

3.2 Übergeordnete Taxonomie der Cardiidae

Animalia (Reich)

Mollusca (Stamm) Cuvier, 1797

Bivalvia (Klasse) Linnaeus, 1758

Cardiida (Ordnung) Férussac, 1822

Cardioidea (Überfamilie) Lamarck, 1809

Cardiidae (Familie) Lamarck, 1809

Lymnocardiinae (Unterfamilie) Stoliczka, 1870

3.3 *Parvicardium hauniense* (Petersen & Russell, 1971)

3.3.1 Taxonomie und Systematik

Parvicardium (Gattung) Monterosato, 1884

Parvicardium hauniense (Petersen & Russell, 1971)

Deutscher Name: Kopenhagener Herzmuschel

Englischer Name: Copenhagen cockle

Dänischer Name: Tyndskallet hjertemusling

Synonyme: *Cardium hauniense* Petersen & Russell, 1971

Cerastobyssum hauniense (Petersen & Russell, 1974)

Etymologie: Der Gattungsname *Parvicardium* (Monterosato, 1889) setzt sich aus den Wörtern “*Parvi*” und “*Cardium*” zusammen. Das Wort “*Parvi*” leitet sich vom lateinischen Wort “*Parvus*” ab und bedeutet “klein”, das Wort “*Cardium*” leitet sich vom griechischen Wort für “Herz” (griech. καρδιά [Kardia]) ab. In Anbetracht der für jedermann sichtbaren charakteristischen Form ist der Name “Kleine Herzmuschel” für die Gattung *Parvicardium* wohl sehr passend. Der Artnamen *hauniense* stammt ebenfalls aus dem Lateinischen und bedeutet “aus Kopenhagen stammend” (von Haunium = Kopenhagen). Dieser wurde von Petersen und Russell (1971) aufgrund der Verbreitung dieser Art an der dänischen

Ostseeküste ausgewählt. Die taxonomische Einordnung erfolgt auf der Basis des World Register of Marine Species (2020, 2021).

Aufgrund der Ähnlichkeit der Art mit *P. exiguum* (Dreieckige Herzmuschel) und den Juvenilstadien von *C. glaucum* (Lagunen-Herzmuschel) wurde die Kopenhagener Herzmuschel bis zur eindeutigen Bestimmung von Petersen und Russell (1971) in der Literatur nicht als eigene Art identifiziert und ist somit in der früheren Literatur nicht als solche zu finden.

In Ihrem Paper "*Cardium haniense* compared with *C. exiguum* and *C. glaucum*" stellen die Autoren Petersen und Russell (1971) fest, dass die von Petersen (1958) am Dybsø Fjord gesammelten Exemplare fälschlicherweise der Art *Cardium exiguum* Gmelin, 1791 zugeordnet wurden. Der Zweitautor P. J. C. Russell, der mehr Erfahrung auf dem Gebiet der Britischen Mollusken verfügte, erkannte jedoch, dass eine weitere taxonomische Trennung erforderlich sei. Durch wiederholte Untersuchungen zeigte sich, dass die vier Herzmuschel-Spezies (*C. edule*, *C. glaucum*, *P. exiguum* und *P. hauniense*) verschiedene elektrophoretische Muster aufwiesen (J. E. Jelnes, G. Høpner Petersen & P. J. C Russell, 1971). Jelnes et al. (1971) kamen zu dem Schluss, dass die vier Morphospezies gültige Arten sind und keine Trennung in Unterarten nötig sei. Aufgrund der dieser neuen Erkenntnisse wählten sie für die neu entdeckte Art wegen ihrer Größe und des Fundorts den Namen *Cardium hauniense* Petersen & Russell, 1971. Im Nachhinein entschieden sich die Autoren für die Zuordnung zur Gattung *Parvicardium* Monterosato, 1884 (Kleine Herzmuscheln).

Durch eine Untersuchung der frühen dänischen Literatur und dem dazu gesammelten Originalproben war es Petersen und Russell (1971) möglich, die taxonomische Geschichte der Art weitestgehend zu ermitteln. Durch die Untersuchung verschiedener Proben des Kopenhagener Museums, die im Laufe des 19. Jahrhunderts von Morch (1871), Collin (1884) und Petersen (1888) im Kattegat und der Limfjord-Gegend gesammelt worden waren, ergab, dass sich nicht nur die dokumentierte Art *P. exiguum* sondern auch die Kopenhagener Herzmuschel in den Proben fand (Petersen und Russell, 1971).

Nur zwei der durch Morch (1871) bestimmten Proben der Exemplare *P. exiguum* (damals *Cardium exiguum* Gmelin, 1791) enthielten *P. hauniense* (Petersen & Russell, 1971). In einem den Proben beigefügten Kommentar erörtert Morch eine mögliche Verwechslung mit der Art *Cerastoderma balticum* Reeve, 1845, heute bekannt als *C. glaucum* (Petersen, 1958; Russell, 1969).

Koch (1875) beschreibt in seinem Werk "Über Rissoen und Cardien der Ostsee" den Fund von *P. exiguum* in der Wismarschen Bucht, Bad Doberan und Warnemünde. Er erklärt, dass die Muschel aufgrund ihrer kleinen Größe bis dahin wenig Aufsehen erregt und er sich daher keine Gedanken um die genaue Bestimmung gemacht habe. Es ist jedoch aufgrund seiner Darstellung zu vermuten, dass es sich bei der von ihm beschriebenen Art nicht um *P. exiguum*, sondern um *P. hauniense* handelt. Koch (1875) beschreibt eine Abweichung zu der aus dem Mittelmeer bekannten Art *P. exiguum*. Die in der Ostsee vorkommenden Muscheln wiesen eine violett-bräunliche Färbung auf, die für *P. hauniense* typisch ist.

Auch in der späteren Literatur des 19. Jahrhunderts wird die Art wiederholt als *C. exiguum* beschrieben. Jagnow und Gosselck (1987) bestätigen, dass es sich in den Funden aus früheren Untersuchungen in verschiedenen Gebieten der Ostsee in der unten genannten Literatur in den meisten Fällen um *P. hauniense* handelt (zitiert aus Jagnow und Gosselck, 1987): Krüger und Meyer (1937), Koch (1950), Schlesch (1936), Seifert (1939), Trahms (1939), Boettger (1950), Jaeckel (1952).

3.3.2 Morphologie



Abbildung 2

Abbildung 3

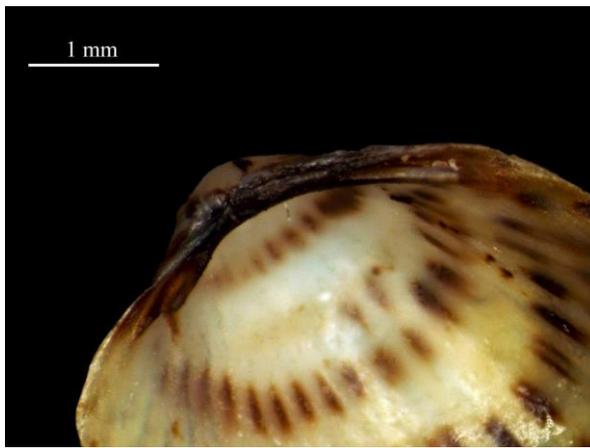


Abbildung 4

Abbildung 2-4: *Parvicardium hauniense* Habitus, Aufsicht der rechten Schale (Abb. 2), Aufsicht der Innenseite der rechten Schale (Abb. 3), Schlossapparat (Abb. 4) (Boiensdorf; Datum: 05.11.2020; 54,01287°N 11,32027°E; Tiefe: 0,5 m- 1 m; Salinität: 13 ‰ über Grund.)

