Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend 39 (1998), S. 219-239

Ciliaten- und Makrozoenbesiedlung bei unterschiedlicher saprobieller Belastung im Johannisbach und in der Aa (Ostwestfalen)

Karl Heinz RUSTIGE, Bielefeld

Mit 1 Abbildung und 5 Tabellen

Inhalt **Seite**

1. Einleitung 220
2. Charakterisierung des Untersuchungsgebiets und der Probestellen 220
3. Material und Methoden 222
   - 3.1 Physikalisch-chemische Untersuchungen 222
   - 3.2 Aufsammlung der Makroinvertebraten 222
   - 3.3 Untersuchung der Ciliatenfauna 223
4. Darstellung und Diskussion der Ergebnisse 224
   - 4.1 Die abiotischen Verhältnisse an den Probestellen 224
   - 4.2 Makrozoenfauna und Saprobienindex 226
   - 4.3 Zur Verbreitung sessiler Ciliaten 230
5. Zusammenfassung 234
6. Literaturverzeichnis 235

Verfasser:
Dr. Karl Heinz Rustige, Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie, Postfach 10 01 31, D-33501 Bielefeld

1. Einleitung

Einleitungen von abbaubaren organischen Substanzen ins Fließgewässer - z.B. durch kommunale Abwässer - sind für die Ciliaten- und Makrozoenzönose mit erheblichen Konsequenzen verbunden. Betrachtet man die Organismengruppe der Makroinvertebraten, so läßt sich feststellen, daß eine Erhöhung der organischen Belastung im allgemeinen mit einer Änderung des Artenspektrums, einer Reduktion der Artendichte und einer Abundanzzunahme euryöker Arten (z.B. *Asellus aquaticus* und *Erpobdella octoculata*) verbunden ist (u.a. BRAUCKMANN 1987, FLÖSSNER 1987, SCHÖNBORN 1992). Im Gegensatz zu den Makrozoen läßt sich bei den Ciliaten mit zunehmender organischer Belastung im allgemeinen ein Anstieg der Arten- und Individuendichte im Fließgewässer registrieren. Da sich der überwiegende Anteil der Ciliaten bakterivor ernährt, spielen sie arten- und individuenmäßig in meso- und polysaproben Gewässerregionen eine dominante Rolle. Die einzelnen Ciliatenarten können auf organische Belastungen aber sehr unterschiedlich reagieren (u.a. ALBRECHT 1984, BAUER 1987, BERGER, FOISSNER & KOHMANN 1997, BERNERTH 1982, FOISSNER et al. 1992, 1995, NUSCH 1970, RIEDEL-LORJE 1981, RUSTIGE & MANNESMANN 1991, 1993, 1994, STÖSSEL 1979).
Um die Auswirkungen des Saprobitätsgrades auf die Ciliatenzönose zu ermitteln, wurden künstliche Substrate (Objektträger) in unterschiedlich stark organisch belasteten Fließgewässerregionen (Johannisbach und Aa) exponiert. Bei der Untersuchung der Objektträger wurden vor allem die sessilen Ciliaten (Peritrichida, Heterotrichida, Suktorida) im Aufwuchs berücksichtigt. Sessile Ciliaten besiedeln darüber hinaus natürliche Substrate (z.B. Steine, Pflanzen und Tiere). Insbesondere die limnischen *Gammarus*-Arten und *Asellus aquaticus* weisen eine artenreiche Ciliatenfauna auf (RUSTIGE 1991, RUSTIGE & FRIEDRICH 1994, SCHÖDEL 1987), die ebenfalls erfaßt wurde. Parallel zu den cileatologischen Untersuchungen wurde das Makrozoobenthos untersucht, um auch den Einfluß des Saprobitätsgrades auf die Besiedlung mit Makrozoen zu ermitteln.

2. Charakterisierung des Untersuchungsgebiets und der Probestellen

Die untersuchten Fließgewässerregionen des Johannisbachs und der Aa liegen im Naturraum des Ravensberger Hügellandes.
Der **Johannisbach** entspringt in einer Höhe von 205 m über NN im Teutoburger Wald und verläuft zunächst durch landwirtschaftlich nur wenig genutzte Flächen mit Streubesiedlung. Der Zufluß beschränkt sich hier auf

einige Quellbäche (Paderbach, Twellbach und Krebsbach). Die anthropogenen Belastungen (z.B. Regenüberläufe) sind noch gering. Im weiteren Verlauf nehmen die anthropogenen Belastungen deutlich zu (z.B. intensivere landwirtschaftliche Nutzung, weitere Regenüberläufe und Aufstauungen). Kurz vor Verlassen des Bielefelder Stadtgebietes fließt der Johannisbach mit der Lutter (Weser) zusammen und wird ab hier als Aa bezeichnet.
Die **Aa** wird durch zwei große Klärwerke mit Abwasser belastet. Über die Lutter (Weser) gelangt das Abwasser des Klärwerks Heepen in die Aa, und das Klärwerk Brake leitet die städtischen Abwässer direkt in die Aa.

Entlang des Johannisbaches wurden an 5 Probestellen die epizoischen Ciliaten auf *Gammarus pulex* untersucht (RUSTIGE 1991, RUSTIGE & MANNESMANN 1991). Für die weiterführenden Untersuchungen wurden zwei Probestellen ausgewählt, die sich von ihrer Wasserqualität deutlich unterscheiden. Im Oberlauf des Johannisbaches wurde eine Probestelle ausgewählt, die nur wenig anthropogen belastet wird. Sie kann der Salmonidenregion (Metarhithral) zugeordnet werden (BEISENHERZ & SPÄH 1990). Die an der Aa gelegene Probestelle liegt ca. 1 km unterhalb des Klärwerkes Brake und wird hierdurch stark mit städtischem Abwasser belastet. Ursprünglich konnte diese Fließgewässerregion der Äschenregion (Hyporhithral) zugeordnet werden (BEISENHERZ & SPÄH 1990). Die beiden Fließgewässer und die geographische Lage der beiden Probestellen sind der **Abb. 1** zu entnehmen.

