

UNIVERSITÄT ROSTOCK

Fachbereich Biologie Allgemeine und Spezielle Zoologie

Dr. A. Bick
Universitätsplatz 5
D-18051 Rostock

Forschungszentrum Jülich GmbH
BEO
Postfach 301128
18112 Rostock.Warnemünde

Universitätsplatz 5
Zoologische Sammlung:
Universitätsplatz 2

Telefon (0381) 498 1953
Telefax (0381) 498 1942
e-mail
andreas.bick@biologie.uni-
rostock.de

Rostock, 20.12.98

Abschlußbericht zum Vorhaben

**Parasiten in marinen Ökosystemen. Vergleichende ökoparasitologische
Untersuchungen zur Bedeutung und Dynamik von Parasit-Wirt-Systemen
in der Nord- und Ostsee**

(FKZ: 03F 0175A)

1. Schlußbericht

Aufgabenstellung

Ziel des im Juni 1998 abgeschlossenen Vorhabens war es, die Bedeutung von Parasiten als Faktor für die Steuerung der Abundanzen und Verteilungen mariner Invertebraten-Populationen und benthischer Flachwasser-Lebensgemeinschaften abzuschätzen. In der meeresbiologischen Forschung spielten Erkrankungen und Parasitierung der untersuchten Evertibraten bei der Interpretation der Ergebnisse ökophysiologischer, populationsdynamischer und produktionsbiologischer Untersuchungen bislang kaum eine Rolle. So wurden als biotische Komponente bei der Analyse der Dynamik von Lebensgemeinschaften fast ausnahmslos Prädations- und Konkurrenzphänomene berücksichtigt. Allerdings gab es in der Literatur einzelne Hinweise auf eine mögliche Beeinflussung benthischer Arten durch Parasiten. Diese Hinweise sowie Befunde eigener Voruntersuchungen an *C. volutator* waren Ausgangspunkt für das geplante Projekt. Als Untersuchungsobjekt wurden digenetische Trematoden ausgewählt. Diese Parasiten sind in den Flachwassergebieten der Nord- und Ostsee allgegenwärtig und stellen durch ihren spezifischen Lebenszyklus (meist 2 makrozoobenthische Organismen als Zwischenwirte) Beziehungen zwischen Arten her, die weder trophisch noch konkurrenzökologisch bedingt sind. Wattschnecken der Gattung *Hydrobia* sowie der Schlickkrebs *Corophium volutator* wurden als Modellorganismen ausgewählt, weil sie in den Küstengewässern der Ostsee bis zu 80 % der Individuendominanz ausmachen können und erster und/oder zweiter Zwischenwirt für digenetische Trematoden sind.

Auf der Grundlage der Kenntnis der Lebenszyklen der Parasiten und ihrer Wirte sollte eine Untersuchung der räumlichen und zeitlichen Variabilität der Infestation und möglicher Folgen für Individuen und Populationen erfolgen. Durch eine komplexe Analyse experimenteller und feldbiologischer Untersuchungen sowie eine Verknüpfung ökologischer, physiologischer und parasitologischer Erhebungen sollte ein neuer Ansatz für ökologische Untersuchungen erreicht werden.

Folgende Schwerpunkte wurden parallel bearbeitet:

- I. Quantifizierung sowie räumliche und zeitliche Variabilität des Parasitenbefalls im Zusammenhang mit der Populationsdynamik der ausgewählten Zwischenwirte (*Hydrobia* spp. und *Corophium volutator*)

- II. Untersuchung der Effekte eines Parasitenbefalls auf die physiologische Leistungsfähigkeit durch Messungen an Individuen mit unterschiedlichen Befallsintensitäten sowie Ermittlung der histologischen Veränderungen befallener Organsysteme
- III. Untersuchung und Quantifizierung der Parasitentransmission bei den Zwischenwirten und Analyse der für die Emigration und das Überleben der Cercarien verantwortlichen Bedingungen
- IV. Verknüpfung der experimentellen Daten mit den Ergebnissen der Felduntersuchungen zur Ermittlung des Einflusses der Parasitierung auf populationsdynamische Prozesse.

