen Schlitz noch ein Loch, sie haben nur eine linke Kieme und das Epipodium differenziert inhalierende und exhalierende Nackenlappen. Weiters haben sie sensorische Papillen sowohl auf den Kopf- als auch auf den Epipodialtentakel. Sie verfügen über eine rhipidoglosse Radula mit lateralmarginale Radulaplatten und Querreihen marginaler Radulazähne mit einem gebogenen Profil, welche die Nahrung wie eine Bürste zusammenfegen (Williams 2012). Die Schale ist fast immer spiralig und kreiselförmig. Des Weiteren ist sie an der Innenseite häufig perlmuttartig (Gruner et al. 1993).

Die Familie Trochidae ist mit über 600 Arten in mehr als 60 Gattungen sehr artenreich. Die Arten dieser Familie sind sehr weit verbreitet. Es gibt Vertreter im Indischen Ozean, Pazifik, Atlantik, in tropischen und auch in gemäßigten Zonen. Sie kommen vom oberen Eulitoral bis zu Tiefsee vor, wobei die meisten jedoch im Flachwasserbereich zu finden sind. Am häufigsten leben sie auf Hartsubstrat und sind Schlüsselorganismen vieler Felsküsten und Korallenriffe. Die meisten Arten sind herbivor oder detritivor. Weiters sind sie morphologisch sehr divers, mit Größen von unter 0,5 cm bis zu 20 cm (Williams et al. 2010).

Die Unterfamilie Cantharidinae ist laut den meisten Analysen monophyletisch. Sie enthält Arten aus 15 Gattungen, unter anderem *Gibbula*, *Phorcus* und *Jujubinus*. Viele der Gattungen sind nach molekularen Befunden polyphyletisch. *Gibbula* stellt keine gut gestützte Gruppe dar, da sie auch *Cantharidius striatus*, die Typus- Art von *Jujubinus* (*J. exasparatus*) und die Typus- Art von *Phorcus* (*Ph. turbinatus*) enthält. Aufgrund dieser

Situation sollte die Bezeichnung *Gibbula* nur für jene Gruppe, welche die Typus- Art *Gibbula magus* enthält, verwendet werden. Die übrigbleibenden *Gibbula*- Arten könnten neuen Gattungen zugeordnet werden (Williams et al. 2010, 802). Gofas und Jabaud (1997) schlagen vor eine neue Gattung mit dem Namen *Phorcus* einzuführen, welche die Arten *Ph. richardi* und *Ph. mutabilis* enthalten soll. Die beiden Arten teilen eine große Anzahl an Allelen mit gleichen Frequenzen, wodurch sich eine sehr nahe Verwandtschaft zeigt. Somit sollte erwogen werde, dass es sich bei den beiden Arten um Schwesternarten handelt. Die gemeinsamen morphologischen Eigenschaften sprechen ebenfalls für eine nahe Verwandtschaft. Beide Arten haben drei Paar epipodiale Tentakel, wobei andere *Gibbula*-Arten jedoch über vier Paar verfügen. Sowohl *Ph. mutabilis* als auch *Ph. richardi* haben eine orange- schwarz gesäumte Lippe. Keine andere *Gibbula*- Art hat weist diese Eigenschaft auf. Aufgrund dieser Erkenntnisse, sei es nicht angebracht die beiden Arten unterschiedlichen Gattungen zuzuordnen. Daher wird, wie bereits an anderer Stelle erwähnt vorgeschlagen, die Gattung *Phorcus* einzuführen, welche beide Arten, *Ph. richardi* und *Ph. mutabilis*, beinhalten soll. Die anderen Arten, die zur Zeit der Gattung *Gibbula* zugeordnet werden, müssen ebenfalls einer Neu beurteilung unterzogen werden. Eine komplette phylogenetische Analyse wird mit Sicherheit zu einer weiteren Aufspaltung der Gattung führen (Gofas & Jabaud 1997).

Die Gattung *Gibbula* war lange Zeit ein Diskussionsthema. Nach der Einführung durch Risso (1826), fanden viele Berichtigungen statt, bis der derzeitig aktuelle Status von zwei getrennten Gattungen, nämlich *Gibbula* und *Phorcus* erreicht wurde (Williams et al. 2010).

Aufgrund der hohen Variabilität der Schale sind die Arten der *Gibbula* Gruppe schwer bestimmbar. Ideal zur Bestimmung ist daher eine Kombination aus molekularen und morphometrischen Merkmalen. *Steromphala varia* und *St. divaricata* sind zum Beispiel morphometrisch abgrenzbar, aber molekular ist eine eindeutige Trennung schwierig. *Steromphala rarilineata* ist zwar molekular klar gruppiert, zeigt jedoch morphometrisch Überschneidungen mit anderen Arten. Die morphometrische Analyse stützt weiters die Separation der Gattungen *Gibbula* und *Phorcus*, welche bereits von Gofas und Jabaud 1997 vorgeschlagen wurde (Affenzeller, 2015).

Anistratenko (2005) empfiehlt weiters *Steromphala* als eine Untergattung von *Gibbula* einzuordnen, mit *Steromphala cinerarius* (Linné, 1758) als Typus- Art. Er hat die Radulae

von *Gibbula albida* und *Steromphala divaricata* verglichen und erkannt, dass die Hauptcharakteristiken sehr ähnlich sind.

1.2. Ökologie der Gattung *Gibbula*

Es gibt sowohl im Mittelmeer als auch im Atlantik Vertreter der *Gibbula* Gruppe. Alle grasen Biofilm ab. Die *Phorcus* Arten leben im Gezeitenbereich an Felsküsten. Die *Steromphala* Arten sind weit verbreitet und kommen in vielen verschiedenen Habitaten vor. Sie leben im Gezeitenbereich und Sublitoral an Felsküsten bis hin zu bewachsenen Gebieten. Alle *Gibbula*- Arten leben ebenfalls im Felslitoral und auf dem Seegras *Posidonia oceanica*. (Uribe et al. 2016).

1.3. Radula

Die Radula ist sowohl für die Klassifikation, als auch für phylogenetische Studien wichtig. Sie spiegelt die Unterschiede der zwischenartlichen Klassifikation besser wieder als die Morphologie des Fußes oder der Schale (Eisapour et al. 2015). Die Radula wird häufig untersucht, da sie ein wichtiges Werkzeug in der Systematik für die Bestimmung der Art darstellt. Sie zeigt Ähnlichkeiten auf Familien- und Gattungsniveau mit Unterschieden auf Artniveau. Die entsprechenden Ähnlichkeiten und Unterschiede wurden zunehmend in der Klassifikation von Gastropoden untersucht (Arularasan et al. 2011).

Die Radula ist somit für systematische Studien sehr wichtig und wird außerdem benutzt um Probleme mit Arten zu lösen, welche praktisch unmöglich anhand morphologischer Analysen der Schalen und der Weichteile zu unterscheiden sind (Meirelles, Matthews-Cascon 2003).

1.3.1. Radulamorphologie

Die Radula befindet sich im Vorderdarm und besteht aus einem flexiblen Band, welches mit nach hinten gerichteten Zähnen bestückt ist. Ein hochkomplexes Muskelsystem bewegt diese Radulamembran nach vorne und wieder zurück. Unter dem Band befinden sich Radulapölster. Wenn die Zähne über diese Pölster gleiten, werden sie aufgerichtet und können so an der Nahrung schaben oder diese abbürsten. Mit der Rückwärtsbewegung der Radula transportieren die Zähne die Nahrung in den Mund. Die Zähne werden im Laufe der Zeit abgewetzt, und die abgenutzten Zähne werden abgestoßen. Neue Zahnreihen werden im hintersten Teil des Radulakomplexes gebildet (Heller 2015).

Die *Gibbula*- Arten haben einen rhipidoglossen Radulotyp, bei welchem jede Reihe aus einem großen mittleren Zahn, mit beiderseits fünf Seitenzähnen und einem Fächer aus zahlreichen feinen Marginalzähnen besteht (Abb. 1). Der Rachiszahn bildet gemeinsam mit den Lateralzähnen das Zentralfeld. Die äußeren Bereiche werden als Marginalfeld bezeichnet. Der Rachiszahn gliedert sich in einen Zahnkörper mit Zahnhals, welcher beiderseits mit Seitenlamellen ausgestattet ist. Am oberen Ende des Zahns befindet sich ein Schaber. Die lateralen Erweiterungen des Zahnkörpers werden auch Seitenflügel genannt. Der Übergangsbereich zwischen dem Zahnhals und dem Zahnkörper wird als Schulter bezeichnet. Die Lateralzähne bestehen ebenfalls aus einem Zahnkörper mit Zahnhals und Schabern. Der fünfte Lateralzahn verfügt zusätzlich über einen distalen Fortsatz. Der erste Marginalzahn hat eine einseitige und innenliegende Erweiterung, welche als Lateromarginalplatte bezeichnet wird (Beck 1995).

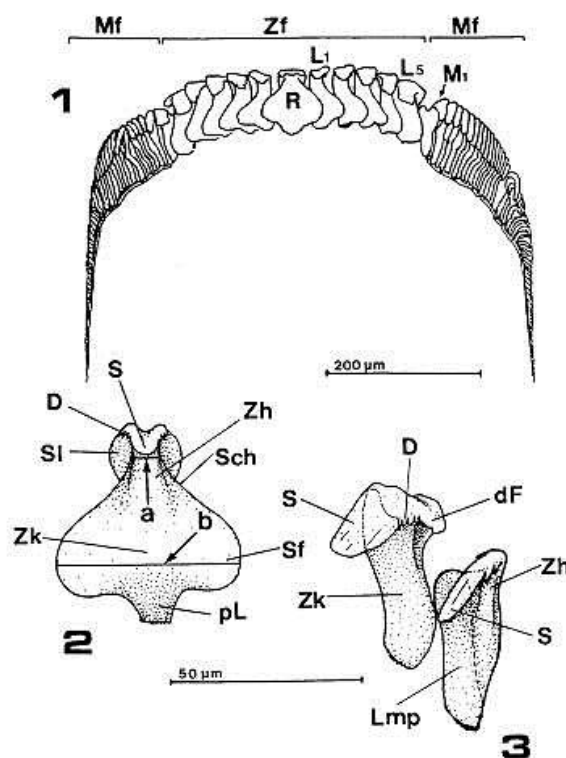


Abbildung 1 – Schema einer rhipidoglossen Radula (Beck 1995)

Abkürzungen:

a Messung der Breite des Rachiszahnhalses, **b** Messung der Breite des Rachiszahnkörpers, **D** Dentikel, **dF** distaler Fortsatz, **Lmp** Lateromarginalplatte, **L1 - L5** Lateralzahn 1 - Lateralzahn 5, **M1** Marginalzahn 1, **Mf** Marginalfeld, **pL** posteriore Lamelle, **S** Schaber, **Sch** Schulter, **Sf** Seitenflügel, **SI** Seitenlamelle, **Zf** Zentralfeld, **Zh** Zahnhals (Schaft), **Zk** Zahnkörper (Basisplatte).

Die Funktion dieses Radulatypes ist anhand einer detaillierten Analyse des Fressvorgangs von *Phorcus lineatus* gut untersucht (Fretter & Graham 1962). Eigenbrodt (1941) beschreibt die Radula von *Steromphala cineraria*. Der natürliche Lebensraum dieser Art, sowie auch von anderen Vertreter der Gattung *Gibbula*, sind Felsen mit einem Biofilm aus Algen, welchen sie abweiden. Die rhipidoglosse Radula wird auch „Randbürstenradula“ genannt. Dieser Name erschließt sich aus ihrer Funktion. Die Rachis- und Lateralzähne kratzen mit ihren Schabern den Biofilm ab und die Marginalzähne, welche hakenförmig gebogen sind, fegen die Nahrung zusammen. Dies geschieht, in dem die Seitenzähne des Bandes sich entlang einer Knickstelle, während des Fressvorganges über dem Zentralbereich zusammenschließen. Die Radula wird von hinten nach vorne geführt und es entstehen zungenförmige Bissspuren, welche bogenförmig nebeneinandergesetzt werden (Eigenbrodt 1941).

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Schalen- und Radulagröße (Meirelles et al. 2003). Die Radulastruktur gilt generell als konstant innerhalb einer Art. Es konnten jedoch auch unterschiedliche Radulamorphologien innerhalb einer Art gefunden werden und zwar während der Ontogenie, in verschiedenen Habitaten oder, wenn die Individuen unterschiedliche Nahrung zu sich genommen haben. Diese Variabilität wird jedoch nicht innerhalb aller Arten vermutet (Padilla 2003). Beck (1995) untersuchte, ob unterschiedliche Substrate einen Einfluss auf die Radulamorphologie von *Gibbula*-Arten nehmen. Dafür wurden sechs Individuen der Art *Gibbula umbilicaris* aus 2m Tiefe von einem Felsen und sechs Individuen derselben Art ebenfalls aus 2m Tiefe von dem Seegras *Posidonia oceanica* genommen und die Radulamorphologie verglichen. Es konnten keine Unterschiede gefunden werden.

1.3.2. Untersuchung mit Licht- und Rasterelektronenmikroskopie

Der wichtigste Unterschied zwischen der Betrachtung einer Radula mit Lichtmikroskopie oder Rasterelektronenmikroskopie (REM) ergibt sich aus den Eigenschaften der Radula. Die chitinösen Zähne sind klein, transparent und unterschiedlich mineralisiert und gefärbt. Da bei REM-Abbildungen nur die Oberfläche dargestellt wird, können die Verwirrungen durch die Überlappung der Zähne, welche im Lichtmikroskop sichtbar sind, eliminiert werden. Andererseits gehen dadurch auch Informationen verloren. Lichtmikroskopie ermöglicht die Untersuchung von völlig verdeckten Zähnen und Abschnitten, welche bei REM-Präparaten nicht sichtbar wären. Außerdem gehen die Informationen über die Mineralisation und Färbung verloren. Ein Nachteil der Betrachtung

mit einem Lichtmikroskop ist, dass die Radula zwischen Objektträger und Deckglas montiert wird und somit nur aus einem einzigen Winkel betrachtet werden kann. Einer der wichtigsten Vorteile der Lichtmikroskopie jedoch ist die Zeit, welche für die Montierung in einem flüssigen Medium zur Verfügung steht. Bei der Verwendung eines dünnflüssigen wasserlöslichen Mediums, kann über eine Stunde dafür verwendet werden die Radula optimal auszurichten, bevor das Deckglas aufgelegt wird. Selbst viskosere Flüssigkeiten erlauben lange Präparationszeiten. Je viskoser das Medium, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Position der Radula bei der Anbringung des Deckglases erhalten bleibt. Weiters kann es bei der Trocknung der Radula für das REM zu Verformungen kommen, da die Radulamembran schrumpft (Hickman 1977).

Rasterelektronenmikroskopie hat trotzdem die Lichtmikroskopie bei der Untersuchung der Radula als bevorzugtes Werkzeug weitgehend ersetzt. Der größte Vorteil liegt hier in der Vergrößerung. Obwohl die hohe Auflösung eines REM sehr beeindruckend ist, tragen REM- Abbildungen nicht automatisch etwas Nützliches zu vergleichenden Untersuchungen bei. Die Bilder könnten verwirrend sein, wenn sie aus unterschiedlichen Blickwinkeln erstellt werden und könnten dadurch nicht verglichen werden. Wenn das REM für Untersuchungen verwendet wird, steht die notwendige Vergleichbarkeit der Abbildungen im Vordergrund. Der Blickwinkel muss standardisiert sein und die Radula muss so befestigt werden, dass sie ausgestreckt und flach abgebildet werden kann. Die beiden Präparations- und Betrachtungsmethoden bieten somit unterschiedliche Vor- und Nachteile, sowie verschiedene Arten der Information. Aufgrund der Unterschiede in der Präparation und der gelieferten Daten ist es am besten, beide Methoden bei der Untersuchung von Radulae zu verwenden (Hickman 1977).

1.3.3. Radulastruktur und Klassifikation europäischer Trochidae

Beck (1995) entwarf anhand von Schalen-, Farbmuster-, Weichkörper- und Radulamerkmale, sowie anhand nicht morphologischer Kriterien, wie zum Beispiel Ökologie und Reproduktion, Stammbäume von europäischen Trochiden. Besonders berücksichtigte er hierbei die Gattungen *Gibbula*, *Phorcus* und *Jujubinus*. Hier soll nun auf die entscheidenden Radulamerkmale hingewiesen werden.

1.3.3.1. *Steromphala* Gray, 1847

Die Untergattung *Steromphala* ist durch den Radulotyp von *Steromphala cineraria* charakterisiert. Diese Radula zeichnet sich durch einen relativ breiten Rachiszahnhals und durch eine doppelte Einbuchtung am unteren Teil des Rachiszahnkörpers aus. Beck leitet die beiden Schwesternarten *Steromphala divaricata* und *St. rarilineata* früh, aufgrund ihres Farbmusters und ihrer Verbreitung, welche sich auf das Mittelmeer und das Schwarze Meer begrenzt, ab. Bezüglich der Radulamorphologie werden keine Unterschiede zwischen *St. divaricata*, *St. rarilineata* und *St. varia* genannt. Die Arten *St. umbilicaris* und *St. adriatica* werden von Beck nicht bei *Steromphala*, sondern bei der Untergattung *Colliculus* eingeordnet. Diese Untergattung sei durch den Radulotyp von *Gibbula turbinoides* charakterisiert. Der Schaber des Rachiszahnes besitzt median eine Furche, und der Zahnkörper des Rachiszahnes ist mit einer einfachen Einbuchtung versehen. (Beck 1995)

1.3.3.2. *Phorcus* Risso, 1826

Als Apomorphie für *Phorcus* führt Beck (1995) die sekundäre Verkleinerung des distalen Fortsatzes des fünften Lateralzahns an, welcher somit eine beinahe gerade Kante aufweist. Weiters sind die Marginalzahnschaber verstärkt und auch verlängert und die Schaber im Zentralfeld abgeschwächt. Dies zeigt sich durch ein Umklappen der Schaber nach der Präparation. Ein weiterer Unterschied in der Radulamorphologie besteht in der Ausprägung der Seitenlamellen am Rachiszahnhals, welche entweder fehlen oder nur sehr klein sind. Außerdem ist der Zahnhals bei *Phorcus* breiter als bei *Steromphala*. Weiters befinden sich keine Einbuchtungen am unteren Teil des Zahnkörpers, sondern auf den Seitenflügeln. Zusätzlich weist der erste Marginalzahn, aufgrund einer Verkürzung der Lateromarginalplatte einen langen Schaft und Schaber auf. Diese zuletzt genannte Besonderheit findet man auch in der Gattung *Clanculus*. Innerhalb von *Phorcus* zweigen früh zwei Arten ab, diese wären *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi*. Bei beiden ist der Rachiszahnhals sehr breit und es sind schmale Seitenlamellen vorhanden. Alle anderen

Arten weisen keine Seitenlamellen am Rachiszahnhals auf. *Phorcus articulatus* ist durch sechs Lateralzahnpaare pro Querreihe charakterisiert. Für die übrigen Arten konnten keine Synapomorphien aufgezeigt werden. Deutlich war jedoch, dass bei *Phorcus turbinatus* die Radulamorphologie konstant ist und nur selten Unterschiede vorkommen. Zudem sind bei allen *Phorcus* Arten Asymmetrien möglich.

1.4. Ziel der Arbeit

In dieser Diplomarbeit wird die Radula mehrerer Arten der Gattungen *Steromphala*, *Phorcus* und *Clanculus* anhand von Abbildungen mit dem Licht- und Rasterelektronenmikroskop verglichen. Dies geschieht unter Berücksichtigung der neuen Systematik nach molekularen und schalenmorphologischen Analysen. Die Radula wird untersucht da sie ein weiteres wichtiges systematisches Merkmal darstellt. Ziel der Arbeit ist es, eindeutige Unterschiede in der Radulamorphologie zwischen den Gattungen und den untersuchten Arten zu ermitteln. Es wird besonders darauf geachtet, ob Schwesternarten, welche anhand der Schale schwer zu separieren sind, anhand ihrer Radulamorphologie unterschieden werden können.

2. Material und Methoden

2.1. Sammlung der Proben

Die Schnecken stammen aus dem felsigen Eu- und Sublitoral von Rovinj (Kroatien), Kreta und Zakynthos (Griechenland) (Tab. 1). Die Schnecken wurden vor Ort anhand ihrer Schalenmorphologie bestimmt, auf unterschiedliche Boxen aufgeteilt und bei -80°C gelagert.

2.2. Präparation der Radula

Nachdem die Schnecken aus dem Tiefkühler genommen wurden, wurden Gewebeproben für die DNA- Analyse entnommen und anschließend wurden die Schalen mit einem Hammer oder einem Schraubstock zerbrochen. Danach wurden die Schnecken zur Entwässerung in 96% Ethanol gegeben. Dieser wurde mehrmals ausgetauscht. Im Anschluss konnte die Radula mit den umgebenden Muskeln durch einen Schnitt an der Dorsalseite des Kopfes mit einer Präpariernadel herausgelöst werden. Dieser Buccalapparat wurde zur Fixierung einen Tag lang in 4% Formaldehyd gegeben. Nach der Fixierung folgte die Mazeration für ein bis zwei Stunden in 1M Natriumhydroxid. Anschließend kamen die Proben wieder in 96% Ethanol und wurden kurz mit Ultraschall behandelt. Für die Untersuchung mit dem

Lichtmikroskop wurden die Radulae in einem Tropfen Glycerin ausgebreitet. Für das Rasterelektronenmikroskop wurden die Radulae auf Stubs mit doppelseitig klebenden und leitfähigen Tabs montiert und luftgetrocknet. Je nach Größe wurden die Proben für 120- 180 Sekunden mit dem Sputtercoater JEOL JFC – 2300 HR mit Gold beschichtet.

2.3. Erstellen der Abbildungen

Es wurde mit dem Lichtmikroskop Nikon Eclipse E800 und mit dem Gerät REM PHILIPS XL 30 ESEM gearbeitet. Es wurden von jedem Individuum Übersichtsbilder und Detailaufnahmen der Zahnquerreihen, des Rachiszahnes und der Seitenzähne angefertigt. Die Abbildungen wurden sowohl senkrecht von oben, als auch durch eine Kippung des Probenstückes von vorne und von hinten erstellt. Es wurde darauf geachtet, dass die Bilder aus den gleichen Winkeln und in derselben Vergrößerung aufgenommen werden, damit sie anschließend gut verglichen werden können.

2.4. Beschreibung der Radulamerkmale

Die untersuchten Arten werden hinsichtlich mehrerer Radulamerkmale beschrieben. Der Rachiszahn wird bezüglich der Form des Schabers, des Zahnkörpers, des Zahnhalses und der Ausprägung der Seitenlamellen am Zahnals begutachtet. Außerdem wird kontrolliert, ob sich am Zahnkörper Einbuchtungen befinden, und die Dentikel am Schaber werden gezählt.

Bei der Beschreibung der Lateralzähne wird das Hauptaugenmerk auf den ersten und den fünften Lateralzahn gelegt, da es bei diesen am seltensten zu Überlappungen kommt und sie daher für die Beschreibungen und die Abmessungen am geeignetsten sind. Es wird bei beiden die Form des Schabers, die Anzahl der Dentikel und die Stärke der Ausprägung des distalen Fortsatzes am Lateralzahn 5 untersucht.

Die Marginalzähne werden ebenfalls hinsichtlich der Dentikelanzahl verglichen. Weiters wird der erste Marginalzahn genauer beschrieben. Es wird auf die Ausprägung der Lateromarginalplatte, auf die Form und Breite des Schabers und auf die Länge des Zahnhalses geachtet.

Außerdem wird überprüft, ob Asymmetrien in der Form der Rachiszähne vorhanden sind und ob eine Abweichung in der Anzahl der Lateralzähne vorliegt.

2.5. Abmessungen

Der Rachiszahn und die Schaber des ersten und fünften Lateralzahns wurden am Bildschirm mit tpsDIG2 (Rohlf 2010) vermessen. Es wurde die Gesamthöhe des Rachiszahnes (M1), die Breite des Rachiszahnes (M2), die Höhe des Zahnkörpers (M3), die Höhe des Abstandes vom Unterrand des Zahnkörpers zur breitesten Stelle (M4), die Höhe des Zahnhalses (M5) und die Breite des Zahnhalses (M6) gemessen. (Abb. 2) Außerdem wurde der Schaber des Rachiszahnes abgemessen. Es wurde die Breite des Schabers an der Basis (L1), die Breite des Schabers vorne nach den Dentikeln (L2) und die Länge des Schabers (L3) gemessen. Von den Schabern der Lateralzähne 1 und 5 wurde auf gleiche Weise Maß genommen. Bei beiden wurde die Höhe (L6, L9) der Schaber, die Breite der Schaber an der Basis (L4, L7) und die Breite vorne (L8, L5) abgemessen. (Abb. 3) Die Längen und Breiten der Schaber wurden im noch nicht abgenutzten Bereich der Radula genommen. Es waren, aufgrund von Überlappungen, nicht bei jedem Individuum alle Abmessungen möglich. Die genommenen Maße wurden mit IBM SPSS Statistics 23 statistisch analysiert.

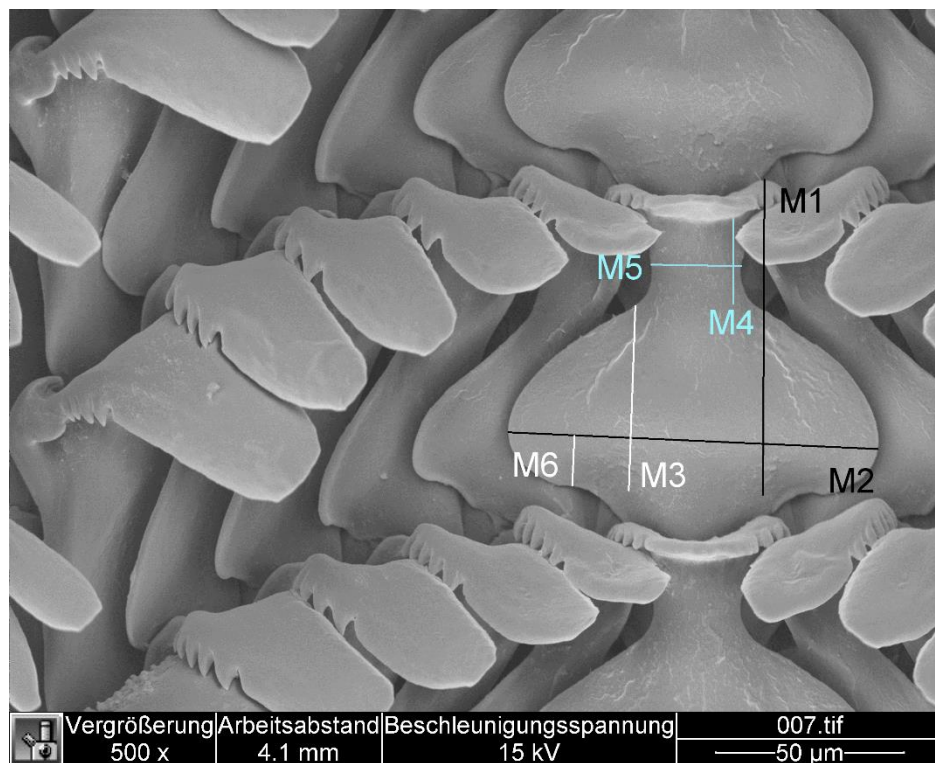


Abbildung 2– Abmessungen Rachiszahn; **M1** Höhe Rachiszahn, **M2** Breite Rachiszahn, **M3** Höhe Zahnkörper, **M4** Höhe Zahnhals, **M5** Breite Zahnhals, **M6** Höhe der breitesten Stelle;

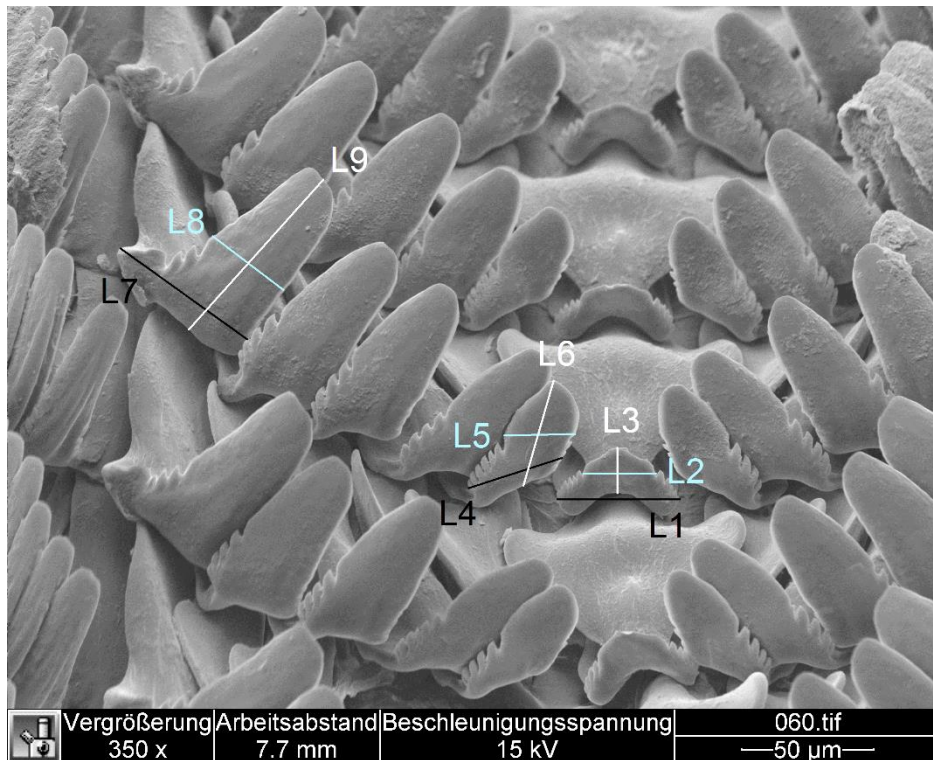


Abbildung 3 - Abmessungen der Schaber; **L1** Breite Rachiszahn an der Basis, **L2** Breite Rachiszahn vorne, **L3** Höhe Rachiszahn, **L4** Breite Lateralzahn 1 an der Basis, **L5** Breite Lateralzahn 1 vorne, **L6** Länge Lateralzahn 1, **L7** Breite Lateralzahn 5 an der Basis, **L8** Breite Lateralzahn 5 vorne, **L9** Länge Lateralzahn 5;

	Abkürzung	Artnamen	DNA- Barcode	Fundort
1	CC1	<i>Clanculus cruciatus</i>	-	Rovinj
2	CJ1	<i>Clanculus jussieui</i>	-	Rovinj
3	CJ2	<i>Clanculus jussieui</i>	-	Rovinj
4	CJ3	<i>Clanculus jussieui</i>	-	Rovinj
5	StA1	<i>Steromphala adriatica</i>	-	Rovinj
6	StA2	<i>Steromphala adriatica</i>	-	Kreta
7	StA3	<i>Steromphala adriatica</i>	-	Kreta
8	StD1	<i>Steromphala divaricata</i>	+	Rovinj
9	StD2	<i>Steromphala divaricata</i>	+	Rovinj
10	StD3	<i>Steromphala divaricata</i>	+	Rovinj
11	StD4	<i>Steromphala divaricata</i>	+	Rovinj
12	StD5	<i>Steromphala divaricata</i>	+	Rovinj
13	StD6	<i>Steromphala divaricata</i>	+	Rovinj
14	StR1	<i>Steromphala rarilineata</i>	-	Rovinj
15	StR2	<i>Steromphala rarilineata</i>	-	Rovinj
16	StR3	<i>Steromphala rarilineata</i>	-	Rovinj
17	StR4	<i>Steromphala rarilineata</i>	-	Rovinj
18	StR5	<i>Steromphala rarilineata</i>	+	Schwarzes Meer
19	StU1	<i>Steromphala umbilicaris</i>	-	Rovinj
20	StU2	<i>Steromphala umbilicaris</i>	-	Kreta
21	StV1	<i>Steromphala varia</i>	-	Kreta
22	StV2	<i>Steromphala varia</i>	+	Rovinj
23	StV3	<i>Steromphala varia</i>	-	Rovinj
24	StV4	<i>Steromphala varia</i>	-	Rovinj
25	StV5	<i>Steromphala varia</i>	-	Rovinj
26	PhA1	<i>Phorcus articulatus</i>	-	Rovinj
27	PhA2	<i>Phorcus articulatus</i>	+	Rovinj
28	PhA3	<i>Phorcus articulatus</i>	-	Rovinj
29	PhA4	<i>Phorcus articulatus</i>	+	Rovinj
30	PhA5	<i>Phorcus articulatus</i>	+	Rovinj
31	PhA6	<i>Phorcus articulatus</i>	-	Rovinj
32	PhA7	<i>Phorcus articulatus</i>	-	Rovinj
33	PhA8	<i>Phorcus articulatus</i>	-	Rovinj
34	PhM1	<i>Phorcus mutabilis</i>	-	Kreta
35	PhM2	<i>Phorcus mutabilis</i>	-	Kreta
36	PhM3	<i>Phorcus mutabilis</i>	-	Kreta
37	PhR1	<i>Phorcus richardi</i>	-	Kreta
38	PhR2	<i>Phorcus richardi</i>	-	Kreta
39	PhR3	<i>Phorcus richardi</i>	-	Kreta
40	PhT1	<i>Phorcus turbinatus</i>	-	Zakynthos

Tabelle 1 - Probenliste mit dazugehörigen Artnamen, Abkürzungen und Fundorten; Individuen für die keine Barcode Ergebnisse vorliegen wurden nur anhand der Schale bestimmt.

3. Ergebnisse

3.1. Beschreibung der Radulamerkmale

3.1.1. *Steromphala adriatica* (Philippi, 1844)

Es wurden Abbildungen von drei Individuen von *Steromphala adriatica* erstellt. Es bestehen, bis auf kleine Variationen in der Dentikelanzahl, keine individuellen Unterschiede zwischen den Radulae. Die Querreihen der Radulae erscheinen bogenförmig, da die Lateralzähne nach außen hin immer leicht nach unten versetzt sind.

Die Schaber des Rachiszahnes sind lang und nach vorne hin spitz zulaufend. Bei *St. adriatica* 1 befinden sich drei bis fünf Dentikel an der Seite des Schabers. *St. adriatica* 2 und 3 haben maximal vier Dentikel (Tab. 2, Abb. 5,6). Im vorderen Bereich der Radula sind die Schaber aufgrund der Abnutzung abgerundet. Der hintere Rand der Schaber ist leicht spitz eingedellt. Der Zahnhals ist schmal und lang. Außerdem sind Seitenlamellen vorhanden. Die Ausprägung dieser ist aber schwer zu beurteilen, da sie teilweise vom ersten Lateralzahn verdeckt werden. Die Seitenflügel des Rachiszahnes fallen an der Oberseite lang schräg ab und bilden an der Basis des Zahnkörpers einen runden äußeren Rand. Hier befindet sich die breiteste Stelle (Abb. 4). An der Oberfläche des Rachiszahnkörpers befinden sich im unteren Bereich zwei leichte Einsenkungen (Abb. 6).

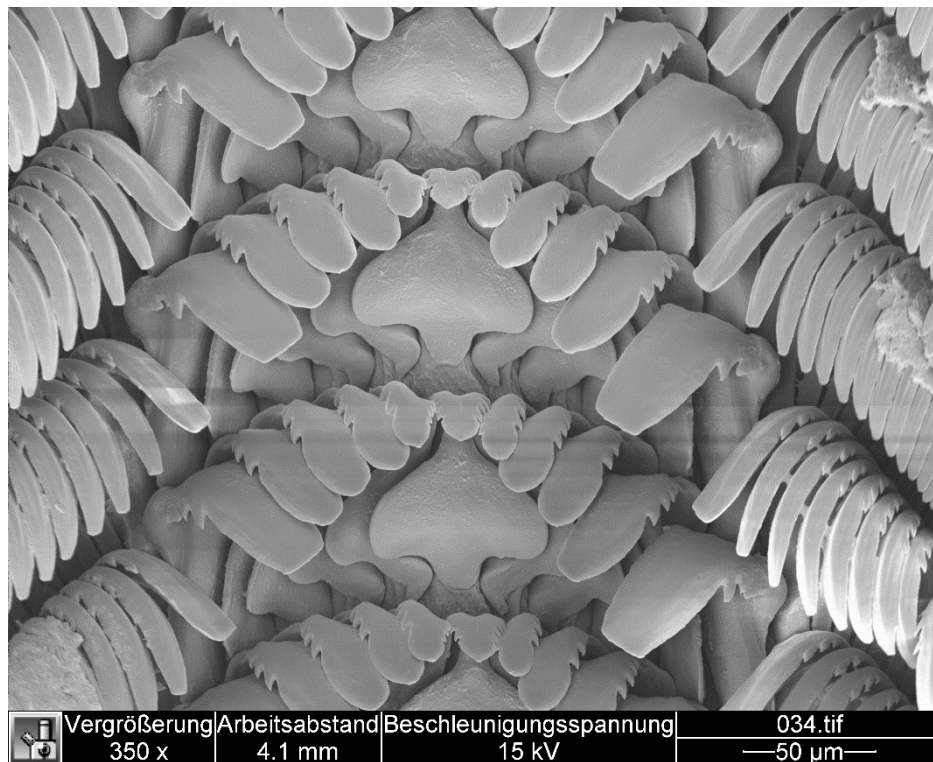


Abbildung 4 - *St. adriatica* 1, Übersicht Mitte

Der Außenrand des ersten Lateralzahns ähnelt der Form des Rachiszahnes. Nach außen hin wird der äußere Rand schräger und die Rundung im unteren Bereich kleiner und spitzer. Die Schaber sind lang und vorne leicht spitz zulaufend, wobei dies bei den äußeren Lateralzähnen schwächer wird (Abb. 4, 6). Der Lateralzahn 5 hat einen großen distalen Fortsatz, ist breiter als die anderen Lateralzähne und hat einen stark geschwungenen Außenrand (Abb. 7). Der erste Lateralzahn hat an der Außenseite vier bis fünf Dentikel. An der Innenseite befinden sich ebenfalls bis zu fünf Dentikel (Abb. 5, 6). Der fünfte Lateralzahn hat an der Außenseite zwei bis drei Dentikel und einen distalen Fortsatz (Tab. 2, Abb. 7). Der Schaber ist deutlich breiter als bei den anderen Lateralzähnen und hat vorne eine gerade Kante ohne Spitze (Abb. 4).