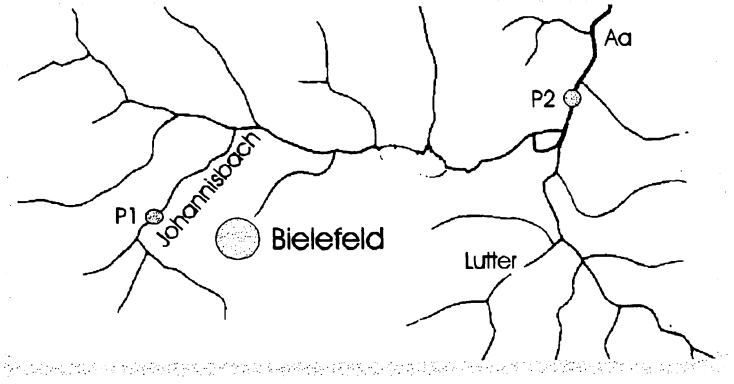


Abb. 1: Geographische Lage der Probestellen am Johannisbach (P1) und der Aa (P2)

3. Material und Methoden

3.1 Physikalisch-chemische Untersuchungen

Die physikalisch-chemischen Faktoren bedingen die abiotische Umwelt der Wasserorganismen und können deren Verbreitung maßgeblich beeinflussen. Darüber hinaus lassen sie sich zur Bewertung der Wasserqualität heranziehen. Daher wurden in monatlichen Abständen die Wassertemperatur (°C), elektrische Leitfähigkeit (mS/m), der pH-Wert, der aktuelle Sauerstoffgehalt (mg O_2/l) und die Sauerstoffsättigung (%) direkt vor Ort mit dem WTW-MultiLab P5 gemessen. Die elektrische Leitfähigkeit wurde auf eine Temperatur von 20° C bezogen.
Die Konzentration der chemischen Parameter Ammonium-Stickstoff (mg NH_4^+-N/l), Nitrit-Stickstoff (mg NO_2^--N/l), Nitrat-Stickstoff (mg NO_3^--N/l), Orthophosphat-Phosphor (mg PO_4^{3-}-P/l) und Chlorid (mg Cl^-/l) wurden photometrisch mit dem WTW-MultiLab P5 und dem Reagenzientestsatz Spectroquant der Firma Merck im Labor ermittelt.
Die BSB_2-Werte (mg O_2/l) wurden ohne Zusatz des Nitrifikationshemmers Allylthioharnstoff (ATH) erfaßt.

3.2 Aufsammlung der Makroinvertebraten

Das Makrozoobenthos wurde jeweils im Frühjahr, Sommer oder Herbst untersucht. Dazu wurden verschiedene Kleinbiotope (z.B. Steine, Makrophyten, Holz etc.) mit einer Federstahlpinzette abgesucht; bei ausreichender Strömung wurde eine modifizierte Kick-Sampling-Methode nach SCHWOERBEL (1994) angewandt. Soweit möglich, wurden die aufgesammelten Tiere mit einer Lupe direkt vor Ort bestimmt. Andernfalls wurden sie lebend - Hirudineen und Turbellarien - oder in 70 %igem Alkohol fixiert im Labor mit Hilfe eines Binokulars bestimmt.
Als Bestimmungsliteratur dienten die Bestimmungsbücher von NAGEL (1989) und SCHMEDTJE & KOHMANN (1992); außerdem wurde die in NAGEL bzw. die in der DIN 38410 (1990b) angegebene spezielle Bestimmungsliteratur herangezogen. Für die Trichopteren, Ephemeropteren und Mollusken wurden zusätzlich die Bestimmungswerke von GLOER & MEYER-BROOK (1994), PITSCH (1993) und STUDEMANN et al. (1992) verwandt.
Die quantitative Auswertung erfolgte durch Angabe der Abundanz der gefundenen Organismen mit Hilfe einer siebenstufigen Schätzskala (Abundanzziffer von 1 bis 7, **Tab. 1**). Die Berechnung des Saprobienindex (S) wurde nach den Angaben von NAGEL (1989) und FRIEDRICH (1990)

durchgeführt. Die Saprobienindices (s) und Indikationsgewichte (G) der einzelnen Arten wurden ebenfalls den oben genannten Arbeiten entnommen.

Tab. 1: Die Abundanzziffern mit den jeweils zugeordneten Schätzwerten

Abundanzziffer	Anzahl der Tiere pro Probestelle
1	Einzeltier
2	2 bis 3 Tiere
3	4 bis 10 Tiere
4	11 bis 25 Tiere
5	26 bis 50 Tiere
6	51 bis 100 Tiere
7	über 100 Tiere

3.3 Untersuchung der Ciliatenfauna

In monatlichen Abständen wurden an den beiden Probestellen Objektträger untersucht, die 3 - 4 Wochen im Gewässer exponiert waren. Parallel wurden 5 - 15 adulte, dunkel gefärbte Gammariden und Aselliden entnommen, die im Labor auf ihren Ciliatenbewuchs hin untersucht wurden. Dabei wurden vor allem die Kiemen- und Beinbesiedler (Gnathopoden und Peraeopoden) berücksichtigt, während die gesamte Epizoenfauna nur stichprobenartig untersucht werden konnte.
Die mikroskopische Bestimmung der Ciliatenarten erfolgte größtenteils in vivo. Bei Bedarf wurde eine Kernfärbung mit Methylgrün-Essigsäure oder mit dem Fluorochrom DAPI (4'6-Diamidino-2-phenylindol) durchgeführt oder es wurde eine supravitale Übersichtfärbung mit Methylgrün-Pyronin vorgenommen (MATTHES & WENZEL 1978, MATTHES, GUHL & HAIDER 1988, FOISSNER 1979, FOISSNER et al. 1991, RUSTIGE 1998). Teilweise wurde eine trockene Silberlinienimprägnation nach FOISSNER (1976) bzw. FOISSNER et al. (1991) oder eine Protargolimprägnation nach WILBERT (1975) durchgeführt. Als Bestimmungsliteratur wurden die Arbeiten von BICK (1972), CLAMP (1988, 1991), CORLISS (1979), FOISSNER et al. (1992, 1995), KAHL (1932, 1934, 1935), MATTHES (1982), MATTHES, GUHL & HAIDER (1988), NENNIGER (1948), SCHÖDEL (1987), SOMMER (1950) und STILLER (1971) verwandt. Die Nomenklatur orientiert sich jeweils am aktuellsten Werk.

