

4 Ergebnisse

4.1. Vorkommen von Parasiten in der Fischhälterungsanlage

4.1.1 Befall von Fischen der Hälterungsanlage mit metazoischen Parasiten

In allen untersuchten Fischen der Hälterungsanlage wurde ein Befall mit metazoischen Parasiten diagnostiziert. Insgesamt kamen in den sieben untersuchten Fischarten elf Schmarotzerspezies vor, welche zu den systematischen Taxa Cestoda, Trematoda, Monogenea und Crustacea gehören. Der Vergleich der Parasitenfauna der verschiedenen Wirtsfische offenbarte artspezifische Unterschiede. In Tab. 5 sind die in den jeweiligen Wirten nachgewiesenen Parasiten zusammengefasst.

Tab. 5: Übersicht über die in Fischen der Hälteranlage nachgewiesenen Parasiten

Fischart	Parasitenart
Karpfen	Monogenea - <i>Gyrodactylus</i> sp. - <i>Dactylogyrus</i> sp. - <i>Diplozoon</i> sp. Cestoda - <i>Paradilepis scolecina</i> - <i>Khawia</i> sp. Trematoda - <i>B. polymorphus</i> Crustacea - <i>Argulus</i> sp. - <i>Ergasilus</i> sp.
Schleie	Trematoda - <i>Hysteromorpha triloba</i> Crustacea <i>Ergasilus</i> sp.
Graskarpfen	Trematoda - <i>B. polymorphus</i>
Plötze	Trematoda - <i>B. polymorphus</i> - <i>Hysteromorpha triloba</i> - <i>Posthodiplostomum cuticola</i>
Brassen	Trematoda - <i>B. polymorphus</i>
Regenbogenforelle	Trematoda - <i>B. polymorphus</i> - <i>Diplostomum</i> sp. Crustacea - <i>Ergasilus</i> sp. - <i>Argulus</i> sp.
Zander	Trematoda - <i>B. polymorphus</i>

Die Befallsintensitäten mit den jeweiligen Schmarotzern betragen in der Regel weniger als 30 Parasiten. Augenfällige Ausnahme bildeten die Infektionen mit *B. polymorphus*- Metazerkarien, welche generell in höherer Anzahl zu verzeichnen waren und im Brassen (*A. brama*) Befallsintensitäten von mehreren Tausend Individuen je infiziertem Fisch erreichten (Abb. 2).

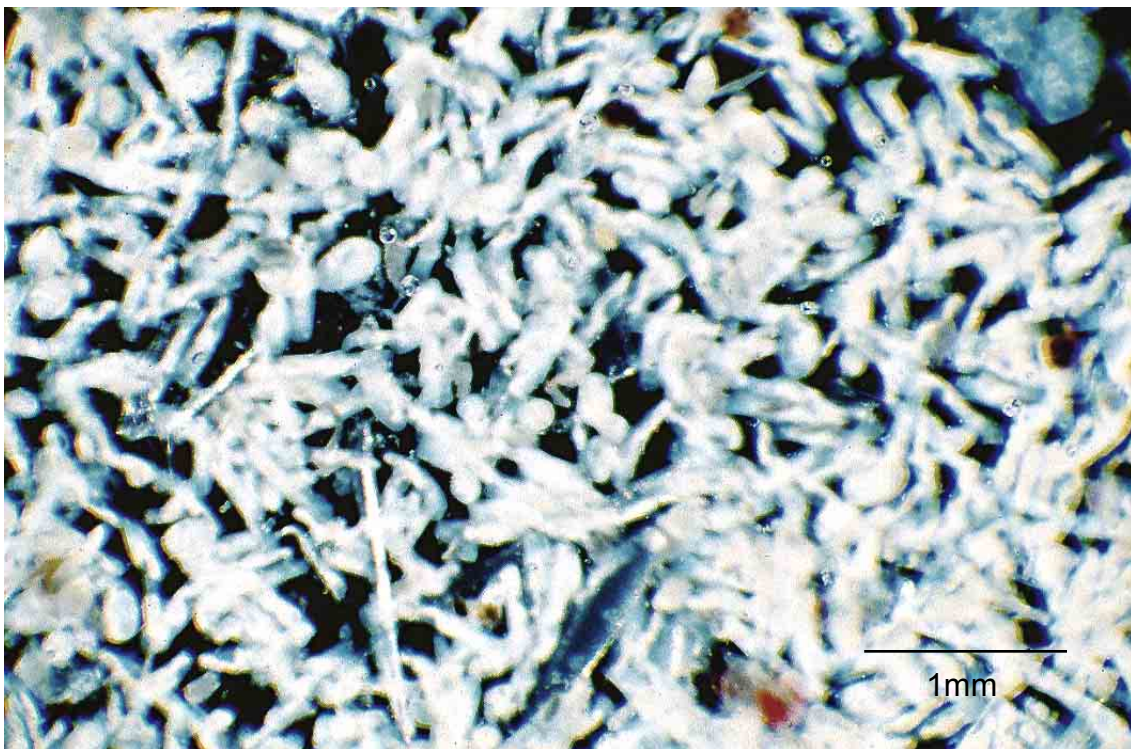


Abb. 2: Metazerkarien von *B. polymorphus* nach künstlicher Verdauung der Kiemen einer Brasse (*A. brama*), nativ

4.1.2 Morphometrische Daten der Entwicklungsstadien von *B. polymorphus*

4.1.2.1 Beschreibung der Eier

Die Eier erschienen unter dem Mikroskop hellgelb bis braun, sie waren deutlich oval und mit einer kompakten Schale versehen. Die mittlere Eilänge betrug 29,4 μm , die mittlere Eibreite 17,33 μm . Wenige Minuten nach Verbringung der Eier ins Wasser wurde z. T. der Schlupf fertig entwickelter Wimpernlarven beobachtet. Nach dem Schlupf der Larve war ein aufgesprengter Poldeckel deutlich sichtbar (Abb. 3).



Abb. 3: Eier von *B. polymorphus*, z.T. nach Schlupf, nativ

4.1.2.2 Beschreibung der Mirazidien

Die Vermessung der rundlich-oval geformten, äußerst agilen und mit Hilfe von beborsteten Ruderarmen umherschwimmenden Wimpernlarven (Abb. 4) gestaltete sich aufgrund der unbefriedigenden Schlupfraten schwierig (Tab. 6).

Tab. 6: Schlupfraten der Mirazidien unter Einfluss des umgebenden Mediums

Anzahl Eier	Medium	Schlupfbeginn nach	Schlupfende nach	Schlupfrate in %
21	A. dest.	20 min.	32 min.	100
34	A. dest.	55 min.	Abbruch nach 65 min.	35
78	A. dest.	kein	Abbruch nach 90 min.	0
20	A. dest.	kein	Abbruch nach 80 min.	0
20	A. dest., 25°C	25 min.	Abbruch nach 65 min.	45
12	Leitungswasser, 20°C	kein	Abbruch nach 60 min.	0
20	Leitungswasser, 25°C	kein	Abbruch nach 83 min.	0
ca. 200	Wasser d. Sacrower Sees	kein	Abbruch nach 24 h	0

Ein Schlupf konnte nur bei Verbringung in destilliertes Wasser provoziert werden. Das aufgrund des höheren lokalen Gehaltes an gelösten Salzen ins Innere der Eier eindringende Wasser erleichterte hierbei vermutlich einerseits das Sprengen des Eideckels. Andererseits war ein Vermessen der Mirazidien immer erst möglich, wenn die frei schwimmenden Tiere durch das osmotisch rasch in sie eindringende Wasser so stark aufquollen, dass ihre Beweglichkeit stark eingeschränkt war. Bei einigen Mirazidien konnte im Folgenden ein Platzen der Körperhülle beobachtet werden. Entsprechend soll auf eine Angabe der gemessenen Größen verzichtet werden. Die im

Verhältnis zu den Eiern geschätzte Körperlänge exklusive der Ruderarme beträgt ca. 10-20 μm .



