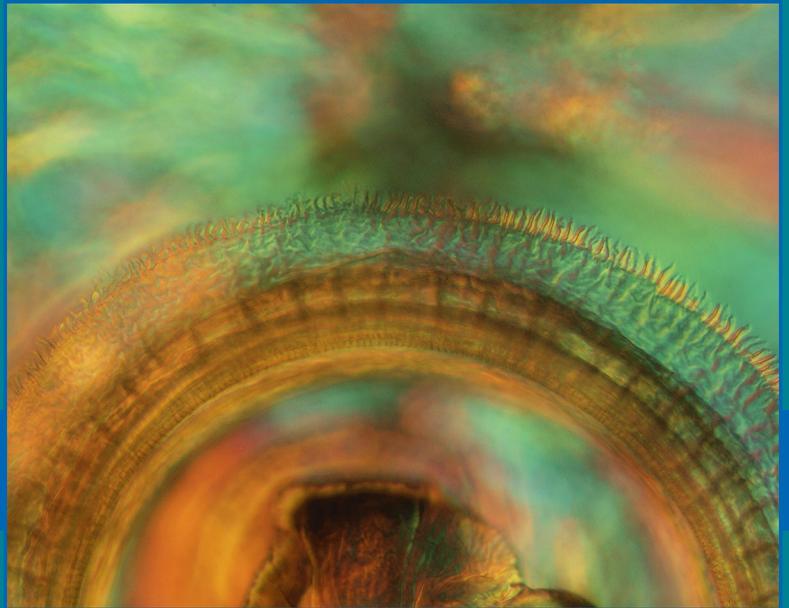


**Anika Rohde  
Harry W. Palm**

**Fischparasiten thermisch belasteter  
und unbelasteter Bereiche der Lippe  
(NRW) und ihrer angrenzenden  
Nebengewässer.**





**Anika Rohde, Harry W. Palm**

**Fischparasiten thermisch belasteter und unbelasteter  
Bereiche der Lippe (NRW) und ihrer angrenzenden  
Nebengewässer.**

Band 7

- Herausgeber: Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.  
Sprakeler Str. 409  
48159 Münster
- Bearbeitung: Anika Rohde<sup>1</sup>, Harry W. Palm<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V., Sprakeler Str. 409,  
48159 Münster  
<sup>2</sup>Aquakultur und Sea-Ranching, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät,  
Universität Rostock, Justus von Liebig Weg 6, 18059 Rostock,  
Email: [harry.palm@uni-rostock.de](mailto:harry.palm@uni-rostock.de)
- Fotos: Anika Rohde, Harry W. Palm
- Layout & Satz: Hubertus Wittmers, Medicom Marketing GmbH, Münster
- Druck: Bitter & Loose GmbH, Greven
- Vertrieb: Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.  
Sprakeler Str. 409  
48159 Münster  
E-Mail: [info@lfv-westfalen.de](mailto:info@lfv-westfalen.de)  
Homepage: [www.lfv-westfalen.de](http://www.lfv-westfalen.de)

© 2011 Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.

ISBN 978-3-9809545-5-6

Alle Rechte vorbehalten.  
Nachdruck nur mit Genehmigung des  
Landesfischereiverbandes Westfalen und Lippe e.V.

Printed in Germany

Die vorliegende Arbeit wurde aus Mitteln der Fischereiabgabe gefördert.

# Inhalt

1 Einleitung .....	5
2 Untersuchungsgebiet und verwendete Untersuchungsmethodik .....	7
2.1 Das Untersuchungsgebiet .....	7
2.2 Die Probenahme .....	11
2.3 Verwendete Untersuchungsmethodik .....	13
3 Nachgewiesene Fischparasitentaxa bei Süßwasserfischen in NRW .....	17
3.1 Wimperntierchen (Ciliophora) .....	17
3.2 Sporentierchen (Myxozoa) .....	18
3.3 Digenea (Saugwürmer) .....	18
3.4 Monogenea (Hakensaugwürmer) .....	19
3.5 Cestoda (Bandwürmer) .....	20
3.6 Nematoda (Fadenwürmer) .....	22
3.7 Acanthocephala (Kratzer) .....	24
3.8 Crustacea (Kleinkrebse) .....	26
3.9 Hirudinea (Egel) .....	26
4 Fischparasiten der Lippe .....	27
5 Thermische Belastung und nachgewiesene Parasitenfauna .....	32
5.1 Eigene Untersuchungen .....	32
5.2 Bisherige Untersuchungen .....	40
6 Diskussion .....	42
7 Literatur .....	44
8 Abbildungen .....	48
Anhang .....	51



## I Einleitung

Nordrhein-Westfalen (NRW) ist das viertgrößte Bundesland Deutschlands. Rund 18 Millionen Menschen leben auf 34.000 km<sup>2</sup> und somit ist NRW das bevölkerungsreichste Bundesland (IT.NRW 2011). Etwa 1,8% dieser Fläche sind von Wasser bedeckt. Dabei verfügt NRW über Fließ- und Stillgewässer sowie über große Talsperren und Kanäle, welche zumeist entweder künstlich angelegt sind oder starken Veränderungen durch die verschiedenen Nutzer unterliegen. Die sich daraus ergebende Gewässervielfalt und dessen Strukturen stellen auch für die Angelfischerei ein großes Potential dar. Es gibt rund 250.000 Fischereischeininhaber, von denen etwa 130.000 in Vereinen organisiert sind (LFV 2011).

Für eine nachhaltige Angelfischerei, Bewirtschaftung und Fischnutzung ist es wichtig, möglichst gesunde Gewässer zu erhalten bzw. wieder herzustellen. Nur in naturnahen, strukturreichen Ökosystemen ist eine Vielfalt von Organismen möglich. Landwirtschaft und Industrie nutzen unsere heimischen Gewässer und haben diese verändert. Vor allem unsere Fließgewässer unterliegen dem starken Einfluss menschlicher Aktivität. Es werden zusätzliche Nährstoffe eingetragen, die Ufer sind verbaut oder das Wasser durch die Einleitung von Kühlwasser anliegender Kraftwerke künstlich erwärmt. Dies betrifft auch die von Angelfischern genutzten Gewässer. Regelmäßige Besatz- und Pflegemaßnahmen gehören zu den Bemühungen der Fischereivereine, dieser Entwicklung entgegen zu wirken. Trotzdem ist es oft schwierig, den Gewässerzustand und den Einfluss menschlicher Aktivitäten und Veränderungen zu bewerten.

Alle Fischarten werden von einer Vielzahl verschiedener Krankheitserreger und Parasiten befallen (z.B. ROBERTS & SCHLOTFELD 1985). Es wird derzeit geschätzt, dass in norddeutschen Küstengebieten zwischen drei bis vier mehrzellige Parasitenarten pro Fischart auftreten (PALM ET AL. 1999). In Nordrhein-Westfalen wurden bisher 33 der vorkommenden Fischarten parasitologisch untersucht. Es hat sich herausgestellt, dass die Zahl in den Gewässern NRWs mit vier Parasitenarten pro Fischart über der der Küstengewässer liegt (diese Untersuchung). Fischparasiten sind Bestandteil eines gesunden Ökosystems. Eine hohe Anzahl von verschiedenen Arten weist auf eine Vielfalt von Fischnährtierchen (Invertebrata) im Gewässer hin, über die die Fischparasiten übertragen werden. Eine Veränderung im Gewässer kann zu einem übermäßigen Auftreten von Fischkrankheiten und Parasitosen führen, da das Gleichgewicht des Ökosystems gestört wird und der Gesundheitsstatus eng an den Stresszustand des betroffenen Fisches gekoppelt ist. Der direkte Einfluss von Umweltbedingungen kann zum Auftreten oder Fehlen bestimmter Fischparasitenarten führen.

Fischparasiten lassen sich als biologische Indikatororganismen für eine Vielzahl von verschiedenen Anwendungen verwenden (PALM 2011). So lassen sich Herkunftsgebiete bei Wanderfischen bzw. deren Nahrungsgewohnheiten bestimmen oder auch Verschmutzungssituationen oder Veränderungen im jeweiligen Ökosystem darstellen. Fischparasiten wurden ebenfalls erfolgreich genutzt, um den Einfluss thermischer Belastung (künstliche Erwärmung) auf ein Gewässer zu bewerten (z. B. BOXRUCKER 1979, POJMANSKA & DZIKA 1987, KHAN & HOOPER 2007). Wird zum Beispiel die Verbreitung bestimmter Zwischenwirte durch erhöhte Temperaturen eingeschränkt, kann sich eine Parasitenart, welche eng an diesen Wirt gebunden ist (wirtsspezifisch), nicht mehr verbreiten. Eine genaue Untersuchung der Parasitenfauna an ausgewählten Standorten kann also Auskunft über den Einfluss von thermischer Belastung geben.

In Westfalen spielt vor allem die Lippe eine bedeutende Rolle als Kühlwasserlieferant für die deutsche Kraftwerksindustrie (TEICHGRÄBER ET AL. 2004). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollten Fische an verschiedenen Standorten der Lippe auf ihre Parasiteninfektion untersucht werden. Dieses Projekt entstand in einer Kooperation zwischen dem Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e. V. und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf sowie dem Lehrstuhl Aquakultur und Sea-Ranching der Universität Rostock. Die vier Probestellen umfassten unbelastete sowie thermisch belastete Bereiche der Lippe, die durch anliegende Kraftwerke und deren Kühlwasser erwärmt werden. Darüber hinaus wurden zwei Nebengewässer der Lippe beprobt. Die Parasitenfauna eines Gewässers gibt nicht nur dessen momentanen Zustand wieder, sondern stellt einen Zusammenhang zwischen dem Nahrungsnetz der Fische und den umgebenden natürlichen und menschlich beeinflussten Faktoren her. In diesem Projekt soll der Zusammenhang zwischen der thermischen Belastung der Lippe und ihrer Fischparasitenfauna dargestellt werden. Zusätzlich gibt dieses Projekt einen Überblick über die Parasitenzusammensetzung von Süßwasserfischen unserer heimischen Gewässer und kann so die bisher sehr unzureichend erforschte Fischparasitenfauna Nordrhein-Westfalens weiter erschließen.

## 2 Untersuchungsgebiet und verwendete Untersuchungsmethodik

### 2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Lippe ist ein mittelgroßer, 220 km langer Flachlandfluss. Sie entspringt in einem Quellteich im Kurgebiet von Bad Lippspringe und fließt dann in westlicher Richtung. Sie mündet als letzter großer Nebenfluss bei Wesel in den Rhein (TEICHGRÄBER ET AL. 2004). Insgesamt überwindet der Fluss in seinem Verlauf einen Höhenunterschied von 123 Metern, was zu einem mittleren Gefälle von bis zu 0,5‰ führt (SACHER 2004). Die obere Lippe erstreckt sich von Bad Lippspringe bis nach Hamm. Dieses Gebiet hat ein Einzugsgebiet von 2160 km<sup>2</sup> und ist dünn besiedelt. Die Besiedlungsschwerpunkte stellen Paderborn (120.000 Einwohner) und Lippstadt (70.000 Einwohner) dar. Des Weiteren beinhaltet diese Region zwei große Naturschutzgebiete. Die 130 ha große Klostermersch befindet sich bei Lippstadt-Benninghausen und die Disselmersch bei Lippborg (BECKERS ET AL. 2004). Im oberen Lippegebiet liegen die ersten beiden Probestellen.

Das untere Lippegebiet verläuft von Hamm bis zur Mündung in den Rhein. Dieser Flussabschnitt ist stark bergbaulich und industriell geprägt und liegt am nördlichen Rand der Ballungszone Ruhrgebiet. In der Region leben rund 235.000 Menschen. Parallel zur Lippe verläuft der Datteln-Hamm-Kanal, der durch die Lippe gespeist wird (MUNLV 2008). Die Gewässergüte ist deutlich schlechter als im oberen Bereich und liegt zwischen Lünen und Haltern in der Klasse II-III (kritisch belastet). Neben einem erhöhten Salzgehalt ist hauptsächlich die künstliche Erwärmung durch anliegende Kraftwerke ausschlaggebend (TEICHGRÄBER ET AL. 2004). In diesem Bereich liegen die beiden unteren Probestellen.

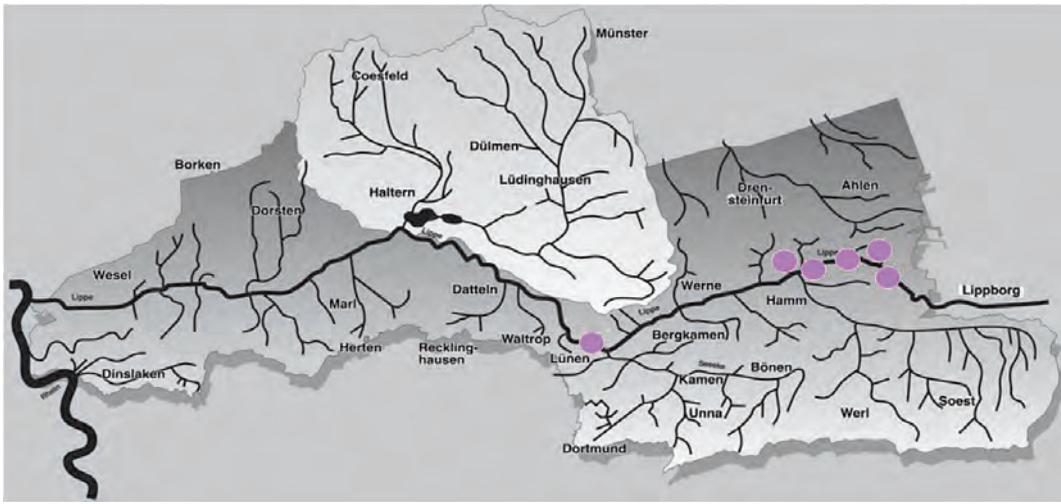
In der vorliegenden Untersuchung wurden sechs unterschiedliche Probestellen beprobt (siehe Abb. 1). Sie wurden unter Berücksichtigung von Lage, Zugänglichkeit und Temperaturbelastung ausgewählt. Vier der Probestellen (A-D) lagen unmittelbar im Hauptstrom der Lippe zwischen Lippstadt und Lünen. Des Weiteren wurden der Deichseitengraben (Hamm) und die Quabbe (Lippborg), zwei Nebengewässer der Lippe, untersucht. Die sechs Probestellen werden im Folgenden vorgestellt. Die Fakten sind noch einmal in Tabelle 1 zusammengefasst.

**Wehr Benninghausen (A):** Die Lippe ist in diesem Bereich renaturiert und liegt im Naturschutzgebiet Klostermersch. Sie ist thermisch unbelastet und hat eine durchschnittliche Tiefe von 1,80 m und eine durchschnittliche Breite von 15 m (GIEBNER 2009). Das mittlere Gefälle beträgt 0,42‰ mit einem Mittelwasserabfluss (MQ) von 24,3 m<sup>3</sup>/s (BECKERS ET AL. 2004).

**Kessler Mühle (B):** Der Standort Kessler Mühle liegt zwischen den beiden Naturschutzgebieten Klostermersch und Disselmersch. Auch hier ist die Lippe noch thermisch unbelastet jedoch ist das Ufer technisch ausgebaut. Direkt unterhalb des Wehres befindet sich ein tiefer Kolk, gefolgt von einer Flachwasserstrecke (GIEBNER 2009). Das Sohlssubstrat der Lippe besteht aus großen Mergeln, die nur wenig von Pflanzen bewachsen sind (EIGENE BEOBACHTUNG).

**Wehr Uentrop (C):** Das Wehr Uentrop liegt in Hamm. Die Lippe ist mit mehr als 20 m sehr breit (GIEBNER 2009), das Ufer ist technisch ausgebaut. Hier befindet sich das erste Kraftwerk, welches seit 1973 Wasser aus der Lippe zur Kühlung einsetzt und anschließend wieder einleitet (BUNZEL-DRÜKE & SCHARF 2004).

**Wehr Buddenburg (D):** Die letzte Probestelle im Hauptstrom der Lippe lag am Wehr Buddenburg, direkt in der Wärmefahne des Kraftwerks. Oberhalb liegen mehrere Kraftwerke, die an diesem



**Abb. 1:** Die Probenahmestellen der vorliegenden Untersuchung. Verändert nach SOMMERHÄUSER ET AL. 2007



**Abb. 2:** Probestelle A Wehr Benninghausen.



**Abb.3:** Probestelle B Kessler Mühle.



**Abb.4:** Probestelle C Wehr Uentrop.



**Abb.5:** Probestelle D Wehr Buddenburg.



**Abb.6:** Probestelle E Deichseitengraben.



**Abb.7:** Probestelle F Quabbe.

Standort zu einer kumulierten Wärmebelastung führen. Seit dem Jahr 2003 gibt es einen naturnahen Fischeaufstieg. Neben der thermischen Belastung ist hier auch ein erhöhter Salzgehalt von Bedeutung (BUIBKAMP 2001).

**Deichseitengraben (E):** Der kleine Graben fließt vom Fährweg (Hamm) über ein großes Wiesengebiet und wird im weiteren Verlauf vom Abwasser einer Kläranlage gespeist. Unterhalb der Schleuse Hamm mündet er wieder in die Lippe. Die Vegetation ist hier sehr dicht. Die Breite des Gewässers beträgt lediglich zwei bis drei Meter und auch die Tiefe ist gering. Der Deichseitengraben ist thermisch unbelastet (GIEBNER 2009).

**Quabbe (F):** Die Quabbe ist einer der wesentlichen nördlichen Zuflüsse und mündet oberhalb des Stauinflusses des Wehres Uentrop in die Lippe. Sie wird von mehreren kleineren Bächen gespeist (BUNZEL-DRÜKE & SCHARF 2004, MUNLV 2008). Die Breite des sehr langsam fließenden Flussabschnittes wurde auf zwei bis drei Meter geschätzt, die Tiefe auf 1,00 - 1,50 m. Die Ufervegetation ist sehr dicht und auch aquatische Makrophyten sind in großer Zahl vorhanden. Man findet eine flächendeckende Beschattung von Bäumen vor sowie viele Wasserpflanzen (PIKALOV 2009).

## 2.2 Die Probenahme

Die Lippe wurde zwischen August 2008 und September 2009 dreimal per Elektrofischfang beprobt (Sommer 2008 (S08), Winter 2008/09 (W09), Sommer 2009 (S09)). Zielfischarten waren vor allem Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und Flussbarsche (*Perca fluviatilis*). Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden außerdem Aale (*Anguilla anguilla*) und Döbel (*Squalius cephalus*) untersucht. Die Anzahl der untersuchten Fische sowie ihre Herkunft sind in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.

**Tab. 1:** Vergleich von Parametern der unterschiedlichen Probestellen in der Lippe. Abk.: Abkürzung, FG: Fließgeschwindigkeit, PS: Probestelle. Die verwendeten Abk. gelten auch im Folgenden.