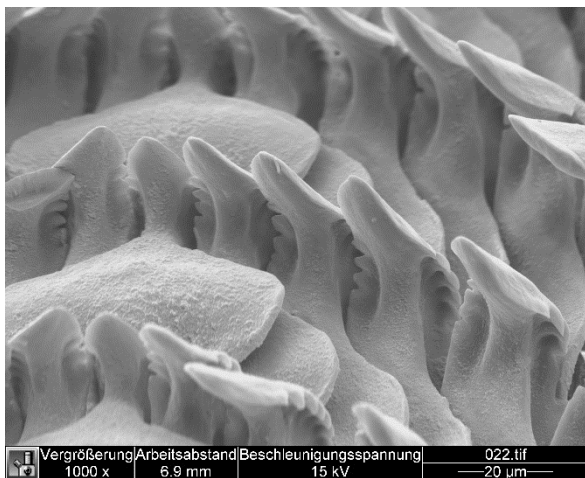


Abbildung 5 - *St. adriatica* 3, Kippung von hinten

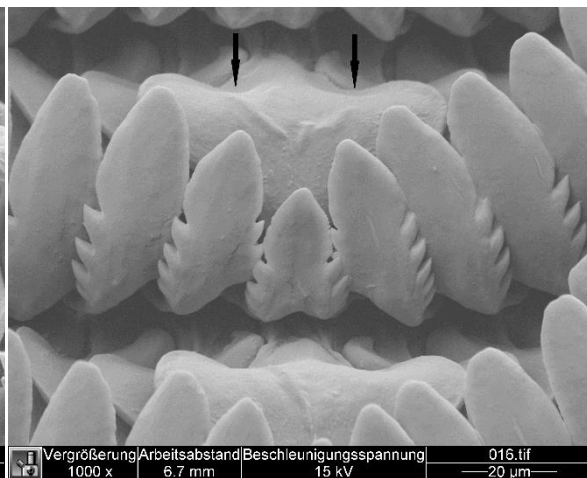


Abbildung 6 - *St. adriatica* 3, Kippung von vorne, Pfeile kennzeichnen die zwei Einsenkungen an der Oberfläche des Zahnkörpers;

Der erste Marginalzahn verfügt über eine breite Lateromarginalplatte, wodurch das Zentralfeld stark vom Marginalfeld abgespreizt wird. Weiters ist er nicht hakenförmig ausgeprägt wie die andern Marginalzähne und der Schaber ist deutlich breiter (Abb. 7). Außerdem hat er weniger Dentikel als die übrigen Marginalzähne und der Schaber hat vorne eine gerade Kante, ähnlich zu Lateralzahn 5. Die Dentikel an den Marginalzähnen sind feiner als die Dentikel an den Lateralzähnen. Es sind beiderseits an den inneren Zähnen drei Dentikel vorhanden, wobei diese nach außen hin (ab dem 18.- 19. Marginalzahn) jedoch feiner, länger und noch zahlreicher werden. An der Innenseite können ebenfalls mehr Dentikel vorhanden sein. Weiters reichen die Dentikel bei den Marginalzähnen 1-17 nicht bis ans Ende des Schabers, der Fortsatz nach dem letzten Dentikel ist noch sehr lang. Bei den äußeren Marginalzähnen reichen sie dann bis ganz nach vorne und bei den feinsten Marginalzähnen befinden sich auch an der Spitze Dentikel. Zusätzlich ist an den

Marginalzähnen eine mediane Verstärkungsleiste vorhanden. Nur die äußersten und feinsten Marginalzähne haben keine solche Verdickung.

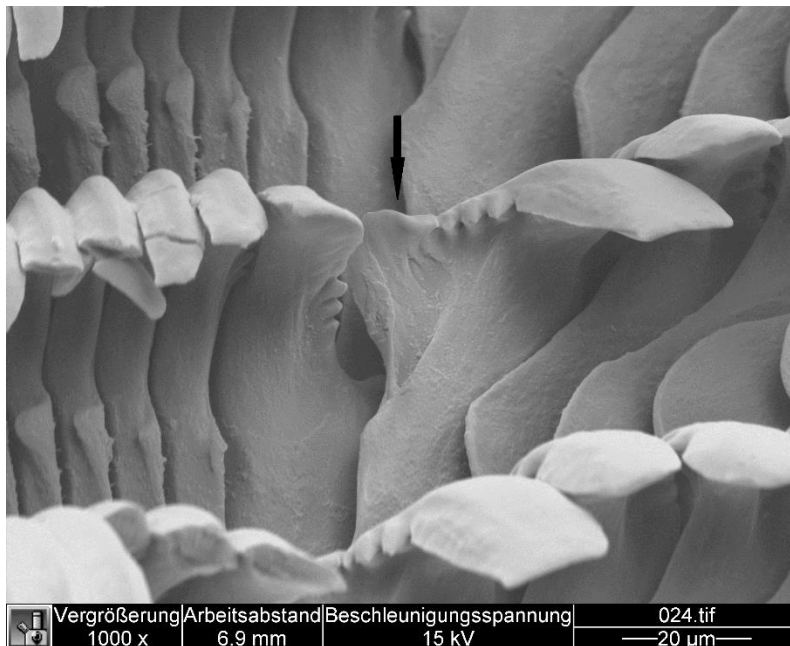


Abbildung 7 - *St. adriatica* 3;
Lateromarginalplatte und
distaler Fortsatz (Pfeil)

	Rachiszahn	Lateralzahn 1 - Innenseite	Lateralzahn 1- Außenseite	Lateralzahn 5 - Außenseite
<i>St. adriatica</i> 1	4	5	4- 5	2- 3
<i>St. adriatica</i> 2	3	5	4- 5	2- 3
<i>St. adriatica</i> 3	4	5	4- 5	2- 3
<i>St. umbilicaris</i> 1	3-4	5-6	2-3	1-2
<i>St. umbilicaris</i> 2	5-6	5-7	5	3-5
<i>St. divaricata</i> 1	5- 6	4	4- 5	1- 2
<i>St. divaricata</i> 2	4- 5	4- 5	4	3
<i>St. divaricata</i> 3	6	4- 6	4- 6	2- 3
<i>St. divaricata</i> 4	6- 8	6- 8	5- 6	3
<i>St. divaricata</i> 5	5	5- 7	5	2- 3
<i>St. divaricata</i> 6	6- 7	7	5	2- 3
<i>St. rarilineata</i> 1	7- 10	5- 8	4- 6	2- 4
<i>St. rarilineata</i> 2	5- 7	4- 8	4- 5	2- 3
<i>St. rarilineata</i> 3	5- 7	4- 7	4- 5	2- 3
<i>St. rarilineata</i> 4	5	5	4	2- 4
<i>St. rarilineata</i> 5	5- 6	6- 7	5- 6	2- 3
<i>St. varia</i> 1	4	5- 6,	4- 6	2- 3
<i>St. varia</i> 2	4- 6	5	5- 7	2- 4
<i>St. varia</i> 3	4- 6	6- 8	3- 5	1- 2
<i>St. varia</i> 4	5- 7	5,	5- 6	2- 3
<i>St. varia</i> 5	Bis 6	4,	5- 6	1- 2

Tabelle 2 – Dentikelanzahl, *Steromphala*

3.1.2. *Steromphala umbilicaris* (Linné, 1758)

Es wurden zwei Individuen der Art *Steromphala umbilicaris* untersucht. Die Querreihen erscheinen wie bei *St. adriatica* bogenförmig und es sind ebenfalls keine Asymmetrien vorhanden.

Auch der Rachiszahn ähnelt dem Erscheinungsbild des Rachiszahnes von *St. adriatica*. Der Schaber des Rachiszahnes ist lang und nach vorne hin leicht spitz zulaufend. Bei *St. umbilicaris* 1 befinden sich drei bis vier Dentikel an der Seite des Schabers und bei *St. umbilicaris* 2 fünf bis sechs Dentikel (Tab. 2, Abb. 9, 10). Im vorderen Bereich der Radula sind die Schaber ebenfalls aufgrund der Abnutzung abgerundet. Der hintere Rand der Schaber ist so stark spitz eingedellt, dass dies sogar in der nicht gekippten Frontalansicht sichtbar ist. Der Zahnhalss ist schmal und lang und es sind Seitenlamellen vorhanden, welche teilweise vom ersten Lateralzahn verdeckt werden. Die Seitenflügel des Rachiszahnes fallen an der Oberseite lang schräg ab und bilden am unteren Rand einen runden, äußeren Abschluss. Hier befindet sich somit die breiteste Stelle des Zahnkörpers. Die Oberfläche des Rachiszahnkörpers von *St. umbilicaris* 1 ist, wie bei *St. adriatica*, im unteren Bereich durch zwei leichte Einsenkungen gekennzeichnet (Abb. 8). Bei *St. umbilicaris* 2 ist dies nicht der Fall, stattdessen befindet sich oben, mittig eine dreieckige Einbuchtung und darunterliegend eine Querwulst (Abb. 9, 10).

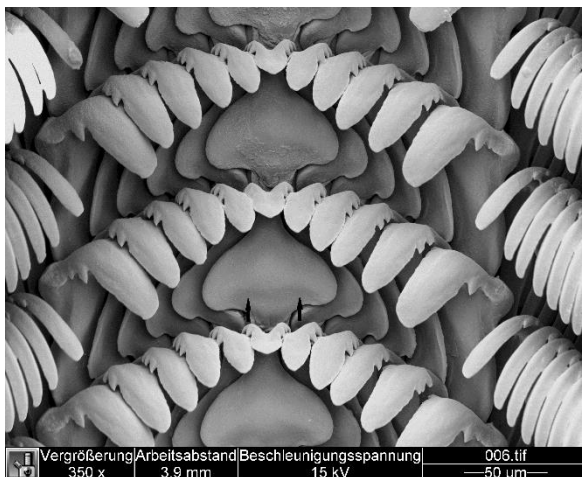


Abbildung 8 - *St. umbilicaris* 1, die Pfeile weisen auf die Einbuchtungen am Unterrand des Zahnkörpers;

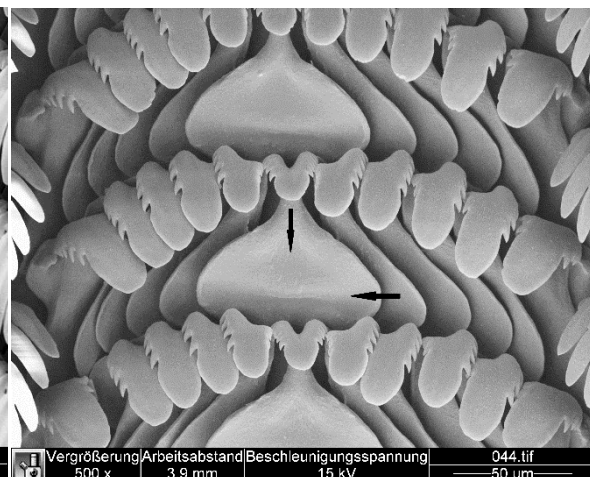


Abbildung 9 – *St. umbilicaris* 2, die Pfeile zeigen auf die Einsenkung und den Querwulst am Zahnkörper;

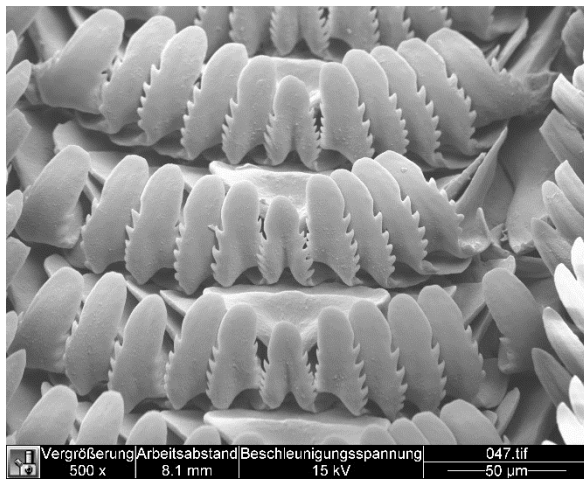


Abbildung 10 - *St. umbilicaris* 2, Kippung von vorne

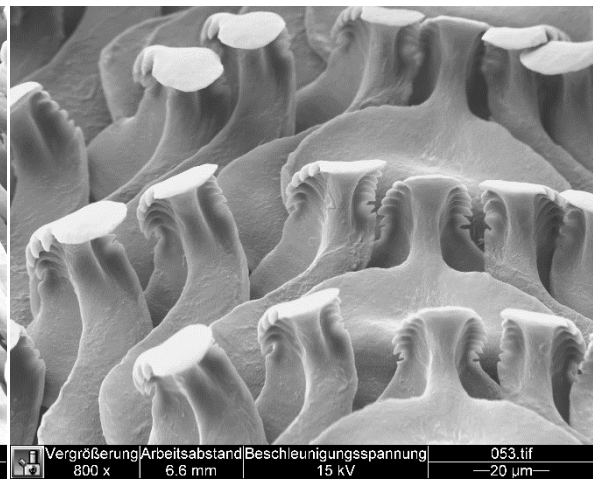


Abbildung 11 - *St. umbilicaris* 2, Kippung von hinten

Der Außenrand des ersten Lateralzahns ähnelt der Form des Rachiszahnes. Nach außen hin wird der Abschluss schräger und die Rundung im unteren Bereich kleiner und spitzer. Die Schaber sind lang und vorne leicht spitz zulaufend. Der Lateralzahn 5 hat einen stark ausgeprägten distalen Fortsatz, ist breiter als die anderen Lateralzähne und hat einen stark geschwungenen Rand (Abb. 5). Der erste Lateralzahn hat bei *St. umbilicaris* 1 an der Außenseite fünf bis sechs Dentikel und bei *St. umbilicaris* 2 fünf bis sieben Dentikel. An der Innenseite befinden sich bei *St. umbilicaris* 1 zwei bis drei und bei *St. umbilicaris* 2 fünf Dentikel. Der fünfte Lateralzahn hat an der Außenseite eins bis zwei Dentikel bei *St. umbilicaris* 1 und drei bis sechs Dentikel bei *St. umbilicaris* 2 (Tab. 2; Abb. 9 und 10). Der Schaber ist deutlich breiter als bei den anderen Lateralzähnen und ist wie die anderen Lateralzähne vorne rund und leicht spitz zulaufend. In diesem Merkmal unterscheidet sich *St. umbilicaris* deutlich von *St. adriatica* (Abb. 8).

Der erste Marginalzahn verfügt wie bei *St. adriatica* über eine breite Lateromarginalplatte, wodurch das Zentralfeld stark vom Marginalfeld abgespreizt wird. Weiters ist er nicht hakenförmig ausgeprägt, wie die andern Marginalzähne, und der Schaber ist ein bisschen breiter, als die Schaber der andern Marginalzähne. Dies ist jedoch bei *St. umbilicaris* nicht so stark ausgeprägt wie bei *St. adriatica*. Der Marginalzahn 1 hat weiters weniger Dentikel als die übrigen Marginalzähne und der Schaber ist vorne spitz und nicht gerade (Abb. 11). Die Dentikel an den Marginalzähnen sind feiner als die Dentikel an den Lateralzähnen. Es sind beiderseits an den inneren Zähnen zwei bis drei Dentikel vorhanden, wobei diese nach außen hin jedoch feiner, länger und zahlreicher werden. Bei *St. umbilicaris* 1 wird dies ab Marginalzahn 25 und bei *St. umbilicaris* 2 ab dem Marginalzahn 20 sichtbar. In den übrigen Merkmalen gleichen die Marginalzähne denen von *St. adriatica*. An der Innenseite können mehr Dentikel vorhanden sein, welche bei den inneren Marginalzähnen

nicht bis ans Ende des Schabers reichen. Bei den äußersten Marginalzähnen befinden sich auch an der Spitze der Schaber Dentikel. Außerdem ist eine mediane Verstärkungsleiste vorhanden, die nur bei den äußersten und feinsten Marginalzähnen fehlt.

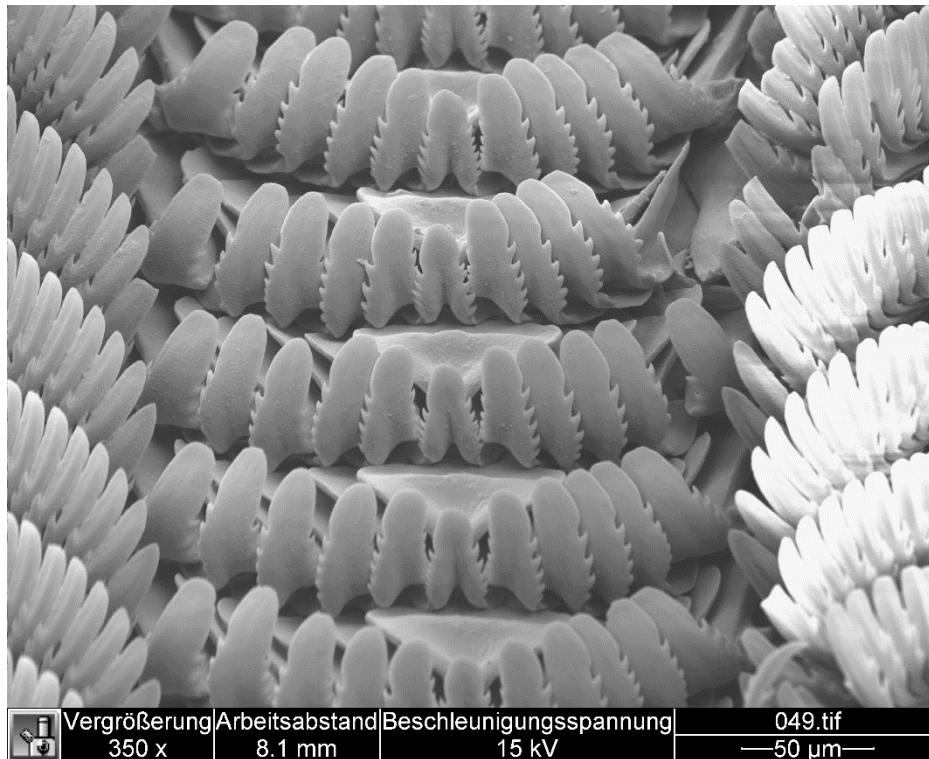


Abbildung 12 – *St. umbilicaris* 2, Kippung von vorne

3.1.3. *Steromphala divaricata* (Linné, 1758)

Von dieser Art wurden sechs Individuen untersucht. *Steromphala divaricata* 6 ist kleiner als die anderen fünf Individuen. Wie bei den Arten zuvor, erscheinen die Querreihen bogenförmig und es sind ebenfalls keine Asymmetrien vorhanden.

Bei allen sind die Schaber des Rachiszahnes dreieckartig geformt und spitz zulaufend. Am hinteren Rand sind die Schaber deutlich rund eingedellt. Im vorderen Bereich sind die Schaber aufgrund der Abnutzung rund. Der Zahnhs ist breit und lang und kaum von den Schabern verdeckt. Weiters sind bei allen breite Seitenlamellen vorhanden. An den Seiten des Schabers befinden sich meist vier- sechs Dentikel (Tab. 2, Abb. 19- 28). *Steromphala divaricata* 4 stellt mit bis zu acht Dentikel eine Ausnahme dar. Die typische Rachiszahnform ergibt sich aus steil schräg abfallende Seitenflügel, welche nach außen an der Zahnbasis eine Rundung bilden. Der Zahnhs ist meist breit und kurz. Zwischen den Individuen gibt es Unterschiede. *Steromphala divaricata* 1, 2, 3 und 5 entsprechen dem typischen Erscheinungsbild (Abb. 13, 14, 15, 17). Der Zahnhs von *St. divaricata* 3 ist etwas

kürzer als bei den anderen (Abb. 15). Weiters hat *St. divaricata* 1 nach dem Zahnhals deutliche kleine Schultern (Abb. 13). *Steromphala divaricata* 2 hat dies ebenfalls, nur nicht so stark ausgeprägt (Abb. 14). Bei *St. divaricata* 3 kommen diese nur bei manchen Rachiszähnen vor und bei *St. divaricata* 5 fehlen diese zur Gänze (Abb. 15, 17). Der Rachiszahn von *St. divaricata* 4 hat eine einzigartige Form. Im Anschluss an den Zahnhals befinden sich breite Schultern, die Seitenflügel fallen leicht rund und schräg ab und unten bilden sie einen runden Abschluss (Abb. 16). *Steromphala divaricata* 6 weicht ebenfalls von der charakteristischen Form ab und hat bei manchen Rachiszähnen Ansätze von kleinen Schultern, anschließend gehen die Seitenflügel leicht schräg und rundlich nach unten. Die breiteste Stelle befindet sich im unteren Drittel des Zahnkörpers (Abb. 18). Bei allen kann man an der Oberfläche des Rachiszahnkörpers am unteren Rand zwei leichte Einbuchtungen erkennen. Außerdem befindet sich im oberen Bereich in der Mitte eine zusätzliche runde Einbuchtung (Abb. 21).

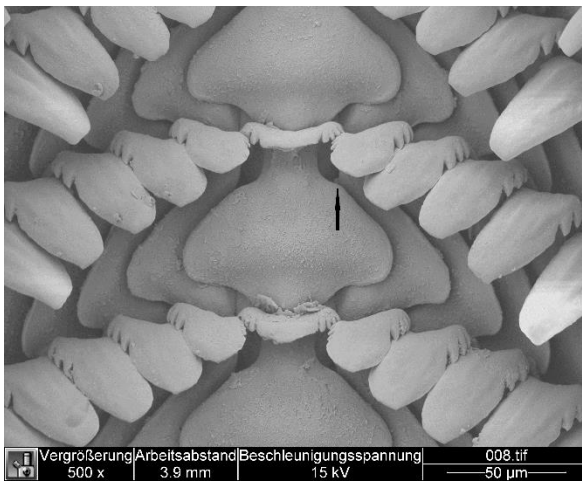


Abbildung 13 - *St. divaricata* 1, Pfeil kennzeichnet Schulter

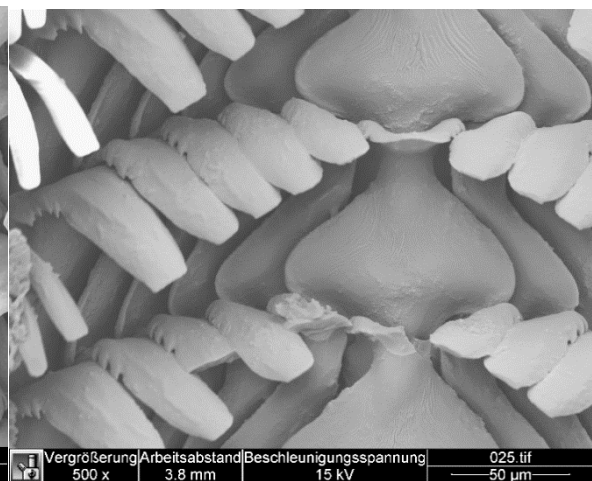


Abbildung 14 - *St. divaricata* 2

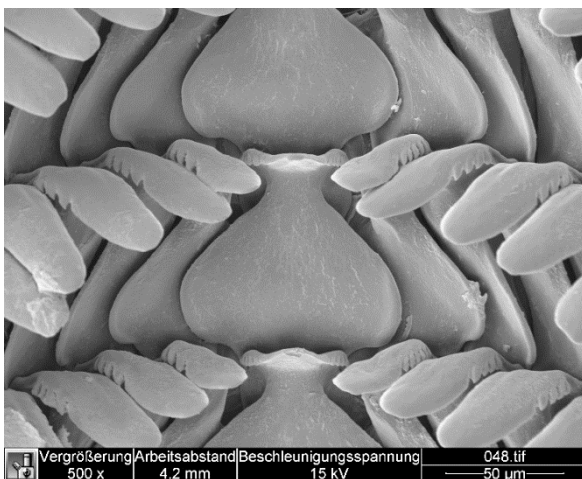


Abbildung 15 - *St. divaricata* 3

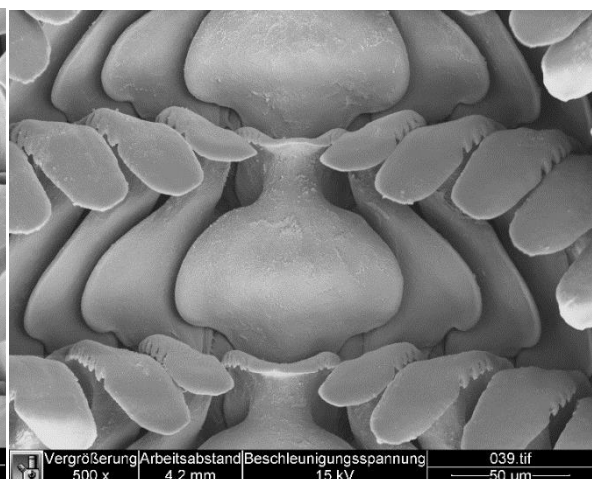


Abbildung 16 - *St. divaricata* 4

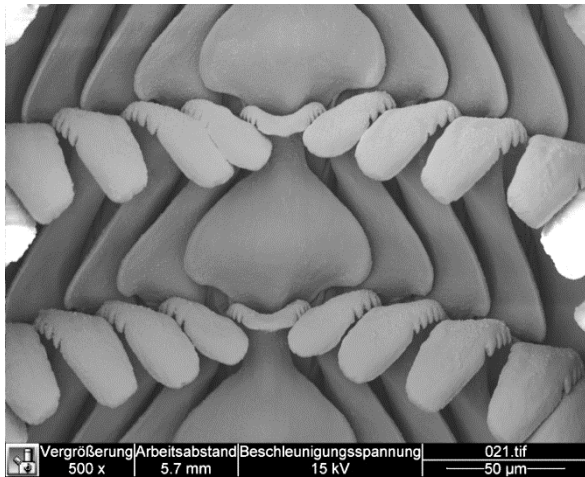


Abbildung 17 - *St. divaricata* 5

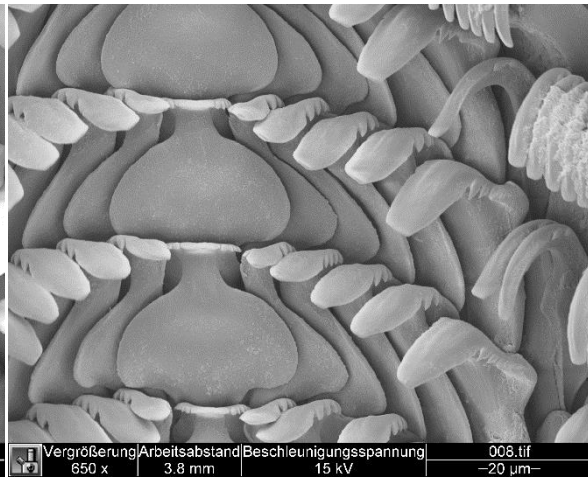


Abbildung 18 - *St. divaricata* 6

Der Außenrand des ersten Lateralzahns ähnelt der Form des Rachiszahnes, nur ist der Außenrand steiler, und sie haben keine Schultern. Nach außen hin wird der Abschluss schräger und die Rundung im unteren Bereich kleiner und spitzer. Die Schaber sind lang und nach vorne hin am äußeren Rand spitz zulaufend. Am inneren Rand sind sie rund (Abb. 18). An der Rückseite der Schaber befindet sich eine Furche. Der Lateralzahn 5 hat einen distalen Fortsatz, ist breiter als die anderen Lateralzähne und hat einen leicht geschwungenen Rand (Abb. 18, Abb. 20). Der distale Fortsatz ist nicht so stark ausgeprägt wie bei *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*. Außerdem hat der Lateralzahn 5 auf der Rückseite des Schabers eine Verdickung. Die Vorderkante der Lateralzahnschaber erscheint gerade, jedoch ist dies häufig nur bei den äußeren beiden Schabern deutlich zu erkennen. Die sechs Individuen unterscheiden sich in der Anzahl der Dentikel an Lateralzahn 1 und 5. An der Innenseite des Lateralzahns 1 befinden sich immer mindestens vier und maximal acht Dentikel. An der Außenseite befinden sich ebenfalls mindestens vier Dentikel und maximal sechs. Bei Lateralzahn 5 kommen meist zwei bis drei Dentikel vor, nur bei *St. divaricata* 1 sind es ein bis zwei (Tab. 2; Abb. 18- 25). Außerdem befindet sich bei dem gleichen Individuum am Lateralzahn 1 unter den Dentikeln an der Innenseite eine Falte (Abb. 19).

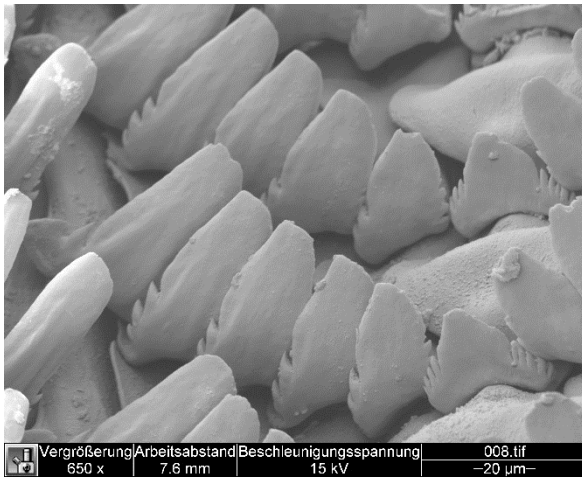


Abbildung 19 - *St. divaricata* 1, Kippung von vorne



Abbildung 20 - *St. divaricata* 1, Kippung von hinten

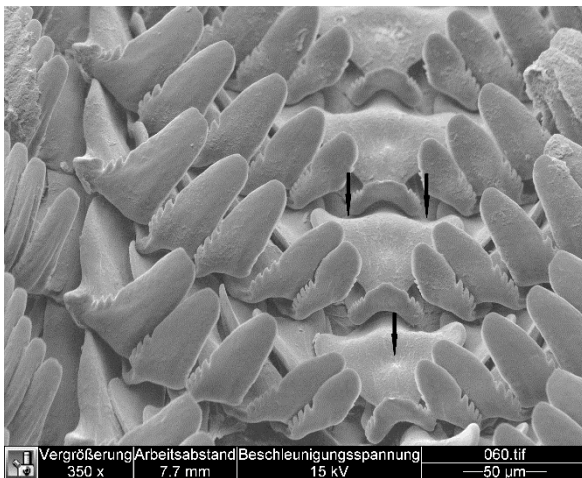


Abbildung 21 - *St. divaricata* 3, Kippung von vorne, Pfeile kennzeichnen die Einsenkungen am Zahnkörper

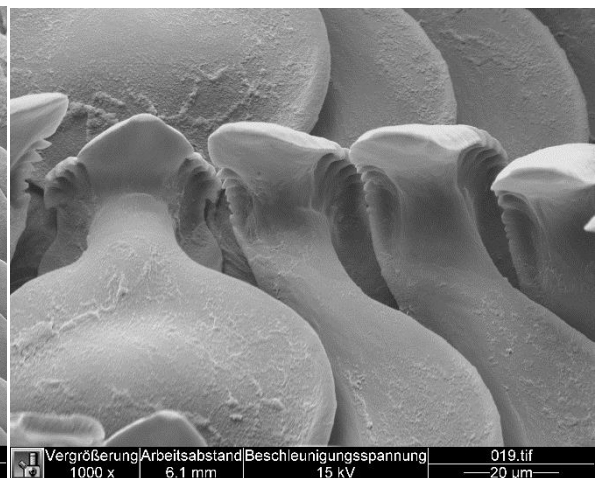


Abbildung 22 - *St. divaricata* 3, Kippung von hinten

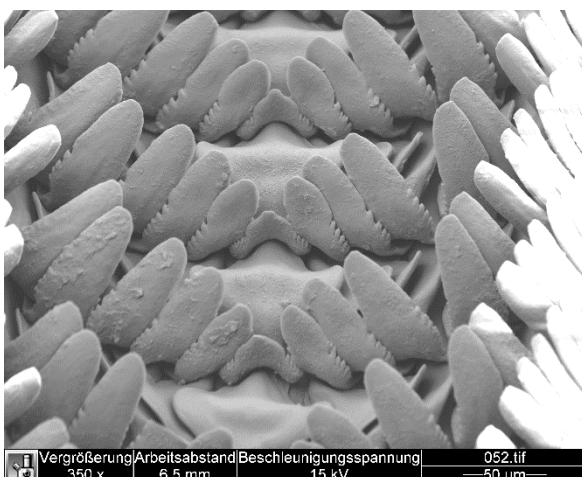


Abbildung 23 - *St. divaricata* 4, Kippung von vorne

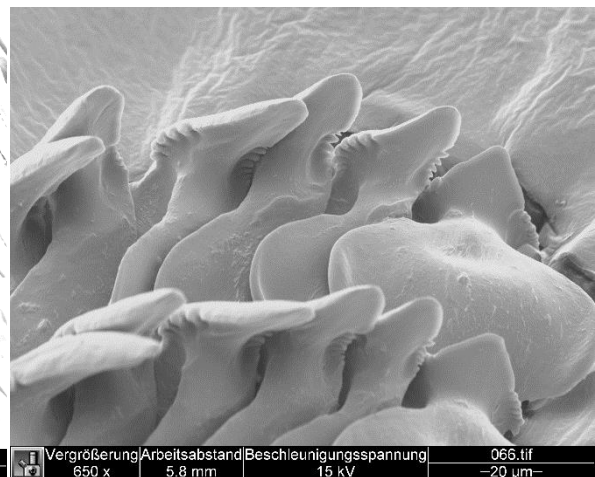


Abbildung 24 - *St. divaricata* 4, Kippung von hinten

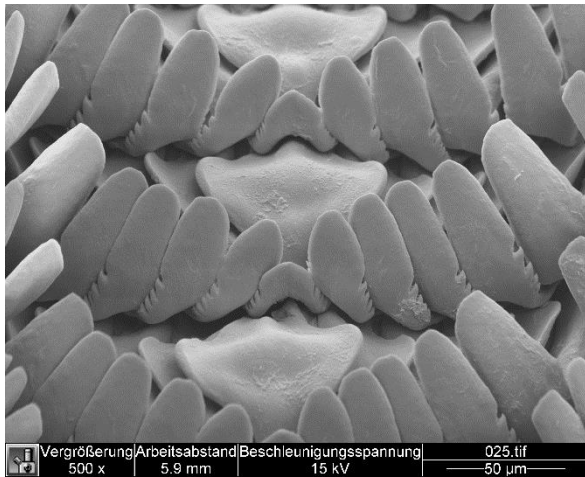


Abbildung 25 – *St. divaricata*, Kippung von vorne

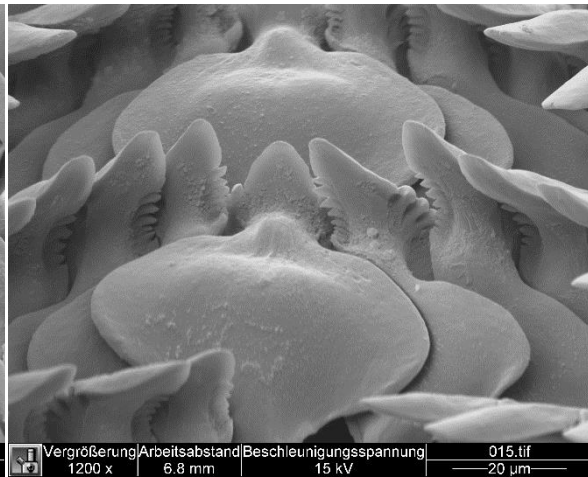


Abbildung 26 - *St. divaricata* 5, Kippung von hinten

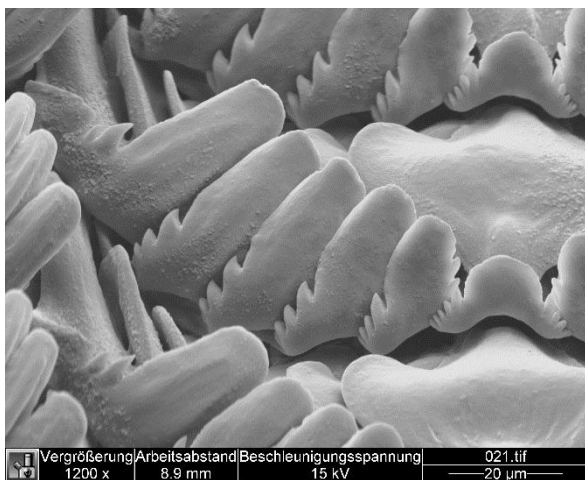


Abbildung 27 - *St. divaricata* 6, Kippung von vorne

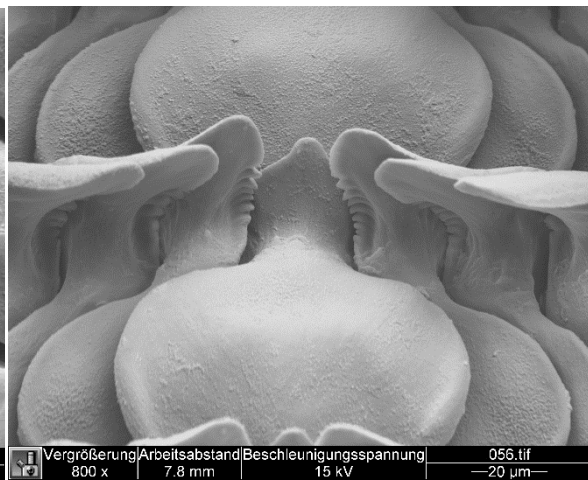


Abbildung 28 - *St. divaricata* 6, Kippung von hinten

Der erste Marginalzahn verfügt über eine Lateromarginalplatte, welche nicht so breit ist wie bei *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*, wodurch das Zentralfeld vom Marginalfeld nicht so deutlich abgespreizt wird. Der Marginalzahn 1 ist nicht hakenförmig ausgeprägt wie die andern Marginalzähne, hat einen kurzen Zahnhals, und der Schaber ist breiter (Abb. 27). Weiters hat er weniger Dentikel als die übrigen Marginalzähne. Die Schaber der inneren Marginalzähne haben vorne eine gerade Kante, die äußeren sind abgerundet. Die Dentikel an den Marginalzähnen sind feiner als die Dentikel an den Lateralzähnen. Es sind an der Außenseite bei den inneren Zähnen circa fünf Dentikel vorhanden, wobei diese nach außen hin jedoch feiner, länger und noch zahlreicher werden. Dies wird meist ab dem 23- 26 Marginalzahn deutlich. An der Innenseite können mehr Dentikel sein als an der Außenseite der Zähne, diese sind jedoch schwer zählbar, da sie von den anliegenden Marginalzähnen verdeckt werden. Weiters reichen die Dentikel nur bei den äußeren Marginalzähnen bis nach vorne und nur bei den feinsten befinden sie sich auch an

der Spitze der Schaber (Abb. 26). Auch bei dieser Art ist an den inneren Marginalzähnen eine mediane Verstärkungsleiste vorhanden.

