

Studien über psammobionte Turbellaria Macrostromida IV. *Myozona stylifera* nov. spec.

VON PETER AX

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel)

(Mit 8 Abbildungen)

Eingegangen 3. März 1956

Die Mikrofauna des marinen Sandlückensystems besiedelt in hoher systematischer und ökologischer Ähnlichkeit die Küstenzonen der verschiedenen Kontinente. Die Zahl jener Gattungen, welche mit nahe verwandten Arten weltweit verbreitet sind (REMANE 1952), wird durch die laufenden Untersuchungen ständig erhöht.

Ein charakteristisches Beispiel aus der Turbellarien-Ordnung der *Macrostromida* liefert die Gattung *Myozona* Marcus. Die erste Art — *Myozona evelinae* (MARCUS 1949, S. 19—22, Abb. 22—27) — lebt im Mesopsammal an der brasilianischen Küste (Insel São Sebastião bei Santos), ein zweiter Vertreter der Gattung — *Myozona lutheri* (PAPI 1953, S. 20—25, Abb. 29—38) — wurde am Sandstrand des Thyrrenischen Meeres entdeckt. Die dritte Art stammt aus ufernahen Sanden von der deutschen Nordseeküste; sie wird in vorliegendem Beitrag als *Myozona stylifera* nov. spec. beschrieben.

Artbeschreibung

H a b i t u s : Die Körperlänge beträgt etwa 1 mm. Das Tier ist stark dorsoventral abgeplattet¹. Der rostral des Pharynx gelegene Vorderabschnitt ist ungewöhnlich lang (Abb. 2). Das Hinterende läuft konisch zu, ohne deutlich abgesetzte Schwanzplatte (Abb. 1). In Übereinstimmung mit *Myozona evelinae* und *lutheri* ist auch bei der neuen Art der Körper gelblich-braun gefärbt.

Deckepithel: Die Struktur des Deckepithels stimmt im wesentlichen mit der von *M. evelinae* überein. Das Epithel enthält intraepithelial gelegene Kerne, es ist mit Ausnahme des Hinterendes allseitig bewimpert; der wimperlose Abschnitt des Caudalendes ist hier jedoch etwas größer als es MARCUS für *M. evelinae* abbildet (l. c., Fig. 23). — Das Deckepithel von *M. lutheri* setzt sich demgegenüber scharf ab. Die Kerne des Epithels sind hier eingesenkt; die Bewimperung ist bis auf eine normal entwickelte, ventrale Kriechsohle zu einem kurzen, dünnen Flimmerbesatz reduziert (PAPI, l. c., S. 21).

Für ein eingehenderes Studium des Hautmuskelschlauches, der Hautdrüsen und des Nervensystems sind meine Präparate ungeeignet.

Von **H a u t d r ü s e n** sind die zwei Haupttypen, die MARCUS und PAPI für die von ihnen beschriebenen Arten nachgewiesen

¹ Die starke Aufwölbung der Dorsalfläche in den Abb. 7 und 8 resultiert aus einer schräg gerichteten Schnittführung durch das ventralwärts eingekrümmte Hinterende.