Probestelle	Wehr Benninghausen	Kesseler Mühle	Wehr Uentrop	Wehr Buddenburg	Deichseitengraben	Quabbe
<b>Abk.</b>	A	B	C	D	E	F
<b>Breite</b>	15,0 m	20,0 m	20,0 m	20,0 m	2,0 m	2,0 m
<b>Tiefe</b>	1,8 m	4,0 m	2,0 m	4,0 m	1,0 m	1,0 m
<b>FG</b>	Mittel	Mittel	Hoch	Hoch	Gering	Gering
<b>Ausbau</b>	Renaturiert	Technisch ausgebaut	Technisch ausgebaut	Technisch ausgebaut	-	-
<b>Belastung</b>	Unbelastet	Unbelastet	Thermisch	Thermisch, erhöhter Salzgehalt	Unbelastet	Unbelastet



**Abb.8:** Die Probenahme.



**Abb.9:** Tragbares E-Gerät.

**Tab. 2** :Anzahl der untersuchten Fische an den sechs verschiedenen Probenahmestellen sämtlicher Probejahre. A: Wehr Benninghausen, B: Kesseler Mühle, C: Wehr Uentrop, D: Wehr Buddenburg, E: Deichseitengraben, F: Quabbe

2008/09	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Squalius cephalus</i>	<i>Anguilla anguilla</i>
<b>A</b>	70	38	-	10
<b>B</b>	2	10	1	-
<b>C</b>	99	58	25	2
<b>D</b>	67	33	27	-
<b>E</b>	101	9	30	23
<b>F</b>	13	18	26	-
<b>Summe</b>	<b>352</b>	<b>166</b>	<b>109</b>	<b>35</b>

Die Fische wurden durch Einsatz der Elektrofischerei gefangen. Verwendet wurden die Gleichstrom-Elektrofischereigeräte des Typs EFKO FEG 8000 und DEKA 3000L. Als Kathode dient bei der Elektrofischerei ein Stahlseil, das im Rücken des Fischers im Wasser liegt, die Anode bildet den Fangkescher (BUNZEL-DRÜKE & SCHARF 2004). Um die beiden Pole entsteht ein begrenztes Stromfeld. Das Prinzip der Elektrofischerei beruht auf der Tatsache, dass Fische in einem Gleichstromfeld zielgerichtet zur Anode schwimmen (Elektrotaxis). Zusätzlich löst die Kathode eine Scheuchwirkung in Richtung Anode aus. In unmittelbarer Nähe der Anode werden die Fische kurzzeitig betäubt und es können ausgewählte Fische dem Gewässer entnommen werden. Nach der Beeinflussung durch das elektrische Feld kommen die Tiere schnell wieder zu Bewusstsein (IFB 2004). Es wurde je nach Wassertiefe entweder das Ufer vom Boot aus befischt oder eine Watbefischung mit einem Tragegerät durchgeführt. In der vorliegenden Untersuchung wurde in einem Bereich von 350–600 Volt und 3–8 Ampère gefischt. Die gefangenen Exemplare wurden bis zum Erreichen des Ufers gehältert. Die lebendigen Rotaugen wurden mit einem Schlag auf den Kopf betäubt. Anschließend wurden mit einem desinfizierten Skalpell Abstriche an Kiemen und Rückenflossen durchgeführt. Das gewonnene Gewebe wurde auf einem desinfizierten Objektträger ausgestrichen und getrocknet. Anschließend wurden alle Fische waidgerecht getötet. Es entstand ein Probenumfang von 352 Rotaugen, 166 Flussbarschen, 35 Aale und 109 Döbel (Gesamtumfang n = 662 Fische).

### 2.3 Verwendete Untersuchungsmethodik

Die Fische wurden direkt nach dem Fang tiefgefroren und zur Untersuchung im Labor schonend wieder aufgetaut. Zunächst wurden die Fische vermessen und gewogen, um u.a. den Fitness-/Ernährungszustand der Fische zu überprüfen.

Für die parasitologische Untersuchung wurde die Außenseite des Fisches auf Ektoparasiten untersucht. Anschließend wurde die Leibeshöhle geöffnet und alle inneren Organe, inklusive Augen



**Abb. 10:** Geöffnete Leibeshöhle eines Flussbarsches.



**Abb. 11:** Entnommene Organe eines Flussbarsches.

und Kiemen, entnommen. Diese wurden in Kochsalzlösung, die der Körperflüssigkeit des Fisches ähnelt, überführt. Nun wurden alle Organe einzeln unter einem Stereomikroskop untersucht. Die isolierten Parasiten wurden mit Formalin (Histofix<sup>®</sup>) haltbar gemacht und zur späteren Bestimmung in 70%igem Alkohol aufbewahrt.

Die Kiemenabstriche der Rotaugen wurden mit Silbernitrat gefärbt (KLEIN 1926, 1958), so dass einzellige Parasiten besser sichtbar wurden. Dafür beschichtet man den Objektträger mit einer Silbernitratlösung und belichtet diesen nach einer Einwirkzeit von 30 Minuten mit UV-Licht. Anschließend konnten die Objektträger unter dem Mikroskop auf Wimperntierchen untersucht werden.

Um die Parasitenfauna besser erfassen und auswerten zu können, wurden einige parasitologische Standardwerte berechnet (nach BUSH ET AL. 1997):

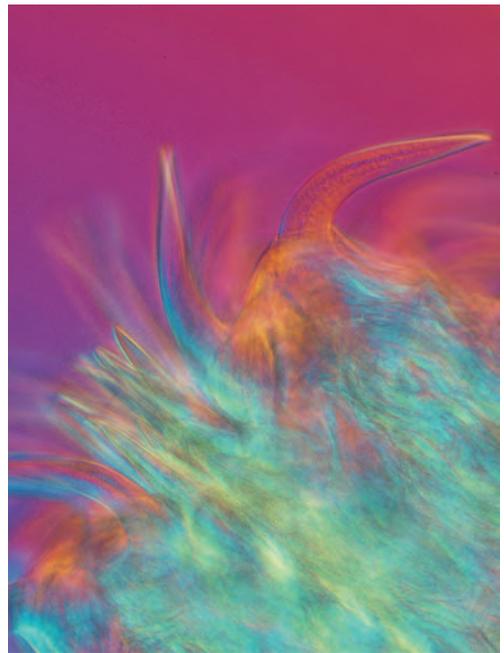
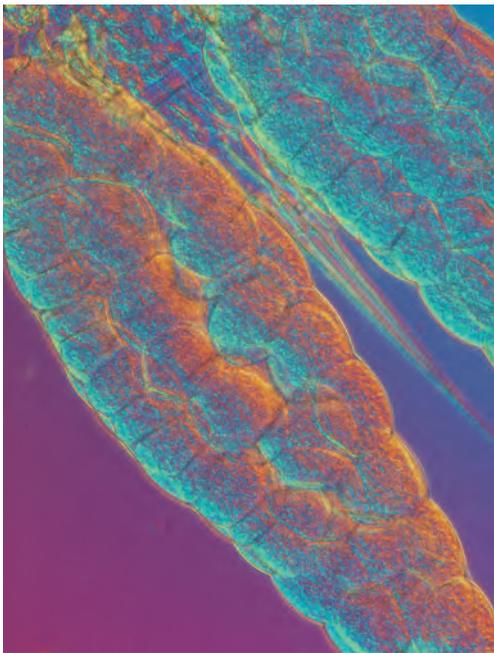
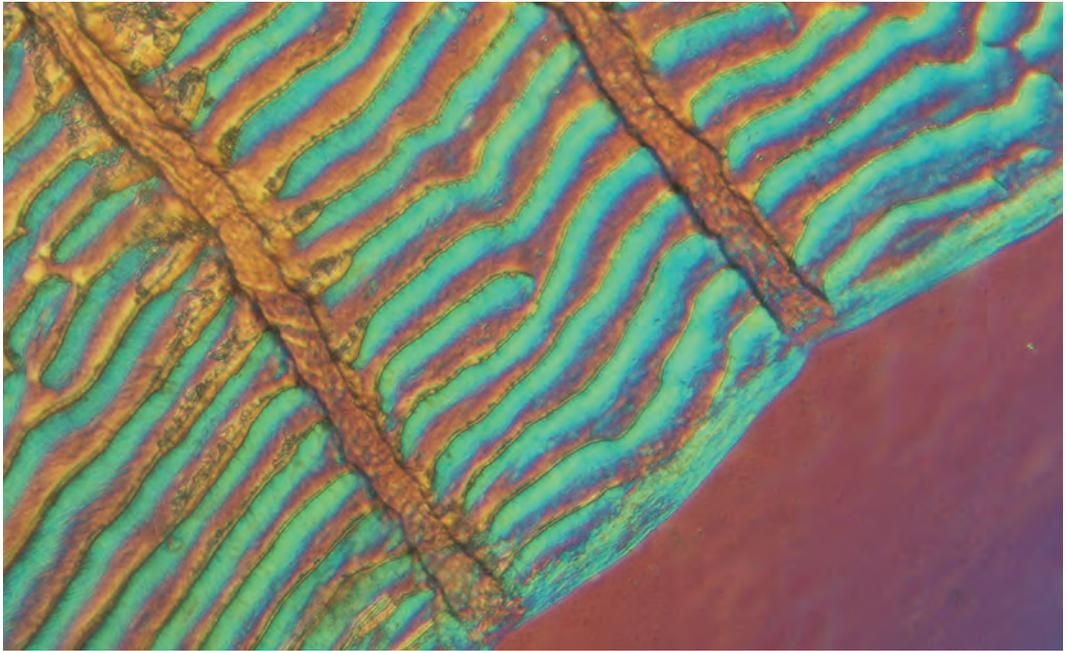
**Prävalenz ( $P_{[\%]}$ ):** Die Prävalenz beschreibt das prozentuale Auftreten von einer Parasitenart in allen untersuchten Fischen. Hierfür teilt man die Anzahl der befallenen Fische ( $n_{Fb}$ ) durch die Anzahl der insgesamt untersuchten Fische ( $N_F$ ):

$$P_{[\%]} = \frac{n_{Fb}}{N_F} \times 100$$

**Intensität (I):** Die Intensität gibt die Anzahl der nachgewiesenen Parasiten einer Art pro Fisch als Bereich an (in ganzen Zahlen).

**Mittlere Intensität (mI):** Die mittlere Intensität ist die durchschnittliche Anzahl der nachgewiesenen Parasiten einer Art pro Fisch. Sie berechnet sich, indem man die Anzahl der Parasiten einer Art ( $n_{Pi}$ ) durch die Anzahl der Fische, die mit diesem Parasiten befallen sind, teilt:

$$mI = \frac{n_{Pi}}{n_{Fb}}$$



### 3 Nachgewiesene Fischparasitentaxa bei Süßwasserfischen in NRW

Parasiten werden definiert als ein- oder mehrzellige Organismen, die sich auf Kosten ihres Wirtes ernähren und sich in oder auf einem Wirtstier vermehren (BOCH ET AL. 2006).

Die meisten Parasiten, die bei unseren heimischen Fischarten auftreten, gehören zu neun Großgruppen: Wimperntierchen (Ciliophora), Sporentierchen (Myxozoa), Saugwürmer (Digenea), Hakensaugwürmer (Monogenea), Bandwürmer (Cestoda), Fadenwürmer (Nematoda), Kratzer (Acanthocephala), Kleinkrebse (Crustacea) und Egel (Hirudinea). Häufig befinden sich auch Muschellarven auf den Kiemen von Süßwasserfischen, die nur für kurze Zeit parasitär leben.

Im Folgenden werden die Großgruppen mit ihren wichtigsten Erkennungsmerkmalen und Charakteristika vorgestellt (AMLACHER 1981, ROBERTS & SCHLOTFELDT 1985, MEHLHORN & PIEKARSKI 2002, BAUR ET AL. 2010).

#### 3.1 Wimperntierchen (Ciliophora)

Zu den Wimperntierchen gehören einzellige Parasiten, die ihren Namen einem mehr oder weniger ausgeprägten Wimpernkranz verdanken, mit dem sie sich fortbewegen. Häufig kommen Ciliophora auf der Haut oder den Kiemen von Fischen vor. Trotz ihrer sehr geringen Größe können diese Parasiten erhebliche Schäden an den Fischen verursachen. Da sich vor allem die Gattung *Trichodina* von Bakterien ernährt, kann ein starker Befall ein Zeichen für eine Eutrophierung des Gewässers sein. Sie vermehren sich meist durch ungeschlechtliche Teilung und werden direkt von Fisch zu Fisch übertragen. Die Bestimmung der einzelnen Arten ist sehr schwierig und kann nur von einem Experten vorgenommen werden.

In NRW konnten in 18 der 33 untersuchten Fischarten 16 verschiedene Ciliophora-Arten nachgewiesen werden. Bei vielen parasitologischen Untersuchungen wurden jedoch lediglich die Metazoen (mehrzelligen Parasiten) erfasst. Die Zahl der tatsächlich auftretenden Arten muss wesentlich höher eingeschätzt werden. Dieses Beispiel zeigt ganz deutlich, dass selbst die Natur „vor unserer Haustür“ nur unzureichend erforscht ist und viele Entdeckungen noch im Verborgenen liegen.

Häufige Wimperntierchen in NRW sind: *Ichthyophthirius multifiliis* (Erreger der Weißpünktchen-Krankheit), *Chilodonella cyprini* (Hauttrüber) und verschiedene Arten der Gattungen *Apiosoma*, *Epi-stylis* und *Trichodina*.

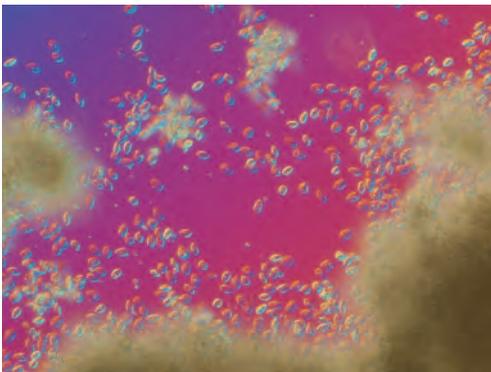


**Abb. 12:** *Trichodina* sp.

### 3.2 Sporentierchen (Myxozoa)

Die Großgruppe der Myxozoa besteht aus ausschließlich parasitisch lebenden Tieren, welche zu den Sporentierchen gezählt wurden. Mit Hilfe molekularbiologischer Methoden wurde erst kürzlich bewiesen, dass es sich bei diesen ursprünglich als Einzeller angesehenen sporenbildenden Organismen tatsächlich um Verwandte der Vielzeller handelt. Die Sporen der Myxozoa enthalten zumeist zwei Polkapseln, in denen ein langer Polfaden aufgewickelt ist. Dieser funktioniert im Prinzip wie eine Nesselkapsel der Quallen und kann nach dem Durchschlagen des Wirtsgewebes ein infektiöses Parasitenstadium auf den neuen Wirt übertragen. Es werden nahezu alle Organe befallen, wobei sich dort in einer Zyste (Plasmodium) tausende neue Sporen entwickeln. Diese Plasmodien erscheinen als (meist) weißliche Beläge auf den Kiemen. Erst wenn man diese Cyste unter dem Mikroskop öffnet, werden die sehr kleinen Myxosporen sichtbar. Übertragen wird diese Großgruppe zumeist über Wenigborster (Oligochaeta), wie z. B. den Schlammröhrenwurm (*Tubifex* sp.). Diese Zwischenwirte kommen häufig in schlammigen, langsam fließenden Gewässern vor (COULIBALY 2007).

In NRW konnten in 11 der untersuchten Fischarten Sporen der Myxozoa nachgewiesen werden. Dabei wurden 15 verschiedene Arten isoliert. Am häufigsten traten Arten der Gattung *Myxobolus* auf. Diese sind meist sehr wirtsspezifisch, d. h. sie sind auf eine bestimmte Fischart spezialisiert. Auch hier ist es sehr schwierig die Art zu bestimmen. Notwendig sind genaue Vermessungen der inneren Strukturen wie beispielsweise der Polkapseln.



**Abb. 13:** *Myxobolus muelleri*.



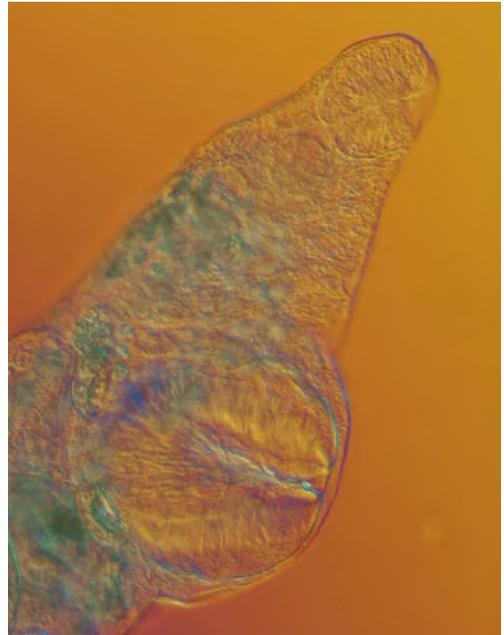
**Abb. 14:** *Myxobolus* sp.

### 3.3 Digenea (Saugwürmer)

Digenea oder Saugwürmer gehören zur Klasse der Trematoda. Sie besitzen zumeist eine seitlich abgeflachte, ovale Körperform mit zwei Saugnäpfen, jeweils am Vorderende sowie in der Körpermitte. Der Lebenszyklus verläuft über mehrere Zwischenwirte. Als erste Zwischenwirte werden Schnecken oder Muscheln befallen. In ihnen entwickelt sich der Saugwurm über mehrere Zwischenstadien bis zur Gabelschwanzcercarie. Dieses Larvenstadium hat einen oftmals gegabelten Schwanz



**Abb. 15:** Der Augewurm *Diplostomum spathaceum*.



**Abb. 16:** *Sphaerostoma bramae*.

zur Fortbewegung, kann aktiv schwimmen, sucht sich aufgrund von chemischen Reizen seinen zweiten Zwischenwirt (Kleinkrebse/Fische) und befällt diesen aktiv. Über die Nahrungsaufnahme befallen sie Vögel oder Fische als Endwirte. Digenea vermehren sich sowohl ungeschlechtlich (Zwischenwirt) als auch geschlechtlich (Endwirt). Im Fisch befallen Parasiten dieser Großgruppe je nach Art entweder die Kiemen und die Haut oder aber innere Organe wie den Darm oder die Augen.

Digenea kommen in unseren heimischen Fischarten sehr häufig vor. Siebzehn der 33 untersuchten Fische waren befallen. Insgesamt konnten 17 Parasitenarten identifiziert werden. Am häufigsten kamen dabei die Arten *Bunodera lucioperca* (Fisch als Endwirt), *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphys clavata* (Erreger des Wurmstars) und *Posthodiplostomum cuticola* (Erreger der Schwarzfleckenkrankheit) vor (jeweils Vögel als Endwirte).