Bei der quantitativen Erfassung der Ciliaten auf Objektträgern wurden jeweils 3 Zählstreifen ausgewertet und die Individuendichte pro cm^2 (Ind./cm^2) errechnet. Bei der Untersuchung der Gammariden und Aselliden wurden die Ciliaten von jeweils 5 - 15 Krebsen ausgezählt und daraus die durchschnittliche Individuendichte pro *Gammarus* (Ind./G) bzw. *Asellus* (Ind./A) errechnet.

4. Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

4.1 Die abiotischen Verhältnisse an den Probestellen

Tabelle 2 stellt Minima, Maxima und Mittelwerte der gemessenen physikalisch-chemischen Parameter dar (Untersuchungszeitraum: März 1994 - Oktober 1996). Beim Vergleich der beiden Probestellen wird deutlich, daß die einzelnen Werte zum Teil deutlich voneinander abweichen. Eine Ausnahme stellt der **pH-Wert** dar, der nur eine geringe Schwankungsbreite zeigt und sich meist zwischen 7,1 und 8,3, in einem für Hydrogenkarbonatgewässer charakteristischen Bereich bewegt (BREHM & MEIJERING 1996).

Die **Temperaturmaxima** des untersuchten **Johannisbachabschnitts** sind charakteristisch für eine sommerkalte Bach- bzw. Forellenregion (SCHWOERBEL 1987). Die Amplitude der **elektrischen Leitfähigkeit** bewegt sich zwischen 54,2 und 86,3 mS/m, was typisch ist für ein relativ unbelastetes Gewässer mit Karbonatgesteinen im Einzugsgebiet (SCHWOERBEL 1994). Die **Chloridkonzentrationen** und **Sauerstoffverhältnisse** weisen auf ein wenig belastetes Gewässer hin, was auch durch die **Stickstoffparameter** und den **BSB_2-Wert** weitgehend bestätigt wird. Die zeitweise leicht erhöhten Ammonium- und Nitritkonzentrationen können auf stoßweise Belastungen durch Regenüberläufe der Mischkanalisation, Straßenabwässer und Auswaschungen der umliegenden landwirtschaftlichen Flächen zurückgeführt werden.

Die Probestelle an der **Aa** weist deutlich höhere **Temperaturmaxima** auf und muß daher nach der Einteilung von SCHWOERBEL (1987) als sommerwarme Bachregion eingestuft werden. Diese für eine Äschenregion (Hyporhithral) untypischen Temperaturmaxima werden verursacht durch die Reduzierung der Ufergehölzstreifen entlang der Fließstrecke und die Einleitung kommunaler Abwässer. **Elektrische Leitfähigkeiten** und **Chloridkonzentrationen** sind gegenüber den Werten im Johannisbach leicht erhöht, was hauptsächlich durch die kommunalen Abwässer bedingt ist. Die **Sauerstoffverhältnisse** sind zwar schlechter als im Johannisbach,

erreichen aber aufgrund der starken Turbulenzen noch keine kritischen Werte. Die **Stickstoffparameter** (NH_4^+-N, NO_2^--N, NO_3^--N) weisen insgesamt auf eine erhebliche organische Belastung durch kommunale Abwässer hin, was auch durch den **BSB_2-Wert** bestätigt wird. Insbesondere die Ammoniumkonzentrationen sind drastisch erhöht, was durch geringe Abflußmengen 1995 und 1996 und niedrige Temperaturen im Winter 1995/96 noch verschärft wird (RUSTIGE 1998).

Tab. 2: Minimum (=Min), Mittelwert (=MW) und Maximum (=Max) der gemessenen Parameter an den beiden Probestellen (Johannisbach und Aa) (Temp. = Temperatur, LF = Elektrische Leitfähigkeit, BSB_2 = Biochemischer Sauerstoffbedarf)

Parameter	Probestelle					
	Johannisbach			Aa		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Temp. (° C)						
Min	6,7	4,0	3,0	6,9	6,3	5,1
MW	10,7	10,8	9,6	13,9	13,7	12,9
Max	15,2	16,0	16,7	21,6	21,1	19,0
LF (mS/m)						
Min	59,6	54,2	64,1	67,1	50,9	77,6
MW	67,4	70,0	77,1	80,1	81,8	99,5
Max	78,2	86,3	84,8	99,0	108,5	126,6
Cl^--Konz. (mg/l)						
Min	11,0	11,0	20,0	37,5	29,5	60,5
MW	16,9	19,3	22,5	56,1	56,4	79,7
Max	24,0	30,0	26,5	80,0	85,0	117,0
pH-Wert						
Min	7,5	7,3	7,3	7,4	7,4	7,1
MW	7,8	8,0	7,7	7,6	7,8	7,5
Max	8,1	8,3	8,2	8,0	8,1	7,8
O_2-Geh. (mg/l)						
Min	9,2	9,5	9,2	6,3	6,3	6,1
MW	10,4	10,5	11,0	8,6	8,5	8,6
Max	11,4	11,8	13,9	11,0	10,5	11,6
O_2-Sätt. (%)						
Min	88,4	86,8	91,2	61,4	66,5	62,6
MW	93,5	94,5	96,1	82,2	81,8	80,3
Max	100,4	103,0	103,3	93,9	104,2	91,3

