

Parasitierung von Libellen durch Wassermilben an einem Moorsee in Nordbrandenburg (Odonata; Hydrachnidia)

Falk Petzold

Pappelallee 73, D-10437 Berlin, <falk_petzold@web.de>

Abstract

Infestation of dragonflies by water mites at a bog lake in northern Brandenburg, Germany (Odonata, Hydrachnidia) — All those odonate spp. of which numerous individuals from the locality were investigated proved to be infested by water mite larvae. The infestation rate of the different spp. amounted to 0.24 to 0.98 (mean: 0.65). In all spp. half of the infested individuals bore less than 15 mites. Occasionally, heavy parasite load was found, the maximum value per individual being 278 for Zygoptera (*Pyrrhosoma nymphula*) and 1136 for Anisoptera (*Cordulia aenea*). With respect to the attachment sites of the mites on the dragonfly body clear differences between Zygoptera and Anisoptera were found. While in the former the parasites clung to the underside of the thorax and abdomen, in the latter they were attached ventrally to the abdomen, preferentially to S7-S9. Both, non-infested and infested as well as formerly heavily parasitized individuals participated in tandem formation in a proportion corresponding to that in the whole population. Compared with non-infested individuals, infested individuals exhibited no impairment of their reproductive behaviour.

Zusammenfassung

An einem Moorsee in Nordbrandenburg wurde zwischen 2002 und 2006 die Parasitierung von Libellen-Imagines (Odonata) durch Wassermilben-Larven (Hydrachnidia) untersucht. Dabei erwiesen sich alle Libellenarten, von denen eine größere Anzahl von Individuen untersucht wurde, als befallen. Die Befallsrate lag bei diesen Arten zwischen 0,24 und 0,98 (Mittel: 0,65). Bei den meisten Arten wurden an der Hälfte der parasitierten Tiere weniger als 15 Milbenlarven gezählt. Vereinzelt konnte auch sehr starker Milbenbefall festgestellt werden. Die individuellen Maximalwerte für Zygopteren lagen bei 278 (*Pyrrhosoma nymphula*) und für Anisopteren bei 1136 Milbenlarven (*Cordulia aenea*). Hinsichtlich der Anheftungsstellen zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen Zygopteren und Anisopteren. Während bei den Zygopteren die Unterseite von Thorax und Abdomen besetzt waren, beschränkte sich der Befall bei den Anisopteren auf die Abdomenunterseite mit deutlicher Bevorzugung der Segmente 7-9. Bei der Tandembildung waren sowohl schwach als auch stark befallene Individuen sowie solche mit ehemals starkem Befall in einem ihrer Häufigkeit innerhalb der Gesamtpopulation entsprechenden Umfang beteiligt. Eine Benachteiligung der parasitierten gegenüber den nicht parasitierten Imagines beim Fortpflanzungsverhalten ließ sich nicht nachweisen.

Einleitung

Der Befall von Libellenimagines durch Wassermilbenlarven ist eine seit langem bekannte Erscheinung und mehrfach zusammenfassend beschrieben worden (z.B. SMITH & OLIVER 1986, SMITH 1988, CORBET 1999: 320 ff., STERNBERG 1999a: 163 ff., ROLFF 2000a). Verschiedene Aspekte der Biologie parasitischer Wassermilben sind dabei bereits eingehender untersucht (z.B. MÜNCHBERG 1935, STECHMANN 1978, ÅBRO 1979). Die Artenvielfalt der Libellen als Wirte von Milbenparasiten wird bislang nur in wenigen europäischen Studien berücksichtigt. Wichtige Zusammenstellungen finden sich bei MÜNCHBERG (1935), CASSAGNE-MÉJEAN (1966), STECHMANN (1977), SMITH & OLIVER (1986) und SMITH (1988). Im Rahmen der Untersuchungen zum Milbenbefall an *Cordulia aenea* (PETZOLD & WILDERMUTH 2002) und zu *Limnochares aquatica* als Parasit von *Leucorrhinia albifrons* (PETZOLD & MARTIN 2004) an einem Moorsee in Nordbrandenburg stellte sich heraus, dass das Gewässer zum Studium der an der Parasiten-Wirts-Beziehung beteiligten Arten geeignet sein könnte. Damit ergab sich Gelegenheit für eine weitere Untersuchung mit folgenden Fragen:

- Welche Libellenarten des Gewässers werden von Wassermilben parasitiert?
- Wie groß sind Befallsrate und Befallsstärke bei den verschiedenen Libellenarten?
- Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede in der Befallsrate und Befallsstärke?
- An welchen Körperteilen heften sich die Parasiten an?
- Wirkt sich Milbenbefall auf das Fortpflanzungsverhalten aus?
- Welche Wassermilbenarten befallen Libellen?