### 3.4 Monogenea (Hakensaugwürmer)

Hakenwürmer sind die zweite Großgruppe aus der Klasse der Trematoda. Sie leben auf den Kiemen oder der Haut von Fischen. Sie zeichnen sich neben einem Saugnapf am Vorderende durch einen sehr auffälligen Hinterleib aus. Dieser ist mit zwei großen und zahlreichen kleinen Haken versehen, die der Verankerung im Wirt dienen. Durch die Ernährung vom Kiemen- bzw. Hautgewebe kann ein Massenbefall zu erheblichen Schäden führen. Monogenea werden direkt ohne Zwischenwirt von



**Abb. 17:** Hakenstruktur eines Doppeltierchens (*Diplozoon paradoxum*).

Fisch zu Fisch übertragen. Dabei sind sie extrem wirtsspezifisch, d. h. sie sind an eine oder wenige Fischarten gebunden. Schwarmfische sind häufiger befallen als Einzelgänger (z.B. Raubfische).

Am weitesten verbreitet sind Vertreter der Gattungen *Dactylogyrus* (Kiemensaugwurm) und *Gyrodactylus* (Hautsaugwurm) sowie aus der Familie der Diplozoidae (Doppeltierchen). *Dactylogyrus* wurde in neun Fischarten nachgewiesen, *Gyrodactylus* in 18 und Doppeltierchen in fünf Fischarten. In NRW waren sieben Fließgewässer, zwei Stillgewässer und zwei Talsperren befallen.

### 3.5 Cestoda (Bandwürmer)

Cestoda sind Bandwürmer, die meist im Fischdarm als erwachsene Tiere oder in der Leibeshöhle als Larvenstadien leben. Sie können beachtliche Längen von bis zu 40 cm erreichen und somit die Länge des Fisches in dem sie leben bei Weitem übertreffen. Die Parasiten sind seitlich abgeflacht und bestehen aus drei Körperbereichen. Am Vorderende sitzt der Kopf, der zumeist mit Saugnäpfen und Haken bestückt ist. Daran schließt sich eine Wachstumszone an, in welcher sich die Geschlechtsorgane bilden. Der Körper endet mit der Gliederkette, in welcher sich die Organe weiterentwickeln und die Geschlechtsprodukte heranreifen. Jedes Glied enthält im Regelfall männliche und weibliche Geschlechtsprodukte, die zu Spermien und Eiern heranreifen. Die befruchteten Eier gelangen durch das Platzen des hintersten Gliedes in das Gewässer. Der Lebenszyklus verläuft über ein bis zwei



**Abb. 18:** Der Riemenbandwurm *Ligula intestinalis* aus der Leibeshöhle eines Rotauges.



**Abb. 19:** Die Hakenstruktur des Hechtbandwurms *Triaenophorus nodulosus*.

Zwischenwirte. Dabei können diese je nach Art durch Hüpferlinge, Flohkrebse, Würmer oder Fische dargestellt werden. Endwirte sind meist Fische oder Vögel. Da diese Großgruppe eine der auffälligsten ist, ist bei Fischen eine große Zahl von Bandwurm-Arten bekannt.

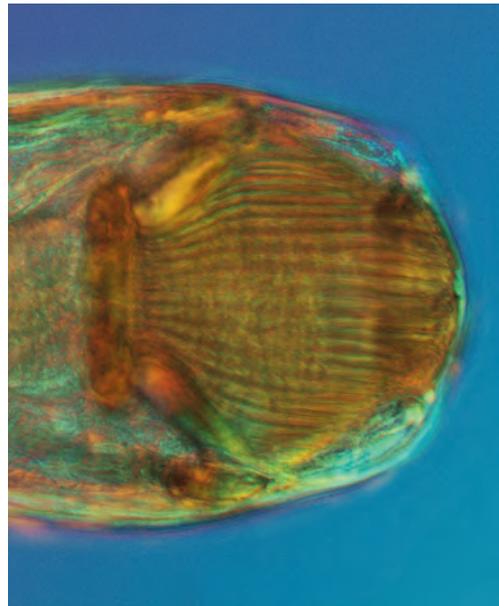
Die häufigsten Arten sind *Caryophyllaeus fennica* (Nelkenkopfbandwurm), *Triaenophorus nodulosus* (Hechtbandwurm) (jeweils Fisch als Endwirt) und *Ligula intestinalis* (Riemenbandwurm, Vogel als Endwirt). In NRW konnten 14 Bandwurmart in 18 Fischarten identifiziert werden.

### 3.6 Nematoda (Fadenwürmer)

Fadenwürmer sind oft unauffällige, fadenförmige Würmer, die sich schlängelnd fortbewegen und nahezu alle inneren Organe von Fischen befallen können. Der Lebenszyklus eines Nematoden beinhaltet vier Larvenstadien und die getrenntgeschlechtlichen, erwachsenen Würmer im Endwirt. Erste Zwischenwirte sind häufig Kleinkrebse, wie Hüpferlinge oder Flohkrebse, die die Nematoden-Eier fressen. Diese werden wiederum vom zweiten Zwischenwirt, einem Fisch gefressen. Endwirte sind (Raub-) Fische oder Vögel. In den Fischen befallen sie zumeist den Darm oder auch den Magen, einige Arten leben jedoch auch in der Muskulatur oder in den Kiemen. Die Schädigung ist im Allgemeinen recht gering.



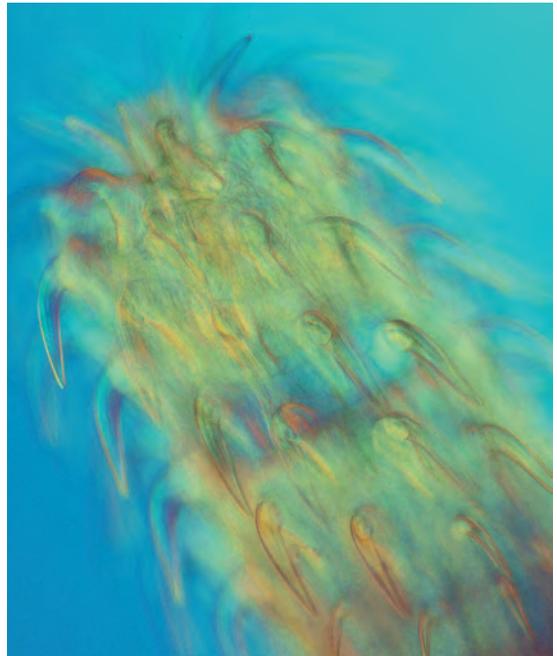
**Abb. 20:** Nematoda sind oft fadenförmig und unscheinbar.



**Abb. 21:** Der Fräskopfwurm (*C. lacustris*) hat eine harte Kopfkapsel.



**Abb. 22:** Kratzer im Darm eines Döbels.



**Abb. 23:** Proboscis (Rüssel) eines Kratzers.

In nordrhein-westfälischen Gewässern konnten aus 17 Fischarten insgesamt 19 Fadenwurm-Arten isoliert werden. Am häufigsten treten die Arten *Rhaphidascaris acus*, *Camallanus lacustris* (Fräskopfwurm), und *Anguicolloides crassus* (Schwimmblasenwurm) auf. Besonders der Schwimmblasenwurm, welcher als ein wesentlicher Schadparasit beim Europäischen Aal gilt, konnte bereits in einer Vielzahl von Gewässern nachgewiesen werden. In NRW gibt es offizielle Nachweise aus 25 Gewässern, darunter 14 Fließgewässer, sechs Stillgewässer und fünf Talsperren.

### 3.7 Acanthocephala (Kratzer)

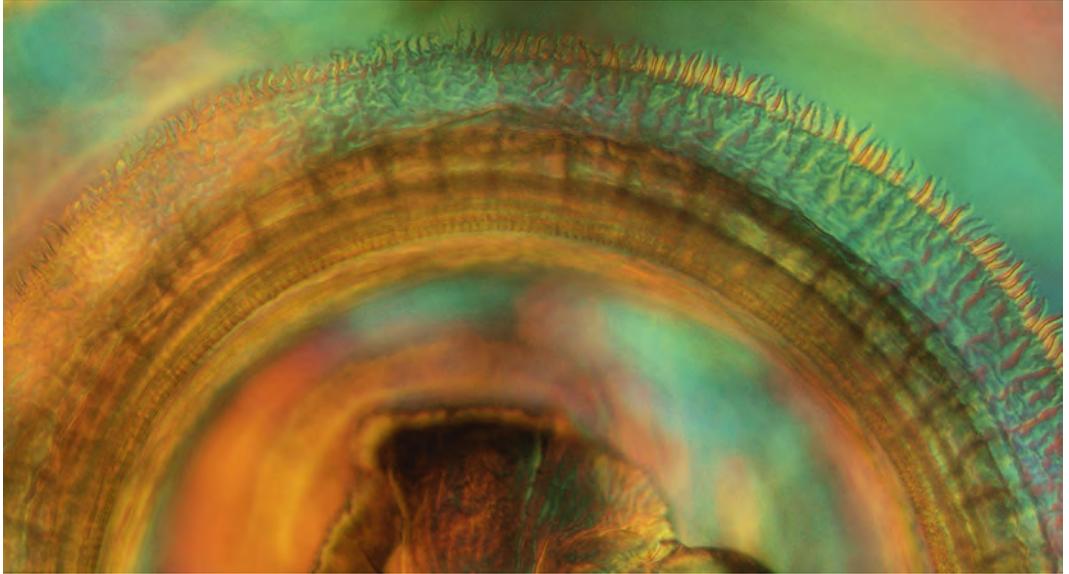
Alle Arten dieser Großgruppe leben parasitisch. Sie besitzen einen zylindrischen Körper mit einem vorstülpbaren, behakten Rüssel (Proboscis), dem sie den Namen Kratzer verdanken. Die Proboscis dient den Parasiten zum Verankern im Fischdarm. Sie besitzen keinen Mund sondern nehmen die Nährstoffe über die Haut auf. Kratzer sind mit dem bloßen Auge sehr gut zu identifizieren, da sie mehrere Zentimeter lang werden können. Einige Arten (z. B. *Pomphorhynchus laevis*) sind auffallend orange gefärbt. Im Lebenszyklus stellen verschiedene Fischnährtierchen, wie Flohkrebse, Wasseraseln oder Insektenlarven den ersten Zwischenwirt dar. Süßwasserfische sind immer Endwirte und enthalten die erwachsenen Parasiten. Acanthocephala sind getrenntgeschlechtliche Tiere, d. h. es gibt



**Abb. 24:** Der Kiemenkrebs *Ergasilus sieboldi* – Foto BLEY 2009.



**Abb. 25:** Die Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*).



**Abb. 26:** Saugnapf einer Karpfenlaus.



**Abb. 27:** Stilet einer Karpfenlaus.

männliche und weibliche Exemplare. Stark befallene Fische magern sehr schnell ab und können an Unterernährung oder einem Darmverschluss sterben.

Acanthocephala kommen in unseren heimischen Fischarten sehr häufig vor. Die häufigsten Kratzer in NRW sind die Arten *Acanthocephalus anguillae* und *A. lucii* sowie (Neo-) *Echinorhynchus* sp., *Paratenuisentis ambiguus* und *Pomphorhynchus laevis*. Insgesamt konnten in nordrhein-westfälischen Gewässern in 26 Fischarten Kratzer nachgewiesen werden. Dabei wurde der Befall von lediglich sieben Arten festgestellt.

### 3.8 Crustacea (Kleinkrebse)

Kleinkrebse bilden bei vielen Parasiten den Zwischenwirt (s.o.). Einige Krebsarten haben jedoch eine parasitische Lebensweise entwickelt. Oft haben diese eine stark veränderte Körperform, so dass sie nicht mehr als gewöhnliche Krebstiere zu erkennen sind. Häufig ist ein Teil der Mundwerkzeuge zu Halteorganen umgebildet. Crustacea verbreiten sich zumeist über einen direkten Lebenszyklus, direkt von Fisch zu Fisch, und leben auf den Kiemen oder der Haut der Fische. Meist parasitiert jedoch nur das Weibchen, während das Männchen nach der Begattung stirbt.

Eine häufig auftretende Kleinkrebsart bei Karpfen, aber auch einer Vielzahl anderer Fischarten, ist *Argulus foliaceus* (Karpfenlaus). Zur Nahrungsaufnahme bohrt der Krebs ein Stilett in die Haut des Fisches und ernährt sich vom Hautgewebe und Blut. Dabei kommt es oft zu einer zusätzlichen Infektion mit Bakterien oder Pilzen. Die Karpfenlaus gilt als Überträger der Bauchwassersucht, der Frühjahrsvirämie beim Karpfen und der Erythrodermatitis bei Weißfischen. Der kleine Kiemenkreb *Ergasilus sieboldi* ist mit maximal drei Millimeter zwar unscheinbar, hat aber eine ebenfalls hohe Schädigung auf seinen Wirt. Bei einem massenhaften Befall kommt es zu vermehrter Schleimbildung, Abmagerung und zum Tod der Fische. Des Weiteren kommt die Lachslaus *Lepeophtherius salmonis* vor. In NRW wurden bisher nur die beiden Arten *Argulus foliaceus* und *Ergasilus sieboldi* nachgewiesen. Erstaunlicherweise gibt es bisher keinen offiziellen Nachweis der Karpfenlaus an freilebenden Karpfen in NRW.

### 3.9 Hirudinea (Egel)

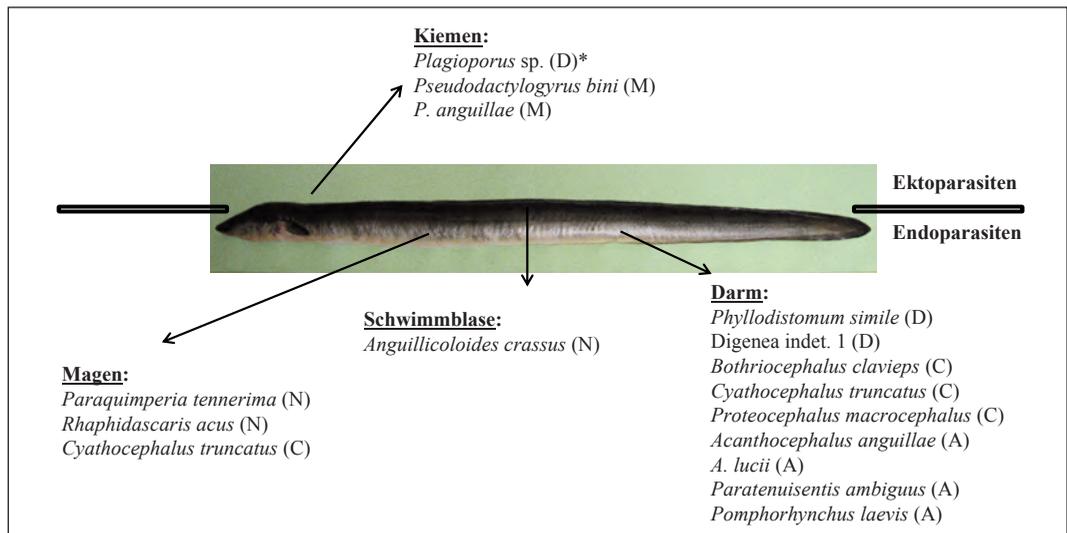
Blutegel sind sehr häufige Parasiten der heimischen Fischfauna. Hirudineen sind länglich und besitzen am Vorder- und Hinterende einen großen Saugnapf. Sie kommen bei allen Fischarten vor und sind wenig wirtsspezifisch. Die Übertragung verläuft direkt. Die Parasiten saugen sich an der Haut ihrer Wirte fest und ernähren sich von deren Blut. Zur Eiablage im Frühjahr verlassen sie den Fisch. Die größte Schädigung von Egel geht von sogenannten Sekundärinfektionen aus. Die Saugwunden können sich entzünden und zu Geschwüren führen. Des Weiteren kann es zur Übertragung von blutparasitischen Einzellern, beispielweise den Flagellentierchen oder den Gregarinen, kommen. Wenn der Fisch stirbt, verlassen die Hirudinea ihn und suchen einen neuen Wirt auf.

## 4 Fischparasiten der Lippe

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 662 Fische (*Anguilla anguilla*, *Rutilus rutilus*, *Perca fluviatilis*, *Squalius cephalus*) aus der Lippe und den angrenzenden Nebengewässern (NRW) parasitologisch untersucht. Die Untersuchung der Aale aus dem Hauptstrom der Lippe (Probestellen A, B, D) und der Döbel aus der Lippe und dem Deichseitengraben (B, C, D, E) waren Bestandteil einer Diplomarbeit (GIEBNER 2009). Des Weiteren wurden Döbel aus der Quabbe (F) im Rahmen einer Projektarbeit untersucht (PIKALOV 2009). Hauptfischarten dieses Projektes waren jedoch Rotaugen und Flussbarsche sämtlicher Probestellen.

In der gesamten Lippe (inklusive Deichseitengraben und Quabbe) konnten 44 verschiedene Parasitenarten nachgewiesen werden. Diese gehörten zu den Großgruppen Ciliophora (3), Myxozoa (3), Digenea (10), Monogenea (5), Cestoda (8), Nematoda (9), Acanthocephala (4) und Crustacea (2).

Bei der Untersuchung der 35 **Aale** konnten 3613 Parasiten aus 17 Arten nachgewiesen werden (GIEBNER 2009). Eine genaue Übersicht der Parasitenarten des Aals ist im Anhang I aufgeführt. Am Wehr Buddenburg, wo eine kumulierte Wärmebelastung herrscht, konnten die wenigsten Parasitenarten in Aalen nachgewiesen werden. Es kamen keine Saugwürmer (Digenea) oder Fadenwürmer (Nematoda) vor. Eine besonders hohe Prävalenz (prozentuale Befallsrate) wurde jedoch von Bandwürmern (Cestoda) der Art *Proteocephalus macrocephalus* und der Kratzerart *Paratenuisentis ambiguus* erreicht. Die Parasitenfauna der beiden Standorte Wehr Benninghausen und Kessler Mühle unterschieden sich hingegen kaum. Abbildung 28 zeigt die Zusammensetzung der Parasitengemeinschaft des Aals.