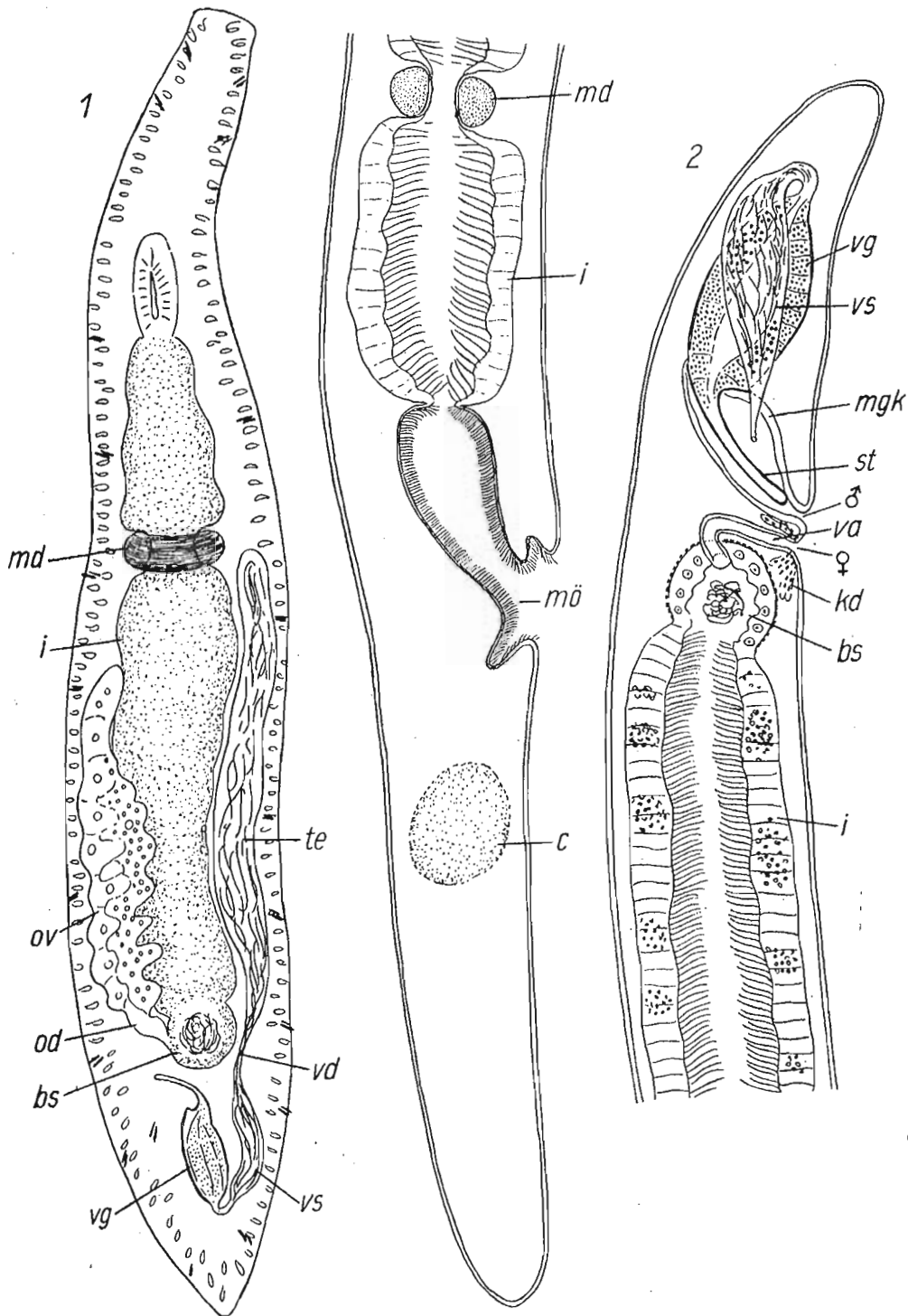
haben, auch bei *Myozona stylifera* vorhanden. Große, am Schnittmaterial bläulich-schwarz gefärbte Drüsenzellen sind für die gelblich-braune Farbe des lebenden Tieres verantwortlich. Zwischen diesen Drüsen liegen als 2. Typus birnenförmige Höhlen.

Rhabditen adenalen Ursprungs sind über den ganzen Körper zerstreut. Mehrere Stäbchen sind gewöhnlich zu einem Bündel zusammengefaßt. Ferner ist auch *M. stylifera* durch Stäbchenstraßen im Vorderende ausgezeichnet.

Darmkamaß: Die Mundöffnung: (*mö*) ist an der Mehrzahl der vorliegenden Schnittserien trichterförmig erweitert (Abb. 2). Sie führt in einen langgestreckten, typischen Pharynx simplex. Die Bewimperung des Pharynx ist sehr viel kräftiger als die der Körperoberfläche. Die Länge der dicht stehenden Cilien erreicht 3—3,5 μ . In den Pharynx — vornehmlich in den Bereich oberhalb der Mundöffnung — münden Paryngealdrüsen ein, wie es nach MARCUS auch bei *M. evelinae* der Fall ist. Das Sekret dieser Drüsen besteht aus kleinen Körnchen.