Abb. 4: Geschlüpfte Mirazidien von *B. polymorphus*, nativ

4.1.2.3 Beschreibung der Sporozysten

Die bei Sektion von befallenen Dreikantmuscheln angetroffenen Keimschläuche waren durchscheinend weiß bis hellgelb gefärbt und konnten durch Nadelpräparation bis zu einer maximalen Länge von 2 cm dargestellt werden. Ihre Breite schwankte zwischen ca. 40 und 200 μm . Die Sporozysten waren hochgradig verzweigt und in ihrer Länge anteilig blasenartig erweitert (siehe 4.1.3.1). Mikroskopisch ließen sich in diesen Auftreibungen Zerkarienstadien unterschiedlichen Reifegrades nachweisen (Abb. 5, 6).

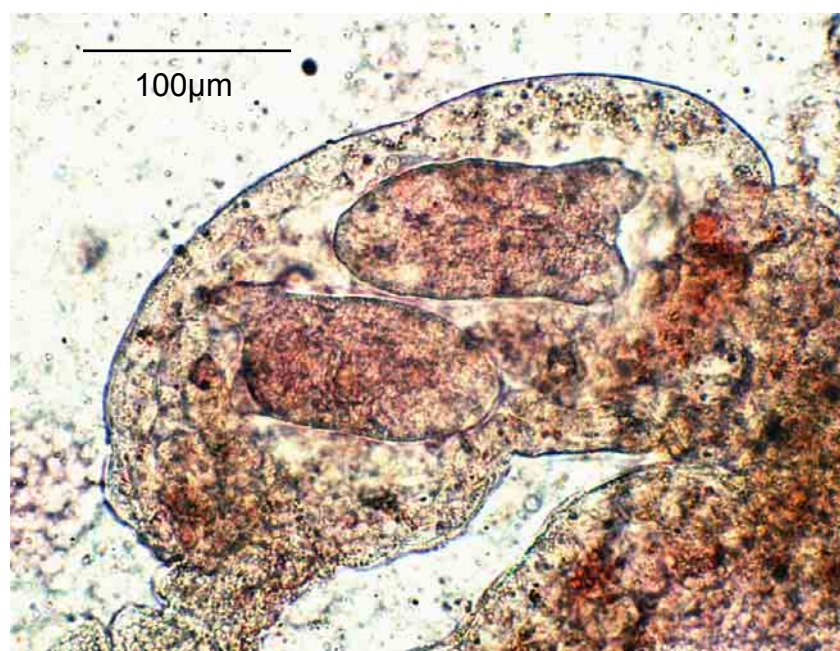


Abb. 5: Sporozyste mit zwei enthaltenen unreifen Zerkarien von *B. polymorphus*; Beginn der Gabelschwanz-Differenzierung, neutralrot



Abb. 6: Reife Zerkarien vor Verlassen der Sporozyste, neutralrot

4.1.2.4 Beschreibung der Zerkarien

Untersuchte Zerkarien von *B. polymorphus* wiesen einen langgestreckten, dorsoventral leicht abgeplatteten und stark beweglichen Körper auf. Das Integument war leicht bestachelt. Die durchschnittliche Körperlänge betrug 201 μm , die Körperbreite 57 μm . Die Penetrationsdrüse war am kranialen Körperende zu erkennen (Abb. 7). Der durchschnittliche Durchmesser der Drüse betrug 32 μm . Eine s-förmige Exkretionsblase (Durchschnittslänge 132 μm) erstreckte sich über einen Großteil der Körperlänge, im kaudalen Körperdrittel lagen ihr beidseitig gut erkennbare Genitalanlagen an. Der Gabelschwanz kann in eine zweigeteilte Basis mit 61 μm durchschnittlicher Breite und 41 μm durchschnittlicher Länge und zwei hochkontraktile Fortsätze, die ruckartig auf das 12- bis 14-fache der Körperlänge gestreckt werden können, gegliedert werden (Abb. 8, 9).

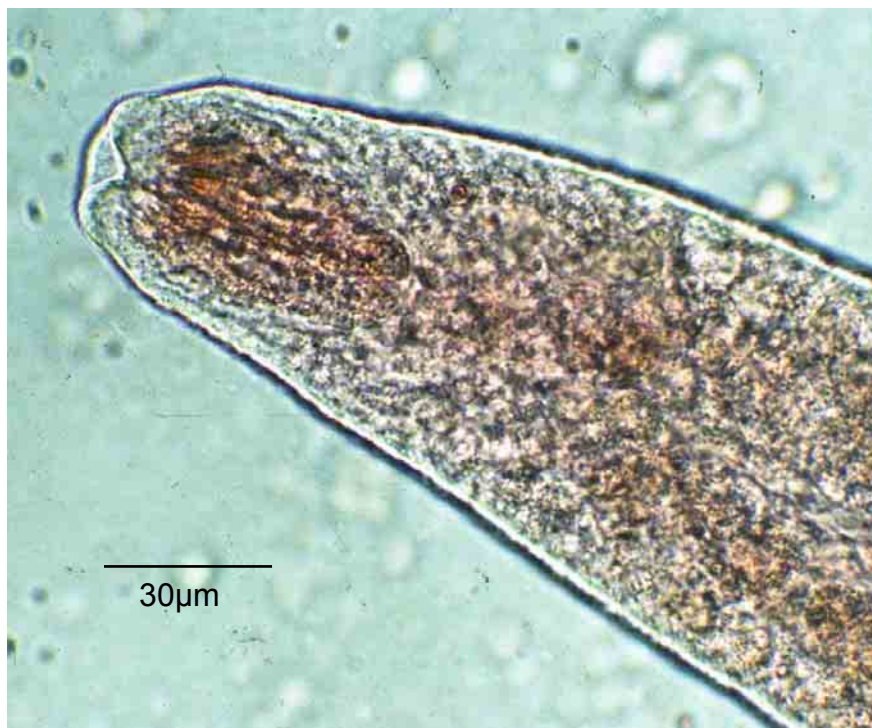


Abb. 7: *B.- polymorphus*- Zerkarie, Detail kraniales Körperende mit Penetrationsdrüse, neutralrot

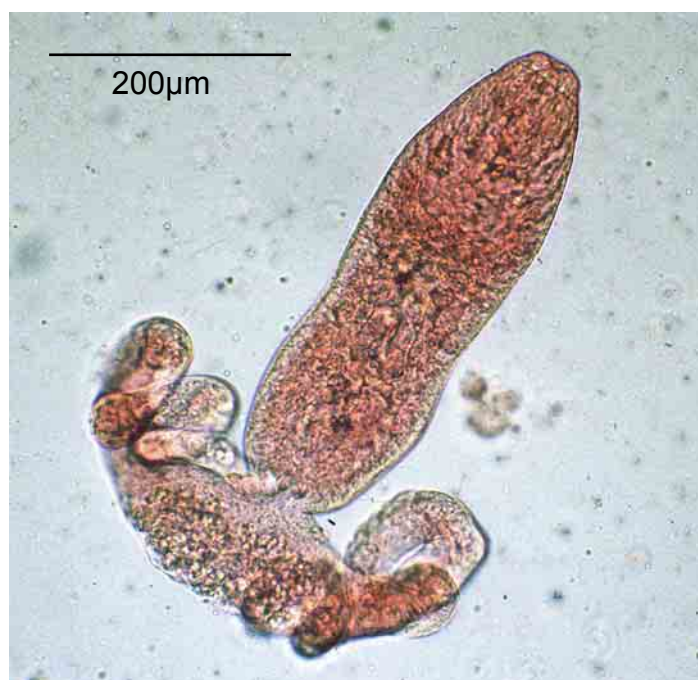


Abb. 8: *B. polymorphus*-Zerkarie mit angezogenen Gabelschwanzanhängen, neutralrot



Abb. 9: *B. polymorphus*-Zerkarie mit gestreckten Gabelschwanzanhängen, neutralrot

4.1.2.5 Beschreibung der Metazerkarien

Die Wand der runden bis leicht ovalen Zyste erschien transparent und ließ im Inneren die oft u-förmig gekrümmte, schlupfbereite Metazerkarie erkennen. Die durchschnittliche Länge betrug 340 μm , die Breite 221 μm (Abb. 10).