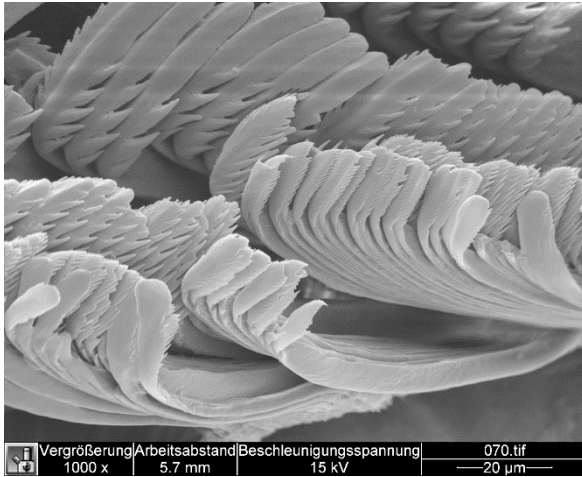


Abbildung 29 - Marginalzähne, *St. divaricata* 3

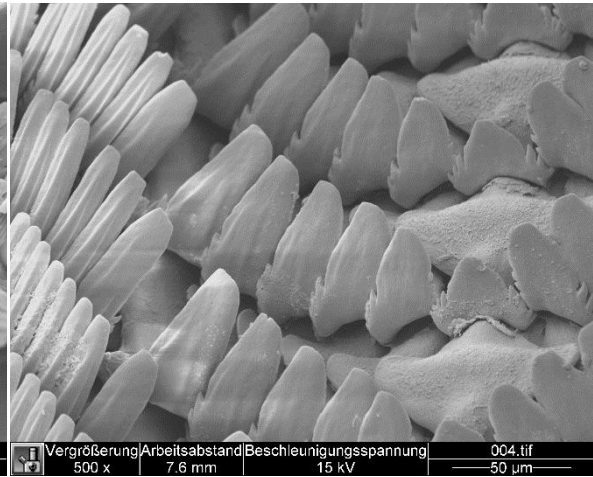


Abbildung 30 – *St. divaricata* 1, Kippung von vorne

3.1.4. *Steromphala rarilineata* (Michaud, 1829)

Es wurden fünf Individuen der Art *Steromphala rarilineata* untersucht. Wie bei den zuvor beschriebenen Arten erscheinen die Querreihen leicht bogenförmig und es gibt keine Abweichungen bezüglich der Symmetrie.

Die Schaber des Rachiszahnes sind ähnlich wie bei *St. divaricata* dreieckartig geformt, und vorne entweder spitz oder rundlich. Weiters sind sie am hinteren Rand rund eingedellt. Sie sind im Vergleich etwas kürzer und vor allem im vorderen Bereich des Schabers schmaler. Dies wird besonders bei *St. rarilineata* 1 und 3 deutlich (Abb. 36, 37, 40, 41). An den Seiten des Schabers befinden sich bei fast allen fünf bis sieben Dentikel. Nur bei *St. rarilineata* 1 sind es sieben bis zehn und bei *St. rarilineata* 4 selten mehr als fünf Dentikel (Tab. 2). Die Dentikel bei *St. rarilineata* sind kleiner und feiner als bei *St. divaricata* (Abb. 36- 45). Der Zahnhalss ist bei fast allen kurz und breit und kaum vom Schaber verdeckt. Weiters sind breite Seitenlamellen vorhanden. An der Oberfläche des Rachiszahnkörpers kann man am unteren Rand und im oberen Bereich in der Mitte, wie bei *St. divaricata*, Einbuchtungen erkennen (Abb. 38, 39). Die typische Rachiszahnform besteht aus einem kurzen und breiten Zahnhalss, mit Seitenflügeln, welche zu Beginn nur leicht schräg und im Anschluss nach außen rund und manchmal etwas kantig verlaufen. Die breiteste Stelle befindet sich auf halber Höhe des Zahnkörpers und es befinden sich am Übergang zwischen Zahnhalss und Seitenflügeln in manchen Reihen kleine Schultern. In der Form des Rachiszahnes kann es zu individuellen Abweichungen kommen. Es entsprechen

alle Individuen der charakteristischen Form, es sind nur kleine individuelle Unterschiede vorhanden. Bei *Steromphala rarilineata* 1 und 2 erscheinen die Seitenflügel etwas kantig, weiters hat *St. rarilineata* 1 einen etwas längeren Zahnhals als üblich (Abb. 31, 32). *Steromphala rarilineata* 3 weist keine Schultern auf und die Seitenflügel gehen vom Zahnhals nur kurz leicht schräg weg und sind nach außen rund (Abb. 33). Die Seitenflügel bei *St. rarilineata* 4 sind gleich geformt wie bei *St. rarilineata* 3, nur verfügt *St. rarilineata* 4 über deutliche Schultern (Abb. 34). *Steromphala rarilineata* 5 hat keine Schultern und die Seitenflügel gehen ab dem Zahnhals rund weg (Abb. 35).

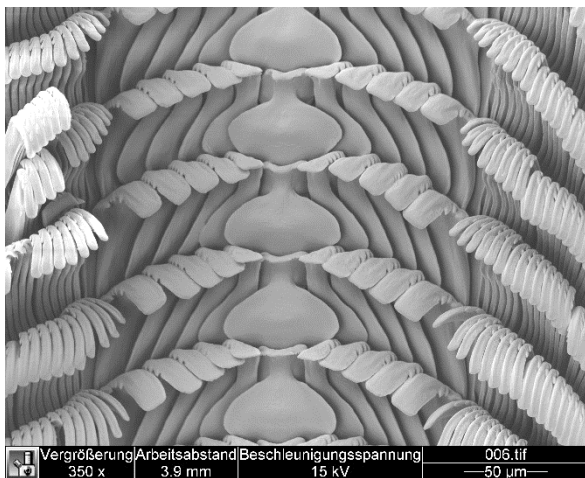


Abbildung 31 - *St. rarilineata* 1

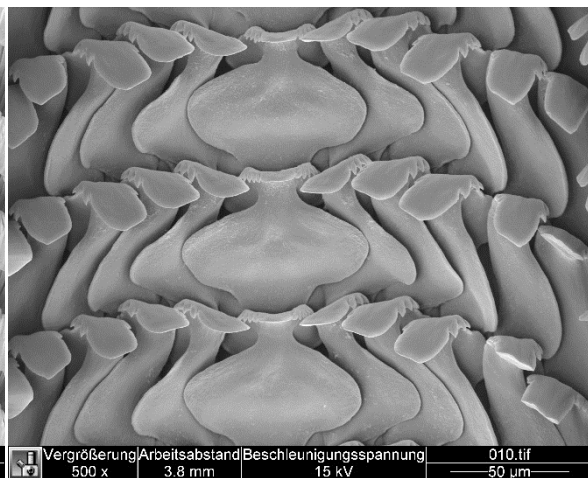


Abbildung 32 - *St. rarilineata* 2

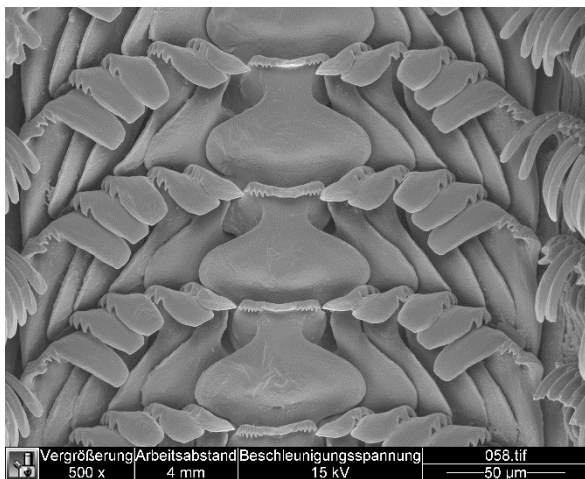


Abbildung 33 - *St. rarilineata* 3

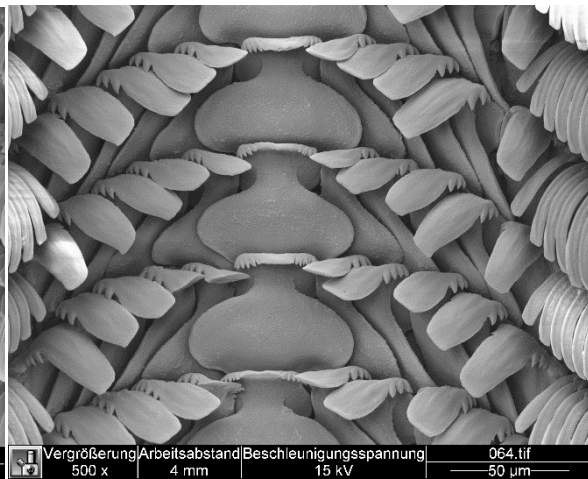


Abbildung 34 - *St. rarilineata* 4

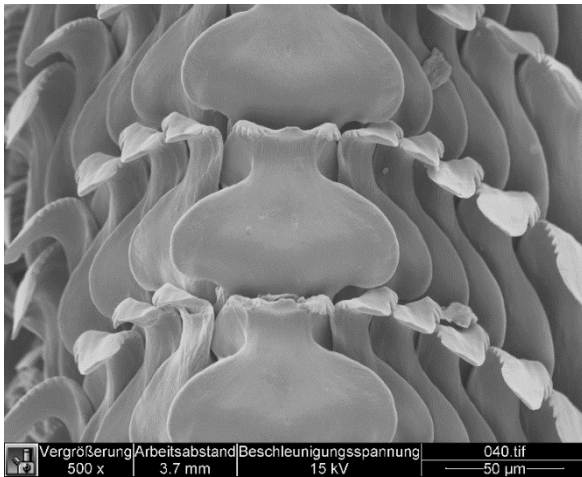


Abbildung 35 – *St. rarilineata* 5

In der Form und Ausprägung der Lateralzähne und deren Schaber bestehen keine großen Unterschiede. Nur die Anzahl der Dentikel variiert. Nach außen hin wird der äußere Rand der Lateralzahnkörper schräger und die Rundung im unteren Bereich kleiner und spitzer. Die Schaber sind lang und nach vorne hin am äußeren Rand kantig. Am inneren Rand sind sie rund. Die Vorderkante ist im hinteren Bereich der Radula breit und gerade. Die Schaber werden außerdem nach außen hin breiter. Die Lateralzahnschaber haben an der Rückseite eine Furche und der fünfte Lateralzahn hat zusätzlich eine Verstärkungsleiste. Er verfügt zudem über einen distalen Fortsatz und hat daher einen geschwungenen Rand. Zusätzlich ist er breiter und dicker als die anderen Lateralzähne (Abb. 31- 35). Wie bereits erwähnt gibt es Unterschiede in der Dentikelanzahl. Auch innerhalb der einzelnen Individuen gibt es starke Variationen (Tab. 2; Abb. 36- 45).

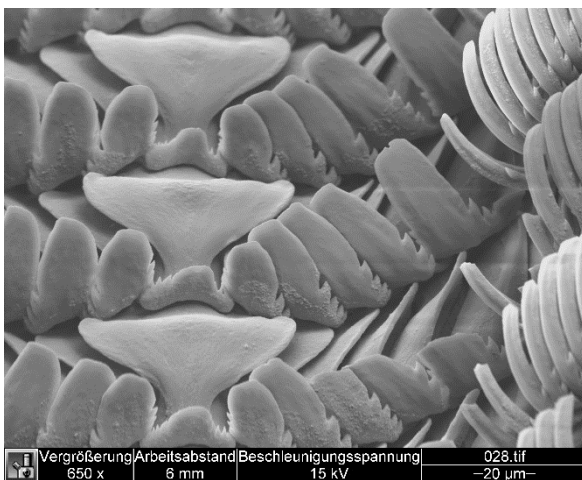


Abbildung 36 - *St. rarilineata* 1, Kippung von vorne

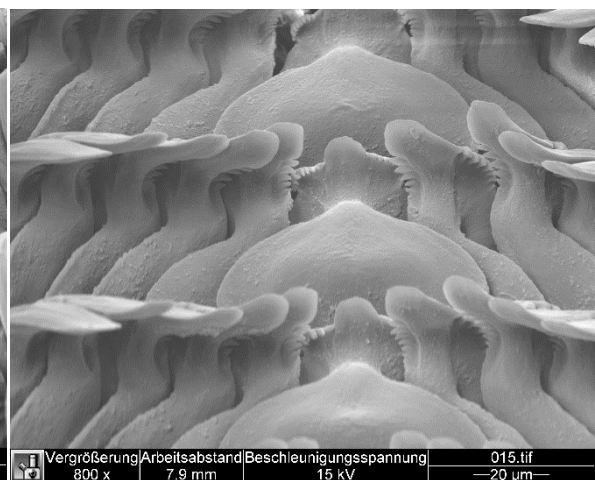


Abbildung 37 - *St. rarilineata* 1, Kippung von hinten

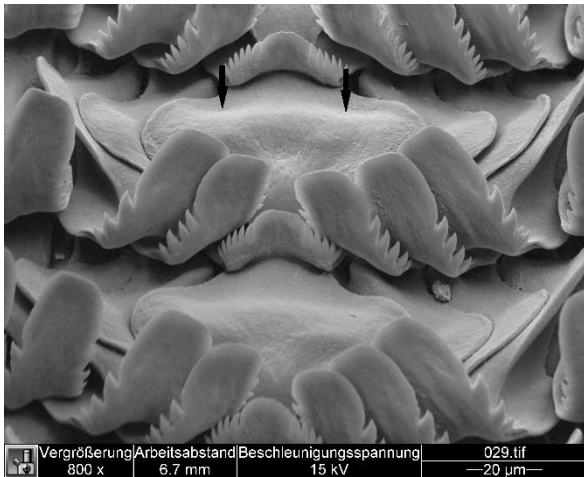


Abbildung 38 - *St. rarilineata* 2, Kippung von vorne, Pfeile verweisen auf die beiden Einsenkungen am Unterrand des Zahnkörpers

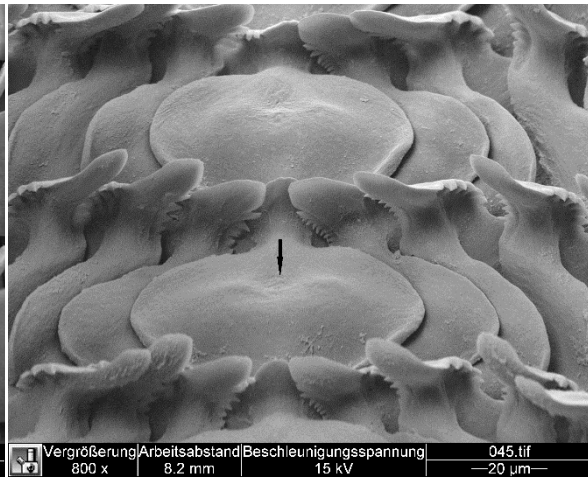


Abbildung 39 - *St. rarilineata* 2, Kippung von hinten, Pfeil zeigt die Einbuchtung im oberen Bereich des Zahnkörpers

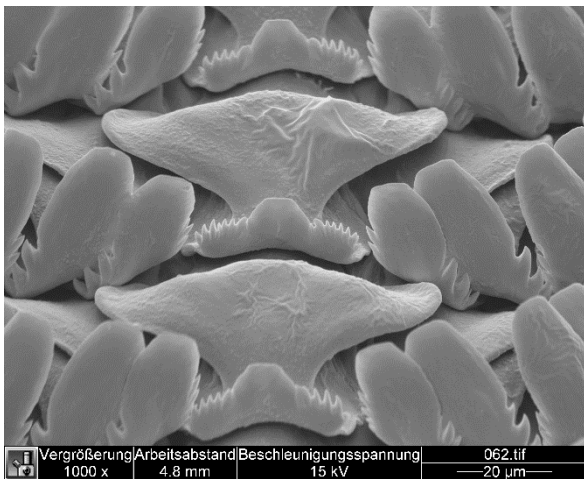


Abbildung 40 - *St. rarilineata* 3, Kippung von vorne

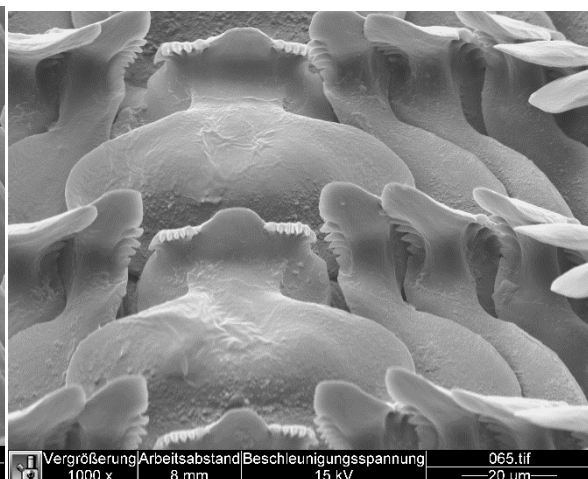


Abbildung 41 - *St. rarilineata* 3, Kippung von hinten

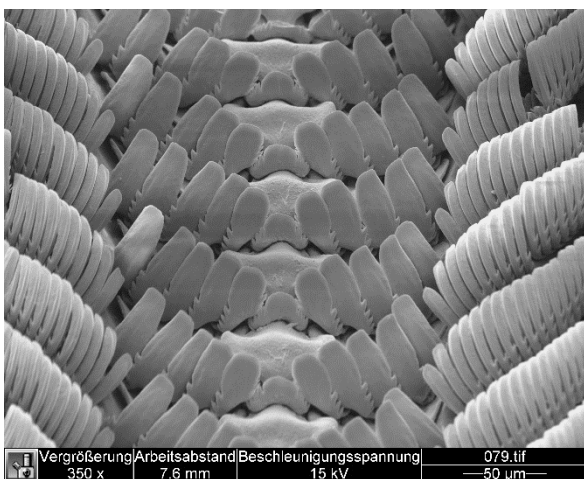


Abbildung 42 - *St. rarilineata* 4, Kippung von vorne

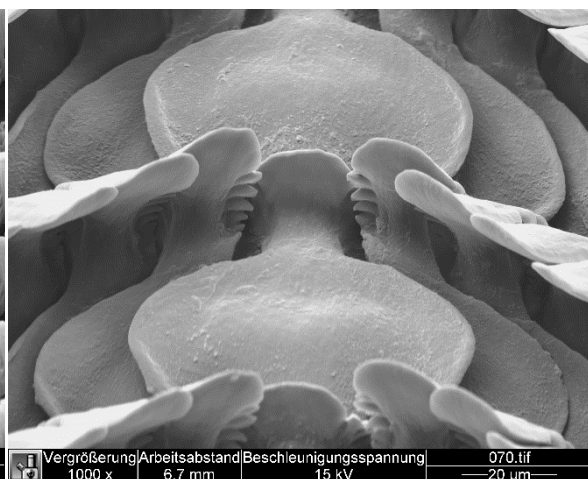


Abbildung 43 - *St. rarilineata* 4, Kippung von hinten

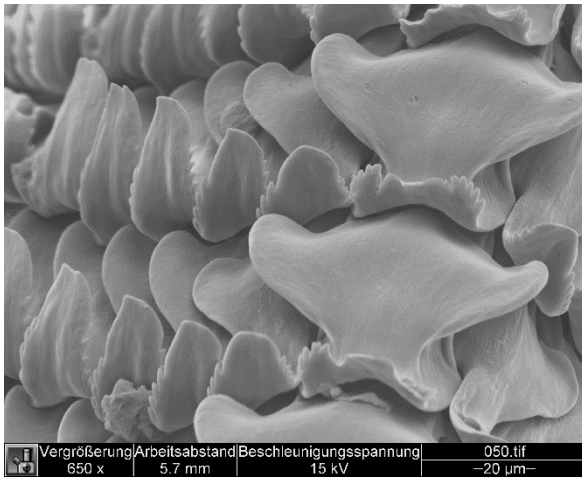


Abbildung 44 – *St. rarilineata* 5, Kippung von vorne

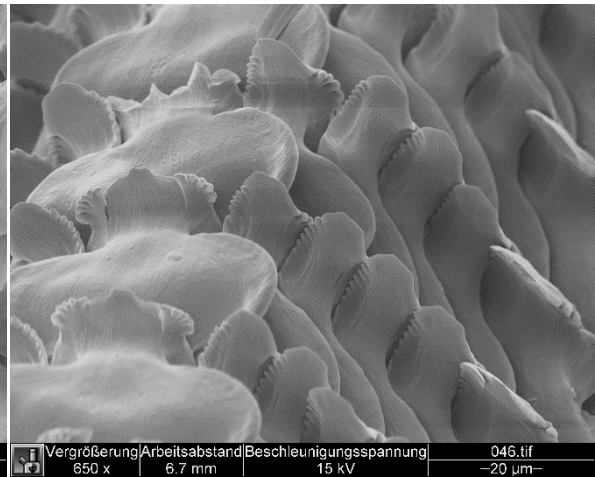


Abbildung 45 – *St. rarilineata* 5; Kippung von hinten

Der erste Marginalzahn verfügt über eine breite Lateromarginalplatte, die zwar nicht so breit ist wie bei *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*, aber das Zentralfeld wird trotzdem deutlich vom Marginalfeld abgespreizt (Abb. 46). Der erste Marginalzahn ist nicht hakenförmig ausgeprägt wie die andern Marginalzähne, hat weniger Dentikel und einen kurzen Zahnhals. Außerdem ist sein Schaber breiter als bei den anderen Marginalzähnen (Abb. 46).

Die Schaber der inneren Marginalzähne haben, wie bei *St. divaricata* vorne eine gerade Kante, die äußeren haben einen runden Vorderrand. Es sind an der Außenseite der inneren Zähne drei bis fünf Dentikel vorhanden, wobei diese nach außen hin, circa ab dem 22.- 25. Marginalzahn feiner, länger und zahlreicher werden. An der Innenseite sind mehr und feinere Dentikel vorhanden. Erst bei den äußeren Marginalzähnen reichen die Dentikel bis ans Ende der Schaber, welche nach außen hin kürzer werden und keine mediane Verstärkungsleiste aufweisen.

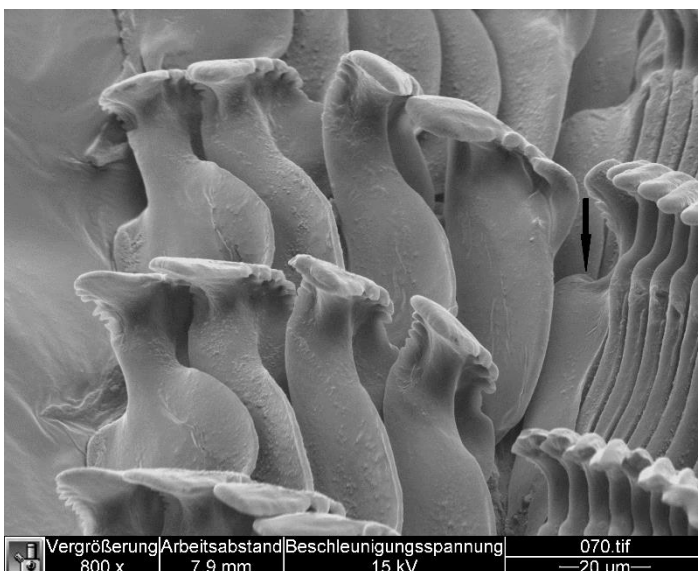


Abbildung 46 – *St. rarilineata* 3, Marginalzahn 1, Pfeil weist auf Lateromarginalplatte

3.1.5. *Steromphala varia* (Linné, 1758)

Es wurden fünf Individuen von *Steromphala varia* untersucht. Die Querreihen sind bogenförmig angeordnet und es gibt keine Asymmetrien.

Die Schaber des Rachiszahnes sind, wie bei *St. divaricata* dreiesckartig geformt und leicht spitz zulaufend. Außerdem sind sie am hinteren Rand manchmal sehr deutlich, eingedellt (Abb. 52, 54, 56, 58). An den Seiten des Schabers befinden sich meist vier bis sechs Dentikel, nur bei *St. varia* 4 sind es fünf bis sieben Dentikel (Tab. 2, Abb. 52, 54, 56, 58). Am Zahnhals befinden sich breite Seitenlamellen. Der Zahnhals ist bei allen, außer bei *St. varia* 3, länger und schmaler als bei *St. divaricata* und *St. rarilineata*. Bei *St. varia* 1 ist dies besonders deutlich (Abb. 47). Am unteren Rand des Rachiszahnkörpers befinden sich bei allen fünf Individuen zwei leichte Einbuchtungen (Abb. 56). Außerdem ist bei allen, außer bei *St. varia* 1, eine zusätzliche Einbuchtung in der Mitte im oberen Bereich des Zahnkörpers vorhanden (Abb. 59). In der Form der Seitenflügel gibt es Verschiedenheiten. Bei *St. varia* 1 und 2 fallen die Seitenflügel im Anschluss an den Zahnhals leicht schräg ab und bilden im unteren Bereich einen runden Abschluss. Die breiteste Stelle des Zahnkörpers befindet sich somit im unteren Drittel (Abb. 47, 48). Bei *St. varia* 3 ist dies ähnlich, nur ist die Schräge nicht so stark ausgeprägt und die breiteste Stelle liegt mittig. Außerdem gibt es nur bei *St. varia* 3 manchmal leicht ausgeprägte kleine Schultern (Abb. 49). Die Seitenflügel bei *St. varia* 4 und 5 sind nicht derart abgeschrägt und sind ab dem Zahnhals rund weggehend. Die Seitenflügel erreichen wie bei *St. varia* 3 auf halber Höhe ihre breiteste Ausprägung (Abb. 50, 51).

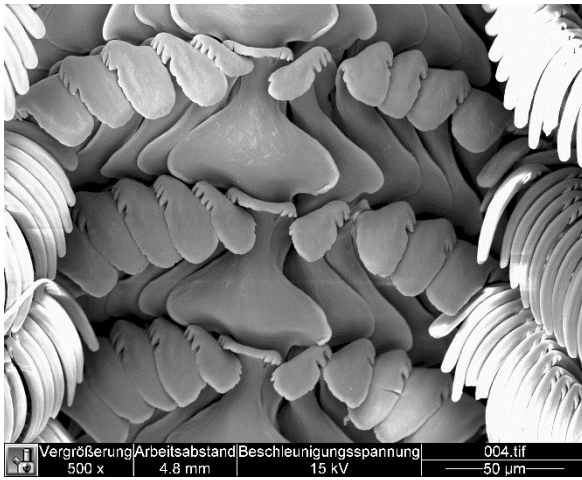


Abbildung 47 - *St. varia* 1

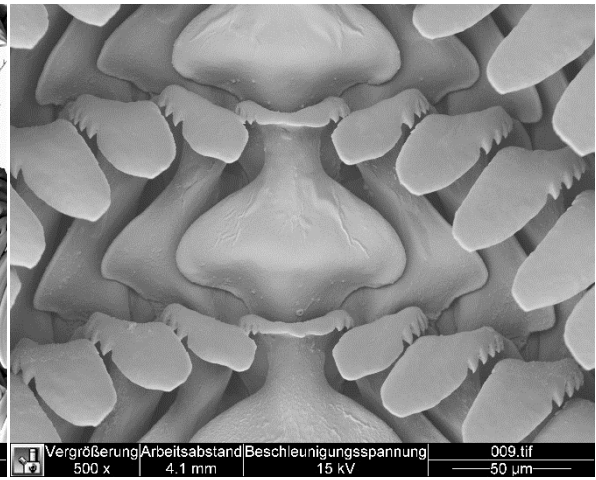


Abbildung 48 - *St. varia* 2

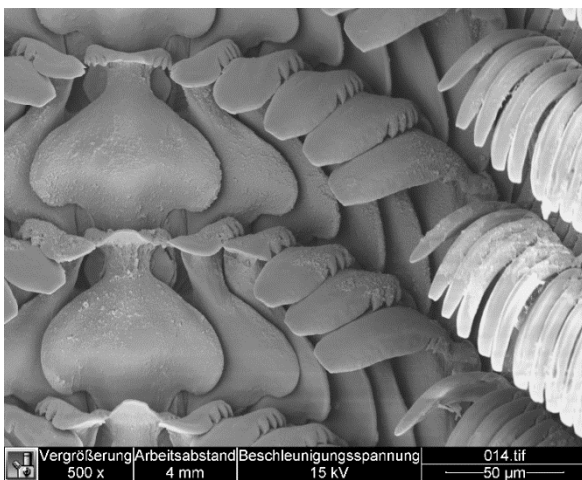


Abbildung 49 - *St. varia* 3

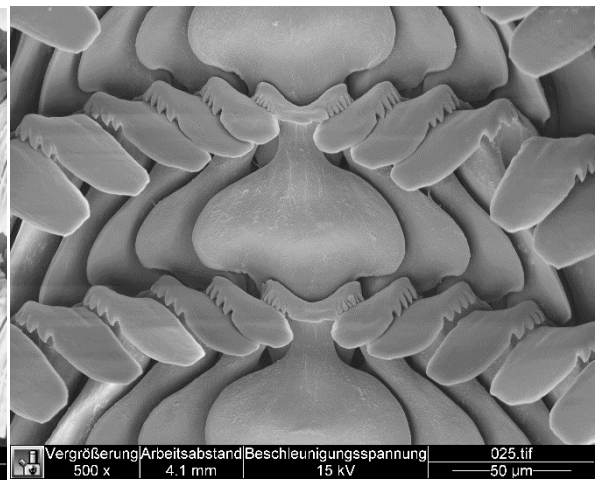


Abbildung 50 - *St. varia* 4

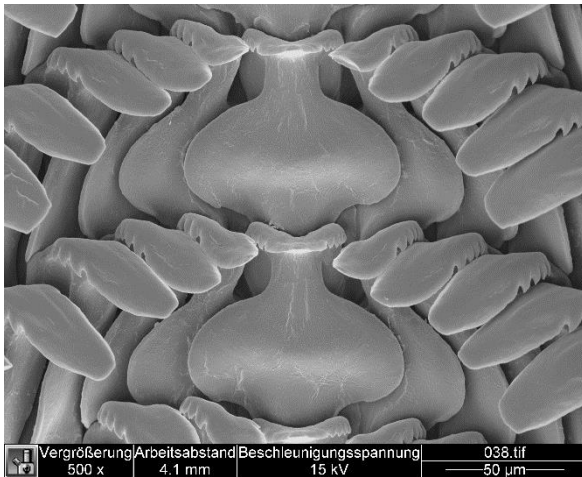


Abbildung 51 - *St. varia* 5

Es gibt keine großen Unterschiede in der Form und Ausprägung der Lateralzähne und deren Schaber. Nur die Dentikelanzahl weicht ab. Der Zahnkörper des ersten Lateralzahns ähnelt, in der Form des Außenrandes, dem Rachiszahn. Bei den äußeren Lateralzähnen ist der Abschluss schräger und die Rundung im unteren Bereich kleiner und spitzer. Die Schaber sind bei allen Individuen lang und bei *Steromphala varia* 1 nach vorne hin am äußeren Rand spitz zulaufend und am inneren Rand rundlich. Weiters sind bei allen die Vorderkanten gerade, nur ist diese Kante nicht so breit wie bei *St. rarilineata*, da die Schaber vorne schmaler sind und etwas spitzer zulaufen. Bei *St. varia* 2- 5 ist das vordere Ende der Schaber innen wie außen gleich geformt. Innen sind sie manchmal etwas rundlicher. Dies ist vor allem bei Lateralzahn 1 der Fall. An der Rückseite des Schabers von Lateralzahn 5, manchmal auch bei Lateralzahn 4, befinden sich eine Furche und eine leichte Verdickung (Abb.54- 59). An der Innenseite des ersten Lateralzahnschabers befinden sich meist fünf bis sechs und bei *St. varia* 3 sogar bis zu acht Dentikel (Abb. 57). Bei *St. varia* 1, 4 und 5 befindet sich unterhalb der Dentikel manchmal eine Falte (Abb. 53, 59). An der Außenseite des Schabers variiert die Anzahl ebenfalls. Meist sind fünf Dentikel vorhanden, bei allen, außer bei *St. varia* 3, können es auch bis zu sechs oder sieben Dentikel sein. Am Lateralzahnschaber 5 befinden sich an der Außenseite meist ein bis zwei, oder zwei bis drei Dentikel (Tab. 2; Abb. 52- 59).

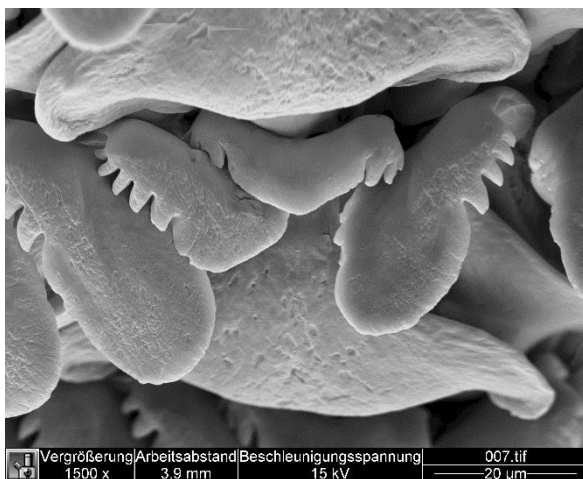


Abbildung 52 - *St. varia* 1, Kippung von vorne

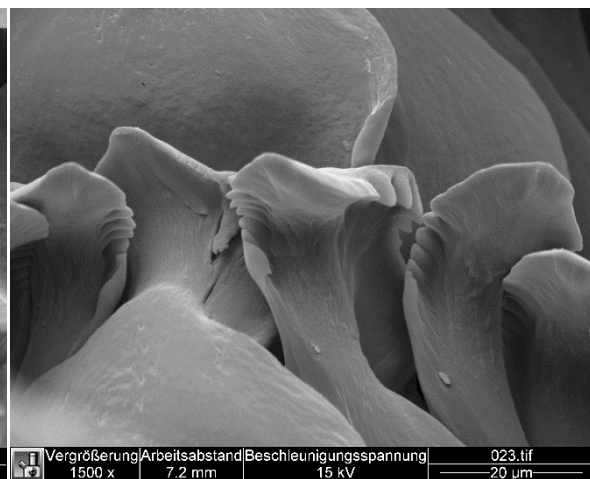


Abbildung 53 - *St. varia* 1, Kippung von hinten

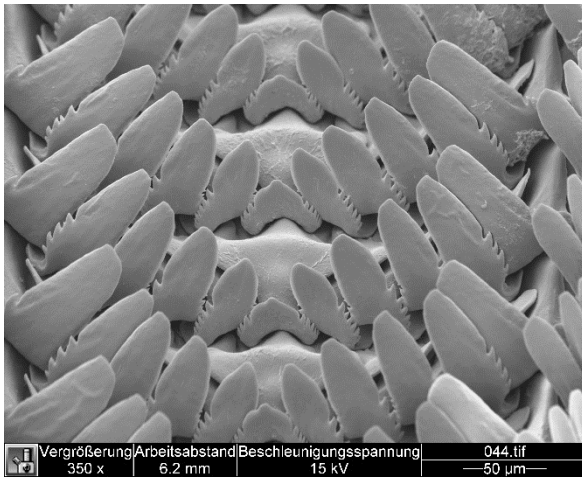


Abbildung 54 - *St. varia* 2, Kippung von vorne

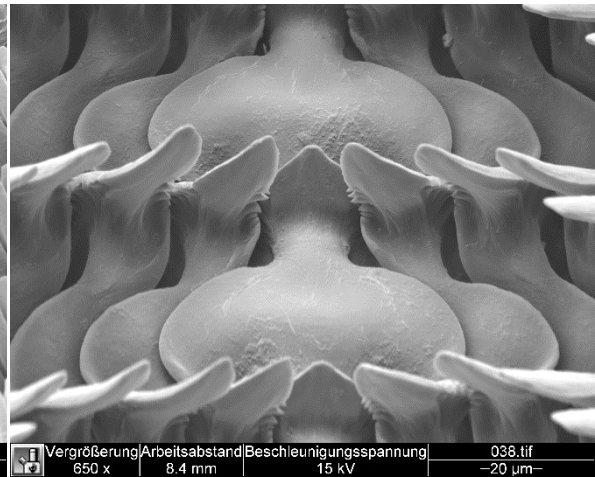


Abbildung 55 - *St. varia* 2, Kippung von hinten

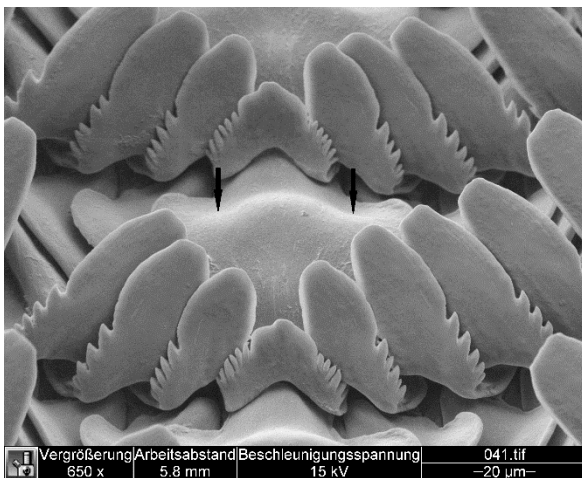


Abbildung 56 - *St. varia* 4, Kippung von vorne, die zwei Pfeile zeigen auf die beiden Einbuchtungen am Unterrand des Zahnkörpers

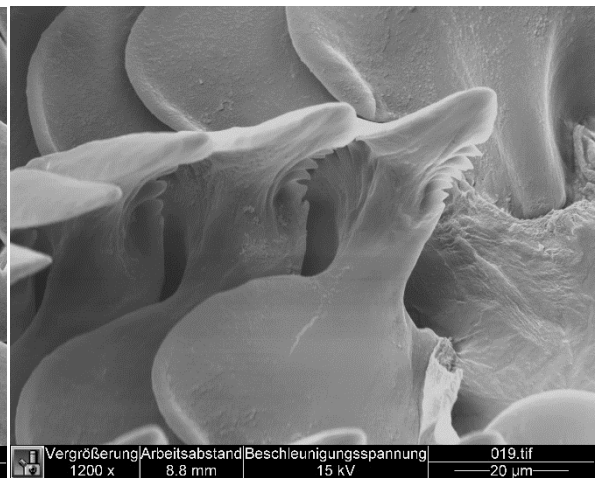


Abbildung 57 - *St. varia* 3, Kippung von hinten

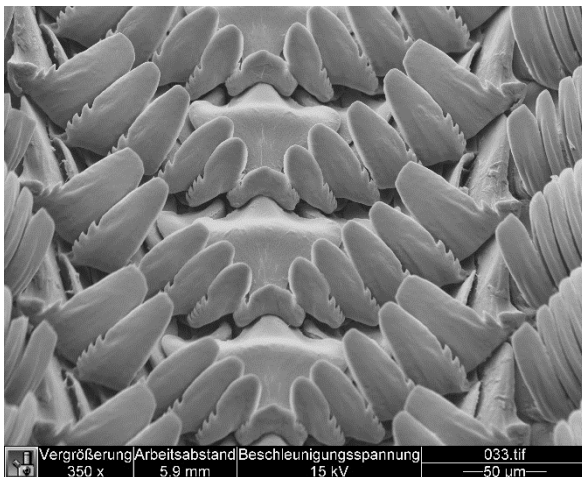


Abbildung 58 - *St. varia* 5, Kippung von hinten

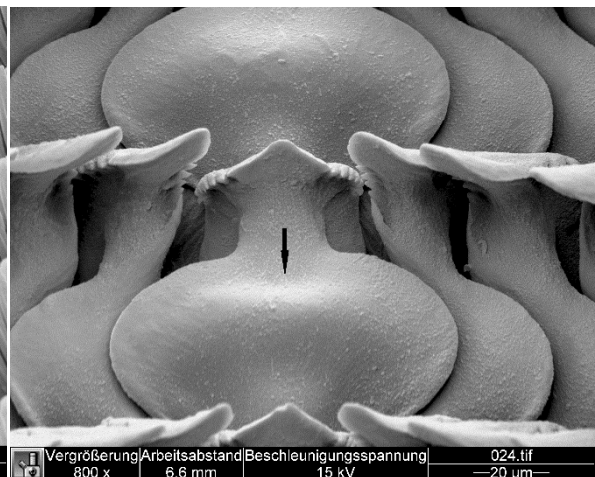


Abbildung 59 - *St. varia* 5, Kippung von vorne, Pfeil weist auf die zusätzliche Einbuchtung im oberen Bereich des Zahnkörpers

Der erste Marginalzahn verfügt, wie bei *St. rarilineata*, über eine schmalere Lateromarginalplatte, als bei *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*, wodurch das Zentralfeld vom Marginalfeld nicht so deutlich abgespreizt wird. Der erste Marginalzahn ist nicht hakenförmig ausgeprägt wie die andern Marginalzähne, hat weniger Dentikel und einen kurzen Zahnhals. Außerdem ist sein Schaber breiter als die der anderen Marginalzähne (Abb. 60).

