

# Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

## Institut für Biowissenschaften

**Fachgebiet:** *Zoologie*

Betreuer: Prof. Harry W. Palm

Ihr Name: Xaver Neitemeier-Duventester

(e-mail: Xaver.Neitemeier-Duventester)

### **Diagnostik, Zoogeographie und Ökologie von Rüsselbandwürmern (Trypanorhyncha Diesing, 1863) aus Plattenkiemern (Elasmobranchii Bonaparte, 1838)**

### **Diagnostics, zoogeography and ecology of Trypanorhyncha Diesing, 1863 from elasmobranchs (Elasmobranchii Bonaparte, 1838)**

#### **Deutsche Zusammenfassung**

Fischparasiten sind ein fester Bestandteil jedes aquatischen Ökosystems. Die Cestoda (Platyhelminthes) stellen einen wichtigen Teil der Artenvielfalt aquatischer Parasiten dar. Aufgrund ihrer komplexen Lebenszyklen stehen Cestoden in ihren Lebensräumen mit einer Vielzahl von Organismen in Wechselwirkung, von Wirbellosen wie Schnecken, Krebstieren und Kopffüßern bis hin zu Wirbeltieren wie Knochenfischen, Knorpelfischen und Meeressäugern. Die Ordnung der Rüsselbandwürmer, Trypanorhyncha Diesing, 1863 gehört zu den artenreichsten Ordnungen der Bandwürmer im marinen Milieu. Sie unterscheiden sich von anderen Cestoden durch ihre charakteristische Skolex-Morphologie. Die aktuelle Systematik der Trypanorhyncha und die moderne Forschung zu dieser Gruppe basieren weitgehend auf der 2004 veröffentlichten Monografie von Palm *The Trypanorhyncha Diesing, 1863*. Der namensgebende Rhynchealapparat (von griechisch trypanos = bohren, rhynchos = Rüssel) umfasst vier einziehbare, mit Haken bewaffnete Tentakel und die dazugehörigen Tentakelscheiden sowie den Retraktormuskel und die muskulären Bulben. Diese Tentakel dienen als primäre Haftorgane. Die Muster der Behakung und die Morphologie der Haken gelten als Schlüsselmerkmale in taxonomischen Untersuchungen dieser Gruppe. Anders als bei vielen anderen Bandwürmern sind diese Merkmale bereits im Larvenstadium erkennbar, was die Identifizierung sowohl von Larven als auch von adulten Tieren ermöglicht. Trypanorhynchen sind weltweit verbreitet, wobei das Korallendreieck als Hotspot der Biodiversität gilt. Trotz ihrer im Allgemeinen geringen Wirtsspezifität ist ihr Vorkommen eng mit ihren Endwirten, den Elasmobranchien (Plattenkiemer), verknüpft, und Untersuchungen zur Parasitenfauna der Elasmobranchien können Einblicke in die Ökologie dieser Wirte liefern. Diese Dissertation und die damit verbundenen Veröffentlichungen befassen sich mit der Morphologie, Systematik, Zoogeographie und den Wirtsinteraktionen der Trypanorhyncha. Im Rahmen dieser Studie wurden eine neue Gattung und acht neue Arten von einer Vielzahl von Wirten beschrieben. Der Einsatz der konfokalen Laserscanning-Mikroskopie erweiterte das methodische Instrumentarium zur

Untersuchung der Trypanorhyncha; diese Technik wurde in verschiedenen Kontexten angewendet, darunter bei der Beschreibung neuer Arten und der Identifizierung morphologischer diagnostischer Merkmale.

Die konfokale Laserscanning-Mikroskopie wurde zudem genutzt, um Tentakelanomalien bei *Mixonybelinia lepturi* Palm, 2004 zu untersuchen und so die Mutationsrate abzuschätzen. Die dokumentierten Mutationen reichten von leichten Veränderungen der Hakenform bis hin zu schwerwiegenden Veränderungen der Hakenmorphologie und des gesamten Behakungsmusters und wurden an einem bis zu allen vier Tentakeln der betroffenen Individuen beobachtet; diese Mutationen traten mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,09 % pro Individuum auf. Im Vergleich zu Mutationsraten von Anheftungsorganen anderen Platyhelminthen ist dies ein niedrigerer Wert, was die Anwendbarkeit dieses Merkmals für morphologische Identifizierungen unterstreicht. Neben den Haken wurden auch die Tegument Gruben von *Archaenybelina* Suryaningtyas et al, 2025 untersucht, wobei eine sekretorische Funktion festgestellt wurde.

Zoogeografische Analysen konzentrierten sich auf die molekulare Klade, die die Tentacularioidea sowie die auf *Mobula* Rafinesque, 1810 parasitierenden Eutetrarhynchidae (*Fellicocetus* Campbell & Beveridge, 2006, *Hemionchos* Campbell & Beveridge, 2006, *Mobulocestus* Campbell & Beveridge, 2006) und die Rhinoptericolidae umfasst. Es wurde eine Vorkomstabelle mit Verbreitungskarten erstellt und diskutiert. Es zeigte sich, dass zwei Drittel der Tentacularioidea in einem Gürtel vorkommen, der sich von Japan über das Korallendreieck bis nach Australien erstreckt, was darauf hindeutet, dass der Ursprung der meisten Tentacularioidea in diesen Gewässern liegt. Zusätzlich zu diesen Taxa wurde die Artenvielfalt der Gewässer um Bali, Hawaii und Japan sowie im Mittelmeer untersucht und verglichen. Es zeigte sich, dass Bali eine hohe Artenvielfalt an Trypanorhyncha beherbergt und weitere Untersuchungen nötig sind. Die Gewässer von Hawaii und Japan wiesen eine hohe Vielfalt an Tentacularioidea auf, und die Ähnlichkeit zwischen diesen beiden Standorten spricht für eine Besiedlung Hawaiis durch japanische Arten. Das relativ junge Mittelmeer wies eine geringe Artenvielfalt und eine Zusammensetzung auf, die sich deutlich von derjenigen Hawaiis und Japans unterscheidet.