Voraussetzungen

Die Ausgangsbedingungen bei Projektbeginn waren nahezu optimal. Es gab durch langjährige Untersuchungen der Küstengewässer der südlichen Ostsee durch mehrere Arbeitsgruppen der Wissenschaftsbereiche Meeresbiologie, Ökologie und Zoologie hervorragende Kenntnisse über die biologischen, hydrographischen und sedimentologischen Gegebenheiten in diesen Lebensräumen sowie über die Methoden ihrer Bearbeitung. Wichtige Zusammenhänge zwischen den abiotischen Verhältnissen und den Verbreitungsmustern der benthischen Lebensgemeinschaften sowie die Ursachen der saisonalen und annualen Schwankungen waren weitgehend bekannt. Es gab erste Erfahrungen bei der Untersuchung ökoparasitologischer Fragestellungen.

Die Bearbeiter der Teilthemen hatten Gelegenheit, sich im Rahmen einer Diplomarbeit bzw. eines Landesgraduiertenstipendiums in die Thematik einzuarbeiten. Die Einarbeitung eines Mitarbeiters in die relativ komplizierten Untersuchungen am Mikrokalorimeter wurden durch einen auswärtigen Kollegen, der in einem früheren Projekt an diesem Gerät gearbeitet hatte, über einen Werkvertrag übernommen. Zusätzlich wurde eine technische Mitarbeiterin, finanziert aus Projektmitteln, eingestellt.

Ein Großteil der für dieses Vorhaben benötigten Geräte (z.B. TAM, Kühlbrutschränke, optische Geräte, Computer, Kleingeräte) wurde aus einem

früheren BMBF-Vorhaben (FKZ: 03F 0031A) übernommen und entsprechend genutzt.

Die Voraussetzungen für die erfolgreiche Bearbeitung des Vorhabens waren somit sehr gut.

Planung und Ablauf

Mit der Bearbeitung dieses Vorhabens wurde am 1. Mai 1996 begonnen. Es hatte eine Laufzeit von 26 Monaten bis zum 30. Juni 1998. Das Projekt begann mit 4 wissenschaftlichen Mitarbeitern, von denen 2 (Projektleiter und die Bearbeiterin eines Teilthemas) aus Haushaltsmitteln finanziert wurden. Da ursprünglich von einer Finanzierung von 3 wissenschaftlichen Mitarbeitern aus Projektmitteln ausgegangen wurde, wurde die Umwidmung eines nicht benötigten Betrages in der Position 0812 in die Position 0817 beantragt. Diesem Antrag wurde stattgegeben, so daß bereits 1996 eine technische Mitarbeiterin eingestellt werden konnte. Außerdem wurde 1997/98 aus nicht beanspruchten Mitteln in der Position 0812 für 6 Monate ein weiterer wissenschaftlicher Mitarbeiter eingestellt, der ein zusätzliches Teilthema bearbeitete.

Probleme gab es bei der Realisierung der geplanten Probennahmestandorte. Trotz intensiver Bemühungen war es nicht möglich, in der Kernzone der Vorpommerschen Boddenengewässer Tiermaterial zu entnehmen. Mit dem Hinweis auf die ökologische Bedeutung dieser Zonen wurde uns die Erlaubnis zur Probennahme von der Nationalparkverwaltung verweigert. Die Erlaubnis zum Betreten der Salzwiesen im Bereich des Boiensdorfer Werders, ebenfalls ausgewiesenes Schutzgebiet, wurde uns auf Antrag jedoch gestattet.

Gesperrte Mittel in der Position 0843 wurden für 2 Auslandsdienstreisen nach Österreich und Dänemark (Vorträge auf Tagungen) zum Teil entsperrt.

Während des Bearbeitungszeitraumes mußte das gesamte ökophysiologische Labor mit Geräten und Installationen aus der früheren Meeresbiologie (Freiligrathstr. 7/8) in die Zoologie (Universitätsplatz 5) umgelagert werden. Dieser Umzug machte eine zeitweilige Nutzung bestimmter Geräte unmöglich und kostete einige Zeit, die der Projektbearbeitung verlorenging.

Einige Arbeiten (histologische und Ultrastrukturuntersuchungen) wurden am Institut für Ökologie in Broderstorf sowie im Elektronenmikroskopischen Zentrum der Medizinischen Fakultät durchgeführt.