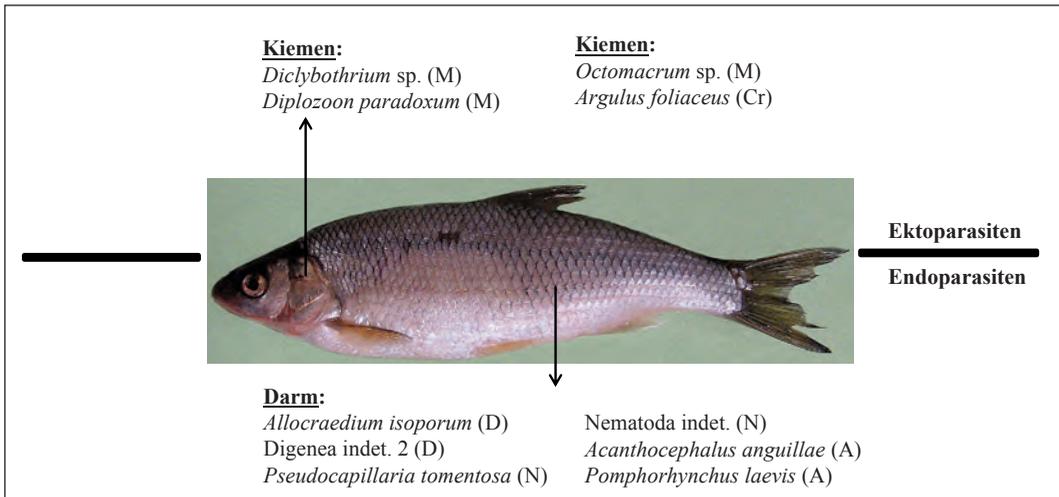


**Abb. 28:** Parasitenfauna der untersuchten Aale. Die mit einem \* markierten Arten treten in mehreren Organen auf. A: Acanthocephala, C: Cestoda, D: Digenea, N: Nematoda.

Die **Döbel** wurden an den Standorten Kessler Mühle, Wehr Uentrop, Wehr Buddenburg und Deichseitengraben (GIEBNER 2009) sowie in der Quabbe gefangen (PIKALOV 2009). In den 109 untersuchten Fischen konnten 413 Parasiten aus nur 8 Arten nachgewiesen werden. Die gesamte Parasitenfauna samt ihres Sitzes im Wirt ist in Abbildung 29 dargestellt. Nahezu alle Fische im Hauptstrom der Lippe waren mit dem Kratzer *Pomphorhynchus laevis* befallen. Andere Kratzerarten kamen nur selten vor. An der unbelasteten Kessler Mühle bestand die Parasitenfauna der Döbel lediglich aus zwei Arten. In jedem Döbel kam neben *P. laevis* durchschnittlich ein Saugwurm (*Allocraedium isoporum*) vor. Am thermisch belasteten Wehr Uentrop kam ein sehr geringer Befall des Doppeltierchens (*Diplozoon paradoxum*) und der Karpfenläuse (*Argulus foliaceus*) vor. An der kumuliert belasteten Probestelle Wehr Buddenburg waren die Döbel nur mit Kratzern befallen. Im Deichseitengraben erreichte die Parasitenfauna mit sieben Arten die höchste Diversität. Hier konnte der Kratzer *P. laevis* nur in 10% der Döbel nachgewiesen werden. Häufiger war die Art *Acanthocephalus anguillae*. Hinzu kamen an diesem Standort einmalig Fadenwürmer und Bandwürmer. In der Quabbe waren 100% der Döbel mit dem Kratzer *P. laevis* infiziert. Des Weiteren gelangen sehr seltene Nachweise des Doppeltierchens *D. paradoxum*. Eine genaue Übersicht der Parasitenarten des Döbels ist ebenfalls in Anhang I aufgeführt.

Insgesamt wurden in den beiden Probejahren 352 **Rotaugen** parasitologisch untersucht. Die Rotaugen der Lippe und ihrer Nebengewässer waren mit insgesamt 7052 Parasiten aus 23 Arten (neun Großgruppen) befallen. Eine Übersicht über die nachgewiesenen Parasitenarten der Rotaugen befindet sich in Anhang II.

Bei dieser Fischart wurden zusätzlich zur Untersuchung der metazoischen Parasitenfauna auch Abstriche durchgeführt, um die einzelligen Fischparasiten der Kiemen und der Haut zu erfassen.



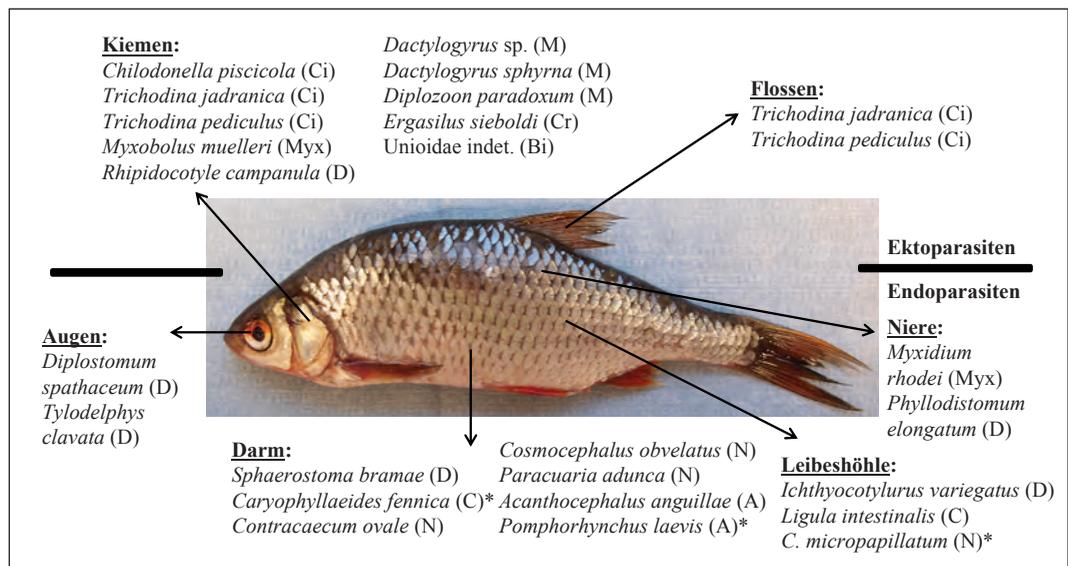
**Abb. 29:** Parasitenfauna der untersuchten Döbel. A: Acanthocephala, Cr: Crustacea, D: Digenea, M: Monogenea, N: Nematoda.

Hierbei konnten drei Arten der Ciliophora nachgewiesen werden: *Chilodonella piscicola*, *Trichodina jadranica* und *T. pediculus*. In den Winterproben waren die Rotaugen nicht von Wimperntierchen befallen. Am häufigsten kamen sie im Deichseitengraben vor. Fischparasiten der Großgruppe Myxozoa kamen nicht am Wehr Buddenburg vor, häufig jedoch im Deichseitengraben.

Die Rotaugen sämtlicher Probestellen waren mit Saugwürmern (Digenea) befallen. Auffällig war jedoch der starke Befall in den Nebengewässern sowohl im Sommer als auch im Winter. Am Wehr Buddenburg konnte nur eine Art in hohen Raten nachgewiesen werden. Neben den drei häufigsten Arten *Diplostomum spathaceum*, *Rhipidocotyle campanula* und *Tylodelphys clavata* kamen im Winter noch drei weitere Saugwürmer vor, so dass insgesamt sechs Arten beim Rotauge identifiziert werden konnten.

Bandwürmer waren in den Rotaugen der Lippe sehr selten. Lediglich am Wehr Benninghausen und im Deichseitengraben trat die Art *Caryophyllaeides fennica* häufiger auf. Bis zu 20% der untersuchten Fische waren befallen. Der auffällige und bei Rotaugen häufige Riemenbandwurm (*Ligula intestinalis*) trat nur einmal am Wehr Buddenburg auf.

An sämtlichen untersuchten Probestellen konnten Fadenwürmer (Nematoda) nachgewiesen werden. Die häufigste Art war *Contracaecum micropapillatum*. Die Prävalenzen (prozentuale Befallsraten) dieses Fadenwurms waren am höchsten am Wehr Benninghausen und der Kesseler Mühle. Andere Arten waren selten und traten nur am Wehr Benninghausen gehäuft auf. Hier konnten vier Arten verzeichnet werden.



**Abb. 30:** Parasitenfauna der untersuchten Rotaugen. Die mit einem \* markierten Arten treten in mehreren Organen auf. A: Acanthocephala, Bi: Bivalvia, C: Cestoda, Ci: Ciliophora, Cr: Crustacea, D: Digenea, Myx: Myxozoa, N: Nematoda.

Aus der Großgruppe der Kratzer (Acanthocephala) kamen zwei Arten vor: *Acanthocephala anguillae* und *Pomphorhynchus laevis*. Es kamen jedoch nie beide Arten gleichzeitig vor. Im Deichseitengraben waren die Rotaugen mit *A. anguillae* befallen, an sämtlichen anderen Probestellen mit *P. laevis*. In den Winterproben kam *A. anguillae* auch am Wehr Uentrop vor. Als einziger Kleinkrebs konnte bei dieser Untersuchung der Kiemenkrebs *Ergasilus sieboldi* gefunden werden. Dieser trat nur am Wehr Benninghausen sowie im Winter auf. Glochidien, also Muschellarven befielen nur die Fische des Deichseitengrabens.

Insgesamt konnte am Wehr Benninghausen und im Deichseitengraben mit 15 bzw. 14 Arten die größte Parasitenvielfalt festgestellt werden. An der Kesseler Mühle waren die Fische nur mit einer Parasitenart befallen. Des Weiteren wurde die geringste Vielfalt an den Wehren Uentrop und Buddenburg nachgewiesen. Hier waren die Rotaugen von neun Parasitenarten befallen. Abbildung 30 zeigt die gesamte Parasitenfauna der Rotaugen, die in der vorliegenden Untersuchung erfasst wurden.

In der vorliegenden Untersuchung wurden 166 **Flussbarsche** untersucht. Dabei konnten 15 Parasitenarten aus fünf Großgruppen identifiziert werden, die im Anhang III zusammenfassend aufgeführt sind. Insgesamt wurden 2625 Parasiten gefunden.

Aus der Großgruppe der Myxozoa traten zwei Arten auf. *Myxobolus muelleri* nur in der Quabbe und *Henneguya* sp. an den unbelasteten Probestellen des Lippehauptstroms. Das größte Vorkommen wurde an der Kesseler Mühle (10% der Fische) registriert.

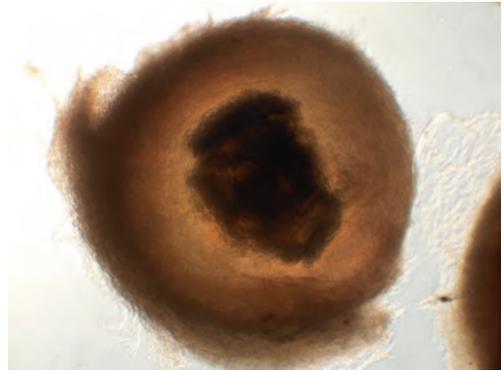
Mit fünf Arten war die Vielfalt der Saugwürmer (Digenea) am höchsten. Alle fünf Arten wurden an der Kesseler Mühle nachgewiesen. Am Wehr Buddenburg war die Diversität (Artenvielfalt) der Digenea sehr gering. Nur der Augenschwamm *Tylodelphys clavata* trat an diesem Standort auf, jedoch in einer sehr hohen Prävalenz. In den Nebengewässern war die Prävalenz der Saugwürmer auffallend hoch. *Tylodelphys clavata* konnte 100% der Flussbarsche im Deichseitengraben befallen. Auch *Bunoderia luciopercae* und *Ichthyocotylurus variegatus* traten sehr häufig auf.

Aus der Großgruppe der Bandwürmer konnten vier Arten identifiziert werden: *Caryophyllaeides fennica*, *Paradilepis scolecina*, *Proteocephalus percae*, *Triaenophorus nodulosus*. *Caryophyllaeides fennica*, eine Art die auch in den Rotaugen nachgewiesen wurde, trat nicht an den Wehren Uentrop und Buddenburg auf. Im Deichseitengraben war die Prävalenz der Bandwürmer am höchsten. Auch die weiteren Cestodaarten waren an den belasteten Standorten wesentlich seltener als an den unbelasteten.

Die einzige nachgewiesene Fadenwurmart (Nematoda) war der Fräskopfwurm (*Camallanus lacustris*). Dieser Parasit befiel die Flussbarsche an sämtlichen untersuchten Probestellen. Am häufigsten trat er am Wehr Uentrop und im Deichseitengraben auf.

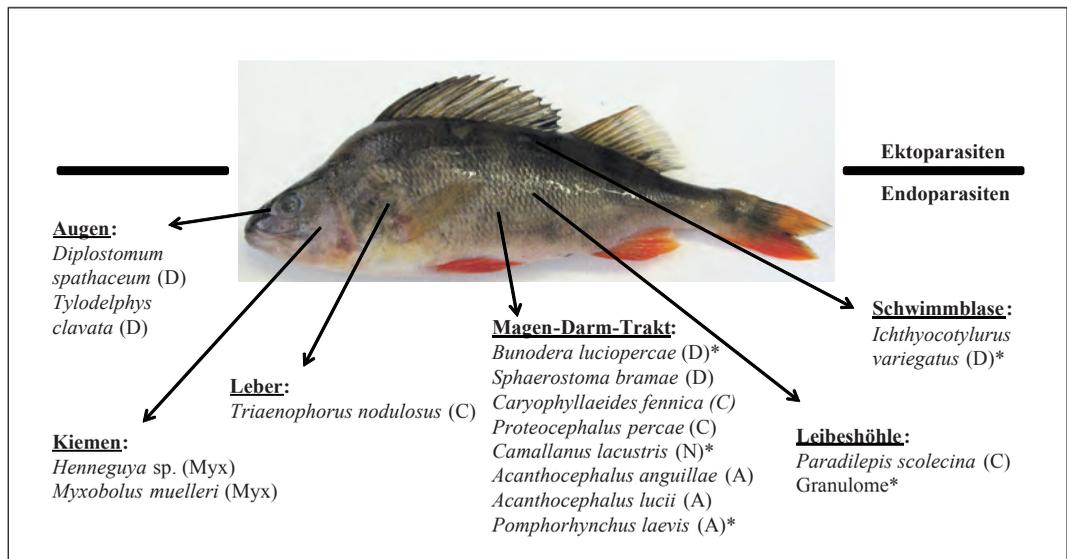
Auch Flussbarsche sind häufig mit den auffälligen Kratzern befallen. In der vorliegenden Untersuchung traten drei Kratzerarten auf. Fast ausschließlich am Wehr Uentrop konnte die Art *Acanthocephalus anguillae* nachgewiesen werden. Diese Art befiel jede der vier untersuchten Fischarten. Die zweite Art dieser Gattung *A. lucii* trat an sämtlichen Standorten außer am Wehr Buddenburg mit einer recht hohen Prävalenz auf. Der höchste Befall konnten am Wehr Uentrop und im Deichseitengraben verzeichnet werden (66,7% bzw. 92,6%). Der auffällig orange gefärbte Kratzer *Pomphorhynchus laevis* trat ebenfalls bei allen untersuchten Fischarten auf. Bei den Flussbarschen konnte er vor allem an der Kesseler Mühle und in der Quabbe nachgewiesen werden. Im Deichseitengraben war kein Flussbarsch mit dieser Art infiziert. Generell konnten im Deichseitengraben nur wenige Kratzer, außer *A. lucii*, nachgewiesen werden.

Neben den klar zu identifizierenden Arten traten an den inneren Organen der Flussbarsche Einkapselungen auf. Diese Granulome enthielten einen dunklen Inhalt, der parasitischen Ursprungs ist. Durch die Immunabwehr des Fisches wurde dieser jedoch zerstört, sodass eine Identifikation unmöglich wurde. Abbildung 31 zeigt ein solches Granulom. Sie traten in hohen Prävalenzen und Intensitäten an sämtlichen Probestellen auf.



**Abb. 31:** Granulom bei einem Flussbarsch.

Insgesamt wurden die meisten Parasitenarten am Wehr Benninghausen (13 Arten) und an der Kesseler Mühle (11 Arten) nachgewiesen. Die geringste Artenvielfalt trat am Wehr Buddenburg auf (fünf Arten). Auffällig war, dass die untersuchten Flussbarsche nicht von Ektoparasiten befallen waren. Somit konnten weder Hakensaugwürmer (Monogenea) noch Kleinkrebse (Crustacea) nachgewiesen werden. Die Abbildung 32 zeigt die Parasitengemeinschaft der Flussbarsche. Vor allem der Magen-Darm-Trakt der Fische enthielt eine hohe Anzahl von Parasitenarten.



**Abb. 32:** Parasitenfauna der untersuchten Flussbarsche. Die mit einem \* markierten Arten treten in mehreren Organen auf. A: Acanthocephala, C : Cestoda, Ci: Ciliophora, D: Digenea, Myx : Myxozoa, N : Nematoda.

## 5 Thermische Belastung und nachgewiesene Parasitenfauna

### 5.1 Eigene Untersuchungen

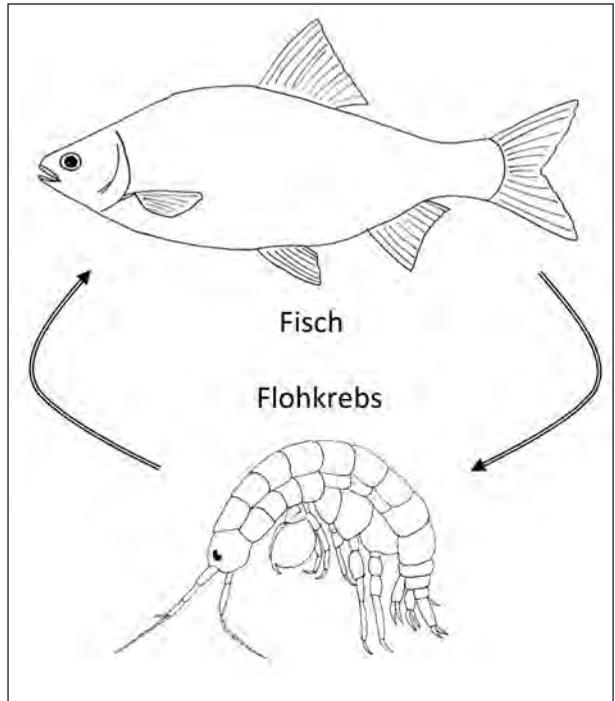
Die vorliegende Untersuchung wurde durchgeführt um zu überprüfen, um den Einfluss der künstlichen Erwärmung eines Fließgewässers (Lippe) auf die Parasitenfauna der Fische und somit auf den ökologischen Zustand des Gewässers zu bestimmen. Es wurden vier verschiedene Fischarten untersucht, wobei das Hauptaugenmerk auf den beiden Fischarten Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) lag.

In der Lippe waren bislang 45 Parasitenarten aus elf Fischarten bekannt (unveröffentlichte Daten). Der Döbel (*Squalius cephalus*) aus der Lippe wurde in den Arbeiten von GIEBNER (2009) und PIKALOV (2009) das erste Mal untersucht. Es konnten 20 neue Parasitennachweise für die Lippe erbracht werden, zum Teil auch von weit verbreiteten und häufig auftretenden Arten wie den Augenwürmern *Diplostomum spathaceum* und *Tylodelphys clavata* oder dem Fräskopfwurm *Camallanus lacustris*. Dies zeigt, dass die Verbreitung von heimischen Parasiten nur unzulänglich bekannt ist und ein dringender Untersuchungs- und Informationsbedarf besteht. Die Zahl der bekannten Parasitenarten aus der Lippe konnte mit Hilfe der vorliegenden Arbeit von 45 auf 65 Arten korrigiert werden.