Diese Untersuchungen lieferten zudem Erkenntnisse über die Biologie und Evolution von Wirten wie *Rhinobatos* Linck, 1790 und *Mobula*. So deutet beispielsweise der Nachweis von *Proemotobothrium linstowi* (Southwell, 1912) in *Rhinobatos jimbaranensis* Last et al., 2006 darauf hin, dass sich dieser Gitarrenrochen entgegen den bisherigen Annahmen auch von kleinen Fischen ernährt. Die Untersuchung der Trypanorhynch-Fauna von *Mobula thurstoni* (Lloyd, 1908) ergab, dass sich die Tentacularioidea bei den Vorfahren der Mantarochen diversifizierten und dass vor etwa 40 Millionen Jahren ein Wirtswechsel stattfand, der zeitlich mit dem Übergang der Mantarochen von einer malakophagen Ernährung zur Filtration als Nahrungsaufnahme zusammenfiel.

### Englisch Zusammenfassung

Fish parasites are an integral component of every aquatic ecosystem. The Cestoda (Platyhelminthes) constitute an important element of aquatic parasite biodiversity. Because of their complex life cycles, cestodes interact with a broad range of organisms in their habitats, from invertebrates such as gastropods, crustaceans, and cephalopods to vertebrates including teleost fishes, elasmobranchs, and marine mammals. The Cestoda order Trypanorhyncha Diesing, 1863 is among the most species-rich orders of tapeworms in the marine environment. They differ from other cestodes by their distinctive scolex morphology. Contemporary systematics of the Trypanorhyncha and modern research on this group are based largely on the monographic work by Palm *The Trypanorhyncha Diesing, 1863*, published in 2004. The namesake rhyncheal apparatus (from Greek trypanos = drilling,

rhynchos = trunk) comprises four retractable tentacles armed with hooks and associated tentacle sheaths, together with the retractor muscles and muscular bulbs. These tentacles serve as the primary attachment organs. Armature patterns and hook morphology are considered as key characters in taxonomic studies within this group. Unlike in many other cestodes, these characters are recognizable in larval stages, allowing identification of both larvae and adults. Trypanorhynchs are distributed worldwide, with the Coral Triangle regarded as a biodiversity hotspot. Despite generally low host specificity, their occurrence is tightly linked to their definitive hosts, the elasmobranchs. Studies of the parasite faunas can provide insights into host ecology. This thesis and the associated publications investigate the morphology, systematics, zoogeography, and host interactions of the Trypanorhyncha. A new genus and eight new species were described. The application of confocal laser scanning microscopy expanded the methodological toolbox for the investigation of Trypanorhyncha; this technique was employed in multiple contexts, including the description of new species and the identification of morphological diagnostic characters.

Confocal laser scanning microscopy was also used to examine tentacle abnormalities in over 4,000 *Mixonybelinia lepturi* Palm, 2004 specimens to estimate the mutation rate. The documented mutations ranged from slight alterations of hook shape to severe modifications of hook morphology and overall armature patterning, and were observed in between one and all four tentacles of affected specimens; these mutations occurred with a probability of 0.09% per individual. Compared with other platyhelminths, this is a lower value, which underscores the limited applicability of this character for morphological identifications. In addition to hooks, the tegumental grooves of *Archanybelina* Suryaningtyas et al., 2025 were investigated and a secretory function was identified.

Zoogeographic analyses focused on the molecular clade comprising Tentacularioidea, together with the *Mobula* Rafinesque, 1810 parasitizing Eutetrarhynchidae (*Fellicocetus* Campbell & Beveridge, 2006, *Hemionchos* Campbell & Beveridge, 2006, *Mobulocestus* Campbell & Beveridge, 2006) and the Rhinoptericolidae. An occurrence table with distribution maps was compiled and discussed. Two thirds of the Tentacularioidea were shown to occur within a band extending from Japan through the Coral Triangle to Australia, indicating that the origin of most Tentacularioidea lies within these waters. In addition to these taxa, the biodiversity of the waters of Bali, Hawaii, Japan, and the Mediterranean Sea was examined and compared. Bali was found to harbour high Trypanorhyncha biodiversity and needs further investigation. The waters of Hawaii and Japan exhibited high Tentacularioidea diversity, and the similarity between these two localities supports a colonization of Hawaii by Japanese species. The relatively young Mediterranean Sea displayed low biodiversity and a composition that differs markedly from those of Hawaii and Japan.

These investigations also yielded inferences on the biology and evolution of hosts such as *Rhinobatos* Linck, 1790 and *Mobula*. For example, the detection of *Proemotobothrium linstowi* (Southwell, 1912) in *Rhinobatos jimbaranensis* Last et al. 2006 indicates that, contrary to current assumptions, this guitarfish also feeds on small fishes. Examination of the trypanorhynch fauna of *Mobula thurstoni* (Lloyd, 1908) revealed that the Tentacularioidea diversified on the ancestral manta rays and that a host switch occurred approximately 40 million years ago, coincident with the dietary transition of manta rays from a malacophagous diet to filter feeding, which indicates that the host switch happens because of the diet change.