

3.5 Cerastoderma glaucum (Bruguère, 1789)

3.5.1 Taxonomie und Systematik

Cerastoderma (Gattung) Poli, 1795

Cerastoderma glaucum (Bruguère, 1789)

Deutscher Name: Lagunen-Herzmuschel

Englischer Name: Lagoon cockle

Synonyme: *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789)

Cardium clodiense Brocchi, 1814

Cardium rhomboides Lamarck, 1819

Cardium zonatum T. Brown, 1827

Cardium belticum Reeve, 1845

Cardium eichwaldii Reeve, 1845

Cardium lamarcki Reeve, 1845

Cerastoderma lamarcki (Reeve, 1845)

Cardium umbonatum Wood S., 1850

Cardium tenue Leach in Gray, 1852

Cardium edule var. *umbonatum* S. V. Wood, 1853

Cardium ornatum Eichwald, 1855

Cardium isthmicum Issel, 1869

Cardium edule var. *libenicense* Brusina, 1870

Cardium edule var. *altior* Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1892

Cardium edule var. *paludosa* Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1892

Cardium edule var. *quadrata* Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1892

Cerastoderma edule var. *contortula* Sacco, 1899

Cardium edule var. *magna* Golubjatnikov, 1908

Cardium edule var. *mareotica* Pallary, 1913

Cardium rectidens Coen, 1915

Cardium glaucum var. *crassa* Coen, 1915

Cardium glaucum var. *rectidens* Coen, 1915
Cardium glaucum var. *syrtiaca* Coen, 1915
Cardium edule var. *nuciformis* Milaschewitsch, 1916
Cardium edule var. *picta* Milaschewitsch, 1916
Cardium edule var. *intermedia* Milaschewitsch, 1916
Cardium edule var. *maeotica* Milaschewitsch, 1916
Cardium bengasiensis Kaltenbach, 1943
Cardium edule picolina Kaltenbach, 1943
Cardium coejiensis Kaltenbach, 1943
Cardium agheilensis Kaltenbach, 1949
Cardium bengasiensis antiqua Kaltenbach, 1949
Cardium bengasiensis berkaensis Kaltenbach, 1949
Cardium bengasiensis hatzi Kaltenbach, 1949
Cardium coejiensis cyrenaica Kaltenbach, 1949
Cardium coejiensis heilmeieri Kaltenbach, 1949
Cardium glaucum var. *coeni* Mars, 1951
Cerastoderma glaucum marsi F. Nordsieck, 1969
Cardium glaucum marsi F. Nordsieck, 1969

Etymologie: Der Gattungsname *Cerastoderma* Poli, 1795 setzt sich aus den Wörtern “*Cerastium*” und “*Derma*” zusammen. Beide Wörter stammen aus dem Griechischen und bedeuten zusammen “Gehörnte Haut” (griech. *kerastēs* = gehört; *Derma* = Haut). Der Artnamen *glaucum* bedeutet auf Altgriechisch “bläulich-grün” (altgriech. *glaucus* = bläulich-grün) (Spektrum, 1999), was wahrscheinlich auf die Farbe der Lagunen-Herzmuschel zurückzuführen ist. Die Farbe der Art variiert stark, jedoch weisen viele Exemplare eine grünliche Färbung auf.

Die taxonomische Beschreibung und Geschichte basiert auf der Literatur von Jagnow und Gosselck (1987), dem World Register of Marine Species (2020) und Petersen (1958).

Wer der erste Autor zur Beschreibung der Art *Cardium glaucum* war, ist unklar, da die beiden Autoren Poiret und Brugière zur selben Zeit die Lagunen-Herzmuschel unter demselben Namen beschrieben (WoRMS, 2020). Poiret jedoch unterließ ein gravierender

Fehler, der zu der Entscheidung führte, dass Brugière der offizielle Autor dieser Art wurde. In Poirets Publikation konnte keine Datumsangabe gefunden werden, weshalb entschieden wurde, das Datum 31.12.1789 für seine Beschreibung der Art festzulegen (WoRMS, 2020). Brugière hatte seine Publikation auf Juni 1789 datiert und wurde daher als offizieller Autor der Art *Cardium glaucum* anerkannt (WoRMS, 2020).

Im weiteren Verlauf der taxonomischen Geschichte der Lagunen-Herzmuschel werden zahlreiche Synonyme aufgelistet. Sowohl in der älteren als auch in der neueren Literatur werden die Arten *Cerastoderma edule* (Essbare Herzmuschel) und *Cerastoderma glaucum* (Lagunen-Herzmuschel) in die inzwischen veraltete Gattung *Cardium* Linnaeus als Typus *Costatum* eingeordnet (Jagnow und Gosselck, 1987). Die Lagunen-Herzmuschel wurde erstmals als eine abweichende Form der Essbaren Herzmuschel (*Cerastoderma edule* damals *Cardium edule*) von Collin (1884) beschrieben. Sowohl Collin (1884) als auch Petersen (1888) erwogen die Möglichkeit, dass es sich dabei um eine neue Art handeln könnte, beschrieben die Arten jedoch weiterhin unter den Namen *Cardium edule* var. *inflata* Mörch, häufiger als *C. edule* var. *baltica* Beck (Petersen, 1958). Auch in der späteren dänischen Literatur (zit aus Petersen, 1958: Jensen und Spärck, 1934; G. Thorson in Larsen, 1936; Heegard, 1944) ist die Art unter diesen Namen zu finden. Auf der langen Liste der Synonyme war *Cardium belticum* Reeve, 1845 der 113. Name für die Lagunen-Herzmuschel, wurde also vor dem später akzeptierten Namen *C. lamarcki* vergeben, der auf Platz 93 der Liste stand (Petersen, 1958). Der Name *lamarcki* wurde 1843 von Reeve verwendet und basierte auf der von Lamarck als anders aussehende Herzmuschel beschriebenen Art *Acanthocardia tuberculata* Linnaeus, 1758 (Warzige Herzmuschel) damals unter dem Namen *C. rusticum* Linnaeus bekannt (Petersen, 1958).

Der Gattungsname *Cerastoderma* wurde von Thiele (1935) noch als Untergattung erklärt (zit. aus Jagnow und Gosselck, 1987). Etwa 30 Jahre später weist Tebble (1966) jedoch auf die großen Unterschiede zwischen den beiden Herzmuschelarten hin und beschließt, diese zu differenzieren (Jagnow und Gosselck, 1987). So wurde die Essbare Herzmuschel *Cardium edule* genannt. Über eine briefliche Mitteilung bestätigten die beiden Autoren Russell und Petersen, dass der Gattungsname *Cerastoderma* für die beiden in der Ostsee vorkommenden Arten *edule* und *lamarcki* geeignet ist (Jagnow und Gosselck, 1987). Petersen (1958) konnte nachweisen, dass *C. lamarcki* eine individuelle Art und damit keine abweichende Form von *C. edule* ist (Jagnow und Gosselck, 1987).