Von den 14 Parasitenarten, die beim **Aal** (*Anguilla anguilla*) nachgewiesen wurden, konnten acht Arten zum ersten Mal für die Lippe beschrieben werden. Generell sind bei Aalen in NRW bisher 23 verschiedene Parasitenarten bekannt. Drei der in dieser Untersuchung nachgewiesenen Arten wurden das erste Mal für NRW beschrieben, womit die Zahl auf 26 bekannte Arten angehoben werden konnte.

Die wenigsten Aalparasitenarten kamen in der thermisch belasteten Flussregion am Wehr Buddenburg vor. Besonders auffällig war das vollständige Fehlen der Digenea und Nematoda. An den übrigen Probestellen war die Saugwurmart *Plagioporus* sp. mit sehr hohen Prävalenzen (70%) vertreten. Saugwürmer vermehren sich über Schnecken oder Muscheln als erste Zwischenwirte. Im Falle dieser Art kann der zweite Zwischenwirt variieren. Es gibt Nachweise über Flohkrebse, Wasserasseln und Insektenlarven. Der Fisch stellt den Endwirt dar und nimmt den Zwischenwirt mit der Nahrung auf (SCHELL 1985). Auch Nematoda kamen an den übrigen Probestellen sehr häufig vor, beispielsweise der Schwimmblassenwurm *Anguillicoloides crassus* oder *Paraquimperia tenerrima*. Beide Fadenwurmartarten sind in Bezug auf ihren Zwischenwirt sehr wirtsunspezifisch. Sie können sich in verschiedenen Kleinkrebsen vermehren (MORAVEC 1994). Es ist somit auszuschließen, dass das Fehlen dieser Großgruppen am Wehr Benninghausen durch das Fehlen der Wirte bedingt ist. Sowohl die Digenea als auch die Nematoda (*P. tenerrima*) haben freischwimmende Larvenstadien bevor sie den nächsten Wirt befallen (MORAVEC 1994). In diesem Stadium sind die Fischparasiten besonders empfindlich für Störungen bzw. eventuell auftretende Verschmutzungssituationen. Dies lässt die Vermutung aufkommen, dass diese Parasiten durch die kumulierte Wärmebelastung in Kombination mit einem leicht erhöhten Salzgehalt an dem Standort negativ beeinflusst worden ist und sich somit möglicherweise nicht weiter verbreiten konnten. Der Bandwurm *Proteocephalus macrocephalus* konnte nur am Wehr Buddenburg nachgewiesen werden und zwar in 50% der untersuchten Aale. Sie verbreiten sich über Hüpferlinge (Copepoda) und Karpfenartige (Cyprinidae).

Raubfische wie der Aal stellen den Endwirt des Parasiten dar (MARCOGLIESE 1995). Aalspezifische Bandwürmer scheinen sich nicht negativ von der erhöhten Temperatur beeinflussen zu lassen. Dies bestätigt die Annahme von MACKENZIE (1999) und LAFFERTY (1997). Auch die Kratzerart *Paratenuisentis ambiguus* tritt besonders häufig an der belasteten Probestelle auf. Sämtliche Aale waren mit dem Kratzer befallen. Es kamen bis zu 87 Exemplare in einem Fisch vor. Die Parasitenart stammt ursprünglich aus Nordamerika und ist in unsere heimischen Gewässer eingewandert bzw. eingeschleppt worden. Man bezeichnet ihn deshalb als Neozoon. Ebenfalls ein Neozoon, *Gammarus tigrinus*, dient dieser Kratzerart als Zwischenwirt (HAMERS ET AL. 1991). Dieser Getigerte Flohkrebs ist sehr tolerant gegenüber hohen Salzkonzentrationen (halophil) und Temperaturen (eurythem) (WIJNHOFEN ET AL. 2003). Aus diesem Grunde stellt die Probe-



**Abb. 33:** Lebenszyklus des Kratzers *Pomphorhynchus laevis*.

stelle D einen hervorragenden Lebensraum für den Krebs und somit auch für den Kratzer dar. Die Acanthocephala werden über die thermische Belastung in Kombination mit einem leicht erhöhten Salzgehalt in ihrem Vorkommen positiv beeinflusst und könnten somit als Indikatoren für derartige Einflüsse herangezogen werden.

Die beiden unbelasteten Standorte sind sich in ihrer Parasitenfauna sehr ähnlich. Dies bestätigt erneut den großen Einfluss, den die thermische Belastung am Wehr Buddenburg auf die Parasitierung des Aals ausübt.

Die Parasitenfauna des **Döbels** war mit nur acht nachgewiesenen Arten sehr gering. Bislang waren in NRW vierzehn Parasitenarten bekannt, obwohl weltweit bereits 166 mehrzellige Parasitenarten in Döbeln nachgewiesen werden konnten (GIEBNER 2009). Trotzdem konnten für Deutschland fünf neue Gebietsnachweise erzielt werden. An der unbelasteten Kessler Mühle kamen nur zwei Parasitenarten vor. Diese erschienen jedoch in 100% aller untersuchten Döbel. *Allocaedium isoporum*, ein Saugwurm, verbreitet sich über Kugelmuscheln der Gattung *Sphaerium* als ersten Zwischenwirt. Den zweiten Zwischenwirt stellen Larven der Eintags- und Köcherfliegen dar. Endwirte sind in der Regel Karpfenartige (DAWES 1946). An den thermisch belasteten Standorten konnte der Saugwurm nicht mehr festgestellt werden. Dies weist wie bereits beim Aal beobachtet auf eine Beeinträchtigung der Digenea über die thermische Belastung hin. Die zweite Art an der Kessler Mühle war der Kratzer *Pomphorhynchus laevis*. Im gesamten Hauptstrom der Lippe war

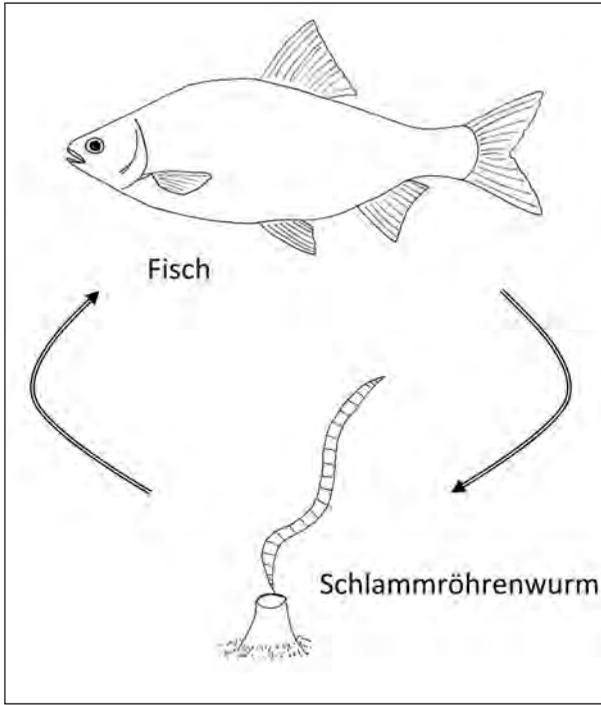


Abb. 34: Lebenszyklus der Myxozoa.

herrschte im Deichseitengraben. Dies war der einzige Standort, an dem Fadenwürmer (*Pseudocapillaria tomentosa*) nachgewiesen werden konnten. Es wird vermutet, dass sich die Nematodaart über Wenigborster wie den Schlammröhrenwurm (*Tubifex tubifex*) vermehrt (MORAVEC 1994). Diese kommen in kleinen schlammigen Nebengewässern häufig vor (COULIBALY 2007). Im Deichseitengraben war *P. laevis* mit einer Prävalenz von 10% eher selten. Dafür stieg das prozentuale Vorkommen von *Acanthocephalus anguillae*, einem zweiten Kratzer, stark an. Dieser Acanthocephala vermehrt sich über die Wasserassel *Asellus aquaticus* (CROMPTON & NICKOL 1985), die nur in strömungsberuhigten Gewässerbereichen vorkommt (IRMSCHER 2003). In der Quabbe konnten nur die beiden Arten *P. laevis* und *D. paradoxum* (Doppeltierchen) nachgewiesen werden. Dies könnte an dem geringen Probenumfang von 26 Döbeln liegen.

In den 352 untersuchten **Rotaugen** konnten 23 Parasitenarten nachgewiesen werden. Davon traten zehn Arten das erste Mal in NRW auf. Somit kann die Anzahl der bekannten Fischparasiten beim Rotaugen von 41 auf 51 Arten in Nordrhein-Westfalen erhöht werden. Zusätzlich zu den mehrzelligen Parasiten wurde in der vorliegenden Arbeit auch die Fauna der einzelligen Parasiten auf Flossen und Kiemen der Fische erfasst, dabei konnten drei Arten isoliert werden. Es traten drei Wimperntierchen auf: *Ciliophora piscicola*, *Trichodina jadratica*, *T. pediculus*. Vor allem im Deichseitengraben konnten hohe Prävalenzen verzeichnet werden. Wimperntierchen werden als Ektoparasiten klassifiziert und besitzen einen direkten Lebenszyklus. Im Deichseitengraben stehen die Schwarm-

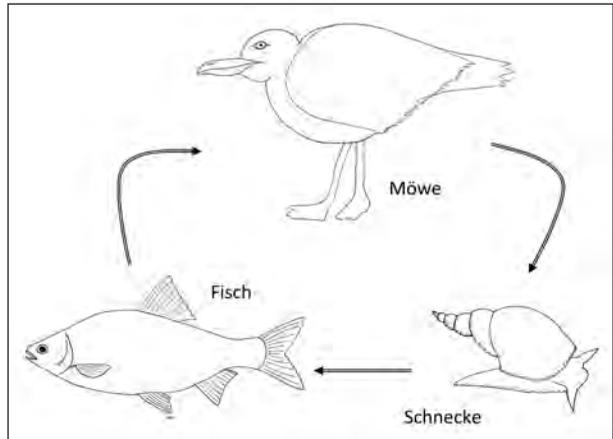
der Acanthocephala verbreitet und vermehrt sich über verschiedene Flohkrebse, wobei der Bachflohkrebs (*Gammarus pulex*) als Hauptzwischenwirt verstanden wird. Diese sind strömungsliebend und deshalb nur selten in den langsam fließenden Nebengewässern zu finden. Eine zusätzliche positive Beeinflussung durch die thermische Belastung ist möglich.

Trotz erhöhter Wassertemperatur kam das Doppeltierchen (*Diplozoon paradoxum*) und die Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*) nur bzw. vermehrt am Wehr Uentrop vor. Dies spricht dafür, dass Ektoparasiten mit direktem Lebenszyklus nicht unbedingt negativ von der Belastung beeinflusst worden sind. Am Wehr Buddenburg konnte außer *P. laevis* keine andere Parasitenart nachgewiesen werden. Dies bestätigt den Verdacht, dass die Vermehrung des Kratzers von der erhöhten Wassertemperatur nicht negativ beeinflusst wird. Die größte Artenvielfalt

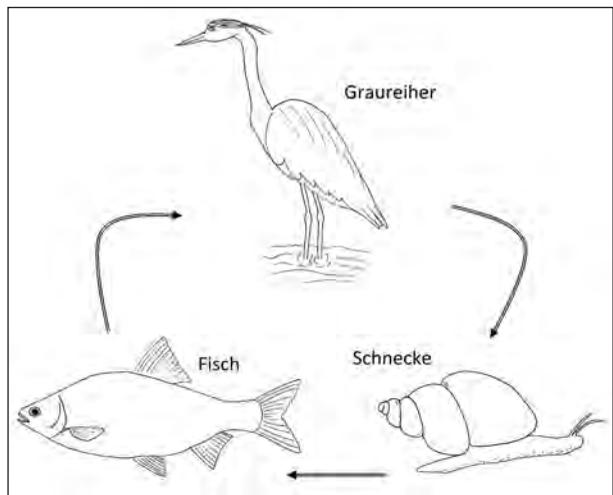
fische aufgrund der geringen Gewässergröße besonders dicht beieinander. Dies erhöht die Verbreitungsmöglichkeiten der Ektoparasiten. Des Weiteren besitzt dieses Nebengewässer eine höhere Trophiestufe als der Hauptstrom der Lippe. Wimperntierchen ernähren sich von Bakterien, die in einem nährstoffreichen Gewässer in großer Anzahl vorhanden sind (LOM & DYKOVA 1992). Obwohl Myxozoa oft in den Kiemen der Fische vorkamen, haben sie keinen direkten Lebenszyklus, sondern verbreiten sich ebenfalls über einen Zwischenwirt. Sowohl bei *Myxidium rhodei* als auch bei *Myxobolus muelleri* dienen Schlammröhrenwürmer als erste Zwischenwirte. Endwirte sind meist Karpfenartige wie das Rotauge (MOLNAR ET AL. 2010). Schlammröhrenwürmer benötigen schlammiges, reichhaltiges Substrat (COULIBALY 2007). Deshalb stellt der Deichseitengraben einen hervorragenden Lebensraum für die ersten Zwischenwirte dar.

Am Wehr Buddenburg, der kumuliert belasteten Probenahmestelle, konnte kein Myxozoa nachgewiesen werden. Dies deutet auf eine negative Beeinflussung durch die erhöhte Wassertemperatur hin, denn auch in den unbelasteten Regionen des Hauptstroms kamen Myxozoa vor. Saugwürmer kamen in der Lippe sehr artenreich vor. Insgesamt konnten sechs Arten nachgewiesen werden. Die häufigsten waren die Larven (Metacercarie) der beiden Augenzwürmer *Diplostomum spathaceum* und *Tylocephalus clavata* sowie die in den Kiemen auftretende Larve von *Rhipidocotyle campanula*. Die beide Digenea *D. spathaceum* und *R. campanula* waren im Deichseitengraben am häufigsten vertreten. Der erste Zwischenwirt wird von der Spitzhornschnecke (*Lymnea* sp.) bzw. der Großen Teichmuschel (*Anodonta anatina*) dargestellt.

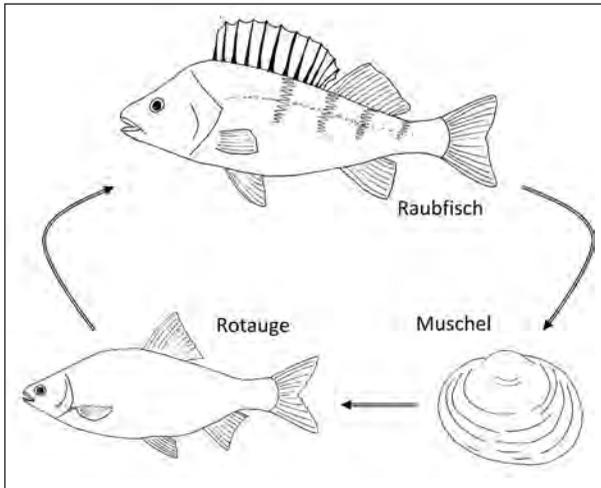
Bei den Augenzwürmern *Diplostomum spathaceum* und *Tylocephalus clavata* ist das Rotauge in beiden Fällen der zweite Zwischenwirt. Bei *D. spathaceum* sind Möwen (*Larus* spp.) Endwirte, bei *R.*



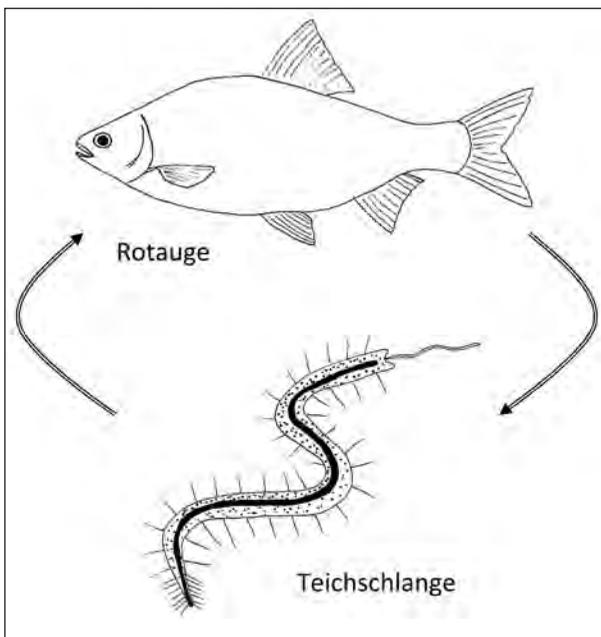
**Abb. 35:** Lebenszyklus des Augenzwurms *Diplostomum spathaceum*.



**Abb. 36:** Lebenszyklus des Augenzwurms *Tylocephalus clavata*.



**Abb. 37:** Lebenszyklus von *Rhipidocotyle campanula*.



**Abb. 38:** Lebenszyklus von *Caryophyllaeides fennica*.

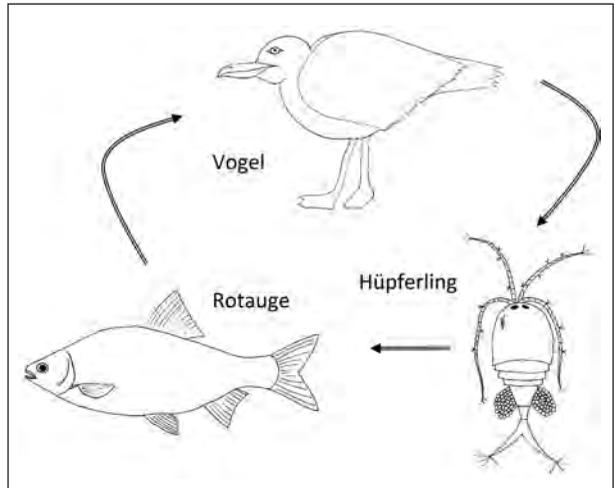
*campanula* Raubfische wie der Hecht oder der Flussbarsch (BURROUGH 1978, GIBSON ET AL. 1992, HÖGLUND & THULIN 1992). Aufgrund der dichten Vegetation und der geringen Fließgeschwindigkeit im Deichseitengraben sind vor allem die ersten Zwischenwirte hier häufig verbreitet (HAMBURG 2010). Obwohl der Lebenszyklus von *T. clavata* dem des anderen Augenwurms sehr ähnlich ist, stellte sich die Verbreitung bei dieser Art völlig anders dar. Lediglich der erste Zwischenwirt variiert und wird von *Radix auricularis* (Ohrschlamm-schnecke) dargestellt (FALTÝNKOVÁ & HAAS 2006).