Die morphologische Beschreibung von *Parvicardium hauniense* stützt sich hauptsächlich auf der Literatur von Petersen und Russell (1971a, 1971, 1973), Krzyminska und Wollowicz (1996), Jagnow und Gosselck (1987) und eigene Beobachtungen.

Die Größe der betrachteten Art variiert im Zusammenhang mit der Verbreitung (HELCOM Red List, 2013). Die in Dänemark dokumentierten Exemplare erreichen eine Breite von bis zu 10 mm, während die an der deutschen Küste und in der Puck-Bucht vorkommenden Muscheln eine Breite von 8 mm nicht überschreiten. Das in den *Abbildungen 2-4* dargestellte

Exemplar weist eine Breite von 5 mm und eine Höhe von 4,5 mm auf. Die im Salzhaff gesammelten Muscheln reichen von 2 mm bis 9 mm Breite (*Tab. 1, A1*).

Die Schalenform ist in der Regel schief-oval und am posterioren Rand leicht abgerundet. Die Ränder sind fein gekerbt und der Umbo ist weit von der Mittellinie entfernt, wodurch sich das für diese Art typische schiefe Aussehen ergibt. Die Schale ist, anders als bei *Parvicardium exiguum*, nicht gekielt. Eigene Beobachtungen und die von Weber (1990) belegen, dass die Form bei Exemplaren des Salzhaffs häufig vom "klassischen" Typ aus der Literatur abweichen kann. Es handelt sich dabei um etwas stämmigere und auch langgestreckte Formen, die leicht mit Juvenilen von *Cerastoderma glaucum* zu verwechseln sind (*Abb. 7-8*) (Weber, 1990).

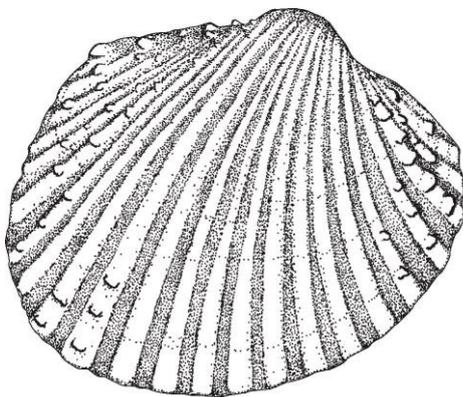
Herzmuscheln sind durch ihre radialen Rippen ausgezeichnet. In der betrachteten Literatur schwankt die Anzahl der Rippen von *P. hauniense* zwischen 21 und 30, während mehrere Exemplare aus den eigenen Untersuchungen nur 19 Rippen aufwiesen (*Tab. 1, A1*). Die Rippen können um den Umbo herum schwächer ausgebildet sein als auf dem Rest der Schale. Innerhalb der Entwicklung können die Rippen starke Veränderungen aufweisen, die Abstände sind jedoch meistens gleichbleibend. Die in den Zwischenräumen der Rippen vorkommenden kleinen Linien sind die Wachstumsschichten der Muschel (Krzyminska und Wollowicz, 1996). Diese Wachstumsschichten zeigen die frühere Position des Schalenrandes an (Spektrum, 1999 [online]). Insbesondere bei Juvenilstadien sind auf den hinteren Rippen häufig kurze Dornen oder Knötchen zu finden. Auch die Schaleninnenseite ist vom ventralen Rand bis unter den Wirbel deutlich gefurcht.

Muschelschalen bestehen aus drei Schichten: 1) Das aus Conchin bestehende und farbige *Periostracum* (auch Schalenhaut genannt). Bei *P. hauniense* ist dieses sehr dünn und bedeckt die gesamte Schale. 2) Das aus organischen Lamellen (Conchin) und Schichten aus Kalk (Aragonit und Calcit) bestehende *Ostracum* (Prismenschicht). Und 3) das *Hypostracum* (Perlmuttschicht). Diese besteht aus kristallisiertem Aragonit und verleiht der Schale der Muscheln den typischen Glanz (Spektrum, 1999 [online])

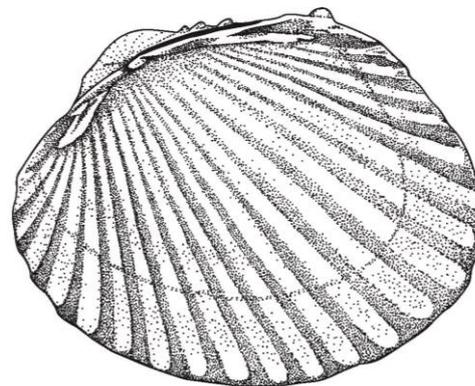
Die ausgesprochen dünne Schale der Kopenhagener Herzmuschel ist fast durchscheinend und sehr fragil. Die Grundfarbe variiert von weiß über gelb bis hin zu sehr dunklen Farben, wie Schwarz und Braun (*Abb. 7*). Die Schalen sind oft heller, mit dunklen Rippen ausgestattet, und die Innenseite weist häufig einen purpurfarbenen Glanz auf.

Um sich vor Feinden und Umwelteinflüssen zu schützen, besitzt *Parvicardium hauniense* einen Schlossapparat mit kleinen Zähnen auf beiden Schalenklappen, welche die beiden Klappen im geschlossenen Zustand ineinander verkeilen. Die Kopenhagener Herzmuschel ist

heterodont. Ihr Schloss besteht aus zwei sich unter dem Umbo befindenden relativ unscheinbaren Kardinalzähnen und je einem vorderen (*anterior*) und einen hinteren (*posterior*) Lateralzahn auf jeder Schalenklappe. Der hintere Lateralzahn ist doppelt so lang wie der vordere. Letzterer kann nach innen gebogen und spitz sein. Da alle *Cardiida* der Ostsee entweder zwei vordere und zwei hintere oder nur zwei vordere Lateralzähne besitzen, sind die Zähne der rechten Schale für die Bestimmung zuverlässige Merkmale (Jagnow und Gosselck, 1987). Die beiden Gehäuseklappen werden, zusätzlich zu den Zähnen, durch das elastische Ligament beweglich verbunden. Bei der betrachteten Art ist dies immer relativ flach, langgestreckt und besitzt eine faltige Oberfläche.