Brock (1980) stellte die beiden Namen *lamarcki* mit *glaucum* gleich. Dieser ist laut dem World Register of Marine Species im Jahr 2020 weiterhin geltend. Die beiden Synonyme *lamarcki* und *glaucum* stellten jedoch ein weiteres Problem dar. Die im Mittelmeer vorkommende Art *C. glaucum* wurde durch biochemische Untersuchungen durch Brock (1980) von der in der Ostsee vorkommenden Art unterschieden. Petersen jedoch stellte in einer weiteren brieflichen Mitteilung fest, dass es keine morphologischen Unterschiede zwischen den beiden Arten gebe und fügte beide Namen der heute noch gültigen Nomenklatur *Cerastoderma glaucum* hinzu (Jagnow und Gosselck, 1987).

3.5.2 Morphologie



Abbildung 20

Abbildung 21



Abbildung 22

Abbildung 20-22: *Cerastoderma glaucum* Habitus, Aufsicht der rechten Schale (*Abb. 20*), Aufsicht der Innenseite der rechten Schale (*Abb. 21*), Schlossapparat (*Abb. 22*) (Boiensdorf; Datum: 05.11.2020; 54,01287°N 11,32027°E; Tiefe: 0,5 m-1 m; Salinität: 13 ‰ über Grund)

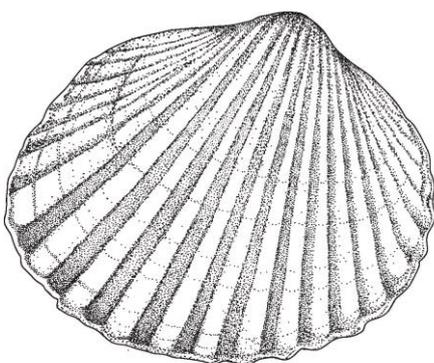
Die Exemplare der für diese Arbeit gesammelten Muschel der Art *Cerastoderma glaucum* aus dem Salzhaff erreichten eine maximale Breite von 2,5 cm und eine Höhe von 2 cm. Jagnow und Gosselck (1987) geben eine maximale Breite von 2,7 cm und Höhe von 1,8 cm (meist kleiner) in der Ostsee an. Laut dem World Register of Marine Species (2020) wird die Muschel maximal 5 cm breit. Die im Salzhaff gesammelten Arten reichten von 2 mm bis 25 mm Breite.

Ein für die Lagunen-Herzmuschel typisches Merkmal sind die mit dreieckigen Schuppen besetzten, stark ausgeprägten radiären Rippen. Die Rippenzwischenräume sind genauso breit

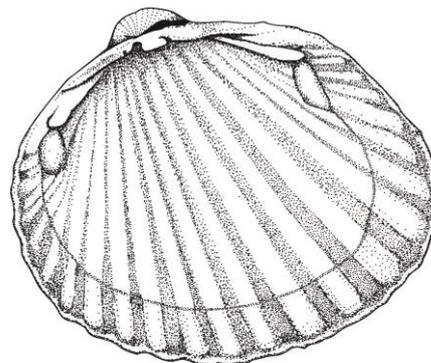
wie die Rippen selbst. Die Anzahl der Rippen variiert in der betrachteten Literatur zwischen 17 und 25 (Jagnow und Gosselck, 1987; Petersen und Russell, 1973). Die Anzahl der Rippen der im Salzhaff gesammelten Exemplare liegt zwischen 15 und 25 (*Tab. 2, A9*). Am Hinterende der Schale sind die Rippen häufig weniger stark ausgeprägt. Das Schaleninnere weist bis unter den Wirbel deutliche Furchungen auf. *C. glaucum* besitzt keine Mantelbucht.

Die Form der Art wird von Jagnow und Gosselck (1987) als bulbös beschrieben. Der Umbo befindet sich vor der Mittellinie und damit näher am Vorderrand der Schale. Das Hinterende ist bei manchen Individuen nach hinten verlängert, was der Muschel ein leicht asymmetrisches Aussehen verleiht. Bei Juvenilstadien kann der hintere Schalenrand, ähnlich wie bei *Parvicardium hauniense*, leicht geschwungen sein. Bei ausgewachsenen Muscheln ist dieser jedoch gerade abfallend.

Die rechte Schale der Muschel ist mit zwei Kardinalzähnen sowie zwei vorderen und zwei hinteren Lateralzähnen besetzt. Auf der linken Klappe befinden sich zwei Kardinalzähne und nur ein vorderer und hinterer Lateralzahn.



1 mm



1 mm

Abbildung 23**Abbildung 24**

Abbildung 23, 24: *Cerastoderma glaucum* Habitus- Zeichnung, Aufsicht der rechten Schale (*Abb. 23*), Aufsicht der Innenseite der rechten Schale (*Abb. 24*) (Boiensdorf; Datum: 05.11.2020; 54,01287° N 11,32027° E; Tiefe: 0,5 m- 1 m; Salinität: 13 ‰ über Grund)

Das Periostracum ist dick und bedeckt ca. 75 % der Schale (Petersen, 1958). Die Farbe ändert sich im Laufe des Alters aufgrund des Habitatwechsels der Muschel. Die Juvenilstadien der Art weisen meist eine braun-dunkelbraune Farbe auf, die *P. hauniense* ähnelt. Nachdem *C. glaucum* ihre Byssusdrüsen reduziert hat und sich vom Phytal in das Sediment niederlässt, kann es zu einer grünlich-grauen bis braunen Färbung kommen. Viele Exemplare weisen zudem eine schmutzige weiße Farbe (Jagnow und Gosselck, 1987) mit braunen Flecken auf. Die Flecken sind häufig am Hinterende größer. Die Färbung der Innenseite ist weiß und auch dort ist das Hinterende meist braun gefärbt. Das Ligament von *C. glaucum* ist kurz und aufgebläht (Abb.29).

Ergebnisse der morphologischen Beobachtungen

In *Tabelle 2* werden die Ergebnisse der Messungen der Höhe und Breite (in mm) und die Anzahl der Rippen aufgelistet. Für eine bessere Lesbarkeit wurde die vollständigen Tabelle dem Anhang beigefügt (A9). Das kleinste gesammelte Exemplar der Art *Cerastoderma glaucum* weist eine Höhe und Breite von je 2 mm auf, während die größte Muschel 1,6 cm hoch und 2 cm breit ist.