Die Schaber der inneren Marginalzähne haben vorne eine gerade Kante, die äußeren haben einen runden Abschluss. Es sind an der Außenseite an den inneren Zähnen zwei bis drei Dentikel vorhanden, wobei diese nach außen hin, circa ab dem 23.- 25. Marginalzahn feiner, länger und noch zahlreicher werden. An der Innenseite sind mehr und feinere Dentikel vorhanden. Bei den inneren Marginalzähnen reichen die Dentikel nicht bis ans Ende der Schaber. Erst bei den äußeren Marginalzähnen reichen die Dentikel bis an die Spitze. Die Schaber werden nach außen hin kürzer und bei den äußersten ist keine mediane Verstärkungsleiste mehr vorhanden. Bei den inneren Marginalzähnen ist die Verstärkungsleiste stark ausgeprägt (Abb. 60).

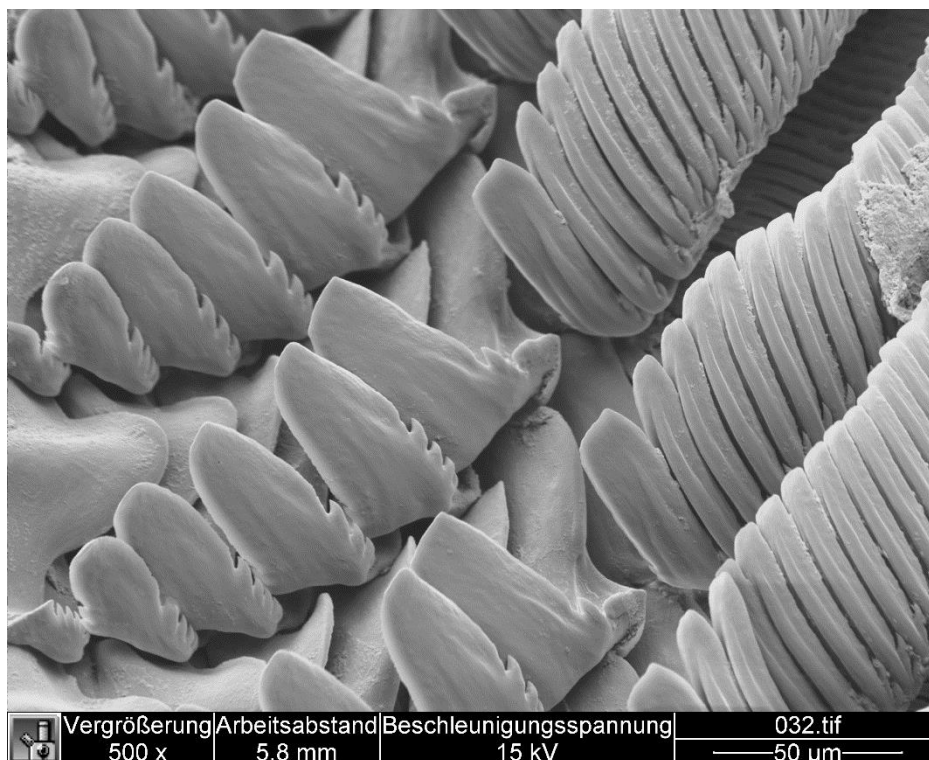


Abbildung 60 – *St. varia* 5, distaler Fortsatz an LZ5 und Marginalzähne

3.1.6. *Phorcus articulatus* (Lamarck, 1822)

Es wurden Abbildungen von acht Individuen von *Phorcus articulatus* erstellt. Fünf davon, *Ph. articulatus* 1 bis 5, waren ausgewachsene und circa 2- 3cm hohe Individuen. Die übrigen drei, *Ph. articulatus* 6 bis 8, waren noch jung und 0,5- 1cm hoch, dies stellt etwa die Größe der untersuchten *Ph. mutabilis* Individuen dar. Da die Größe des Tieres mit der Größe der Radula korreliert, sind die Zähne der jungen Exemplare demzufolge natürlich kleiner. Die Querreihen erscheinen wie bei *Steromphala* bei allen meist bogenförmig. *Phorcus articulatus* hat üblicherweise sechs Lateralzähne statt fünf, wobei es jedoch zu Abweichungen kommen kann. Auch Asymmetrien sind häufig vertreten. *Ph. articulatus* 1 und 2 haben einen asymmetrischen Rachiszahn und die Lateralzähne sind dementsprechend ebenfalls versetzt (Abb. 56, 57). *Phorcus articulatus* 4 hat links nur fünf Lateralzähne, und rechts hingegen wie üblich sechs. Bei *Ph. articulatus* 6 ist es umgekehrt, hier befinden sich auf der rechten Seite nur fünf Lateralzähne und links die üblichen sechs (Abb. 75). *Phorcus articulatus* 7 verfügt beiderseits nur über fünf Lateralzähne (Abb. 77). Die Individuen *Ph. articulatus* 3, 5 und 8 weisen keine Asymmetrien auf und haben auf beiden Seiten jeweils sechs Lateralzähne (Abb. 68, 69).

Die Schaber des Rachiszahnes sind sehr unterschiedlich geformt. Bei *Ph. articulatus* 1 und 2 ist dieser aufgrund der Asymmetrie sehr breit. Außerdem ist er dünn, gewellt und im vorderen Abschnitt der Radula bereits zur Gänze abgenutzt. Dentikel sind nur sehr kleine vorhanden, welche nur schwer sichtbar sind und bei *Ph. articulatus* 1 nur an einer Seite des Schabers vorhanden sind (Abb. 61, 62, 70). *Ph. articulatus* 3 und 4 haben schmälere Schaber und eine höhere Anzahl an Dentikel, welche stärker ausgeprägt sind. Der Schaber von *Ph. articulatus* 3 ist weiters nach vorne hin länger und entschnabelförmig (Abb. 63, 64). Bei *Ph. articulatus* 5 ist der Schaber breit, kurz und ähnlich dünn, wie bei *Ph. articulatus* 1 und 2. Die Dentikel sind ebenfalls klein und nur in geringer Zahl vertreten (Abb. 65). Bei *Ph. articulatus* 6 bis 8 sind die Rachiszahnschaber länger und dicker, wodurch sie im vorderen Bereich der Radula nicht so stark abgenutzt sind. Die Dentikel sind auch klein, aber zahlreicher (Abb. 66- 68). Der Schaber von *Ph. articulatus* 8 ist schmaler als bei den anderen Individuen (Abb. 68). Am häufigsten befinden sich vier bis sechs kleine Dentikel seitlich der Rachiszahnschaber. Bei *Ph. articulatus* 5 und 8 sind es weniger (Tab. 3). Der Zahnhal ist bei den meisten gleich hoch wie breit und bei allen Individuen befinden sich am Zahnhal nur reduzierte, schmale und dünne Seitenlamellen. An der Oberfläche des Rachiszahnes befinden sich bei allen, parallel zu den Seitenflügeln, verlaufende Furchen, welche sehr tief sein können (Abb. 65). Bei *Ph. articulatus* 1 und 2 sieht man diese nur andeutungsweise

(Abb. 61, 62). Bei *Ph. articulatus* 3 bis 8 befinden sich zusätzlich am unteren Rand des Zahnkörpers zwei quer verlaufende Einbuchtungen (Abb. 67). Bei *Ph. articulatus* 8 ist manchmal ein Querwulst in der Mitte des Zahnkörpers vorhanden (Abb. 63, 68). Die Form der Seitenflügel ist sehr unterschiedlich. Bei *Ph. articulatus* 1 und 2 sind sie, wie bereits erwähnt, asymmetrisch. Die rechte Seite reicht nach hinten und die linke nach vorne. Bei *Ph. articulatus* 1 ist dies besonders stark ausgebildet (Abb. 61). Bei *Ph. articulatus* 3, 4, 6 und 8 fallen die Seitenflügel unterschiedlich steil schräg ab und bilden unten eine Rundung. Bei *Ph. articulatus* 4 ist diese kleiner als bei den anderen Individuen (Abb. 63, 46, 66, 68). Die Seitenflügel von *Ph. articulatus* 5 gehen im Anschluss an den Zahnhals leicht schräg weg, bilden breite Schultern und fallen dann nach unten hin rund ab (Abb. 65). Der Zahnkörper von *Ph. articulatus* 7 ist ebenfalls einzigartig geformt. Die Seitenflügel sind zu Beginn nur leicht schräg und bilden nach außen hin eine Rundung, wodurch sich die breiteste Stelle auf halber Höhe des Zahnkörpers befindet und nicht im unteren Bereich wie bei den anderen (Abb. 67).

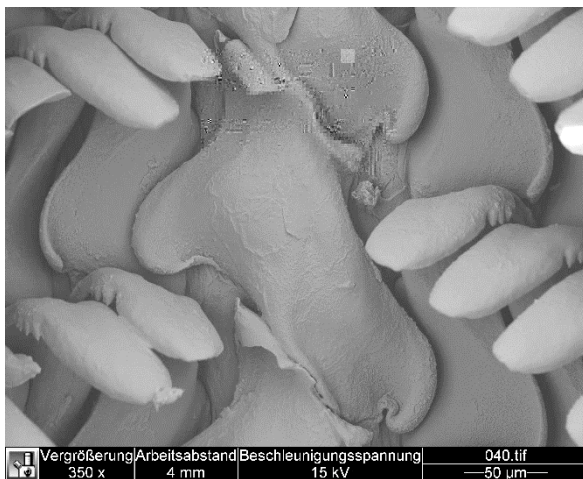


Abbildung 61 - *Ph. articulatus* 1

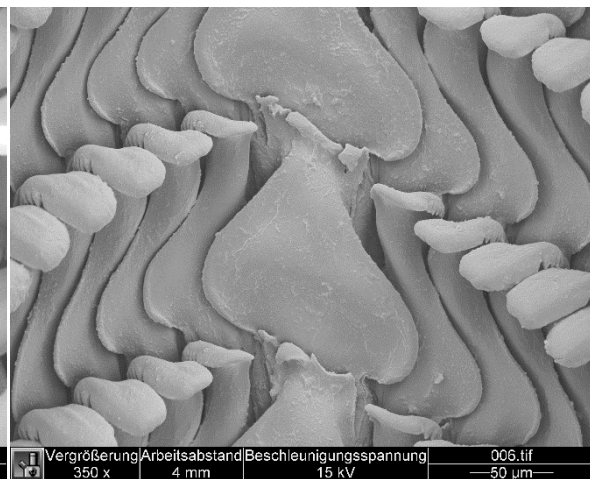


Abbildung 62 - *Ph. articulatus* 2

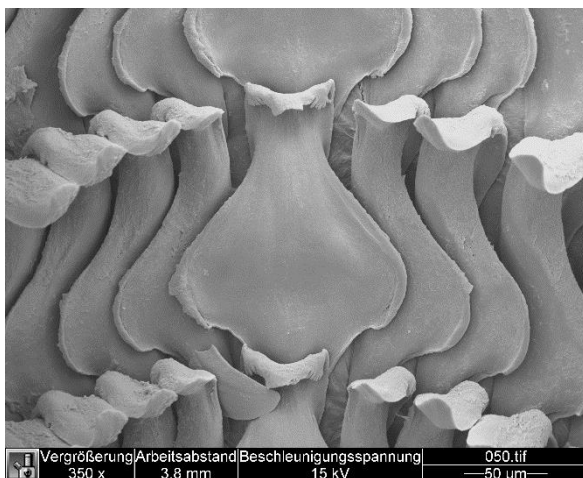


Abbildung 63 - *Ph. articulatus* 3

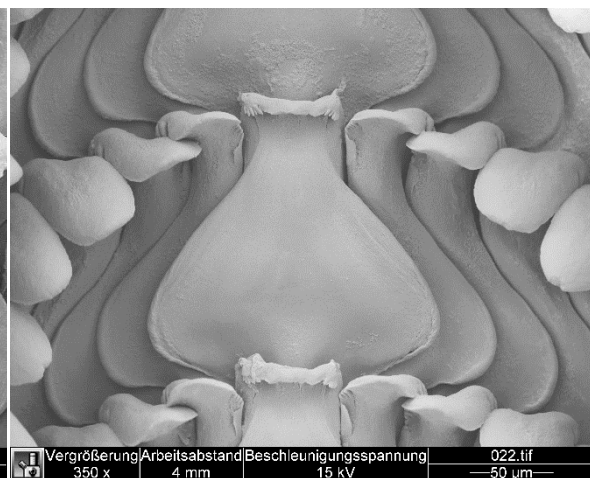


Abbildung 64 - *Ph. articulatus* 4

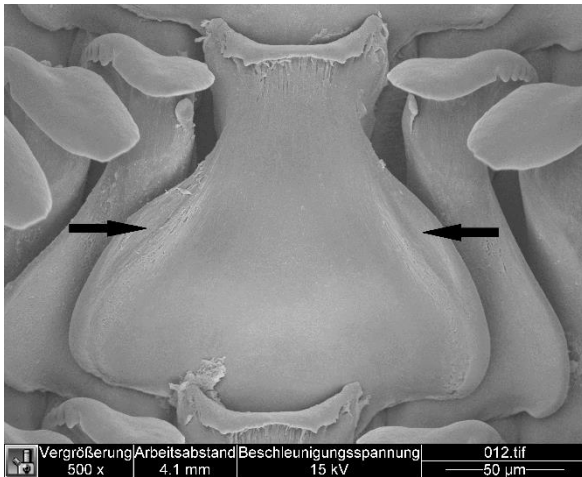


Abbildung 65 - *Ph. articulatus* 5, Pfeile deuten auf die parallel zu den Seitenflügeln verlaufenden Furchen

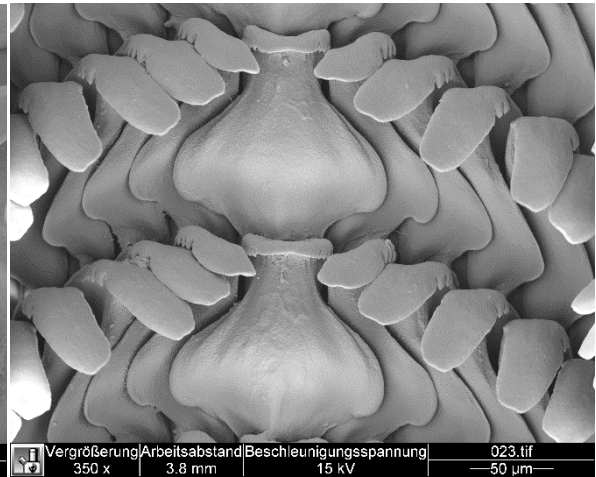


Abbildung 66 - *Ph. articulatus* 6

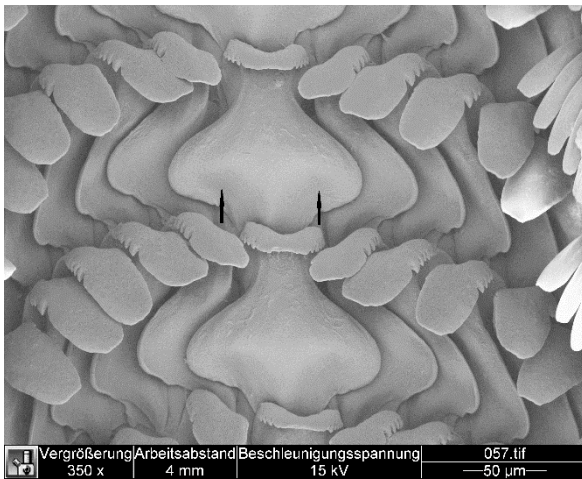


Abbildung 67 - *Ph. articulatus* 7, Pfeile zeigen die beiden Einbuchtungen am Unterrand des Zahnkörpers an

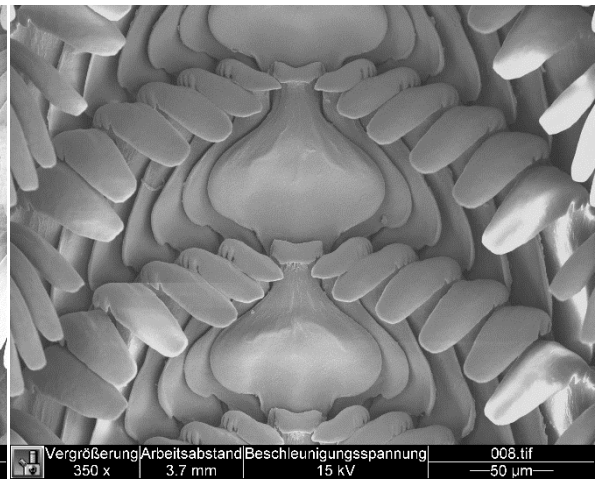


Abbildung 68 - *Ph. articulatus* 8

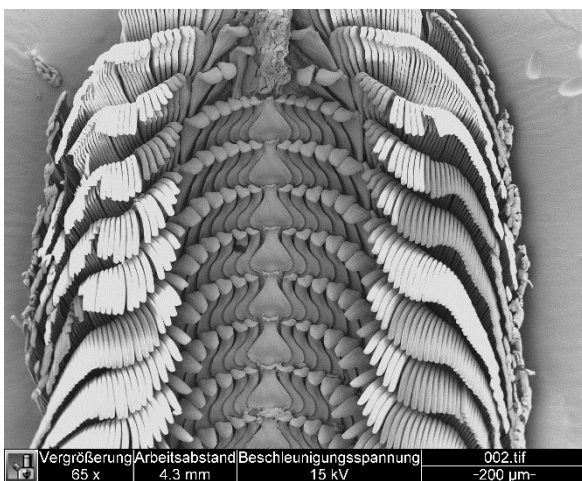


Abbildung 69 – Übersicht vorne, *Ph. articulatus* 3

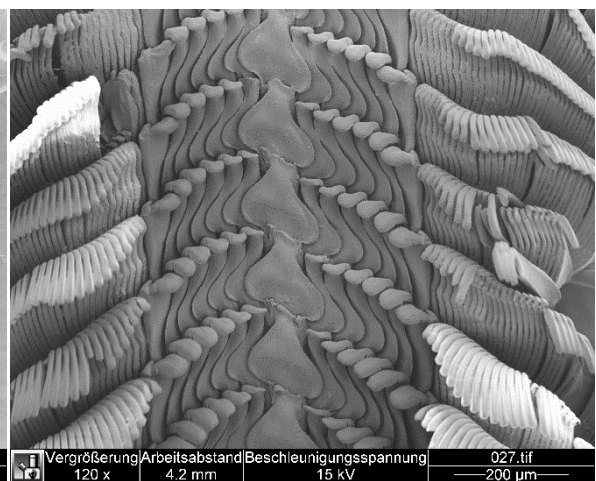


Abbildung 70 – Übersicht vorne, *Ph. articulatus* 2

Die Lateralzähne haben eine ähnliche Form wie der Rachiszahn, aber der Außenrand wird bei den äußeren Zähnen steiler und gerader. Weiters kann der Außenrand etwas verdickt sein (Abb. 61- 68). Es gibt keine großen Unterschiede in der Form und Ausprägung der Lateralzähne und der Schaber. Die Schaber sind lang und haben verhältnismäßig kleine Dentikel. Außerdem sind die Dentikel anders geformt als bei *Steromphala*, sie sind meist länglich und weniger spitz ausgebildet. Die Schaber sind lang und nach vorne hin am äußeren Rand kantig und länger. Am inneren Rand sind sie rundlicher und kürzer. Bei *Ph. articulatus* 1 sind die Lateralzahnschaber vorne rund (Abb. 61). Der fünfte beziehungsweise sechste Lateralzahn verfügt über einen distalen Fortsatz, welcher nicht so deutlich ausgebildet ist wie bei *Steromphala* und hat daher einen nur leicht geschwungenen Außenrand. Bei manchen ist dieser sogar völlig gerade. Zusätzlich ist der äußerste Lateralzahn breiter und dicker als die Anderen (Abb. 70). Die Anzahl der Dentikel variiert stark. An der Innenseite von Lateralzahn 1 sind es meist drei bis vier Dentikel, es können aber auch mehr sein, bei *Ph. articulatus* 2 zum Beispiel bis zu sieben. An der Außenseite des ersten Lateralzahnes sind meist 4 Dentikel vorhanden. An der Außenseite von Lateralzahn 5 befinden sich bei *Ph. articulatus* 1 und 2 bis zu fünf und bei den übrigen Individuen bis zu drei Dentikel (Tab. 3). Nicht nur die Anzahl der Dentikel ist unterschiedlich, sondern auch deren Ausprägung. Bei *Ph. articulatus* 3- 5 sind die Dentikel dünn und länglich ausgebildet. Auch die Dentikel am Rachiszahnschaber sind bei *Ph. articulatus* 3 und 4 länglich und nicht spitz. Bei *Ph. articulatus* 3, 4 und 5 befindet sich unterhalb der Dentikel am Lateralzahn 1 eine Falte (Abb. 74, 76). Bei *Ph. articulatus* 5 kommt diese auch bei den anderen Lateralzähnen vor.

	Rachiszahn	Lateralzahn 1 - Innenseite	Lateralzahn 1- Außenseite	Lateralzahn 5 - Außenseite
<i>Ph. articulatus 1</i>	Nur rechts 4 kleine Dentikel	4	4- 6	4- 5
<i>Ph. articulatus 2</i>	Ungefähr 5 Dentikel, schwär zählbar	4- 7	3- 4	3- 5
<i>Ph. articulatus 3</i>	4- 7 längliche Dentikel	3- 4, mit kleiner Falte	4	1- 2
<i>Ph. articulatus 4</i>	5 längliche Dentikel	3- 4, längliche Dentikel, mit Falte	4- 7	2- 3
<i>Ph. articulatus 5</i>	1- 2	3- 4 längliche Dentikel; mit Falte, auch bei andern LZ	5- 6	2- 3
<i>Ph. articulatus 6</i>	5- 6	5	4	1-3
<i>Ph. articulatus 7</i>	5- 6	3	4- 5	2- 3
<i>Ph. articulatus 8</i>	3- 4	3- 4, längliche Dentikel	4- 5	1- 3
<i>Ph. turbinatus</i>	3-4	4-5	4-7	3-4
<i>Ph. mutabilis 1</i>	3-4	3-4	3	2
<i>Ph. mutabilis 2</i>	4-5	4-5	4-5	2-4
<i>Ph. mutabilis 3</i>	3-4	4	4	2-4
<i>Ph. richardi 1</i>	3-6	3-5	5-6	2-3
<i>Ph. richardi 2</i>	3-4	4-5	3-4	2-3
<i>Ph. richardi 3</i>	4 kl. Längliche Dentikel	3-5	4-5	1-3

Tabelle 3 – Dentikelanzahl, *Phorcus*

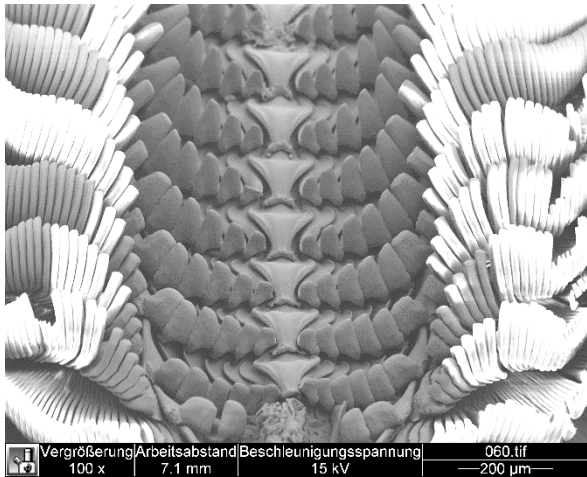


Abbildung 71 - *Ph. articulatus* 3, Kippung von vorne

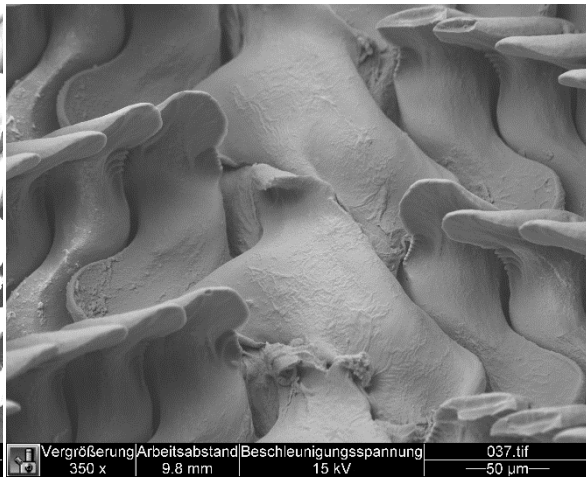


Abbildung 72 - *Ph. articulatus* 1, Kippung von hinten

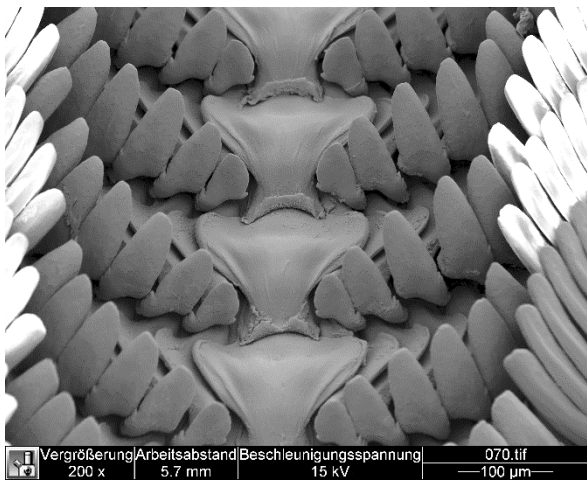


Abbildung 73 - *Ph. articulatus* 5, Kippung von vorne

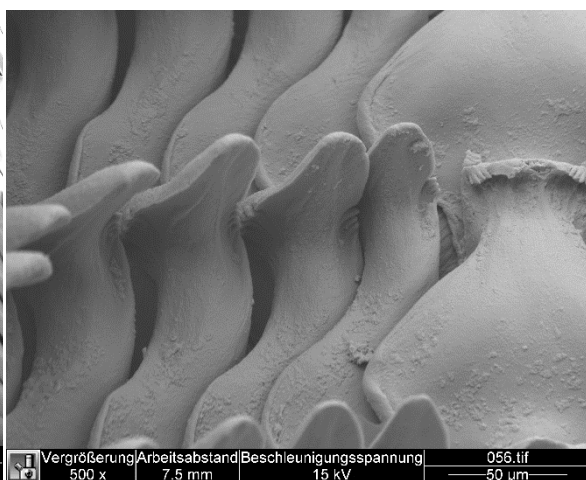


Abbildung 74 - *Ph. articulatus* 3, Kippung von hinten

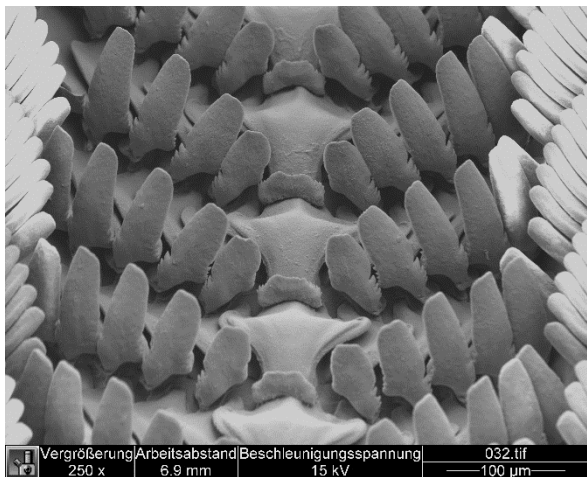


Abbildung 75 - *Ph. articulatus* 6, Kippung von vorne

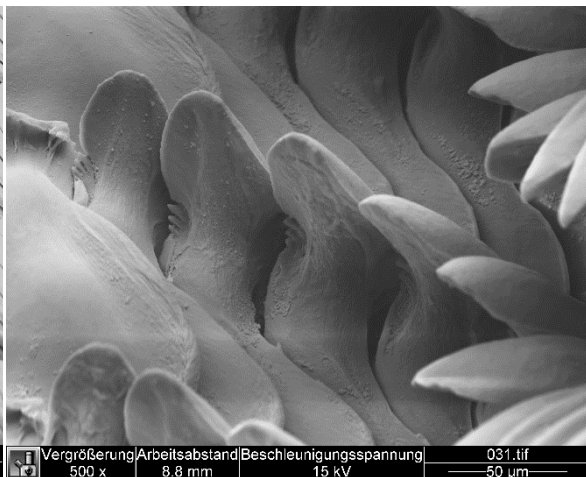


Abbildung 76 - *Ph. articulatus* 4, Kippung von hinten

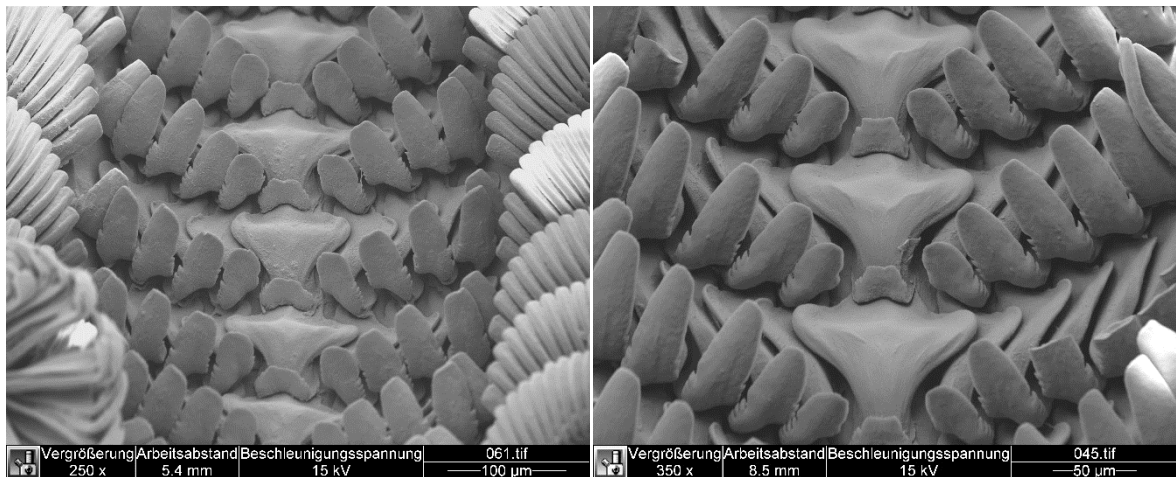


Abbildung 77 - *Ph. articulatus* 7, Kippung von vorne

Abbildung 78 - *Ph. articulatus* 8, Kippung von vorne

Die Ausprägung der Marginalzähne bei *Phorcorus articulatus* unterscheidet sich nur gering von *Steromphala*. Die Schaber sind sehr lang, wodurch es im Rasterelektronenmikroskop zu starken Aufladungen kam und die Bildaufnahme erschwert wurde (Abb. 71, 73). Weiters ist die Lateromarginalplatte des ersten Marginalzahns schmaler als bei *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*, wodurch das Zentralfeld vom Marginalfeld nicht so deutlich abgespreizt wird. Die übrigen Merkmale sind ähnlich. Der erste Marginalzahn ist nicht hakenförmig ausgeprägt wie die andern Marginalzähne, hat weniger Dentikel und einen kurzen Zahnhal. Außerdem ist sein Schaber breiter als die der anderen Marginalzähne.

Die Schaber der inneren Marginalzähne haben eine gerade und die äußeren eine runde Vorderkante. Es sind an der Außenseite an den inneren Zähnen ein bis zwei Dentikel vorhanden, wobei diese nach außen hin feiner, länger und zahlreicher werden. Die Dentikel sind jedoch, aufgrund der langen Schaber, aus der senkrechten Ansicht nicht zu sehen. An der Innenseite sind mehr und feinere Dentikel vorhanden. Bei den inneren Marginalzähnen reichen die Dentikel nicht bis ans Ende der Schaber. Erst bei den äußeren Zähnen, circa ab dem 40.- 44. Marginalzahn, reichen die Dentikel bis an die Spitze. Die Verstärkungsleiste ist nicht so stark ausgeprägt wie bei *Steromphala*. Die Schaber werden nach außen hin kürzer und bei den äußersten ist überhaupt keine mediane Verstärkungsleiste mehr vorhanden.

3.1.7. *Phorcus turbinatus* (Born, 1778)

Es wurde nur eine Radula von *Phorcus turbinatus* untersucht. Die Querreihen sind bogenförmig angeordnet und es gibt keine Asymmetrien.

Der Schaber des Rachiszahnes ist rund, dünn und an der Oberseite eingedellt. An der Seite des Schabers befinden sich 3 bis vier Dentikel, welche manchmal nur einseitig vorhanden sind. Der Zahnhals ist breit und hoch. An den Seiten befinden sich schmale, dünne Seitenlamellen, die nur noch durch einen dünnen Streifen sichtbar sind. Der Zahnkörper ist mehr als doppelt so breit wie hoch. Die Seitenflügel verlaufen schwach schräg und weit auseinander. Die breiteste Stelle befindet sich im unteren Viertel des Zahnkörpers. Am unteren Rand befinden sich zwei Einbuchtungen (Abb. 79).

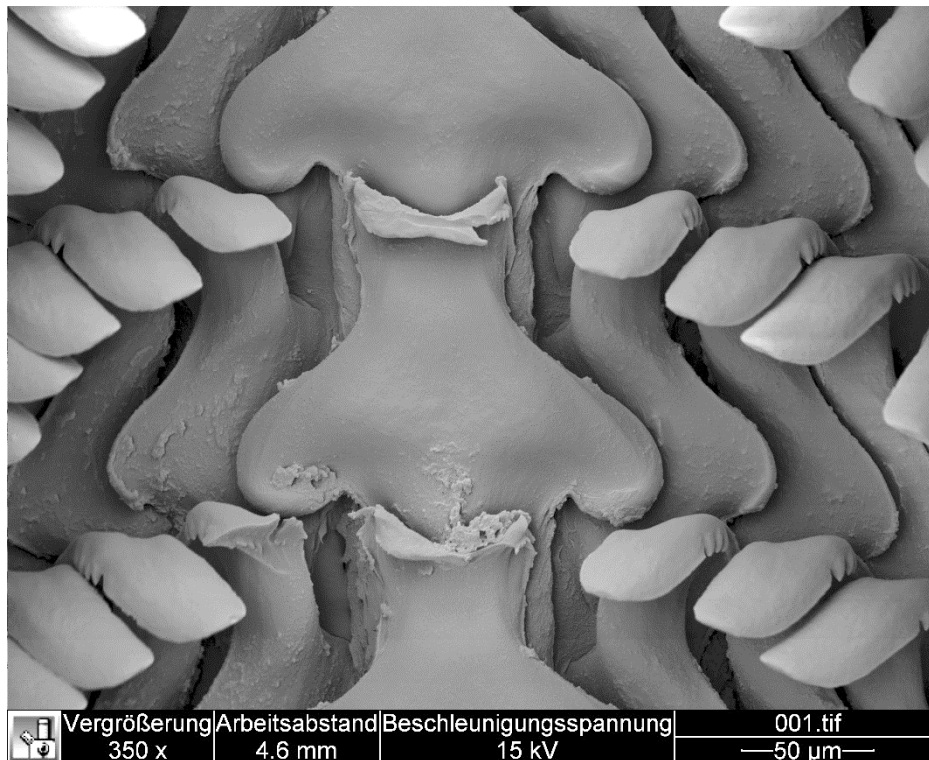


Abbildung 79 - *Ph. turbinatus*

Die Form des ersten Lateralzahnes ähnelt der Form des Rachiszahnes. Bei den äußeren Lateralzähnen ist der Abschluss schräger und die Rundung im unteren Bereich kleiner. Die Schaber sind lang und kräftig ausgebildet. Sie sind im vorderen Bereich außen sowie innen rundlich, wobei die Vorderkante gerade sein kann (Abb. 74). Der fünfte Lateralzahn hat einen breiteren Schaber als die anderen und einen distalen Fortsatz, wodurch der äußere Rand leicht geschwungen ist (Abb. 80- 82). Die Dentikel sind, wie bei *Phorcus articulatus*, verhältnismäßig zur Schabergröße klein. An der Innenseite des Schabers von

Lateralzahn 1 befinden sich vier bis fünf Dentikel und an der Außenseite vier bis sieben. Der fünfte Lateralzahn hat außen drei bis vier kleine Dentikel (Tab. 3, Abb. 80, 81).