1 mm



1 mm

Abbildung 5

Abbildung 6

Abbildung 5-6: *Parvicardium hauniense* Habitus-Zeichnung, Aufsicht der rechten Schale (Abb. 5), Innenseite der rechten Schale (Abb. 6). (Boiensdorf; Datum: 05.11.2020; 54,01287°N 11,32027°E; Tiefe: 0,5 m- 1 m; Salinität: 13 ‰ über Grund)

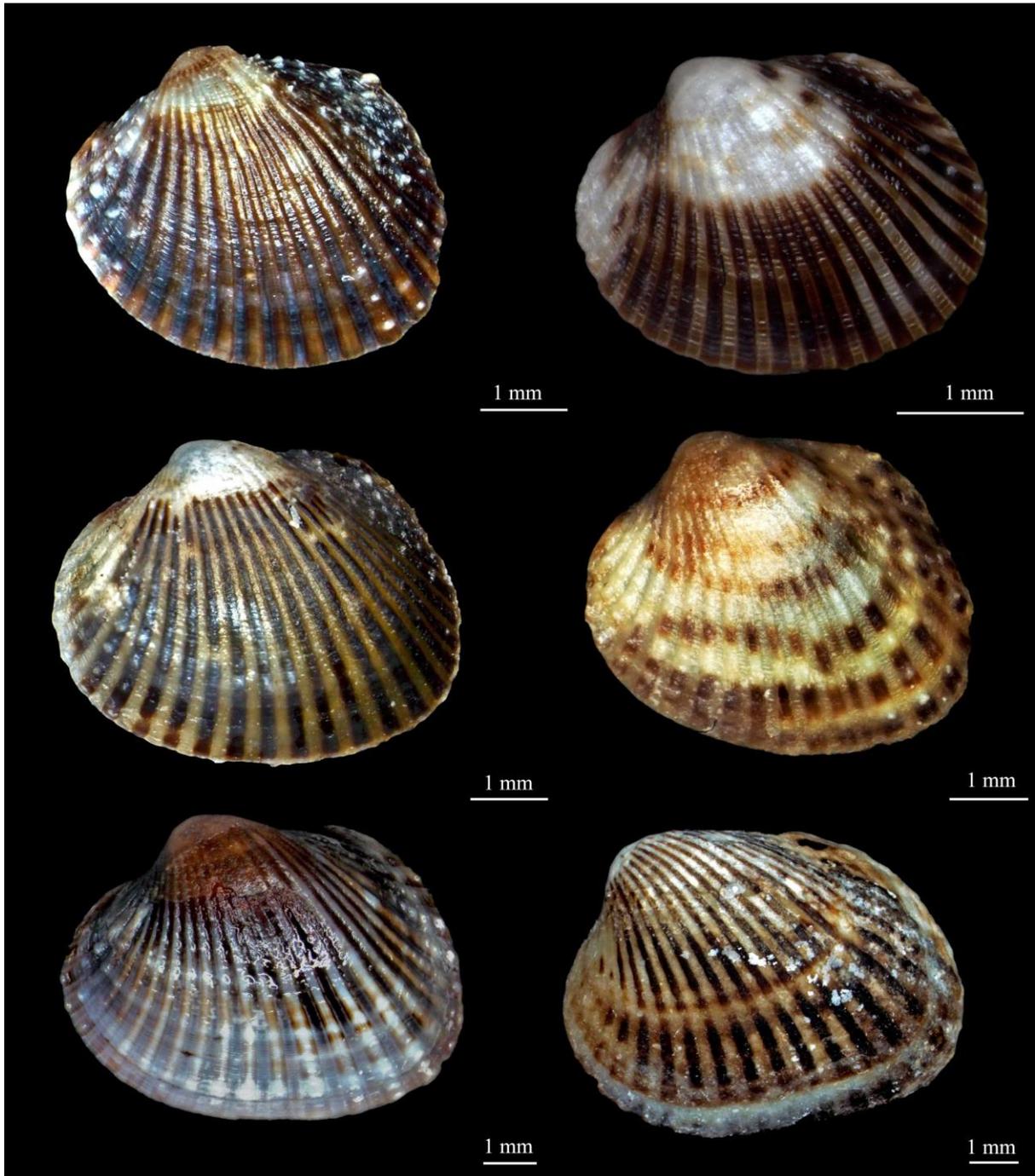


Abbildung 7: Variabilität der Färbung und Schalenform von *Parvicardium hauniense*. Aufsicht der linken Schalenklappe. (Boiensdorf; Datum: 05.11.2020; 54,01287°N 11,32027°E; Tiefe: 0,5 m - 1 m; Salinität: 13 ‰ über Grund; Det: L. Rassudow)



Abbildung 8: Variabilität der Färbung und Schalenform von *Parvicardium hauniense*. Aufsicht der Innenseite der linken Schalenklappe. (Boiensdorf; Datum: 05.11.2020; 54,01287°N 11,32027°E; Tiefe: 0,5 m - 1 m; Salinität: 13 ‰ über Grund)

Ergebnisse der morphologischen Beobachtungen

Die *Tabelle 1* zeigt einen Ausschnitt der dokumentierten Messungen der Höhe (mm), Breite (mm) und der Anzahl der Rippen und der mit Dornen besetzten Rippen.. Für eine bessere Lesbarkeit dieser Arbeit wurde die Tabelle gekürzt. Die vollständigen Tabellen befinden sich im Anhang (A1-A8). Das kleinste der im Salzhaff gesammelten Exemplare weist eine Höhe von 2,5 mm und eine Breite von 3 mm auf, während das größte am Poel Damm gesammelte Exemplar 8 mm Hoch und 9 mm Breit ist.

Tabelle 1: Ein Ausschnitt der gemessenen Höhen und Breiten (in mm) sowie die Anzahl der Rippen mit der sich darauf befindenden Dornen der Art *Parvicardium hauniense* (Boiensdorf; Datum: 05.11.2020; 54,01287°N 11,32027°E; Tiefe: 0,5 m- 1 m; Salinität: 13 ‰ über Grund)

| Anzahl der Proben | Höhe (mm) | Breite (mm) | Anzahl Rippen | Rippen mit Dornen |
|-------------------|-----------|-------------|---------------|-------------------|
| 1 | 2,5 | 3 | 19 | 2 |
| 2 | 3 | 3,5 | 21 | 3 |
| 3 | 3 | 3,5 | 23 | 4 |
| 4 | 3,5 | 4 | 23 | 5 |
| 5 | 3,5 | 4 | 23 | 3 |
| 6 | 3,5 | 4 | 23 | 1 |
| 7 | 4 | 4,5 | 23 | 3 |
| 8 | 4 | 5 | 25 | 4 |
| 10 | 4,5 | 5 | 20 | 4 |

In der Einleitung wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Anzahl der mit Dornen besetzten Rippen mit zunehmendem Alter und Größe der Muschel abnimmt. Der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Rippen, die mit Dornen besetzt sind, und der Breite der Muschel wird in *Abbildung 9* graphisch dargestellt. Muscheln mit einer Breite zwischen 3 und 6 mm weisen die größte Anzahl der mit Dornen besetzten Rippen auf. Bei größeren Exemplare mit Breiten zwischen 7 und 10 mm ist die die Zahl der dornenbesetzten Rippen zwar geringfügig niedriger. Der Unterschied ist jedoch so gering, dass die Hypothese nicht bestätigt werden kann.