Wissenschaftlicher Stand zu Projektbeginn

Zahlreiche Arbeiten beschäftigten sich mit der Parasitenfauna der Nord- und Ostsee. In diesen Arbeiten wurden Parasiten, deren Lebenszyklen, Wirte und ihre Verbreitung beschrieben. Außerdem gab es gute Vorstellungen über die Distribution und Abundanzdynamik der für unsere Fragestellungen wichtigen Makrozoobenthosarten. Einen relativ breiten Raum in der Literatur nahmen Untersuchungen zum Einfluß der Parasiten auf die Wirte und Zwischenwirte ein. Verständlicherweise handelte es sich dabei allerdings vor allem um humanpathogene Formen oder um die wirtschaftlich wichtigen Parasiten bei Haus- und Nutztieren. Kaum bestritten war allerdings auch ein gewisser Einfluß der Makroparasiten, z.B. der digenetischen Trematoden, auch auf die wirbellosen Zwischenwirte. Diskutiert wurde allerdings, in wieweit dieser Einfluß auch auf dem Populationsniveau nachweisbar sein könnte. Meist wurde ein Zusammenhang von Parasitierung und Populationszusammenbruch mit dem Hinweis auf ein stabiles Parasit-Wirt-System jedoch in Frage gestellt. Relativ wenig war ebenfalls bekannt über die Ursachen der beobachteten räumlichen und zeitlichen Verteilung der Larven in den Zwischenwirten. Diskussionsansätze gab es bei der Analyse der räumlichen Verteilung, ohne daß allerdings die entsprechenden Aussagen quantifiziert wurden. Salinitätsdifferenzen, Expositionsgrad und Gewässertiefe wurden als wichtige, die Parasitendichte bestimmende Faktoren beschrieben.

Eine Verknüpfung parasitologischer Untersuchungen mit parallel durchgeführten ökologischen und physiologischen Untersuchungen an den Zwischenwirten, Thema unseres Vorhabens, wurde kaum realisiert.

Im folgenden werden wichtige Arbeiten, die relevant für unsere Untersuchungen waren, aufgeführt:

- Ankel, F. (1962): *Hydrobia ulvae* Pennant und *Hydrobia ventrosa* Montagu als Wirte larvaler Trematoden.- Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren. 124, 1-100.
- Becker, W. & I. Lamprecht (1977): Mikrokolorimetrische Untersuchungen zu Wirt-Parasit-Verhältnis zwischen *Biomphalaria glabrata* und *Schistosoma mansoni*. - Z. Parasitenk. 53, 297-305.
- Belopolskaya, M.M. (1957): Die Fauna der Trematodenlarven von *Gammarus locusta* (L.) in der Ostsee. - Trudy leningradskoyo Obsiestva Estestvojspytatelej 73, 164-170.