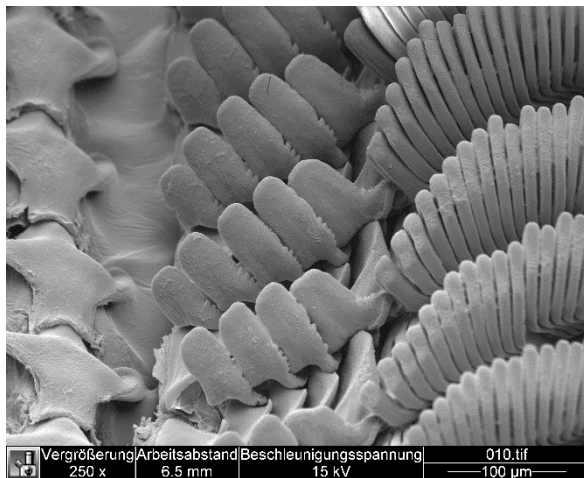


Abbildung 80 - *Ph. turbinatus*, Kippung von vorne

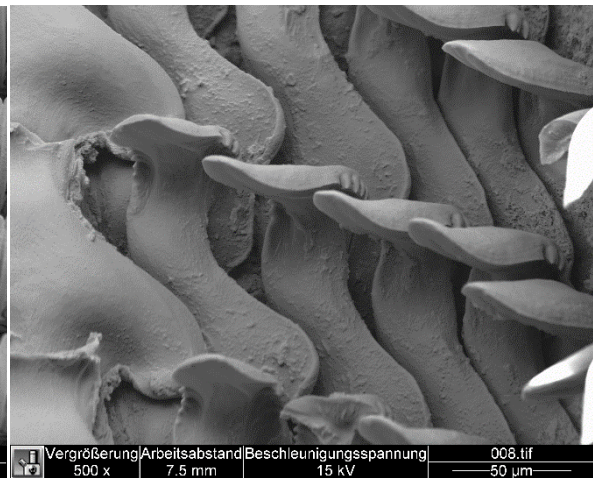


Abbildung 81 - *Ph. turbinatus*, Kippung von hinten

Der erste Marginalzahn hat nur eine schmale Lateromarginalplatte. Er ist nicht hakenförmig, hat einen kurzen Zahnhals und einen breiteren Schaber als die anderen Marginalzähne (Abb. 80, 82). Der erste Marginalzahn hat vorne eine gerade Kante und die übrigen sind vorne rund. Es befinden sich an der Außenseite der inneren Marginalzähne ein bis zwei Dentikel. Die Dentikel werden bei den äußeren Zähnen zahlreicher, kleiner und feiner. Weiters werden die Schaber der Zähne nach außen hin kürzer. An der Innenseite sind mehr und feinere Dentikel vorhanden, nur sind diese leider schwer zählbar, da sie von den anliegenden Zähnen verdeckt werden. Bei den äußeren Zähnen, etwa ab dem 40.- 44. Marginalzahn reichen die Dentikel bis an die Spitze der Schaber. Die Schaber der inneren Zähne haben eine mediane Verstärkungsleiste, welche bei den äußeren schwächer wird und bei den zartesten Schabern nicht mehr vorhanden ist.

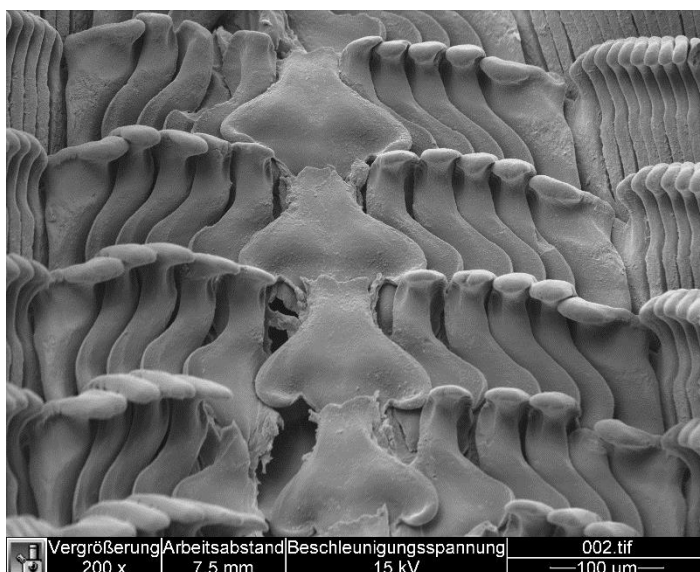


Abbildung 82 – *Ph. turbinatus*, Übersicht

3.1.8. *Phorcus mutabilis* (Philippi, 1846) und *Phorcus richardi* (Payraudeau, 1826)

Da sich die beiden Arten *Phorcus mutabilis* und *Ph. richardi* in ihren Radulamerkalen sehr ähnlich sind, werden sie hier gemeinsam beschrieben. Von beiden wurden je drei Individuen untersucht. Die Querreihen sind, wie bei den zuvor beschriebenen Arten, bogenförmig, mit nach außen hin immer leicht nach unten versetzten Lateralzähnen. Es sind keine Asymmetrien vorhanden.

Die Rachiszahnschaber sind breit und trapezförmig. Der Vorderrand ist unregelmäßig und manchmal tief eingebuchtet. An den Seiten der Schaber befinden sich meist drei bis vier sehr kleine Dentikel und bei *Ph. richardi* 1 bis zu sechs (Tab. 3, Abb. 89, 91, 95, 97). Der Zahnhals ist bei allen breit und kurz und es sind seitlich Seitenlamellen, welche unten schmal sind, nach oben breiter werden und manchmal über den Schaber hinausreichen, vorhanden. Die Seitenflügel des Zahnkörpers fallen bei *Ph. richardi* 1- 3 schräg und gerade ab. Am unteren Ende bilden sie eine Rundung, welche bei *Ph. richardi* 3 weiter nach unten reicht, als bei *Ph. richardi* 1 und 2 (Abb. 86- 88). Bei *Ph. mutabilis* 1- 3 verlaufen die Seitenflügel ebenfalls schräg nach unten, nur nicht so gerade, da sie leicht nach innen eingebuchtet sind. Bei allen, außer bei *Ph. mutabilis* 3, liegt die breiteste Stelle im unteren Drittel des Zahnkörpers. Bei *Ph. mutabilis* 3 fallen die Seitenflügel nicht so stark schräg ab und daher liegt die breiteste Stelle höher (Abb. 83- 85). *Phorcus richardi* 1 -3 weisen leichte Einbuchtungen am unteren Rand des Zahnkörpers auf (Abb. 86- 88). Bei *Ph. mutabilis* 1- 3 befinden sich unten ebenfalls querliegende Einbuchtungen und mittig noch zusätzlich ein breite und aufgewölbte Querwulst (Abb. 83- 85).

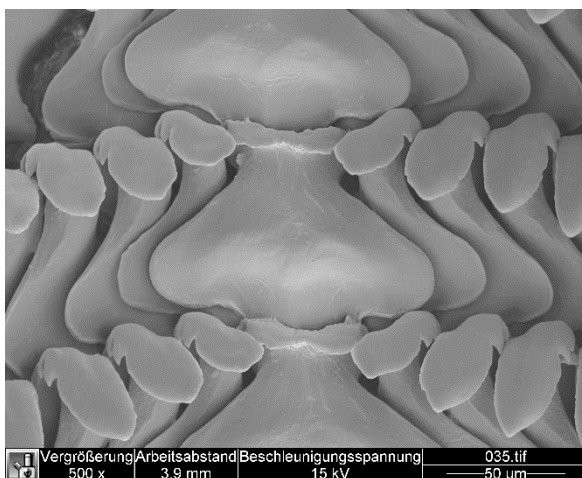


Abbildung 83 - *Ph. mutabilis* 1

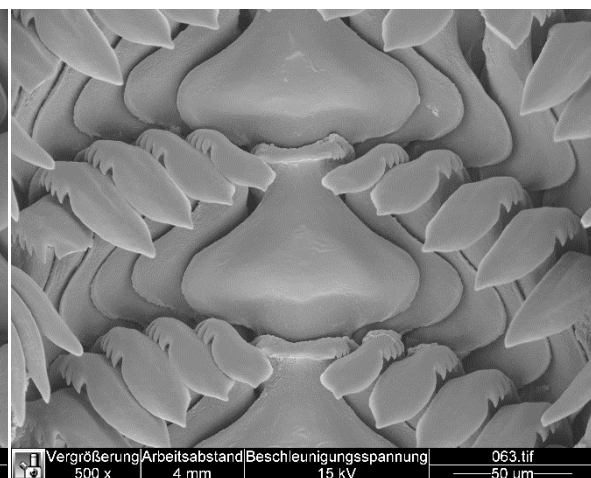


Abbildung 84 - *Ph. mutabilis* 2

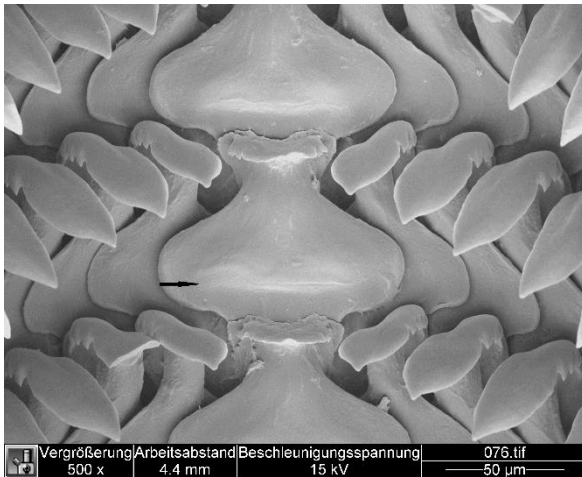


Abbildung 85 - *Ph. mutabilis* 3; Pfeil weist auf die Querwulst

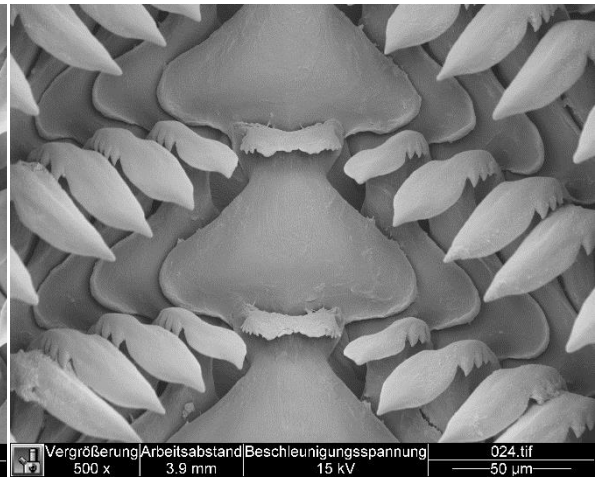


Abbildung 86 - *Ph. richardi* 1

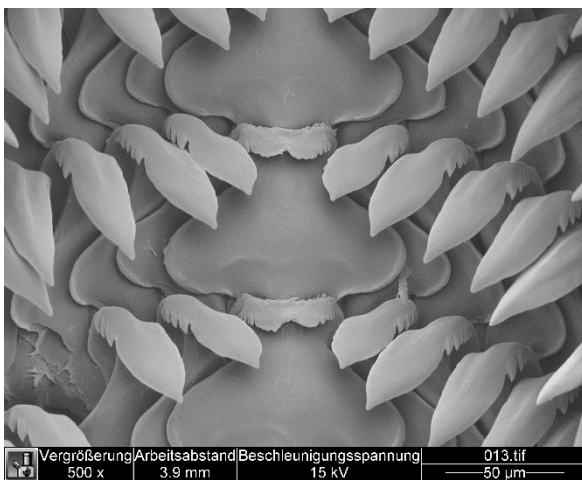


Abbildung 87 - *Ph. richardi* 2

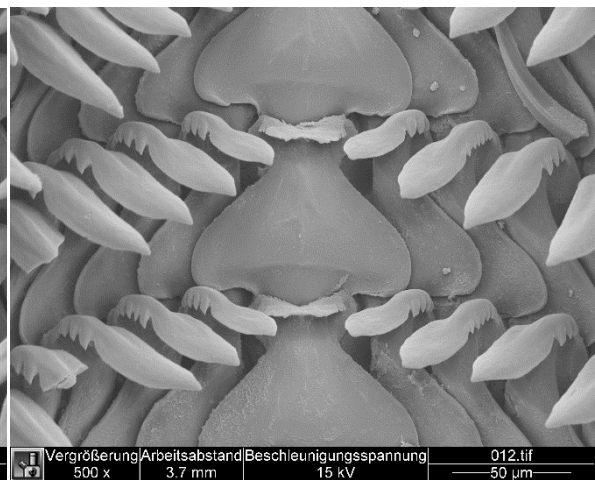


Abbildung 88 - *Ph. richardi* 3

Die Form des ersten Lateralzahnes ähnelt der Form des Rachiszahnes. Nach außen hin wird der Abschluss schräger und die Rundung im unteren Bereich kleiner und spitzer. Die Schaber sind lang und vorne schmal und spitz zulaufend. An der Rückseite sind sie leicht gefurcht und bei Lateralzahn 4 und 5 sind bei manchen mediane Verdickungen vorhanden (Abb. 83- 88). Der fünfte Lateralzahn hat einen distalen Fortsatz, ist breiter als die anderen Lateralzähne und hat einen geschwungenen Außenrand. Die Dentikel an den Lateralzähnen sind größer und stärker ausgeprägt als bei *Phorcus articulatus*. An der Innenseite von Lateralzahn 1 befinden sich drei bis vier oder vier bis fünf Dentikel. An der Außenseite ist die Dentikelanzahl ähnlich, nur bei *Ph. richardi* 1 können auch bis zu sechs Dentikel vorkommen. Der fünfte Lateralzahn hat außen meist zwei bis drei oder sogar bis zu vier Dentikel (Tab. 3, Abb. 89- 98).

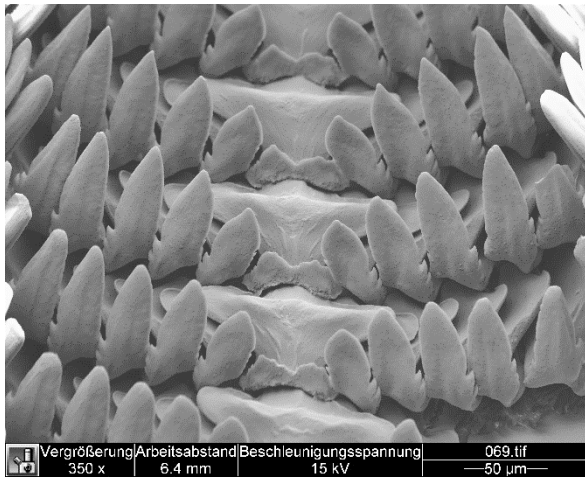


Abbildung 89 - *Ph. mutabilis* 1, Kippung von vorne

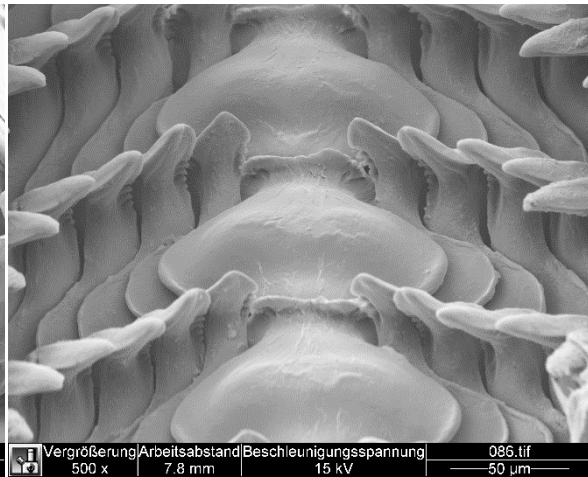


Abbildung 90 - *Ph. mutabilis* 1, Kippung von hinten

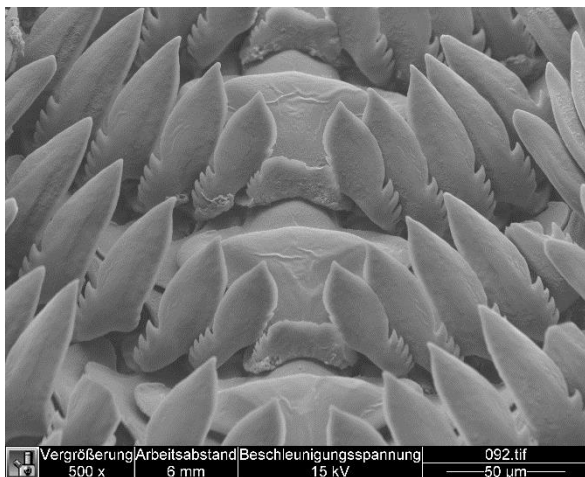


Abbildung 91 - *Ph. mutabilis* 2, Kippung von vorne

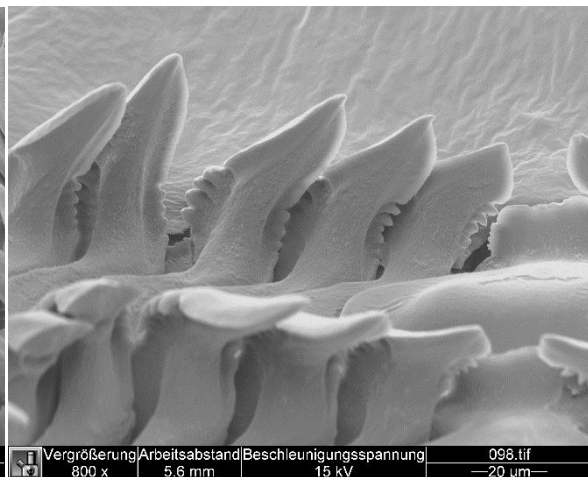


Abbildung 92 - *Ph. mutabilis* 2, Kippung von hinten

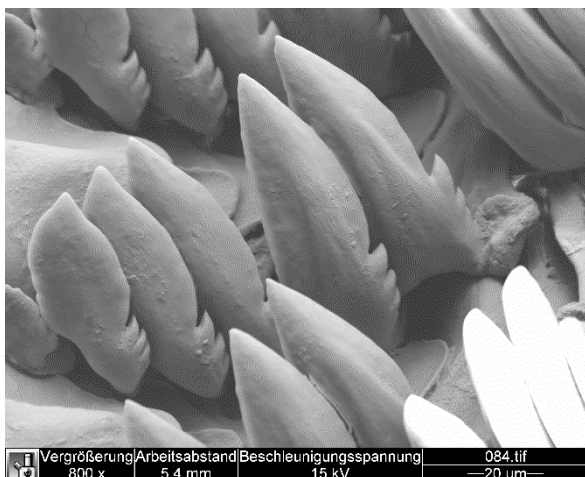


Abbildung 93 - *Ph. mutabilis* 3, Kippung von vorne

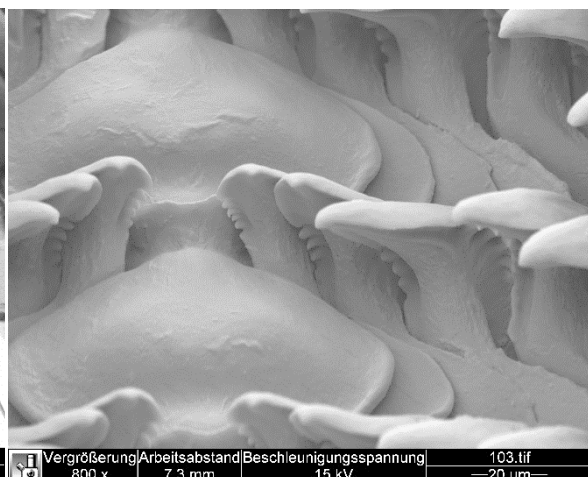


Abbildung 94 - *Ph. mutabilis* 3, Kippung von hinten

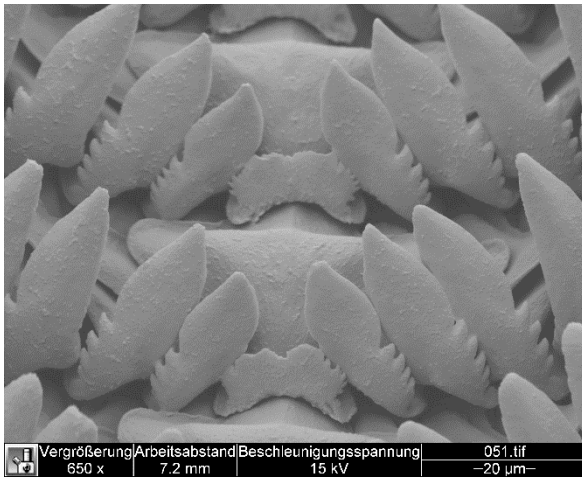


Abbildung 95 - *Ph. richardi* 1, Kippung von vorne

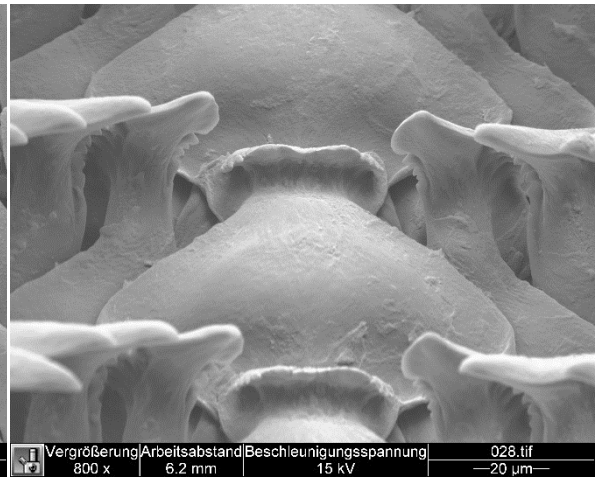


Abbildung 96 - *Ph. richardi* 1, Kippung von hinten

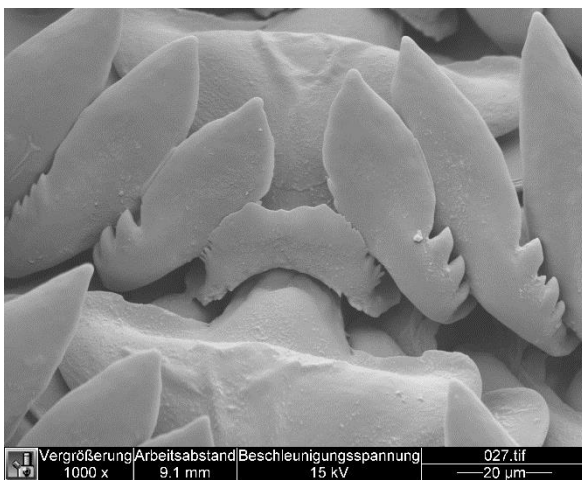


Abbildung 97 - *Ph. richardi* 3, Kippung von vorne

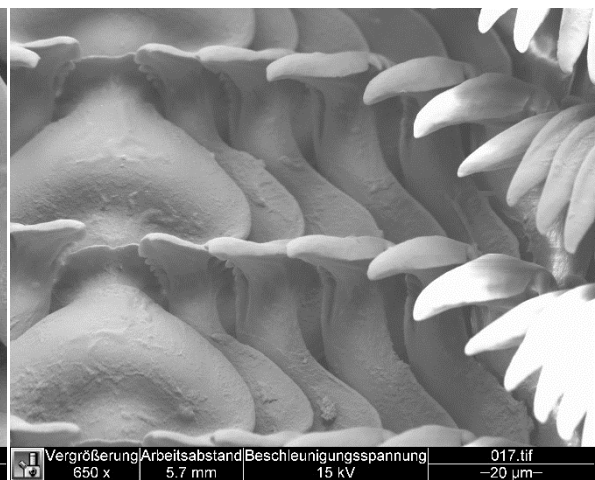


Abbildung 98 - *Ph. richardi* 3, Kippung von hinten

Die Ausprägung der Marginalzähne bei *Phorcus mutabilis* und *Ph. richardi* unterscheidet sich nur gering von den anderen Arten. Die Lateromarginalplatte des ersten Marginalzahns ist schmaler als bei *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*, wodurch das Zentralfeld vom Marginalfeld nicht so deutlich abgespreizt wird. Weiters sind die Schaber länger. Der erste Marginalzahn ist nicht hakenförmig ausgeprägt wie die andern Marginalzähne, hat weniger Dentikel und einen kurzen Zahnhs. Außerdem ist sein Schaber breiter als die der anderen Marginalzähne und ist vorne, ähnlich wie die Lateralzähne, spitz. Auch die anderen, innen liegenden Zähne, haben eine Spitze und nach außen hin wird der Vorderrand runder (Abb. 99, 100).

Es sind an der Außenseite der inneren Zähne zwei Dentikel vorhanden und an der Innenseite mehr. Die Dentikel werden nach außen hin feiner, länger und zahlreicher. Bei den inneren Marginalzähnen reichen die Dentikel nicht bis ans Ende der sehr langen Schaber. Erst bei den äußeren Marginalzähnen, circa ab dem 37.- 40. Marginalzahn, reichen die Dentikel bis an die Spitze. Die Schaber haben an der Rückseite eine mediane Verstärkungsleiste und werden nach außen hin kürzer und bei den äußersten ist keine solche Verdickung mehr vorhanden (Abb. 99, 100).

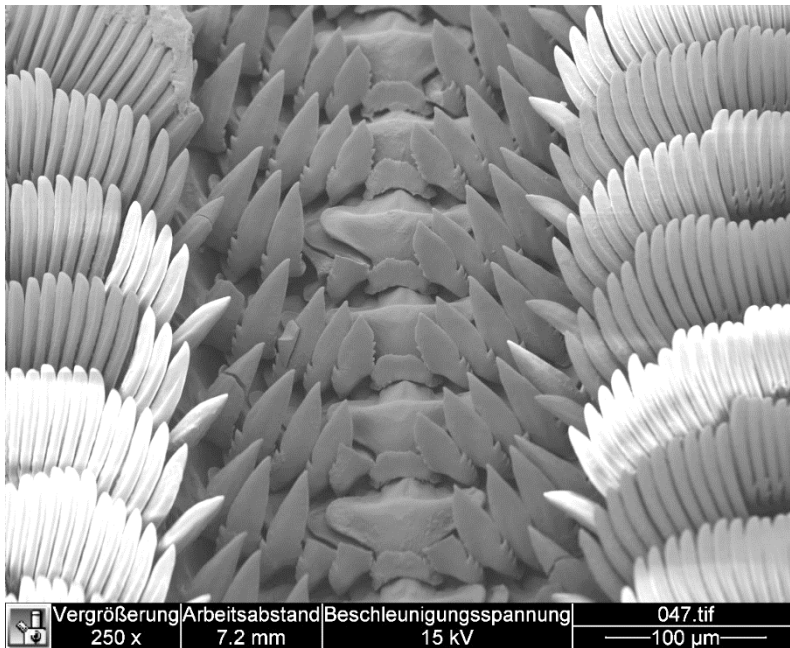


Abbildung 99 - *Ph. richardi* 2,
Überblick Marginalzähne,
Kippung von vorne

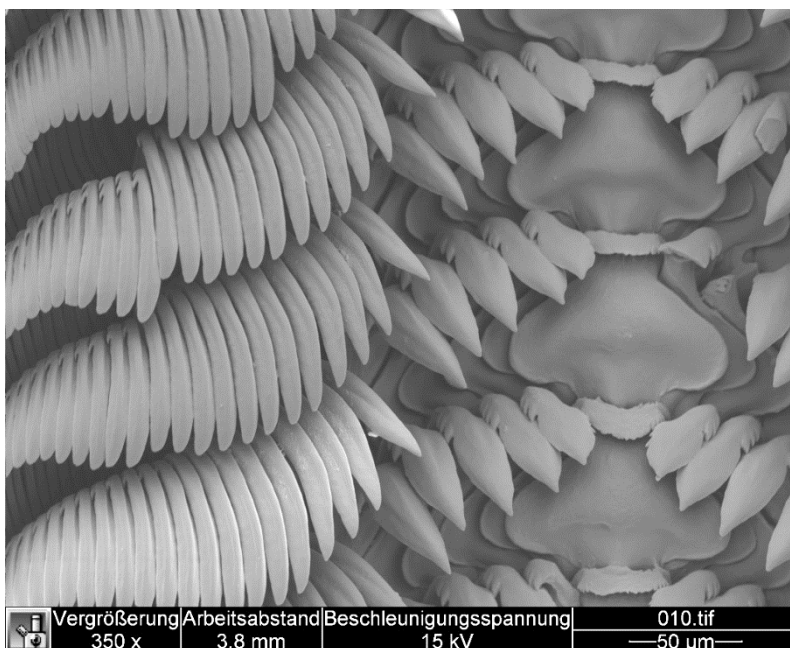


Abbildung 100 - *Ph. richardi* 2,
Überblick Marginalzähne

3.1.9. *Clanculus cruciatus* (Linné, 1758) und *Clanculus jussieui* (Payraudeau, 1826)

Da sich auch die beiden Arten *Clanculus cruciatus* und *C. jussieui* sehr ähnlich sind, werden sie gemeinsam beschrieben. Es wurde ein Exemplar *C. cruciatus* und drei Individuen *C. jussieui* untersucht. Da die Lateralzähne immer leicht nach unten versetzt sind, erscheinen die Querreihen der Radulae nach außen hin bogenförmig. Asymmetrien sind keine vorhanden.

Die Schaber des Rachiszahnes sind bei allen, sowohl im vorderen als auch im hinteren Bereich der Radula, vorne rund. Der hintere Rand der Schaber ist leicht eingedellt. An den Seiten befinden sich bei *C. cruciatus* vier bis sechs und bei *C. jussieui* drei bis vier Dentikel (Tab. 4, Abb. 105, 107, 109). Der Zahnhs ist schmal, kurz und wird zur Gänze von den Schabern verdeckt. Seitenlamellen am Rachiszahnhs sind nicht zu erkennen, da der Rachiszahn von hinten von den Lateralzähnen umfasst wird. Die Seitenflügel des Rachiszahnes von *C. cruciatus* fallen an der Oberseite schräg ab und am unteren Ende bilden sie außen einen runden Abschluss. Dadurch ergibt sich ein dreieckartiges Erscheinungsbild. Die Oberfläche des Rachiszahnkörpers hat im unteren Bereich in der Mitte eine quer liegende Ausbuchtung, mit zwei darüber liegenden, parallel zu den Seitenflügeln verlaufenden, Einbuchtungen (Abb. 101). Bei *C. jussieui* verlaufen die Seitenflügel nur leicht schräg und bilden anschließend nach außen und unten einen runden Rand. Die Oberfläche des Rachiszahnkörpers hat bei *C. jussieui* 1- 3 im unteren Bereich zwei parallel, zu den Außenrändern der Seitenflügel schräg liegende Einbuchtungen, welche jedoch nicht immer deutlich zu erkennen sind. Manchmal sind diese auch zu einer quer liegenden Einbuchtung verbunden. Darüber liegt eine leicht ausgebildete Querwulst. Unter dem Zahnhs in der Mitte befindet sich zusätzlich eine dreiecksförmige Einbuchtung. Bei *C. jussieui* 3 ist dies nicht so deutlich ausgeprägt (Abb. 102- 104).

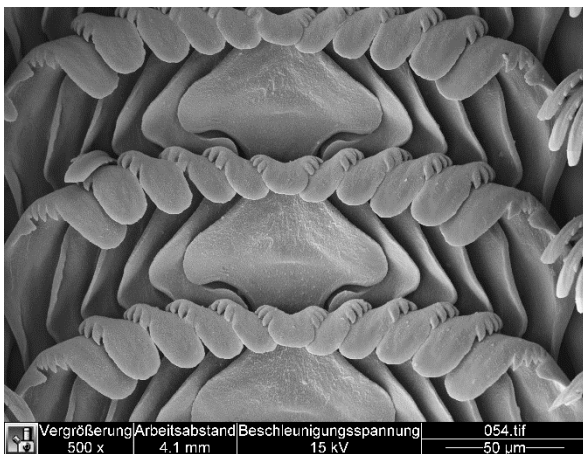


Abbildung 101 - *C. cruciatus*

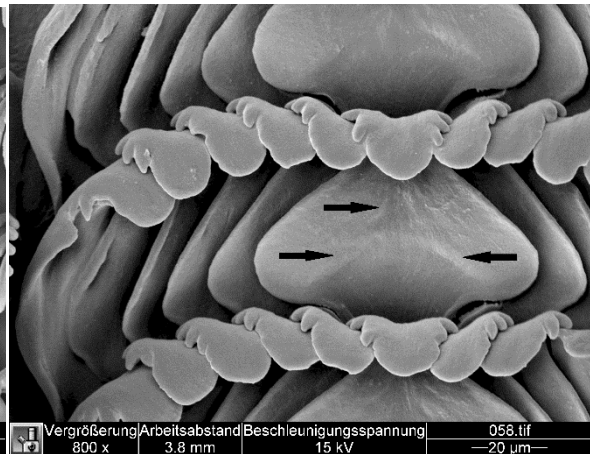


Abbildung 102 - *C. jussieui* 1, Pfeile weisen auf die Einbuchtungen am Zahnkörper

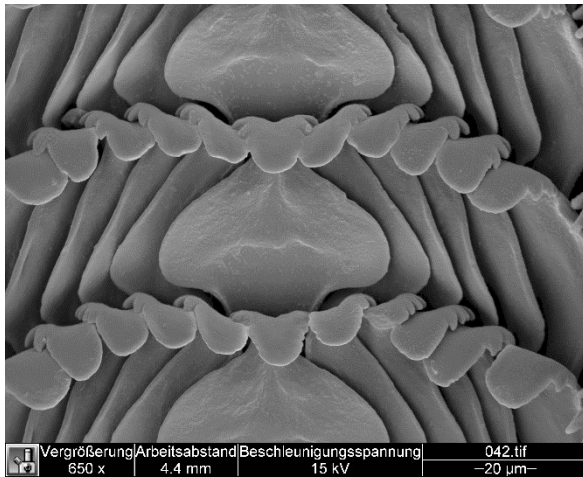


Abbildung 103 - *C. jussieui* 2

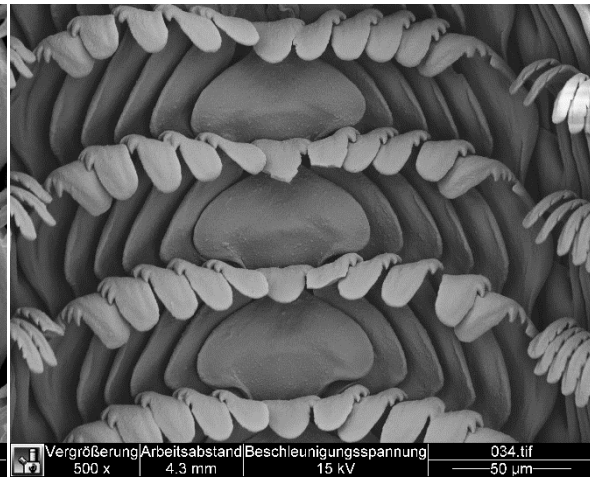


Abbildung 104 - *C. jussieui* 3

Der Außenrand der Lateralzähne 1- 4 ist ebenfalls schräg abfallend und macht am unteren Ende einen Knick und zusätzlich sind sie am Rand leicht aufgewölbt. Die Schaber sind rund und werden nach außen hin länger. Im vorderen Bereich sind sie bei allen nur leicht abgenutzt. Außerdem sind sie an der Rückseite meist leicht gefurcht und die äußeren weisen eine mediane Verdickung auf. Der Lateralzahn 5 ist distal bogenförmig und breiter als die anderen Lateralzähne (Abb. 101- 104). Weiters hat er an der Außenseite bei allen vier Individuen drei Dentikel und einen lateralen Fortsatz. Der Schaber ist etwas breiter als bei den anderen Lateralzähnen. Der erste Lateralzahn hat bei *C. cruciatus* an der Außenseite meist fünf Dentikel. An der Innenseite ist der Rand nur leicht gewellt und weist keine deutliche Zahnung auf (Abb. 105, 106). Bei *C. jussieui* 1- 3 ist die Dentikelanzahl gleich. An der Innenseite des ersten Lateralzahnes ist der Rand meist glatt und manchmal leicht gewellt. An der Außenseite sind drei bis vier Dentikel vorhanden (Tab. 4, Abb. 107- 110).