Zusammenhang der Anzahl der mit Dornen besetzten Rippen zu der Breite der Muschel (mm)

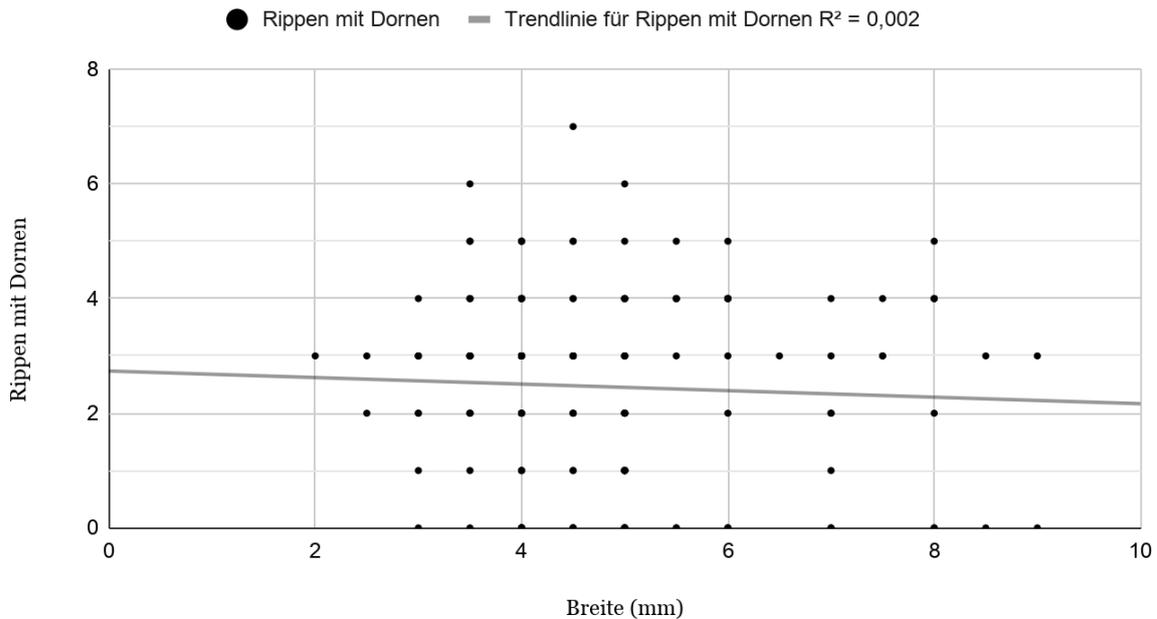


Abbildung 9: Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Breite der Muschel und der Anzahl der mit Dornen besetzten Rippen.

3.3.3 Ökologie

Verbreitung

Parvicardium hauniense bevorzugt flache Gewässer mit erhöhtem Pflanzenwachstum, weshalb sie sich vor allem in Küstennähe aufhält. Die Muschel ist in den südwestlichen dänischen Inseln und in der Ostsee von Zealand, den Åland-Inseln und bis zu den finnischen Inseln vor Luvia verbreitet (Abb. 10) (Jagnow und Gosselck, 1987; Väinölä, 1993; FinBIF, 2020). An der deutschen Küste wurde sie bisher von der Kieler Bucht bis zum Greifswalder Bodden dokumentiert (IOW-Datenbank; Gosselck, 1992). In der Literatur wurden hohe Abundanzen der Art insbesondere im Salzhaff (Weber, 1990), in der Puck Bucht in Polen (Krzyminska und Wolowicz, 1996; Żmudziński, 1997) und von Russell (1958) im Dybsø-Fjord untersucht. Jungbluth *et al.* (2019) gibt die Verbreitung bis an die litauische Ostseeküste an. Zusätzlich gibt er sowohl für die Wismarbucht als auch den Rügensch Bodden das dichteste Vorkommen der kleinen Muschel an (Jungbluth *et al.*, 2019).

Parvicardium hauniense ist eine für die Ostsee endemische Art (Petersen und Russell, 1971a). Dies bestätigt die Veröffentlichung von Krzyminska und Wolowicz (1996). Ihre

Untersuchungen der holozänen Ablagerungen in der Puck Bucht zeigen dass *P. hauniense* eine junge Art ist, die erst seit ca. 6660 Jahren in der Region vorkommt (Krzyminska und Wolowicz, 1996).

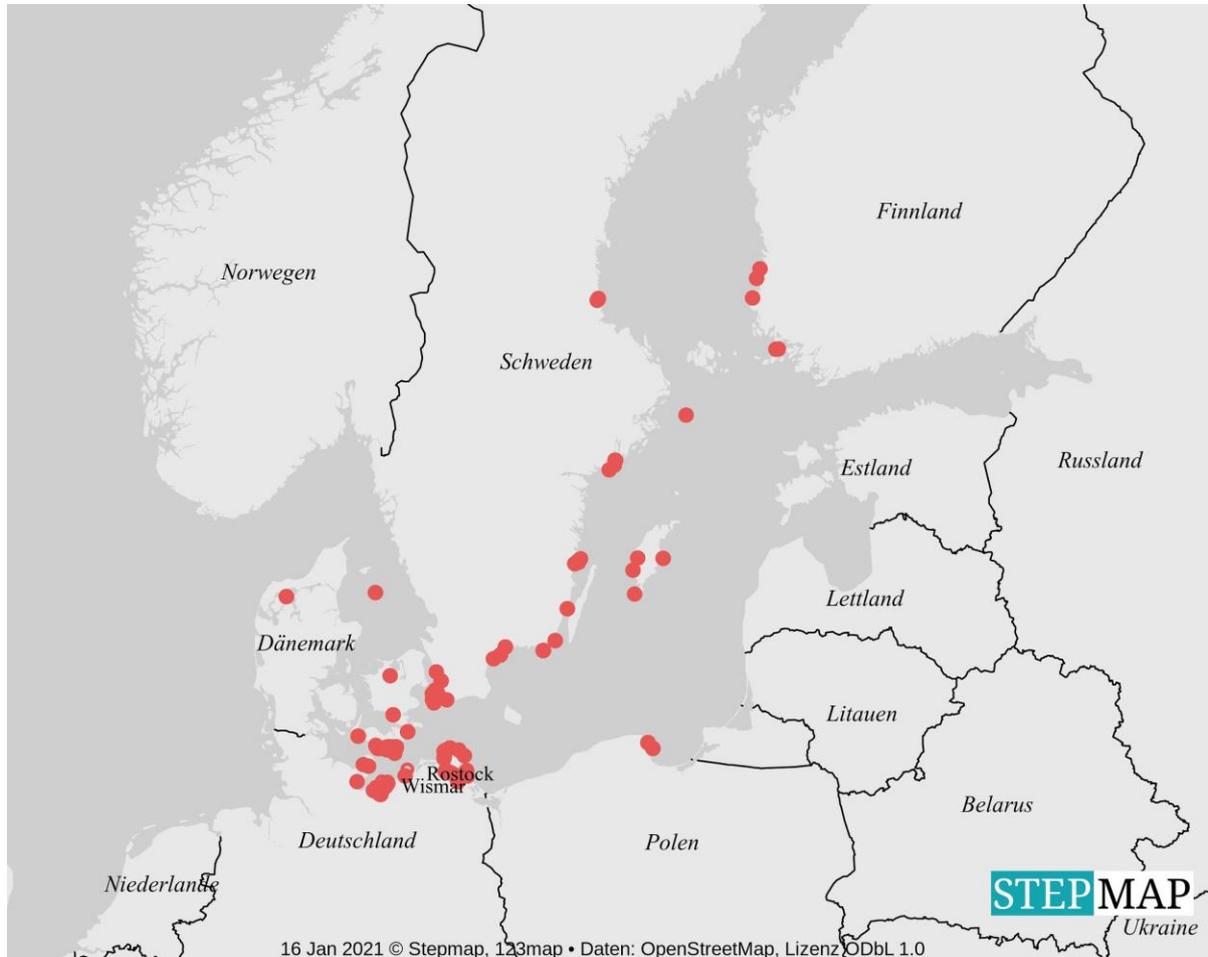


Abbildung 10: Verbreitung von *Parvicardium hauniense* in der Ostsee. Die Karte wurde mit dem Programm STEPMAP (2021) erstellt.

