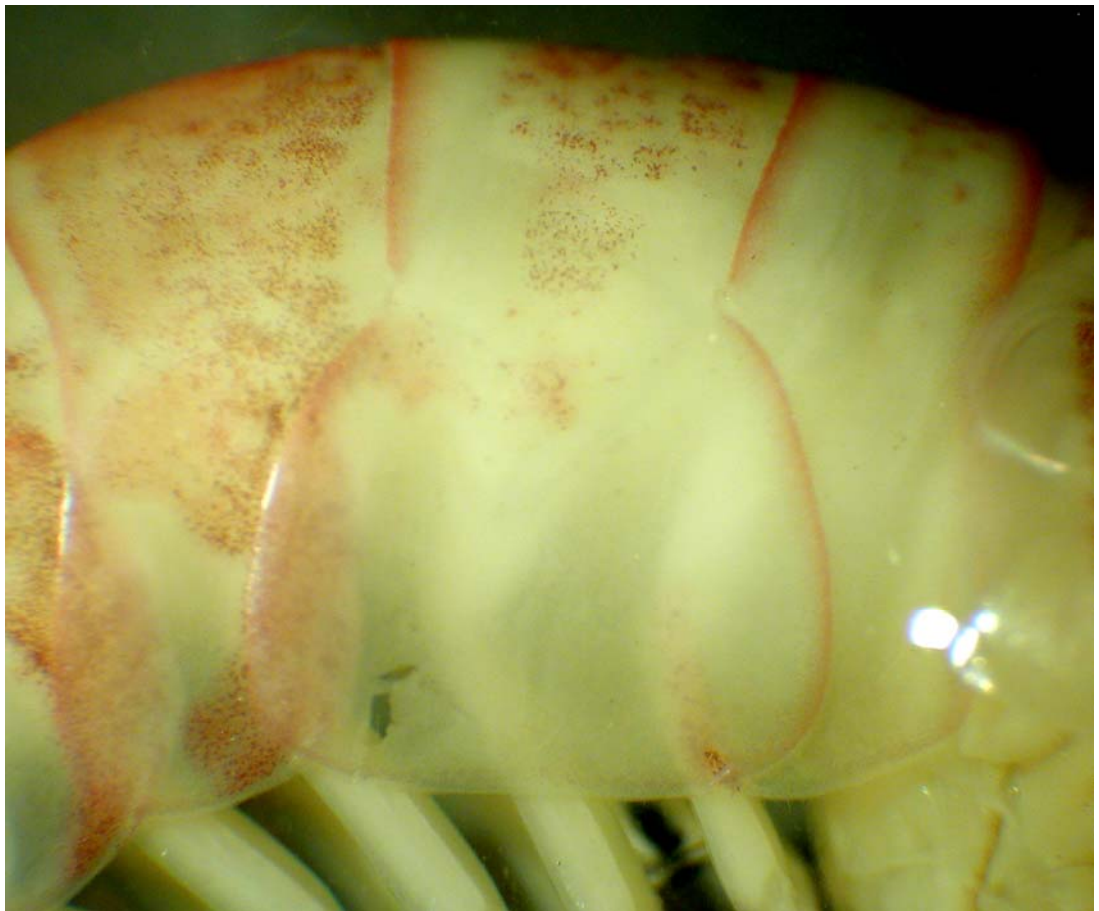


Das Merkmal „Tigerschaufel“ bei zwei chinesischen Süßwassergarnelenarten

eine morphometrische Analyse



Fachbereichsarbeit aus Biologie und Umweltkunde
vorgelegt zur Reifeprüfung 2012
am Privaten Oberstufenrealgymnasium St. Karl Volders

Eingereicht von: Lisa Klotz, 8D
Eingereicht bei: OStR. Prof. Mag. Dr. Krewedl
Volders, am 24. Februar 2012

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
1 Allgemeine Biologie der Garnele.....	4
1.1 Körperbau einer Garnele.....	4
1.2 Zwerggarnelen im Aquarium.....	5
1.3 Die Tigergarnele (<i>Caridina cf. cantonensis</i>).....	7
1.4 Die Bienengarnele.....	7
1.5 Zuchtformen und Hochzuchtlinien.....	8
2 Arbeitsmethodik.....	10
2.1 Material.....	11
2.2 Sortierung von Männchen und Weibchen.....	11
2.3 Vermessen unter dem Mikroskop.....	12
2.4 Tabellen und deren Auswertung.....	12
3 Ergebnisse:.....	13
3.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede.....	13
3.2 Unterschiede zwischen Bienen- und Tigergarnelen.....	18
3.2.1 Verhältnis Schaufelhöhe zu Schaufelbreite.....	18
3.2.2 Verhältnis Schaufelbreite zu Carapaxlänge.....	18
3.2.3 Verhältnis Schaufelhöhe zu Carapaxlänge.....	19
3.2.4 Verhältnis Gesamthöhe des 2. Abdominalsegmentes zur Carapaxlänge	19
3.2.5 Verhältnis Schaufelbreite zu Gesamthöhe.....	20
4 Diskussion.....	20
5 Zusammenfassung.....	22
6 Synopsis.....	23
Glossar.....	24
Literaturverzeichnis.....	25
Literaturverzeichnis.....	25
Abbildungsverzeichnis.....	26
FBA-Verlaufsprotokoll.....	27
Eigenständigkeitserklärung.....	28
Anhang A.....	29
Anhang B.....	30
Anhang C.....	30

Vorwort

Ich spielte schon lange Zeit mit dem Gedanken, eine Fachbereichsarbeit in Biologie zu schreiben, weil ich mich seit dem Kindergartenalter für die Natur interessiere. Da ich seit mehreren Jahren, fasziniert von der Vielfalt an Arten und Farbformen, Garnelen in meinem Aquarium halte, sollte auch meine Fachbereichsarbeit mit diesen kleinen Wirbellosen zu tun haben. In Aquarianerzeitschriften fand ich viele interessante Beiträge über z.B. neu entdeckte Garnelenarten, die natürlichen Lebensräume dieser Tiere oder Angaben zu Zuchtstämmen, von denen einzelne Tiere mitunter um den Preis eines Kleinwagens gehandelt werden.¹ Schnell war mir klar, dass es nicht einfach sein würde, das Thema Garnelen einzugrenzen. Eines Tages erzählte mir mein Vater von Diskussionen in Aquarianerforen, welche sich um die sogenannte „Tigerschaukel“ bei Garnelen drehten. Da ich noch nie etwas von diesem Begriff gehört hatte, erkundigte ich mich genauer über dieses Thema. Bei diesem Merkmal handelt es sich um eine bestimmte Ausformung des 2. Abdominalsegmentes einer Garnele. Einige Garnelenzüchter sehen in der speziellen Form dieses Teils des Chitinpanzers ein Erkennungsmerkmal für eine Kreuzung zwischen Bienen- und Tigergarnelen bei Hochzuchtgarnelen. Ich stellte fest, dass die Tigerschaukel ein viel diskutiertes, aber nie näher untersuchtes Thema ist und kam zum Entschluss, mich im Rahmen meiner Fachbereichsarbeit genauer mit diesem Merkmal zu befassen.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich beim Schreiben dieser Fachbereichsarbeit unterstützt haben. Einen besonderen Dank möchte ich an Herrn OStR. Prof. Mag. Dr. Krewedl aussprechen, der mich jederzeit und umgehend mit gutem Rat unterstützte.

Weiters geht ein besonderer Dank an Werner Klotz. Er stand mit immer bei fachspezifischen Fragen und Recherchen hilfreich zur Seite. Ich bedanke mich auch für den Beistand in schwierigen Momenten, in denen mir das Schreiben nicht so einfach fiel. Bedanken möchte ich mich auch bei Sven Gerber und Astrid Weber, die mir Hochzuchtgarnelen zum Vermessen bereit gestellt haben.

Letztlich möchte ich mich bei Herrn Professor Heidegger bedanken, da ich in seinem

¹ Vgl: Friedrich Bitter: Begehrt und bewundert. Japanische Hochzuchtgarnelen sind immer noch das Maß der Dinge. In: *Caridina* 2007/3, S. 14–17.

Freifach „Wissenschaftliches Arbeiten“ sehr viel über das Verfassen einer Fachbereichsarbeit gelernt habe.