Untersuchungsgebiet und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten hauptsächlich in den Jahren 2002 bis 2004 und wurden 2006 ergänzend fortgeführt. Untersuchungsgebiet war der Schwarze See nördlich von Fürstenberg (Brandenburg, 53°13'N, 13°06'E; MTB 2744/4). Bei diesem Gewässer handelte es sich um einen ca. 1,8 ha großen, von Wald umgebenen Moorsee, der bei PETZOLD & WILDERMUTH (2002) ausführlich beschrieben ist.

Bei den Begehungen an insgesamt 15 Terminen zwischen 11. Mai 2002 und 15. Juli 2006 wurden möglichst viele Imagines einzelner (2002 und 2006) oder aller (2003 und 2004) angetroffenen Libellenarten gefangen, mit einer Lupe auf Wassermilbenlarven oder Narben ehemaligen Befalls (vgl. Abb. 1 in PETZOLD & WILDERMUTH 2002) hin abgesucht und die Befallsstärke sowie die befallenen Körperstellen protokolliert. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurden die Tiere nach der Kontrolle entweder mit einem schwarzen Filzschreiber (edding 400 permanent marker) markiert oder für eine kurze Zeit in einem Gazenetz im Schatten gehalten und anschließend freigelassen. Da

sich Wassermilben nur als Adulti mit Sicherheit bis zur Art bestimmen lassen, wurden Larven stichprobenhaft von Libellenimagines abgenommen und nach der Methode von ROLFF & MARTENS (1997) bis zum Adultstadium aufgezogen. Um einen Überblick über die am Schwarzen See vorkommenden Wassermilbenarten zu bekommen, wurden am 14. Juni und am 12. August 2004 im ufernahen Bereich Kescherfänge durchgeführt und alle gesammelten Wassermilben in Alkohol aufbewahrt. Die Bestimmung der Wassermilben übernahm Peter Martin, Christian-Albrechts-Universität Kiel.

Ergebnisse

Während der Untersuchungszeit von 2002 bis 2006 wurden am Schwarzen See insgesamt 21 Libellenarten auf den Befall durch Wassermilbenlarven hin untersucht, wobei bei 17 Arten Milbenbefall festgestellt wurde (Tab. 1). Es konnten bei neun Arten jeweils nur fünf oder noch weniger Individuen untersucht werden. Die Arten, von denen mehr als fünf Individuen gefangen werden konnten, waren mit Ausnahme von *Sympetma fusca* alle parasitiert. Der Anteil befallener Individuen belief sich bei den 17 parasitierten Arten auf minimal 0,2 (*Sympetrum danae*) bis maximal 1,0 (*Erythromma viridulum*, *Anax imperator*, *Leucorrhinia caudalis*), wobei sich zur Berechnung der Befallsrate die Datenmenge je nach Art stark unterschied. Am kleinsten war diese bei *L. caudalis* (n = 1), am größten bei *L. albifrons* (n = 333). Bei den 18 untersuchten *S. fusca*-Individuen ohne Milbenbefund handelte es sich ausschließlich um frisch geschlüpfte Tiere kurz vor dem Jungfernflug. Kontrolldaten zu Adulttieren dieser Art liegen nicht vor. Bei *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans*, *Cordulia aenea*, *L. albifrons* und *Libellula quadrimaculata* wurde Milbenbefall z.T. ebenfalls vor dem Jungfernflug diagnostiziert.

In drei Fällen konnte ich beobachten, wie sich kleine Wassermilbenlarven frei auf dem Libellenkörper bewegten. An einem Weibchen von *Aeshna grandis*, das am 28. Juli 2004 bei der Eiablage gefangen wurde, krabbelten gut 20 kleine Wassermilbenlarven von dem nassen Abdomenende zügig thoraxwärts, verteilten sich so entlang der Abdomenunterseite und verschwanden dann teils in den Pleurfalten. Auf zwei Weibchen von *C. puella*, die am 27. Juni 2006 bei der Eiablage waren, sah ich nach dem Fang ebenfalls eine Anzahl kleiner Milbenlarven frei auf dem Abdomenende herumkriechen. Beide Tiere waren in Tandemstellung an Männchen gekoppelt, auf denen sich keine Milben aufhielten.