Wolowicz (1992) berichtet in einer Veröffentlichung über den Fund von *Parvicardium hauniense* im Étang de Thau an der Französischen Mittelmeerküste. Diese Entdeckung wäre bislang die erste der Art außerhalb der Ostsee (Nikula, 2000). Nikula untersuchte in ihrer Masterarbeit die in Frankreich entdeckte Art und stellte 44 Nucleotidunterschiede (8 % der Sequenz) verglichen zu den in der Ostsee vorkommenden Exemplaren fest. Nikula (2000) äußert in ihrer Arbeit die Vermutung, dass es sich bei der in der Mittelmeer gefundene Muschel um eine andere als *P. hauniense* handeln muss. Dies wird später durch die in der Arbeit von Giribet und Wheeler (2002) veröffentlichte Sequenz von *P. exiguum* bestätigt. Die Sequenz von Nikula (2000) der in der Ostsee gefundenen Art ist identisch mit der von

Parvicardium exiguum aus der Veröffentlichung von Gibret und Wheeler (2002). Auch die CIESM (International Commission for the Scientific Exploration of the Mediterranean Sea, 2003) bezweifelt das Vorkommen von *P. hauniense* im Mittelmeer.

Habitat und Ernährung

Parvicardium hauniense gräbt sich, anders als die meisten Herzmuscheln, auch als Adult nicht in das Sediment ein. Mit Hilfe der Byssusfäden und des schlanken Fußes setzt sich die kleine Muschel an Pflanzen fest und filtert Nährstoffe, primär Plankton und Detritus (Schwebeteilchen und abgestorbene Mikroorganismen) aus dem Wasser.

Hälterungsversuche, die von Weber (1990) durchgeführt wurden, ergaben, dass sie sogar in der Lage ist, glatte Oberflächen, wie z.B. Glasscheiben, zu erklimmen. Die Art wurde bisher auf Pflanzen wie *Fucus vesiculosus* (Blasentang), *Furcellaria*

lumbricalis (Rotalge), *Chara vulgaris* (Gewöhnliche Armleuchteralge), *Zannichellia palustris* (Sumpf-Teichfaden), *Ruppia cirrhosa* (Schraubige Salde) und, wie die für diese Arbeit gesammelten Exemplare, auch auf dem Gewöhnlichen Seegrass (*Zostera marina*) gefunden (Krzyminska & Wollowicz 1996; Jagnow Gosselck, 1987). Sie wurde von allen Autoren der betrachteten Literatur bisher nur im Phytal lebend gefunden und sowohl bei den Untersuchungen von Weber (1990) als auch von Wolowicz und Wiktor (1995) wurden keine Präferenzen hinsichtlich der Wirtspflanzen beobachtet.

Aufgrund dieser pflanzlichen Substratpräferenz ist die vertikale Verbreitung eingeschränkt. *Parvicardium hauniense* wurde bislang in Tiefen von 0,5 bis zu 40 m gefunden, in denen das Pflanzenwachstum noch möglich ist (Jagnow und Gosselck, 1987; Petersen und Russell, 1971). Geschützte Buchten und flache Lagunen, wie z.B. das Salzhaff oder die Puck-Bucht, scheint die Art besonders zu bevorzugen (Weber, 1990). Die Tiere kommen häufig in einer großen Anzahl vor. Petersen (1958) dokumentierte eine Dichte von bis zu 1000 Ind. / m² im Dybsø Fjord.



Abbildung 11: *Parvicardium hauniense* angeheftet mit Byssusfäden an Blasentang (*Fucus vesiculosus*).

Salinität und Temperatur

Die Kopenhagener Herzmuschel ist eine stenohaline Brackwasser-Art, d.h. sie ist sehr empfindlich gegenüber Schwankungen des Salzgehaltes. In der Literatur wird der tolerierte Salzgehalt zwischen 5 und 13 PSU angegeben (Petersen und Russell, 1971, 1973; Krzyminska und Wollowicz 1996). Die in der Datenbank des IOW dokumentierten Arten wurden in Gebieten mit einem Salzgehalt zwischen 6,3 und 17,4 PSU gesammelt. Offenbar können einige Populationen einen deutlich höheren Salzgehalt tolerieren, was jedoch von den Untersuchungen von Petersen und Russell (1973) abweicht. Die Autoren fanden bei Laborversuchen heraus, dass die Muschel eine hohe Empfindlichkeit gegenüber kleinen Schwankungen der Salinität aufweist. Es wurden nur 2% Salinitätsamplitude toleriert.

Ob *Parvicardium hauniense* Orte mit einem erhöhten Frischwassereintrag meidet, ist in der Literatur ebenfalls umstritten. Einige Autoren fanden keinen Nachweis dafür, dass die Art an Orten mit hoher Süßwasserbelastung vorzufinden ist (Petersen und Russell 1971, 1973; Jelnes et al. 1971; Russel und Petersen, 1971, 1973; Krzyminska und Wollowicz 1996), Weber (1990) beobachtete jedoch in geringer Abundanz Tiere in unmittelbarer Nähe des Hellbachs am Salzhaff. Weber (1990) vermutet, dass sich die Salinitätspräferenz der verschiedenen Muschelpopulationen nach Osten verringert, da der Salzgehalt der Ostsee in Richtung Osten geringer wird.

In den relativ flachen Habitaten, die *P. hauniense* besiedelt, kommt es häufig zu starken Temperaturschwankungen, die es zu bewältigen gilt. Zwischen Winter und Sommer kommt es häufig zu Temperaturunterschieden von bis zu 30°C (Petersen und Russell, 1971, 1973; Muus, 1967). Laut den Untersuchungen von Krzyminska und Wolowicz (1996) ist die kleine Muschel in der Lage, bis zu vier Wochen (Puck-Bucht) oder gar bis zu sechs Wochen (Bottnischer Meerbusen) in zugefrorenen Gewässern zu überleben.

Reproduktion und Wachstum

Die Beschreibung der Reproduktion basiert primär auf den Untersuchungen und der Veröffentlichung von Wolowicz (1987) "A comparative study of reproductive cycle of two *Cardium* species" in der Puck-Bucht und den Beobachtungen von Weber (1990) im Salzhaff.

Parvicardium hauniense ist eine getrenntgeschlechtliche Art, deren sexuelle Reproduktion mehrere aufeinanderfolgende Reifungsstadien der Geschlechtszellen umfasst. Diese beinhalten die erste Gametogenese von Jungtieren, bei der die Unterscheidung des Geschlechtes meistens noch nicht möglich ist, über die Entwicklung bis hin zu der Geschlechtsreife und Reproduktion der Muscheln (Wolowicz, 1987). Wolowicz hat in seiner Veröffentlichung für eine bessere Übersicht der Reproduktion eine fünfteilige Reifeskala entwickelt, an der sich diese Beschreibung orientiert.

Bei einer Größe von drei bis fünf Millimetern erreicht die Muschel die Geschlechtsreife. Zu diesem Zeitpunkt ist die Muschel ca. 1 Jahr alt (Väinölä, 1993).