1 Allgemeine Biologie der Garnele

Garnelen gehören zu den Gliedertieren (Arthropoda) und dort dem Unterstamm der Krebstiere (Crustacea) an. Innerhalb der Klasse der höheren Krebse (Malacostraca) ordnet man sie gemeinsam mit den Flusskrebsen (Astacoidea) und den Krabben (Brachyura) der Ordnung der Zehnfußkrebse (Dekapoda) zu. Innerhalb der Zehnfußkrebse finden wir Süßwassergarnelen ausschließlich in der Infraordnung Caridea. Die in der Aquaristik beliebten Zwerggarnelen gehören hier in die Familie Atyidae. Die beiden in dieser FBA bearbeiteten Arten gehören zur Gattung *Caridina*, der artenreichsten Gattung innerhalb dieser Familie.

1.1 Körperbau einer Garnele

Der Körper einer Garnele ist in zwei Abschnitte gegliedert: In den Kopf- und Brustteil (Cephalothorax), welcher sich unter einem Brustschild (Carapax) befindet und in einen Hinterleib (Abdomen), welcher in sechs Abdominalsegmente gegliedert ist. Diese Hinterleibssegmente überlagern sich nach hinten dachziegelartig, nur das zweite Abdominalsegment ist im unteren Teil löffelförmig verbreitert und überlappt vorne und hinten das erste bzw. dritte Abdominalsegment teilweise. Dieses Merkmal unterscheidet die echten Garnelen (Teilordnung Caridea) von anderen garnelenartigen Krebstieren wie den bekannten Speisegarnelen der Gattung *Penaeus*. Eine Garnele atmet mit büschelförmigen Kiemen, welche geschützt unter dem Carapax, oberhalb der Schreitbeine entspringen. Jede Garnele besitzt fünf Schwimmbeinpaare und fünf Schreitbeinpaare. Die zwei mal fünf Schreitbeine sind ein namensgebendes Merkmal aller Zehnfußkrebse. Weiters besitzt die Garnele zwei Antennenpaare. Hinter diesen befinden sich an den langen Augenstielen die halbkugelförmigen Komplexaugen, welche aus tausenden Einzelaugen (Ommatidien) bestehen. Dank ihrer Stielaugen sind die Garnelen fähig, in alle Richtungen zu sehen. Es gibt allerdings auch Arten, welche in Höhlen wohnen und deshalb keine

vollständig ausgebildeten Augen besitzen, da diese nutzlos wären und nur unnötig wertvolle Energie verbrauchen würden.

In den Augenstielen liegen lebenswichtige Hormondrüsen, mit denen die Pigmentzellen des Panzers, der Stoffwechsel, das Wachstum und die Häutungsfrequenz der Tiere gesteuert werden.

Garnelen sind zu Autonomie fähig. Dies bedeutet, dass sie verlorene Gliedmaßen innerhalb weniger Häutungszyklen wieder vollständig regenerieren können.²

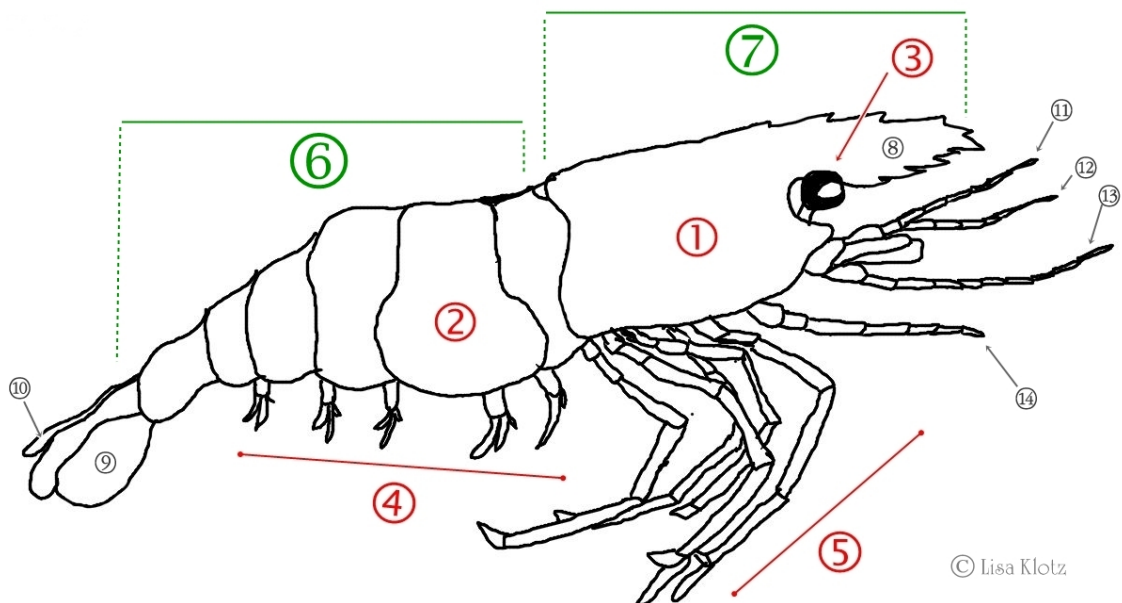


Abbildung 1: allg. Anatomie einer Garnele: 1 = Carapax, 2 = 2. Abdominalsegment (Tigerschaufel), 3 = halbkugelförmige Komplexaugen, 4 = Schwimmbeinpaare, 5 = Schreitbeinpaare, 6 = Hinterleib (Abdomen), 7 = Kopf- und Brustteil (Cephalothorax) 8 = Rostrum, 9 = Uropoden, 10 = Telson (9 & 10 bilden gemeinsam den Schwanzfächer), 11 = 1. Antennenpaar, 12 = Scaphocerit, 13 = 2. Antennenpaar, 14 = 3. Maxillipedenpaar.

1.2 Zwerggarnelen im Aquarium

Vor etwa 30 Jahren begann man in Japan Süßwassergarnelen in Aquarien zu halten. Vor allem Zwerggarnelen, unter diesem Begriff fassen Aquarianer klein bleibende Arten aus der Familie der echten Süßwassergarnelen (Atyidae) zusammen, erfreuen sich besonderer Beliebtheit. Tiere der Gattung *Caridina* sind derzeit die beliebtesten Garnelen, die in Aquarien gehalten werden. Bis heute sind ungefähr 290 Arten dieser Gattung beschrieben,

² Vgl: Karge Andreas, Klotz Werner: Süßwassergarnelen aus aller Welt. Dähne, Ettlingen 2007.

welche die tropischen und subtropischen Gebiete Afrikas und Asiens bewohnen.³ Nur ein kleiner Teil dieser Artenfülle, ca. 33 Arten, wird bisher im Aquarienhandel angeboten. Unter diesen befinden sich ungefähr 10 wissenschaftlich noch nicht beschriebene Arten.⁴ Großen Anklang bei Aquarianern finden die Zwerggarnelen vor allem deshalb, weil sie mit ihren häufig schön bunten Körpern sehr dekorativ sind und durch ihre geringere Körpergröße auch in kleineren Aquarien relativ unkompliziert zu halten sind. Weiters ernähren sie sich hauptsächlich von Detritus sowie Algen und tragen so wesentlich zur Sauberkeit des Aquariums bei.

In der Aquaristik unterscheidet man zwischen Natur- und Zuchtformen.

Unter Naturformen versteht man aus der Natur entnommene Garnelen (Wildfänge), oder deren Nachkommen, welche ohne Zuchtauslese vermehrt wurden. Unter Zuchtformen versteht man Garnelen, welche im Aquarium nach Körperfärbung selektiert und weiter gezüchtet werden. Diese Tiere haben meistens buntere und intensivere Farben als die Naturformen, da sie sich im Aquarium nicht vor natürlichen Feinden schützen und tarnen müssen. Solche Zuchtformen entstehen etwa durch Spontanmutationen, in deren Folge bestimmte Farbpigmente vermehrt oder nicht mehr ausgebildet werden. Solche Tiere stellen das Ausgangsmaterial für Hochzuchtprogramme dar, bei denen vor Beginn der Zucht bestimmte Zuchtziele (vor allem im Bezug auf Färbung und Muster/Farbverläufe) festgelegt werden. Durch gezielte Zuchtauslese sowie Einkreuzung anderer Zuchtlinien oder gar nahe verwandter Arten wird versucht, diese Ziele zu erreichen. Gelungene Zuchtlinien mit besonders kräftigen Farbzeichnungen können am Weltmarkt sehr teuer verkauft werden. Auf asiatischen Auktionen, vor allem in Japan erreichen Spitzentiere manchmal Preise bis zu 9.000 Euro.⁵

³ Vgl: S. Grave C.H.J.M Fransen de: Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda). In: *Zoologische Mededelingen* 2011/9, S. 195–589. Online verfügbar unter <http://www.zoologischemededelingen.nl/cgi/t/text/get-pdf?c=zoomed;idno=8502a01>

⁴ Vgl: Karge Andreas, Klotz Werner: Süßwassergarnelen aus aller Welt. Dähne, Ettlingen 2007.