- Bick, A. (1994): *Corophium volutator* (Corophiidae: Amphipoda) as an intermediate host of larval Digenea - an ecological analysis in a coastal region of the southern Baltic.- *Ophelia* 40 (1), 27-36.
- & G.Arlt (1993): The influence of *Hediste diversicolor* (O.F.Müller, 1776) on the macro- and meiobenthos of a shallow water area of Mecklenburg Bay (Western Baltic Sea).- *Rostock. Meeresbiolog. Beitr.* 1, 9-24.
- & M.L. Zettler (1994): The distribution of hydrobiids and the effects of sediment characteristics on a population dynamics of *Hydrobia ventrosa* in a coastal region of the southern Baltic.- *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 79 (3), 325-336.
- Gollasch, S. & C.D. Zander (1995): Population dynamics and parasitization of planctonic and epibenthic crustaceans in the Baltic Schlei fjord.- *Helgoländer Meeresunters.* 49, 759-770.
- Hidu, H. & J. E. Hanks (1968): Vital staining of bivalve mollusk shells with Alizarin Sodium Monosulfonate. *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, Vol. 58, 37 - 41.
- Huxham, M., Raffaelli, D. & A. Pike (1993): The influence of *Cryptocotyle lingua* (Digenea: Plathelminthes) infections on the survival and fecundity of *Littorina littorea* (Gastropoda: Prosobranchia); an ecological approach. - *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 168, 223-238.
- (1995): The effect of larval trematodes on the growth and burrowing behaviour of *Hydrobia ulvae* (Gastropoda: Prosobranchia) in the Ythan estuary, north-east Scotland. - *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 185, 1-17.
- James, B.L. (1965): The effects of parasitism by larval Digenea on the digestive gland of the intertidal prosobranch, *Littorina saxatilis* (Olivi) subsp. *tenebrosa* (Montagu).- *Parasitology* 55, 93-115.
- Jensen, K.T. & K.N. Mouritsen (1992): Mass mortality in two common soft-bottom invertebrates, *Hydrobia ulvae* and *Corophium volutator*-the possible role of trematodes.- *Helgoländer Meeresunters.* 46, 329-339.
- Jonsson, P.R. & C. André (1992): Mass mortality of the bivalve *Cerastoderma edule* on the Swedish west coast caused by infestation with the digenean trematode *Cercaria cerastodermae* I.- *Ophelia* 36 (2), 151-157.
- Kinne, O. (1984): International Helgoland Symposium "Diseases of marine organisms": Opening address.- *Helgoländer Meeresunters.* 37, 1-4.
- Lauckner, G. (1984): Brackish-water submergence of the common periwinkle, *Littorina littorea*, and its digenean parasites in the Baltic Sea and in the Kattegatt.- *Helgoländer Meeresunters.* 37, 177-18.
- (1986): Analysis of parasit-host-system in the western Baltic Sea.- *Ophelia*, Suppl. 4, 129-137.
- (1987): Effects of parasites on juvenile Wadden Sea invertebrates. In: *Proc. of the 5th Internat. Wadden Sea Symposium*. Ed. by S. Tougaard & S. Asbirk. The National Forest and Nature Agency & The Museum of Fisheries and Shipping, Esbjerg, 103-121.
- Loos-Frank, B. (1967): Experimentelle Untersuchungen über Bau, Entwicklung und Systematik der Himasthlinae (Trematoda, Echinostomatidae).- *Z. f. Parasitenk.* 28, 299-351.
- (1971a): Zur Kenntnis der gymnophalliden Trematoden des Nordseeraumes.- *Z. Parasitenk.* 36, 206-232.
- Minchella, D.J. & M.E. Scott (1991): Parasitism: A cryptic determinant of animal community structure. - *Trends in Ecol. and Evol.* 6, 250-254.
- Mouritsen K. N. & K. T. Jensen (1994): The enigma of gigantism: effect of larval trematodes on growth, fecundity, egestion and locomotion in *Hydrobia ulvae* (Pennant) (Gastropoda: Prosobranchia). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol.181, 53-66.
- Muus, B. (1967): The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone.- *Meddr. Danm. Fisk.- og Havunders.* 5,1-316.
- Reimer, L.W. (1963): Zur Verbreitung der Adulti und Larvenstadien der Familie Microphallidae Viana, 1924 (Trematoda, Digenea) in der mittleren Ostsee.- *Z. Parasitenkde.* 23, 253 - 273.
- (1970): Digene Trematoden und Cestoden der Ostseefische als natürliche Fischmarken.- *Parasitolog. SchrReihe* 20, 1-143.
- (1971): Neue Cercarien der Ostsee mit einer Diskussion ihrer möglichen Zuordnung und einem Bestimmungsschlüssel.- *Parasitolog. SchrReihe* 21, 125-149.
- Rohde, K. (1984): Ecology of marine parasites.- *Helgoländer Meeresunters.* 37, 5-33.
- Rothschild, M. (1941): The effect of trematode parasites on the growth of *Littorina littorea* (L.).- *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 25, 69-80.
- (1936): Gigantism and variation in *Peringia ulvae* (Pennant 1777), caused by infection with larval trematodes.- *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 20, 537-546.