Im Jahr 2003 wurden im Verlauf der Flugsaison an sieben Terminen Untersuchungen durchgeführt, die sich auf die Flugsaison verteilten. Bei *L. albifrons* fiel auf, dass der Anteil befallener Individuen unter Einschluss aller Tiere mit Befallsnarben im Verlauf der Saison kontinuierlich abnahm (Tab. 2). Bei den anderen kontrollierten Arten mit großen Lokalpopulationen war dieser Trend weniger klar oder überhaupt nicht erkennbar. Nahm man jedoch die Individuen mit ehemaligem Milbenbefall – alle Tiere nur bzw. überwiegend

mit Narben – aus der Betrachtung heraus und berücksichtigte nur den Anteil aktuell parasitierter Libellen, erwies sich die Befallsrate im Juli im Vergleich zum Zeitraum zwischen Mai und Anfang Juni auch bei *C. aenea* und *E. cyathigerum* als deutlich geringer. Ein kontinuierlicher Rückgang der Anzahl akut und ehemals befallener Individuen im Verlauf der Saison wurde bei *C. aenea* und *L. albifrons* bereits im Jahr 2002 festgestellt.

Die an den einzelnen Libellen festgestellte Befallsstärke war sehr unterschiedlich. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Anzahl festgestellter Milbenlarven bzw. Narben an den parasitierten Tieren. Bei den meisten Libellenarten war mehr als die Hälfte aller Individuen mit weniger als 15 Milben befallen. Die maximale an einem Zygopteren- und Anisopteren-Individuum festgestellte Anzahl Milbenlarven betrug 278 bei *Pyrrhosoma nymphula* und 1136 bei *C. aenea*. In die Auswertung gingen nur Datensätze ein, bei denen eine genaue Auszählung der Milbenlarven bzw. Narben möglich war. Gerade bei einer hohen Anzahl an Narben ließ sich die Befallsstärke lediglich grob schätzen, so dass diese Befunde nicht in die Auswertung aufgenommen wurden. Generell dürfte die tatsächliche Befallsstärke eher etwas höher liegen als in der Tabelle angegeben, da nicht auszuschließen ist, dass unauffällige Narben bereits abgefallener Milbenlarven übersehen wurden.

Milbenlarven fanden sich nur an der ventralen Seite des Abdomens sowie am Thorax und hier nahezu ausschließlich an der Unterseite, vor allem im Bereich der Beinansätze. Lediglich bei drei Individuen von *P. nymphula* mit massivem Befall der Thorax-Unterseite waren auch die Seiten des Thorax besetzt. Die Befunde zur Häufigkeit des Befalls des Thorax und der Abdominalsegmente sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Dabei ist nur angegeben, ob an dem entsprechenden Körperteil Milben oder Narben zu finden waren. Quantitative Aspekte des Befalls wurden nicht berücksichtigt. Die Milben befielen bei den Zygopteren hauptsächlich den Thorax und die Abdominalsegmente 3-7, während sie sich bei den Anisopteren an den Abdominalsegmenten 7-9 konzentrierten. Am Abdomen war Segment 1 nur bei gleichzeitig starkem Befall des Thorax besetzt, und am Segment 10 saßen lediglich dann Milben, wenn Segment 9 stark belegt war.

Zur Frage, ob sich Milbenbefall auf das Fortpflanzungsverhalten auswirkt, wurde die Anzahl reproduktiv aktiver und inaktiver Individuen beiderlei Geschlechts sowohl mit als auch ohne Milbenbefall ermittelt und tabellarisch zusammengestellt (Tab. 5). Bei den parasitierten Individuen wurden drei Kategorien unterschieden: (1) solche mit höchstens 10 Milben bzw. Narben, (2) solche mit >10 Milben und (3) solche mit > 10 Narben. Als fortpflanzungsaktiv galten nur Individuen, die im Tandem oder bei der Eiablage beobachtet wurden. Allgemein ergaben sich in Bezug auf die Fortpflanzungsaktivitäten keine klaren Unterschiede zwischen den parasitierten und nicht parasitierten Individuen, was die beiden folgenden beiden Beispiele zeigen: Für die Männchen von *C. puella* und *L. albifrons* wurde die Anzahl akut stark parasitierter (>10 Milben) / nicht parasitierter fortpflanzungsaktiver / fort-