⁵ Vgl: Friedrich Bitter: Begehrt und bewundert. Japanische Hochzuchtgarnelen sind immer noch das Maß der Dinge. In: *Caridina* 2007/3, S. 14–17.

1.3 **Die Tigergarnele (*Caridina cf. cantonensis*)**

Die Tigergarnele stammt aus kleinen Bergbächen in Südchina. Sie ähnelt der Art *C.cantonensis*, lässt sich aber genetisch von dieser unterscheiden. Diese Garnele besitzt ein charakteristisches Streifenmuster, welches ausschlaggebend für ihren Name ist.

Naturformen dieser Tiere besitzen eine schwärzlich bis rotbraune Körperfärbung wobei Tigergarnelen aus unterschiedlichen Gewässersystemen leichte Unterschiede in der Intensität ihrer Körperfärbung aufweisen. Aus den natürlich gefärbten Exemplaren werden heute bläuliche und rote Farbstämme herausgezüchtet. Es ist einigen Züchtern gelungen, aus der kontinuierlichen Verbreiterung der Streifen, flächig schwarze Garnelen heraus zu züchten.⁶

1.4 **Die Bienengarnele**

Ende der 1980er- Jahre waren in Europa nur wenige Garnelen wie zum Beispiel die Amanogarnele (*Caridina multidentata*) bekannt. Die kleinen Wirbellosen waren damals meistens nur ein „Mittel zum Zweck“⁷ und wurden zur Algenvernichtung oder -prävention in Aquarien eingesetzt. Zu dieser Zeit wurde auch eine gestreifte Garnelenart unter der Bezeichnung Bienengarnele in der Aquaristik bekannt und erweckte rasch das Interesse einiger Züchter aus Asien. Schnell stieg das Interesse für diese Garnelen, man forschte über ihre Lebensbedingungen und die ersten Zuchten entstanden.

Die Bienengarnele, eine wissenschaftlich noch nicht beschriebene Art, stammt aus dem Grenzgebiet zwischen Hongkong und China. Die Garnelen leben dort in einem abgelegenen Bergbach mit sauberem und sehr weichem Wasser mit leicht saurem pH-Wert.⁸

⁶ Vgl: Werner Klotz: Die Tigergarnele - ein munterer Zwerg aus Südchina. In: *DATZ Die Aquarien- und Terrarienzeitschrift* 2008/1, S. 20–23.

⁷ Vgl: Logemann Carsten, Logemann Frank, Lukhaup Chris: *Faszination Bienengarnelen*. Dähne, Ettlingen 2009.

⁸ Vgl: Andreas Karge und Werner Klotz: Die Heimat der Bienengarnelen. Endlich können wir sie vorstellen. In: *Caridina* 2011/3, S. 10–17.

1.5 *Zuchtformen und Hochzuchtlinien*

1991 tauchten in einem Zuchtbecken von Hisayasu Suzuki einzelne rote Bienengarnelen auf, obwohl Bienengarnelen in Naturformen normalerweise eine schwarzbraune Färbung aufweisen. Durch Rückkreuzungen und Selektion der Jungtiere gelang es Suzuki, einen erbfesten Stamm der roten Bienengarnelen zu züchten. Da ihn die rote Farbe vermutlich an einen roten Kristall erinnerte, gab er diesen Garnelen den Namen „Crystal Red“. Mit dieser roten Zuchtform der Bienengarnele gelang ihm sehr schnell der Durchbruch als Garnelenzüchter und die Crystal Red Garnelen wurden rasch populär. Die Nachricht über die „neuen“ Garnelen verbreitete sich sehr schnell und bald wurden die ersten Tiere auch in Europa gehandelt. Durch die Entdeckung Suzukis wurde der Ehrgeiz vieler Züchter, eigene Zuchtlinien zu entwickeln, geweckt.

Viele Züchter kauften die „neuen Crystal Red Garnelen“ von Suzuki als Ausgangsmaterial für eigene Zuchtversuche. In Asien wurden bald immer mehr Zuchtformen der Bienengarnele entwickelt. Als Zuchtziel der verschiedenen Linien wurden besonders intensive Körperfarben, scharf abgegrenzte Farbbänder oder spezielle Farbmuster, etwa ein kreisrunder Fleck auf weißem Grund, in Anlehnung an die japanische Flagge, festgelegt. Am Ende einer dieser Hochzuchtprogramme steht die Snow White Garnele, eine flächig weiße Red Bee Garnele ohne Rotanteil.

Die Benennung dieser Hochzuchttiere und die Einteilung in abgestufte Qualitätsklassen sind vor allem im deutschsprachigen Raum viel diskutiert. So tauchte hierzulande schon bald die Frage auf, ob eine Einkreuzung einer anderen Art (im asiatischen Raum als „New Bee Garnele“ bezeichnet) die Voraussetzung zum Erreichen der höheren Qualitätsklassen war, oder ob dies auch nur durch strenge Zuchtauswahl erreicht werden konnte.⁹

Informationen über die züchterischen Hintergründe verschiedener Hochzuchtlinien waren kaum zugänglich oder widersprüchlich, da nur die wenigsten Züchter ihre „Zuchtgeheimnisse“ verraten wollten, um den Vorsprung gegenüber konkurrierenden Züchtern wirtschaftlich nutzen zu können. Es kristallisierten sich, aufgrund dieser widersprüchlichen Informationen und Erfahrungen, zwei konkurrierende Thesen heraus, welche bis heute viel diskutiert werden. Die erste These vertritt die Meinung, dass Hochzuchtgarnelen nur durch Zuchtauslese zu ihren prächtigen Farben, Mustern etc. gelangen können. Bei der Zuchtauslese werden gezielt Tiere mit bestimmten Färbungen

⁹ Vgl: Logemann Carsten, Logemann Frank, Lukhaup Chris: Faszination Bienengarnelen. Dähne, Ettlingen 2009.

herausgesucht und weiter gekreuzt. So kann beispielsweise ein höherer Weißanteil des Garnelenpanzers erzielt werden. Diese These wird vor allem von den Brüdern Carsten und Frank Logemann vertreten¹⁰, die alle Zuchtformen als Crystal Red mit dem Zusatz verschiedener zeichnungstypischer Benennungen bezeichnen (Siehe deren Klassifizierungsliste im Anhang).

Die zweite These besagt, dass die Entstehung der Red Bee Garnele nur durch eine Verkreuzung/ Verpaarung einer „Crystal Red Garnele“ mit einer nicht näher spezifizierten „New Bee Garnele“ möglich war. Friedrich Bitter, Garnelenhändler und Redakteur der Zeitschrift *Caridina*, beruft sich mit dieser Meinung auf die Aussagen des japanischen Garnelenzüchters Hagwara Yoshiyasu, dessen Ebi-Ten Zuchtlinien mit zu den ersten und bekanntesten Hochzuchtlinien zählen.¹¹ Als mögliche hierfür in Frage kommende Garnelenarten werden die erst 2008¹² von Wissenschaftlern der Universität Shanghai als neu beschriebene Arten *Caridina tumida*, *C. venusta* oder *C. maculata* genannt. Sollte die These einer Hybridisierung stimmen, wäre aber auch die Einkreuzung einer schwarz-weiß gefärbten engen Verwandten der Bienengarnele aus Südchina denkbar¹³.

In Japan stellt sich die Frage nach der Benennung der Tiere als „Crystal Red“ oder „Red Bee“ nicht, da Suzuki den Namen „Crystal Red“ schützen ließ und deshalb Linien anderer Züchter dort nicht unter dieser Bezeichnung verkauft werden dürfen. Dieser Markenschutz gilt allerdings nicht für den deutschsprachigen Raum.¹⁴

Anfang 2009 gab es einen erneuten Qualitätssprung in der Intensität der Körperfärbung, als Hochzuchtgarnelen aus Taiwan auf den Markt kamen. Bekannte Vertreter dieser Zuchtformen sind beispielsweise die „King Kong-“, „Panda-“, oder „Red Wine Garnelen“. Der züchterische Ursprung dieser Tiere wirft ebenfalls Rätsel auf.

Der deutsche Züchter Uwe Neumann berichtete in verschiedenen Internetforen, dass es ihm gelungen ist, durch eine gezielte Verpaarung von Red Bee Garnelen und Tigergarnelen „Snow Whites“ herauszuzüchten. Dies wird als Beweis für die These einer Verkreuzung zweier Garnelenarten angeführt, auch wenn hier mit der Tigergarnele eine

¹⁰ Vgl: Logemann Carsten, Logemann Frank, Lukhaup Chris: Faszination Bienengarnelen. Dähne, Ettlingen 2009.