Zwar waren auch hier die Rotaugen des Deichseitengrabens häufig befallen, doch auch am Wehr Buddenburg trat *T. clavata* in mehr als 60% der Fische auf. Somit war dies die einzige Saugwurmart, die an der hoch belasteten Probestelle nachgewiesen werden konnte. Bei genauerer Betrachtung der Daten fällt auf, dass sich der Augenwurm mit steigender Wärmebelastung vermehrt nachweisen lässt. Dies gibt einen deutlichen Hinweis auf den positiven Einfluss, den die thermische Belastung auf diese Parasitenart ausübt. Allerdings kann dieser Trend nicht taxonübergreifend bestätigt werden. *Ichthyocotylurus variegatus* konnte das erste Mal in Rotaugen aus NRW nachgewiesen werden. Der bisher einzige Nachweis aus NRW stammt von TÜRK (2010) von Flussbarschen aus der Möhnetalsperre. In dieser Untersuchung konnten in den Rotaugen nur zwei Bandwurmartentypen identifiziert werden und auch im gesamten nordrhein-westfälischen Gebiet sind nur vier Arten bekannt. *Caryophyllaeides fennica* kam nur an den nicht belasteten

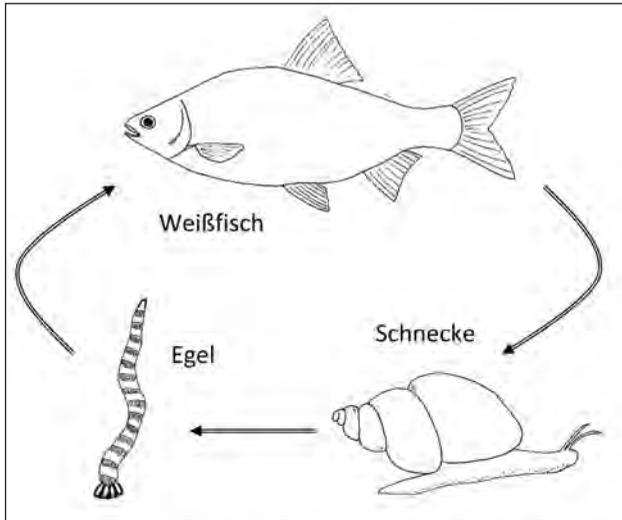
Probestellen vor. Die höchsten Prävalenzen wurden am Wehr Benninghausen und im Deichseitengraben erzielt. Dieser Cestoda vermehrt sich über einen Wenigborster, die Teichschlange *Stylaria lacustris* (MACKIEWICZ 1968). Rotaugen und andere Karpfenartige stellen die Endwirte dar (CHUBB ET AL. 1987).

Der bei Rotaugen häufig auftretende Riemenbandwurm *Ligula intestinalis* konnte nur als Einzelfund am Wehr Buddenburg nachgewiesen werden. Ob die Verbreitung durch die künstliche Erwärmung der Wassertemperatur begünstigt wurde, kann nicht nachvollzogen werden.

Die häufigste Fadenwurmart, die an sämtlichen Probestellen auftrat, war *Contracaecum micropapillatum*. Dieser sehr kleine Nematoda lag in Kapseln an den inneren Organen und ist sehr wirtsunspezifisch. Erste Zwischenwirte können verschiedene Hüpfertlinge oder andere Ruderfußkrebse sein. Rotaugen sowie andere Fischarten fungieren als zweite Zwischenwirte. Endwirte sind verschiedene Vogelarten wie Reiher, Haubentaucher oder Kormorane (MORAVEC 1994). Die große Bandbreite sowohl an Zwischen- als auch an Endwirten ermöglicht es dem Parasiten, sich unabhängig vom Standort und von thermischer Belastung zu verbreiten. Weitere Fadenwürmer treten nur sehr selten auf. Die größte Artenvielfalt konnte am Wehr Benninghausen verzeichnet werden. Dort kamen auch die beiden Arten *Paracuarria adunca* und *Cosmocephalus obvelatus* vor, die sich über Flohkrebse verbreiten. Fische stellen bei diesen Fadenwürmern nur einen Stapelwirt dar. Somit haben die Rotaugen die Wurmlarven mit der Nahrung aufgenommen. Diese überleben zwar in ihnen, können sich aber nicht weiterentwickeln oder vermehren bis sie letztendlich in den Endwirt gelangen. Endwirte sind verschiedene fischfressende Vögel (MORAVEC 1994, ANDERSON & ANDERSON 2000). Das Vorkommen der Fadenwürmer nur am Wehr Benninghausen (in einem Naturschutzgebiet), könnte dafür sprechen, dass diese Arten sensibel gegen Belastungen sind. Die drei vorgestellten Nematodaarten konnten das erste Mal in Rotaugen aus NRW nachgewiesen werden. Des Weiteren kamen zwei Kratzerarten vor. Zum einen *Acanthocephalus anguillae* und zum anderen *Pomphorhynchus laevis*. Aufgrund der unterschiedlichen Zwischenwirte, die entgegengesetzte Verbreitungsmuster aufweisen, kamen die beiden Arten nie parallel vor. Der einzige isolierte Kleinkrebs der vorliegenden Untersuchung war *Ergasilus sieboldi*. In den Sommerproben konnte er nur am Wehr Benninghausen nachgewiesen werden. Crustacea haben einen direkten Lebenszyklus, wobei nur die Weibchen parasitisch leben (HALISCH 1939). Aufgrund der seltenen Funde kann kein Zusammenhang zur Wärmebelastung des Gewässers hergestellt werden. Des Weiteren wurden Muschellarven, sogenannte Glochidien, gefunden. Großmuscheln parasitieren temporär auf den Kiemen von Fischen (ALDRIDGE & MCLIVOR 2003). Es konnten jedoch nur Einzelfunde im Deichseitengraben gemacht werden, die keine Aussage über den Einfluss

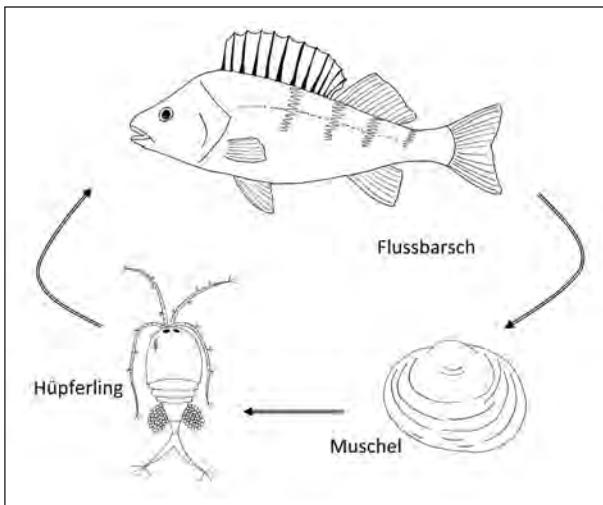


**Abb. 39:** Lebenszyklus des Riemenwurms *Ligula intestinalis*.



**Abb. 40:** Lebenszyklus von *Sphaerostoma bramae*.

untersucht. Bisher waren in Nordrhein-Westfalen 28 Parasitenarten bekannt. Durch diese Untersuchung konnten vier neue Gebietsnachweise für NRW erbracht werden. Beim Flussbarsch wurde nur die metazoische (mehrzellige) Parasitenfauna untersucht.



**Abb. 41:** Lebenszyklus von *Bunodera lucioperca*.

tragung der Larvenstadien auf die Fische auswirkt. Betrachtet man die Verbreitung von *Tylodelphys clavata*, so erscheint dasselbe Muster wie bei den Rotaugen. Mit steigender Wärmebelastung steigt auch die Prävalenz des Parasiten. Allerdings zeigt sich auch eine ähnlich hohe Prävalenz in den

einer thermischen Belastung zulassen.

Insgesamt konnte die größte Artenvielfalt an Parasiten am Wehr Benninghausen und im Deichgraben ermittelt werden, also an den renaturierten, unbelasteten Stellen. An der Kessler Mühle war die Diversität gering, was aber im Zusammenhang mit dem geringen Probenumfang stehen könnte. Die Vielfalt der Parasitenfauna an den belasteten Standorten ist generell am geringsten. Da sich die sonstigen Parameter nur wenig verändern, liegt der Schluss nahe, dass dies das Resultat der besonderen Bedingungen an den thermisch belasteten Standorten war.

In der vorliegenden Arbeit wurden 166 **Flussbarsche** parasitologisch

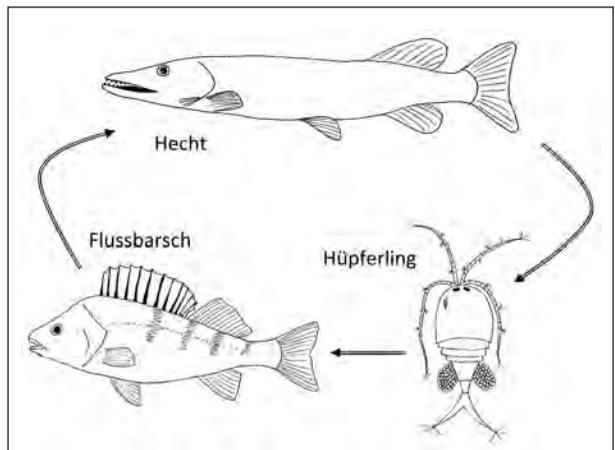
In der ersten Großgruppe, den Myxozoa, konnten zwei Arten identifiziert werden. Beide Parasitenarten traten nur an den unbelasteten Standorten auf, jedoch nicht an allen. *Henneguya* sp. wird wie die anderen Myxozoaarten auch über Wenigborster übertragen (LIN ET AL. 1999). Die Artenvielfalt war auch beim Flussbarsch am größten unter den Saugwürmern. Sämtliche Arten konnten an der unbelasteten Probestelle Kessler Mühle nachgewiesen werden. Am Wehr Buddenburg, der belasteten Probestelle, war die Diversität am geringsten. Dies könnte durch die thermische Belastung hervorgerufen worden sein, welche sich negativ auf die Über-

Nebengewässern. Die thermische Belastung zeigt sich in der Parasitenfauna von Flussbarschen nicht so deutlich wie bei den Rotaugen. *Sphaerostoma bramae* konnte bei Flussbarschen in NRW das erste Mal nachgewiesen werden. Diese Digeneaart wird über die Gemeine Schnauzenschnecke (*Bithynia tentacula*) übertragen (FALTÝNKOVÁ & HAAS 2006). Der zweite Zwischenwirt ist der Egel *Herbopdella* sp., als Endwirt fungieren verschiedene Fischarten wie das Rotauge oder der Flussbarsch (KRITSCHER 1991).

*Bunodera luciopercae*, der sich über verschiedene Muscheln und Kleinkrebse verbreitet, ist sehr wirtsunspezifisch (SKORPING 1980). Deshalb tritt er an allen Probestellen sehr häufig auf. Nur am hoch belasteten Wehr Buddenburg kam diese Art nicht vor, was für einen negativen Einfluss der künstlichen Erwärmung spricht.

Das gleiche Verbreitungsmuster zeigt *Ichthyocotylurus variegatus*. Dieser Saugwurm wird von der Gemeinen Federkiemenschnecke (*Valvata piscinalis*) übertragen. Der Flussbarsch ist der zweite Zwischenwirt, obwohl auch eine Reihe anderer Fischarten in Frage kämen. Die Möwe *Larus* sp. fungiert als Endwirt (FAULKNER ET AL. 1989). Die häufigste Bandwurmart bei den Flussbarschen war *Triaenophorus nodulosus* (Hechtbandwurm), der eingekapselt in der Leber der Fische lebt. Die Fische infizieren sich mit den Larven indem sie befallene Ruderfußkrebse fressen (BRINKER & HAMERS 2007).

Insgesamt lässt sich die Tendenz erkennen, dass Bandwürmer an den unbelasteten Standorten mit höherer Befallsrate auftraten. Bei den Flussbarschen trat nur ein Fadenwurm auf. Der Fräskopfwurm (*Camallanus lacustris*) konnte besonders häufig am Wehr Uentrop und im Deichseitengraben nachgewiesen werden. Seine Verbreitung scheint demnach unabhängig von einer thermischen Belastung zu sein. Fräskopfwürmer werden über Hüpfertlinge der Gattung *Cyclops* übertragen. Endwirte sind carnivore (fleischfressende) Fische, wie vor allem der Flussbarsch (SKORPING 1980). In der vorliegenden Untersuchung konnten drei verschiedene Kratzerarten nachgewiesen werden. Die Art *Acanthocephalus anguillae* kam fast ausschließlich am Wehr Uentrop vor. Die Verbreitung fand also, wie auch bei den anderen Fischarten, unabhängig von der Wassertemperatur statt. *Acanthocephalus lucii* trat an allen Probestellen außer am Wehr Buddenburg auf. Da der Zwischenwirt *Asellus aquaticus* strömungsberuhigte Bereiche bevorzugt, könnte vor allem die recht starke Strömung an diesem Standort dafür verantwortlich sein (BROWN ET AL. 1986). Auch bei den anderen Fischarten verbreiteten sich die *Acanthocephala* ungeachtet einer thermischen Belastung oder wurden durch diese tendenziell positiv beeinflusst. Bei den Flussbarschen zeigte sich, dass die höchste Artenvielfalt am Wehr Benninghausen und der Kessler Mühle, also an den unbelasteten Standorten herrschte. Die geringste Diversität



**Abb. 42:** Lebenszyklus des Hechtbandwurms *Triaenophorus nodulosus*.

konnte am Wehr Buddenburg, der Probenahmestelle mit einer kumulierten Wärmebelastung, verzeichnet werden. Tabelle 6 zeigt die generelle Beeinflussung der Parasitentaxa der Flussbarsche.

## 5.2 Bisherige Untersuchungen

Der Einfluss von thermischer Belastung auf ein Gewässer und dessen Parasitenfauna war auch in der Vergangenheit bereits Gegenstand der Forschung.

ESCH ET AL. (1976) untersuchten die Sonnenbarsche (Centrarchidae) aus dem See Par Pond in South Carolina (USA). Es stellte sich ihnen die Frage, ob der Befall des Wimperntierchens *Epistylis* sp. und des Bakteriums *Aeromonas* sp. von einer thermischen Belastung des Sees begünstigt wird. Ermittelt wurde die prozentuale Befallsrate (Prävalenz) von 11.500 Fischen. Dabei stellten die Autoren einen direkten Zusammenhang zwischen der Infektion und der Wärmebelastung des Gewässers fest. Im Jahr 1979 berichtete BOXRUCKER, dass eine künstliche Erwärmung des Sees Monona (Wisconsin, USA) nur eine geringe Auswirkung auf die metazoische Parasitenfauna von Schwarzen Zwergwelsen (*Ameiurus melas*) hatte. Jedoch ließ sich feststellen, dass die Prävalenz des Acanthocephalas *Pomphorhynchus bulbocollis*, der Monogenea und der Crustacea an der unbelasteten Referenzstelle tendenziell höher war. Bei dem Kratzer konnte zusätzlich ein Fehlen der saisonal bedingten Schwankungen an der belasteten Probestelle nachgewiesen werden. POJMANSKA & DZIKA (1987) untersuchten den Effekt einer Langzeit-Wärmebelastung im See Goslawskie (Polen) anhand der Parasitenfauna der Brassen (*Abramis brama*). Seit Beginn der Belastung verschwanden fünf der bisher vorkommenden Parasitenarten völlig. Hinzu kamen drei neue Arten. Die Prävalenz von vier Arten wurde verringert, beeinflusst durch die Wärmebelastung. Dagegen konnte bei sechs Arten ein positiver Effekt und somit ein Anstieg der Prävalenz verzeichnet werden. Vor allem das Auftreten und die Verbreitung von Kiemensaugwürmern (*Dactylogyrus* sp.) wurde begünstigt. Entlang der schwedischen Ostseeküste ist eine Vielzahl von Kühlwassereinleitungen ansässiger Kraftwerke installiert. Das Gesetz gibt vor, deren Auswirkungen in regelmäßigen Abständen zu untersuchen. In einem Manuskript von THULIN ET AL. (1990) wurde der Einfluss eines Kernkraftwerks in der Ostsee vor der Insel Öland (Ostsee) auf den Gesundheitsstatus verschiedener Fischarten überprüft. Neben der Anzahl von Ulcerationen (Geschwüren) bei Dorschen stieg auch die Intensität von *Anguillicola* sp. in Aalen an den belasteten Standorten an. Die Befallsrate des Augenwurms *Diplostomum* sp. war jedoch im Referenzgebiet deutlich höher. Eine übergreifende Bewertung von Umwelteinflüssen auf den Gesundheitsstatus von marinen Fischen und somit auch auf deren Parasitierung wurde von LAFFERTY (1997) durchgeführt. Der Autor bewertete die Reaktion der einzelnen Parasitengroßgruppen auf unterschiedliche Belastungen, unter anderem auch die thermische Belastung. Ciliophora, Digenea und Nematoda wurden durch eine erhöhte Wassertemperatur begünstigt. Bei den Monogenea und Acanthocephala konnten je nach Art sowohl positive als auch negative Reaktionen festgestellt werden. Cestoda zeigten sich neutral gegenüber der thermischen Belastung. Die Parasitentaxa ließen sich zusammenfassend eher positiv (fünf Großgruppen) als negativ (zwei Großgruppen) beeinflussen. Eine ähnliche Untersuchung führte MACKENZIE (1999) durch. Er bewertete den Einfluss der Wärmebelastung auf Digenea jedoch als negativ. Ebenfalls im marinen Bereich wurde eine Untersuchung von KHAN & HOOPER (2007) an Winterfludern (*Pleuronectes americanus*) durchgeführt. Es sollte gezeigt werden, welche Reaktionen eine an Kaltwasser adaptierte Fischart

auf eine künstliche Wassererwärmung zeigt. Neben der Prävalenz der Fischparasiten wurde auch die der makroskopischen Algen, der Wirbellosen und der Fische, sowohl direkt in der Wärmefahne als auch einen Kilometer südlich und nördlich, untersucht. Es zeigten sich sehr auffällige Unterschiede, vor allem in der Parasitierung der Flundern. Sowohl die Prävalenz der Ektoparasiten (z. B. *Trichodina jadratica*) als auch der Endoparasiten war signifikant höher an den unbelasteten Referenzprobestellen. Nur der Digenea *Cryptocotyle lingua* war an der belasteten Probestelle häufiger vertreten. Dies konnte erklärt werden mit der Präferenz des ersten Zwischenwirts, der Gemeinen Strandschnecke (*Littorina littorea*), für Warmwasser-Bereiche. Zusammenfassend ließen sich eine positive und sechs negative Auswirkungen in Bezug auf die Parasitenfauna feststellen. PALM (2011) fasste die bisherigen Ergebnisse von Untersuchungen über den Effekt einer thermischen Belastung auf häufige Parasitentaxa (LAFFERTY 1997, SURES 2004, VIDAL-MARTÍNEZ ET AL. 2010) zusammen. Aufgrund von ähnlichen Verbreitungsmustern wird die Reaktion der Ciliophora (Wimperntierchen) und Myxozoa (Sporentierchen) gemeinsam betrachtet. PALM (2011) registrierte eine positive Beeinflussung in vorangegangenen Untersuchungen, wie auch für die Nematoda. Eine tendenziell positive Reaktion zeigten die Monogenea und die Acanthocephala. Die Digenea wurden durch eine thermische Belastung negativ beeinflusst. Die Cestoda verhielten sich neutral gegenüber einer erhöhten Wassertemperatur. Über Crustacea lagen nicht ausreichend Daten vor um diese aussagekräftig auszuwerten (siehe Tab. 3).