Tabelle 1. Von 2002 bis 2006 auf Parasitierung und Befallsrate durch Wassermilben untersuchte Libellenarten am Schwarzen See im Norden Brandenburgs. — Table 1. Odonata spp. that were studied from 2002 to 2006 at the lake 'Schwarzer See' in northern Brandenburg, Germany, with respect to parasitization and infestation rate by water mites.

LIBELLENART	n KONTROLLIERTER INDIVIDUEN	n BEFALLENER INDIVIDUEN (Befallsrate)*
<i>Lestes sponsa</i>	75	18 (0,24)
<i>Sympecma fusca</i>	18	0 (0,00)
<i>Coenagrion hastulatum</i>	7	6 (0,86)
<i>Coenagrion puella</i>	190	148 (0,78)
<i>Coenagrion pulchellum</i>	39	30 (0,77)
<i>Enallagma cyathigerum</i>	115	81 (0,70)
<i>Erythromma najas</i>	12	9 (0,75)
<i>Erythromma viridulum</i>	2	2 (1,00)
<i>Ischnura elegans</i>	121	82 (0,68)
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	97	95 (0,98)
<i>Aeshna grandis</i>	4	1 (0,25)
<i>Aeshna subarctica</i>	2	0 (0,00)
<i>Anax imperator</i>	3	3 (1,00)
<i>Brachytron pratense</i>	3	0 (0,00)
<i>Cordulia aenea</i>	111	85 (0,77)
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	333	183 (0,55)
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	1	1 (1,00)
<i>Leucorrhinia dubia</i>	4	1 (0,25)
<i>Libellula quadrimaculata</i>	54	26 (0,48)
<i>Sympetrum danae</i>	5	1 (0,20)
<i>Sympetrum vulgatum</i>	5	0 (0,00)

* mit Nachweisen von Milbenlarven oder Befallsnarben

pflanzungsinaktiver Individuen in einer Vierfeldertafel zusammengestellt, und das χ^2 berechnet. Dies ergab für *C. puella* 3,055 ($F = 1$, $p > 0,05$) und für *L. albifrons* 0,1376 ($F = 1$, $p > 0,5$). Die parasitierten Männchen waren damit nicht signifikant weniger fortpflanzungsaktiv als die nicht befallenen.

Auffallend ist, dass zumindest bei den drei Kleinlibellenarten generell der Anteil parasitierter Weibchen deutlich höher ist, als der der Männchen.

Die Bestimmung der Wassermilbenlarven erfolgte anhand von Exemplaren, die im Jahr 2003 und 2004 gesammelt wurden und von verschiedenen Libellenarten stammten, nämlich von *Lestes sponsa*, *C. puella*, *E. cyathigerum*, *E. najas*, *E. viridulum* und *A. imperator* (je ein Individuum), *Coenagrion hastulatum* und *C. aenea* (je zwei Individuen) und *L. albifrons* (vier Individuen). Sie ließen sich alle der Gattung *Arrenurus* zuordnen. Lediglich in den Proben von drei weiteren *L. albifrons*-Exemplaren fanden sich neben Milben der Gattung *Arrenurus* auch Nymphen der Art *Limnochares aquatica*. Die Aufzucht der von Libellenimagines abgelösten Wassermilbenlarven bis zum Adultstadium

Tabelle 2. Saisonale Änderung der Befallsrate durch Wassermilben bei häufigen Libellenarten am Schwarzen See im Norden Brandenburgs im Jahr 2003. — Table 2. Seasonal change of the infestation ration by water mites in Odonata spp. with large populations at the lake 'Schwarzer See', northern Brandenburg, Germany, in 2003. n Anzahl kontrollierter Individuen, number of checked individuals; n-A/E Anzahl akut und ehemals befallener Individuen* (Befallsrate), number of acutely and formerly parasitised individuals* (infestation rate; n-A Anzahl akut befallener Individuen** (Befallsrate); number of acutely parasitised individuals** (infestation rate).