Fortsetzung der Tab. 2

Parameter	Probestelle					
	Johannisbach			Aa		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
NH_4^+-N-Konz. (mg/l)						
Min	< 0,100	< 0,100	< 0,100	3,864	2,580	8,530
MW				5,649	7,432	14,241
Max	0,155	0,205	0,188	9,244	16,470	24,950
NO_2^--N-Konz. (mg/l)						
Min	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,022	0,038	0,059
MW				0,072	0,261	0,147
Max	< 0,020	0,098	0,032	0,130	1,392	0,402
NO_3^--N-Konz. (mg/l)						
Min	2,89	3,55	4,48	3,70	3,93	5,12
MW	5,35	5,47	5,55	5,98	6,36	8,56
Max	6,70	7,17	7,01	7,95	10,39	15,08
PO_4^{3-}-P-Konz. (mg/l)						
Min	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,11	0,12	0,12
MW				0,15	0,17	0,19
Max	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,19	0,26	0,35
BSB_2						
Min	0,8	0,7	0,7	2,2	2,0	2,7
MW	1,2	1,4	1,3	3,3	3,5	4,1
Max	1,6	1,9	2,2	4,6	6,1	5,9

4.2 Makrozoenfauna und Saprobienindex

Tabelle 3 stellt die Makrozoenfauna an den Probestellen des Johannisbachs und der Aa dar. An den beiden Probestellen konnten 44 Arten bzw. Vertreter höherer Taxa nachgewiesen werden, von denen 29 im Johannisbach und 31 in der Aa auftraten.

Im **Johannisbach** waren außer euryöken Makrozoen (z.B. *Baetis rhodani, B. vernus, Ephemerellla ignita* und *G. pulex*) auch einige rheobionte, kaltstenotherme und polyoxibionte Arten wie die Ephemeroptere *Rhithrogena semicolorata* sowie die Trichopteren *Goera pilosa* und *Plectrocnemia* spp. zu beobachten. Als durchgehend dominant trat *G. pulex* auf, was

typisch ist für eine fallaubreiche Salmonidenregion (KOCH 1989, MEIJERING & PIEPER 1982). Insgesamt dominieren hier eindeutig Arten, die betamesosaprobe Gewässerverhältnisse indizieren. Eine ähnliche Makrozoenbesiedlung beschreibt SPÄH (1983), jedoch ohne die rheobionten, kaltstenothermen und polyoxibionten Ephemeroptera- und Trichoptera-Arten.

In der **Aa** konnten überwiegend potamale Arten identifiziert werden, von denen besonders die Gruppe der Hirudineen artenreich vertreten war. Potamalarten wie *A. aquaticus, Erpobdella octoculata* und *Tubifex* spp. erreichen hier häufig hohe Abundanzen. Diese für ein Hyporhithral eher untypischen Besiedlungsverhältnisse werden u.a. durch die hohe organische Belastung verursacht, die zu der von THIESMEIER, RENNERICH & DARSCHNIK (1988) beschriebenen „Potamalisierung" der Gewässerregion führt. Nicht mehr so zahlreich wie im Johannisbach, aber doch noch verhältnismäßig individuenreich trat *G. pulex* auf. Der sehr strömungsangepaßte Gastropode *Ancylus fluviatilis* trat in der Aa sogar in ähnlichen Besiedlungsdichten auf wie im Johannisbach. Diese Fließgewässerorganismen können durchaus höhere organische Belastungen tolerieren, wenn die Sauerstoffverhältnisse wie an dieser Probestelle keine kritischen Werte erreichen (vgl. **Tab. 2**). Insgesamt lassen sich eine Reihe von Makrozoen registrieren, die alphamesosaprobe Gewässerverhältnisse indizieren. Diese werden aufgrund der noch befriedigenden Sauerstoffverhältnisse von Organismen begleitet, die betamesosaprobe Gewässerverhältnisse anzeigen. Für diese Gewässerregion beschreibt SPÄH (1983) eine vergleichbare Makrozönose bei noch günstigeren chemischen Werten.

Die **Berechnung des Saprobienindex** („Makroindex") ergab für den **Johannisbach** Werte von 1,9 und 2,0 (Güteklasse II), was auf eine mäßige organische Belastung schließen läßt. Diese saprobielle Einstufung wird ebenfalls durch die chemischen Daten unterstützt. In der **Aa** liegt der Saprobienindex bei 2,5 bzw. 2,6 (Güteklasse II - III), was auf eine kritische organische Belastung hinweist (**Tab. 4**). Dies deckt sich größtenteils nicht mit den chemischen Daten, die eine sehr starke organische Belastung anzeigen (vgl. **Tab. 2**). Insbesondere der Ammonium-Stickstoff-Gehalt erreicht extrem hohe Werte, und auch die Nitrit-Stickstoff-Werte sind besonders im Sommer deutlich erhöht. Da die gemessenen Sauerstoff-Werte insgesamt nicht im kritischen Bereich liegen, können hier auch einige euryöke Arten wie *Ancylus fluviatilis, Baetis rhodani, B. vernus* und *Gammarus pulex* überleben. Da ihre Saprobienindices um 2,0 liegen, werden mittels Makrozoen bessere Gewässerverhältnisse indiziert als durch die chemischen Werte. Die von MARTEN & REUSCH (1992) kritisierte Ein-

beziehung von euryöken Arten als Indikatororganismen erweist sich als berechtigt, da sie zu einer falschen Bewertung der Wasserqualität führen kann.