## 6 Diskussion

Die vorliegende Untersuchung wurde durchgeführt, um die möglichen Auswirkungen einer thermischen Belastung auf die Parasitenfauna von Fischen der Lippe in NRW sowie auf das komplette Ökosystem zu bestimmen. Bei allen vier untersuchten Fischarten konnten Unterschiede zwischen belasteten und unbelasteten Probenahmestellen festgestellt werden. Eine thermische Belastung kann also definitiv über die Parasitierung von Fischen indiziert werden. Dieses entspricht dem bereits bekannten weitreichenden Einsatz von Fischparasiten als Indikatoren für eine Vielzahl von Fragestellungen, über biologische, Akkumulations-, Effekt- und Ökosystemindikatoren (PALM 2011).

PALM (2011) fasste unter anderem den Einfluss einer thermischen Belastung aus vorangegangenen Untersuchungen (LAFFERTY 1997, SURES 2004, VIDAL-MARTÍNEZ ET AL. 2009) zusammen. Dabei konnte er eindeutig positive Effekte der thermischen Belastung bei Ciliophora, Myxozoa und Nematoda verzeichnen. Eine tendenziell positive Reaktion zeigten Monogenea und Acanthocephala. Digenea ließen sich negativ beeinflussen und Cestoda zeigten sich neutral gegenüber einer Wärmebelastung. Die vorliegende Untersuchung zeigte vor allem bei den Acanthocephalen Übereinstimmungen. Deutliche Abweichungen kamen bei den Digeneen und Nematoden vor. Mögliche Abweichungen könnten möglicherweise durch den Probenumfang, die Fangmethode beeinflusst worden sein. Des Weiteren wurden in der vorliegenden Untersuchung nur Fische einer Größenklasse untersucht.

Auffällig war die Tatsache, dass sich die Parasitenarten in der vorliegenden Untersuchung spezifisch von einer künstlichen Erwärmung der Wassertemperatur beeinflussen ließen. Die unterschiedliche Sensibilität und Flexibilität bezogen auf ihre Zwischenwirtswahl ließen die Parasitenarten spezifisch auf eine thermische Belastung reagieren. Oft konnten sogar erhebliche Unterschiede innerhalb einer Großgruppe aufgezeigt werden. Tabelle 3 fasst die Ergebnisse von PALM (2011) und der vorliegenden Untersuchung zusammen.

**Tab. 3:** Ermittelte Auswirkung der Wärmebelastung auf die Parasiten der aktuellen Untersuchung und der bisherigen Untersuchung von PALM (2011). – negativ, + positiv, +/- positiver Trend, -/+ negativer Trend, = keine Auswirkungen, n nicht genug Daten vorhanden.

Taxa	Ciliophora/ Myxozoa	Digenea	Mono- genea	Cestoda	Nema- toda	Acan- tho- cephala	Crusta- cea
PALM 2011	+	-	+/-	=	+	+/-	n
Aal	n	-	=	=	-	+	n
Döbel	n	-	+/-	n	-	+/-	+/-
Rotauge	-/+	-/+	n	-	-	+/-	n
Flussbarsch	-	-/+	n	-	=	+/-	n

Bei den **Aalen** konnte eine deutlich negative Reaktion bei dem Saugwurm *Plagioporus* sp. festgestellt werden. Da dieser an der belasteten Probestelle nicht mehr auftrat, jedoch an den anderen Standorten Prävalenzen von 70% aufwies, scheint diese Saugwurmart in der Parasitenfauna des Aals ein Indikator für eine thermische Belastung zu sein. Cestoda reagierten wie in PALM (2011) beschrieben neutral auf eine thermische Belastung. Die Fadenwürmer (Nematoda) ließen sich entgegen vorheriger Untersuchungen negativ beeinflussen. Da der Aal und sein Schwimmblasenwurm bisher noch nicht auf diese Fragestellung hin untersucht wurden, könnte die Abweichung im spezifischen Wirts-Parasitengefüge begründet liegen.

Die **Döbel** waren generell sehr gering parasitiert. Auch in dieser Fischart kamen keine Digenea an der belasteten Probenahmestelle vor. Da aber auch der Deichseitengraben frei von Saugwürmern war, kann nicht beurteilt werden, wie hoch der Einfluss der thermischen Belastung wirklich war. Beim Döbel zeigten die Parasitenarten nur geringe Reaktionen auf die Belastungssituation. Bei den Crustaceen konnte eine tendenziell positive Beeinflussung festgestellt werden. Somit konnte erstmalig eine Reaktion auf eine thermische Belastung dokumentiert werden. Im Vergleich zu vorangegangenen Arbeiten (Kapitel 5.2) entstanden einige Unterschiede. Die aal- und döbelspezifischen Digenea reagierten negativ auf die thermische Belastung, entgegen der positiven Tendenz, die von KHAN & HOOPER (2007) verzeichnet wurden. Allerdings wurde diese Untersuchung im marinen Bereich durchgeführt.

Es zeigte sich, dass die Parasitenfauna der **Rotaugen** die eindeutigsten Reaktionen aufwiesen. Deutlichster Indikator war die Saugwurmart (Digenea) *Tylodelphys clavata*. Die Prävalenz des Vogeltrematoden stieg entgegen der Erwartung mit der Wärmebelastung signifikant an. Eine Signifikanz beweist statistisch, dass ein Zufall ausgeschlossen werden kann. Somit kann angenommen werden, dass hier ein Zusammenhang zwischen der Verbreitung des Parasiten und der Wassertemperatur besteht. Die weiteren Digeneaarten, die hauptsächlich Fische als Endwirte nutzen, ließen sich jedoch negativ durch die thermische Belastung beeinflussen. Die Nematoda zeigten entgegen der vorangegangenen Untersuchungen eine negative Entwicklung mit steigender Temperatur. Man geht davon aus, dass bestimmte Zwischenwirte durch eine erhöhte Wassertemperatur begünstigt werden. Somit kommen an belasteten Standorten unter Umständen mehr Nematoda vor. Dass die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung dies nicht zeigten, könnte an der spezifischen Situation der Lippe liegen.

Auch bei den **Flussbarschen** war der positive Effekt bei *T. clavata*, einem Vogeltrematoden, zu erkennen. Die Prävalenzen der Fischtrematoden fiel jedoch ab. Bei den Cestoden konnte zum ersten Mal eine Reaktion auf eine thermische Belastung verzeichnet werden. Vor allem die Prävalenz von *Triaenophorus nodulosus*, dem Hechtbandwurm, sank mit steigender Belastung ab. Nematoda zeigten keine Reaktion in den Flussbarschen.

Zusammenfassend lassen sich auch in unseren heimischen Flussläufen wie der Lippe thermische Belastungssituationen anhand der Fischparasitenfauna darstellen. Bei den in dieser Studie untersuchten vier Fischarten stellten sich die Fisch/Parasitenpaare Flussbarsch/Myxozoa, Rotauge/Digenea (fisch- und vogelparasitisch), Döbel/Digenea, Aal/Nematoda, Aal/Acanthocephala als besonders aussagekräftig heraus. Zukünftige Studien müssen klären, ob die Indikatorfunktion dieser Artenpaare sich auf den hiermit untersuchten Fluss beschränken bzw. ob sich die Fischarten und einige ihrer hauptsächlich vorkommenden Parasitenarten eignen, in längerfristige Monitoringprogrammen zur Fisch- und Ökosystemgesundheit mit einbezogen zu werden.

## 7 Literatur

- ALDRIDGE, D.C., MCLIVOR, A.I. (2003) Gill evacuation and release of Glochidia by *Unio pictorum* and *Unio tumidus* (Bivalvia: Unionidae) under thermal and hypoxic stress. *Journal for Molluscan Studies* 69, 55-59
- AMLACHER, E. (1981) Taschenbuch der Fischkrankheiten für Ichthyopathologen: Veterinärmediziner, Biologen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 474 Seiten
- ANDERSON, R.C., ANDERSON, R.C. (2000) Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. CAB International, Wallingford, 650 Seiten
- BAUR, W.H., BRÄUER, G., RAPP, J. (2010) Nutzfische und Krebse – Lebensraum, Erkrankungen und Therapie. Enke Verlag, Stuttgart, 244 Seiten
- BECKERS, B., BUNZEL-DRÜSKE, M., HAUSWIRTH, L., GEYER, H.-J., SCHARF, M. (2004) Monitoringuntersuchungen nach Maßnahmen zur Renaturierung bzw. Entfesselung der Lippe am Beispiel von Pflanzen (Disselmersch) und Fischen (Klostermersch). NUA-Seminarbericht Band 9, 88-99
- BLEY, R. (2010) Fischparasiten von Rotaugen und Renken aus ausgewählten Talsperren unterschiedlicher Trophie in Nordrhein-Westfalen (NRW). Diplomarbeit, Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 96 Seiten
- BOCH, J., SCHNIEDER, T., SUPPERER, R. (2006) Veterinärmedizinische Parasitologie. Georg Thieme Verlag, 785 Seiten
- BOXRUCKER, J.C. (1979) Effects of a thermal effluent on the incidence and abundance of the gill and intestinal parasites of the black bullhead. *Parasitology* 178, 195-206
- BRINKER, A., HAMERS, R. (2007) Evidence for negative impacts of plerocercoid infections of *Triaenophorus nodulosus* on *Perca fluviatilis* L. stock in Upper Lake Constance, a water body undergoing rapid reoligotrophication. *Journal of Fish Biology* 71, 129-147
- BROWN, A.F., CHUBB, J.C., VELTKAMP, C.J. (1986) A key to the species of Acanthocephala parasitic in British freshwater fishes. *Journal of Fish Biology* 28, 327-334
- BUITKAMP, U. (2001) Die Lippe im Rückblick der Güteüberwachung. Fließgewässer Nordrhein-Westfalens, 163-176
- BUNZEL-DRÜSKE, M., SCHARF, M. (2004) Wärmeeinleitung in die Lippe: Auswirkungen auf die Fischfauna. LÖBF-Mitteilungen (Landesamt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen) 3, 68 Seiten
- BURROUGH, R.J. (1978) The population biology of two species of eyefluke, *Diplostomum spathaceum* and *Tylodelphys clavata*, in roach and rudd. *Journal of Fish Biology* 13, 19-32
- BUSH O., LAFFERTY A.D., LOTZ J.M., SHOSTAK A.W. (1997) Parasitology meets ecology on his own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 83: 575-583
- CHUBB, J.C., POOLAND, D.W., VELTKAMP, C.J. (1987) A key to the species of cestodes (tapeworms) parasitic in British and Irish freshwater fishes. *Journal of Fish Biology* 31, 517-543
- COULIBALY, Y.H.K. (2007) Einfluss von exogenen Faktoren auf die Wirt-Parasit-Interaktion bei der Drehkrankheit der Salmoniden. Dissertation, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München, 79 Seiten
- CROMPTON, D.W.T. NICKOL, B.B. (1985) Biology of the Acanthocephala. Cambridge University Press, 519 Seiten

- DAWES, B. (1946) The Trematoda of British fishes. Bartholomew Press, 1-364
- EGGERS, T.O., MARTENS, A. (2001) Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. *Lauterbornia* 42, 11-15
- EGGERS, T.O., MARTENS, A. (2004) Ergänzung und Korrekturen zum „Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands“. *Lauterbornia* 50, 1-13
- ESCH, G.W., HAZEN, T.C., DIMOCK JR., R.V., GIBBONS, J.W. (1976) Thermal effluent and the pizootiology of the ciliate *Epistylis* and the bacterium *Aeromonas* in association with centrarchid fish. *Transaction of the American Microscopical Society* 95 (4), 687-693
- FALTÝNKOVÁ, A., HAAS, W. (2006) Larval trematodes in freshwater molluscs from the Elbe to Danuba rivers (Southeast Germany): before and today. *Parasitology Research* 99, 572-582
- FAULKNER, M., HALTON, D.W., MONTGOMERY, W.I. (1989) Sexual, seasonal and tissue variation in the encystment of *Cotylurus variegatus* metacercariae in perch, *Perca fluviatilis*. *International Journal for Parasitology* 19 (3), 285-290
- GIBSON, D.I., TASKINEN, J., VALTONEN, E.T. (1992) Studies on bucephalid digeneans parasitising molluscs and fishes in Finland. II. The description of *Rhipidocotyle fennica* n. sp. and its discrimination by principal components analysis. *Systematic Parasitology* 23, 67-79
- GIEBNER, A. (2009) Parasitenfauna räuberischer Fische aus dem Fluss Lippe in Nordrhein-Westfalen. Diplomarbeit, Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie, Heinrich-Heine Universität Düsseldorf, 126 Seiten
- HALISCH, W. (1939) Anatomie und Biologie von *Ergasilus minor* Halisch. *Parasitology Research* 11 (2-3), 284-330
- HAMERS, R., TARASCHEWSKI, H., LEHMANN, J., MOCK, D. (1991) In vitro study on the impact of fish sera on the survival and fine structure of the eel-pathogenic acanthocephalan *Paratenuisentis ambiguus*. *Parasitology Research* 77, 703-708
- HÖGLUND, J., THULIN, J. (1992) Identification of *Diplostomum* spp. in the retina of perch *Perca fluviatilis* and the lens of roach *Rutilus rutilus* from the Baltic Sea – an experimental study. *Systematic Parasitology* 21, 1-19
- IfB (Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow) Hrsg. (2004) Untersuchungen zu den Auswirkungen des Elektrofischfangs auf Fische. Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow 14, 88 Seiten
- IRMSCHER, S. (2003) Faunistische, wasserchemische und vegetationsökologische Untersuchungen an ausgewählten Quellen der Halbinsel Jasmund (Rügen). Diplomarbeit, Fachbereich Landschaftsarchitektur, Landespflege, Hochschule Anhalt, 164 Seiten
- KHAN, R.A., HOOPER, R.G. (2007) Influence of a thermal discharge on parasites of a cold-water flatfish, *Pleuronectes americanus*, as a bioindicator of subtle environmental change. *Journal for Parasitology* 93 (5), 1227-1230
- KLEIN, B. (1926) Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. *Archiv für Protistenkunde* 56 (2), 243-279
- KLEIN, B. (1958) The “dry” silver method and its proper use. *Journal of Protozoology* 5 (2), 99-103
- KRITSCHER, E. (1955) Beitrag zur Kenntnis der Fischparasiten der Trattnach und des Imbaches bei Bad Schallerbach (O.-Ö.). *Oberösterreichischer Museums-Verband* 100, 373-389
- LAFFERTY, K.D. (1997) Environmental Parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitology Today* 13 (7), 251-255

- LIN, D., HANSON, L.A., POTE, L.M. (1999) Small subunit ribosomal RNA sequence of *Henneguya exilis* (Class Myxosporea) identifies the actinosporean stage from an oligochaete host. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 46 (1), 66-68
- LOM, J., DYKOVA, I. (1992) Protozoan parasites of fishes. Elsevier Science Pub Co, 446 Seiten
- MACKENZIE, K. (1999) Parasites as pollution indicators in marine ecosystems: a proposed early warning system. *Marine Pollution Bulletin* 38 (11), 955-959
- MACKIEWICZ, J.S. (1968) Vitellogenesis and eggshell formation in *Caryophyllaeus laticeps* (Pallas) and *Caryophyllaeides fennica* (Schneider) (Cestoidea: Caryophyllaeidea). *Zeitschrift für Parasitenkunde* 30, 18-32
- MARCOGLIESE, D.J. (2005) Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? *International Journal for Parasitology* 35, 705-716
- MEHLHORN, H., PIEKARSKI, G. (2002) *Grundriss der Parasitenkunde: Parasiten des Menschen und der Nutztiere*. Spektrum Verlag, 516 Seiten
- MOLNÁR, K., MARTON, S., SZÉKELY, C. (2010) Differentiation of *Myxobolus* spp. (Myxozoa: Myxobolidae) infecting roach (*Rutilus rutilus*) in Hungary. *Parasitology Research* 107(5), 1137-1150
- MOLZEN, B.U. (2005) Die Auswirkung des Befalls mit Plerocercoiden des Hechtbandwurms (*Triaenophorus nodulosus* (P.)) auf den Flussbarsch (*Perca fluviatilis*, L.) im Bodensee-Obersee. Dissertation, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilian-Universität München, 113 Seiten
- MORAVEC, F. (1994) Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Academia, Prag, 473 Seiten
- MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) Hrsg. (2008b) Mehr Leben für die Lippe. Die Fließgewässer und das Grundwasser im Lippegebiet zwischen Lünen und Lippborg – Zustand, Ursachen von Belastungen und Maßnahmen, 40 Seiten
- PALM, H.W. (2011) Fish parasites as biological indicators in a changing world: Can we monitor environmental impact and climate change? H. Mehlhorn (Hrsg.), *Progress in Parasitology, Parasitology Research Monographs* 2, DOI 10.1007/978-3-642-21396-0\_12, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- PALM, H.W., KLIMPEL, S. UND BUCHER, C. (1999) Checklist of metazoan fish parasites of German coastal waters. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrecht Universität Kiel*, 307, 1-152
- PIKALOV, E. (2009) Parasitenfauna von *Leuciscus cephalus* aus der Quabbe. Praktikumsbericht, Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie, Heinrich-Heine Universität Düsseldorf, 30 Seiten
- POJMANSKA, T., DZIKA, E. (1987) Parasites of bream (*Abramis brama*, L.) from the lake Goslawskie (Poland) affected by long-term thermal pollution. *Parasitologica Polonica* 32, 86-144
- ROBERTS, R.J., SCHLOTFELD, H.-J. (1985) *Grundlagen der Fischpathologie*. Verlag Paul Parey, Berlin & Hamburg, 425 Seiten
- SACHER, H. (2004) Abfluss und Hochwassersituation, Hochwasser-Aktionsplan Lippe. NUA-Seminarbericht Band 9, 9-26
- SHELL, S.C. (1985) Trematodes of North America north of Mexico. University Press of Idaho, 1-263
- SKORPING, A. (1980) Population biology of the nematode *Camallanus lacustris* in perch, *Perca fluviatilis* L., from an oligotrophic lake in Norway. *Journal of Fish Biology* 16, 483-492
- SOMMERHÄUSER, M., SCHARNER, C., SCHIMMER, H., SCHINDLER, A., PLANTIKOW, K., VIETORIS, F. (2007)