LIBELLENART	DATUM	n	n-A/E	n-A
<i>Coenagrion puella</i>	24.05.03	38	26 (0,68)	26 (0,68)
	07.06.03	9	6 (0,67)	6 (0,67)
	20.06.03	33	25 (0,76)	13 (0,39)
	27.06.03	21	17 (0,81)	10 (0,48)
	11.07.03	18	13 (0,72)	6 (0,33)
	27.07.03	9	7 (0,78)	5 (0,56)
<i>Enallagma cyathigerum</i>	24.05.03	4	3 (0,75)	3 (0,75)
	07.06.03	16	9 (0,56)	5 (0,31)
	27.06.03	29	21 (0,72)	8 (0,28)
	11.07.03	17	14 (0,82)	2 (0,12)
	27.07.03	19	15 (0,79)	1 (0,05)
<i>Ischnura elegans</i>	24.05.03	11	5 (0,45)	5 (0,45)
	07.06.03	12	10 (0,83)	9 (0,75)
	20.06.03	14	8 (0,57)	3 (0,21)
	27.06.03	26	21 (0,81)	18 (0,69)
	11.07.03	4	3 (0,75)	3 (0,75)
	27.07.03	10	4 (0,40)	3 (0,30)
<i>Cordulia aenea</i>	11.05.03	8	8 (1,00)	8 (1,00)
	24.05.03	49	37 (0,75)	37 (0,75)
	07.06.03	11	7 (0,64)	1 (0,09)
	27.06.03	4	3 (0,75)	0 (0,00)
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	24.05.03	4	3 (0,75)	3 (0,75)
	07.06.03	40	27 (0,67)	18 (0,45)
	27.06.03	61	24 (0,39)	10 (0,16)
	11.07.03	38	10 (0,26)	5 (0,13)
	27.07.03	16	5 (0,31)	0 (0,00)

* mit Nachweisen von Milbenlarven oder Narben,

** nur mit Nachweisen von Milbenlarven (inklusive Nachweise mit Anzahl Milbenlarven > Narben)

gelang nicht, was die Artbestimmung unmöglich machte. Die Wassermilbenarten, die 2004 im Schwarzen See gefangen wurden und potenziell als Parasiten an Wasserinsekten in Frage kommen, sind in Tabelle 6 aufgelistet. Als Libellenparasiten sind davon nur *Arrenurus claviger* und *A. robustus* bekannt.

Tabelle 3. Anzahl Wassermilbenlarven und Befallsnarben (Befallsstärke), die von 2002 bis 2006 am Schwarzen See im Norden Brandenburgs an Individuen von 15 Libellenarten festgestellt wurden. — Table 3. Numbers of water mite larvae and infestation scars ('Befallsstärke') that were found on individuals of 15 Odonata spp. from 2002 to 2006 at lake 'Schwarzer See', northern Brandenburg, Germany. n Anzahl untersuchter Individuen, numbers of investigated individuals.

ART	n	BEFALLSSTÄRKE		
		Minimum	Median	Maximum
<i>Lestes sponsa</i>	17	1	1	30
<i>Coenagrion hastulatum</i>	6	1	19,5	61
<i>Coenagrion puella</i>	108	1	6	84
<i>Coenagrion pulchellum</i>	28	1	3	21
<i>Enallagma cyathigerum</i>	37	1	6	57
<i>Erythromma najas</i>	6	2	18	166
<i>Erythromma viridulum</i>	2	2	7	12
<i>Ischnura elegans</i>	70	1	5,5	54
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	33	3	85	278
<i>Anax imperator</i>	3	5	22	43
<i>Cordulia aenea</i>	38	2	14	1136
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	111	1	15	179
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	1	19	19	19
<i>Libellula quadrimaculata</i>	13	2	12	295
<i>Sympetrum danae</i>	1	1	1	1

Tabelle 4. Befallshäufigkeit [%] des Thorax und der Abdominalsegmente parasitierter Libellen durch Wassermilbenlarven am Schwarzen See in den Jahren 2002-2004. — Table 4. Infestation-frequency [%] on thorax and abdominal segments of parasitised dragonflies from lake 'Schwarzer See', northern Brandenburg, Germany, in the years 2002-2004. n Anzahl untersuchter Individuen, numbers of investigated individuals; TU Thorax-Unterseite, ventral side of the thorax; 1-10 Abdominalsegmente, abdominal segments.