Tabelle 2: Ergebnisse der Messung der Breite und Länge in Millimetern und der Zählung der Rippenanzahl von *Cerastoderma glaucum* (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 der Rippen
1	2	2	15
2	3	3	20
3	3	3,5	21
4	3	3,5	21
5	3	3,5	20
6	3,5	4	17
7	4	4	18
8	4	4	23
9	4	4,5	18
10	5	5	17

3.5.3 Ökologie

Verbreitung

Cerastoderma glaucum wurde in der betrachteten Literatur in der Ostsee, im Atlantik bis zu den Kanaren und auch im Mittelmeer dokumentiert. Die Art wurde bislang sowohl bei den Britischen Inseln, als auch an der Atlantikküste und der Mittelmeerküste Frankreichs untersucht (Boyden 1979; Russell, 1972). In Frankreich kam die Art vorwiegend in Lagunen und abgeschlossenen Gewässern (Étang de l'Amel, Étang de Perol, Étang de Mauguio, Étang de Gloria und Port St. Louis) vor (Russell, 1972; Szefer *et al.* 1999). Brock (1979) bestätigt in seiner Veröffentlichung ihr Vorkommen im Kaspischen, im Schwarzen und im Asowschen Meer.

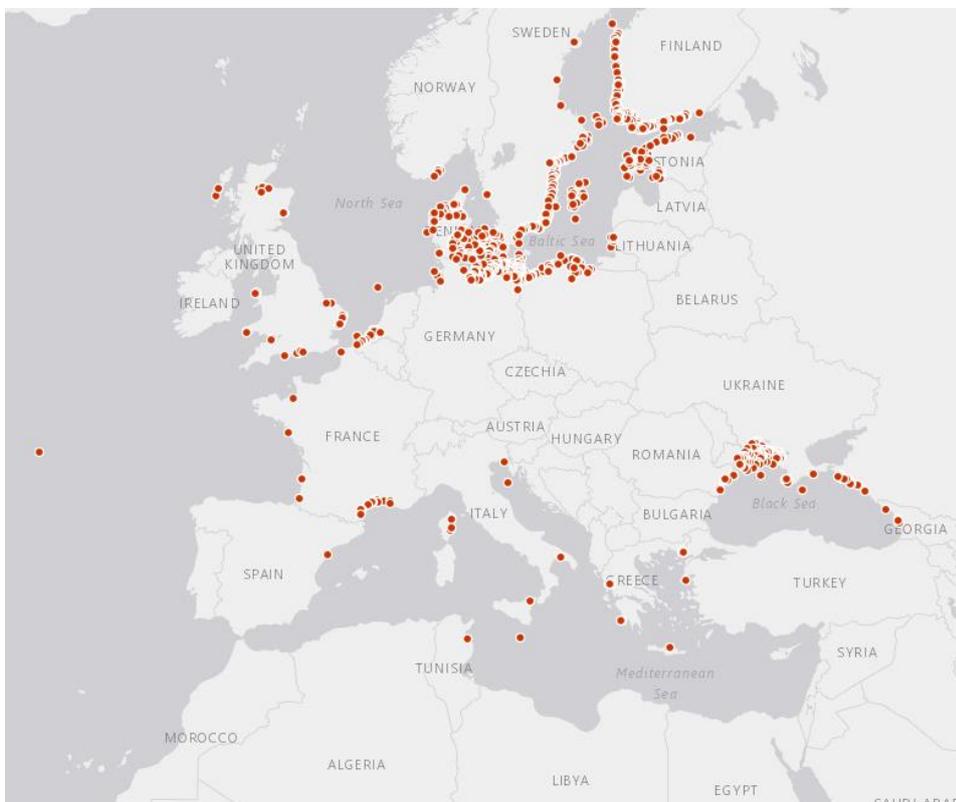


Abbildung 25: Verbreitung der Art *Cerastoderma glaucum*. Diese Karte wurde über das Ocean Biodiversity Information System (OBIS, 2020, www.obis.org) durch einen Screenshot erstellt.

Im Mittelmeer ist die Lagunen-Herzmuschel ebenfalls weit verbreitet. So kommt sie etwa in der Keramoti-Lagune in Griechenland sowie an den Küsten Tunesiens, Marokkos, Spaniens und Italiens vor (Derbali *et al.* 2009; Malham *et al.* 2012; Leontarakis *et al.* 2008). In der Ostsee ist die Art von Kattegat bis zum Finnischen und Bottnischen Meerbusen hauptsächlich in Küstennähe verbreitet (Jungbluth *et al.*, 2019; OBIS mapper, 2020). Sie dominiert die Oderbank und den Greifswalder Bodden und dient dort als wichtige Nahrungsquelle für überwinterte Meerestiere (Jungbluth *et al.*, 2019).

Habitat und Ernährung

Junge Lagunen-Herzmuscheln erklimmen wie *P. hauniense* mit ihren Byssusfäden das Phytal, weshalb die beiden Arten auch häufig verwechselt werden. Sie bevorzugen Pflanzen wie *Ruppia* und *Chara* und können diese mit Hilfe ihres Fußes sehr schnell besteigen (Muus, 1967 zit. aus Edmondson & Jörgensen, 1966). Dies ermöglicht der Art trotz der geringen Turbation im dicht bewachsenen Phytal genug Nährstoffe (Mikroalgen und Plankton) durch Filtration für ihr Wachstum zu sammeln (Brock, 1979; Jagnow und Gosselck, 1987). Im Laufe des Wachstums bilden sich die Byssusdrüsen zurück, weshalb adulte Muscheln nicht mehr im Phytal, sondern auf dem Substrat oder eingegraben vorzufinden sind (Spektrum, 1999). Auch dort können sie sich bei drohenden Gefahren schnell fortbewegen und hinterlassen dabei eine bis zu vier Meter lange Spur (Muus, 1967).

C. glaucum ist ein Suspensionsfresser. Die Nahrung, die über die Kiemen aufgenommen wird, wird in einer von der Muschel hergestellten Schleimhülle in den Mund transportiert (Malham *et al.*, 2012 zit. nach Forster-Smith, 1975). Die Muscheln produzieren sogenannte *Pseudofaeces* (Scheinkotpillen), mit denen sie die Nahrungsreste ausscheiden und somit zur Reinigung des Wassers beitragen (Spektrum, 1999 [online]).

C. glaucum wurde in Tiefen von bis zu 300 m gefunden, doch die Art bevorzugt überwiegend flache Gewässer (z.B. Lagunen) mit bis zu 10 m Tiefe und einer hohen Dichte an Makrovegetation, in der sie viele Nährstoffe im Wasser vorfinden (OBIS, 2020; Muus, 1967; Edmondson & Jörgensen, 1966). Das Institut für Ostseeforschung (IOW) dokumentierte Arten in Tiefen zwischen 0,1 - 75,5 m Tiefe (IOW-Datenbank). Die Muscheln wurden von Muus (1967) in einer Dichte von 100 bis 600 Ind./m² vorgefunden. Brock (1979) beobachtete, dass die Lagunen-Herzmuschel lotische Gewässer also Sandböden mit einer hohen Wellenbewegung und Strömung, meidet. Laut Brock (1979) verfügt die Lagunen-

Herzmuschel anders als die Essbare Herzmuschel (*Cerastoderma edule*) “eine verhältnismäßig schlechte Grabungsaktivität” (Jagnow und Gosselck, 1987). Zudem wurde von Jagnow und Gosselck (1987) beobachtet, dass die von ihnen untersuchten Exemplare auch in lenitischen Bereichen (ruhige Gewässer mit sehr wenig Strömung) mit reinem Schlicksediment nur selten vorkommen.