Unter scharfer Einschnürung des Pharynxrohres schließt der Verdauungstrakt an. Dieser ist durch den sehr charakteristischen Muskeldarm („Moela“ MARCUS), welcher bei *Myozona stylifera* etwa am Anfang des 2. Darmdrittels liegt, in einen rostralen und einen caudalen Abschnitt unterteilt. Der histologische Bau dieser Abschnitte ist identisch und stimmt ferner gut mit den Verhältnissen bei *Myozona evelinae* und *lutheri* überein. Die Zellen sind zylindrisch, ihre Grenzen stellenweise gut erkennbar. Das Epithel ist mit langen, sehr zarten und locker angeordneten Cilien bekleidet. Die Höhe des Epithels variiert; die Zellen sind an vorliegendem Material gewöhnlich stark vakuoliert und stellenweise mit großen gelblichen Konkrementen angefüllt (Abb. 2). Schlanke, mit rundlichen Körnern erfüllte Zellen liegen verstreut zwischen den normalen Darmzellen (Abb. 5). PAPI hat entsprechende Bildungen bei *M. lutheri* beobachtet, sie werden als Körnerkolben (*kk*) angesprochen.

Der Muskeldarm (*md*) zeigt den folgenden Aufbau (Abb. 5 und 6): Ein mächtiger Ring aus dicht gestellten Ringmuskelfibrillen schnürt das Darmrohr scharf ein. Die Basalmembran der Darmzellen wird dadurch wellenförmig nach innen eingezogen. Sie setzt sich einwärts des Muskelringes kontinuierlich in eine versteifte Membran fort, die bei Eisenhaematoxylin-Tinktion durch eine dunkelrote bis schwarze Anfärbung hervortritt. Die Membran (*kba*) ist nach innen leicht gezackt; auf Querschnitten (Abb. 6) wird eine starke Faltung der Membran erkennbar. Das Darmepithel ist in diesem Bereich nur noch in Form degenerierter Plasmareste vorhanden oder vollkommen reduziert.

Abb. 1—2. *Myozona stylifera*.

1. Habitus und Organisation nach Lebendbeobachtungen, von ventral;
 2. Sagittalrekonstruktion des Körpers.

MARCUS und PAPI bezeichnen die Verdickung einwärts des Muskeldarmes als Kutikularring. Es sei deshalb hervorgehoben, daß die diskutierte Bildung bei *Myozona stylifera* kein Abscheidungsprodukt der Zelloberfläche — also keine Kutikula — darstellt, sondern ein Umbildungsprodukt der Basalmembran repräsentiert. Nach Bildung dieser kutikularähnlichen Versteifung ist dann das Darmepithel im Bereich des Muskeldarmes degeneriert.

Zwischen dem mächtigen Muskelring und der versteiften Basalmembran wurden an einer guten Querschnittserie kleine schwarze Punkte beobachtet (Abb. 6, *lm*), die in regelmäßigen Abständen angeordnet sind. Ich deute diese Strukturen als zarte Längsmuskelfasern.

Der Verdauungstrakt endet caudal in einer nur schwach abgeschnürten Bursa seminalis, die weiter unten beschrieben wird.

Geschlechtsorgane: Die Gonaden sind unpaar; der Hoden liegt links im Körper, das Ovar ihm gegenüber auf der rechten Körperseite.

Der langgestreckte Hoden (*te*) verjüngt sich an seinem Hinterende zum Vas deferens (*vd*). Der Spermakanal erweitert sich jedoch rasch wieder zu einer länglichen Vesicula seminalis (*vs*). Diese steht durch einen kurzen Ductus intervesicularis mit dem caudalen Ende der Körnerdrüsenblase in Verbindung. Die Vesicula granulorum (*vg*) ist groß, oval gestreckt, nach vorn und ein wenig dorsalwärts gerichtet. Die hohen Epithelzellen der Blase sind unbewimpert, dicht mit runden Kornsekrettröpfchen erfüllt. Außen liegen der Körnerdrüsenblase Ring- und Längsmuskeln an.

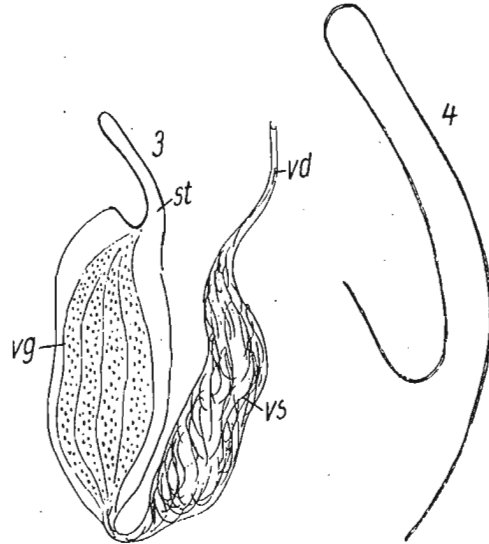


Abb. 3—4. *Myozona stylifera*.