Tab. 3: Übersicht über das Makrozoobenthos im Johannisbach und der Aa mit Angabe des Saprobienindex (s) und Indikationsgewichts (G) (1994, 1995, 1996); die Abundanzen werden mit Abundanzziffern von 1 - 7 angegeben

Taxon	Probestelle							
	Johannis-bach			Aa				
	94	95	96	94	95	96	s	G
Coelenterata								
Hydra spp.		1						
Turbellaria								
Dendrocoelum lacteum				2			2,2	8
Dugesia gonocephala	3	4	3				1,6	8
Gastropoda								
Ancylus fluviatilis	2	4	3	3	4	2	2,0	4
Bithynia tentaculata							2,3	8
Potamopyrgus antipodarum	3	2	2	3	4	2	2,3	4
Radix ovata				1			2,3	4
Bivalvia								
Pisidium spp.	1							
Sphaerium corneum				1			2,3	4
Oligochaeta								
Lumbriculus variegatus				1			3,0	4
Tubifex spp.				4	5	4	3,5	4
Hirudinea								
Erpobdella nigricollis					2	1		
Erpobdella octoculata		1		4	5	4	2,7	4
Glossiphonia complanata	3	2	2	3	3	2	2,2	8
Glossiphonia heteroclita				2	2		2,5	4
Helobdella stagnalis				2	4	3	2,6	4
Piscicola geometra				1				
Theromyzon tessulatum	1				1			
Crustacea								
Asellus aquaticus				4	5	4	2,7	4
Asellus coxalis				2			2,8	4
Gammarus pulex	6	6	5	4	4	3	2,1	4

Fortsetzung Tab. 3

Taxon	Probestelle							
	Johannis-bach			Aa				
	94	95	96	94	95	96	s	G
Ephemeroptera								
Baetis rhodani	2	2	1	2	2		2,3	8
Baetis vernus	3	4	3		3	2	2,1	4
Baetis spp.				3		3		
Ephemrella ignita	2						1,9	4
Rhithrogena semicolorata	2	3	2				1,6	8
Odonata								
Caleopteryx splendens					2		2,0	8
Megaloptera								
Sialis fuliginosa		1					2,0	8
Heteroptera								
Velia caprai	2							
Coleoptera								
Elmis spp.	2	3	3					
Helodidae	1							
Limnius volckmari		1					1,6	8
Trichoptera								
Anabolia nervosa		1	1				2,0	8
Goera pilosa	2	3	2				1,9	4
Hydropsyche angustipennis		1			2			
Hydropsyche pellucidula				2		1		
Hydropsyche siltalai	3	2	3	1			1,8	8
Hydropsyche spp.				3	4	3		
Limnephilidae	1	2	1					
Plectrocnemia spp.	1						1,5	4
Rhyacophila dorsalis/nubilis	2	2	1	1			2,0	4
Rhyacophila spp.					1			
Sericostomatidae		1	2				1,5	8
Diptera								
Chironomidae				4	4	3		
Chironomus thummi-Gruppe				1	2	1	3,2	4
Dicranota spp.		1	1					
Simuliidae	2	2	2	4	6	3		
Tipulidae	1				1			

Tab. 4: Saprobienindex (Makroindex) der untersuchten Probestellen am Johannisbach und an der Aa (1994/1995/1996)

Probe-stelle	Gewässer	S	SM	n	n(I)	Σ Ai	GK
			1994				
Jo	Johannis-bach	2,0	± 0,07	21	13	34	II
Aa	Aa	2,5	± 0,10	24	18	41	II - III
			1995				
Jo	Johannis-bach	1,9	± 0,07	22	16	39	II
Aa	Aa	2,5	± 0,13	21	13	45	II -III
			1996				
Jo	Johannis-bach	1,9	± 0,08	17	13	30	II
Aa	Aa	2,6	± 0,16	16	10	27	II - III

Erläuterungen zur **Tab. 4**	
S:	Saprobienindex
SM:	Streuungsmaß
n:	Gesamtzahl der Arten
n(I):	Anzahl der Indikatorarten
Σ Ai:	Abundanzsumme der Indikatorarten
GK:	Gewässergüteklasse

4.3 Zur Verbreitung sessiler Ciliaten

An den beiden Probestellen des Johannisbachs und der Aa konnten insgesamt 70 Arten bzw. Artkomplexe identifiziert werden. Davon traten im Johannisbach 36 und in der Aa 60 Arten auf. Dieser große Unterschied der Artenzahl ist vor allem bedingt durch die Besiedler von *A. aquaticus*, da dieser Träger nur in der Aa vorkam. Vergleicht man nur die Besiedlungsverhältnisse von *Gammarus pulex* und der exponierten Objektträger,

so stellt man in der Aa für beide Besiedlungssubstrate eine etwas größere Artenzahl fest (**Tab. 5**), die durch die höhere organische Belastung bedingt ist.

Betrachtet man das Vorkommen der einzelnen Arten an den untersuchten Probestellen, so läßt sich feststellen, daß *Haplocaulis pleomeri* und *Ruthiella gammari* nur bei mäßiger organischer Belastung im Johannisbach auf *Gammarus pulex* auftraten. Nur bei höherer organischer Belastung in der Aa traten auf *Gammarus pulex Epistylis anastatica, Epistylis niagarae, Zoothamnium gammari* und *Trichophrya astaci* auf. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Arten, die nicht gammarusspezifisch sind und meist nur sporadisch auftraten. Eine Ausnahme stellt zum Beispiel die gammarusspezifische Art *Z. gammari* dar, die bei höherer organischer Belastung *Gammarus* sehr intensiv besiedeln kann (RUSTIGE & MANNESMANN 1991, 1993). *Spirochona gemmipara, Lagenophrys ampulla, L. nassa, Pseudocarchesium ovatum* und *Dendrocometes paradoxus* konnten im Johannisbach und in der Aa nachgewiesen werden, allerdings in der Aa nicht mehr in den Jahren '95 und '96; zu dieser Zeit war die organische Belastung besonders hoch. Insbesondere für die Arten *Spirochona gemmipara* und *Dendrocometes paradoxus* weisen RUSTIGE & MANNESMANN (1991, 1993), SCHÖDEL (1987) und STILLER (1957) auf eine entsprechende Empfindlichkeit gegenüber organischer Belastung hin.