¹¹ Vgl: Friedrich Bitter: Begehrt und bewundert. Japanische Hochzuchtgarnelen sind immer noch das Maß der Dinge. In: *Caridina* 2007/3, S. 14–17.

¹² Vgl: Wang L.: Descriptions of four new species of *Caridina* (Decapoda: Atyidae) from China. In: *Zootaxa* 1726, S. 9–59.

¹³ Vgl: Werner Klotz: Thesen über Verkreuzung/ Verpaarung. mündlich an Lisa Klotz, Rum.30.11.11.

¹⁴ Vgl: Logemann Carsten, Logemann Frank, Lukhaup Chris: Faszination Bienengarnelen. Dähne, Ettlingen 2009.

weitere Art ins Spiel gebracht wird. Er berichtet weiter, anhand der Form des zweiten Abdominalsegmentes von Hochzuchtgarnelen erkennen zu können, ob in diesen Stamm Tigergarnelen eingekreuzt wurden. Speziell bei den neuen Zuchtformen aus Taiwan wird die Einkreuzung einer Tigergarnele inzwischen von mehreren Personen vermutet. In meiner Arbeit möchte ich versuchen, die Aussagen von Uwe Neumann durch morphometrische Messungen zu verifizieren oder zu falsifizieren.

2 Arbeitsmethodik



Abbildung 2: Die Autorin beim Vermessen der Garnelen

Für diese Arbeit wurden Naturformen von Bienen- und Tigergarnelen und Hochzuchtgarnelen, welche in 70%-igem Ethanol konserviert vorlagen, nach Geschlechtern getrennt und unter dem Mikroskop vermessen. Die Messwerte wurden in eine Excel Tabelle eingetragen, verglichen und zu Diagrammen verarbeitet.

2.1 *Material*

Bienengarnelen: *Caridina* cf. *cantonensis*, neun ♀♀, (Cl 6,6-6,9 mm) sieben ♂♂, (Cl 3,7-5,7 mm), kleiner Bergbach in den New Territories von Hong Kong, coll.: W. Klotz, 19.03.2011.

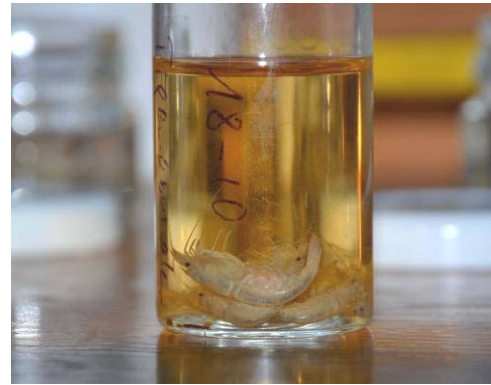


Abbildung 3: Tigergarnelen im Ethanol

Tigergarnelen: *Caridina* cf. *cantonensis*, 15♀♀ (Cl 3,8-6,1 mm), 14♂♂, (Cl 3,9-5,7 mm), kleiner Bergbach bei Lixi Town in der Nähe von YingDe, Guangdong, China, coll.: W. Klotz, 20.03.2010.

Hochzuchttiere: drei ♀♀ Red Wine Taiwan Bees (Cl 4,8-6,0 mm) von Astrid Weber, eine ♀ rote Tigergarnele (Cl 4,0 mm) von Sven Gerber, eine ♂ Black Tiger BTO (Cl 5,2 mm) von Sven Gerber, eine ♂ Crystal Red 3-Band K4 (Cl: 3,8 mm) von Sven Gerber, eine ♀ Crystal Black von (Cl 4,5 mm) Sven Gerber und eine ♂ Snow White UENO Line (Cl 5,0 mm) von Sven Gerber.

2.2 *Sortierung von Männchen und Weibchen*

Die Trennung von Weibchen und Männchen erfolgte unter dem Mikroskop. Männliche Tiere erkennt man am Appendix masculina einem dornigen, sackförmigen Anhängsel welches sich am zweiten Schwimmbeinpaar befindet. Die weiblichen und männlichen Garnelen wurden anschließend in getrennte Gefäße sortiert und nachher in einzelne, nummerierte Fläschchen umgefüllt, um Verwechslungen zu vermeiden.



Abbildung 4: Appendix masculina

2.3 *Vermessen unter dem Mikroskop*

Um die Garnelen genau vermessen zu können, wurden sie unter einem Stereomikroskop (BMS 140) bei 20-facher Gesamtvergrößerung (Focal length = 12,2 mm) mit Hilfe eines Okularmikrometers untersucht. Die Kalibrierung des Okularmikrometers erfolgte mit einem Objektmikrometer. Ein Teilstrich der Skala entspricht 0,495 mm. An den Garnelen wurden die Carapaxlänge und die Maße des zweiten Abdominalsegmentes ermittelt.

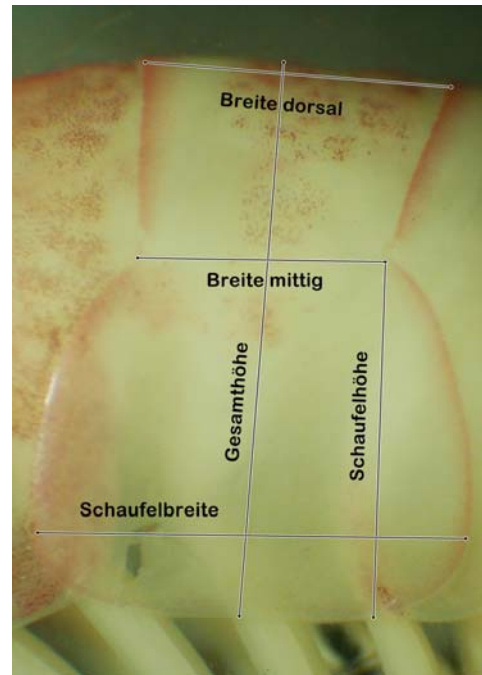


Abbildung 5: Messungen am 2. Abdominalsegment

2.4 *Tabellen und deren Auswertung*

Die Messwerte wurden in eine Excel Tabelle eingetragen. Die Ergebnisse wurden mit einfachen statistischen Methoden (Mittelwert, Median, Min, Max, Standardabweichung) ausgewertet. Alle Messwerte wurden mit der Carapaxlänge normiert. Mit dem Statistikprogramm SPSS wurden die Abweichungen zwischen den Gruppen auf Signifikanz geprüft. Mittels Scatterblots wurden die Abhängigkeiten zwischen Carapaxlänge und den Abmessungen des 2. Abdominalsegmentes und zwischen Höhen und Breiten des Segmentes graphisch dargestellt.

3 Ergebnisse:

3.1 *Geschlechtsspezifische Unterschiede*

Die oben angeführten Vermessungsdaten zeigten Differenzen zwischen Männchen und Weibchen auf. Beim Errechnen des Verhältnisses von Schaufelbreite zu Carapaxlänge wurde ein signifikanter Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Tieren festgestellt. Bei männlichen Bienengarnelen betrug dieses Verhältnis 0,54-0,61 bei einem Median von 0,58, bei den Weibchen 0,65-0,84 bei einem Median von 0,68.

Bei Bienengarnelen ließen sich die Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen noch deutlicher darstellen als bei den Tigergarnelen, da unter den Bienenweibchen viele trächtige- und somit größere Tiere zu finden waren.

Das Verhältnis Schaufelbreite zu Schaufelhöhe ist bei beiden Geschlechtern weitgehend ident (siehe Abb.16). Das Verhältnis beträgt bei männlichen Tieren 1,16-1,32, Median 1,21, bei den Weibchen 1,14-1,33, Median 1,22.

Das Verhältnis der Schaufelbreite zur Carapaxlänge betrug bei den männlichen Tigergarnelen 0,50-0,61 bei einem Median von 0,56 und bei den weiblichen Tieren 0,52-0,71, Median 0,58. Bei den Tigergarnelen haben nur größere und trächtige Weibchen eine breitere Schaufel (siehe Abb.7), während bei kleineren Tieren der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen nicht so klar sichtbar ist.

Das Verhältnis Schaufelbreite zu Schaufelhöhe ist bei beiden Geschlechtern weitgehend ident (siehe Abb.16). Das Verhältnis beträgt bei den männlichen Tieren 1,21-1,35, Median 1,28 und bei den Weibchen 1,23-1,44, Median 1,32.