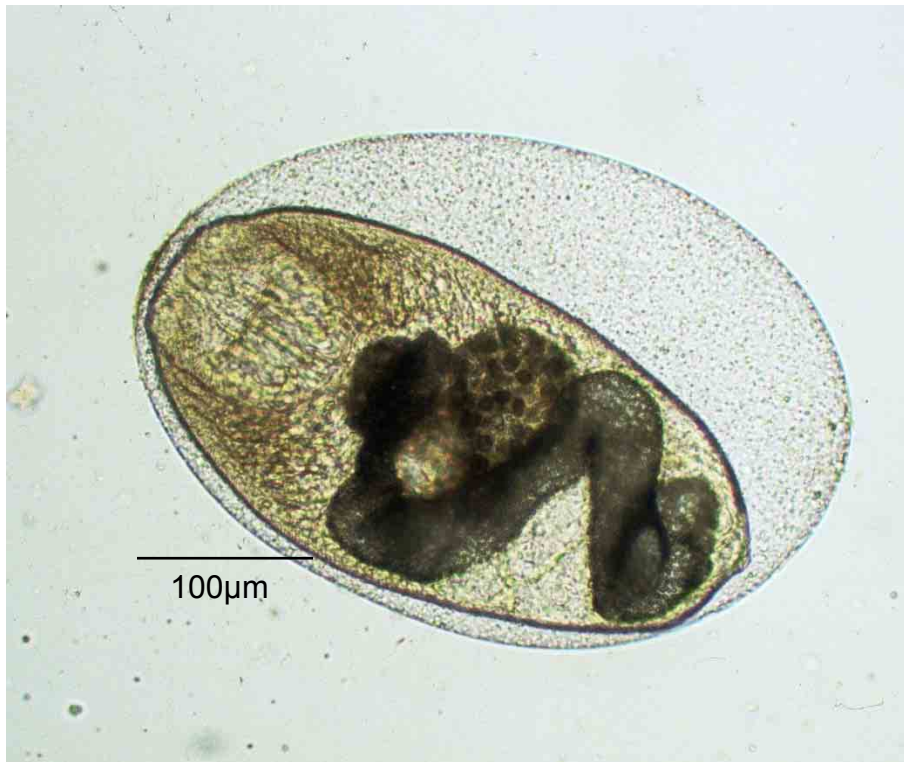


Abb. 10: *B.- polymorphus*- Metazerkarie in Zystenhülle, nativ

Die geschlüpfte Metazerkarie stellt bis auf die noch nicht erreichte Reproduktionsfähigkeit einen fertig entwickelten, kleinen, adulten Trematoden dar (Abb. 11). Die gemessene durchschnittliche Körperlänge und –breite betrug 454 bzw. 134 μm , wobei auf einer durchschnittlichen Länge von 306 μm die oftmals s-förmig gewundene Exkretionsblase im mittleren und kaudalen Anteil des Körpers zu erkennen war. Das Integument erschien deutlich bestachelt, der kraniale Rand des hufeisenförmigen, durchschnittlich 116 μm langen und 94 μm breiten Kopfsaugnapfes ließ sieben charakteristische, muskulöse Fortsätze erkennen. Jeder der einziehbaren Appendices besaß an seiner Basis einen kleineren Sekundärfortsatz (siehe auch Abb. 12). Die ventral liegende Mundöffnung sowie Pharynx und Oesophagus zeigten sich annähernd in der Körpermitte, die Gonaden, in denen noch keine Eier zu erkennen waren,

dagegen im kaudalen Körperdrittel, wobei das Ovar vor den beiden Hoden lag. Der kleine Körpersaugnapf war nur bei wenigen Tieren deutlich erkennbar.

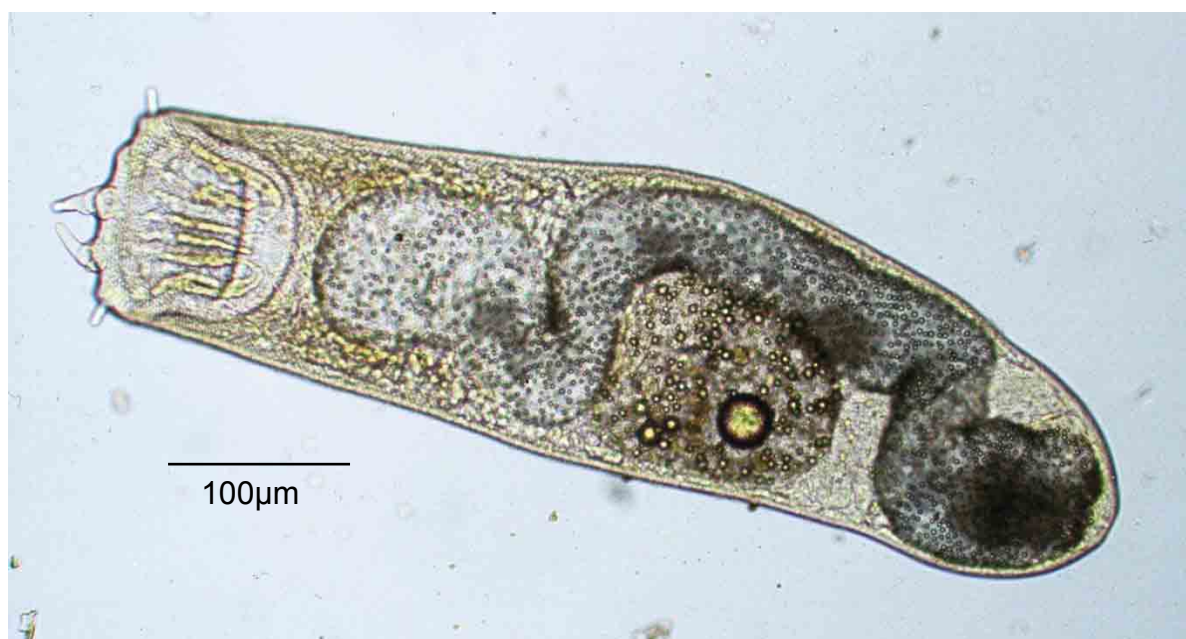


Abb. 11: *B.- polymorphus*- Metazerkarie nach Schlupf aus Zystenhülle, nativ

4.1.2.6 Beschreibung der Adulti

Die erwachsenen Trematoden (Abb. 12) unterschieden sich von frisch geschlüpften Metazerkarien hinsichtlich Ihrer Körpergröße und Reproduktionsfähigkeit. Es konnten Adulti mit einer Körperlänge von bis zu 1,9 und einer Körperbreite von 0,3 mm beobachtet werden. In adulten Würmern waren häufig große Mengen hell bis kräftig dunkelbraun gefärbter Eier zu erkennen, die in Gruppen über den Genitalporus abgesetzt wurden.