ART	n	TU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Lestes sponsa</i>	18	22	6	6	17	12	17	12	50	17	6	
<i>Coenagrion hastulatum</i>	6	83							17			
<i>Coenagrion puella</i>	153	76	4	5	27	35	36	36	32	18	2	1
<i>Coenagrion pulchellum</i>	30	27	3		7	17	23	41	60	17		
<i>Enallagma cyathigerum</i>	81	62	7	5	16	30	33	39	26	11	1	
<i>Erythromma najas</i>	9	89	11		44	56	56	56	33	33	11	
<i>Erythromma viridulum</i>	2				100	50	50	50				
<i>Ischnura elegans</i>	82	54	28	16	22	26	32	46	45	12	1	
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	94	97	5	5	7	7	5	17	28	18	2	
<i>Anax imperator</i>	3				67	67	33	33				
<i>Cordulia aenea</i>	90		1	2	1	2	2	10	62	94	93	2
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	152				0,5	1	0,5	4	27	89	59	2
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	1								100	100		
<i>Leucorrhinia dubia</i>	1								100	100	100	
<i>Libellula quadrimaculata</i>	29						3	21	55	79	100	14
<i>Sympetrum danae</i>	1									100		

Tabelle 5. Anteile fortpflanzungsaktiver / fortpflanzungsinaktiver (solitär), parasitierter / nicht parasitierter Männchen und Weibchen an der entsprechenden Gesamtzahl aller von 2002-2006 beobachteten Individuen von vier Libellenarten am Schwarzen See in Nordbrandenburg. — Table 5. Proportions of reproductively active / inactive (solitary), parasitised / non-parasitised males and females recorded from 2002 to 2006 at lake 'Schwarzer See', northern Brandenburg, Germany. T Tandem, tandems; E Eiablage, oviposition, n Gesamtzahl untersuchter Individuen, number of investigated individuals; M Milben, mites; N Narben, scars

ART	SEX	T/E	n	ANTEIL [%]			
				ohne M/N	1-10 M/N	>10 M	>10 N
<i>Coenagrion puella</i>	♂	solitär	48	29	0	7	64
		T	45	41	4	11	44
	♀	solitär	14	0	14	72	14
		T	43	0	19	67	14
<i>Enallagma cyathigerum</i>	♂	solitär	69	27	49	7	17
		T	15	40	33	0	27
	♀	solitär	4	0	50	25	25
		T	11	9	36	18	36
<i>Ischnura elegans</i>	♂	solitär	64	48	45	5	2
		T	13	31	54	15	0
	♀	solitär	11	9	64	27	0
		T	12	8	34	34	25
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	♂	solitär	219	39	20	16	25
		T	19	58	10	0	32
	♀	solitär	11	18	27	18	36
		T / E	25	48	8	8	36

Bei gleichzeitigem Milben- und Narbenbefund ging der Befund in die Auswertung ein, der > 10 betrug. Lagen beide Befunde über 10 wurden die Daten der Rubrik '>10 Milben' zugeordnet.

Diskussion

Von 21 am Schwarzen See kontrollierten Libellenarten waren 16 durch Wassermilben parasitiert. Bei einer weiteren Art, *Aeshna grandis*, konnte zudem der frische Befall mit Milbenlarven beobachtet werden, wobei allerdings offen bleibt, ob sich die Tiere erfolgreich am Libellenkörper verankern konnten. Die Parasitierung der meisten am Schwarzen See untersuchten Arten durch Wassermilben ist bereits aus publizierten Übersichten und Einzelarbeiten bekannt (z.B. MÜNCHBERG 1935, CASSAGNE-MÉJEAN 1966, STECHMANN 1977, STERNBERG 1999, PETZOLD & MARTIN 2004). Lediglich zu *Anax imperator* und *Leucorrhinia dubia* lagen bisher noch keine positiven Befunde vor. Die Gattung *Anax* ist als Wassermilbenwirt bei KRENDOWSKI (1880) zwar aufgeführt, doch wird nicht genannt ob, sich der Befund auf *A. imperator* oder *A. parthenope* bezieht. Anzumerken ist, dass sich *Coenagrion hastulatum*, *Brachytron pratense*, *Sympetrum*

trum danae und *S. vulgatum* am Schwarzen See nur in sehr geringer Anzahl entwickeln und von *Leucorrhinia caudalis* wie von *Erythromma viridulum* nur einzelne Tiere am Gewässer angetroffen worden sind, Hinweise auf eine erfolgreiche Entwicklung liegen nicht vor. Bei den kontrollierten Tieren der genannten Arten ist daher nicht auszuschließen, dass es sich um zugeflogene Individuen handelt.