Tabelle 1: Zuordnung der Messwerte [Schaufelbreite zu Carapaxlänge (Sb/Cl), Schaufelhöhe zu Carapaxlänge (Sh/Cl), Gesamthöhe zu Carapaxlänge (Gh/Cl), Schaufelbreite zu Schaufelhöhe (Sb/Sh), Schaufelbreite zu Gesamthöhe (Sb/Gh)] der Hochzuchtgarnelen zu Bienen- und Tigergarnelen

		Sb/Cl	Sh/Cl	Gh/Cl	Sb/Sh	Sb/Gh
Red Wine Taiwaner 42-11	♀	0,71	0,58	0,85	1,23	0,83
Red Wine Taiwaner 42-11	♀	0,71	0,57	0,81	1,24	0,87
Red Wine Taiwaner 42-11	♀	0,69	0,52	0,84	1,34	0,83
Rote Tigergarnele 45-11	♀	0,68	0,56	0,80	1,22	0,85
Black Tiger BTO	♂	0,53	0,39	0,75	1,37	0,71
Crystal Red 3- Band K4 44-11	♂	0,50	0,42	0,71	1,19	0,70
Crystal Black 44- 11 (eiertragend)	♀	0,72	0,58	0,86	1,25	0,84
Snow White	♂	0,52	0,43	0,70	1,21	0,74
Bienengarnelen	♀	0,65-0,84, Median 0,68	0,52-0,63 Median 0,56	0,77-0,88, Median 0,83	1,14-1,32, Median 1,22	0,82-0,95, Median 0,85
	♂	0,54-0,61, Median 0,58	0,45-0,50, Median 0,48	0,73-0,79, Median 0,77	1,16-1,32, Median 1,21	0,72-0,82, Median 0,75
Tigergarnelen	♀	0,52-0,71, Median 0,58	0,38-0,56 Median 0,43	0,65-0,85, Median 0,71	1,23-1,44, Median 1,32	0,75-0,87, Median 0,82
	♂	0,50-0,61, Median 0,56	0,41-0,47 Median 0,44	0,68-0,75, Median 0,72	1,21-1,35, Median 1,28	0,70-0,83, Median 0,78