3. Kopulationsorgan nach einem Quetschpräparat;

4. Stilet nach einem Quetschpräparat, bei 1700facher Vergr. gezeichnet.

Myozona stylifera besitzt ein kutikulares Stilettröhre (Abb. 3 und 4, *st*), ganz im Gegensatz zu *Myozona evelinae* und *lutheri*, welche beide durch einen unbewaffneten Penis charakterisiert sind. Das Stilet ist etwa 50μ lang. Die proximale Öffnung ist trichterförmig erweitert, die ventrale Rohrwand hier um fast 180 Grad rostralwärts umgeschlagen. Das Rohr ist schwach gekrümmt, vor seiner Öffnung leicht kolbenförmig verdickt.

Das Stilettröhr setzt an der Vesicula granulorum an, es ist nach vorn gerichtet und zeigt dabei mit seinem Distalende schräg zur Ventralseite (Abb. 2). Das Stilett liegt im männlichen Genitalkanal (*mgk*). Dieser besitzt ein hohes kernhaltiges Epithel, er wird außen von Längsmuskeln begleitet.

Der männliche Genitalporus liegt sehr dicht mit der weiblichen Genitalöffnung zusammen, unmittelbar caudal von dieser.

Das Ovar (*ov*) legt sich in der rechten Körperseite dem hinteren Darmabschnitt an; es ist ähnlich langgestreckt wie der Hoden. Für ein Studium der Einzelheiten ist das Schnittmaterial ungeeignet. Lebendbeobachtungen deuten darauf hin, daß sich die Bildungszone der Oozyten an der Außenfläche des Ovars befindet, wie es MARCUS für *M. evelinae* dargestellt hat.

Der Ovidukt (*od*) setzt am Ende des Ovars an und mündet lateroventral in die Bursa seminalis ein. Die Mündungsstelle ist