Aus der Parasitierung nahezu aller am Schwarzen See vorkommenden Libellen kann man schließen, dass die Wassermilbenlarven keine Art als Wirt besonders bevorzugen. Größere Unterschiede in der Befallsrate der einzelnen Arten sind wahrscheinlich eher mit der artspezifischen Phänologie zu erklären, die sich außerdem je nach Witterung jahreweise ändert. MÜNCHBERG (1935: 92) kam aufgrund seiner Untersuchungen überdies zu dem Schluss, dass Unterschiede in den Befallsraten einzelner Arten vor allem durch «biotopische und ökologische Zufälligkeiten» bestimmt werden.

Von den vier Arten ohne Parasitierungsnachweisen konnten mit Ausnahme von *Sympecma fusca* jeweils nur wenige Individuen untersucht werden. Bei *B. pratense* und *S. vulgatum* ist unklar, ob sie vom Schwarzen See stammten oder zugeflogen waren. Die negativen Befunde bei den 18 frisch geschlüpften *S. fusca*-Individuen sind allerdings beachtenswert. Sowohl 2003 als auch 2004 waren alle ohne Milbenbefall, dies im Gegensatz zu den anderen Arten, die an denselben Kontrolltagen und an denselben Gewässerabschnitten untersucht worden waren. Bemerkenswert ist dieser Befund unter dem Aspekt, dass ein Befall der frisch geschlüpften *S. fusca* für die Milben letale Folgen haben dürfte, da *S. fusca* als Imago überwintert und erst im Folgejahr zum Wasser zurückkehrt. Normalerweise benötigen Wassermilben eine zwei- bis dreiwöchige parasitische Phase (STECHMANN 1978), nach der sie von ihrem Wirt an ein Gewässer transportiert werden müssen, wo sie abfallen und ihre Entwicklung abschließen können. Für Wassermilben wäre daher lediglich die Parasitierung der sich im Frühjahr zur Fortpflanzung am Gewässer aufhalten Individuen Erfolg versprechend. Zwar ist die Anzahl untersuchter Tiere für endgültige Aussagen zu gering. Allerdings gibt es auch in der Literatur keine Beobachtungen zur Parasitierung von *S. fusca* durch Wassermilben. Lediglich zu *S. paedisca*, einer Art mit gleichem Lebenszyklus, findet sich bei PAVLYUK (1998) ein Hinweis auf OLIGER (1975), der in der Ukraine an 1,8 % der von ihm untersuchten Population einen Befall durch Wassermilben (Arrenuridae) feststellte. Jedoch bleibt unklar, ob es sich bei den von ihm untersuchten Libellen um frisch geschlüpfte oder fortpflanzungsbereite Tiere handelte. Sollte *Sympecma* beim Schlupf tatsächlich nicht von Wassermilben befallen werden, so würde dies auf eine selektive Wirtswahl der Milbenlarven hinweisen.

Der Anteil parasitierter Tiere betrug in der vorliegenden Studie bei den Arten mit einem Stichprobenumfang von $n \geq 50$ zwischen 0,24 und 0,98 (Mittelwert: 0,65). Ähnlich hohe Befallsraten (r) wurden 2004 bei *Enallagma cyathigerum* ($r = 0,88$, $n = 171$) an einem Trinkwasserspeicher bei Remptendorf in Thüringen und bei *Coenagrion pulchellum* ($r = 0,98$, $n = 101$) an einem Altwasser bei Bälów in Brandenburg festgestellt (FP unpubl.). REHFELDT (1995)

Tabelle 6. Am 14.06. und 12.08.2004 im Schwarzen See im Norden Brandenburgs gesammelte Wassermilbenarten (Hydrachnidia) mit Angaben zu deren bisher bekannten potenziellen Wirten nach SMITH & OLIVER (1986). — Table 6. Water mite spp. (Hydrachnidia) that were sampled on 14-VI and 12-VIII-2004 at lake 'Schwarzer See', northern Brandenburg, Germany. Details on the known hosts are given according to SMITH & OLIVER (1986).