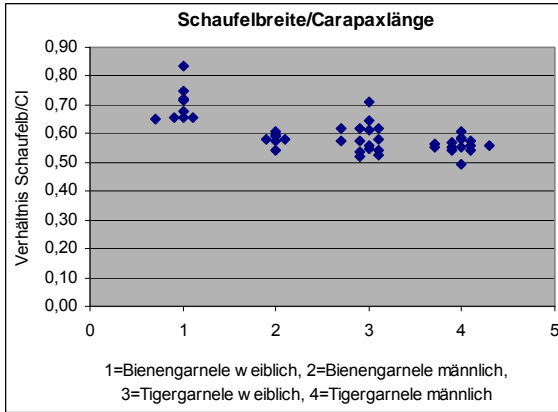


Abbildung 6: Verhältnis Schaufelbreite zu Carapaxlänge

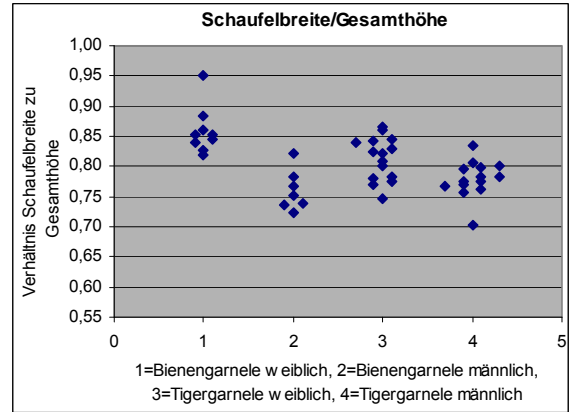


Abbildung 7: Verhältnis Schaufelbreite zu Gesamthöhe

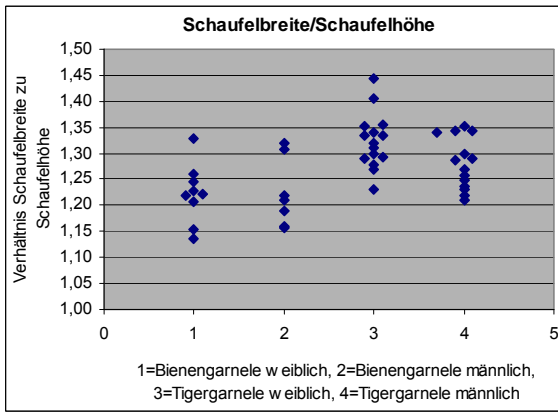


Abbildung 8: Verhältnis Schaufelbreite zu Schaukelhöhe

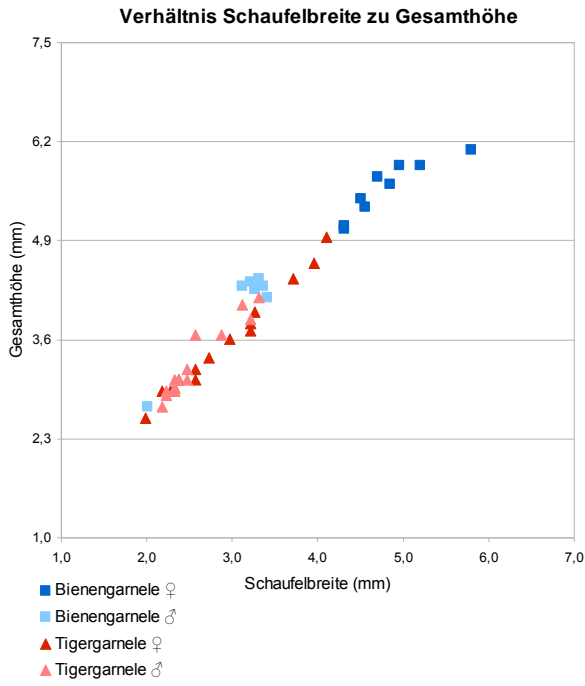


Abbildung 9: Verhältnis Schaufelbreite zu Gesamthöhe

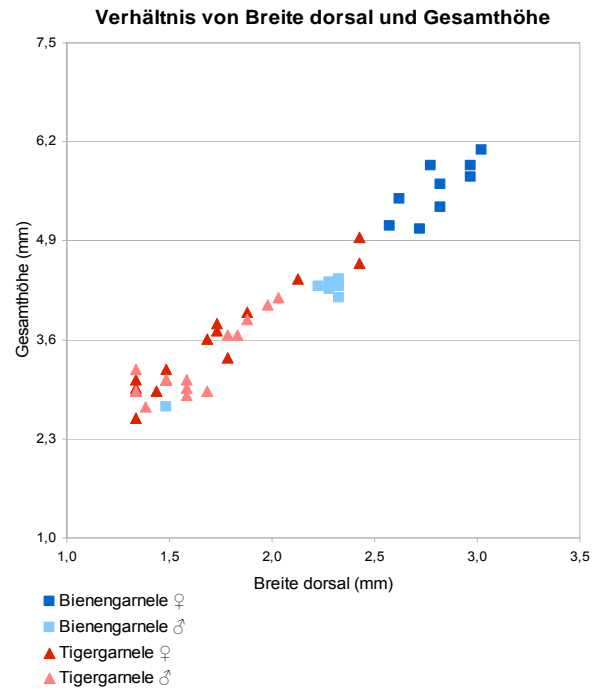


Abbildung 10: Verhältnis Breite dorsal zu Gesamthöhe

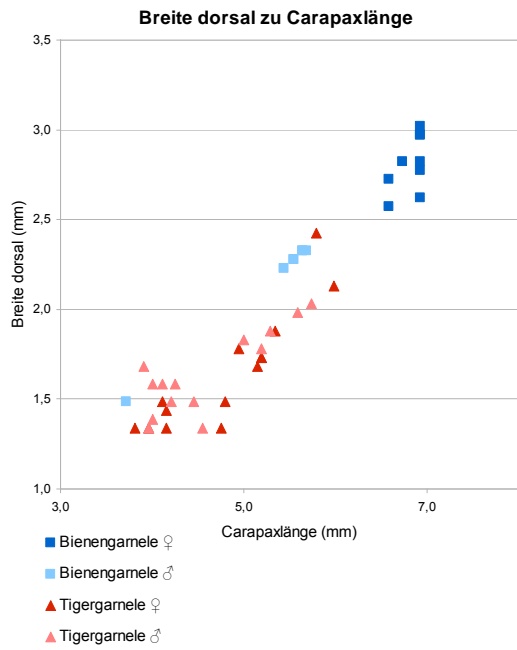


Abbildung 11: Verhältnis Breite dorsal zu Carapaxlänge

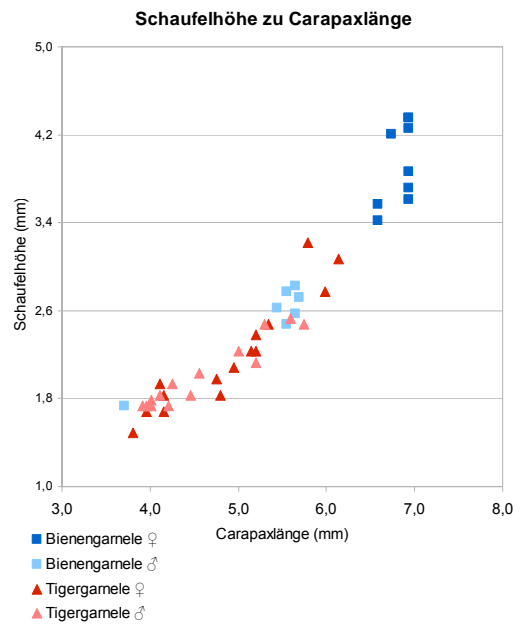


Abbildung 12: Schaufelhöhe zu Carapaxlänge

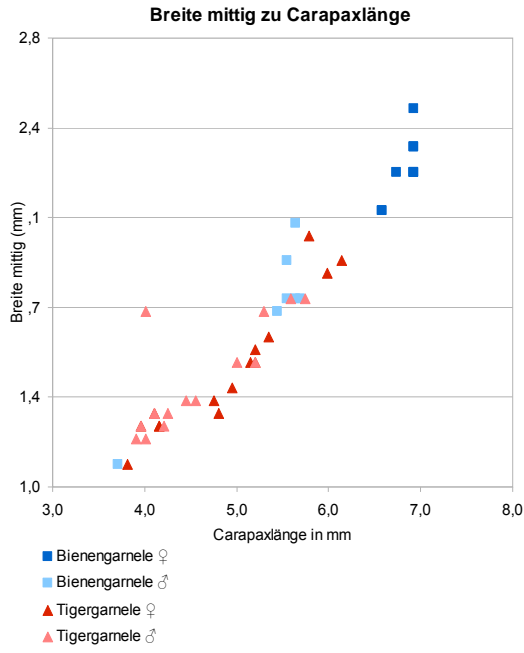


Abbildung 13: Breite mittig zu Carapaxlänge

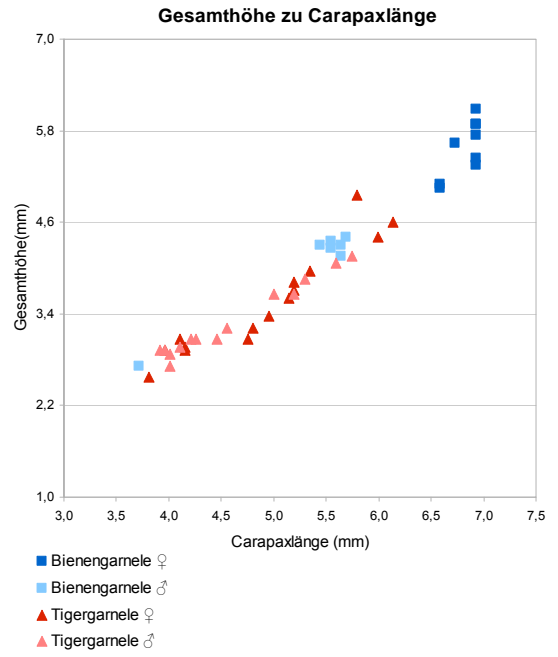


Abbildung 14: Gesamthöhe zu Carapaxlänge

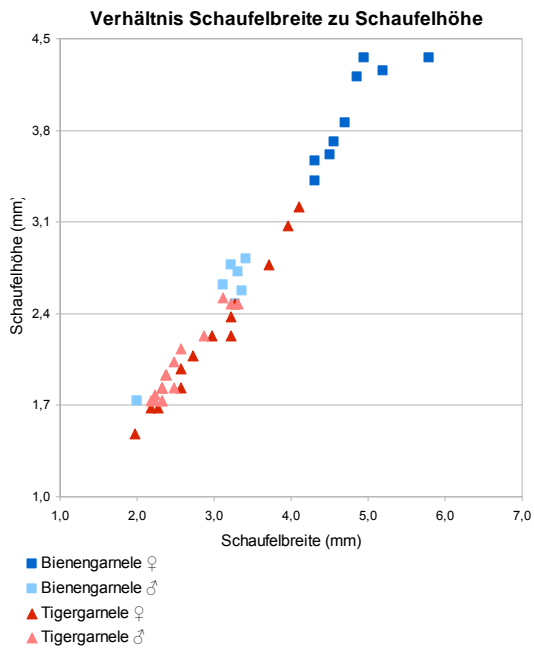


Abbildung 15: Verhältnis Schaufelbreite zu Schaufelhöhe

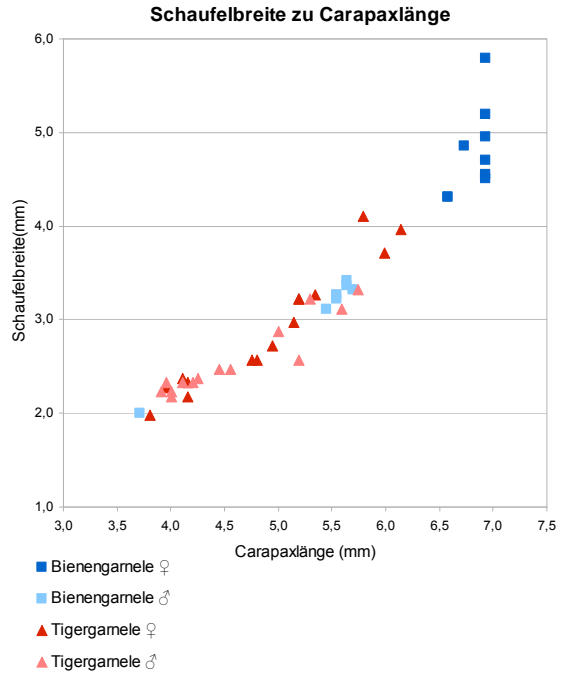


Abbildung 16: Schaufelbreite zu Carapaxlänge

3.2 *Unterschiede zwischen Bienen- und Tigergarnelen*

3.2.1 **Verhältnis Schaufelhöhe zu Schaufelbreite**

Beim Vergleich zwischen den männlichen Bienengarnelen und den männlichen Tigergarnelen betrug das Verhältnis Schaufelhöhe zu Schaufelbreite bei den Bienengarnelen 1,16-1,32, Median 1,21 und bei den Tigergarnelen 1,21-1,35, Median 1,28. Die Schaufel der Tigergarnele ist ein wenig (5,8 %) breiter als die der Bienengarnele ($p=0,046$).

Der Vergleich zwischen den weiblichen Bienengarnelen und den weiblichen Tigergarnelen zeigt ein Verhältnis von 1,14-1,32, Median 1,22 bei den Bienengarnelen und 1,23-1,44, Median 1,32 bei den Tigergarnelen. Hier zeigt sich eine breitere Form der Tigerschaufel (8,2 % breiter als Bienenschaufel, $p < 0,001$).

3.2.2 **Verhältnis Schaufelbreite zu Carapaxlänge**

Beim Vergleich zwischen männlichen Bienengarnelen und männlichen Tigergarnelen betrug das Verhältnis bei den Bienenmännchen 0,54-0,61, Median 0,58 und bei den Tigermännchen 0,50-0,61, Median 0,56. Bei den Männchen ließen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen ($p = 0,067$).

Bei den weiblichen Bienengarnelen betrug dieses Verhältnis 0,65-0,84, Median 0,68 und bei weiblichen Tigergarnelen 0,52-0,71, Median 0,58.

Bei den Bienenweibchen ließ sich, im Verhältnis zur Carapaxlänge, eine breitere Schaufel feststellen ($p < 0,001$).

3.2.3 Verhältnis Schaufelhöhe zu Carapaxlänge

Beim Vergleich zwischen männlichen Bienengarnelen und männlichen Tigergarnelen betrug das Verhältnis bei den Bienenmännchen 0,45-0,50, Median 0,48 und bei den Tigermännchen 0,41-0,47, Median 0,44 ($p < 0,001$).

Bei den weiblichen Bienengarnelen betrug dieses Verhältnis 0,52-0,63, Median 0,56 und bei den weiblichen Tigergarnelen 0,38-0,56, Median 0,43. ($p < 0,001$)

Tigergarnelen (Weibchen sowie auch Männchen) haben eine niedrigere Schaufel –i.e. eine breitere Schaufelform.