Betrachtet man die sessilen Ciliaten des Objektträgerperiphytons, so läßt sich feststellen, daß sieben Arten bzw. Artkomplexe nur bei mäßiger organischer Belastung im Johannisbach auftraten (*Cyclophrya magna, Folliculina boltoni, Heliophrya rotunda, Opercularia nutans, Pseudovorticella chlamydophora, P. monilata* und *Vorticella citrina)*. Hierbei handelt es sich um Arten, deren Saprobienindex meist unter 2,5 liegt. Nur bei höherer organischer Belastung in der Aa konnten 10 Arten bzw. Artkomplexe nachgewiesen werden (*Epistylis chrysemydis, E. henscheli, Opercularia coartata, Pyxicola operculigera, Stentor multiformis, Tokophrya lemnarum, T. quadripartita, Vorticella infusionum*-Komplex, *V. microstoma*-Komplex und *V. octava*). Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um Arten, deren Saprobienindex über 2,5 liegt (FOISSNER et al. 1992, 1995). Unter den nur in einer Bachregion aufgetretenen Ciliatenarten befinden sich häufig sporadisch auftretende Arten. Im Johannisbach traten ebenfalls Ciliatenarten auf, die nach FOISSNER et al. (1992) alphamesosaprobe Gewässerverhältnisse indizieren (z.B. *Carchesium polypinum und Vorticella convallaria*-Komplex), deren Anteil in der stärker organisch belasteten Aa aber deutlich höher liegt.

Tab. 5: Übersicht über die Ciliatenfauna im Johannisbach und in der Aa mit Angabe des Saprobienindex (s) und Indikationsgewichts (G) (1994, 1995, 1996) nach FOISSNER et al. (1992, 1995)
(A: auf *Asellus*, G: auf *Gammarus*, H: auf *Hydra*, O: auf Objektträger, +: präsent)

Taxon	Probestelle							
	Johannis-bach			Aa				
	94	95	96	94	95	96	s	G
Chonotrichida								
Spirochona gemmipara (G)	+	+	+	+				
Peritrichida								
Campanella umbellaria (O)	+	+	+	+	+		2,8	3
Carchesium dipneumon (G)	+	+	+	+	+	+		
Carchesium incerta (A)				+	+	+		
Carchesium polypinum (A/G/O)	+	+	+	+	+	+	2,9	3
Cothurnia annulata (A)				+			1,4	3
Discophrya cothurnata (A)					+			
Epistylis anastatica (G)				+	+			
Epistylis bimarginata (A)					+	+		
Epistylis chrysemydis (O)				+	+	+	3,0	3
Epistylis hentscheli (O)				+	+	+	2,8	3
Epistylis kolbi (G)	+	+	+	+	+	+		
Epistylis niagarae (A/G)				+	+			
Epistylis plicatilis (A/O)	+	+	+	+	+	+	2,8	3
Epistylis sommerae (G)	+	+	+	+	+	+		
Epistylis umbilicata (A)					+			
Haplocaulus elegans (A)					+			
Haplocaulus pleomeri (G)	+	+	+					
Intranstylum ovulum (A)				+				
Intranstylum rhabdostyla (G)	+	+	+	+	+	+		
Lagenophrys ampulla (G)	+	+	+	+				
Lagenophrys aselli (A)				+	+	+		
Lagenophrys nassa (G)	+	+	+	+				
Lagenophrys platei (A)				+	+	+		
Orbopercularia berberina (A)					+			
Opercularia articulata (A/O)	+	+	+	+	+	+	2,6	1
Opercularia coarctata (O)				+	+	+	2,9	3
Opercularia hebes (A)				+	+	+		
Opercularia nutans (O)	+	+	+				2,5	3
Opercularia protecta (G)	+	+	+	+				

Fortsetzung Tab. 5

Taxon	Probestelle							
	Johannis-bach			Aa				
	94	95	96	94	95	96	s	G
Platycola decumbens (O)	+	+	+	+	+	+	2,2	2
Pseudocarchesium aselli (A)				+	+	+		
Pseudocarchesium asellicola (A)				+	+	+		
Pseudocarchesium branchialis (A)				+	+	+		
Pseudocarchesium limbatum (A)					+			
Pseudocarchesium ovatum (G)	+	+	+	+				
Pseudocarchesium simulans (A)				+	+	+		
Pseudocarchesium steini (G)	+	+	+	+	+	+		
Pseudovorticella monilata (O)	+	+	+				2,3	2
Peritrichida								
Pyxicola operculigera (O)				+	+	+		
Ruthiella gammari (G)		+	+					
Trichodina pediculus (H)	+	+	+				2,0	3
Vorticella aquadulcis-Komplex (A/O)	+	+	+	+	+	+	2,1	2
Vorticella campanula (A/O)	+	+	+	+	+	+	2,4	2
Vorticella citrina (O)	+	+						
Vorticella convallaria-Komplex (O)	+	+	+	+	+	+	2,7	2
Vorticella infusionum-Komplex (O)					+	+		
Vorticella marginata (O)		+					1,8	4
Vorticella microstoma-Komplex (A/O)				+	+	+	3,5	3
Vorticella octava (A/O)				+	+	+	2,2	2
Vorticella picta (O)	+	+					2,0	3
Vorticella venusta (A)				+	+	+		
Zoothamnium affine (G)	+	+	+	+	+			
Zoothamnium aselli (A)				+		+		
Zoothamnium gammari (G)				+	+	+		
Zoothamnium kentii (O)	+	+	+	+	+	+	2,5	3
Zoothamnium procerius-Komplex (O)				+	+	+		
Zoothamnium robustum (G)	+	+	+	+	+	+		
Zoothamnium varians (A)				+	+			