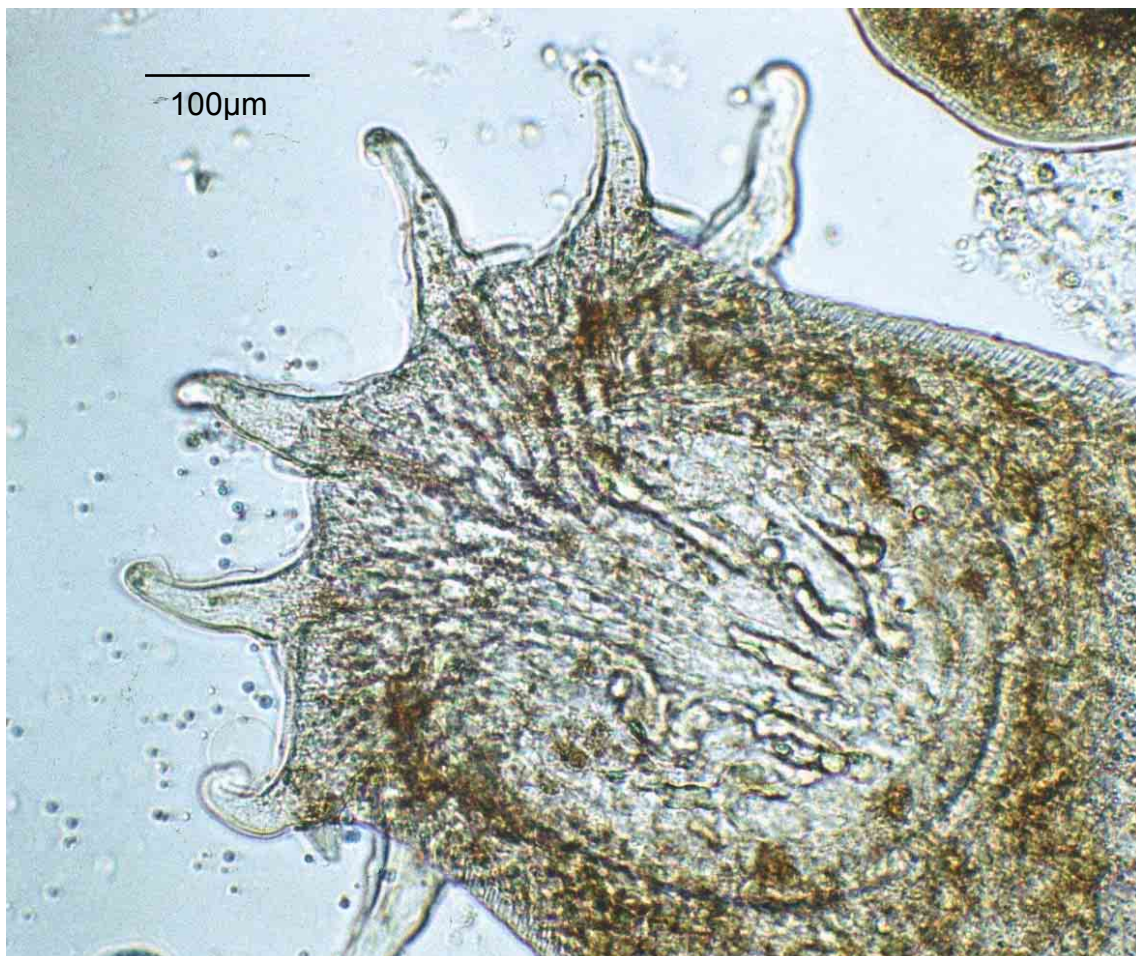


Abb. 12: Adulter *B. polymorphus* mit charakteristischen Kopfanhängen am Rand des Kopfsaugnapfes, nativ

4.1.3 Untersuchungen an Dreikantmuscheln (*D. polymorpha*)

4.1.3.1 Der Trematode *B. polymorphus* als Parasit der Dreikantmuschel (*D. polymorpha*)

In den seziierten Dreikantmuscheln wurden häufig weiße, stark verzweigte Sporozysten festgestellt (Abb. 13), welche zahlreiche Zerkarien unterschiedlichen Reifegrades enthielten (Abb. 14).

Die frühesten Entwicklungsstadien treten zunächst als runde Keimballen an der Innenwand der Sporozyste zutage, von der sie ins Lumen abgegeben werden. Im Verlauf der folgenden Differenzierung entwickeln sich diese Stadien zu oval- länglichen Gebilden, die durch die allmähliche Ausbildung der Gabelschwanzbasis zunächst bomben- und später torpedoähnliche Form annehmen. Derart geformte unreife Stadien sind zumeist bewegungslos. Erst mit der Ausbildung eines kompletten Gabelschwanzes zeigen die nunmehr reifen Zerkarien eine ausgeprägte Beweglichkeit.



Abb. 13: Sporozysten aus *D. polymorpha*, Übersichtpräparat, nativ

Während bei den weitaus meisten Muscheln Sporozysten vorwiegend in den Gonaden anzutreffen waren, breiten sich die Keimschläuche offenbar mit zunehmender Infektionsdauer oder Intensität infiltrativ in umliegendes Gewebe aus, bis sie einen

Großteil der Muskulatur und des Kiemenapparates verdrängen. Der Nachweis einer solch hochgradigen Infektion gelang jedoch nur in unter 5 % der Fälle.

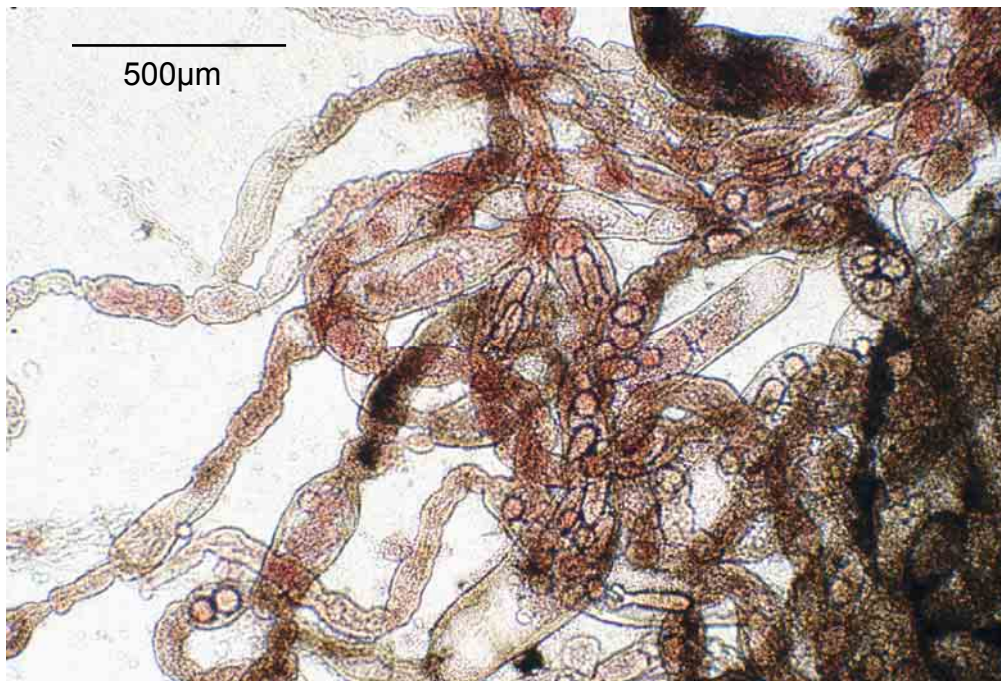


Abb. 14: *B.- polymorphus*- Sporozysten aus *D. polymorpha*: Keimschläuche mit Zerkarien unterschiedlichen Reifegrades, neutralrot

Die in den beschriebenen Sporozysten in *D. polymorpha* angetroffenen Zerkarien besaßen zwei ausgeprägte, lange Schwanzfäden (Abb. 9) und wurden aufgrund ihrer Morphometrie als Larvalstadien von *B. polymorphus* identifiziert. Die Sektion von 537 Muscheln ergab eine Befallsrate von insgesamt 18,6 %.

Die dargestellten Verfahren, welche zum Austritt von Zerkarien aus *D. polymorpha* angewandt wurden, waren in unterschiedlichem Maße zum Nachweis des Parasitenbefalls geeignet. Die Exposition der Mollusken mit Kunstlicht (Tab. 2; Versuche Nr. 2, 6, 7) war nicht ausreichend, um einen *B.- polymorphus*- Befall sicher zu diagnostizieren. Im Unterschied dazu rief die Überführung infizierter Mollusken in direktes Sonnenlicht innerhalb von 45 Minuten zuverlässig einen Ausstoß von Zerkarien hervor (Tab. 2; Versuche Nr. 3, 4, 5).

4.1.3.2 Überwinterung des Trematoden *B. polymorphus* in der Dreikantmuschel (*D. polymorpha*)

Nach Öffnung der Waschtrommel zeigte sich, dass die überwiegende Mehrheit der Dreikantmuscheln den Winter nicht überlebt hatte, es waren nur die leeren Schalenhüllen verblieben. Von den verbliebenen vitalen Exemplaren gelangten 99 Stück zur Sektion. Von den seziierten Muscheln wiesen 32 eine Infektion mit *B. polymorphus* auf (entspr. Prävalenz von 32 %).

4.1.4 Ergebnisse der Infektion von Zandern (*Sander lucioperca*) mit *B. polymorphus*

Die parasitologische Untersuchung der künstlich infizierten Zander erbrachte bei allen Tieren einen positiven Befund. Sämtliche Fische wiesen *B.- polymorphus*- Infektionen auf, so dass die Prävalenz bei 100% lag. Die Befallsintensität schwankte zwischen einem und 103 Würmern je Fisch. Der Reifezustand der Gonaden der Trematoden war unterschiedlich und variierte mit der Dauer der Infektion. Gravide Parasiten konnten bei den nach drei Monaten beginnenden Sektionen erfolgreich nachgewiesen werden. Die adulten Parasiten überlebten über einen Zeitraum von bis zu zwei Monaten in Zellkulturfläschchen mit eingangs erwähntem Medium und konnten nach Belieben entnommen und manipuliert werden.