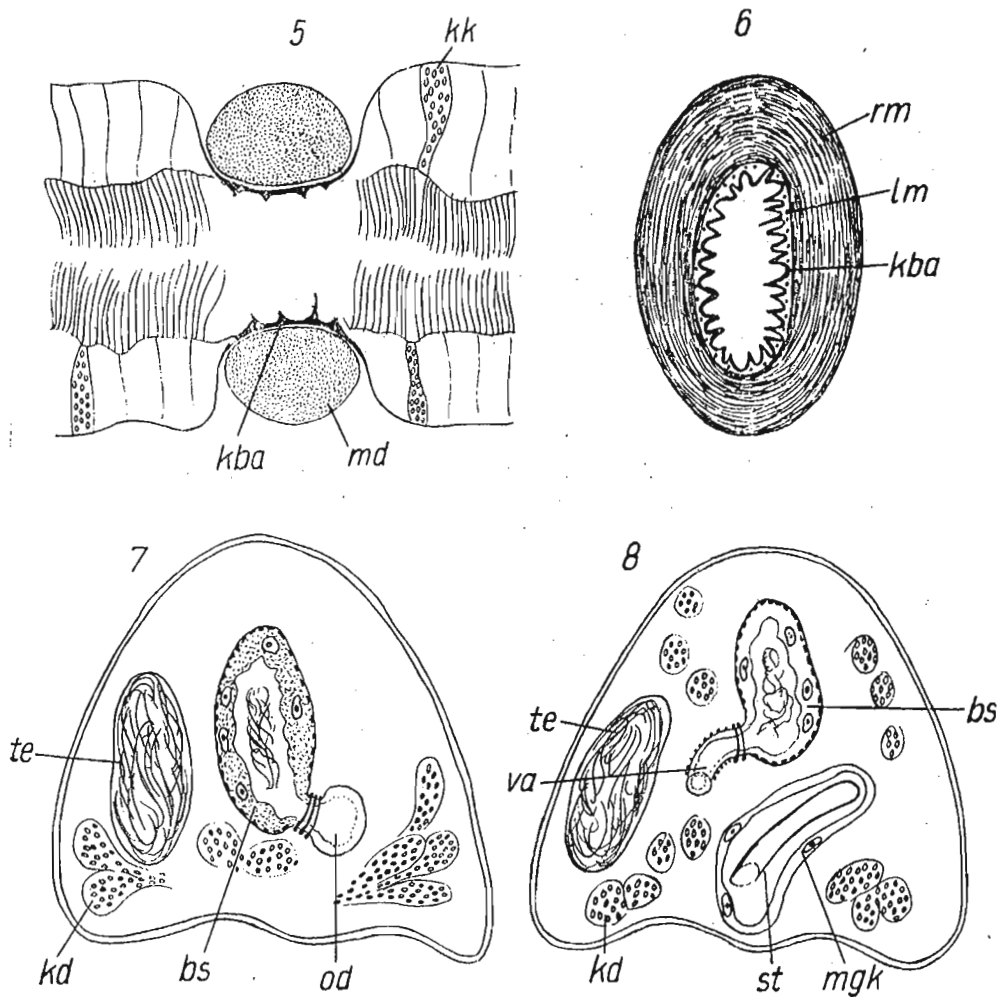


Abb. 5—8. *Myozona stylifera*.

5. Sagittalschnitt durch den Verdauungstrakt in Höhe des Muskeldarmes, bei 1200facher Vergr. gezeichnet;
6. Querschnitt durch den Muskeldarm, bei 1200facher Vergr. gezeichnet;
7. Querschnitt durch das Hinterende in Höhe der Bursa seminalis, mit Einmündung des Oviduktes in die Bursa, bei 500facher Vergr. gezeichnet;
8. Weiter caudal gelegener Querschnitt durch den Hinterkörper. Verbindung der Bursa mit der Vagina getroffen, männlicher Genitalkanal mit Stilettröhr ange schnitten, bei 500facher Vergr. gezeichnet.

von einem Sphinktermuskel umgeben. Der Sphinkter ist jedoch sehr viel schwächer als bei *Myozona evelinae* (MARCUS l. c., Fig. 24) entwickelt; er besteht bei *M. stylifera* nur aus wenigen Muskelfasern (Abb. 7).

Die Bursa seminalis (*bs*) schließt caudal an den Darmkanal an, ganz in Übereinstimmung mit den Bildungen bei *Myozona evelinae* und *lutheri*. Äußerlich ist sie nur durch eine leichte Einschnürung vom Verdauungstrakt abgesetzt. Das Lumen der Bursa steht durch eine weite Communicatio genitointestinalis mit dem Lumen des Verdauungstraktes in Verbindung. In der histologischen Struktur setzt sich die Bursa jedoch klar gegen das Darmepithel ab. Die Wand der Bursa ist im Durchschnitt niedriger, unbewimpert; Zellgrenzen sind nicht nachweisbar. Die Bursa seminalis wird ferner sehr deutlich von Ring- und Längsmuskeln umgeben, die in dieser Form nicht am Verdauungstrakt existieren.

Die Verbindung der Bursa mit dem ventral gelegenen, weiblichen Genitalporus ist sehr einfach. Während bei *M. evelinae* zwei histologisch gut abgrenzbare Abschnitte — Antrum femininum und Vagina in der Bezeichnung von MARCUS — vorhanden sind, existiert bei *Myozona stylifera* lediglich ein einfacher, röhrenförmiger Kanal. Diesen Kanal bezeichne ich rein nach seiner mutmaßlichen Funktion als Vagina (*va*), ohne damit die Frage nach der Homologie mit der Vagina von *Macrostomum* zu berühren. Er entspringt ventrolateral an der hinteren linken Seite der Bursa seminalis (Abb. 8), krümmt sich dann ventralwärts und mündet ein wenig nach vorn gerichtet dicht vor dem männlichen Genitalporus aus (Abb. 2). Die Vagina besitzt ein dünnes, unbewimpertes Epithel; sie wird von Ring- und Längsmuskeln umgeben.

Im Umkreis der weiblichen Genitalöffnung münden die Kittdrüsen (*kd*) aus. Um den männlichen Porus habe ich keine Drüsen gefunden, wie es MARCUS und PAPI berichten. Jedoch geben die vorliegenden Präparate über diesen Punkt der Organisation keinen sicheren Aufschluß.

Bewegungsweise: *Myozona stylifera* gleitet langsam, träge durch das Sandlückensystem, besitzt aber eine sehr intensive Haftfähigkeit. Mit Hilfe von Haftpapillen wird das Tier bei Reizung oder bei Erschütterungen an das Substrat fixiert, an den Haftstellen zieht sich der Körper dabei zipfelförmig aus.

Fundorte: Deutsche Nordseeküste.

Amrum: Reiner Mittel- bis Feinsand am Prallhang (Quellhorizont) des Kniepsandes, 29. 7. 1951, 31. 7. 1952.