Salinität und Temperatur

C. glaucum wurde bisher in Gewässern mit einem Salzgehalt von bis zu 60 PSU gefunden wurde (Muus, 1967 zit. nach Zenkevich, 1947). Die in der Datenbank des IOW erfassten Muscheln aus der Ostsee wurden in Salinitäten zwischen 0,1 - 33 PSU gefunden. Der geringste Salzgehalt in der Literatur wurde bisher von Muus (1967), in Dänemark, dokumentiert und betrug 5 PSU. Boyden (1970) fand die Art in Großbritannien in einem Salinitätsbereich von 8,5 - 31,1 PSU vor. Aufgrund dieser starken Toleranzschwankungen kann mit Sicherheit gesagt werden dass es sich um eine euryhaline Art handelt (Muus, 1967). Die in der Literatur angegebene Temperaturtoleranz reicht von 0 bis 32 °C (Petersen und Russell, 1973), wobei Muus' (1967) Untersuchungen zeigten, dass Temperaturen ab ungefähr 30 °C die Muscheln in einen lethargischen Zustand versetzen, in dem sie nicht mehr in der Lage waren, sich zu vergraben.

Wechselwirkung mit der Umwelt

Muus' (1967) Untersuchungen ergaben, dass die Muscheln aufgrund ihrer hohen Populationsdichte als kleine Zirkulationspumpen fungieren, die während der Nacht den Sauerstoffverlust auf der Sedimentoberfläche kompensieren. Aufgrund der Turbulenz, die ihre Respiration verursacht, wird die 20 cm hohe Wassersäule durchmischt. Dies hat eine positive Wirkung auf die umliegende Fauna (Muus, 1967). Tagsüber erfolgt so auch eine Verteilung des durch Photosynthese entstehenden Sauerstoffs in der Bethos-Vegetation (Muus, 1967).

Besonders die frisch auf dem Substrat angesiedelten Juvenilstadien von *C. glaucum* sind in der Nahrungskette beliebt. Die Strandgrundel (*Pomatoschistus microps*, Krøyer 1838) ist für bis zu 70 % der Mortalität in diesem Lebensstadium verantwortlich (Malham et al. 2012 zit. nach McArthur, 1998). In der Ostsee wird die Muschel häufig von *Rutilus rutilus*, Linnaeus,

1758 gefressen und beansprucht ca 60 % der Nahrung von *Rutilus frisii*, Nordmann, 1940 (Malham *et al.*, 2012 zit. nach Afraeibandpei *et al.*, 2009). Sie wird in sehr geringen Maßen von Arten wie der Gemeinen Strandkrabbe (*Carcinus maenas*), der Nordseegarnele (*Crangon crangon*) und Fischen gefressen (Muus, 1967). Muus vermutet, dass die Art erst nach dem Tod als wichtige Nahrungskomponente für Aasfresser wie z.B. *Nereis diversicolor* (Schillernder Seeringelwurm) dient.

Die Beobachtungen von Derbali *et al.* (2009) zeigten dass etwa 15 % der untersuchten Muscheln von Parasiten wie den Saugwürmern (*Trematoda*) der Unterklasse *Digenea* Carus, 1863 befallen waren. Die Würmer sind in der Lage, das Grabverhalten der Muscheln zu beeinflussen, was diese zu leichter Beute macht (Malham *et al.* 2012).

Reproduktion

Cerastoderma glaucum ist, wie die meisten Arten der *Bivalvia*, getrenntgeschlechtlich. Es gibt jedoch keine morphologischen Unterschiede, die bei der Unterscheidung der Geschlechter helfen (Kandeel *et al.* 2013). Ab einer Schalenlänge zwischen 12 und 20 mm werden die Muscheln geschlechtsreif (Derbali *et al.*, 2009). Derbali fand bei Untersuchungen in Südtunesien heraus, dass die Geschlechtsreife bei Weibchen ab 14-21 mm und somit später als bei den Männchen mit 12-20 mm eintritt. Sowohl Boyden (1971) als auch Derbali *et al.* (2009) fanden ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis in den untersuchten Populationen der Art vor. Derbali beobachtete jedoch, dass in den verschiedenen Größenklassen jeweils kleine Männchen und große Weibchen dominieren.

Die Geschlechtsreife der Muscheln wird durch verschiedene Merkmale bestimmt. Hauptmerkmale sind das Vorkommen von Gameten in den Eizellen und deren Entwicklungsgrad (Kingston, 1974, Keck *et al.*, 1975 zit. aus Derbali *et al.* 2009).

Die Reproduktionsaktivität variiert in der Literatur in Abhängigkeit von der Verbreitung der Art. Kandeel *et al.* (2013) vermuten, dass diese von ökologischen Faktoren (z.B. Temperatur, Salinität und Nahrungsangebot) beeinflusst werden kann. Laut Derbali (2009) laicht ein Großteil der Muschelpopulation zweimal im Jahr, im Frühling (Mai/Juni) und nochmals im Herbst (Oktober/November). Die Untersuchungen von Brocks (1994) und Wolowicz (1994) ergaben, dass *C. glaucum* in der Ostsee nur einmal im Jahr geschlechtsreif wird, während die Geschlechtsreife im nördlichen Mittelmeer vermutlich aufgrund erhöhter Temperaturen zweimal eintritt.

Die Eier müssen innerhalb der ersten acht Stunden nach der Freisetzung befruchtet werden, ansonsten sind sie nicht lebensfähig (André und Lindergarth, 1995 zit. von Malham *et al.* 2012). Nach der Befruchtung sind die Eier pelagisch (Malham *et al.* 2012). Die Entwicklung der Larve kann bis zu fünf Wochen andauern, wobei das *Veliger*-Stadium bis zu drei Wochen davon umfasst (Lebour, 1938, Creek, 1960 zit. von Malham *et al.* 2012). Baker und Mann (1997, zit. aus Malham *et al.* 2012) untersuchten bei Herzmuscheln ein sekundäres, planktonisches post-larvales Stadium, das vor dem sessilen Juvenilstadium eintritt.