4.1.5 Ergebnisse der Infektion von Flussbarschen (*Perca fluviatilis*) mit *B. polymorphus*

Bei der Eröffnung des Magen-Darm-Trakts der mit infektiösem Fisch gefütterten Raubfische konnte festgestellt werden, dass alle Zander der Kontrollgruppe eine Bucccephalose aufwiesen, während bei keinem der untersuchten Barsche ein Befall mit *B. polymorphus* nachzuweisen war.

4.2 Unterschiedliche Empfänglichkeit einzelner Fischarten gegenüber *B.- polymorphus*- Zerkarien

Im Verlaufe des ersten Experimentes im Sommer 2002 verendeten einige der eingesetzten Versuchsfische während der dem eigentlichen Versuch folgenden Haltungsperiode. Aus diesem Grunde sank die Zahl der Probanden auf 9 Regenbogenforellen, 8 Flussbarsche, 16 Güstern und 6 Plötzen. Aus den erzielten Befunden las-

sen sich somit zwar qualitative Aussagen ableiten, aber nur noch bedingt auch quantitative Vergleiche herstellen.

Mit Ausnahme des Flussbarsches erfolgte eine Infektion in allen Fischarten bereits innerhalb eines vierstündigen Expositionszeitraumes. Auch nach achtstündiger Exposition ergab die Untersuchung der Barsche auf Metazerkarienbefall ausschließlich negative Befunde.

Die Anzahl der nach Ablauf von 4 Wochen in den Geweben nachgewiesenen Metazerkarien variierte zwischen den verschiedenen Fischarten und Expositionsgruppen (Abb. 15). Der Vergleich des Metazerkarienbefalls der 4-Stunden-Gruppen offenbarte statistische Unterschiede ($p < 0,05$, U-Test) in der Befallsdichte zwischen der Güster (Mittelwert 0,97, Median 0,62 Parasiten/ g) und der Plötze (Mittelwert 0,09, Median 0,03 Parasiten/ g) sowie zwischen Güster und Flussbarsch (MW und Median: 0 Parasiten/ g).

Bei den Versuchsgruppen, welche 8 Stunden lang exponiert wurden, traten signifikante Differenzen zwischen der Befallsdichte von Güster (Mittelwert 1,52, Median 1,97 Parasiten/ g) und der Regenbogenforelle (Mittelwert 0,10, Median 0,1 Parasiten/ g) als auch zwischen Güster und Flussbarsch (MW und Median 0 Parasiten/ g) auf.

Die Exposition der Fische gegen *B. polymorphus*-Zerkarien führte mit zunehmender Infektionsdauer zu einem Anstieg der Befallsdichten (Abb. 15). So wiesen mit Ausnahme des Flussbarsches die Filets der 8-Stunden-Gruppen höhere durchschnittliche Befallsdichten auf als die ihrer Artgenossen, welche nur über einen Zeitraum von vier Stunden exponiert worden waren.

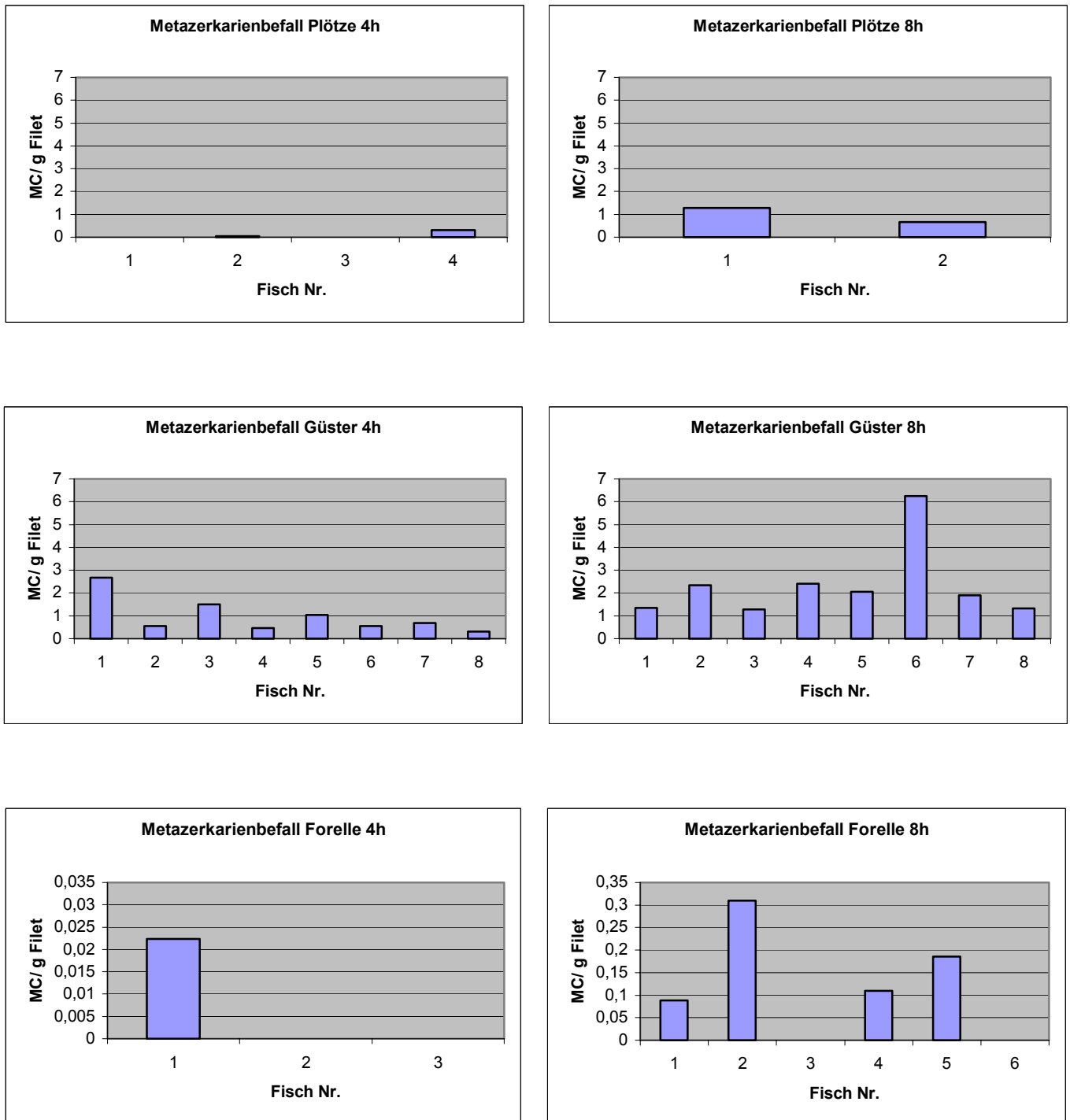


Abb. 15: Vergleich der Befallsdichten der Filets von Plötzen (*Rutilus rutilus*), Güstern (*Abramis bjoerkna*), und Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) nach 4- bzw. 8- stündiger Exposition mit *B.- polymorphus*- Zerkarien. Die abweichende Skalierung der y- Achse der Forellengruppen ist unbedingt zu beachten

Aufgrund der langanhaltenden ungünstigen Witterungsverhältnisse im Sommer 2003 traten auch bei der Wiederholung des Infektionsversuches mit Karpfen und Regenbogenforellen zahlreiche Verluste auf. Im Verlaufe der sich an die Infektion der Fische anschließenden Hälterungsperiode zur Gewährleistung der Weiterentwicklung der Parasiten zum Metazerkarienstadium verendeten zehn der elf eingesetzten Regenbogenforellen. Der Probenumfang der Karpfen sank bei der 4-Stunden-Gruppe auf 13 und bei der 8-Stunden-Gruppe auf 12 Individuen.

In den Kiemen der Regenbogenforelle ließ sich nur eine Metazerkarie nachweisen (0,17 Parasiten/ g); in der Muskulatur wurden keine Parasiten festgestellt. Sämtliche Gewebeproben aller exponierten Karpfen waren negativ.

4.3 Technologische Verfahren

4.3.1 Laborexperimente

4.3.1.1 Ergebnisse der Wassersturzversuche

Die Untersuchungen zu Effekten eines Aufpralls der in einem definierten Wasservolumen befindlichen *B. polymorphus*- Zerkarien auf eine ebene Fläche zeigten, dass durch die Einwirkung mechanischer Kräfte morphologische Schädigungen der Parasitenlarven hervorgerufen werden können (Abb. 16). Bei den behandelten Individuen kam es zum Teil zum Verlust eines oder beider Schwanzanhänge. Einige Zerkarien wurden durch die im Versuch auf sie einwirkenden Kräfte getötet (Tab. V im Anhang).