Fein- und Grobsand gemischt, am Nordende der Insel, etwa 200 m vom Ufer entfernt im Bereich des Eulitorals (*Bathyporeia-Haustorius-Zone*), 31. 7. 1952.
 Westerhever Sand: Reiner Feinsand im Bereich des Prallhangs, 16. 7. 1951.

Diskussion der Verwandtschaftsbeziehungen

Die aberrante Struktur des Darmkanals mit einem Muskelring, der wahrscheinlich der mechanischen Zerkleinerung von Nahrungskörpern (Diatomeen) dient (MARCUS, l. c., S. 19), ist ein sehr auffälliges Organisationsmerkmal der Gattung *Myozona*. Die bei den 3 Arten *M. evelinae*, *M. lutheri* und *M. stylifera* ganz identisch entwickelte Bildung liefert eine einwandfreie Spezialhomologie. Die enge Verwandtschaft der genannten Arten wird ferner durch den morphologisch gut übereinstimmenden Bau des weiblichen Genitalapparates sichergestellt.

Demgegenüber sind die z. T. erheblichen Unterschiede im Bau der männlichen Genitalorgane von untergeordneter Bedeutung. Der Besitz eines Stilettröhres berechtigt m. E. nicht die Nominierung einer besonderen Gattung für *M. stylifera*; es erscheint vielmehr gerechtfertigt, die von M a r c u s aufgestellte Gattungsdiagnose in diesem Merkmal zu erweitern und nunmehr auch für den weiblichen Genitaltrakt schärfer zu präzisieren.

Diagnose der Gattung *Myozona* Marcus 1949.

Macrostromidae mit ventraler, postcerebral gelegener Mundöffnung. Zwei Geschlechtsöffnungen vorhanden; der männliche Porus caudal von der weiblichen Öffnung gelegen.

Mit unpaaren Gonaden. Hoden links, Ovar rechts im Körper gelegen. Der Ovidukt mündet in eine Bursa seminalis; diese ist durch eine weite Communicatio genito-intestinalis mit dem Verdauungstrakt verbunden.

Männliches Kopulationsorgan mit unbewaffnetem Penis oder einem kutikularen Stilett.

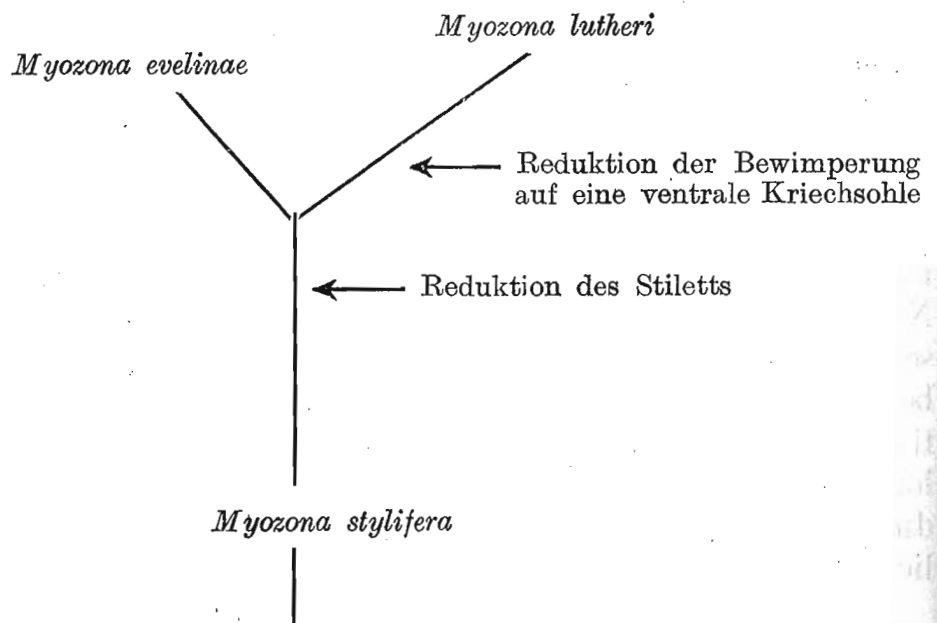
Mit einem Muskeldarm, der den Verdauungskanal in einen vorderen und einen hinteren Abschnitt unterteilt.

Typus der Gattung: *Myozona evelinae* Marcus 1949.