Sowohl die Oogenese als auch die Gametogenese von *P. hauniense* beginnen im April und dauern ungefähr bis Mai an (Wolowicz, 1987). Zu diesem Zeitpunkt sind die Ovarien mit sehr schnell wachsenden Oozyten gefüllt, welche unter dem Mikroskop gut sichtbar sind. Die freien Eizellen wachsen innerhalb kürzester Zeit von 15 µm zu 32 µm Durchmesser heran und werden von einer gelatinösen Schicht ummantelt (Wolowicz, 1987). Sobald die Eizellen von den Weibchen ins Wasser freigelassen werden verdickt sich die gelatinöse Membran und sie nehmen eine kugelige Form an (Wolowicz, 1987). Die Gonaden der Männchen sind zu diesem Zeitpunkt stark vergrößert und mit reifen, jedoch unbeweglichen Spermien gefüllt, welche erst nach der Freigabe ins Wasser aktiv werden (Wolowicz, 1987).

Die von Wolowicz untersuchten Tiere der Puck-Bucht beginnen ab Ende Mai mit der Fortpflanzung, während die von Weber (1990) im Salzhaff untersuchten Muscheln bereits ab April / Anfang Mai mit der Reproduktion beginnen. Weber äußert die Vermutung, dass dies durch die im Vorjahr (1989) erhöhte Wassertemperatur des Salzhaffs begünstigt wurde.

Die Laichperiode ist bereits Ende August / Anfang September beendet und der Großteil der Weibchen befindet sich wieder am Anfang des Entwicklungszyklus der Gonaden (I - II) (Wolowicz, 1987). Da die Art ein Alter von 2 ½ Jahren (meistens 1 ½ Jahre) nicht überschreitet, laichen nur sehr wenige Tiere zweimal. Der Großteil der Muscheln stirbt nach dem Laichen ab (Wolowicz, 1987). Laut Wolowicz beginnt der Spermatogenese-Zyklus nach der Reproduktion aufs Neue.

Petersen (1958) und Wolowicz (1987) vermuteten, dass *P. hauniense* Portionslaicher ist, d.h., dass die Art über einen längeren Zeitraum verteilt mehrmals Eier und Spermien abgibt, wobei die Anzahl der Eier im Laufe der Zeit zahlenmäßig abnimmt. Weber (1990) vermutet dass, es aufgrund der unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeiten der Muscheln zu einem zeitlich verschobenen Laichprozess kommt und somit der Eindruck des periodischen Laichens entsteht.

Zwei Stunden nach der erfolgreichen Befruchtung erfolgt bereits die erste Teilung der Eizelle (Spektrum, 1999 [online]). Die 80 µm lange und 72 µm breite *Prä-Veligerlarve* entwickelt sich nach ca. 50 Stunden, weitere 96 Stunden später die sogenannte *Veligerlarve* (Segellarve; *lat.* = Segel tragend). Die namensgebenden bewimperten Fortsätze (Velarlappen), die während der Spiralfurchung entstehen, benutzt sie, um sich im Wasser fortzubewegen und Nahrung zu sammeln (Spektrum, 1999 [online]). Nach etwa zwölf Tagen beginnt sich der Wirbel der Schale zu entwickeln. Dieser biegt sich im weiteren Verlauf der Entwicklung, um so die zwei einheitlichen Klappen zu bilden. Die pelagische Larve macht nach ca. 30 Tagen eine Metamorphose durch, nach der sie sich mit ihren Byssusdrüsen am Substrat oder Phytal anheftet. (Spektrum, 1999 [online]; Wolowicz, 1987). Die Larven wachsen bis zu 3.4 µm in 24 Stunden. Allerdings überleben nur 2.1 % der Muscheln den Prozess der Metamorphose. Die ersten siedelnden Individuen der 0-Generation sind in der Regel ab Ende Juni anzutreffen (Wolowicz, 1987).

Wechselwirkung mit der Umwelt

Da sich *Parvicardium hauniense* auf relativ spezifische Lebensräume mit reichem Pflanzenwachstum beschränkt, ist es nicht auszuschließen, dass die Art als guter Bioindikator fungieren könnte. Krzyminska und Wolowicz (1996) dokumentierten einen starken Rückgang der Population der Puck-Bucht seit den 1970er Jahren. In den frühen 1990er Jahren war die Art nahezu völlig aus der Bucht verschwunden, was auf die fortschreitende Zerstörung des Ökosystems zurückzuführen ist.

Petersen (1996) beschreibt *P. hauniense* als einen guten Bioindikator, da die Muschel zum Überleben stabile Salzgehalte im Brackwasser und die damit eingehende Flora und Fauna benötigt. Laut Petersen wird die Stabilität dieser Gewässer besonders durch den menschlichen Einfluss, insbesondere die Eingriffe durch Bauprojekte und die Strömung und den Salzgehalt des Brackwassers beeinflusst (Petersen 1996). Gosselck et al (1996) stufen die Kopenhagener Herzmuschel in ihrem Bericht als "stark gefährdet" ein und auf dem neuesten

Stand von Rachor et al. (2013) wird die Kopenhagener-Herzmuschel als "sehr selten" eingestuft. Als Hauptgefährdungsursache geben die Autoren den Tourismus an. Zudem führt die Eutrophierung der Ostsee zu einem Rückgang der Phytalbestände, der negative Folgen auf die Muschelpopulationen haben kann (Gosselck und Weber, 1997).

5. Literaturverzeichnis

Britannica, The Editors of Encyclopaedia (2013). "**Cockle**", **Encyclopedia Britannica**.

URL: <https://www.britannica.com/animal/cockle>. Besucht am: 14.02.2021

Brock, V., 1979. **Habitat selection of two congeneric bivalves, *Cardium edule* and *C. glaucum* in sympatric and allopatric populations**. Mar. Biol. 54, 149–156

<https://doi.org/10.1007/BF00386594>

Bunje P., 2003. [online] **The mollusca**. Steckbrief der Universität Berkeley, UCMP.

URL: <https://ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/mollusca.php>

CIESM (International Commission for the Scientific Exploration of the Mediterranean Sea) (1999). **Atlas of Exotic Mollusks in the Mediterranean – list of excluded species**. besucht am: 15.01.2020 URL: <http://ciesm.org/atlas/appendix3bis.html#top>

Collin, J. (1884). **Om Limfjordens tidligere og nuværende Marine Fauna, med særligt hensyn til Bløddyrfaunen**. Copenhagen, Gyldendalske Boghandels Forlag.

Derbali, Abdelkarim & Elhasni, Kamel & Jarboui, Othman & Mohamed, Ghorbel. (2012). **Distribution, abundance and biological parameters of *Cerastoderma glaucum* (Mollusca: Bivalvia) along the Gabes coasts (Tunisia, Central Mediterranean)**. Acta Adriatica. 53. 363-374.

Demchenko, V. O., and Tkachenko, M. Y. (2017). **Biological characteristics of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), from different water bodies**. Fisheries & Aquatic Life 25, 1, 51-61, Available From: Sciendo <https://doi.org/10.1515/aopf-2017-0006> [Accessed 18 January 2021])

Edmondson, W. T., Jørgensen, C. B. (1966). **Biology of Suspension Feeding.** Pergamon, New York. 357 p., Limnology and Oceanography, 11, doi: 10.4319/lo.1966.11.4.0649.