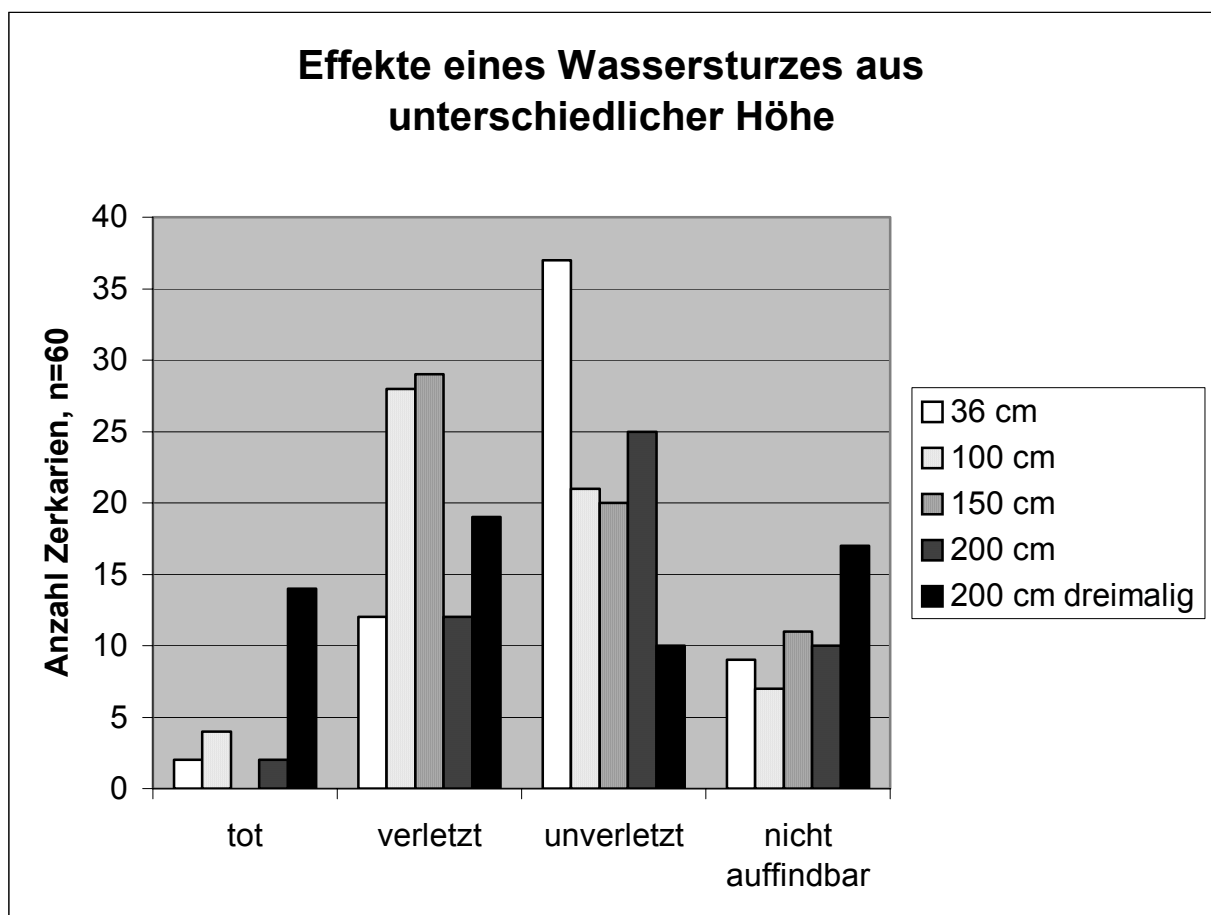


Abb. 16: Vergleich der Wirkung unterschiedlicher Fallhöhen auf Zerkarien von *B. polymorphus*

Bereits ab einer Fallhöhe von 36 cm ließ sich im Vergleich zu einer theoretischen Kontrollgruppe, bei der von 60 Zerkarien nur ein Individuum Schäden aufweist, eine signifikante Verringerung der Anzahl unverletzter Individuen feststellen (Chi- Quadrat- Test (Pearson), $p < 0,001$).

4.3.1.2 Ergebnisse der Ultraschallversuche

Die Analyse der Ultraschall-Anwendung ergab im Zusammenspiel von Intensität und Dauer der Behandlung eindeutige Schädigungen der Zerkarien (Tab. VI im Anhang). Bei allen durchgeführten Laborexperimenten führte die Ultraschallanwendung gegen *B. polymorphus*- Zerkarien im Vergleich mit einer theoretischen Kontrollgruppe, bei der von 60 Zerkarien nur ein Individuum Schäden aufweist, zu einer signifikanten Erhöhung des Anteils toter bzw. moribunder Parasitenlarven (Chi- Quadrat- Test (Pearson), $p < 0,05$). Die Zahl der unverletzten Probanden sank sowohl mit steigender Intensität der Beschallung als auch mit Ausweitung der Beschallungsdauer (Abb. 17).

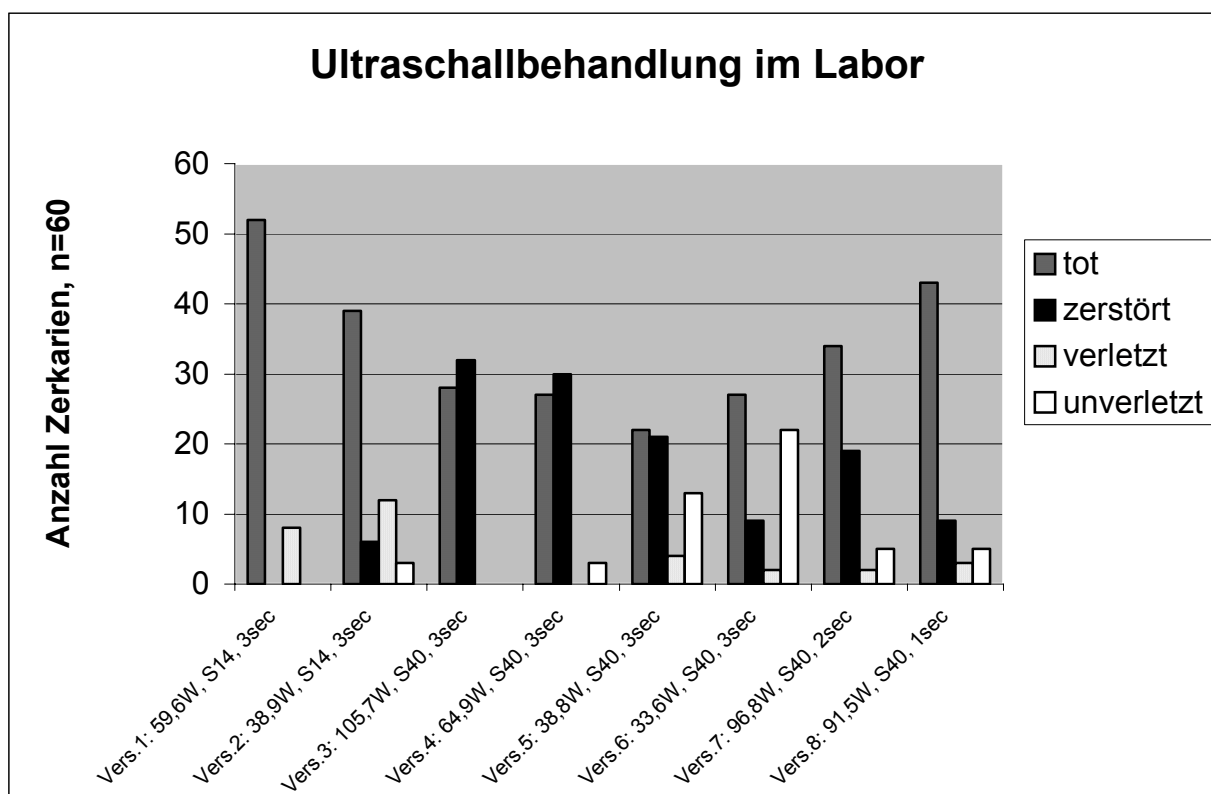


Abb. 17: Vergleich der Effekte einer Ultraschallbehandlung unterschiedlicher Stärke und Dauer auf Zerkarien von *B. polymorphus*, n je 60

Zwischen der in den verschiedenen Versuchen durch Ultraschall in die Proben eingebrachten Energie und der Anzahl toter und vollständig zersetzter Zerkarien bestand eine positive Korrelation (Pearson, $p < 0,0001$) mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,64$; der Regressionskoeffizient war $0,35$ (Abb. 18).