Fortsetzung Tab. 5

Taxon	Probestelle							
	Johannis-bach			Aa				
	94	95	96	94	95	96	s	G
Heterotrichida								
Folliculina boltoni (O)	+	+	+					
Stentor coeruleus (O)	+	+	+	+	+	+	2,6	3
Stentor multiformis (O)					+	+	2,5	3
Stentor roeselii (A/O)	+	+	+	+	+	+	2,4	2
Suktorida								
Acineta tuberosa (A/G/O)	+	+	+	+	+		2,8	2
Cyclophrya magna (O)	+	+	+					
Dendrocometes paradoxus (G)	+	+	+	+				
Heliophrya minima (O)	+	+	+	+	+	+	2,5	3
Heliophrya rotunda (O)	+	+	+				2,5	3
Tokophrya carchesii (O)					+		2,9	3
Tokophrya lemnarum (A/O)				+		+	3,1	3
Tokophrya quadripartita (O)				+	+	+	2,9	2
Trichophrya astaci (A/G)				+	+			

5. Zusammenfassung

Von März 1994 bis Oktober 1996 wurden zwei Probestellen am Johanisbach und der Aa, die sich im Saprobitätsgrad deutlich unterscheiden, hinsichtlich der Makrozoen- und Ciliatenfauna untersucht. Parallel wurden die physikalisch-chemischen Parameter gemessen.

Bei der Untersuchung der Makrozoenfauna konnten insgesamt 44 Arten bzw. Vertreter höherer Taxa identifiziert werden, von denen 29 im Johannisbach und 31 in der Aa auftraten. Während im Johannisbach rheobionte, kaltstenotherme und polyoxybionte Arten (z.B. *Rhithrogena semicolorata*) nachgewiesen werden konnten, traten in der Aa überwiegend potamale Arten (z.B. *Asellus aquaticus*) auf („Potamalisierung"). Die sehr starke organische Belastung in der Aa läßt sich mit Hilfe des Saprobienindex nur unzureichend erfassen.

Bei der Untersuchung der Ciliatenfauna konnten insgesamt 70 Arten bzw. Artkomplexe nachgewiesen werden. Der große Unterschied in der Artenzahl zwischen dem Johannisbach (36 Arten) und der Aa (60 Arten) ist vor allem bedingt durch die Ciliatenfauna auf *Asellus aquaticus*. Sowohl die

Ciliatenfauna auf *Gammarus pulex* als auch auf exponierten Objektträgern lassen bedingt durch die differierende organische Belastung deutliche Unterschiede an den beiden Probestellen erkennen.

6. Literaturverzeichnis

ALBRECHT, J. (1984): Zur Autökologie ausgewählter Aufwuchsciliaten des Weser-Flußsystems (Protozoa: Ciliophora). - Decheniana **137**: 132-167

BAUER, J. (1987): Ökologische Untersuchungen an Aufwuchsciliaten zweier abwasserbelasteter Gebirgsbäche (Mettma und Gutach/Wutach, Südschwarzwald). - Arch. Hydrobiol. Suppl. **77**: 1-37

BEISENHERZ, W. & SPÄH, H. (1990): Die Fische Ostwestfalens. Ilex-Bücher Natur 1, Bielefeld

BERGER, H. & FOISSNER, W. & KOHMANN, F. (1997): Bestimmung und Ökologie der Mikrosaprobien nach DIN 38 410. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm

BERNERTH, H. (1982): Ökologische Untersuchungen im Kühlwassersystem eines konventionellen Großkraftwerks am Untermain unter besonderer Berücksichtigung der Ciliaten (Protozoa). - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg **57**: 1-246

BICK, H. (1972): Ciliated Protozoa. An illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. World Health Organization, Geneva. 198 Seiten.

BRAUCKMANN, U. (1987): Zoozönologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. - Arch. Hydrobiol. Beih. **26**: 1-355

BREHM, J. & MEIJERING, M.P.D. (1996): Fließgewässerkunde. Einführung in die Limnologie der Quellen, Bäche und Flüsse. Heidelberg, Wiesbaden.

CLAMP, J.C. (1988): The Occurence of *Lagenophrys aselli* (Ciliophora: Peritricha: Lagenophryidae) in North America and a Description of Environmentally-induced Morphological Variation in the Species. - Trans. Am. Microsc. Soc. **107**: 17-27

- (1991): Revision of the Family Lagenophryidae Bütschli, 1889 and Description of the Family Usconophryidae N. Fam. (Ciliophora, Peritricha). - J. Protozool. **38**: 355-377

CORLISS, J.O. (1979): The ciliated Protozoa. Characterization, classification and guide to the literature. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt. 455 Seiten.

DIN 38 410 Teil 2 Beiblatt 1, (1990a): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M), Bestimmung des Saprobienindex (M 2); Bestimmungsliteratur.

DIN 38 410 Teil 2, (1990b): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M); Bestimmung des Saprobienindex (M 2).

FLÖSSNER, D. (1987): Populationsdynamik und Produktion von *Asellus aquaticus* (L.) und *Proasellus coxalis* (DOLLFUS) in der mittleren Saale. - Limnologica **18**: 279-295

FOISSNER, W. (1976): Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten. - Verh. zool.-bot. Ges. Wien **115**: 68-79

- (1979): Methylgrün-Pyronin: Seine Eignung zur supravitalen Übersichtsfärbung von Protozoen, besonders ihrer Protrichocysten. - Mikroskopie **35**: 108-115

FOISSNER, W. & BERGER, H. & KOHMANN, F. (1992): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Sapobiensystems. - Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida. - Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft **5/92**: 1-502

FOISSNER, W. & BERGER, H. & BLATTERER, H. KOHMANN, F. (1995): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. - Band IV: Gymnostomatea, Loxodes, Suctoria. - Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft **1/95**: 1-540

FOISSNER, W. & BLATTERER, H. & BERGER, H. & KOHMANN, F. (1991): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. - Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. - Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft **1/91**: 1-478

FRIEDRICH, G. (1990): Eine Revision des Saprobiensystems. - Zeitschrift für Wasser- und Abwasserforschung **23**: 141-152

GLÖER, P. & MEIER-BROOK, C. (1994): Süsswassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. 136 Seiten