3.2.4 Verhältnis Gesamthöhe des 2. Abdominalsegmentes zur Carapaxlänge

Beim Vergleich zwischen männlichen Bienengarnelen und männlichen Tigergarnelen betrug das Verhältnis bei den Bienenmännchen 0,73-0,79, Median 0,77 und bei den Tigermännchen 0,68-0,75, Median 0,72. ($p < 0,001$)

Bei den weiblichen Bienengarnelen betrug dieses Verhältnis 0,77-0,88, Median 0,83 und bei den weiblichen Tigergarnelen 0,65-0,85, Median 0,71. ($p < 0,001$)

Bei den Tigergarnelen konnte ein höheres zweites Abdominalsegment festgestellt werden.

3.2.5 Verhältnis Schaufelbreite zu Gesamthöhe

Beim Vergleich zwischen männlichen Bienengarnelen und männlichen Tigergarnelen betrug das Verhältnis bei den Bienenmännchen 0,72-0,82, Median 0,75 und bei den Tigermännchen 0,70-0,83, Median 0,78. Der Unterschied der Schaufelform ist bei den Männchen knapp nicht signifikant ($p = 0,110$).

Bei den weiblichen Bienengarnelen betrug dieses Verhältnis 0,82-0,95, Median 0,85 und bei den weiblichen Tigergarnelen 0,75-0,87, Median 0,82. Der Unterschied zwischen Bienen- und Tigergarnelen ist gering aber statistisch signifikant ($p = 0,012$).

4 Diskussion

Bei der Auswertung der Messwerte wurden folgende themenrelevante Differenzen zwischen Männchen und Weibchen festgestellt:

Beim Verhältnis von Schaufelbreite zu Carapaxlänge wurde ein signifikanter Unterschied bei allen untersuchten Arten/Formen zwischen männlichen und weiblichen Garnelen festgestellt. Speziell bei den größeren und trächtigen Weibchen zeigt sich eine überproportional breitere Schaufel als bei den etwas kleineren Männchen (siehe Abb.7).

Die größere Schaufel bei Weibchen hängt mit der Ausbildung einer Bruttasche zusammen, welche zu Beginn der Geschlechtsreife entsteht. Das zweite Abdominalsegment wird dabei in der Höhe und Breite vergrößert um die später nach der Befruchtung an den Schwimmbeinen angehefteten Eier zu bedecken. Höhe und Breite der Schaufel stehen hier in einem annähernd linearen Zusammenhang (siehe Abb.16). Bei Bienengarnelen ließen sich diese Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen noch deutlicher darstellen als bei den Tigergarnelen, da unter den Bienenweibchen viele trächtige- und somit größere Tiere zu finden waren (siehe Abb.6).

Ein Unterschied zwischen Bienen und Tigergarnelen zeigt sich beim Verhältnis Schaufelbreite zu Schaufelhöhe. Die Ergebnisse zeigen, dass Tigergarnelen eine breitere Form des zweiten Abdominalsegmentes aufweisen als Bienengarnelen. Beim Verhältnis

Schaukelbreite zu Carapaxlänge zeigt sich jedoch, dass die weiblichen Bienengarnelen im Vergleich zur Körpergröße eine breitere Schaukel haben als männliche Bienengarnelen oder Tigergarnelen. Daraus lässt sich schließen, dass die Bienengarnelen ein höheres und längeres Abdomen besitzen als die Tigergarnelen und dadurch etwas fülliger als die Tigergarnelen sind.

Bei den vermessenen Zuchttieren sind die Red Wine Taiwaner Garnelen bei den Verhältnissen Schaukelbreite zu Carapaxlänge, Schaukelhöhe zu Carapaxlänge, Gesamthöhe zu Carapaxlänge und Schaukelbreite zu Schaukelhöhe eindeutig den Bienengarnelen zuzuordnen. Beim Verhältnis Schaukelbreite zu Gesamthöhe konnten allerdings bei zwei von drei Tieren Werte, die im Bereich der vermessenen Tigergarnelen liegen, festgestellt werden. Die vermessene rote Tigergarnele weist ausschließlich Messwerte einer Bienengarnele auf. Dies könnte möglicherweise ein Indiz für eine Einkreuzung einer Crystal Red Garnele sein und würde die rote Farbe bei Tigergarnelen erklären. Wahrscheinlicher ist jedoch dass dieses Tier als Ausreißer zu werten ist, da diese Garnele in ihrer Carapaxlänge mit 4,0 mm deutlich kleiner als die vermessenen Bienengarnelen (6,6-6,9 mm) ist und somit die Körpergröße einer Tigergarnele aufweist. Die Black Tiger BTO Garnele lässt sich bis auf das Verhältnis Schaukelbreite zu Gesamthöhe klar den Tigergarnelen zuordnen. Die Crystal Red 3-Band K4 Garnele liegt mit allen Messwerten außer dem Verhältnis Schaukelbreite zu Schaukelhöhe im Wertebereich der Tigergarnele. Die vermessene Crystal Black Garnele (eiertragend) weist ausschließlich Messwerte einer Bienengarnele auf. Bei der Snow White Garnele zeigen sich bei den Verhältnissen Schaukelbreite zu Carapaxlänge, Schaukelhöhe zu Carapaxlänge und Gesamthöhe zu Carapaxlänge Messwerte, die im Bereich der Tigergarnelen zu finden sind. Bei den Verhältnissen Schaukelbreite zu Schaukelhöhe und Schaukelbreite zu Gesamthöhe wurden Messwerte im Wertebereich der Bienengarnelen festgestellt. Beim Vergleich der Größen der Zuchttiere mit der der Naturformen zeigte sich, dass fast alle Zuchttiere hauptsächlich Messwerte im Bereich der Tigergarnele aufweisen.

Die Fragestellung dieser Fachbereichsarbeit, ob es möglich ist, anhand der Form des zweiten Abdominalsegmentes i.e „Tigerschaukel“ von Garnelen erkennen zu können, ob in einen Stamm Tigergarnelen eingekreuzt wurden, lässt sich folgendermaßen beantworten:

Da sich die Bereiche der Messwerte (siehe Tabelle 1) zwischen den Bienen- und Tigergarnelen überlappen, ist es in der Praxis an Einzeltieren nur schwer bis gar nicht

möglich, die Einkreuzung anderer Garnelen anhand der Größe des zweiten Abdominalsegmentes nachzuweisen. Die gemessenen Unterschiede im Verhältnis Schaufelhöhe zu Schaufelbreite bei männlichen Tigergarnelen mit einer breiteren Schaufel von 5,8 % und bei Weibchen von 8,2% sind nur von einem geschulten Auge eines erfahrenen Betrachters erkennbar. Die im Verhältnis Schaufelbreite zu Schaufelhöhe (siehe Abb.8) nachgewiesenen Unterschiede könnten es aber ermöglichen, nach Vermessung einer größeren Anzahl von Tieren eines Zuchtstammes eine Einkreuzung von Tigergarnelen aufzuzeigen.

In dieser Arbeit wird die Tigerschaukel morphometrisch analysiert. Dies könnte noch weiter auf die Form der Schaufelkante ausgeweitet werden d.h es könnte geprüft werden, ob die Schaufel eine runde oder eher eine eckige Form hat. Auch könnte auf andere Körpermerkmale einer Garnele näher eingegangen werden. Dies würde allerdings den Rahmen dieser Fachbereichsarbeit sprengen.

5 Zusammenfassung

Diese Fachbereichsarbeit beschäftigt sich mit dem Merkmal Tigerschaukel bei zwei chinesischen Süßwassergarnelen. Es wird der Frage nachgegangen, ob man anhand der Größe und Form des zweiten Abdominalsegmentes einer Garnele erkennen kann, ob eine zweite Art eingekreuzt worden ist. Es wurden mehrere männliche und weibliche Bienen- und Tigergarnelen (Naturformen) unter dem Mikroskop vermessen. Die Verhältnisse, MAX/MIN sowie Median und Standardabweichung wurden ausgerechnet und die Ergebnisse auf Signifikanz überprüft. Es zeigte sich dass es in der Praxis an Einzeltieren nur schwer bis gar nicht möglich ist, die Einkreuzung anderer Garnelen anhand der Größe des zweiten Abdominalsegmentes nachzuweisen. Die gemessenen Unterschiede im Verhältnis Schaufelhöhe zu Schaufelbreite bei männlichen Tigergarnelen mit einer breiteren Schaufel von 5,8 % und bei Weibchen von 8,2% sind höchstens mit dem geschulten Auge eines erfahrenen Betrachters erkennbar.