4. Diskussion

4.1 *Parvicardium hauniense* verglichen mit anderen Cardiidae Arten der Ostsee

Die drei betrachteten Herzmuschelarten gehören alle der Familie der *Cardiida* an, jedoch werden sie, insbesondere in den Juvenilstadien, häufig miteinander verwechselt. Sie unterscheiden sich primär hinsichtlich ihrer Verbreitung und der Habitatansprüche, jedoch auch hier gibt es Überlappungen, die zu Verwechslungen führen können. Alle Erkenntnisse der Morphologie und der ökologischen Ansprüche aus den oben gezeigten Steckbriefen der drei Arten wurden für eine bessere und schnellere Übersicht in den *Tabellen 3* und *4* zusammengetragen. Eines der Ziele dieser Arbeit war es, die drei Arten miteinander zu vergleichen und die Unterschiede, sowohl morphologische als auch ökologische, zu verdeutlichen.

Morphologie

Im Vergleich zu *P. exiguum* und *C. glaucum* variiert die Schalenmorphologie von *P. hauniense* wenig (Petersen und Russell, 1971). Petersen und Russell (1971) vermuten, dass dies auf die Uniformität des Habitats der Kopenhagener Herzmuschel zurückzuführen ist, da sie, im Vergleich zu den anderen beiden betrachteten Arten, nur in lotischen Gewässern vorzufinden ist. Wie in *Abbildung 7* und *8* zu sehen ist, gibt es jedoch auch bei Muscheln aus demselben Habitat, in diesem Fall dem Salzhaff, teilweise auffällige morphologische Unterschiede. So besitzt *Parvicardium exiguum*, je nach bevorzugtem Habitat unterschiedliche Morphotypen (Lagunen- und Gezeiten-Typ).

Der Phänotyp von *C. glaucum* variiert ebenfalls stark, da diese euryhaline Art an viele verschiedene Umgebungen und die in diesen vorkommenden Umwelteinflüsse angepasst ist. Die Schalenform von *P. hauniense* ist schief-oval und ventral-posterior abgerundet, wohingegen *P. exiguum* eine dreieckige (*Abb. 12-14*), manchmal trapezoide Form (*Abb. 17-18*) aufweist. Beide Arten zeigen ein asymmetrisches, schiefes Erscheinungsbild auf. Nur die Schale von *P. exiguum* ist gekielt. Bei *C. glaucum* weisen besonders die Juvenilstadien eine anteroposteriore Symmetrie auf, wobei im Laufe des Wachstums der posteriore Schalenrand immer weiter nach hinten verlängert wird (Petersen und Russell, 1971). Dies wird durch den Vergleich der verschiedenen Größenklassen in (*Abb. 26,27*) verdeutlicht. Der Schalenrand

von *P. hauniense* und *P. exiguum* bleibt im Laufe des Wachstums gekerbt, während dieser bei *C. glaucum* nur in den Juvenilstadien gekerbt ist und sich im Laufe des Wachstums glättet (Russell, 1969 zit. aus Petersen und Russell, 1971; Petersen, 1958).

Die Anzahl der Rippen differiert bei den betrachteten Muschelarten stark. Die Rippenzwischenräume sind bei *C. glaucum* und *P. hauniense* ungefähr genauso breit wie die Rippen selbst, wohingegen bei *P. exiguum* die Rippen deutlich breiter sind als die Rippenzwischenräume. Die Schale von *C. glaucum* unterscheidet sich außerdem hinsichtlich der für sie charakteristischen dreieckigen Schuppen, mit denen die Rippen besetzt sind.

Die Innenseite der Schalen sind nur bei *P. hauniense* und dem Lagunen-Typ von *P. exiguum* bis unter den Umbo gefurcht. Außerdem besitzen die beiden Arten, im Gegensatz zu *C. glaucum*, keine sichtbaren Muskelabdrücke. Das wohl auffälligste Unterscheidungsmerkmal im Vergleich mit der Lagunen-Herzmuschel sind die dornenartigen Auswüchse, mit denen die Rippen der Kopenhagener und der Dreieckigen Herzmuschel besetzt sind. Diese sind meist in der Nähe des Wirbels, an den Schalenrändern der Muscheln, zu finden. Bei *C. glaucum* fehlen diese völlig.

Die Schalendicke von *C. glaucum* ist vermutlich abhängig von Umwelteinflüssen und dem Habitat, das die Muschel bewohnt (Russell, 1969). Dies trifft wahrscheinlich auch auf die beiden anderen Arten zu. *P. hauniense* und der Lagunen-Typ von *P. exiguum* besitzen, im Gegensatz zu dem Gezeiten-Typ von *P. exiguum*, eine zerbrechliche und dünne Schale. Der Gezeiten-Typ ist an stärkere Umwelteinflüsse angepasst und besitzt daher auch ein dickeres Periostracum.



Abbildung 26: Verschiedene Wachstumsstadien von *Parvicardium hauniense* (links) und *Cerastoderma glaucum* (rechts). Von oben nach unten größer werdend (Boiensdorf; Datum: 05.11.2020; 54,01287°N 11,32027°E; Tiefe: 0,5 m- 1 m; Salinität: 13 ‰ über Grund.)



Abbildung 27: Verschiedene Wachstumsstadien von *Parvicardium hauniense* (links) und *Cerastoderma glaucum* (rechts). Von oben nach unten größer werdend (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

An den für diese Arbeit untersuchten Muscheln der Art *P. hauniense* zeigte sich, dass diese, insbesondere bei größeren Exemplaren, häufig nicht mehr anhand des Vorkommens der Auswüchse auf der Schale bestimmt werden konnten. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass diese Dornen im Laufe des Wachstums der Muschel reduziert werden. In *Abbildung 9* kann eine leichte Abnahme der mit Dornen besetzten Rippen festgestellt werden, die aber vermutlich auf das Abschaben der Auswüchse durch Umwelteinflüsse zurückzuführen ist. Es wurde jedoch zu wenige Exemplare untersucht, um zu einem validen Ergebnis zu kommen.

Ob die Überprüfung der Hypothese bei *P. exiguum* zum gleichen Ergebnis führen würde, konnte im Rahmen dieser Bachelorarbeit nicht geklärt werden, da keine Exemplare der Art gesammelt wurden. Es erscheint aber durchaus plausibel.

Die Rippenanzahl von *C. glaucum* weicht von den Angaben in der Literatur ab. Dies kann auf Fehler bei der Zählung zurückzuführen sein, da die gesammelten Schalen zum Teil älter und abgeschabt waren, weshalb nicht auszuschließen ist, dass die Rippen zwar ursprünglich vorhanden, jedoch nicht mehr zu erkennen waren. Es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden, dass die im Salzhaff vorkommenden Arten eine geringere Rippenanzahl infolge unterschiedlicher Umweltfaktoren aufweisen. Auch dies müsste weiter untersucht werden.