Bestimmungsschlüssel der Arten:

1. Mit kutikularem Stilett *Myozona stylifera*
- Ohne Stilett, mit unbewaffnetem Penis 2
2. Körper allseitig bewimpert (ausgenommen Schwanzende), mit abgesetzter Vesicula granulorum *Myozona evelinae*
- Bewimperung auf eine ventrale Kriechsohle beschränkt, ohne abgesetzte Vesicula granulorum *Myozona lutheri*

Meine Auffassung über das Verwandtschaftsverhältnis der 3 *Myozona*-Arten zueinander ist in dem folgenden Stammbaumschema wiedergegeben.



Der Besitz eines kutikularen Stilettröhres kann im Hinblick auf die weite Verbreitung dieser Bildung innerhalb der Macrostomidae als primitiv angesprochen werden. Auch der übrige Bau des männlichen Kopulationsorgans mit gut abgegliederter Samenblase und Körnerdrüsenblase weist *Myozona styliifera* eine ursprüngliche Stellung an.

Myozona evelinae und *lutheri* besitzen demgegenüber Vereinfachungen, die in Konsequenz obiger Auffassung Reduktionen darstellen müssen (vgl. auch PAPI 1951). Beiden Arten fehlt eine Vesicula seminalis, beiden Arten fehlt ein Stilettröhr. Dabei kann angenommen werden, daß diese Reduktionen vor der Aufspaltung in die Arten auf der gemeinsamen Stammlinie erfolgt sind. *Myozona evelinae* behält dann als ursprüngliche Struktur die abgegliederte Vesicula granulorum bei; bei *M. lutheri* verschwindet auch diese, als ein sekundäres Sondermerkmal entwickelt diese Art jedoch eine muskelstarke Penisapille.

Bei Annahme einer basalen Stellung von *Myozona styliifera* muß die Differenzierung der weiblichen Ausleitungswege bei *M. evelinae* in zwei histologisch scharf unterschiedene Abschnitte als sekundär angesprochen werden. Der von MARCUS als Vagina bezeichnete Abschnitt stellt dabei offensichtlich eine einfache Einstülpung des Deckepithels dar. Auch der extrem starke Sphinkter an der Mündungstelle des Oviduktes ist fraglos das Produkt einer sekundären Verstärkung.

Myozona lutheri behält, soweit die Darstellung von PAPI in diesem Punkt bindende Schlüsse erlaubt, eine ähnlich einfache Vagina wie *M. styliifera* bei. Ihre Eigenentwicklung zeigt diese Art jedoch dann besonders deutlich durch die weitgehende Re-

duktion der Bewimperung und Beschränkung auf eine ventrale Kriechsohle.

Ein sehr schwieriges Problem wirft die Frage nach der Stellung der Gattung *Myozona* innerhalb der Macrostromiden auf. Durch die Kenntnis von *M. stylifera* ist zunächst eine enge Verknüpfung mit den stilettführenden Genera der Macrostromidae sichergestellt. Die unpaare Anordnung der Genitaldrüsen ist selbstverständlich das Ergebnis von Reduktionen, die bei Bewohnern des Sandlückensystems gehäuft auftreten und die selbst innerhalb enger Verwandtschaftsgruppen parallel ablaufen können.

Eine sekundäre Neubildung ist natürlich der Muskelring des Darmkanals mit Versteifung der Basalmembran und Reduktion der Darmzellen in diesem Bereich. Auch PAPI (1951) vertritt diese Auffassung¹.

Doch sprechen die genannten hochgradigen Umkonstruktionen von *Myozona* nicht dagegen, daß in anderen Organisationszügen — wie etwa den weiblichen Ausleitungswegen — ursprüngliche Merkmale erhalten sein können. Die Struktur der Bursa mit seiner weit offenen Verbindung zum Darmtraktus und der direkten Ausleitung zur Ventralseite entspricht so weitgehend der von REMANE postulierte Ableitung des Bursalorgans der Turbellaria aus dem Proktodaeum (1951, Abb. 2, Typ 2a), daß nach dieser Theorie die Communicatio genito-intestinalis entgegen MARCUS (l. c., S. 19) primärer Natur sein kann. Es besteht durchaus die Möglichkeit, im Bursalorgan von *Myozona* ein morphologisch primitives Stadium zu erblicken.