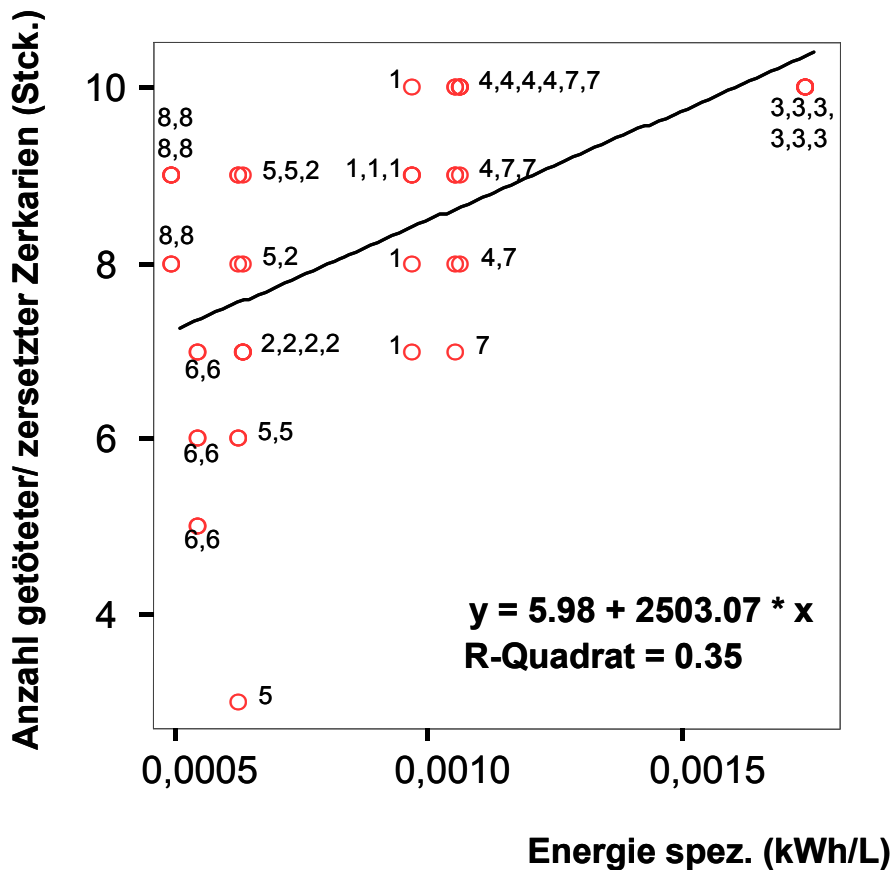


Abb. 18: Zusammenhang zwischen der eingebrachten Energie und der Anzahl toter und nicht mehr nachweisbarer *B.- polymorphus*- Zerkarien. Die Ziffern kennzeichnen die jeweiligen Versuche

Geschädigte Zerkarien wiesen zunächst einen Verlust ihrer Gabelschwanzanhänge auf. Sie blieben trotz dieses Defekts noch über einen Zeitraum von bis zu zwei Stunden vital. Bei längerer Exposition wurden die Körperhüllen punktiert, durch die entstandenen Defekte drang Körperflüssigkeit nach außen, und die Tiere starben in kürzester Zeit (Abb. 19). Bei noch stärkerem Energieeintrag wurden die Parasiten vollständig zerrissen, bis lediglich Gewebstrümmer im Beobachtungsfeld des Mikroskops verblieben.

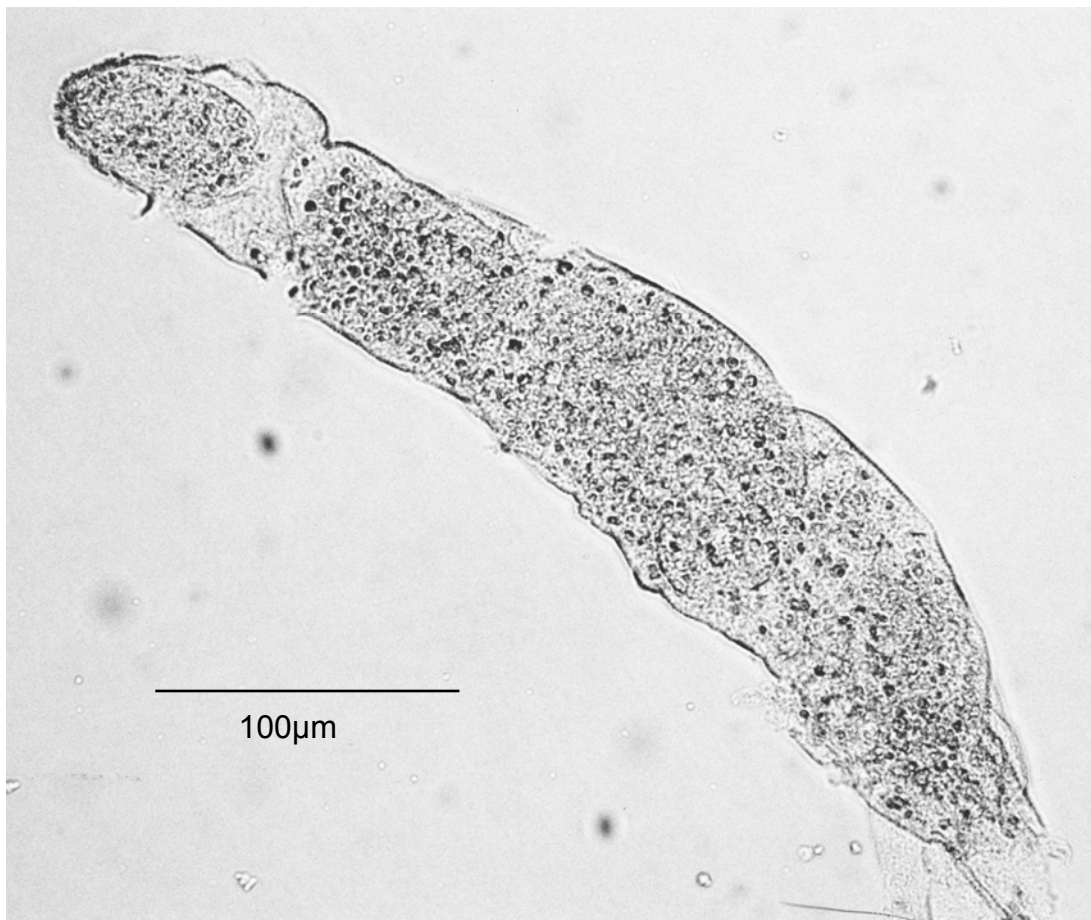


Abb. 19: Letal geschädigte Zerkarie mit abgetrennten Schwanzanhängen und mehrfach punktiertem Integument nach Ultraschallbehandlung

4.3.1.3 Ergebnisse der Versuche mit UV-C- Strahlung

Im Vergleich zur unbestrahlten Kontrollgruppe führte die Bestrahlung von Zerkarien mittels einer 5W-UV-Lampe bei zwei von drei Versuchen zu einer tendenziellen Verringerung der Bewegungsaktivität der Parasiten (Abb. 20). Generell variierte die Aktivität der Zerkarien sowohl innerhalb als auch zwischen den Gruppen sehr stark (Tab. VII im Anhang). In allen drei Versuchsansätzen waren jedoch vor Beginn der UV-Exposition keine Unterschiede in der Anzahl der Kontraktionen der Zerkarien im Vergleich zur Kontrollgruppe festzustellen (U-Test, $p=0,34$, $0,31$ und $0,5$). Während sich bei der Versuchsgruppe 1 (10 s) auch 45 Minuten nach erfolgter Bestrahlung kein Unterschied zur Kontrollgruppe beobachten ließ (U-Test, $p=0,8$), verursachte die UV-Bestrahlung der Parasiten über einen Zeitraum von 20 s bzw. 30 s eine tendenziell signifikante Verringerung der Anzahl der Kontraktionen (U-Test, $p=0,06$ bzw. $0,1$).