	Rachiszahn	Lateralzahn 1 - Innenseite	Lateralzahn 1- Außenseite	Lateralzahn 5 - Außenseite
<i>C. cruciatus</i>	4-6	Gewellt, keine deutliche Zahnung	5	3
<i>C. jussieui</i> 1	3-4	Meist glatter Rand, manchmal leicht gewellt	3-4	3
<i>C. jussieui</i> 2				
<i>C. jussieui</i> 3				

Tabelle 4 - Dentikelanzahl, *Clanculus cruciatus* und *Clanculus jussieui*

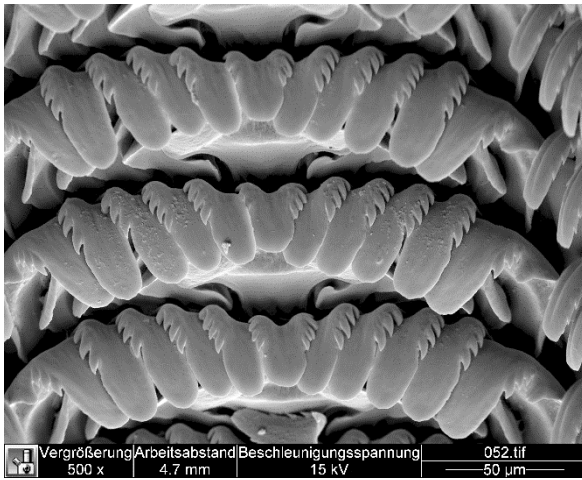


Abbildung 105 - *C. jussieui* 1, Kippung von vorne

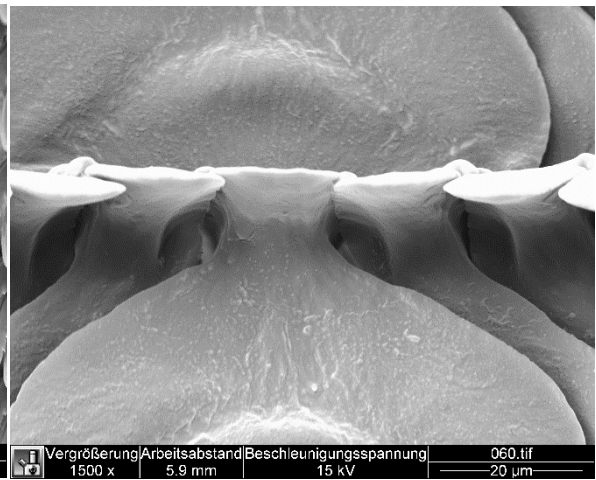


Abbildung 106 - *C. jussieui* 1, Kippung von hinten

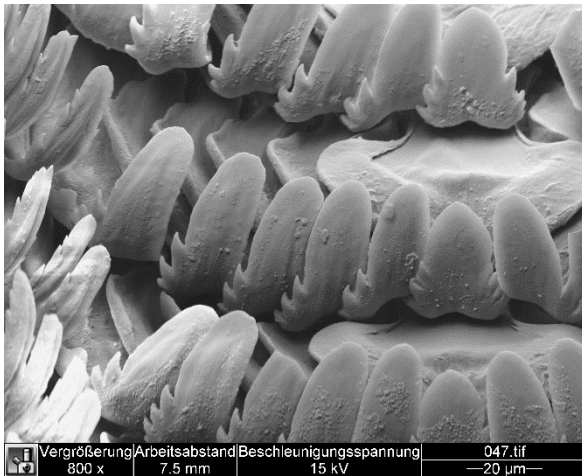


Abbildung 107 - *C. jussieui* 3, Kippung von vorne

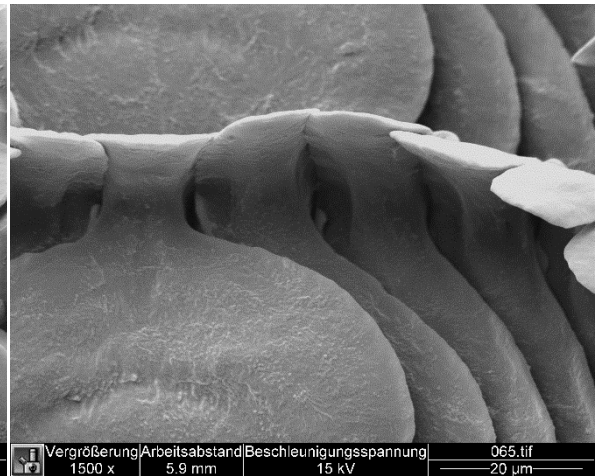


Abbildung 108 - *C. jussieui* 2, Kippung von hinten

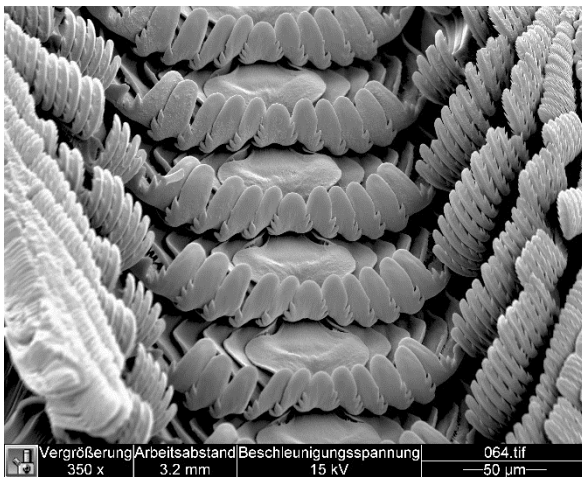


Abbildung 109 - *C. cruciatus*, Kippung von vorne

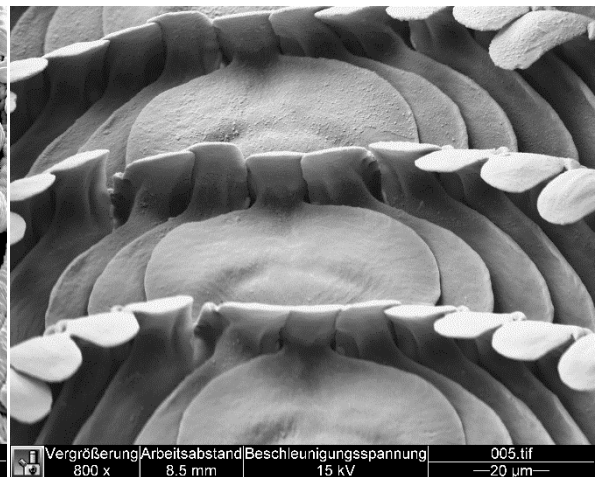


Abbildung 110 - *C. cruciatus*, Kippung von hinten

Der erste Marginalzahn verfügt bei allen vier Individuen über eine sehr breite Lateromarginalplatte, welche sogar breiter ist als bei *Steromphala adiratica* und *St. umbilicaris* und dafür sorgt, dass das Zentralfeld vom Marginalfeld abgespreizt wird. Weiters ist er nicht so stark hakenförmig ausgeprägt wie die andern Marginalzähne, der Zahnhals ist kurz und der Schaber ist breiter (Abb. 111).

Die Dentikel an den Marginalzähnen sind feiner als die Dentikel an den Lateralzähnen. Es sind beiderseits an den inneren Zähnen sechs bis acht Dentikel vorhanden, wobei diese nach außen hin, ab circa dem siebten Marginalzahn, feiner, länger und zahlreicher werden. Weiters reichen die Dentikel bei den inneren Zähnen nicht bis ans Ende der Schaber. Bei den äußeren Zähnen reichen sie bis ganz nach vorne und auch an den Spitzen der Schaber befinden sich Dentikel. Zusätzlich ist an den Marginalzähnen eine mediane Verstärkungsleiste vorhanden. Nur die äußersten und feinsten Marginalzähne haben keine Verdickung. *Clanculus* unterscheidet sich von *Steromphala* und *Phorcus* durch eine höhere Dentikelanzahl an den Marginalzähnen und durch deutlich kürzere Schaber (Abb. 112).

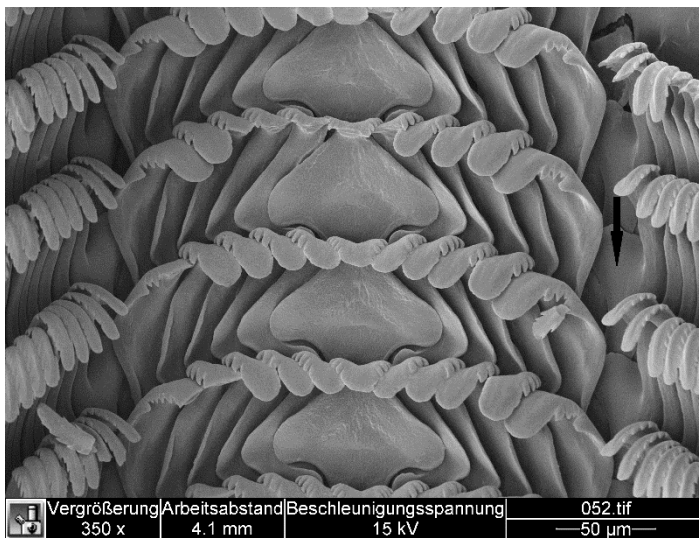


Abbildung 111 – *C. cruciatus*, Pfeil zeigt auf Lateromarginalplatte

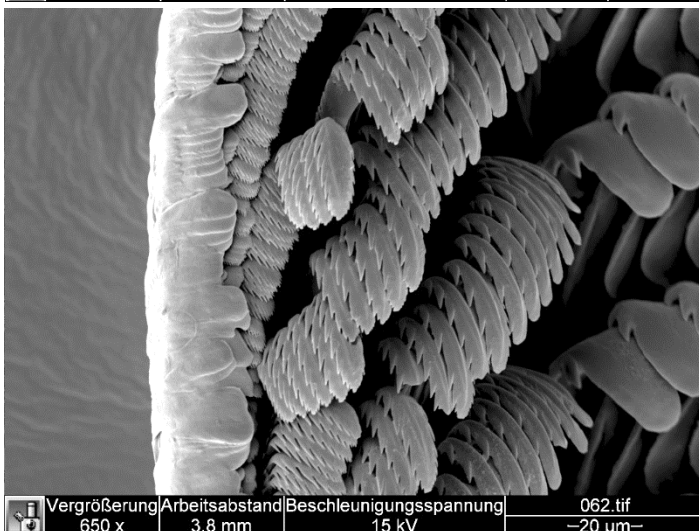
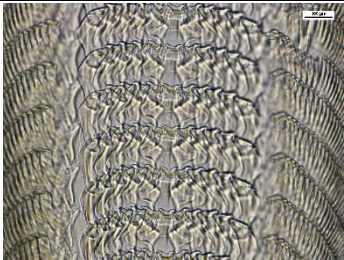
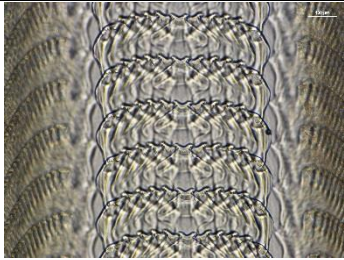
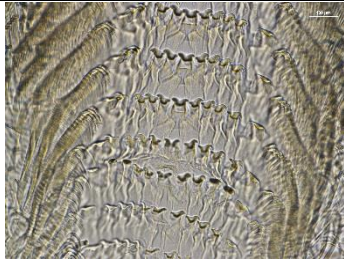
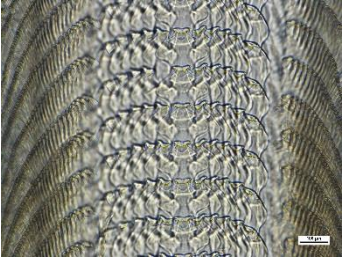
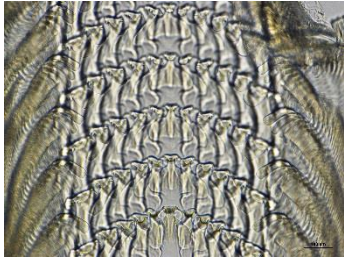
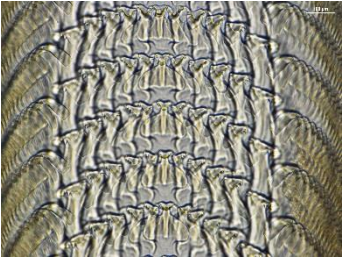
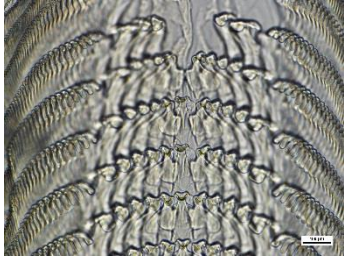
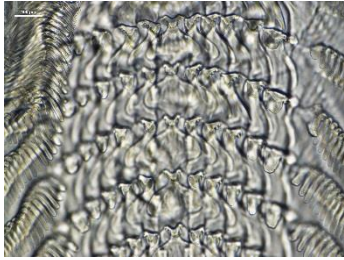
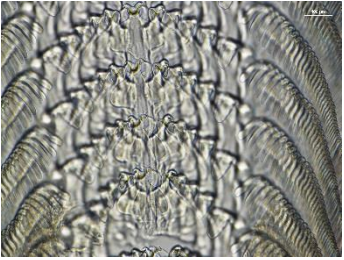
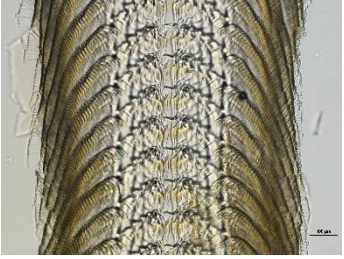
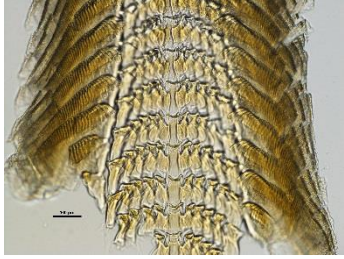
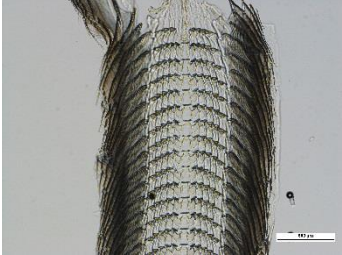
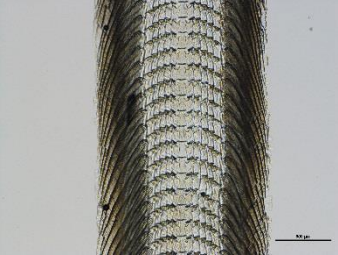
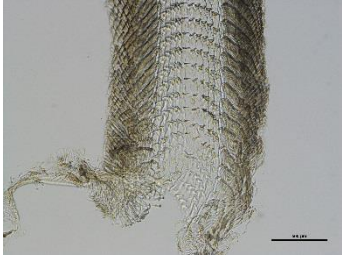
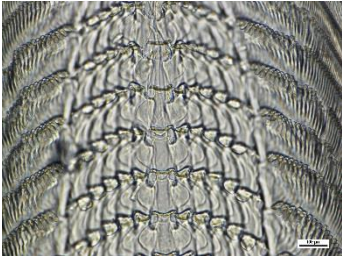
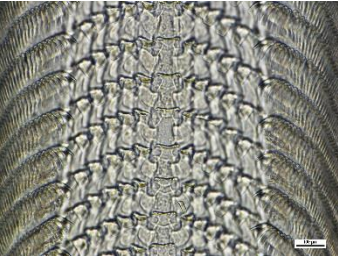
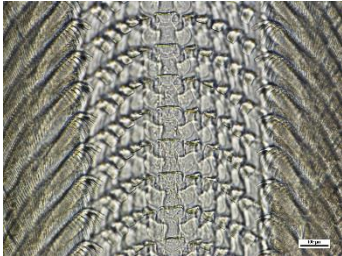
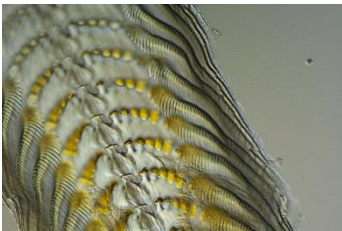
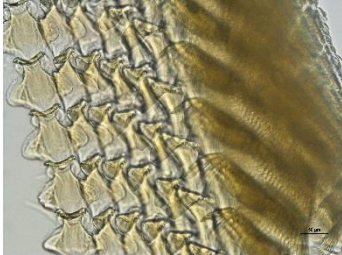
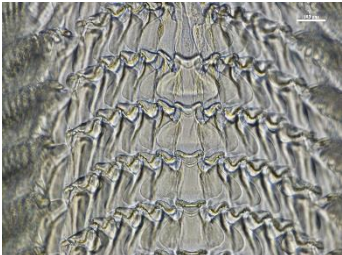
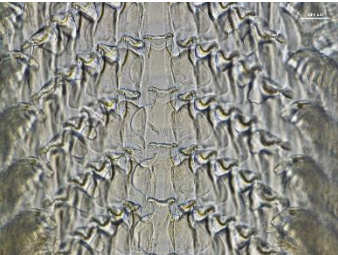
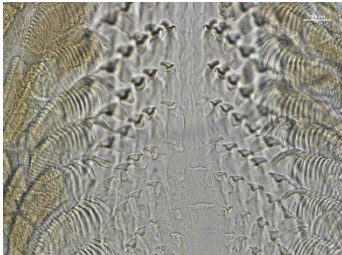


Abbildung 112 - *C. jussieui* 1, Überblick Marginalzähne

3.2. Bildtafel der lichtmikroskopischen Abbildungen

Art	Vorne	Mitte	Hinten
CC			
CJ 3			
StA 1			
StA 3			
StU 1			
StD 4			

Art	Vorne	Mitte	Hinten
StR 2			
StR 4			
StR 5			
StV 1			
StV 2			
StV 5			

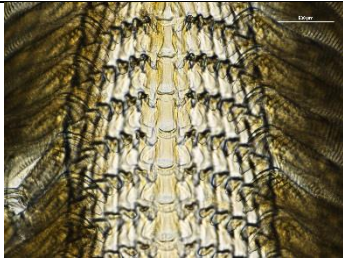
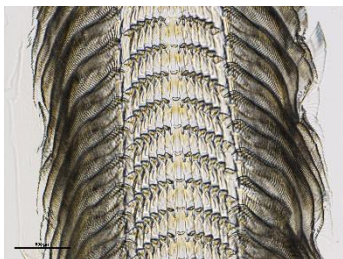
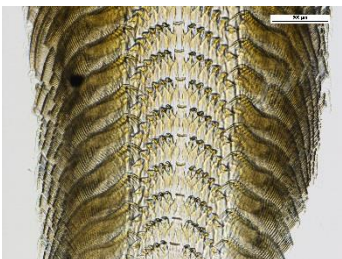
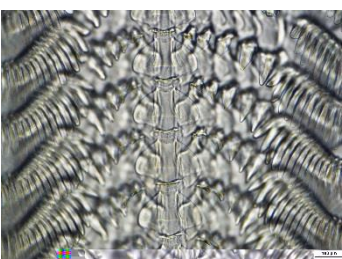
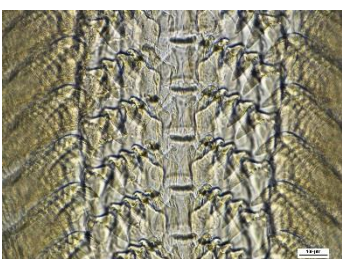
Art	Vorne	Mitte	Hinten
PhA 5			
PhA 6			
PhA 8			
PhM 3			
PhR 2			

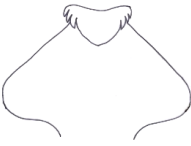
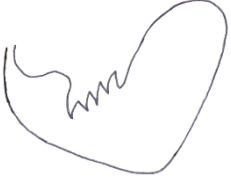
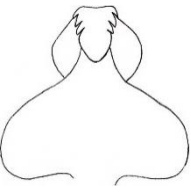
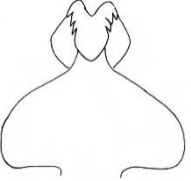
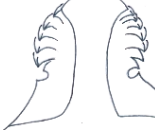
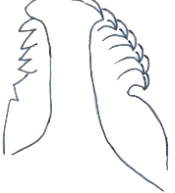
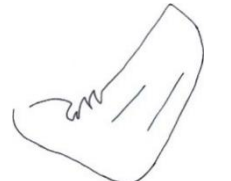
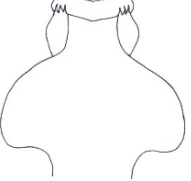
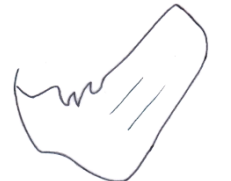
Abbildung 113 – Lichtmikroskopie, Abkürzungen wie in Tab. 1

Die Auswahl der Lichtmikroskopie- Fotos zeigt, dass die Färbung meist sehr ähnlich ist. Im vorderen Bereich sind die Radulae meist transparent und farblos. Nach hinten hin werden sie häufig gelblich. Besonders bei *Phorcus articulatus* ist diese Gelfärbung stark ausgeprägt. Die Individuen *Ph. articulatus* 5 und 6 weisen bereits am Vorderende der Radula eine eben solche Färbung auf. Zwei Individuen unterscheiden sich deutlich von den anderen und zwar *Sterompahla rarilineata* 5 und *St. varia* 1. Bei beiden sind nur die Schaber im mittleren Abschnitt der Radula gelb gefärbt (Abb. 113).

Neben der Färbung liefern die lichtmikroskopischen Abbildungen keine zusätzlichen Informationen, welche nicht bereits anhand der Rasterelektronenmikroskopie gewonnen werden konnten. Stünde nur ein Lichtmikroskop zur Verfügung, würde dies schon für die Bestimmung der Gattung und auch für die Unterscheidung mancher Arten ausreichen da es auch hier möglich ist, die Form der Rachiszähne, der Schaber und die Anzahl der Lateralzähne, zu erkennen.

Im nachfolgenden Abschnitt wurden für jede untersuchte Art charakteristische Zeichnungen der Rachiszähne und der ersten und fünften Lateralzahnschaber erstellt, um die beschriebenen Artmerkmale zu verdeutlichen und um eine Bestimmungshilfe zur Verfügung zu stellen. Die Schaber wurden sowohl aus der gekippten Ansicht von vorne, als auch von hinten gezeichnet. Auf eine Darstellung des fünften Lateralzahnschabers aus der gekippten Perspektive von hinten musste verzichtet werden, da die Schaber aufgrund ihrer Länge den unteren Bereich verdeckten (Abb. 114).

3.3. Zeichnungen des Rachiszahnes und der Schaber

Art	Rachiszahn	RZ Schaber von vorne	RZ Schaber von hinten	LZ1 Schaber von vorne	LZ1 Schaber von hinten	LZ5 Schaber von vorne
CC						
CJ						
StA						
StU						
StD						
StR						
StV						

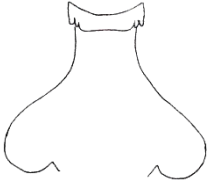
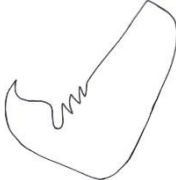
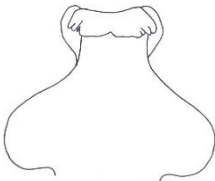
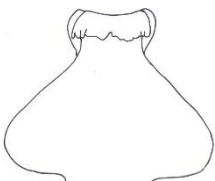
Art	Rachiszahn	RZ Schaber von vorne	RZ Schaber von hinten	LZ1 Schaber von vorne	LZ1 Schaber von hinten	LZ5 Schaber von vorne
PhA						
PhT						
PhM						
PhR						

Abbildung 114 – Zeichnungen des Rachiszahnes und des ersten und fünften Lateralzahnschabers.
Abkürzungen wie in Tab. 1

3.4. Abmessungen

3.4.1. Univariate Statistik

Es wurden Abmessungen am Rachiszahn und an den Schabern von Lateralzahn 1 und 5 genommen, welche anschließend mit dem Statistikprogramm SPSS analysiert wurden.

3.4.1.1. Abmessungen Rachiszahn

	M1 Höhe Rachiszahn						M2 Breite Rachiszahn					
	N	Min	Max	Mittel	Median	SD	N	Min	Max	Mittel	Median	SD
CC	1	53,40	53,40	53,40	53,40	-	1	84,31	84,31	84,31	84,31	-
CJ	3	50,66	55,25	52,60	51,01	2,37	3	50,66	55,25	75,08	75,25	0,76
StA	3	53,85	61,12	58,38	60,19	3,95	3	60,60	70,96	66,17	66,95	5,22
StD	6	47,88	88,71	75,89	81,73	15,13	6	60,53	98,45	87,71	92,04	14,16
StR	5	50,43	69,65	56,98	53,21	8,16	5	66,57	98,06	77,81	73,37	12,32
StU	2	71,69	76,13	73,91	73,91	3,13	2	79,86	81,79	80,82	80,82	1,36
StV	5	64,88	83,08	75,06	74,93	7,85	5	73,45	98,83	86,87	90,57	10,50
PhA	8	102,44	169,68	137,36	146,07	26,69	8	109,31	210,99	152,74	142,22	34,04
PhM	3	76,65	80,65	78,31	77,65	2,08	3	102,65	120,47	109,65	105,84	9,50
PhR	3	73,83	86,36	78,28	74,66	7,00	3	94,65	109,59	101,96	101,66	7,47
PhT	1	120,84	120,84	120,84	120,84	-	1	163,82	163,82	163,82	163,82	-
	M3 Höhe Zahnkörper						M4 Höhe Zahnhal					
	N	Min	Max	Mittel	Median	SD	N	Min	Max	Mittel	Median	SD
CC	1	43,58	43,58	43,58	43,58	-	1	1,99	1,99	1,99	1,99	-
CJ	3	39,30	42,05	40,79	41,02	1,38	3	4,87	5,44	5,07	4,92	0,31
StA	3	33,68	38,94	36,93	38,19	2,84	3	12,14	13,87	12,74	12,22	0,97
StD	6	36,15	60,62	50,43	53,18	8,82	6	8,14	21,32	16,03	15,91	4,49
StR	5	33,50	46,08	37,80	35,92	5,23	5	10,65	16,76	13,19	12,96	2,27
StU	2	42,69	46,63	44,66	44,66	2,78	2	15,58	15,73	15,65	15,65	0,10
StV	5	38,04	48,84	45,86	47,82	4,44	5	13,62	21,60	18,73	19,29	3,15
PhA	8	59,64	120,45	88,18	91,79	21,38	8	25,24	40,90	32,84	32,57	5,40
PhM	3	51,68	53,02	52,34	52,33	0,67	3	14,79	18,39	16,06	15,02	2,01
PhR	3	49,71	60,30	53,59	50,77	5,83	3	13,58	14,20	13,90	13,93	0,31
PhT	1	63,47	63,47	63,47	63,47	-	1	35,69	35,69	35,69	35,69	-
	M5 Breite Zahnhal						M6 Höhe der breitesten Stelle					
	N	Min	Max	Mittel	Median	SD	N	Min	Max	Mittel	Median	SD
CC	1	17,11	17,11	17,11	17,11	-	1	9,18	9,18	9,18	9,18	-
CJ	3	13,53	16,31	14,77	14,48	1,41	3	8,72	11,55	10,31	10,68	1,44
StA	3	11,08	12,24	11,50	11,20	0,63	3	9,57	13,43	12,12	13,36	2,20
StD	6	12,85	25,10	21,01	23,25	4,61	6	10,88	19,56	15,43	15,93	3,70
StR	5	13,76	27,71	18,98	17,22	5,25	5	12,48	17,59	14,73	13,43	2,58
StU	2	9,92	11,93	12,55	12,55	3,71	2	10,98	11,93	11,45	11,45	0,67
StV	5	12,26	23,83	19,26	18,97	4,67	5	8,59	13,77	12,06	12,41	2,07
PhA	8	25,83	79,72	44,13	40,00	17,07	8	18,19	35,54	24,72	23,94	6,13
PhM	3	25,68	40,00	31,65	29,28	7,44	3	14,02	20,14	17,95	19,70	3,41
PhR	3	27,05	28,49	27,73	27,66	0,72	3	11,00	17,99	14,88	15,66	3,55
PhT	1	54,45	54,45	54,45	54,45	-	1	19,35	19,35	19,35	19,35	-

Tabelle 5 – Minimal-, Maximal-, Mittelwert, Median und Standardabweichung der Abmessungen des Rachiszahnes in µm;

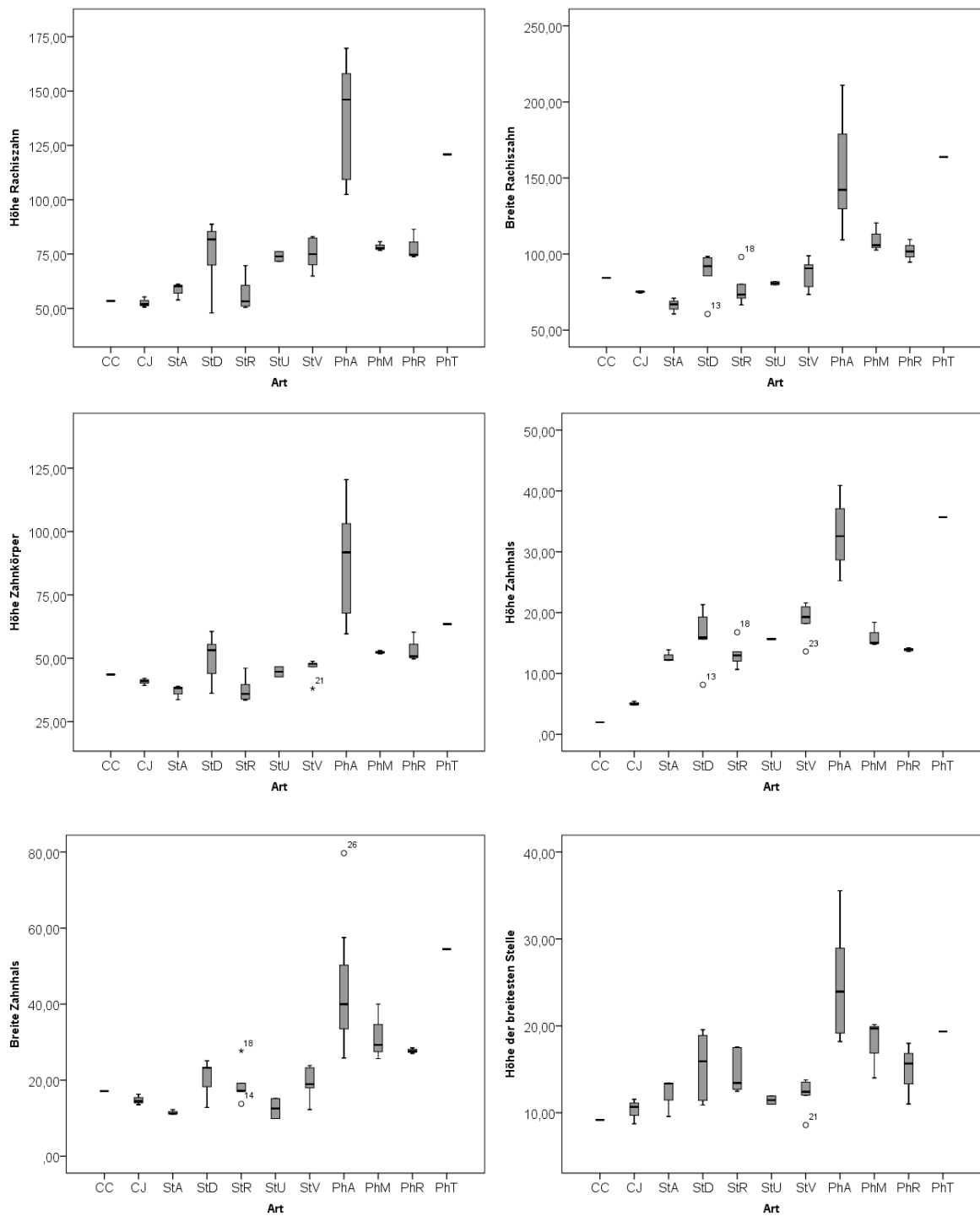


Abbildung 115 - Whisker- Box Plots der Rachiszahnabmessungen; Höhe Rachiszahn, Breite Rachiszahn, Höhe Zahnkörper, Höhe Zahnhals, Breite Zahnhals, Höhe der breitesten Stelle

3.4.1.2. Abmessungen Schaber

	L1 Rachiszahn Breite Schaber - Basis						L2 Rachiszahn Breite Schaber - vorne					
	N	Min	Max	Mittel	Median	SD	N	Min	Max	Mittel	Median	SD
CC	1	29,72	29,72	29,72	29,72	-	1	19,62	19,62	19,62	19,62	-
CJ	3	27,40	29,51	28,32	28,05	1,08	3	17,17	18,49	17,74	17,57	0,67
GA	3	20,65	23,62	21,90	21,45	1,53	3	14,42	14,81	14,62	14,640	0,19
StD	6	25,07	49,06	41,41	44,77	8,73	6	13,65	32,31	24,80	25,24	6,18
StR	4	28,13	37,23	32,78	32,8	3,76	4	8,79	21,47	14,11	13,10	5,33
StU	2	23,31	30,17	26,74	26,74	4,85	2	14,70	19,71	17,20	17,20	3,54
StV	5	30,72	49,05	40,81	42,70	6,84	5	19,35	29,76	23,52	22,43	4,52
PhA	8	29,53	89,02	55,84	54,22	16,67	8	20,58	80,29	36,97	32,87	19,23
PhM	3	39,30	52,11	43,75	39,84	7,24	3	31,03	45,02	35,85	31,50	7,94
PhR	3	36,43	39,26	38,01	38,35	1,44	3	27,68	32,82	29,68	28,54	2,75
PhT	1	59,78	59,78	59,78	59,78	-	1	46,66	46,66	46,66	46,66	-
	L3 Rachiszahn Länge Schaber						L4 Lateralzahn 1 Breite Schaber - Basis					
	N	Min	Max	Mittel	Median	SD	N	Min	Max	Mittel	Median	SD
CC	1	27,08	27,08	27,08	27,08	-	1	24,29	24,29	24,29	24,29	-
CJ	3	24,01	30,62	27,83	28,87	3,42	3	24,11	25,55	24,88	24,98	0,72
StA	3	21,48	32,27	28,54	31,89	6,12	3	23,33	24,77	23,81	23,33	0,83
StD	6	10,58	25,77	19,78	20,52	5,46	6	18,77	37,53	32,49	34,66	6,82
StR	4	10,54	12,92	12,05	12,37	1,10	4	24,76	31,28	26,73	25,44	3,07
StU	2	20,99	28,13	24,56	24,56	5,04	2	22,81	23,83	23,32	23,32	0,72
StV	5	10,67	23,16	18,61	18,77	4,83	5	19,74	37,87	31,30	34,08	7,02
PhA	8	11,52	27,68	19,59	20,43	5,54	8	33,01	65,22	47,58	46,43	10,07
PhM	3	16,51	20,19	18,66	19,29	1,91	3	30,48	34,09	32,13	31,84	1,82
PhR	3	12,84	17,12	15,25	15,79	2,19	3	29,14	31,74	30,59	30,91	1,32
PhT	1	14,32	14,32	14,32	14,32	-	1	49,44	49,44	49,44	49,44	-
	L5 Lateralzahn 1 Breite Schaber - Vorne						L6 Lateralzahn 1 Länge Schaber					
	N	Min	Max	Mittel	Median	SD	N	Min	Max	Mittel	Median	SD
CC	1	18,93	18,93	18,93	18,93	-	1	33,51	33,51	33,51	33,51	-
CJ	3	17,56	18,68	18,20	18,37	0,57	3	24,91	32,62	28,95	29,34	3,86
StA	3	14,97	17,72	16,01	15,34	1,49	3	31,42	39,29	35,38	35,44	3,93
StD	6	11,51	29,53	24,80	26,92	6,62	6	20,05	50,36	38,90	40,58	10,06
StR	4	15,81	22,91	18,45	17,54	3,11	4	20,81	28,31	24,13	23,70	3,18
StU	2	16,00	18,18	17,09	17,09	1,54	2	32,93	34,86	33,89	33,89	1,36
StV	5	18,50	26,74	23,41	24,27	3,18	4	27,36	49,86	37,31	36,65	8,49
PhA	8	26,49	56,64	39,01	37,62	8,81	8	30,93	87,82	49,82	45,21	17,17
PhM	3	26,26	28,58	46,31	46,07	1,38	3	45,07	47,80	27,07	26,37	1,30
PhR	3	20,27	23,77	22,33	22,96	1,83	3	33,54	45,27	38,90	37,91	5,92
PhT	1	42,57	42,57	42,57	42,57	-	1	60,51	60,51	60,51	60,51	-
	L7 Lateralzahn 5 Breite Schaber – Basis						L8 Lateralzahn 5 Breite Schaber - Vorne					
	N	Min	Max	Mittel	Median	SD	N	Min	Max	Mittel	Median	SD
CC	1	49,26	49,26	49,26	49,26	-	1	21,51	21,51	21,51	21,51	-
CJ	3	36,20	47,33	41,74	41,69	5,56	3	17,58	19,32	18,25	17,86	0,93
StA	3	33,64	48,78	39,81	37,01	7,94	3	22,25	28,74	25,48	25,45	3,24
StD	6	36,14	59,96	54,13	57,06	9,10	6	15,63	34,32	29,22	31,53	6,81
StR	4	36,06	40,15	37,38	37,02	1,74	4	17,61	20,28	18,95	18,96	1,17
StU	2	33,69	58,01	45,85	45,85	17,19	2	18,61	29,04	23,82	23,82	7,37
StV	4	52,74	55,79	54,01	53,75	1,52	4	30,33	33,17	32,35	32,95	1,35
PhA	2	45,53	72,57	59,05	59,05	19,12	4	33,87	54,68	47,20	50,14	9,15
PhM	2	48,01	48,02	48,01	48,01	0,00	3	24,68	25,58	25,02	24,81	0,48
PhR	1	42,25	42,25	42,25	42,25	-	3	22,12	23,71	23,12	23,53	0,87
PhT	1	49,47	49,47	49,47	49,47	-	1	30,11	30,11	30,11	30,11	-

	L9 Lateralzahn 5 Länge Schaber					
	N	Min	Max	Mittel	Median	SD
CC	1	45,22	45,22	45,22	45,22	-
CJ	3	37,59	44,25	39,9933	38,14	3,69
StA	3	54,44	65,44	58,67	56,13	5,92
StD	6	37,91	83,09	68,53	71,53	16,26
StR	4	38,82	51,84	43,86	42,39	6,28
StU	2	46,38	60,90	53,64	53,64	10,26
StV	4	61,25	85,08	69,16	65,17	10,76
PhA	7	67,58	142,63	100,13	102,69	28,80
PhM	3	71,56	75,93	74,14	74,95	2,29
PhR	3	69,72	71,30	70,73	71,19	0,88
PhT	1	101,93	101,93	101,93	101,93	-

Tabelle 6 - Minimal-, Maximal-, Mittelwert, Median und Standardabweichung der Abmessungen der Schaber vom Rachiszahn und von den Lateralzähnen 1 und 5 in μm

Der Vergleich der Rachiszahn- und Schaberabmessungen zeigt, dass *Phorcus articulatus* und *Ph. turbinatus* die Arten mit den größten Rachiszähnen sind (Tab. 7, 6, Abb. 115). Dies ist nicht weiter verwunderlich, da die Individuen *Ph. articulatus* 1- 5 und *Ph. turbinatus* die größten waren und die Größe der Schnecke, mit der Größe der Zähne positiv korreliert. Um die Abmessungen unabhängig der Größe und anhand der Form der Individuen vergleichen zu können, wurden mehrere Verhältnisse berechnet, anhand deren es möglich ist, einige Unterschiede zwischen den Gattungen und den Arten aufzuzeigen.