- Design of a new monitoring network and first testing of new biological assessment methods according to water framework directive. *Journal of Environmental Monitoring* 9, 966-969
- STOREY, A.W., EDWARD, D.H.D., GAZEY, P. (1991) Surber and kick sampling: a comparison for the assessment of macroinvertebrate community structure in streams of south-western Australia. *Hydrobiologia* 211, 111-121
- SURES, B. (2004) Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in Parasitology* 20, 170-177
- TEICHGRÄBER, B., PETRUCK, A., TREIS, A. (2004) Abwasserreinigung, Güteentwicklung und Wärmelastrechnung der Lippe. NUA-Seminarbericht Band 9, 33-43
- THULIN, J., ANDERSSON, J., HÖGLUND J. (1990) Fish disease in a thermal discharge area in the Baltic. Manuskript, 6 Seiten
- TÜRK, P. (2010) Parasitologische und nahrungsökologische Untersuchungen an Raubfischen in der Henne- und Möhnetalsperre, NRW. Diplomarbeit, Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie, Heinrich-Heine Universität Düsseldorf, 136 Seiten
- VIDAL-MATÍNEZ, V., PECH, D., SURES, B., PURUCKER, S. T., POULIN, R. (2009) Can parasites really reveal environmental impact? Review, *Trends in Parasitology* 26 (1), 44-51
- WIJNHOFEN, S., VAN RIEL, M.C., VAN DER VELDE, G. (2003) Exotic and indigenous freshwater gammarid species: physiological tolerance to water temperature in relation to ionic content of water. *Aquatic Ecology* 37, 151-158

**Internet:**

- IT.NRW, Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (2011) WorldWideWeb: <http://www.it.nrw.de>
- LFV, Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e. V. (2011) WordWideWeb: <http://www.lfv-westfalen.de>

## 8 Abbildungen

- Abb. 1: Die Probenahmestellen der vorliegenden Untersuchung. Verändert nach SOMMERHÄUSER ET AL. 2007
- Abb. 2: Probestelle A Wehr Benninghausen.
- Abb. 3: Probestelle B Kesseler Mühle.
- Abb. 4: Probestelle C Wehr Uentrop.
- Abb. 5: Probestelle D Wehr Buddenburg.
- Abb. 6: Probestelle E Deichseitengraben.
- Abb. 7: Probestelle F Quabbe.
- Abb. 8: Die Probenahme.
- Abb. 9: Tragbares E-Gerät.
- Abb. 10: Geöffnete Leibeshöhle eines Flussbarsches.
- Abb. 11: Entnommene Organe eines Flussbarsches.
- Abb. 12: *Trichodina* sp.
- Abb. 13: *Myxobolus muelleri*.
- Abb. 14: *Myxobolus* sp.
- Abb. 15: Der Augenzwurm *Diplostomum spathaceum*.
- Abb. 16: *Sphaerostoma bramae*.
- Abb. 17: Hakenstruktur eines Doppeltierchens (*Diplozoon paradoxum*).
- Abb. 18: Der Riemenbandwurm *Ligula intestinalis* aus der Leibeshöhle eines Rotauges.
- Abb. 19: Die Hakenstruktur des Hechtbandwurms *Triaenophorus nodulosus*.
- Abb. 20: Nematoda sind oft fadenförmig und unscheinbar.
- Abb. 21: Der Fräskopfwurm (*C. lacustris*) hat eine harte Kopfkapsel.
- Abb. 22: Kratzer im Darm eines Döbels.
- Abb. 23: Proboscis eines Kratzers.
- Abb. 24: Der Kiemenkrebs *Ergasilus sieboldi* – Foto BLEY 2009.
- Abb. 25: Die Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*).
- Abb. 26: Saugnapf einer Karpfenlaus.
- Abb. 27: Stilet einer Karpfenlaus.
- Abb. 28: Parasitenfauna der untersuchten Aale.
- Abb. 29: Parasitenfauna der untersuchten Döbel.
- Abb. 30: Parasitenfauna der untersuchten Rotaugen.
- Abb. 31: Granulom bei einem Flussbarsch.
- Abb. 32: Parasitenfauna der untersuchten Flussbarsche.
- Abb. 33: Lebenszyklus des Kratzers *Pomphorhynchus laevis*.
- Abb. 34: Lebenszyklus der Myxozoa.
- Abb. 35: Lebenszyklus des Augenzwurms *Diplostomum spathaceum*.
- Abb. 36: Lebenszyklus des Augenzwurms *Tylodelphys clavata*.
- Abb. 37: Lebenszyklus von *Rhipidocotyle campanula*.
- Abb. 38: Lebenszyklus von *Caryophyllaeides fennica*.
- Abb. 39: Lebenszyklus des Riemenwurms *Ligula intestinalis*.

Abb. 40: Lebenszyklus von *Sphaerostoma bramae*.

Abb. 41: Lebenszyklus von *Bunodera lucioperca*.

Abb. 42: Lebenszyklus des Hechtbandwurms *Triaenophorus nodulosus*.

## 9 Tabellen

Tab. 1: Vergleich von Parametern der unterschiedlichen Probestellen in der Lippe.

Tab. 2: Anzahl der untersuchten Fische an den sechs verschiedenen Probenahmestellen sämtlicher Probejahre.

Tab. 3: Ermittelte Auswirkung der Wärmebelastung auf die Parasiten der aktuellen Untersuchung und der bisherigen Untersuchung von Palm (2011).



Anhang

## Anhang I: Zusammenfassung der Parasitenfauna des Aals und des Döbels in der Lippe und dem Deichseitenkanal.

Parasitenarten / -taxa	A		B		C		D		E	
	<i>A. anguilla</i> P[%] (ml/l)	<i>A. anguilla</i> P[%] (ml/l)	<i>S. cephalus</i> P[%] (ml/l)	<i>S. cephalus</i> P[%] (ml/l)	<i>A. anguilla</i> P[%] (ml/l)	<i>S. cephalus</i> P[%] (ml/l)	<i>A. anguilla</i> P[%] (ml/l)	<i>S. cephalus</i> P[%] (ml/l)	<i>S. cephalus</i> P[%] (ml/l)	<i>S. cephalus</i> P[%] (ml/l)
<i>Dactylogyrus</i> sp. 1	90,0 (3 1,2/6-76)	-	-	-	100,0 (6,0/3-9)	-	-	-	-	-
<i>Diplozoon paradoxum</i>	-	-	-	36,0 (3,0/1-12)	-	-	-	-	13,3 (1,8/1-4)	-
<i>Otomacrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7 (1,0/1)	-
<i>Dactylogyrus</i> <sup>1</sup> spp.	-	91,3 (23,4 /1-84)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dactylogyrus</i> <sup>2</sup> spp.	-	4,3 (2,0/2)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allocreadium isoporum</i>	-	-	100,0 (1,0/1)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodistomum simile</i>	-	8,7 (1,0/1)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plagioporus</i> sp.	70,0 (6,9/1-13)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Digenea</i> <sup>1</sup> indet.	-	4,3 (4,0/4)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Digenea</i> indet. 2	-	-	100,0 (1,0/1)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bothriocephalus claviceps</i>	20,0 (1,0/1)	8,7 (1,0/1)	-	-	50,0 (1,0/1)	-	-	-	-	-
<i>Cyathocephalus truncatus</i>	10,0 (1,0/1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicybothrium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3 (1,0/1)	-
<i>Protocephalus macrocephalus</i>	-	-	-	-	50,0 (1,0/1)	-	-	-	-	-
<i>Anguillicola crassus</i>	50,0 (3,0/1-5)	69,6 (2,9/1-8)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paraquimperia tenerrima</i>	100,0 (12,7/1-43)	39,1 (2,4/1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3 (1,0/1)	-
<i>Raphidascaris acus</i>	30,0 (6,7/2-16)	4,3 (1,0/1)	-	-	-	-	-	-	-	-
Nematoda indet.	20,0 (1,5/1-2)	-	-	-	-	-	-	-	3,3 (1,0/1)	-
<i>Acanthocephalus anguillae</i>	60,0 (41,7/1-83)	56,5 (6,4/1-17)	-	8,0 (1,5/1-2)	50,0 (9,0/9)	11,0 (1,0/1)	63,3 (6,3/1-22)	-	-	-
<i>Acanthocephalus lucii</i>	10,0 (26,0/26)	4,3 (4,0/4)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paratenuisentis ambigua</i>	40,0 (9,8/1-32)	4,3 (8,0/8)	-	-	100,0 (43,0/8-78)	-	-	-	-	-
<i>Pomphorhynchus laevis</i>	50,0 (2,2/1-5)	56,5 (1,7/1-4)	100,0 (3,0/3)	96,0 (4,6/1-19)	-	100,0 (4,2/1-13)	10,0 (2,3/1-4)	-	-	-
<i>Argulus foliaceus</i>	-	-	-	4,0 (1,0/1)	-	-	-	-	-	-

Anhang II: Zusammenfassung der Parasitenfauna des Rotauges in der Lippe du angrenzenden Nebengewässern.

Parasitenarten/-taxa	S08					W09	
	A	C	D	E	F	C	E
<i>Chilodonella piscicola</i>				2,9 (15,0/15)			
<i>Trichodina jadratica</i>	8,6 (1,0/1)			65,7 (33,4/1-184)	15,4 (2,0/1-3)		
<i>Trichodina pediculus</i>	2,9 (1,0/1)	2,9 (3,0/3)	5,7 (1,0/1)	17,1 (2,3/1-4)			
<i>Myxidium rhodei</i>		17,1 (50,0/13-100)		28,6 (27,6/1-137)	15,4 (137,5/78-197)	11,8 (28,5/7-68)	3,2 (16,8/1-122)
<i>Myxobolus muelleri</i>							
Myxozoa indet.				2,9 (1,0/1)	7,7 (293,0/293)		
<i>Dactylogyrus sphyrna</i>				20,0 (1,1/1-2)	7,7 (1,0/1)		25,8 (3,9/1-21)
<i>Dactylogyrus</i> sp.	31,4 (7,6/1-24)	54,3 (2,4/1-6)	31,4 (2,0/1-5)	80,0 (13,0/2-59)	69,2 (5,8/1-11)	29,4 (2,2/1-4)	83,9 (16,8/1-122)
<i>Diplozoon paradoxum</i>	2,9 (1,0/1)				7,7 (1,0/1)	2,9 (1,0/1)	9,7 (1,7/1-3)
<i>Diplostomum spathaceum</i>		5,7 (1,5/1-2)		54,3 (2,4/1-5)		2,9 (1,0/1)	58,1 (2,4/1-6)
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i>							3,2 (5,0/5)
<i>Phyllodistomum elongatum</i>						2,9 (94,0/94)	9,7 (9,3/2-15)
<i>Rhipidocotyle campanula</i>		5,7 (1,0/1)		34,3 (1,2/1-3)	7,7 (1,0/1)	8,8 (1,0/1)	54,8 (1,8/1-4)
<i>Sphaerostoma bramae</i>					7,7 (2,0/2)	8,8 (1,3/1-2)	25,8 (1,7/1-2)
<i>Tylodelphys clavata</i>		31,4 (4,8/1-23)	60,0 (3,3/1-16)	54,3 (2,4/1-5)		14,7 (1,0/1)	80,7 (5,2/1-20)
Digenaea indet.						5,9 (1,0/1)	
<i>Caryophyllaeides fennica</i>	20,0 (1,0/1)	2,9 (1,0/1)	2,9 (2,0/2)	5,7 (1,5/1-2)			9,7 (1,0/1)
<i>Ligula intestinalis</i>				2,9 (1,0/1)			
<i>Contracaecum micropapillatum</i>	51,4 (13,3/1-71)	71,4 (17,6/1-92)	28,6 (4,8/1-13)	14,3 (1,4/1-2)	38,5 (23,6/3-50)	11,8 (35,8/1-79)	22,6 (2,9/1,8)
<i>Contracaecum ovale</i>	2,9 (3,0/1-2)					2,9 (38,0/38)	
<i>Cosmocephalus obvelatus</i>	5,7 (1,0/1)						
<i>Paracuraria adunca</i>	8,6 (1,7/1-3)						
Acuanitidae indet.	2,9 (1,0/1)						
Nematoda indet.	2,9 (1,0/1)						
<i>Acanthocephalus anguillae</i>				8,6 (1,3/1-3)		11,8 (5,0/1-12)	3,2 (1,0/1)
<i>Pomphorhynchus laevis</i>	11,4 (1,0/1)	5,7 (1,0/1)	17,1 (2,2/1-6)		7,7 (1,0/1)		
<i>Ergasilus sieboldi</i>	5,7 (1,0/1)					14,7 (2,0/1-5)	12,9 (1,0/1)
Unioidea indet.				14,3 (2,6/1-6)			

Parasitenarten/-taxa	S09				
	A	B	C	D	E
<i>Trichodina jadratica</i>	2,9 (1,0/1)				65,7 (24,4/1,112)
<i>Trichodina pediculus</i>			10,0 (1,3/1-2)		11,4 (2,3/1-4)
<i>Myxidium rhodei</i>	8,6 (132,7/1-362)		6,7 (65,5/20-111)		20,0 (22,1/2-66)
<i>Myxobolus muelleri</i>	5,7 (10,0/3-17)				
<i>Dactylogyrus sphyma</i>	8,6 (1,3 (1-2)			3,1 (1,0/1)	
<i>Dactylogyrus</i> sp.	40,0 (1,5/1-56)		10,0 (1,3/1-2)	15,6 (3,0/1-5)	62,9 (4,6/1-11)
<i>Diplozoon paradoxum</i>	17,1 (1,87/1-5)				
<i>Diplostomum spathaceum</i>	14,3 (2,27/1-5)		3,3 (1,3/1-2)	3,1 (1,0/1)	25,7 (2,8/1-6)
<i>Rhipidocoyle campanula</i>			3,3 (1,0/1)		11,4 (1,3/1-2)
<i>Sphaerostoma brahmae</i>	8,6 (2,7/1-6)				
<i>Tylodelphys clavata</i>	22,9 (2,1/1-6)		40,0 (1,5/1-2)	65,5 (2,7/1-7)	45,7 (6,5/1-22)
<i>Caryophyllaeides fennica</i>	11,4 (1,3/1-4)				14,3 (2,6/1-4)
<i>Caryophyllidae</i> indet.	2,9 (1,0/1)				
<i>Contracaecum micropapillatum</i>	2,9 (1,0/1)	50,0 (1,0/1)		6,3 (24,5/14-35)	2,9 (1,0/1)
<i>Paracaria adunca</i>					5,7 (1,0/1)
<i>Acanthocephalus anguillae</i>					2,9 (6,0/6)
<i>Pomphorhynchus laevis</i>	22,9 (1,6/1-4)		20,0 (1,3/1-3)	9,4 (1,0/1)	
<i>Acanthocephala</i> indet.				6,3 (1,0/1)	2,9 (1,0/1)
<i>Ergasilus sieboldi</i>	5,7 (1,0/1)				

Anhang III: Zusammenfassung der Parasitenfauna des Flussbarsches in der Lippe und angrenzenden Nebengewässern.

Parasitenarten/-taxa	S08					
	A	C	D	E	F	
<i>Myxobolus muelleri</i>					5,6 (7,0/7)	
<i>Bunodera luciopercae</i>	33,3 (2,9/1-9)	45,2 (3,8/1-32)		83,3 (20,4/1-62)	88,9 (30,6/3-117)	
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i>				83,3 (3,0/1-6)		
<i>Tylolelphys clavata</i>	66,7 (5,6/1-25)	38,7 (3,8/1-18)	66,7 (7,9/1-17)	100,0 (15,2/2-32)	16,7 (1,3/1-2)	
<i>Caryophyllaeides fennica</i>	4,8 (1,0/1)					
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	4,8 (1,0/1)	12,9 (1,3/1-2)		66,7 (3,0/2-4)	22,2 (1,0/1)	
<i>Camallanus lacustris</i>	23,8 (1,0/1)	96,8 (7,1/1-52)	25,0 (1,0/1)	83,3 (26,4/2-99)	11,1 (1,0/1)	
<i>Acanthocephalus anguillae</i>	4,8 (1,0/1)	25,8 (1,6/1-3)				
<i>Acanthocephalus luci</i>	38,1 (1,0/1)	45,2 (5,2/1-11)		66,7 (1,0/1)	22,2 (1,0/1)	
<i>Acanthocephalus</i> sp.		16,1 (2,6/1-5)				
<i>Pomphorhynchus laevis</i>	14,3 (1,0/1)		16,7 (1,0/1)		72,2 (2,5/1-7)	
Granulome		35,5 (2,3/1-7)	33,3 (4,9/1-9)	60,0 (3,7/1-7)	27,8 (3,0/1-9)	

Parasitenarten/-taxa	S09					
	A	B	C	D	E	
<i>Henneguya</i> sp.	5,9 (3,0/3)	10,0 (12,0/12)				
<i>Bunodera luciopercae</i>	17,6 (10,7/1-30)	10,0 (6,0/6)	18,5 (2,6/1-4)		33,3 (2,0/2)	
<i>Diplostomum spathaceum</i>		10,0 (1,0/1)	3,7 (2,0/2)			
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i>	5,9 (1,0/1)	20,0 (2,0/1-3)	25,9 (3,9/1-7)		66,7 (1,5/1-2)	
<i>Sphaerostoma bramae</i>	5,9 (1,0/1)	30,0 (5,0/3-9)				
<i>Tylolelphys clavata</i>	52,9 (5,9/1-23)	20,0 (7,0/1-19)	59,3 (3,1/1-10)	71,4 (8,1/1-25)	100,0 (18,7/8-33)	
<i>Paradilepis scolecina</i>	11,8 (1,5/1-2)					
<i>Proteocephalus percae</i>	11,8 (1,5/1-2)	20,0 (1,5/1-2)		4,8 (1,0/1)		
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	41,2 (2,6/1-8)	50,0 (2,2/1-4)	18,5 (2,4/1-5)			
<i>Camallanus lacustris</i>	11,8 (1,0/1)	10,0 (1,0/1)	74,1 (3,0/1-9)	9,5 (1,5/1-2)	33,3 (2,0/2)	
<i>Acanthocephalus anguillae</i>			11,1 (1,7/1-3)			
<i>Acanthocephalus luci</i>	5,9 (10,0/10)	20,0 (3,5/2-4)	92,6 (10,4/1-61)	4,8 (19,0/19)	66,7 (1,0/1)	
<i>Acanthocephalus</i> sp.			22,2 (1,3/1-2)			
<i>Pomphorhynchus laevis</i>	23,5 (2,0/1-3)	50,0 (2,4/1-3)	14,8 (6,0/1-12)	19,1 (1,0/1)		
<i>Acanthocephala</i> indet.		10,0 (1,0/1)	7,4 (1,0/1)			
Granulome	5,9 (13,0/13)	40,0 (3,3/1-8)	40,7 (6,9/2-15)	47,6 (4,1/1-9)	33,3 (1,0/1)	