- Schuldt, M. (1984): Alteraciones de la función reproductora de *Palaemonetes argentinus* (Crustacea, Palaemonidae) ocasionadas por la infestación con larvas de un probable *Phyllodistomum* sp. (Trematoda, Digenea).- *Limnobiología*, 2 (8), 646-651.
- Styczynska-Jurewic, E. (1971): Tolerance to salinity in some marine and fresh-water cercariae.- *Acta Parasitologica Polonica*, Vol. XIX, fasc. 22, 257-268.
- Vernberg, W.B. & F.J. Vernberg (1967): Interrelationships between parasites and their hosts. III. Effect of larval trematodes on the thermal metabolic response of the molluscan host. - *Experimental Parasitology* 20, 225-231.
- Voigt, M.O.C. (1991): Community structure of the helminth parasite fauna of gammarids (Crustacea: Amphipoda) in Kiel Bay, western Baltic Sea.- Verlag Paul Paray, Hamburg und Berlin, ISSN 0341-6836.
- White, M.E., Powell, E.N., Wilson, E.A., Ray, S.M. (1988): A model of the energy budget of healthy and parasitized oysters, with validation by growth experiments. *J. Shell fish Res.* 7, 136-137.

Zusammenarbeit

Die am Projekt beteiligten Kollegen gehörten ausnahmslos zum Bereich Allgemeine und Spezielle Zoologie des Fachbereiches Biologie. Probleme gab es beim Aufbau von Kooperationen zu Arbeitsgruppen, die an ähnlichen Projekten arbeiteten. Es gab Kontakte mit der Arbeitsgruppe von Prof. Zander in Hamburg und Prof. Jensen in Aarhus (DK). Darüber hinaus haben wir versucht, mit anderen, an ökoparasitologischen Fragen arbeitenden Kollegen in Deutschland zu kooperieren. Leider kam es zu keinen nutzbaren Ergebnissen. Ursachen waren vermutlich in der relativ kurzen Laufzeit unseres Vorhabens und unserer spezifischen Fragestellung begründet. Außerdem gibt es zur Zeit wenig Gruppen, die parallel parasitologische und ökologische Themen an Parasiten und ihren Wirten bearbeiten und die nicht von einem gewissen hygienischen oder ökonomischen Interesse (Parasitologie in der Medizin und Veterinärmedizin) sind.

So war die Zusammenarbeit im wesentlichen auf die Nutzung von Einrichtungen zur Bearbeitung histopathologischer Befunde (Institut für Ökologie in Broderstorf) und Ultrastrukturuntersuchungen (Elektronenmikroskopisches Zentrum an der Medizinischen Fakultät) beschränkt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen wurden auf nationalen und internationalen Fachtagungen in Form von Postern oder Vorträgen sowie in den beiden

Zwischenberichten repräsentiert. (Der letzte Zwischenbericht wurde 2 Monate vor dem Projektende abgegeben, enthält also die wesentlichen Ergebnisse.) Außerdem wurden mehrere Publikationen vorbereitet und zum Druck eingereicht. Die folgende Übersicht gibt einen Überblick über diese Aktivitäten:

1996:

Meißner, K., Populationsdynamische und ökologische Untersuchungen an *C. volutator* in einem Küstengewässer der südlichen Mecklenburger Bucht.- Vortrag auf dem XII. Nationalen Ichthyoparasitologischen Symposium, Boiensdorf.

Probst, S., Untersuchungen zum Trematodenbefall von *H. ventrosa* an der Küste Mecklenburg/Vorpommerns.- Vortrag auf dem XII. Nationalen Ichthyoparasitologischen Symposium, Boiensdorf.

1997:

Bick, A., K. Meißner & M.L. Zettler, Variability in time and space of *Corophium volutator* (Corophiidae, Amphipoda) infestation by digenetic trematode larvae-causes and effects.- Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 5, 53-68.

Meißner, K. & A. Bick, Population dynamics and eoparasitological surveys of *C. volutator* in coastal waters in the Bay of Mecklenburg (southern Baltic Sea).- Dis. Aquat. Org. 29, 169-179.

Probst, S. & K. Kube, Der „nette“ Parasit: Zum Einfluß des Trematodenbefalls auf die Populationsdynamik von *Hydrobia ventrosa* (Monotocardia, Hydrobiidae).- Vortrag auf dem internationalen Symposium zur Ökologie und Taxonomie von Süßwassermollusken, Salzburg.

1998:

Meißner, K., Parasitentransmission und dichteabhängige Effekte der Infestation von *Corophium volutator* (Amphipoda) durch *Maritrema subdolum* (Microphallidae).- Vortrag in Aarhus, Dänemark.