Die Höhe und Breite (in mm) der Arten *Cerastoderma glaucum* und *Parvicardium hauniense* aus den Tabellen 1 und 2 und dem Rest der sich im Anhang befindenden Tabellen (A1-A9) wurden im folgendem Graphen (Abb. 28) ins Verhältnis gesetzt:

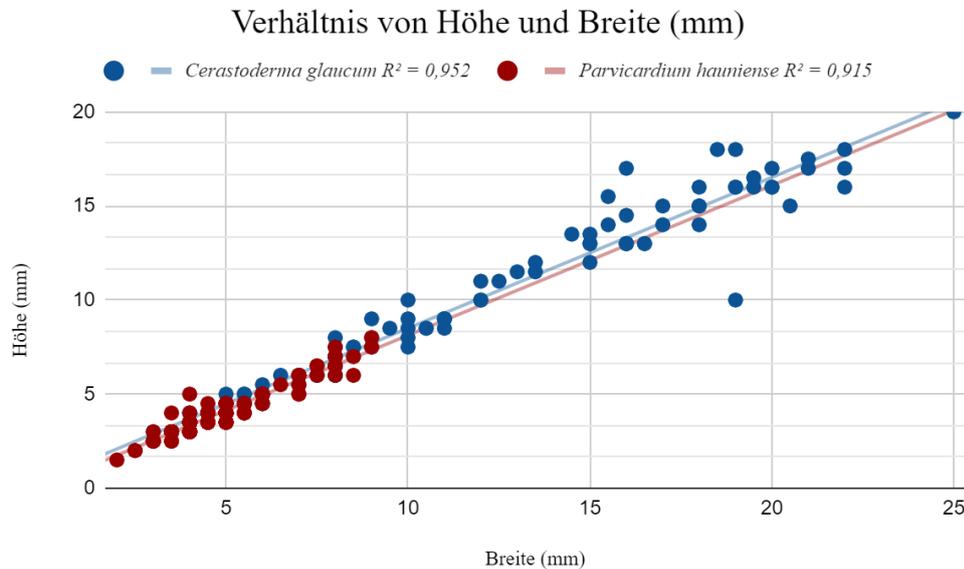


Abbildung 28: Das Verhältnis von Höhe und Breite (in mm) der Arten *Cerastoderma glaucum* (blau) und *Parvicardium hauniense* (rot).

Es wird deutlich, dass *Parvicardium hauniense* kleiner ist als *Cerastoderma glaucum*. Beide Arten wachsen tendenziell stärker in die Breite als in die Höhe, jedoch in einem sehr geringen Maße. Bei *P. hauniense* trifft dies eher zu als bei *C. glaucum*. Das Verhältnis von Höhe zu Breite ist aber, von einigen Ausnahmen abgesehen, bei beiden Arten fast 1:1.

Wie oben bereits erwähnt, weisen besonders die Juvenilstadien von *C. glaucum* eine anteroposteriore Symmetrie auf, wobei im Laufe des Wachstums der posteriore Schalenrand immer weiter nach hinten verlängert wird (Petersen und Russell, 1971). Dies kann nicht mit dem Verhältnis von Höhe zu Breite belegt werden. Dafür müssten die Abstände des posterioren und des anterioren Randes vom Umbo gemessen werden und ins Verhältnis zueinander gesetzt werden.

Schlussapparat:

Der Schlossapparat ist eines der zuverlässigsten Bestimmungsmerkmale, doch auch hier treten gelegentlich Ähnlichkeiten auf. In der Regel besitzen die meisten Herzmuscheln der Ostsee auf der rechten Schalenklappe zwei Hauptzähne und je zwei Seitenzähne. Dies trifft auch für die Lagunen-Herzmuschel zu (Abb. 29c). Sie besitzt auf der rechten Schalenklappe zwei Kardinalzähne und je zwei vordere und hintere Lateralzähne. Auf der linken Klappe befinden sich zwei Kardinalzähne und je ein vorderer und ein hinterer Lateralzahn. Das Ligament ist kurz und in der Nähe des Umbos aufgebläht.

Die Schlossapparate von *Parvicardium hauniense* und *Parvicardium exiguum* ähneln einander häufig. Die Kopenhagener Herzmuschel ist mit zwei relativ unscheinbaren Kardinalzähnen und je einem vorderen und einem hinteren Lateralzahn auf beiden Schalenhälften ausgestattet (Abb. 29a). Der hintere Seitenzahn ist meist doppelt so lang wie der vordere. Das Ligament ist länger und flacher als bei der Dreieckigen Herzmuschel und hat eine runzelige Oberfläche.

Die rechte Klappe von *P. exiguum* ist durch zwei Kardinalzähne sowie zwei vordere und einen hinteren Lateralzahn gekennzeichnet, während die linke Schalenklappe neben den zwei Hauptzähnen nur je einen vorderen und einen hinteren Seitenzahn besitzt (Abb. 29c). Petersen und Russell (1971) beschreiben beim Lagunen-Typ von *P. exiguum* häufig einen mit der Reduktion der Schalendicke einhergehenden Verlust des zweiten vorderen Lateralzahns, was das Auseinanderhalten der beiden Arten erschwert. In solchen Fällen ist der Kiel das zuverlässigere Bestimmungsmerkmal (Jagnow und Gosselck, 1987).