3.4.1.3. Unterschiede zwischen den Gattungen

Mithilfe der Verhältnisse der Abmessungen des Rachiszahnes sind signifikante Unterschiede zwischen den Gattungen erkennbar ($P < 0,05$). Die Zahnalsbreite ist im Verhältnis zur Rachiszahnbreite bei *Phorcus* größer als bei den beiden anderen Gattungen (Abb. 116, 117). Des Weiteren ist bei *Phorcus* der Zahnals im Vergleich zur Höhe breiter als bei *Steromphala* und *Clanculus*. Die *Clanculus* Arten haben den kürzesten Zahnals (Abb. 118, 119).

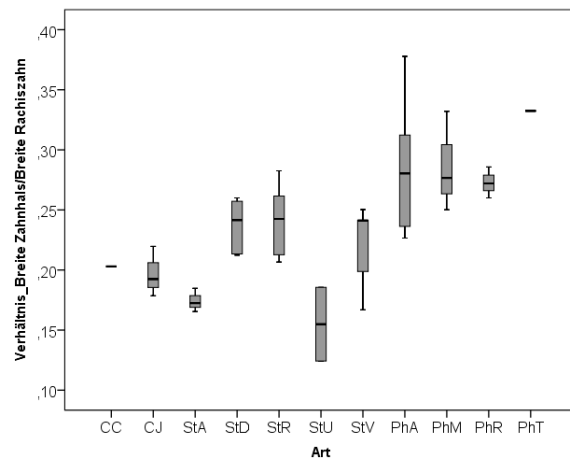


Abbildung 116 - Verhältnis der Zahnalsbreite zur Rachiszahnbreite, Arten

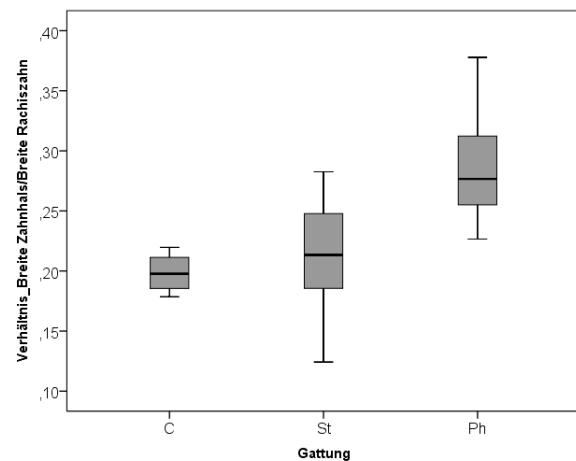


Abbildung 117 - Verhältnis der Zahnalsbreite zur Rachiszahnbreite, Gattungen

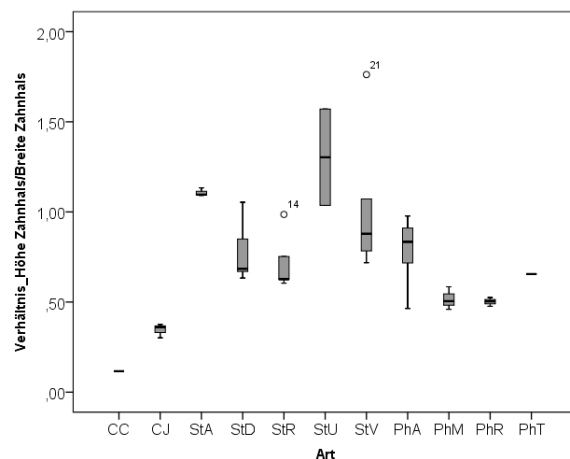


Abbildung 118 - Verhältnis der Zahnalshöhe zur Zahnalsbreite, Arten

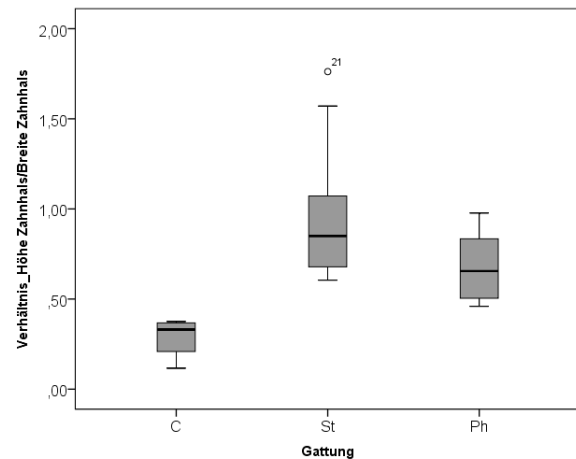


Abbildung 119 - Verhältnis der Zahnalshöhe zur Zahnalsbreite, Gattungen

Anhand der Verhältnisse der Schaberabmessungen sind ebenfalls eindeutige Unterschiede erkennbar. Der Schaber des Rachiszahnes ist, im Vergleich zur Schaberlänge des Lateralzahnes 1, bei *Phorcus* kürzer als bei den beiden anderen Gattungen. Bei *Clanculus* ist der Schaber des Rachiszahnes verhältnismäßig am längsten (Abb. 120, 121). Die Schaber des ersten Lateralzahnes sind bei *Phorcus* im Verhältnis an der Basis schmaler als bei *Steromphala* (Abb. 122, 123). Bei *Phorcus* ist der Schaber des fünften, beziehungsweise des sechsten Lateralzahns deutlich länger als breit. Bei *Steromphala* ist dies nicht der Fall, der Unterschied ist hier geringer und bei manchen Individuen ist der Schaber sogar gleich lang wie breit. Bei beiden *Clanculus* Arten ist der Schaber des Lateralzahns 5 breiter als lang (Abb. 124, 125).

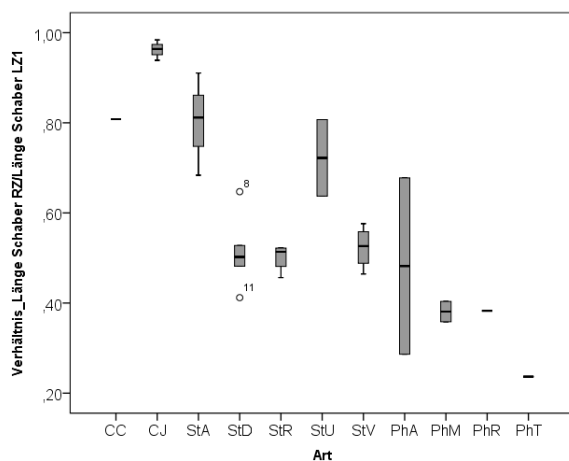


Abbildung 120 - Verhältnis der Länge des Rachiszahnschabers zur Länge des Lateralzahnschabers 1, Arten

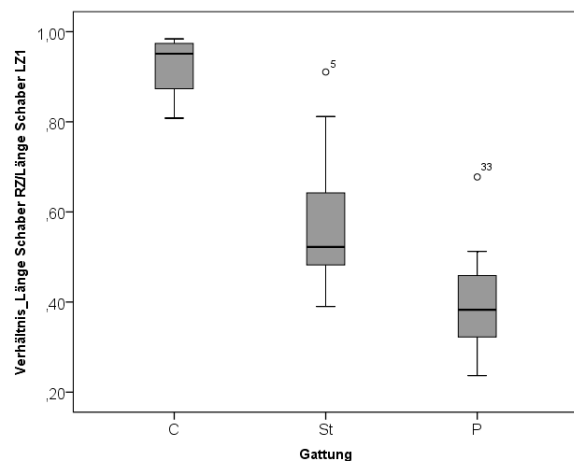


Abbildung 121 - Verhältnis der Länge des Rachiszahnschabers zur Länge des Lateralzahnschabers 1, Gattungen

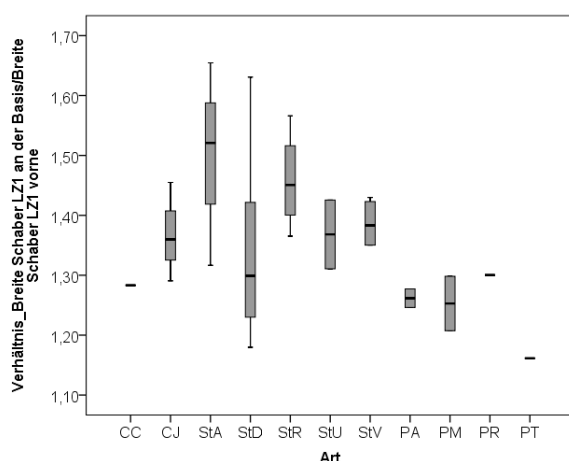


Abbildung 122 - Verhältnis der Breite des Lateralzahnschabers 1 an der Basis zur Breite des Lateralzahnschabers 1 vorne, Arten

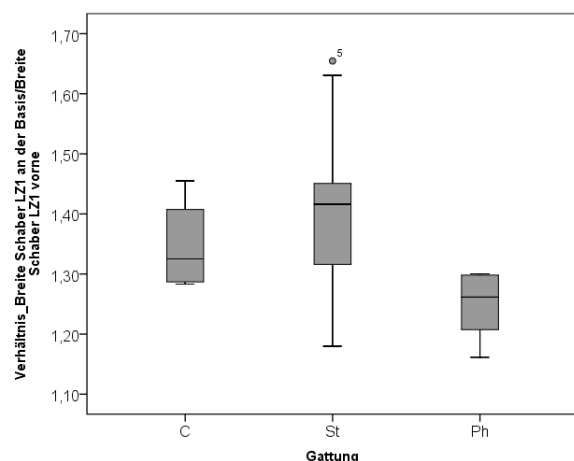


Abbildung 123 - Verhältnis der Breite des Lateralzahnschabers 1 an der Basis zur Breite des Lateralzahnschabers 1 vorne, Gattungen

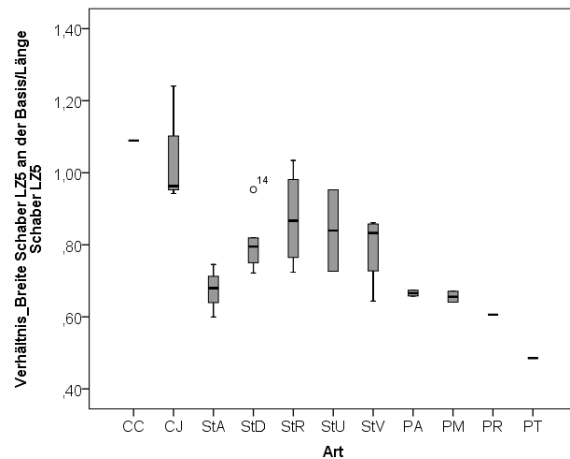


Abbildung 124 - Verhältnis der Schaberbreite des Lateralzahns 5 zur Schaberlänge des Lateralzahns 5, Arten

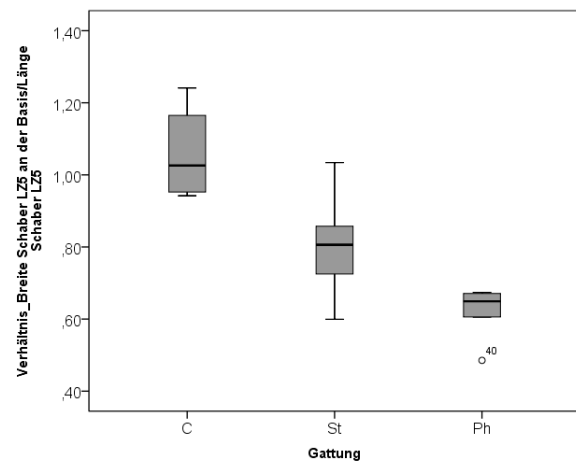


Abbildung 125 - Verhältnis der Schaberbreite des Lateralzahns 5 zur Schaberlänge des Lateralzahns 5, Gattungen

3.4.1.4. Unterschiede zwischen den Arten

Es können zwischen den meisten Arten ebenfalls klare Unterschiede festgestellt werden. Nur zwischen *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*, sowie zwischen *Phorcus mutabilis* und *Ph. richardi* konnten nicht so deutliche Verschiedenheiten festgestellt werden. Weiters unterscheiden sich die fünf großen *Ph. articulatus* Individuen in ihren Verhältnissen nicht von den drei untersuchten kleinen *Ph. articulatus* Exemplaren.

Proportionen des Zahnkörpers

Anhand der Verhältnisse der Höhe der breitesten Stelle zur Zahnkörper- und Rachiszahnhöhe wird eine Unterscheidung zwischen den zwei Arten *Steromphala umbilicaris* und *St. varia* von den übrigen *Steromphala* Arten ermöglicht. Im Verhältnis der Höhe der breitesten Stelle zur Höhe des Rachiszahnes ist erkennbar, dass sich *St. varia* signifikant von *St. divaricata* und *St. rarilineata* unterscheidet. Bei *St. varia* und *St. umbilicaris* liegt die breiteste Stelle im Verhältnis zur Rachiszahnhöhe und zur Zahnkörperhöhe niedriger als bei *St. adriatica*, *St. divaricata* und *St. rarilineata*. Weiters ist ersichtlich, dass bei *St. rarilineata* die breiteste Stelle am höchsten liegt. Sie unterscheidet sich darin signifikant von *St. divaricata* und *St. varia* (Abb. 126, 127).

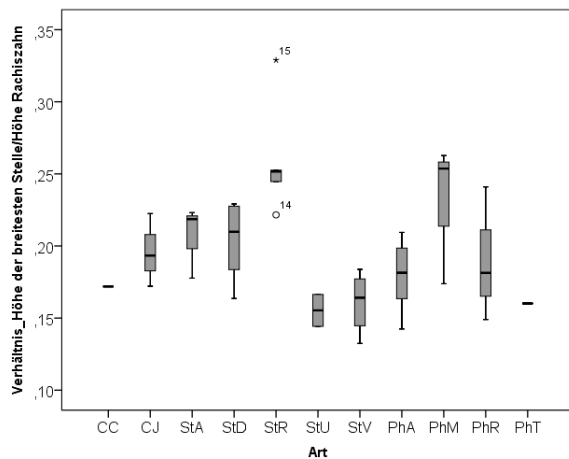


Abbildung 126 - Verhältnis der Höhe der breitesten Stelle zur Rachiszahnhöhe

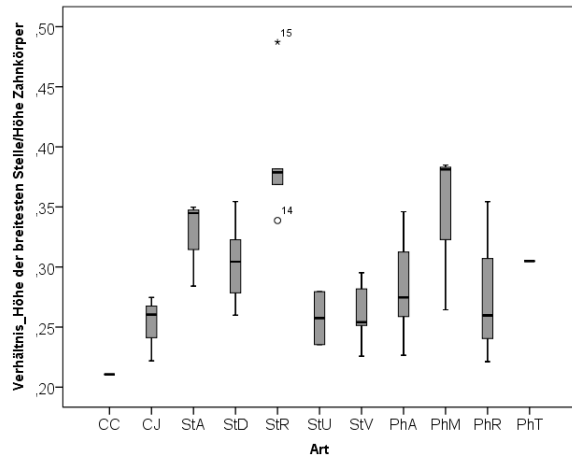


Abbildung 127 - Verhältnis der Höhe der breitesten Stelle zur Zahnkörperhöhe

Proportionen des Rachiszahnes

Anhand der Verhältnisse der breitesten Stelle zur Rachiszahn- und Zahnkörperhöhe konnte bereits klar zwischen *St. rarilineata* und *St. divaricata* differenziert werden. Ein weiterer Unterschied wird anhand des Verhältnisses der Rachiszahnhöhe zur Rachiszahnbreite deutlich. Dieses gewährleistet eine Unterscheidung zwischen *Steromphala rarilineata* und den beiden Arten *St. divaricata* und *St. varia*. Der Rachiszahn von *St. rarilineata* ist im Verhältnis zur Breite niedriger als bei den anderen zwei Arten (Abb. 128).

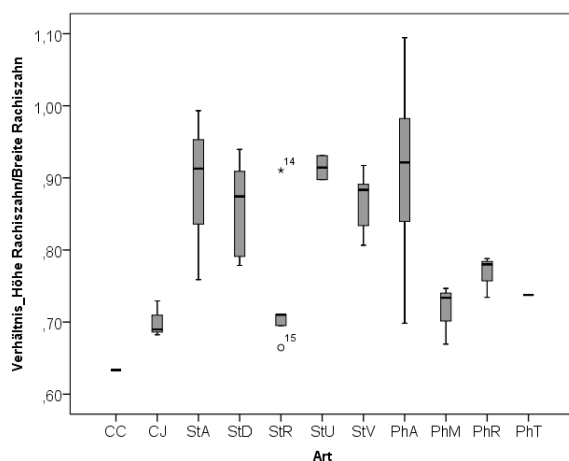


Abbildung 128 – Verhältnis der Rachiszahnhöhe zur Rachiszahnbreite

Proportionen des Rachiszahnschabers

Das Verhältnis der Breite des Rachiszahnschabers an der Basis zur Breite desselben vorne macht einen weiteren Unterschied deutlich. Der Rachiszahnschaber ist bei *St. rarilineata* vorne im Verhältnis signifikant schmaler als bei *St. divaricata* (Abb. 129).

Mittels des Verhältnisses der Breite des Rachiszahnschabers an der Basis zur Länge desselben, kann signifikant zwischen den beiden Arten *Steromphala umbilicaris* und *St. adriatica* und den übrigen *Steromphala* Arten differenziert werden. *Steromphala umbilicaris* und *St. adriatica*, haben einen im Vergleich zur Breite signifikant längeren Rachiszahnschaber (Abb. 130).

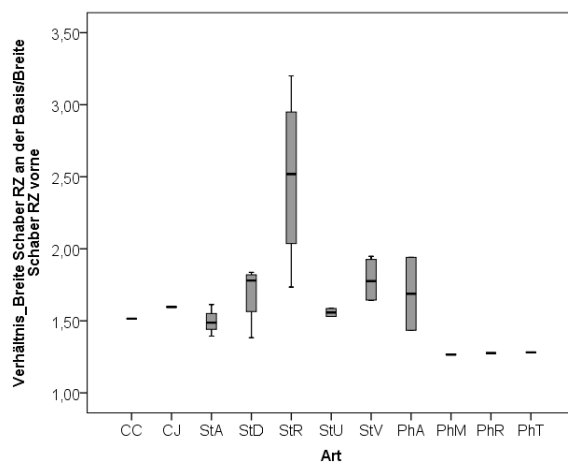


Abbildung 129 - Verhältnis der Schaberbreite des Rachiszahns an der Basis zur Schaberbreite des Rachiszahnes vorne

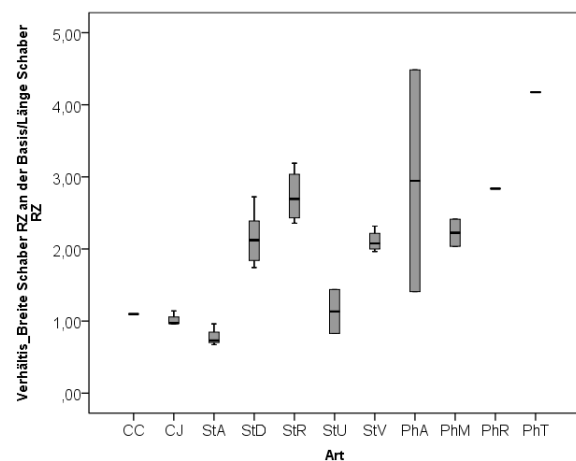


Abbildung 130 – Verhältnis der Schaberbreite des Rachiszahnes an der Basis zur Länge des Rachiszahnschabers

Proportionen des Rachiszahnhalses und des Zahnkörpers

Mittels der Verhältnisse der Höhe des Zahnhalses zur Zahnhalsbreite und zur Höhe des Zahnkörpers werden leichte Unterschiede zwischen *St. varia* und den anderen *Steromphala* Arten sichtbar. *Steromphala varia* hat, im Verhältnis zur Höhe des Zahnkörpers, einen längeren Zahnhals als *St. rarilineata* und *St. divaricata*. Außerdem ist der Zahnkörper bei *St. varia*, im Verhältnis zur Rachiszahnhöhe niedriger. Diese Unterschiede sind jedoch nicht signifikant (Abb. 131, 132). Außerdem geht aus dem Verhältnis der Breite zur Höhe des Zahnhalses hervor, dass dieser bei *St. adriatica* und *St. umbilicaris* etwas schmaler ist. Dies ist aber nicht signifikant (Abb. 133).

Des Weiteren machen diese Verhältnisse die Separation von *Phorcus turbinatus* deutlich und die Verschiedenheiten von *Ph. articulatus* zu *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* können aufgezeigt werden. *Phorcus turbinatus* hat, im Vergleich zur Rachiszahnhöhe, einen signifikant niedrigeren Zahnkörper als *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* (Abb. 131). Des Weiteren unterscheidet sich *Ph. turbinatus* von den anderen drei *Phorcus* Arten eindeutig darin, dass ihr Zahnhs, im Verhältnis zur Zahnkörperhöhe, länger ist (Abb. 132). In den Proportionen des Zahnhalses unterscheidet sich *Phorcus articulatus* signifikant von *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi*. Bei den beiden letztgenannten Arten ist der Zahnhs deutlich breiter als hoch. Bei *Ph. articulatus* ist dieser bei einigen Individuen beinah gleich hoch wie breit (Abb. 132).

C. jussieu hat einen im Verhältnis zur Zahnhalsbreite und zur Zahnkörperhöhe signifikant längeren Zahnhs als *C. cruciatus* (Abb. 132, 133).

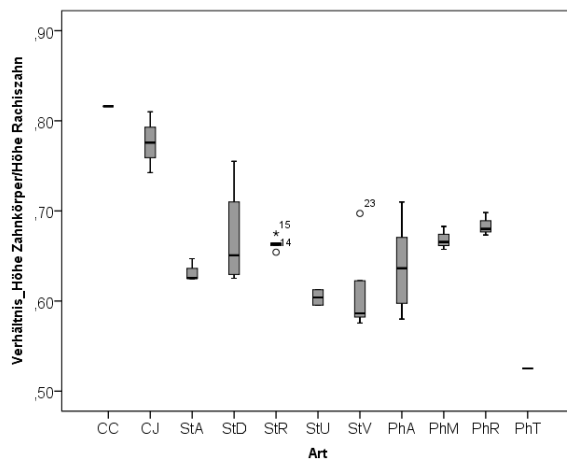


Abbildung 131 - Verhältnis der Zahnkörperhöhe zur Rachiszahnhöhe

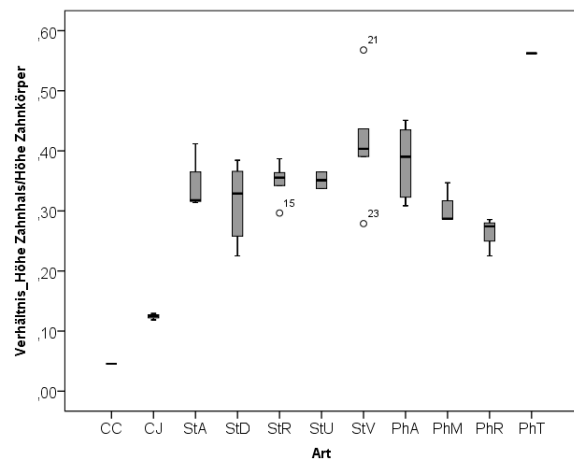


Abbildung 132 - Verhältnis der Zahnhalshöhe zur Zahnkörperhöhe

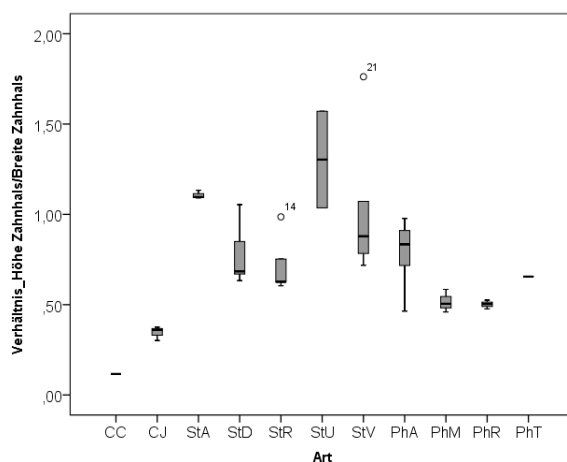


Abbildung 133 - Verhältnis der Zahnhalshöhe zur Zahnhalsbreite

Proportionen der Lateralzahnschaber

Das Verhältnis der Breite des ersten Lateralzahnschabers zur Höhe desselben und das Verhältnis der Breite des Rachiszahnschabers zur Breite des äußersten Lateralzahnschabers, gewährleiten die Differenzierung zwischen *Phorcus articulatus* und den andern *Phorcus* Arten. *Phorcus articulatus* unterscheidet sich von *Ph. mutabilis* durch einen im Verhältnis zur Breite deutlich kürzeren ersten Lateralzahnschaber (Abb. 134). Der Schaber des fünften, beziehungsweise sechsten Lateralzahns, ist bei *Phorcus articulatus* vorne breiter als der Rachiszahnschaber. Dadurch unterscheidet sich *Ph. articulatus* signifikant von den anderen drei *Phorcus* Arten, bei welchen der Rachiszahnschaber breiter ist als der Schaber des fünften Lateralzahns (Abb. 135).

Des Weiteren können anhand dieser Verhältnisse die Einzigartigkeit von *Steromphala rarilineata* und die Unterscheidung von *St. adriatica* und *St. umbilicaris* von den anderen *Steromphala* Arten aufgezeigt werden. Der Schaber des ersten Lateralzahnes ist bei *Steromphala rarilineata* etwas kürzer als breit. Bei *St. varia* und *St. divaricata* ist dieser länger als breit. Der Unterschied zu *St. rarilineata* ist signifikant (Abb. 134). Außerdem ist der Rachiszahnschaber vorne, im Verhältnis zur Breite des ersten Lateralzahnschabers, bei *St. rarilineata* schmaler (Abb. 135). Bei *St. adriatica* und *St. umbilicaris* ist der Schaber des ersten Lateralzahnes, im Verhältnis zur Breite, länger als bei den übrigen drei Arten (Abb. 134).

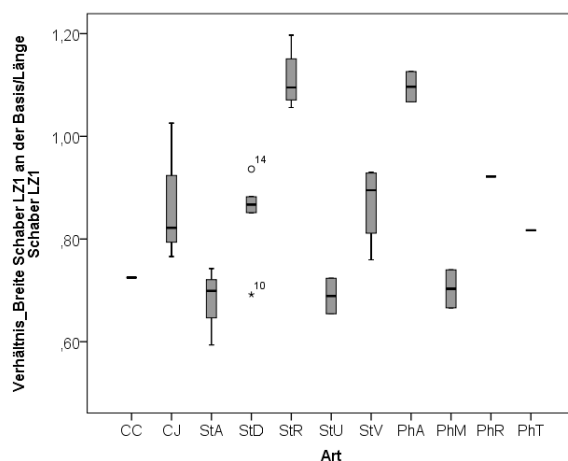


Abbildung 134 – Verhältnis der Schaberbreite des Lateralzahns 1 an der Basis zur Schaberlänge des Lateralzahns 1

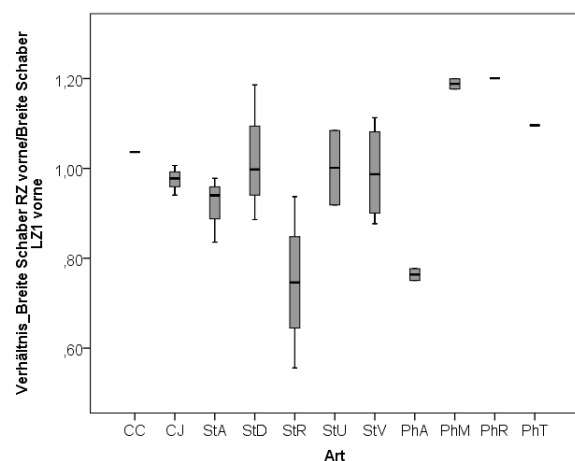


Abbildung 135 - Verhältnis der Schaberbreite des Rachiszahnes vorne zur Schaberbreite des Lateralzahns 5 vorne

3.4.2. Multivariate Statistik

3.4.2.1. Hauptkomponentenanalyse

Es wurden zwei Hauptkomponentenanalysen durchgeführt. Für die erste wurden alle Rachiszahnabmessungen und die Schabermessdaten des ersten Lateralzahnes herangezogen. Die Werte, welche entlang der ersten Hauptkomponentenachse am stärksten variieren, sind die Abmessungen der Zahnalsbreite und der Breite des Rachiszahnschabers vorne. Es zeigt sich ein Trend von einem schmalen zu einem breiten Zahnals und Rachiszahnschaber. Die Länge des Rachiszahnschabers und die Länge des ersten Lateralzahnschabers weisen die größte Variation entlang der zweiten Hauptkomponentenachsen auf. Hier zeigt sich besonders der Verlauf von einem langen zu einem kurzen Rachiszahnschaber. Der Vergleich der Abmessungen anhand der ersten (77,9% der Varianz) und der zweiten (8,17% der Varianz) Hauptkomponentenachsen zeigt eine klare Separation von *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*. Beide Arten haben längere Rachiszahn- und Lateralzahnschaber als die anderen *Steromphala* Arten. Sie befinden sich entlang der ersten Hauptkomponentenachse auf gleicher Höhe wie *St. rarilineata* und manchen *St. varia* Individuen. Dies weist auf die ähnlichen Zahnals- und Rachiszahnschaberbreiten hin. *Steromphala varia* befindet sich beinahe komplett innerhalb der *St. divaricata* Gruppe. Anhand dessen wird erneut die Ähnlichkeit dieser beiden Arten deutlich. *Steromphala rarilineata* überlappt ebenfalls mit *St. divaricata*, da ein *St. divaricata* Exemplar weit entfernt von den anderen *St. divaricata* Individuen liegt. Dies ist dadurch erklärbar, dass es sich hierbei um das kleinste *St. divaricata* Exemplar, und zwar *St. divaricata* 6, handelt. Der Zahnals dieses Individuums ist der Größe entsprechend schmal und die Schaber sind kurz (Abb. 136).

Phorcus articulatus nimmt einen großen Bereich entlang beider Hauptkomponentenachsen ein, wodurch sich die große Vielfalt der Zahnalsbreite und der Rachiszahnschaberlänge zeigt. *Phorcus articulatus* überlappt mit *Ph. turbinatus*, welche einen kurzen Rachiszahnschaber und einen breiten Zahnals hat. *Phorcus mutabilis* überschneidet sich ebenfalls aufgrund eines breiten Zahnalses mit *Ph. articulatus*. *Phorcus richardi* und *Ph. mutabilis* kreuzen sich zwar nicht, jedoch überschneiden sich beide leicht mit *St. divaricata*. Aus der Abbildung geht hervor, dass *Ph. richardi* einen schmäleren Zahnals und kürzere Rachiszahn- und Lateralzahnschaber als *Ph. mutabilis* aufweist (Abb. 136).

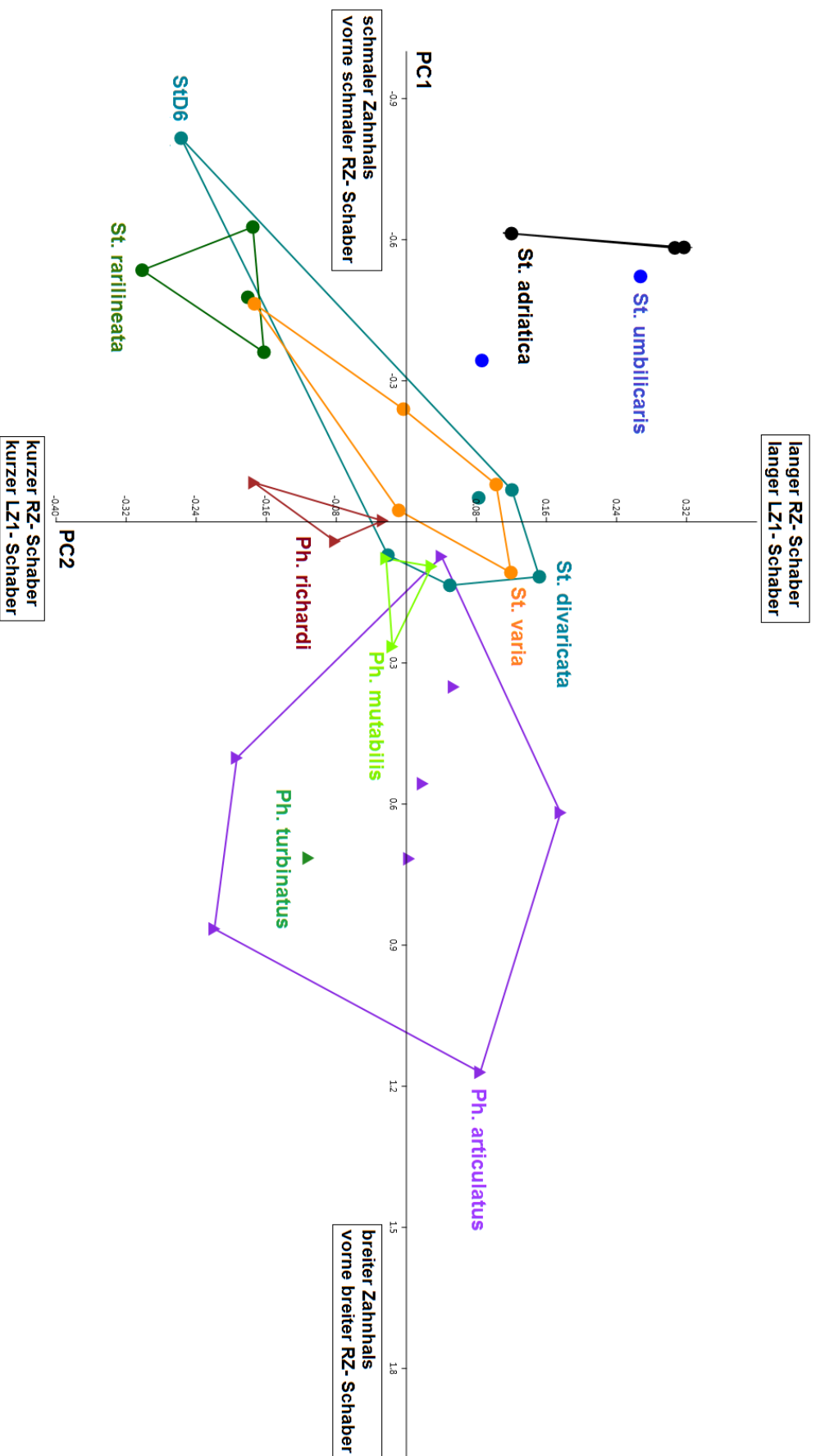


Abbildung 136 – Hauptkomponentenanalyse der Rachiszahn- und Schaberabmessungen des ersten Lateralzahnes; 1. Hauptkomponente auf der x-Achse (PC1), 2. Hauptkomponente auf der y-Achse (PC2)

Für die zweite Hauptkomponentenanalyse wurden nur die Rachiszahnabmessungen verwendet. Bei dieser Analyse variieren ebenfalls die Zahnhalsbreite und die vordere Breite des Rachiszahnschabers entlang der ersten Hauptkomponentenachse am stärksten. Es wird der Verlauf von einem schmalen Zahnhals und vorderen Rachiszahnschaber zu einem breiten Zahnhals und Rachiszahnschaber gezeigt. Entlang der zweiten Hauptkomponentenachse wird der Trend von einem langen zu einem kurzen Rachiszahnschaber ersichtlich. Der Vergleich anhand der ersten Hauptkomponente (76,46% der Varianz) und der zweiten (9,15 % der Varianz) ermöglicht erneut, aufgrund des schmalen Zahnhalses und des langen Rachiszahnschabers, eine Separation von *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris*. *Steromphala divaricata* überschneidet sich auch bei diesem Vergleich mit *St. varia* und teilweise mit *St. rarilineata*. Erneut befindet sich das kleinste *St. divaricata* Individuum in der Nähe der *St. rarilineata* Gruppe (Abb. 137).

Des Weiteren zeigt sich bei dieser Analyse eine Separation aller untersuchten *Phorcus* Arten. *Phorcus turbinatus* befindet sich zwar nah an *Ph. articulatus* und auch *Ph. richardi* und *Ph. mutabilis* liegen nicht weit voneinander entfernt, es kommt jedoch zu keinen Überschneidungen. *Phorcus articulatus* nimmt abermals entlang beider Achsen einen großen Bereich ein. *Phorcus articulatus* 3 hat einen langen Rachiszahnschaber, weshalb es bei dieser Darstellung längs der zweiten Hauptkomponentenachse auf gleicher Höhe wie *St. umbilicaris* und *St. adriatica* liegt. *Phorcus articulatus* 5 hat den kürzesten Rachiszahnschaber aller *Ph. articulatus* Individuen, weshalb dieses Exemplar an der zweiten Hauptkomponentenachse am tiefsten liegt. Zwischen *Ph. richardi* und *Ph. mutabilis* ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei der ersten Hauptkomponentenanalyse. *Ph. richardi* hat einen kürzeren Rachiszahnschaber und einen etwas schmälere Zahnhals. *Phorcus turbinatus* hat einen kürzeren Rachiszahnschaber als die *Ph. articulatus* Individuen und einen breiteren Zahnhals als *Ph. richardi* und *Ph. mutabilis* (Abb. 137).