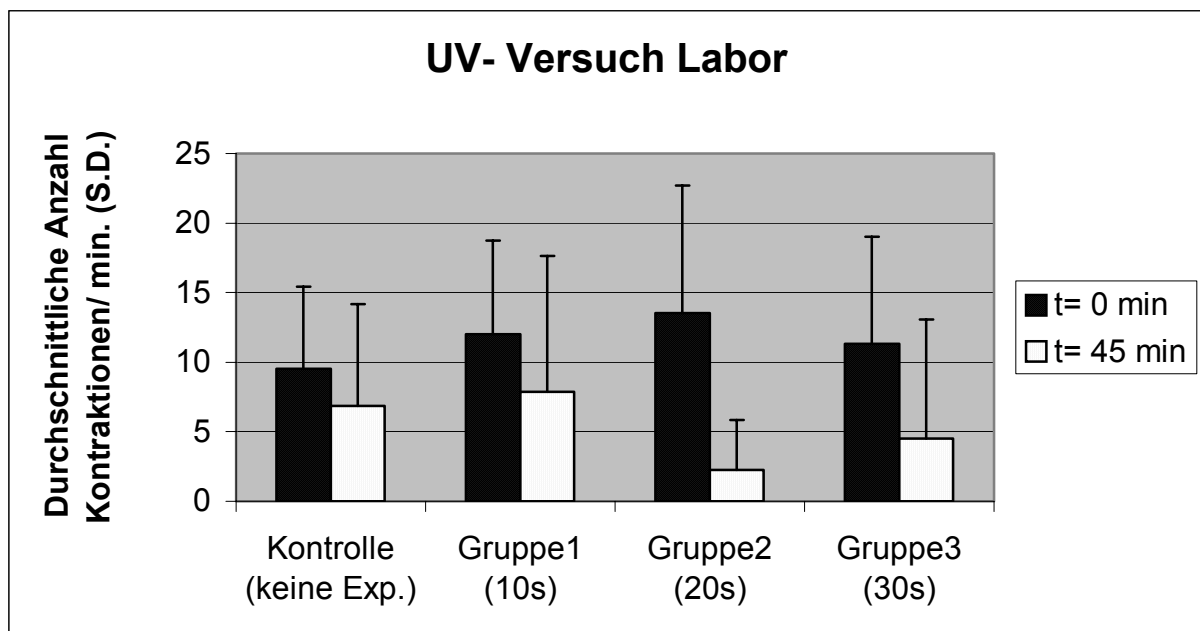


Abb. 20: Vergleich der mittleren Anzahl (+ S.D.) vollständiger Kontraktionen je Minute von *B.- polymorphus*- Zerkarien vor und 45 Minuten nach Exposition mit UV-Strahlung über 10 bis 30 Sekunden (entspr. 950, 1800, 2850 J/ m²).

4.3.2 Feldversuche

4.3.2.1 Die Anwendung von Ultraschall unter Freilandbedingungen

Aufgrund der langanhaltend hohen Temperaturen im Sommer 2003 waren bei der Durchführung des Feldversuchs nennenswerte Fischverluste, insbesondere unter den Regenbogenforellen, zu verzeichnen. Es verendeten sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe zahlreiche Fische, so dass die Anzahl der untersuchten Kontrollfische auf 14 Regenbogenforellen und 38 Karpfen, respektive die Anzahl der Fische der Ultraschallgruppe auf 4 Forellen und 34 Karpfen reduziert war. Darüber hinaus traten bei der Anwendung des Ultraschallgerätes technische Probleme auf. Nach 17 Tagen ununterbrochener Beschallung setzte die Sonotrode für mehrere Stunden aus. Nachdem dieses Problem durch einen Mitarbeiter der betreuenden Firma behoben werden konnte, versagte das Gerät ein zweites Mal am 20. Versuchstag. Aufgrund dieser Unregelmäßigkeiten wurde der vorzeitige Abbruch des Versuchs zum 20. Versuchstag beschlossen.

Da die Anzahl der überlebenden Regenbogenforellen zu gering war, um fundierte Aussagen treffen zu können, bleibt die Vorstellung der Ergebnisse auf die Daten der Karpfen von Kontroll- und Versuchsgruppe beschränkt. Die Karpfen der Versuchsgruppe zeigten mit 26,5% eine geringere Prävalenz als die Kontrollgruppe (76,3%). Darüber hinaus wiesen sie im Durchschnitt geringere Befallsdichten auf als ihre Artgenossen, denen unbehandeltes Wasser zugeleitet wurde; dies wird besonders beim Vergleich der Filets deutlich (siehe Tab. 7 und 8 sowie Tab. VIII und IX im Anhang): Ein Vergleich der Befallsdichte der Kiemen bzw. der Filets von Kontroll- und Ultraschallgruppe belegt die signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen ($p = 0,006$ bzw. $0,001$, Mann-Whitney-U-Test).

4.3.2.2 Die Anwendung von UV-C- Strahlung unter Freilandbedingungen

Bei der Versuchsgruppe, welche mit UV-bestrahltem Zulaufwasser versorgt wurde, waren ebenfalls Verluste zu verzeichnen, so dass nach vierwöchiger Versuchsdauer neben 34 Karpfen lediglich sechs Regenbogenforellen zur Auswertung zur Verfügung standen.

Entsprechend sollen auch hier nur die Daten der Kontroll- und Versuchskarpfen vorgestellt werden. Karpfen der Versuchsgruppe zeigten auch in diesem Versuch mit

67,6% eine etwas geringere Prävalenz als die Kontrollgruppe (76,3%). Auch die Befallsdichten von Kiemen und Filet waren im Vergleich zur Kontrollgruppe leicht reduziert (siehe Tab. 7 und 8 sowie Tab. VIII und X im Anhang). Die Unterschiede in der Befallsdichte der Kiemen zwischen Kontroll- und UV- Gruppe erwiesen sich als statistisch nicht signifikant ($p = 0,503$, U-Test). Der Vergleich der Parasitendichte der Filets beider Gruppen lässt bestenfalls tendenziell signifikante Unterschiede erkennen ($p = 0,075$, U- Test). Werden Ausreißer gemäß den Ausführungen von LOZÁN (1992) nicht in den Vergleich integriert, so ergibt sich nach Entfernung des Versuchstieres Nr. 12 (Tab. X im Anhang), welches eine gegenüber dem Durchschnitt in der Versuchsgruppe annähernd 10fache Parasitendichte im Filet aufweist, für den Vergleich der Befallsdichte der Filets ein mit $p = 0,042$ (U- Test) signifikanter Unterschied.

Tab. 7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Metazerkariendichte in Filet und Kiemen der Kontroll- und Versuchsgruppen des Freilandversuches

Gruppe	Fischart	Anzahl	MW MC/g Kieme	SD MC/g Kieme	MW MC/g Filet	SD MC/g Filet
Kontrolle	Forelle	14	23,71	16,82	2,47	2,86
"	Karpfen	38	0,12	0,17	0,27	0,58
Ultraschall	Forelle	4	23,63	8,95	3,25	1,73
"	Karpfen	34	0,04	0,11	0,03	0,06
UV	Forelle	6	10,86	7,48	6,18	8,48
"	Karpfen	34	0,1	0,2	0,14	0,25

Tab. 8: Vergleich der Mediane, Min- und Max- Werte der Freilandversuchsgruppen-Dichten

Gruppe	Fischart	Anzahl	Median MC/g Kieme	Min MC/g Kieme	Max MC/g Kieme	Median MC/g Filet	Min MC/g Filet	Max MC/g Filet
Kontrolle	Forelle	14	21,51	1,10	63,13	1,31	0,18	8,82
"	Karpfen	38	0,00	0,00	0,67	0,11	0,00	3,59
Ultra- schall	Forelle	4	23,02	15,63	32,85	3,35	1,05	5,27
"	Karpfen	34	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,21
UV	Forelle	6	11,67	0,58	18,79	3,54	0,10	23,02
"	Karpfen	34	0,00	0,00	1,07	0,03	0,00	1,28