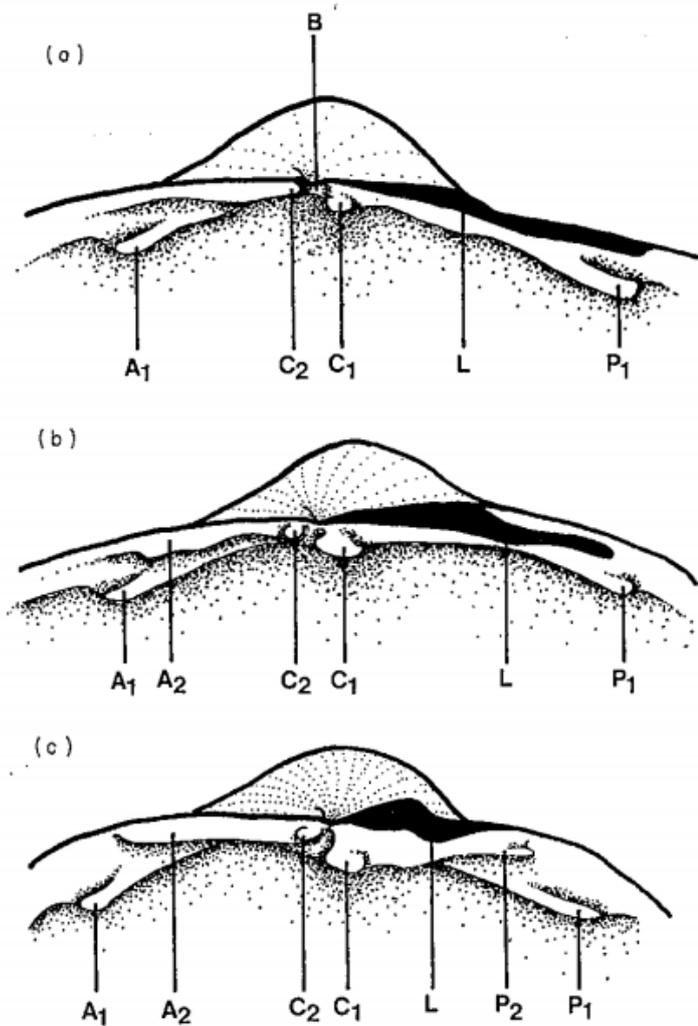


Abbildung 29: Schlossapparat der rechten Schalenklappen der Arten (a) *Parvicardium hauniense* (b) *Parvicardium exiguum* (c) *Cerastoderma glaucum*. A₁: ventral anterior Lateralzahn, A₂: dorsal anterior Laterarzahn, C₁: posterior Kardinalzahn, C₂: anterior Kardinalzahn, L: Ligament, P₂: ventral posterior lateral Zahn, P₁: dorsal posterior lateral Zahn (Bild: Petersen und Russell, 1971)

Für eine schnellere Übersicht der oben genannten morphologischen Unterschiede wurden diese in folgender Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 3: Überblick der morphologischen Unterschiede der drei Arten *Parvicardium hauniense*, *Parvicardium exiguum* und *Cerastoderma glaucum*.

	<i>Parvicardium hauniense</i> (Petersen & Russell, 1971)	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)		<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)
		Lagunen-Typ	Gezeiten-Typ	
Form	schief-oval, nach hinten abgerundet; ungekielt	schief-dreieckig, nach hinten leicht verlängert; gekielt	schief-dreieckig, nach hinten leicht verlängert; gekielt	bulbös, nach hinten verlängert, Kante abgeflacht; ungekielt
Farbe	braun-gelblich, purpur durchschimmernd	sehr variabel	weiß-gelblich, braun	schmutzig weiß-braun, gefleckt, hinterende meist braun
Ligament	lang, flach, runzelig	lang, flach, runzelig	lang, flach, runzelig	kurz, aufgebläht
Schlossapparat linke Schalenhälfte	2 sehr kleine Kardinalzähne, 1 vorderer & 1 hinterer, doppelt so langer Lateralzahn	2 Kardinalzähne, 1 vorderen & 1 hinteren Lateralzahn	2 Kardinalzähne, 1 vorderen & 1 hinteren Lateralzahn	2 Kardinalzähne, 1 vorderer und 1 hinterer Lateralzahn
Schlossapparat rechte Schalenhälfte	2 sehr kleine Kardinalzähne, 1 vorderer & 1 hinterer, doppelt so langer Lateralzahn	2 Kardinalzähne, 2 vordere & 1 hinteren Lateralzahn	2 Kardinalzähne, 2 vordere & 1 hinteren Lateralzahn	2 Kardinalzähne, 2 vordere- und 2 hintere Lateralzähne
Rippenanzahl	19-30	20-22	20-22	17-25
Vorhandensein der Rippen auf der Innenseite	vorhanden	vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden
Sichtbare Muskelabdrücke	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden
Dornen oder Knötchen	vorhanden	selten, wenn ja nur vorne	vordere und mittlere Rippen stark besetzt	nicht vorhanden
Periostracum	dünn	dünn	dick	dick
Max. Breite	10 mm	6 mm	6 mm	5 cm
Max. Höhe	8 - 9 mm	5 mm	5 mm	-

Kommentar [1]: ?

Ökologie

Verbreitung

Alle drei Herzmuschelarten kommen in der Ostsee vor, jedoch ist nur die Kopenhagener Herzmuschel für die Ostsee endemisch und wurde bisher auch nicht außerhalb der Ostsee dokumentiert. *Parvicardium exiguum* und *Cerastoderma glaucum* sind von der Ostsee bis zum Mittelmeer und im Schwarzen Meer anzutreffen. *P. exiguum* kommt überwiegend im Mittelmeer und im Schwarzen Meer vor und wurde bislang, abgesehen von einigen Ausnahmen (siehe Abschnitt Verbreitung), nur in der westlichen Ostsee gefunden. In einer jüngeren Veröffentlichung von Molla et al. (2019) wurde sie erstmals in Bangladesh entdeckt und beschrieben. *C. glaucum* kommt überall in der Ostsee vor und verbreitet sich bis zu den Kanaren, den Britischen Inseln und dem Schwarzen Meer.

Habitat:

Parvicardium hauniense und *Parvicardium exiguum*s Lagunen-Typ bevorzugen flache Gewässer wie Lagunen und Fjorde mit dichten Phytalbeständen. *P. hauniense* haftet ausschließlich am Phytal, während *P. exiguum* häufiger an grobem Sediment, wie z.B. Kies, und selten an Pflanzen angeheftet ist.

Junge Lagunen-Herzmuscheln sind wie ihre Artgenossen auch in der Lage, sich an Pflanzen anzuheften. Ab einer gewissen Größe jedoch bilden sich ihre Byssusdrüsen zurück und sie siedeln auf oder in das Sediment über.

Alle drei Arten bevorzugen flache Gewässer in Küstennähe. Die Lagunen-Herzmuschel wurde bislang in Tiefen von bis zu 104 m gefunden. Eine Ausnahme bildet ein Fund in 300 m Tiefe, den die Datenbank des OBIS (2020) ausweist. Dieser kann jedoch nicht mit Sicherheit bestätigt werden, da keine weiteren Angaben dazu gemacht wurden. *P. haunienses* und *P. exiguum*s tidale Amplitude reicht bis in die Algenzone (35 m; bei *P. exiguum* auch bis 55 m) (Jungbluth et al., 2019).

Salinität und Temperatur

Insbesondere hinsichtlich ihrer Toleranz gegenüber dem Salzgehalt unterscheiden sich die drei betrachteten Arten. *C. glaucum* und *P. exiguum* kommen sowohl im Brackwasser als auch in sehr salzhaltigen Gewässern, wie dem Schwarzen und dem Asowschen Meer, vor. *P. exiguum* wurde bislang nur selten im östlichen Teil der Ostsee vorgefunden, da diese in Richtung Osten immer weiter aussüßt. *P. hauniense* ist eine stenohaline Art und sehr empfindlich gegenüber Schwankungen des Salzgehaltes.