Meißner, K. & A. Bick, Parasite transmission and the impact of parasite infestation on *Corophium volutator*.- Poster, Baltic Sea Science Conference.

Meißner, K. & A. Bick, Mortality of *Corophium volutator* (Amphipoda) caused by infestation with *Maritrema subdolum* (Digenea, Microphallidae).- Dis. Aquat. Org. (in press).

Meißner, K. & A. Bick, Laboratory studies of parasite transmission aspects between *Hydrobia* spp. (Gastropoda) and *Corophium volutator* (Amphipoda).- Int. Rev. Hydrobiol. (in press.)

Meißner, K. & T. Schaarschmidt, Ecophysiological studies on *Corophium volutator* (Amphipoda) with special reference to parasitism.- (in prep.)

Probst, S. & K. Kube, Seasonal trend of parasite infections by trematode larvae in *Hydrobia ventrosa*: consequences for the dynamics of the host population.- Poster, Baltic Sea Science Conference.

Probst, S. & K. Kube, Histopathological effects of larval trematode infections in mudsnails and their impact on host growth: What causes gigantism in *Hydrobia ventrosa* (Gastropoda: Prosobranchia)?.- J. exp. mar. Biol. Ecol. (in press).

Schaarschmidt, T. & A. Bick, Metabolic heat of parasitized *Corophium volutator*.- Poster, Baltic Sea Science Conference.

Wesentliche Ergebnisse sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt:

1. *Hydrobia ventrosa* und *Corophium volutator* gehören zu den häufigsten Makrozoobenthos-Organismen der Flachwasserbereiche der Ostsee. Sie sind wichtige Glieder der Nahrungskette und stellen den ersten und/oder zweiten Zwischenwirt digenetischer Trematoden dar. Eine Analyse dieser Parasiten ergab, daß im Untersuchungsgebiet mindestens 10 digenetische Trematodenarten vorkommen. Die Microphalliden und Notocotyliden dominierten bei den untersuchten Zwischenwirten. Vergleichende Untersuchungen an 5 Standorten zeigten, daß das Artenspektrum und die Häufigkeit des Befalls sehr ähnlich waren. Die Prävalenz, d.h. der Anteil parasitierter Individuen an der Gesamtindividuenzahl, variierte im Jahresverlauf beträchtlich. Die höchsten Prävalenzen wurden meist in den Sommermonaten beobachtet. Am Boiensdorfer Werder waren maximal 27 % aller Hydrobiiden und 80 % der *C. volutator* befallen. Eine deutliche geschlechtsspezifische Abhängigkeit des Parasitenbefalls scheint es nicht zu geben. Dagegen wurde ein alters- und größenabhängiger Parasitenbefall sowohl bei *H. ventrosa* als auch bei *C. volutator* beobachtet. Sommer- und Herbstgenerationen von *Hydrobia* spp. waren von Larven digenetischer Trematoden unterschiedlich stark befallen. Maximale Prävalenzen (100%) wurden innerhalb der Sommergeneration, bei Individuen ab einer Gehäusehöhe von 3,1 mm festgestellt. Ähnlich hohe Prävalenzen wurden auch bei *C. volutator* beobachtet (-100%). Es gab relativ große annuelle Unterschiede im Parasitierungsgrad. Prävalenzunterschiede lassen sich nur

teilweise durch Temperaturunterschiede und unterschiedliche Endwirtsdichten erklären.

Neben der Prävalenz wurde bei *C. volutator* auch die Relative Parasitendichte (Anzahl der Parasiten je Individuum der Gesamtpopulation des Zwischenwirtes) bestimmt: Dieser Wert hat für die möglichen Auswirkungen eines Parasitenbefalls für die Populationen eine höhere Aussagekraft. Der Einfluß der verschiedenen Trematodenarten auf *C. volutator* ist unterschiedlich. *M. subdolum* tötet in allen Fällen diesen Zwischenwirt. Je höher die Cercariendichte ist, desto schneller stirbt der Krebs. Hohe Cercariendichten führen schon nach etwa 2 Tagen zum Tod. Verantwortlich dafür sind wahrscheinlich die Mesocercarien (=nicht encystierte Metacercarien), die Todesursache ist unbekannt. Geringe Cercariendichten sind ebenso tödlich; hier spielen wahrscheinlich die Metacercariencysten die entscheidende Rolle. *Microphallus claviformis* muß möglicherweise ebenso für den Tod von *C. volutator* verantwortlich gemacht werden, die anderen Cercarien sind für den Schlickkrebbs bedeutungslos.