6 Synopsis

This paper deals with the character “Tigerschaukel” on two species of Chinese freshwater shrimp. For this study the second abdominal segment of several specimen of the Hong Kong Bee Shrimp and Tiger Bee Shrimp were measured using a microscope with an ocular micrometer. Median, MIN/MAX and standard deviation were evaluated using Microsoft Excel and also proved on significance using SPSS-software package. The results indicate that it is very difficult to detect the hybridisation of a second species by measuring the second abdominal segment.

Glossar

Abdomen	Hinterleib 4, 5, 20
Abdominalsegment	Hinterleibssegment einer Garnele 4, 5, 19, 20
Arthropoda	Gliedertiere 4
Astacoidea	Flusskrebse 4
Atyidae	Familie von Süßwassergarnelen 4, 5
Brachyura	Krabben 4
Carapax	Brustschild 4, 5
Caridea	echte Garnelen 4
Cephalothorax	Brustschild 4, 5
Crustacea	Krebstiere 4
Dekapoda	Zehnfüßkrebse 4
Detritus	Im Abbau befindliches organisches Material inklusive der am Abbau beteiligten Kleinstlebewesen 6
Ebi-Ten	japanischer Garnelenzüchter 9
Malacostraca	höhere Krebse 4
Maxillipedenpaar	Kieferfüße 5
Okularmikrometers	Okular mit Stricheinteilung/Skala 12
Ommatidien	Einzelaugen 4
Rostrum	Stirnfortsatz des Rückenpanzers 5
Scaphocerit	Fühlerschuppe 5
Telson	Mittlerer Teil des Schwanzfächers 5
Uropoden	Teil des Schwanzfächers 5

Literaturverzeichnis

- Andreas Karge und Werner Klotz: Die Heimat der Bienengarnelen. Endlich können wir sie vorstellen. In: *Caridina* 2011/3, S. 10–17.
- Friedrich Bitter: Begehrt und bewundert. Japanische Hochzuchtgarnelen sind immer noch das Maß der Dinge. In: *Caridina* 2007/3, S. 14–17.
- Karge Andreas, Klotz Werner: Süßwassergarnelen aus aller Welt. Dähne, Ettlingen 2007.
- Logemann Carsten, Logemann Frank, Lukhaup Chris: Faszination Bienengarnelen. Dähne, Ettlingen 2009.
- S. Grave C.H.J.M Fransen de: Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda). In: *Zoologische Mededelingen* 2011/9, S. 195–589. Online verfügbar unter <http://www.zoologischemededelingen.nl/cgi/t/text/get-pdf?c=zoomed;idno=8502a01>.
- Wang L.: Descriptions of four new species of *Caridina* (Decapoda: Atyidae) from China. In: *Zootaxa* 1726, S. 9–59.
- Werner Klotz: Thesen über Verkreuzung/ Verpaarung. mündlich an Lisa Klotz, Rum.30.11.11.
- Werner Klotz: Die Tigergarnele - ein munterer Zwerg aus Südchina. In: *DATZ Die Aquarien- und Terrarienzeitschrift* 2008/1, S. 20–23.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: allg. Anatomie einer Garnele.....	5
Abbildung 2: Die Autorin beim Vermessen der Garnelen	10
Abbildung 3: Tigergarnelen im Ethanol.....	11
Abbildung 4: Appendix masculina	11
Abbildung 5: Messungen am 2. Abdominalsegment	12
Abbildung 6: Verhältnis Schaufelbreite zu Carapaxlänge	15
Abbildung 7: Verhältnis Schaufelbreite zu Gesamthöhe	15
Abbildung 8: Verhältnis Schaufelbreite zu Schaufelhöhe.....	15
Abbildung 9: Verhältnis Schaufelbreite zu Gesamthöhe	16
Abbildung 10: Verhältnis Breite dorsal zu Gesamthöhe.....	16
Abbildung 11: Verhältnis Breite dorsal zu Carapaxlänge.....	16
Abbildung 12: Schaufelhöhe zu Carapaxlänge	16
Abbildung 13: Breite mittig zu Carapaxlänge.....	17
Abbildung 14: Gesamthöhe zu Carapaxlänge	17
Abbildung 15: Verhältnis Schaufelbreite zu Schaufelhöhe.....	17
Abbildung 16: Schaufelbreite zu Carapaxlänge	17

Titelbild: Tigerschaukel

Alle Bilder, Diagramme und Tabellen stammen von der Autorin.

FBA-Verlaufsprotokoll

08.02.11	Email-Anfrage bezüglich FBA- Themen
24.03.11	Email mit ersten Ideen, erster Gliederung etc. an Prof. Krewedl geschickt.
02.04.11	Erste Überarbeitung der Disposition
11.04.11	Besprechung des Themengebietes, Einschränkung des Gebietes, etc.
26.04.11	Überarbeitete Disposition mit Anmeldung für LSR an Prof. Krewedl gesendet
02.05.11	Druckfertige Disposition an Prof. Krewedl gesendet
06.05.11	Treffen mit Prof. Krewedl- Disposition wurde unterschrieben
08.05.11	Sammeln der Literatur
14.05.11	Sammeln der Literatur
04.06.11	Sammeln der Literatur
25.06.11	Trennen der männlichen und weiblichen Bienengarnelen
25.06.11	Vermessen der weiblichen Bienengarnelen
02.07.11	Vermessen der weiblichen Bienengarnelen
08.07.11	Vermessen der männlichen Bienengarnelen *Feststellung: Bisherige Messungen zu ungenau/gemachte Fotos vertauscht
12.07.11	Neue Messmethode, neuer Versuch korrektere Daten zu erhalten → Ergebnis zufriedenstellend
12.07.11	Vermessen der weiblichen Bienengarnelen
25.07.11	Vermessen der weiblichen Bienengarnelen
29.07.11	Vermessen der männlichen Bienengarnelen
30.07.11	Vermessen der männlichen Bienengarnelen
03.08.11	Vermessen der männlichen Bienengarnelen
20.08.11	Übertragen der Messwerte in Microsoft Office Excel 2003
08.09.11	Trennen der männlichen und weiblichen Tigergarnelen
10.09.11	Trennen der männlichen und weiblichen Tigergarnelen
12.09.11	Vermessen der männlichen Tigergarnelen
12.09.11	Email von Prof. Krewedl mit Genehmigung der FBA erhalten
13.09.11	Vermessen der männlichen Tigergarnelen
15.09.11	Vermessen der weiblichen Tigergarnelen und Erstellung einer neuen Messwerttabelle, da die alte Tabelle nicht ideal erstellt war
16.09.11	Vermessen der weiblichen Tigergarnelen
16.09.11	Vermessung der Hochzuchtgarnelen (Red Wine Taiwaner, rote Tigergarnele, Black Tiger, Crystal Red 3-Band K4, Crystal Black, Snow White (UENO Line)
20.09.11	Treffen mit Prof. Krewedl- Besprechung der bisherigen Arbeitsschritte, Tabelle und erste Grafiken wurden vorgezeigt, erste Erkenntnisse und Forschungsergebnisse diskutiert und weitere Schritte (Verfassen der Einleitung bzw. des Vorwortes) ausgemacht.
15.10.11	Überarbeitung des Vorwortes
25.10.11	Treffen mit prof. Krewedl: stand der Erhebungen, Einführung Zitierprogramm, Unterschiede zwischen Diskussion und Ergebnisse;
30.11.11	Verfassen des Kapitels Tigergarnele
01.12.11	Verfassen des Kapitels: Arbeitsschritte, Material und Methoden
07.12.11	Überarbeiten des Kapitels: Arbeitsschritte, Material und Methoden
19.12.11	Treffen mit Prof. Krewedl: Besprechung der bisher geschriebenen FBA; Weitere Schritte: Formales/Struktur; Ergänzen fehlender Teile;
3.01.12	Treffen mit Julia Wegscheider(Informationsaustausch; gemeinsames Arbeiten)
31.01.12	Besprechung mit Prof. Krewedl
07.02.12	Besprechung mit Prof. Krewedl

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und nur die angeführten Unterlagen verwendet und zitiert habe.

Rum, am 24.02.2012

Unterschrift (Lisa Klotz)

Anhang A

Klassifizierung der Bienengarnelen nach Carsten und Frank Logemann:

<http://www.garnelen-hl.de/k-liste.pdf>

Klassifizierung der Bienengarnele

Klassifizierung K0



Klassifizierung K2



Klassifizierung K4



Klassifizierung K6



Klassifizierung K8



Klassifizierung K10



Klassifizierung K12



Klassifizierung K14



Anhang B

Mann-Whitney-Test zur Signifikanzprüfung

Anhang C

Messwerttabelle