Bei der allgemein vertretenen Auffassung der Macrostromida als einer zentralen, primitiven Ordnung innerhalb der Stadiengruppe der Archiophora kommt der Rekonstruktion des systematischen Typus der Macrostromiden eine besondere Bedeutung zu. Hierauf soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden, eine kurze Stellungnahme zu dem von FERGUSON (1954, S. 148) durchgeführten Vergleich der Gattung *Myozona* mit der Archiannelidengattung *Dinophilus* ist aber notwendig. Der Muskel-

¹ Anmerkung während der Korrektur.

In einer neuen Arbeit beschreibt BEKLEMISCHEV (1955, Ber. d. Akad. d. Wiss. UdSSR, Tom. 104, No. 5) einen ähnlichen Muskeldarm für einen neuen Vertreter der Familie Microstromidae, *Myozonella microstromoides* Bekl. Der Grad der histologischen Übereinstimmung mit dem Muskeldarm von *Myozona* ist aus der knappen Beschreibung nicht exakt zu erfassen. In jedem Fall ist jedoch der Anschauung BEKLEMISCHEVs beizupflichten, daß keine Homologie zwischen dem Muskeldarm von *Myozona* und *Myozonella* vorhanden ist. Diese Struktur muß unabhängig voneinander in den Familien Macrostromidae und Microstromidae entstanden sein.

ring von *Myozona* hat weder anatomisch noch histologisch irgend etwas mit dem aus Epithelmuskelzellen (!) aufgebauten Muskelbulbus von *Dinophilus* zu tun. Ebenso haben die männlichen Genitalorgane von *Myozona* nicht die geringsten Gemeinsamkeiten mit dem aberranten Kopulationsorgan und Begattungsmodus bei *Dinophilus* (vgl. die ausführlichen Untersuchungen von JÄGERSTEN 1943, 1944, 1947). Diese und auch die übrigen von FERGUSON erwähnten „Übereinstimmungen“ sind ganz oberflächlicher Natur, sie besitzen für unsere morphologischen Rekonstruktionen auf Grund der homologen Ähnlichkeiten keinen Wert.

Bezeichnungen zu den Abbildungen

<i>bs</i>	Bursa seminalis	<i>mö</i>	Mundöffnung
<i>c</i>	Gehirn	<i>od</i>	Ovidukt
<i>i</i>	Verdauungstrakt	<i>ov</i>	Ovar
<i>kba</i>	kutikularartige Versteifung der Basalmembran	<i>r</i>	Ringmuskeln
<i>kd</i>	Kittdrüsen	<i>st</i>	Stilet
<i>kk</i>	Körnerkolben	<i>te</i>	Hoden
<i>lm</i>	Längsmuskeln	<i>va</i>	Vagina
<i>md</i>	Muskeldarm	<i>vd</i>	Vas deferens
<i>mgk</i>	männlicher Genitalkanal	<i>vg</i>	Vesicula granulorum
		<i>vs</i>	Vesicula seminalis

Schrifttum

- FERGUSON, F. F.: Monograph of the Macrostromine worms of Turbellaria. Transact. Americ. Micr. Soc. **LXXIII**, 2, 137—164 (1954).
- JÄGERSTEN, G.: Über den Bau des Kopulationsapparates und den Kopulationsmechanismus bei *Dinophilus*. Zool. Bidr. Uppsala **22**, 61—86 (1943).
- Zur Kenntnis der Morphologie, Enzystierung und Taxonomie von *Dinophilus*. Kungl. Svenska Vetensk. Handl. **21**, 2, 1—90 (1944).
- On the Structure of the Pharynx of the Archiannelida with Special Reference to There-occurring Muscle Cells of Aberrant Type. Zool. Bidr. Uppsala **25**, 551—570 (1947).
- REMANE, A.: Die Bursa-Darmverbindung und das Problem des Enddarmes bei Turbellarien. Zool. Anz. **146**, 275—291 (1951).
- Die Besiedelung des Sandbodens im Meere und die Bedeutung der Lebensformtypen für die Ökologie. Verhandl. Deutsch. Zool. Ges. Wilhelmshaven 1951, 327—359 (1952).
- MARCUS, E.: Turbellaria Brasileiros (7). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. Sao Paulo, Zoologia **14**, 7—155 (1949).
- PAPÍ, F.: Sulle affinità morfologiche nella fam. Macrostromidae (Turbellaria). Boll. di Zoologia, Suppl. al Vol. **XVII**, 461—468 (1950).
- Beiträge zur Kenntnis der Macrostromiden (Turbellarien). Acta Zool. Fenn. **78**, 1—32 (1953).