Finnish Biodiversity Information Facility (FinBIF) Besucht am 14.02. 2021 URL: <https://laji.fi/en/observation/map?target=MX.212386>

Giribet, G., Wheeler, W. (2002). On bivalve phylogeny: **A high-level analysis of the Bivalvia (Mollusca) based on combined morphology and DNA sequence data.** Invertebrate Biology, 121 (4), pp. 271-324. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036453528&doi=10.1111%2fj.1744-7410.2002.tb00132.x&partnerID=40&md5=c29953f2529474c3096ecdb3222aa82d>

Gosselck, F. (1992). **Zwischen Artenreichtum und Tod. Die Tiere des Meeresbodens der Lübecker Bucht als Maßstab ihrer Umwelt.** Berichte des Vereins Natur und Heimat und Kulturhistorisches Museum Lübeck 23/24: 41-61

Gosselck, F., Arlt, G., Bick, A., Bönsch, R., Kube, J., Schroeren, V., Voss, J. (1996). **Rote Liste und Artenliste der benthischen wirbellosen Tiere des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee.** Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 48: 41-51

Gosselck, F., von Weber, M. (1997). **Die Pflanzen und Tiere des Meeresbodens der Wismar-Bucht und des Salzhaffs.** Meer und Museum 13: 40-52

© HELCOM Red List Benthic Invertebrate Expert Group, (2013) URL: www.helcom.fi; <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/HELCOM-Red-List-Parvicardium-hauniense.pdf>

Jagnow, B. and Gosselck, F. (1987), **Bestimmungsschlüssel für die Gehäuseschnecken und Muscheln der Ostsee.** Mitt. Mus. Nat.kd. Berl., Zool. Reihe, 63: 191-268. <https://doi.org/10.1002/mmnz.19870630202>

Jagnow, B. and Gosselck, F. (1987), Bestimmungsschlüssel für die Gehäuseschnecken und Muscheln der Ostsee. Mitt. Mus. Nat.kd. Berl., Zool. Reihe, 63: 191-268. <https://doi.org/10.1002/mmnz.19870630202> Zitiert nach: Tebble, N. (1966):

British Bivalve Seashells. - Trustees of the British Museum (Nat. Hist.), London, 212 pp.

Jelnes J. E., G. Høpner Petersen & P. J. C Russell (1971): **Isoenzyme taxonomy applied on four Species of Cardium from Danish and British waters with a short description of the distribution of the species.** (Bivalvia), Ophelia, 9:1, 15-19

Jungbluth J.H, von Knorre D., Gosselck F., Darr A. (2019) **Mollusca-Weichtiere. In: Klausnitzer B. (eds) Stresemann - Exkursionsfauna von Deutschland. Band 1: Wirbellose (ohne Insekten).** Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-55354-1_13

Herrera, N D., ter Poorten, J.J, Bieler R. , Mikkelsen, P.M. Strong, E.E, Jablonski D., Stepan, S.J. (2015). **Molecular phylogenetics and historical biogeography amid shifting continents in the cockles and giant clams (Bivalvia: Cardiidae),** Molecular Phylogenetics and Evolution, Volume 93, Pages 94-106, ISSN 1055-7903 URL:

Herrmann, C. & von Weber, M. & Zscheile, K. & Gosselck, F. (2015). **Nationalpark unter Wasser – Marine Lebensräume in Ostsee und Bodden.** Meer und Museum. 25. 72-88.

Kandeel E., Saad Z. Mohammed, Afaf M. Mostafa, Marwa E. Abd-Alla (2013). **Reproductive biology of the cockle Cerastoderma glaucum (Bivalvia:Cardiidae) from Lake Qarun, Egypt,** The Egyptian Journal of Aquatic Research, Volume 39, Issue 4, Pages 249-260,
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2013.12.003> URL:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S168742851300126X>

Koch, F.E. (1875). **Über die Rissoen und Cardien der Ostsee. Jahrbücher der Deutschen Malakozoologischen, Gesellschaft 2: 181-191**

Krzywińska, J., & Wołowicz, M. (2013). **Parvicardium hauniense (Petersen et Russell, 1971) in Holocene deposits of the Puck Bay (Baltic Sea).** Geological Quarterly, 40(4), 613-620.

- Lastra, M. & Sánchez-Mata, A. & Mora, J. (1993). **Population dynamics and secondary production of *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1790) in Santander bay (N of Spain)**. *Journal of Molluscan Studies*. 59. 10.1093/mollus/59.1.73.
- Leontarakis, Panos & Xatzianastasiou, Loukia & Theodorou, John. (2009). **Biological Aspects of the Lagoon Cockle, *Cerastoderma glaucum* (Poiret 1879), in a Coastal Lagoon in Keramoti, Greece in the Northeastern Mediterranean**. *Journal of Shellfish Research*. 27. 1171-1175. 10.2983/0730-8000-27.5.1171.
- Malham, Shelagh & Hutchinson, Thomas & Longshaw, Matt. (2012). **A review of the biology of European cockles (*Cerastoderma* spp.)**. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 92. 1563-1584. 10.1017/S0025315412000355.
- Malham, Shelagh & Hutchinson, Thomas & Longshaw, Matt. (2012). A review of the biology of European cockles (*Cerastoderma* spp.). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 92. 1563-1584. 10.1017/S0025315412000355; zitiert nach: Foster-Smith R.L. (1975) **The role of mucus in the mechanism of feeding in three filter-feeding bivalves**. *Journal of Molluscan Studies* 41, 571–588.
- Malham, Shelagh & Hutchinson, Thomas & Longshaw, Matt. (2012). A review of the biology of European cockles (*Cerastoderma* spp.). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 92. 1563-1584. 10.1017/S0025315412000355; zitiert nach: McArthur V.E. (1998) **Post-settlement mortality of juvenile lagoonal cockles (*Cerastoderma glaucum*: Mollusca: Bivalvia)**. *Marine Biology* 132, 117–122.
- Malham, Shelagh & Hutchinson, Thomas & Longshaw, Matt. (2012). A review of the biology of European cockles (*Cerastoderma* spp.). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 92. 1563-1584. 10.1017/S0025315412000355; zitiert nach: Afraeibandpei M.A., Mashhor M., Abdolmalaki S. and El-Sayed M.A.F. (2009) **Food and feeding habits of the caspian kutum, *Rutilus frisii kutum* (Cyprinidae) in Iranian waters of the Caspian Sea**. *Cybium* 33, 193–198.

- Molla, M. H. R. (2019). **New Records of Two Non-native Clam Species (Bivalvia: Cardiidae) from the Coastal Waters of Bangladesh.** Annual Research & Review in Biology. 10.9734/ARRB/2019/v33i630137.
- Muus J. B (1967). **The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone.**
- Muus J. B (1967). The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone; zitiert nach: Zenkevich, L. A., (1947): **The fauna and biological productivity of the sea. - Seas of U.S.S.R., 2, 588 pp. Moscow** (In Russian).
- Nicolaidou A., Bourgoutzani F., Zenetos A., Guelorget O., Perthuisot J.-P. (1988), **Distribution of molluscs and polychaetes in coastal lagoons in Greece, Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Volume 26, Issue 4, Pages 337-350, ISSN 0272-7714, [https://doi.org/10.1016/0272-7714\(88\)90016-9](https://doi.org/10.1016/0272-7714(88)90016-9). URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0272771488900169>
- Nikula, R. (2000). **Sydänsimpukoiden (Cardiidae) fylogeografiasta Euroopassa. Pro gradu –tutkielma.** Ekologian ja systematiikan laitos, Hydrobiologian osasto.
- OBIS (2020) Ocean Biodiversity Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. www.iobis.org.
- Petersen, G. H. (1958). **Notes on the growth and biology of the different Cardium species in Danish brackish water areas.** Meddelelser fra Danmarks Fiskeri- og Havundersgelser 2: 1-31
- Petersen G. H. & Russell, P. J. C., (1971a) **Cardium hauniense nov. sp. a new brackish water bivalve from the Baltic**, Ophelia, 9:1, 11-13, DOI: 10.1080/00785326.1971.10430086
- Petersen G. H. & Russell, P. J. C. (1971) **Cardium hauniense compared with C. exiguum and C. glaucum**, Journal of Molluscan Studies, Volume 39, Issue 6, December 1971, Pages 409–420