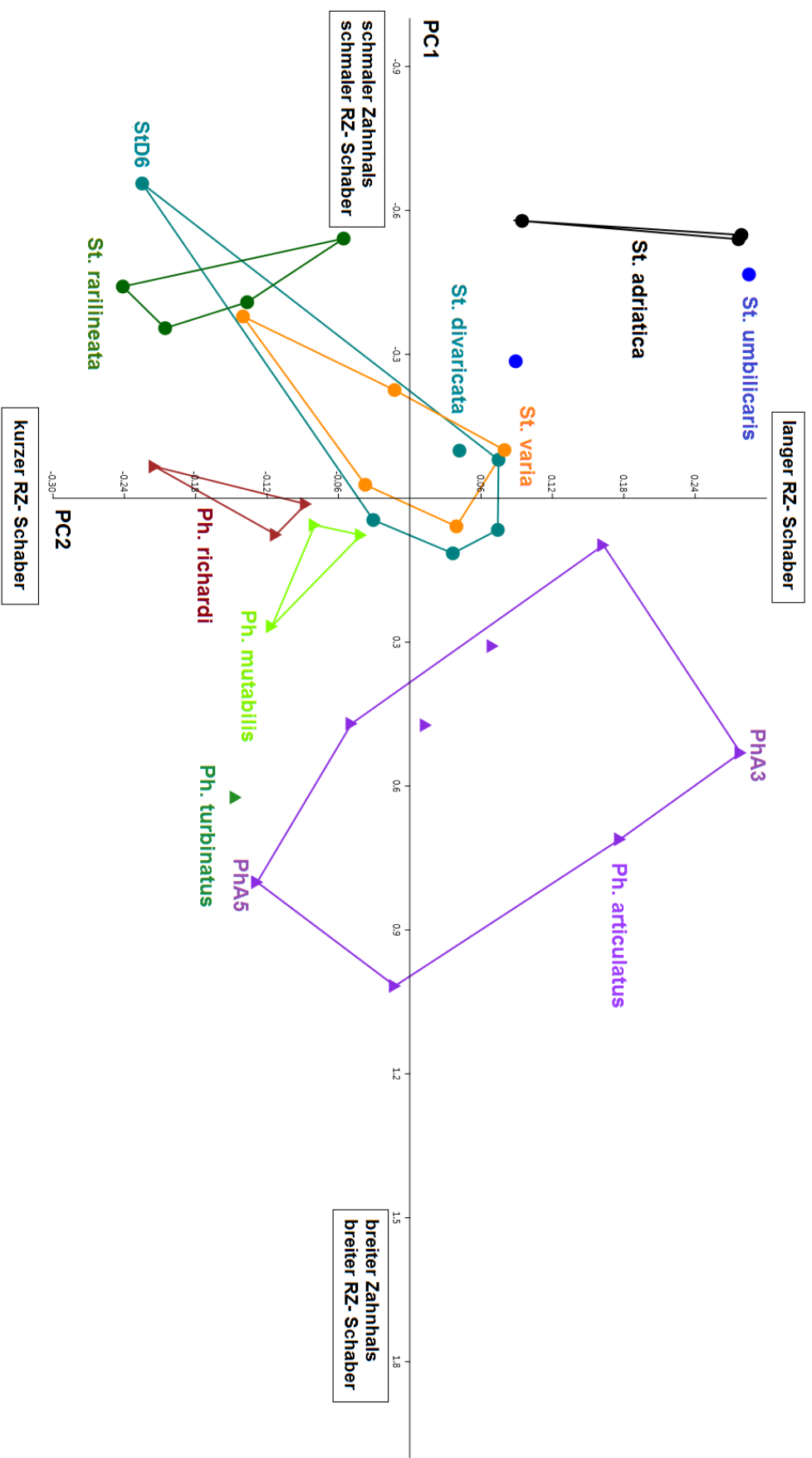


Abbildung 137 – Hauptkomponentenanalyse der Rachiszahnabmessungen des ersten Lateralzahnes; 1. Hauptkomponente auf der x-Achse (PC1), 2. Hauptkomponente auf der y-Achse (PC2)

3.4.2.2. Diskriminanzanalyse

Es wurde eine Diskriminanzanalyse aller Rachiszahn- und aller Schaberabmessungen des ersten Lateralzahns durchgeführt. Entlang der ersten Achse ist die Rachiszahnschaberlänge am stärksten gewichtet und es zeigt sich ein Trend von einem langen zu einem kurzen Rachiszahnschaber. Die zweite Achse macht einen Verlauf von einem schmalen zu einem breiten Zahnhalssichtbar. Die Gegenüberstellung der ersten Achse (45, 65% der Varianz) und der zweiten Achse (34,86% der Varianz) zeigt eine eindeutige Separation der *Steromphala rarilineata* Individuen, welche einen kurzen Rachiszahnschaber und einen schmalen Zahnhalss aufweisen. *Steromphala divaricata* und *St. varia* überschneiden sich auch bei dieser Analyse großflächig. Die Rachiszahnschaber sind gleich lang und der Zahnhalss ist bei *St. divaricata* meist breiter als bei *St. varia*. *Steromphala divaricata* 6 hat, aufgrund der geringen Größe, den schmalsten Zahnhalss der *St. divaricata* Individuen und positioniert sich erneut weiter entfernt. *Steromphala adriatica* und *St. umbilicaris* weisen keine klare Trennung auf, da sich *St. umbilicaris* 1, aufgrund eines breiteren Zahnhalsses als *St. umbilicaris* 2, innerhalb der *St. adriatica* Gruppe befindet (Abb. 138).

Zwischen den *Phorcus* Arten gibt es keine Überlappungen. Nur *Ph. turbinatus* liegt aufgrund eines breiten Zahnhalsses nah an *Ph. articulatus*, hat aber einen kürzeren Rachiszahnschaber. Wiederholt zeigt sich, dass *Ph. mutabilis* mit einem längeren Rachiszahnschaber und einem breiteren Zahnhalss als *Ph. richardi* ausgestattet ist. Weiters separieren sich die *Phorcus* Arten durch einen breiteren Zahnhalss deutlich von den *Steromphala* Arten (Abb. 138).

Der Wert, welcher entlang der dritten Achse am stärksten gewichtet ist, ist die Zahnhalsslänge. Es wird ein Trend von einem langen zu einem kurzen Zahnhalss ersichtlich. Anhand der Gegenüberstellung der ersten Achse (45, 65% der Varianz) und der dritten Achse (8,74% der Varianz) wird erstmals eine Unterscheidung zwischen *Steromphala varia* und *St. divaricata* deutlicher. Nur zwei der fünf *St. varia* Exemplare befinden sich in der Nähe der *St. divaricata* Gruppe. Dabei handelt es sich um die beiden *St. varia* Individuen mit den kürzesten Zahnhälssen. Alle anderen drei *Steromphala* Arten sind klar separiert. *Steromphala umbilicaris* hat einen längeren Zahnhalss als *St. adriatica*. *Steromphala rarilineata* kann erneut aufgrund der kurzen Rachiszahnschaber von den übrigen Arten abgetrennt werden. (Abb. 139).

Phorcus articulatus befindet sich nah bei *St. varia* und *St. divaricata*. Die anderen *Phorcus* Arten sind klar abgegrenzt (Abb. 139).

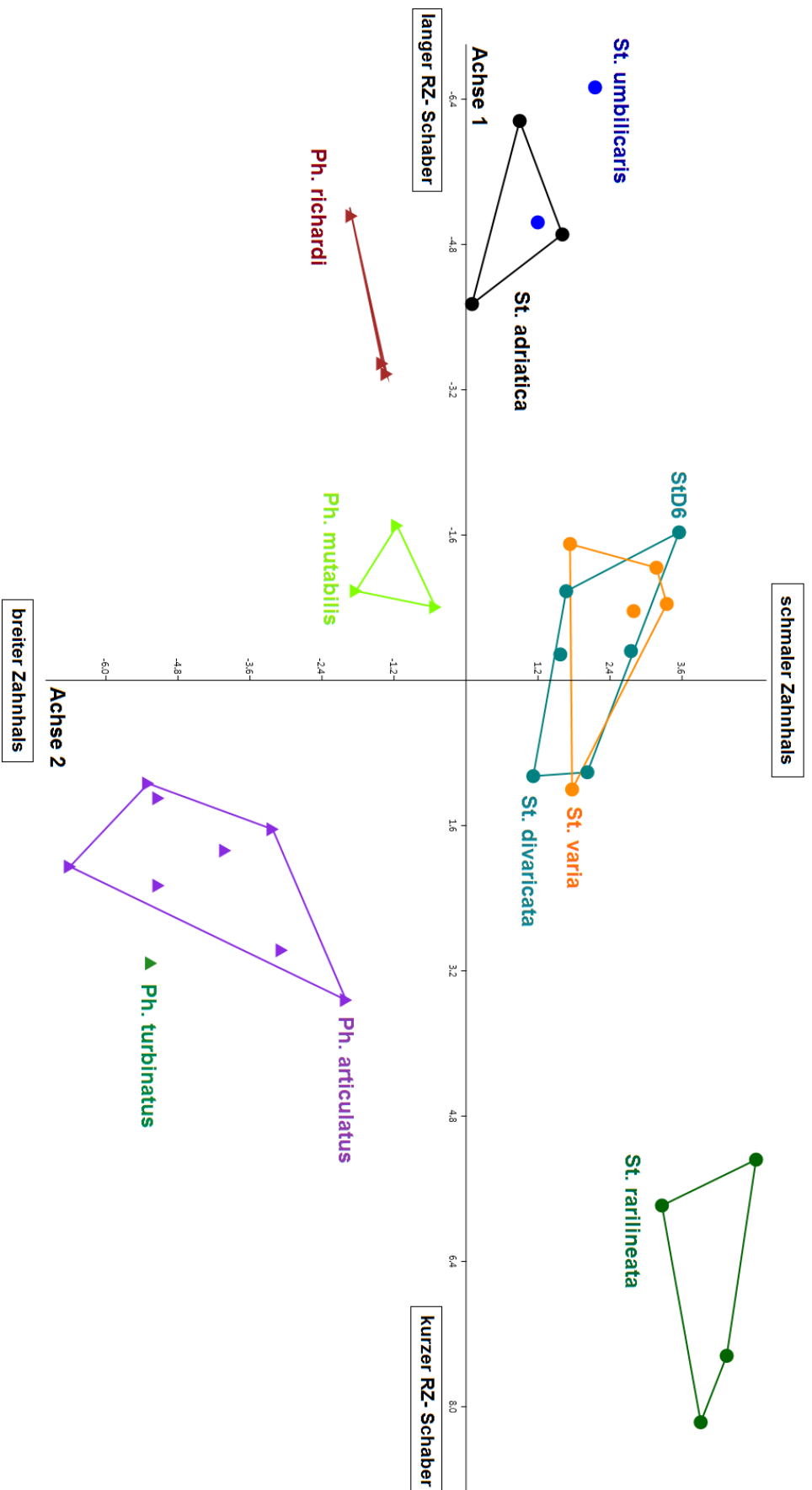


Abbildung 138 – Diskriminanzanalyse der Rachiszahn- und Schaberabmessungen des ersten Lateralzahnes; 1. Funktion auf der x-Achse, 2. Funktion auf der y-Achse

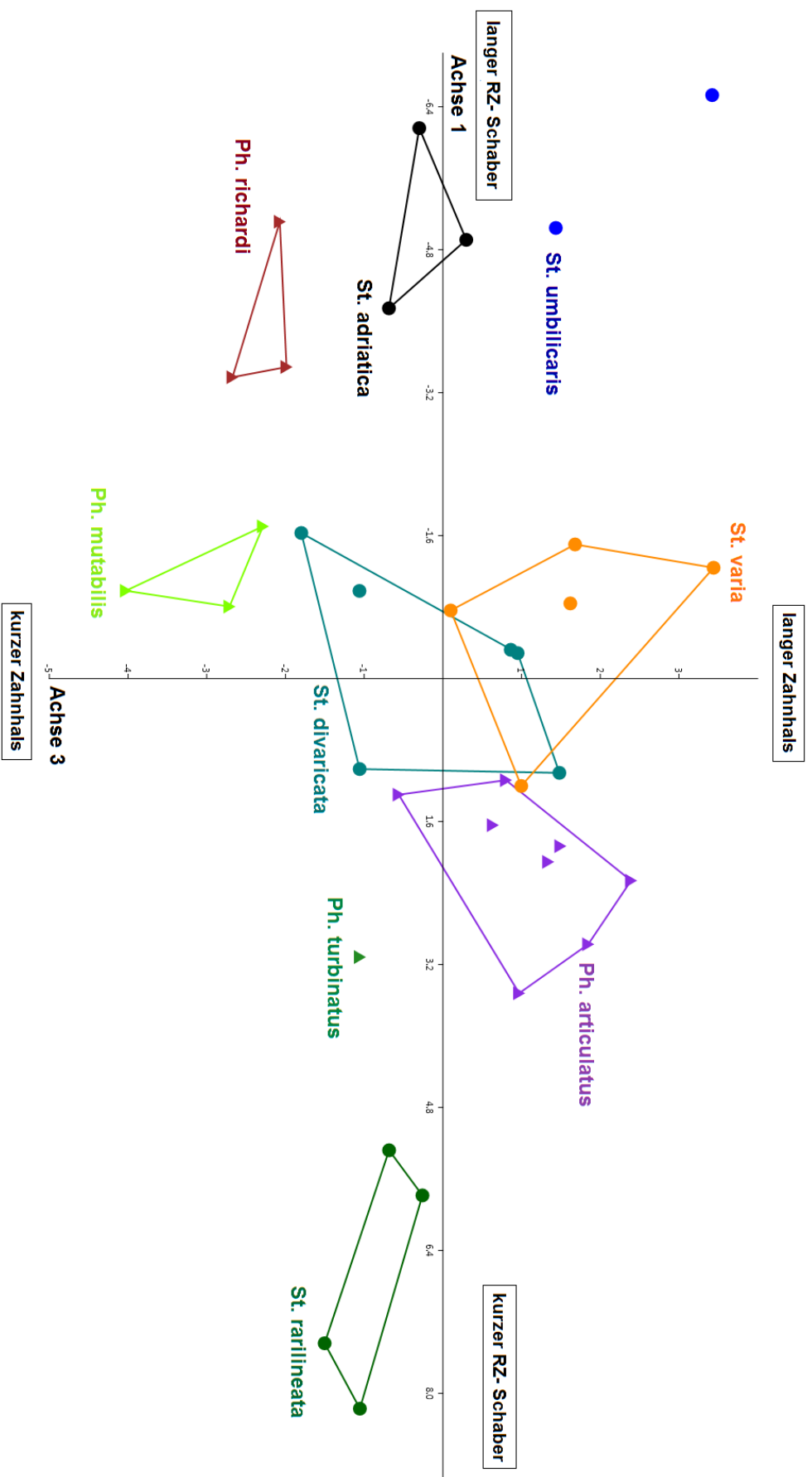


Abbildung 139 - Diskriminanzanalyse der Rachiszahn- und Schaberabmessungen des ersten Lateralzahnes; 1. Funktion auf der x- Achse, 3. Funktion auf der y- Achse

4. Diskussion

4.1. Unterschiede zwischen den Gattungen

Phorcus unterscheidet sich von *Steromphala* und *Clanculus* durch einen, im Verhältnis zur Rachiszahnbreite und zur Zahnhalshöhe, breiteren Zahnhals. *Clanculus* kann durch einen sehr kurzen Zahnhals von den anderen beiden Gattungen separiert werden (Abb. 116, 117). Weiters hat *Phorcus*, im Vergleich zum ersten Lateralzahnschaber, die kürzesten Rachiszahnschaber und *Clanculus* die längsten (Abb. 120, 121). Die Rachiszahnschaber sind bei *Steromphala* vorne meist dreiecksartig spitz zulaufend und bei *Clanculus* rundlich. Bei *Phorcus* ist der Schaber immer breiter als lang und der vordere Abschluss entweder gerade oder unregelmäßig. Zusätzlich sind die Rachiszahnschaber bei *Phorcus* meist dünner und daher manchmal gewellt, oft sind diese im vorderen Abschnitt der Radula bereits zur Gänze abgenutzt. Zudem sind die Dentikel am Rachiszahnschaber bei *Phorcus* kleiner und dünner als bei *Steromphala* und *Clanculus*. Überdies hinaus unterscheiden sich *Steromphala* und *Phorcus* in der Ausprägung der Seitenlamellen am Zahnhals. Bei *Steromphala* sind diese immer breit ausgeprägt, bei *Phorcus* hingegen sind sie meist dünn. Nur bei *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* sind Seitenlamellen vorhanden, jedoch sehr schmal und nur nach oben hin leicht breiter werdend. Dies ist auch eine jener Eigenschaften, anhand derer die beiden Arten von den übrigen *Phorcus* Arten von Beck (1995) differenziert wurden. An der Oberfläche der Zahnkörper sind bei *Steromphala*, wie ebenfalls von Beck (1995) beschrieben, im unteren Bereich zwei Einbuchtungen vorhanden. Diese sind jedoch nicht nur bei *St. varia*, *St. divaricata* und *St. rarilineata* nachweisbar, sondern auch bei *St. adriatica* und *St. umbilicaris*, welche Beck (1995) noch zu einer anderen Untergattung zuordnete. Des Weiteren ist bei den Arten *St. varia*, *St. divaricata* und *St. rarilineata* eine zusätzliche, runde Vertiefung oben in der Mitte des Zahnkörpers zu erkennen. *Phorcus* und *Clanculus* haben keine derartige gattungsspezifische Oberflächenstruktur des Zahnkörpers.

Ein weiterer, wichtiger Unterschied, besteht im Breiten- und Längenverhältnis des fünften, beziehungsweise sechsten Lateralzahnschabers. Bei *Phorcus* ist dieser deutlich länger als breit, bei manchen Individuen der Gattung *Steromphala* gleich lang wie breit und bei *Clanculus* breiter als lang (Abb. 124, 125). Hier bestätigt sich die Beobachtung, dass *Steromphala* und *Clanculus* über einen größeren distalen Fortsatz am fünften Lateralzahn verfügen (Beck 1995). Innerhalb *Steromphala* wird dies besonders bei *St. adriatica* und *St. umbilicaris* deutlich. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Lateromarginalplatte des ersten Marginalzahnes, welche bei *Steromphala* und *Clanculus* breiter ist als bei *Phorcus*.

Außerdem sind bei *Clanculus* die Schaber der Marginalzähne kürzer und deren Dentikel zahlreicher und feiner.

4.2. Unterschiede zwischen den Arten

4.2.1. *Steromphala* Gray, 1847

Steromphala adriatica und *St. umbilicaris* unterscheiden sich von den anderen drei Arten durch mehrere Merkmale. Sie haben einen längeren und schmälere Zahnhal und einen längeren und schmälere Rachiszahnschaber (Abb. 130, 133). Weiters ist der erste Lateralzahnschaber im Verhältnis zur Breite länger (Abb.134). Zusätzlich haben sie einen größeren distalen Fortsatz, eine breitere Lateromarginalplatte und der Schaber des ersten Marginalzahns ist breiter (Abb. 7). Bei *St. umbilicaris* und *St. adriatica* fehlt die zusätzliche Einbuchtung in der Mitte des oberen Bereiches des Zahnkörpers, welche bei den anderen *Steromphala* Arten vorzufinden ist (Abb. 4, 8, 9).

Zwischen den beiden Arten gibt es ebenfalls Unterscheidungsmerkmale. Der fünfte Lateralzahnschaber ist bei *St. adriatica* vorne breiter und gerade (Abb.4). Bei *St. umbilicaris* ist dieser vorne schmaler und rund (Abb. 8, 9). Außerdem hat der Schaber des ersten Marginalzahnes bei *St. adriatica* eine gerade Vorderkante und bei *St. umbilicaris* ist dieser spitz (Abb. 4, 8). Zusätzlich hat der Rachiszahnschaber bei *St. umbilicaris* eine tiefe mediane Furche, welche bei *St. adriatica* nicht zu finden ist (Abb. 6, 10). Diese Furche wurde von Beck (1995) als für beide Arten charakteristisch beschrieben. Anhand der im Zuge dieser Diplomarbeit untersuchten Individuen ist diese jedoch nur bei *St. umbilicaris* eindeutig feststellbar.

Für eine Unterscheidung zwischen *St. varia*, *St. divaricata* und *St. rarilineata* sind folgende Eigenschaften von Bedeutung. Erstens sind die Formen des Rachiszahnes unterschiedlich. Bei *St. divaricata* verlaufen die Seitenflügel schräger als bei den anderen beiden Arten (Abb. 14). *St. varia* zeichnet sich dadurch aus, dass die breiteste Stelle im Verhältnis zur Rachiszahnhöhe tiefer liegt (Abb. 126). Weiters ist bei *St. varia* der Zahnhal meist etwas länger als bei den anderen beiden Arten (Abb. 51, 131, 132). Bei *St. rarilineata* gehen die Seitenflügel des Zahnkörpers im Anschluss an den Zahnhal meist nach außen rund weg. Überdies ist der Zahnkörper bei *St. rarilineata* manchmal etwas kantiger und die breiteste Stelle liegt mittig (Abb. 126). Außerdem ist der Rachiszahn von *St. rarilineata* im Verhältnis zur Breite niedriger als bei den anderen beiden Arten. (Abb. 33, 128) Zweitens sind die Abmessungen des Rachiszahnschabers und des ersten Lateralzahnschabers wichtig. *St. rarilineata* lässt sich von *St. divaricata* dadurch differenzieren, dass der

Rachiszahnschaber vorne, im Verhältnis zur Breite an der Basis, schmaler ist. (Abb. 40, 130) Zudem ist der erste Lateralzahnschaber bei *St. rarilineata* kürzer als breit und bei *St. varia* und *St. divaricata* länger als breit (Abb. 134). Außerdem sind die Lateralzahnschaber von *St. rarilineata* vorne breiter und die Vorderkante ist immer gerade (Abb. 40). Bei den übrigen zwei Arten ist dies meist nur bei den äußeren beiden Lateralzahnschabern der Fall (Abb. 27, 58).

Es konnten somit für jede Art spezifische Merkmale herausgearbeitet werden, welche leider nicht immer derart klar vorzufinden sind. Es gibt auch Individuen, die diese charakteristischen Eigenschaften nicht so eindeutig aufweisen, was besonders die Differenzierung zwischen *St. divaricata* und *St. varia* erschweren kann. Diese Problematik wird auch anhand der Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalysen deutlich (Abb. 136-139).

4.2.2. *Phorcus* Risso, 1826

Phorcus mutabilis und *Ph. richardi* unterscheiden sich von den anderen beiden *Phorcus* Arten durch schmalere und spitze Lateralzahnschaber. Die inneren Marginalzahnschaber haben dementsprechend vorne ebenfalls eine Spitze und keine gerade Vorderkante wie bei *Ph. articulatus* und *Ph. turbinatus* (Abb. 99, 100). Weiters ist bei *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* der Zahnhals immer breiter als hoch, bei *Ph. articulatus* und *Ph. turbinatus* ist dies nicht der Fall (Abb. 132). *Phorcus turbinatus* und die großen *Ph. articulatus* Individuen haben einen dünnen Rachiszahnschaber, welcher im vorderen Bereich der Radula bereits völlig abgenutzt ist. Die Rachiszahnschaber von *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* sind länger und kräftiger, wodurch sich keine derart starken Abnutzungserscheinungen zeigen. Weiters sind die Dentikel an den Lateralzahnschabern bei *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* größer als bei *Ph. articulatus* und *Ph. turbinatus* (Abb. 75, 79, 80).

Zwischen *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* kann anhand der Form der Seitenflügel und mittels einer Querwulst unterschieden werden. Die Seitenflügel des Zahnkörpers von *Ph. richardi* verlaufen gerade und schräg nach unten, wo diese rundlich abschließen. Bei *Ph. mutabilis* verlaufen die Seitenflügel ebenfalls schräg nach unten, aber nicht so gerade, da sie leicht nach innen eingebuchtet sind. An der Oberfläche des Zahnkörpers befinden sich im unteren Bereich bei beiden Arten querliegende Einbuchtungen und nur bei *Ph. mutabilis* eine mittig liegende breite Querwulst (Abb. 85, 86).

Phorcus turbinatus unterscheidet sich durch einen, im Verhältnis zur Rachiszahnhöhe, niedrigeren Zahnkörper von den übrigen *Phorcus* Arten (Abb. 131). Außerdem ist der Zahnhals, im Vergleich zur Zahnkörperhöhe, bei *Ph. turbinatus* länger als bei den anderen drei Arten (Abb. 132). Die Form des Zahnkörpers betreffend, gibt es ebenfalls Abweichungen. Der Zahnkörper ist bei *Ph. turbinatus* am niedrigsten, weiters ist dieser breit und nach außen und unten rund. An der Oberfläche befinden sich am unteren Rand zwei querliegende Einbuchtungen (Abb. 79).

Bei *Ph. articulatus* sind die Ausprägungen der Rachiszahnform sehr vielfältig. Zwei der acht Individuen haben einen asymmetrischen Rachiszahn, die anderen haben unterschiedlich stark schräg abfallende Seitenflügel, welche unten eine Rundung bilden. Bei allen befinden sich, parallel zu den Seitenflügeln verlaufende, Furchen, welche sehr tief sein können (Abb. 61- 68). Nur bei *Ph. articulatus* konnten Asymmetrien in der Form der Rachiszähne und in der Anzahl der Lateralzähne gefunden werden (Abb. 61, 62, 75). Bei den andern drei *Phorcus* Arten gibt es keine Asymmetrien. Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Anzahl der Lateralzähne. *Ph. articulatus* hat, anstatt der üblichen fünf Lateralzähne pro Seite, sechs. Nur eine der acht *Ph. articulatus* Individuen weist diese Eigenschaft nicht auf und hat nur fünf Lateralzähne. *Ph. articulatus* weicht weiters von den anderen Arten durch einen, im Vergleich zur Breite, kürzeren ersten Lateralzahnschaber ab (Abb. 134). Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass bei *Ph. articulatus* der Rachiszahnschaber, im Verhältnis zur Breite des äußersten Lateralzahnschabers, schmaler ist. Bei den anderen Arten ist der Schaber des fünften Lateralzahns breiter (Abb. 135).

Eine Bestimmung von *Ph. articulatus* und *Ph. turbinatus* anhand der Radulamermale ist folglich möglich. Man kann diese beiden Arten auch gut von *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* unterscheiden. Nur die Differenzierung zwischen *Ph. mutabilis* und *Ph. richardi* stellt sich als nicht so einfach dar. Um diese beiden Arten voneinander separieren zu können, muss besonders auf die Form des Rachiszahnes und die Oberfläche des Zahnkörpers geachtet werden.

4.2.3. *Clanculus* Finlay, 1926

Zwischen den beiden *Clanculus* Arten gibt es nur geringe Verschiedenheiten. Es verlaufen die Seitenflügel von *C. cruciatus* schräger als jene bei *C. jussieui* (Abb. 101, 102). Zudem hat *C. jussieui* einen, im Verhältnis zur Zahnhalsbreite und zur Zahnkörperhöhe, längeren Zahnhals als *C. cruciatus* (Abb. 132, 133). Des Weiteren ist die Oberfläche des Rachiszahnkörpers von *C. cruciatus* durch eine mittige, quer liegende Ausbuchtung im

unteren Bereich gekennzeichnet. Zusätzlich befinden sich darüber liegend zwei, parallel zu den Seitenflügeln verlaufende, Vertiefungen (Abb. 101). Bei *C. jussieui* gibt es solche Einbuchtungen ebenfalls, nur sind diese nicht immer so deutlich zu erkennen. Manchmal sind sie auch zu einer einzigen quer liegenden Einbuchtung verbunden. Wenn dies der Fall ist, ist die Oberfläche zusätzlich durch eine darüber liegende Querwulst gekennzeichnet. Außerdem befindet sich bei *C. jussieui* unter dem Zahnhals in der Mitte eine weitere dreiecksförmige Einbuchtung (Abb. 102- 104). Folglich lassen sich auch diese beiden Arten anhand der Radula voneinander abgrenzen.

4.3. Conclusio

Die beschriebenen Radulamermale und ihre Verhältnissberechnungen ermöglichen somit eine Bestimmung der Gattungen und der untersuchten Arten.

Um die gewonnenen Erkenntnisse zu sichern, wären jedoch größere Stichproben und mehr Barcode Daten nötig. Vor allem ist die Abgrenzung zwischen *Steromphala rarilineata* und *St. divaricata* anhand der Schale bei jungen Individuen problematisch (Affenzeller 2015, 30). Da die untersuchten Exemplare aber zusätzlich klar durch die Radulamermale und die Abmessungen voneinander abweichen, wird angenommen, dass die Bestimmung in diesem Fall gelungen ist. Ein weiteres Problem stellt *St. umbilicaris* dar. Die Individuen unterscheiden sich zwar anhand von Details der Schale und Radula von *St. adriatica*, jedoch könnte es sich auch um eine andere Art als *St. umbilicaris* handeln. *Steromphala varia* ist schalenmorphologisch, aufgrund des runden und offenen Nabels, welcher von einer klaren Kante abgegrenzt wird, gut bestimmbar, daher sind die fehlenden Barcode Daten in diesem Fall nicht folgeschwer (Affenzeller 2015, 31). Zu *Phorcus mutabilis* und *Ph. richardi* wären noch zusätzliche Informationen neben der Schale interessant gewesen, da die Radulamermale sehr ähnlich ausfallen und die Möglichkeit besteht, dass es zwischen den beiden Arten zur Hybridisierung kommt (Affenzeller 2015, 34).

Es wäre aufschlussreich die Thematik weiter zu vertiefen und die herausgearbeiteten charakteristischen Eigenschaften anhand größerer Stichproben zu vergleichen und eventuell den Fokus zu erweitern und auch die übrigen Lateralzähne und Marginalzähne einer noch genaueren Betrachtung zu unterziehen.

Literatur

AFFENZELLER, S. (2015): *Morphometric Approaches to Species Delineation and Characterisation in the Trochid Genus Gibbula (Gastropoda)*. Masterarbeit. Universität Wien, 43.

ANISTRATENKO, V. V. (2005): Lectotypes for *Tricolia pullus*, *Gibbula divaricata* and *Theodoxus fluviatilis* (Mollusca, Gastropoda) revisited. *Vestnik zoologii*, 39 (6), 3- 10.

ARULARASAN, S.; Kesavan, K.; Lyla, P. S. (2011): Scanning electron microscope (SEM) studies of Radula of the Dog Conch *Strombus canarium* (Gastropoda: Prosobranchia: Strombidae). *European Journal of Experimental Biology*, 1 (1), 122-127.

BECK, L. A. (1995): „Europäische Kreiselschnecken (Trochoidea). Zur Systematik und Evolution europäischer Trochiden (Kreiselschnecken) unter besonderer Berücksichtigung der Gattungen *Gibbula* RISSO, 1826, *Osilinus* PHILIPPI, 1847 und *Jujubinus* MONTEROSATO, 1884 (Gastropoda, Prosobranchia)“: <http://www.staff.uni-marburg.de/~beck/diss1995/trochoid.htm#textinhalt> (19.03.2017).

EIGENBRODT, H. (1941): Untersuchungen über die Funktion der Radula einiger Schnecken. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 37 (4), 735- 791.

EISAPOUR, Mina; SEYFABADI, Seed Jafar; DAGHOOGHI, Behnam (2015): Comparative Radular Morphology in Some Intertidal Gastropods along Hormozgan Province, Iran. *Journal of Aquaculture, Research & Development* 6 (4), 1- 3.

GOFAS S.; JABAUD A. (1997): The relationships of the Mediterranean trochid gastropods 'Monodonta' mutabilis (Philippi, 1846) and 'Gibbula' richardi (Payraudeau, 1826. *Journal of Molluscan Studies* 63 (1), 57- 64.

HELLER, J. (2015): *Sea Snails. A natural history*. 354, Springer Cham.

HICKMAN, C. S. (1977): Integration of Electron Scan and Light Imagery in Study of Molluscan Radulae. *The Veliger* 20 (1), 1- 8.

GRUNER, H.- E.; HARTMANN- SCHRÖDER, G.; KILIAS, R.; MORITZ, M. (1993): 3. Teil: Mollusca, Sipunculida, Echiurida, Annelida, Onychophora, Tardigrada, Pentastomida. In: *Lehrbuch der speziellen Zoologie. Band I: Wirbellose Tiere*. (Gruner, H.- E. Hrsg.). 608, Gustav Fischer Verlag, Jena.

MEIRELLES, Carlos A. O.; MATTHEWS-CASCON, H. (2003): Relations Between Shell Size And Radula Size In Marine Prosobranchs (Mollusca: Gastropoda). *International Journal of Marine Sciences*. 19 (2), 45-53.

PADILLA, D. K. (2003): Form and function of radular teeth of herbivorous molluscs: Focus on the future. *American Malacological Bulletin*, 18 (1/2).

ROHLF, F. J. (2010). TPSDIG2. 16. Stony Brook, NY: Department of Ecology and Evolution, State University of New York.

SALVINI- PLAVEN, L. v.; HASZPRUNAR, G. (1987): The Vetigastropoda and the systematics of streptoneurous Gastropoda (Mollusca). *Journal of Zoology* 211 (4), 747- 770.

URIBE, J. E., WILLIAMS S. T., TEMPLADO, J., BUGE, B. and ZARDOYA, R. (2016). Phylogenetic Relationships of Mediterranean and North-East Atlantic Cantharidinae and Notes on Stomatellinae (Vetigastropoda: Trochidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 107, 64–79.

WILLIAMS, S. T. (2012): Advances in molecular Systematics of the Vetigastropod Superfamily Trochoidea. *Zoologica Scripta* 41 (6), 571- 595.

WILLIAMS, S. T.; DONALD, K. M.; SPENCER, H. G.; NAKANO, T. (2010): Molecular Systematics of the marine gastropod Families Trochidae and Calliostomatidae (Mollusca: Superfamily Trochoidea). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54 (3), 783- 809.

Zusammenfassung

Aufgrund der hohen Variabilität der Schale sind die Arten der Gattungen *Steromphala* und *Phorcus* schwer bestimmbar. Für die Differenzierung ist daher eine Kombination aus molekularen und morphometrischen Merkmalen ideal. *Steromphala varia* und *St. divaricata* sind zum Beispiel morphometrisch abgrenzbar, aber molekular ist eine eindeutige Trennung schwierig. *Steromphala rarilineata* ist zwar molekular klar gruppiert, zeigt jedoch morphometrisch Überschneidungen mit anderen Arten. Die morphometrische Analyse stützt außerdem die Separation der Gattungen *Gibbula* und *Phorcus* (Affenzeller 2015). Anistratenko (2005) schlug weiters *Steromphala* als eine Untergattung von *Gibbula* vor, mit *Steromphala cinerarius* als Typus- Art.

Die *Phorcus* und *Steromphala* Arten haben einen rhipidoglossen Radulotyp, bei welchem jede Reihe aus einem großen mittleren Zahn, mit beiderseits fünf Lateralzähnen und einem Fächer aus zahlreichen feinen Marginalzähnen besteht (Heller 2015).

In dieser Diplomarbeit wird die Radula mehrerer Arten der Gattungen *Steromphala* und *Phorcus* anhand von Abbildungen mit dem Licht- und Rasterelektronenmikroskop verglichen. Dies geschieht unter Berücksichtigung der neuen Systematik nach molekularen und schalenmorphologischen Analysen. Es sollen Verschiedenheiten in der Radulamorphologie zwischen den Gattungen und den Arten ermittelt werden.

Die analysierten Individuen stammen aus dem felsigen Eu- und Sublitoral aus Rovinj (Kroatien), Kreta und Zakynthos (Griechenland). Sie werden hinsichtlich mehrerer Radulamerkmale beschrieben und es werden Abmessungen am Rachiszahn und an den Schabern des ersten und fünften Lateralzahns genommen. Auf diese Weise können für jede Art spezifische Merkmale herausgearbeitet werden. Mithilfe von Verhältnisberechnungen der Maße sind signifikante Unterschiede zwischen den Arten und Gattungen nachweisbar. Als besonders wichtig stellten sich die Proportionen des Rachiszahnhalses und des Rachiszahnkörpers heraus. Die Verhältnisse der Lateralzahnschaber und des Rachiszahnschabers sind ebenfalls entscheidend. Die Anzahl der Dentikel ist nicht konstant und daher kaum aussagekräftig.

Abstract

The species of the genera *Steromphala* and *Phorcus* are difficult to diagnose due to the high variability in their shells. In order to be able to differentiate between the species, a combination of molecular and morphometric characteristics is ideal. *Steromphala varia* and *St. divaricata*, for example, are morphometrically distinguishable while a clear distinction on a molecular level is difficult. In turn, *Steromphala rarilineata* is molecularly clearly distinguishable but overlaps morphometrically with other species. Furthermore, morphometric analysis supports the separation of the genera *Gibbula* and *Phorcus* (Affenzeller 2015). Anistratenko (2005) additionally suggests *Steromphala* as a subgenus of *Gibbula*, with the type species *Steromphala cinerarius*.

The species of *Phorcus* and *Seromphala* have a rhipidogloss radula, in which each row consists of one large central tooth with five lateral teeth and a fan of many fine marginal teeth to both sides (Heller 2015).

This diploma thesis compares the radulae of various species of the genera *Steromphala* and *Phorcus* by means of images obtained with a light microscope and a scanning electron microscope. This is done by following current systematics for molecular and shell-morphological analyses. The objective is to determine distinctions in radular morphology of the two genera and the different species.

The individuals under analysis originate from the rocky eulittoral and sublittoral zones in Rovinj (Croatia), Crete and Zakynthos (Greece). They are described with regard to multiple radular characteristics, and the rachis tooth as well as the scrapers of the first and fifth lateral teeth are measured. This way, characteristics specific to each species can be defined. Via proportional calculations of the measurements, significant differences between the species and the genera are verifiable. What emerged as especially important are the proportions of the neck of the rachis tooth and the body of the rachis tooth. The ratios of the lateral tooth scraper and the rachis tooth scraper are significant as well. The number of denticles is not constant and therefore has little significance.