KAHL, A. (1932): Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). 3. Spirotricha. - Tierwelt Dtl. **25**: 399-650

- (1934): Suctoria. - Tierwelt N.- und Ostsee **23** (Teil II c5): 184 - 226

KAHL, A. (1935): Urtiere oder Protozoa. I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). 4. Peritricha und Chonotricha. - Tierwelt Dtl. **30**: 651-886

KOCH, K.D. (1989): Ernährungsökologische Untersuchungen an *Gammarus pulex* (L.) und *Gammarus fossarum* KOCH, 1835 (Crustacea, Amphipoda) in einem Wiesenbach und einem Waldbach. Diss. Uni Gießen. 194 Seiten

MARTEN, M. & REUSCH, H. (1992): Anmerkungen zur DIN „Saprobienindex" (38410 Teil 2) und Forderung alternativer Verfahren. - Natur und Landschaft **67**: 544-547

MATTHES, D. (1982): Seßhafte Wimpertiere (Peritricha, Suctoria, Chonotricha). Wittenberg.

MATTHES, D. & GUHL, W. & HAIDER, G. (1988): Suctoria und Urceolariidae (Peritricha). - MATTHES, D. (Hrsg.): Protozoenfauna **7/1**

MATTHES, D. & WENZEL, F. (1978): Die Wimpertiere (Ciliata). Stuttgart

NAGEL, P. (1989): Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien. Makrozoobenthon. Stuttgart, New York

NENNINGER, U. (1948): Die Peritrichen der Umgebung von Erlangen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtsspezifität. - Zool. Jb. (Syst.) **77**: 169 - 266

NUSCH, E.A. (1970): Ökologische und systematische Untersuchungen der Peritricha im Aufwuchs von Talsperren und Flußstauen mit verschiedenem Saprobitätsgrad (mit Modellversuchen). - Arch. Hydrobiol. Suppl. **37**: 243-386

PITSCH, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). - Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung Sonderheft **8**: 1-316

RIEDEL-LORJE, J.C. (1981): Untersuchungen über den Indikationswert von Aufwuchs in Süß- und Brackwasserzonen des Elbe-Aestuars unter Berücksichtigung industrieller Einleitungen. - Arch. Hydrobiol. Suppl. **61** (1/2): 153-226

RUSTIGE, K.H. (1991): Eine Bestimmungshilfe für die epizoischen Ciliaten der einheimischen Gammariden. - Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend **32**: 263-290

- (1998): Untersuchungen zur Ökologie sessiler Ciliaten in salz- und organisch belasteten Fließgewässern (Ciliophora: Peritrichida, Heterotrichida, Suctorida und Chonotrichida). Diss. Uni Bielefeld

RUSTIGE, K.H. & FRIEDRICH, C. (1994): Zur Träger- und trägertopographischen Spezifität der epizoischen Ciliaten auf *Asellus aquaticus*. - Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgebung **35**: 269-310

RUSTIGE, K.H. & MANNESMANN, R. (1991): Die Verbreitung der epizoischen Ciliaten von *Gammarus pulex* L. im Johannisbachsystem des Ravensberger Hügellandes (Ostwestfalen). - Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgebung **32**: 291 - 321

- (1993): Die Verbreitung der *Gammarus*-Epizoen und ihre Bedeutung im Rahmen der Gewässeranalyse. - Limnologica **23** (1): 39 - 45

- (1994): Zur Verbreitung und Indikatorfunktion der epizoischen Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) auf *Asellus aquaticus* (L.). - Limnologica **24**: 231 - 237

SCHMEDTJE, U. & KOHMANN, F. (1992): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft **2/88**: 1-274

SCHÖDEL, H. (1987): Seßhafte Wimpertiere (Peritricha, Chonotricha, Suctoria) auf *Asellus aquaticus* und Gammariden. - Limnologica **18**: 83-166

SCHÖNBORN, W. (1992): Fließgewässerbiologie. Jena, Stuttgart

SCHWOERBEL, J. (1987): Einführung in die Limnologie. Stuttgart

- (1994): Methoden der Hydrobiologie - Süßwasserbiologie. Stuttgart, Jena

SOMMER, G. (1950): Die peritrichen Ciliaten des Großen Plöner Sees. - Arch. Hydrobiol. **44**: 349-440

SPÄH, H. (1983): Zur Verbreitung und Ökologie der Makroinvertebratenfauna in Fließgewässern des westlichen Teutoburger Waldes. - Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 3161, Fachgruppe Umwelt/Verkehr. Westdeutscher Verlag. Opladen

STILLER, J. (1957): Zur Biologie und Verbreitung der Protozoen und Crustaceenfauna eines Mittelgebirgsbaches in Ungarn. - Arch. Hydrobiol. **53**: 395-424

- (1971): Szajkoszorus Csillosok - Peritricha. - Fauna Hung. **105**: 1-245

STÖSSEL, F. (1979): Autökologische Analyse der in schweizerischen Fließgewässern häufig vorkommenden Ciliatenarten und ihre Eignung als Bioindikatoren. - Schweiz. Z. Hydrol. **41**: 113-140

STUDEMANN, D. & LANDOLT, P. & SARTORI, M. & HEFTI, D. & TOMKA, I. (1992): Insecta Helvetica, Fauna: Ephemeroptera. Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Genf, 175 Seiten

THIESMEIER, B. & RENNERICH, J. & DARSCHNIK, S. (1988): Fließgewässer im Ballungsraum Ruhrgebiet. - Ökologische Grundlagenerhebung in der Stadt Bochum. - Decheniania **141**: 296-311

WILBERT, N. (1975): Eine verbesserte Technik der Protargolimprägnation für Ciliaten. - Mikrokosmos **6**: 171-179

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Rustige Karl Heinz

Artikel/Article: Ciliaten- und Makrozoenbesiedlung bei unterschiedlicher saprobieller Belastung im Johannisbach und in der Aa (Ostwestfalen) 219-239