2. Die histologischen Untersuchungen an *H. ventrosa* ergaben, daß die verschiedenen Parasitenstadien (Sporocysten, Redien, Metacercarien) überwiegend in den Gonaden und in den entsprechenden Anhangsdrüsen gefunden wurden. Durch den Befall werden die Gonaden vollständig zerstört und die Gametenbildung wird eingestellt. In der Folge reproduzierten sich höchstens 10 -20 % der befallenen Schnecken. Die Zahl der abgelegten Eier bei parasitierten Schnecken halbierte sich. Der Einfluß der Parasiten auf die Reproduktion und Populationsdynamik ist offensichtlich. Die befallenen Schnecken wiesen ein verstärktes Wachstum auf. Von diesem Wachstum waren Weichkörper und Schale betroffen. Eine erhöhte Mortalität wurde nicht beobachtet.

Vergleichbare Befunde zu Organveränderungen oder Zerstörungen gibt es für *C. volutator* nicht. Allerdings können Organe oder Gewebe nach Befall von Metacercarien in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Cercarien dringen in den Krebs ventral, vor allem zwischen den letzten Pereiopoden ein. Die Penetrationsöffnung ist mindestens 5µm groß. In allen Körperabschnitten wurden Mesocercarien gefunden. Die Ernährung der Mesocercarien erfolgt über die Körperoberfläche. Eine Abwehrreaktion des Krebses erfolgt vermutlich erst unmittelbar vor der Encystierung, vielleicht als Folge der Entleerung der

Exkretionsblase. Die Meso- und Metacercarien wirken vermutlich mechanisch und physiologisch auf *C. volutator* ein und können den Wirt auf diese Weise schädigen.

3. Die tageszeitliche Emergenz der Cercarien der verschiedenen Arten aus den befallenen Schnecken war unterschiedlich. Während für einige Arten keine Bevorzugung der Licht- oder Dunkelperiode beobachtet werden konnte, wurde für *Cryptocotyle* spp. ein bevorzugtes Schlüpfen während der Lichtphase gefunden. Die Zahl der emergierten Cercarien war sehr unterschiedlich. Für die Parasitentransmission auf den zweiten Zwischenwirt sind besonders die maximalen Emergenzraten (bis 450 Cercarien/Schnecke und Tag) bedeutungsvoll. Die Überlebensdauer der Cercarien ist temperaturabhängig. Unter Biotopbedingungen überlebten die Cercarien von *Maritrema subdolum* ungefähr 24h. Niedrige Temperaturen schränkten Schwimm- und Suchbewegungen und damit die Infestationsfähigkeit der Cercarien stark ein. Hohe Temperaturen verkürzten die Überlebenszeit beträchtlich. Eine Zugabe von Cercarien der Art *M. subdolum* zu *C. volutator* führte zu auffälligen Verhaltensänderungen der Schlickkrebse in den Versuchsgefäßen. Fluchtreaktionen und ein verstärktes Putzen waren die ersten Reaktionen. Bei einer gleichmäßigen Zugabe einer relativ hohen Anzahl von Cercarien war das Schwimmvermögen und die Koordinationsfähigkeit nach einer bestimmten, von der Cercarienmenge abhängigen Zeit stark eingeschränkt.

4. Der Energiegehalt der Schlickkrebse ist geschlechtsspezifisch und zeigt einen deutlichen jahreszeitlichen Verlauf. Die Energiegehalte der Weibchen sind höher als die der Männchen, generell sind sie im Winter höher als im Sommer. Hypoxie bis etwa 30% Sauerstoffsättigung führt zu keiner Absenkung der metabolischen Wärmeproduktion. Die Parasitierung hat aber einen deutlichen Effekt auf den Stoffwechsel der Tiere. Parasitierte *C. volutator* zeigen gegenüber nicht parasitierten eine erhöhte Mortalität bei Anoxie. Die metabolische Wärmefreisetzung ist bei parasitierten Tieren deutlich erhöht, wie auch die lokomotorische Aktivität.