Petersen G. H., Russell P. J. C., (1973) **The nomenclature and classification of some European shallow water *Cardium* species.** Malacologia 14:233–234

Petersen, G. H. (1996). **En truet biotop i Ostersoen.** Flora og Fauna 102: 197-200

Rachor, E., Bönsch, R., Boos, K., Gosselck, F., Grotjahn, M., Günther, C.-P., Gusky, M., Gutow, L., Heiber, W., Jantschik, P., Krieg, H.-J., Krone, R., Nehmer, P., Reichert, K., Reiss, H., Schröder, A., Witt, J. & Zettler, M. L. 2012. **Rote Liste und Artenliste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere.** Vierte Fassung, Stand Dezember 2007, einzelne Aktualisierungen bis 2012. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(2). Bundesamt für Naturschutz.

Rasmussen, E. (1973) **Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark), *Ophelia***, 11:1, 1-507

Russell P. J. C. und Petersen G. H. (1973) **The use of ecological data in the elucidation of some shallow water european *Cardium* species.** MALACOLOGIA, 14: 223-232. URL: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/13096760>

Römer, E. (1875). **Die Familie der Herzmuschel,** Cardiacea; Band 10; Band 12 Systematisches Conchylien-Cabinet. s. 6-8. Bauer und Raspe, Original von Bayerische Staatsbibliothek (Digitalisiert 27. Apr. 2017)

Spektrum Kompaktlexikon der Biologie (2001) [online]: **Bivalvia.** URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/bivalvia/1609> abgerufen am: 09.12.2020

Spektrum Kompaktlexikon der Biologie (2001) [online]: **Byssus.** URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/byssus/11445> abgerufen am: 09.12.2020

Spektrum Kompaktlexikon der Biologie (2001) [online]: **Mollusca** URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/mollusca/7722> abgerufen am: 09.12.2020

Spektrum Kompaktlexikon der Biologie (1999) [online]: **Ostracum** URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/ostracum/48479> abgerufen am: 17.12.2020

Spektrum Kompaktlexikon der Biologie (1999) [online]: **Periostracum** URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/periostracum/50313> abgerufen am: 17.12.2020

Spektrum Kompaktlexikon der Biologie (1999) [online]: **Pseudofaeces** URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/pseudofaeces/54531> abgerufen am: 29.12.2020

Spektrum Kompaktlexikon der Biologie (1999) [online]: **Perlmutter** URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/perlmutter/50390> abgerufen am: 17.12.2020

Spielhagen, R. (2001). besucht am 28.02.21 URL: <https://www.geomar.de/entdecken/artikel/die-entstehung-der-ostsee>

Squizzato, E. (2013). URL: <http://www.fotoconchigliemediterraneo.com2013/01/bivalvia-5-carditidae-crassatellidae.htm?zx=f51524aee4930b27>

Szefer, P., Wolowicz, M., Kusak, A. et al. (1999). **Distribution of Mercury and Other Trace Metals in the Cockle *Cerastoderma glaucum* from the Mediterranean Lagoon Etang de Thau.** Arch. Environ. Contam. Toxicol. 36, 56–63. <https://doi.org/10.1007/s002449900442>

ter Poorten, J.J., 2014. *Cardiidae* Lamarck (1809). Accessed through: World Register of Marine Species at URL: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=229>.

The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2013. Cockle. Encyclopædia Britannica. URL: <https://www.britannica.com/animal/cockle> abgerufen am: 09.12.2020

van Aartsen, J.J., & Goud, J. (2000). **European marine Mollusca: notes on less well-known species. XV.** Notes on Lusitanian species of *Parvicardium* Monterosato, 1884, and *Afrocardium richardi* (Audouin, 1826) (*Bivalvia*, *Heterodonta*, *Cardiidae*).

- Väinölä, R. (1993). **Pikkusyvänsimpukka Lounais-Suomessa [Parvicardium hauniense (Mollusca, Bivalvia) in South West Finland]**. Luonnon Tutkija. 97. 33-34.
- Weber, M. (1990). **Untersuchungen an der Makrofauna des Phytals des Salzhaffs (Wismarer Bucht, Westl. Ostsee)**. Diplomarbeit Universität Rostock 66 pp
- Willmann, R. (1989). **Muscheln und Schnecken der Nord- und Ostsee**. s. 126-132. Melsungen: Neumann-Neudamm (JNN Naturführer) ISBN 3-7888-0555-2
- Wolowicz, M (1987). **A comparative study of the reproductive cycle of cockles *Cardium glaucum* (Poiret 1789) and *C. hauniense* (Petersen, Russel 1971) - (Bivalvia) from the Gdansk Bay**. Polski archiwum Hydrobiologh 34, p. 91-105. Institute of Oceanography, Gdansk University, Czolgistow 46, 81-378 Gynia, Poland
- Wolowicz, M. (1992). **Parvicardium hauniense, an endemic species to the Baltic brackish water, new to the mediteranian region**. J. Conch, Lond. 34: 139-141
- World Register of Marine Species, (2021). *Parvicardium exiguum*, Gmelin, 1791
abgerufen am 12.01.2021 URL:
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=139008#notes>
- World Register of Marine Species, (2020). *Cerastoderma glaucum* Bruguière, 1789
abgerufen am 02.12.2020 URL:
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=138999>
- World Register of Marine Species, (2020). *Parvicardium hauniense* Bruguière, 1789
abgerufen am 02.12.2020 URL:
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=139009>
- Zakhvatkina, K. A. (1966) **Larvae of bivalve mollusks of the Sevastopol region of the Black Sea**. Translation Series. Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary. URL: <https://scholarworks.wm.edu/reports/39>
- Zakhvatkina, K. A. (1966) Larvae of bivalve mollusks of the Sevastopol region of the Black Sea. Translation Series. Virginia Institute of Marine Science, College of

William and Mary. URL: <https://scholarworks.wm.edu/reports/39> Zitiert nach:
Loven, S. 1879. **Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Mollusca Acephala Lamellibranchiata**. Aus den Abhandlungen der K. Schwedischen Akad. der Wiss. für das Jahr 1848 im Auszuge übersetzt. Stockholm, 1879.

Zettler, M. L., Schiedek D., Glockzin M. (2008). **State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005**. Kapitel: Zoobenthos; How Diverse is the Macrozoobenthos in the Southern Baltic Sea. pp. 517-541 URL: https://www.io-warnemuende.de/tl_files/staff/mglockzi/zettler_et_al-2008-baltic%20sea.pdf

Zmudzinski, L. (1997). **Resources and bottom macrofauna structure in Puck Bay in the 1960 and 1980**. Oceanological Studies 59-73