Besonders in flachen Gewässern wie z.B. in Lagunen kommt es zu starken Veränderungen der Temperaturen zwischen Sommer und Winter, weshalb *P. hauniense* und *P. exiguum* daran bestens angepasst sind. Die beiden Muschelarten können Veränderungen von bis zu 22 °C standhalten. Auch *C. glaucum* hält Temperaturschwankungen aus, jedoch wurde ab einer Temperatur von 30 °C ein lethargischer Zustand beobachtet (Muus, 1967)

Table 4: Überblick der ökologischen Parameter und der Verbreitung der drei Arten *Parvicardium hauniense*, *Parvicardium exiguum* und *Cerastoderma glaucum*.

	<i>Parvicardium hauniense</i> (Petersen & Russell, 1971)	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)
Salinität (PSU)	Oligohalin 8-17,4 PSU	Mesohalin 10-35 PSU	Euryhalin 4-60 PSU
Temperatur	0-25 °C	3-25 °C	0-32 °C
Habitat	Brackwasser	Brack und Meerwasser	Brack und Meerwasser
Tidale Amplitude	0,5-35 m	0-55 m	0-104 m, bevorzugt flache Küstenstreifen
Lebensraum	Im Phytal an Byssus angeheftet	Im Substrat eingegraben/ manchmal im Phytal	Nur Juvenile im Phytal Adulte auf/im Sediment
Sediment	Ausschließlich im Phytal	Grobsand und Kies	Grobsand und Kies
Verbreitung	Zentrale und westliche Ostsee	Kattegat, Nordsee, Nordseekanal, Atlantik, Mittelmeer, Schwarzes Meer	Ostsee, Kattegat, Nordsee, Atlantik, Mittelmeer, Schwarzes Meer
Status Roten Liste (Ostsee)	Sehr Selten (Stand 2013)	vom Aussterben bedroht (Stand 2013)	ungefährdet (Stand 2013)

Reproduktion

Alle drei Herzmuschelarten sind getrenntgeschlechtlich und geben ihre Eier frei ins Wasser ab, wo diese anschließend befruchtet werden. *P. hauniense* wird ab einer Größe von ca. 5 mm geschlechtsreif, während die Geschlechtsreife bei *C. glaucum* erst ab mindestens 12 mm eintritt. Zu *P. exiguum* wurden keine genauen Größenangaben gefunden, aber es ist durchaus plausibel, dass der Laichprozess ähnlich abläuft wie bei *P. hauniense*. Der Laichprozess von *P. hauniense* dauert länger an als der von *C. glaucum* (Väinölä, 1993). Bei beiden Arten dauert die Larvale-Phase ca. einen Monat lang an. Alle drei Arten durchlaufen ein planktonisches Larvenstadium.

Wechselwirkung mit der Umwelt

Laut der Roten Liste von Rachor et al. (2013) ist *P. exiguum* vom Aussterben bedroht und *P. hauniense* sehr selten. Da beide Arten, insbesondere in der Ostsee, relativ spezifische Lebensraumansprüche haben, sind sie besonders anfällig für Veränderungen des Ökosystems. Die Kopenhagener Herzmuschel kommt nur in der Ostsee vor und ist für diese endemisch. Sie könnte laut Petersen (1996) als guter Bioindikator fungieren und ist insbesondere durch den Tourismus, die Eutrophierung der Ostsee und den damit einhergehenden Verlust der Phytalbestände gefährdet.

Für *P. exiguum* wurden keine weiteren Untersuchungen und Veröffentlichungen zum Einfluss und die Wechselwirkung mit der Umwelt gefunden. Dies müsste in Zukunft, unter anderem auch im Zusammenhang mit *P. hauniense*, weiter untersucht werden.

4.2 Limitationen

Aufgrund der Covid-19-Pandemie und den damit einhergehenden Einschränkungen wurde der Bearbeitungszeitraum der Bachelorarbeit verlängert. Die zusätzliche Zeit wurde genutzt, um auch für die Art *Parvicardium exiguum* einen Steckbrief anzufertigen.

Die aus der Sammlung des IOW fotografierten Exemplare der Art *P. exiguum* stellten sich im Nachhinein als falsch bestimmt heraus. Es handelte sich hierbei um *P. hauniense*, weshalb auf Fotos von Prof. Dr. Axel Alf zurückgegriffen wurde und im nachhinein keine eigenen Aufnahmen gemacht wurden. Zudem waren Messungen an den Muscheln, wie bei *P.*

hauniense und *C. glaucum*, aufgrund dessen nicht möglich. Außerdem konnten, aufgrund der Einschränkungen durch die Pandemie und der zum Anfang noch stärker begrenzten Zeit, im Rahmen dieser Arbeit keine anatomischen Dokumentationen der Herzmuscheln vorgenommen werden, weshalb hier nur auf die Schalenmorphologie eingegangen wird.

Für den Vergleich der Juvenilstadien von *C. glaucum* und *P. hauniense* wurden Individuen verschiedener Größenklassen miteinander verglichen. Genauere Ergebnisse würde eine Langzeitstudie an denselben Individuen liefern, die einheitliche ökologische Parameter anlegt und Umwelteinflüsse mit einberechnet.

Um die Verbreitungskarten herzustellen, wurden Koordinaten aus der Datenbank des OBIS (2020) und der IOW-Datenbank benutzt. Diese sind jedoch zum Teil unvollständig und nicht in jedem Fall auf ihre Richtigkeit überprüft worden. Häufig fehlten Angaben zu den Fundorten, etwa zu ökologischen Parametern wie der Salinität oder der Tiefe. Jedoch gab es keine gravierenden Abweichungen oder Abnormalitäten, die nicht zu den bekannten Ansprüchen der Muscheln passen würden.

Insbesondere in der Literatur vor 1971, also vor der Bestimmung von *P. hauniense*, wurde diese Art mit *C. exiguum* und *C. glaucum* gleichgesetzt. Erst nach den Untersuchungen von Jelnes et al. (1971) wurde bestätigt, dass es sich bei den drei Muscheln um verschiedene, jedoch miteinander verwandte Arten handelt. Dieser Umstand hat es im Rahmen dieser Bachelorarbeit erschwert, die richtigen Informationen über die Kopenhagener Herzmuschel und die Dreieckige Herzmuschel zu sammeln, da eine erneute Untersuchung der von den Autoren beschriebenen Exemplare nicht möglich ist und daher vielfach nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, um welche der beiden Arten es sich handelte.

Trotz dieser Abweichungen und Einschränkungen konnten Steckbriefe angefertigt werden, die eine aussagefähige Übersicht der Taxonomie, Ökologie und der Morphologie der drei Arten bietet und die Unterschiede verdeutlicht. Die Steckbriefe können so dazu beitragen, die Bestimmung dieser drei Arten künftig zu erleichtern und sie bieten einen schnellen Zugriff auf alle maßgeblichen Informationen aus unterschiedlichen Quellen.

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/mmz.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/mmz.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, URL:
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2013.12.003>
<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
- Krzymińska, 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,,** Cardacea; 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