WASSERMILBEN	WIRTSGRUPPEN DER GATTUNGEN
Hydrachnidae Leach, 1815 <i>Hydrachna distincta</i> Koenike, 1897	Coleoptera, Heteroptera
Eylaidae Leach, 1815 <i>Eylais extendens</i> (Müller, 1776)	Coleoptera, Heteroptera
Hydrodromidae K.Viets, 1936 <i>Hydrodroma pilosa</i> (Besseling, 1942)	Diptera
Limnesiidae Thor, 1900 <i>Limnesia maculata</i> (Müller, 1776)	Diptera
Pionidae Thor, 1900 <i>Hydrochoreutes krameri</i> Piersig, 1896 <i>Piona carnea</i> (Koch, 1836) <i>Piona conglobata</i> (Koch, 1836) <i>Piona variabilis</i> (Koch, 1836)	Diptera Diptera Diptera Diptera
Arrenuridae Thor, 1900 <i>Arrenurus claviger</i> Koenike, 1885 <i>Arrenurus robustus</i> Koenike, 1894	Diptera, Odonata Diptera, Odonata

fand bei *Coenagrion mercuriale* am Canal de Vergière in Südfrankreich eine Befallsrate von 0,60. Eine Population von *Pyrrhosoma nymphula* in England war sogar zu 100 % infiziert (CORBET 1953). Diese Befunde zeigen, dass an Gewässern mit hohen Wassermilbenbeständen ein erheblicher Anteil der Libellenpopulationen parasitiert sein kann.

Die Befallsstärke war am Schwarzen See mit höchsten 15 Milben pro Libelle bei mehr als der Hälfte aller befallenen Tiere der meisten Arten gering. Lediglich bei *P. nymphula* war die Befallsstärke deutlich höher. Dies ließe sich damit erklären, dass zum Zeitpunkt ihrer Emergenz nur wenige andere Libellen schlüpften und sich die Milben deshalb auf diese Art konzentrierten. Nach ROLFF (2000a, b) kann synchronisierter Schlupf wie beispielsweise bei *P. nymphula* durch einen Verdünnungseffekt den Milbenbefall einschränken. Bei sehr hohen Milbenlarvendichten, wie sie am Schwarzen See zumindest im Jahr 2003 auftraten, scheint dieser Effekt jedoch nicht zu wirken.

Sehr starker Milbenbefall trat bei den meisten Arten nur bei einzelnen Individuen auf (Tab. 3). Die am Schwarzen See ermittelten Maximalwerte der Befallsstärke sind relativ hoch, wie ein Vergleich mit Befunden von MÜNCHBERG (1935) zeigt. Er führt folgende Höchstwerte an: 87 Milben für *E. cyathigerum*, 79 für *Coenagrion puella*, 309 für *Cordulia aenea* und 232 für *Libellula*

quadrimalculata. Am oben genannten Trinkwasserspeicher in Thüringen wurden bei *E. cyathigerum* maximal 69 und am Altwasser in Brandenburg bei *C. pulchellum* maximal 139 Milben pro Individuum gezählt (FP unpubl.).

Dass am Schwarzen See bei den Kleinlibellen mehr Weibchen als Männchen parasitiert waren (Tab. 5), ist ein Indiz dafür, dass auch mature Libellen von Milben befallen werden. Da die Weibchen der Kleinlibellen bei der Eiablage enger in Kontakt mit dem Wasser kommen als die Männchen, sind sie einem höheren Parasitierungsrisiko ausgesetzt. Der Befall adulter Weibchen bei der Eiablage konnte im Rahmen dieser Studie zudem in drei Fällen direkt beobachtet werden, nicht aber bei Männchen. Ob es sich bei den Parasiten um *Arrenurus*- oder *Limnochaes*-Arten handelte, ist ungewiss. Mature Libellen können von Arten beider Gattungen befallen werden (ÅBRO 1990, SMITH & COOK 1991).

Bei *C. aenea*, *Leucorrhinia albifrons* und *E. cyathigerum* nahm der Anteil akut befallener Individuen im Verlauf der Saison kontinuierlich ab, nicht aber bei *C. puella* und *Ischnura elegans* (Tab. 2). Die kontinuierliche Abnahme des Anteils akut befallener Individuen zeigt, dass es bei diesen Arten nach dem Befall der Libellen während der Schlupfphase zu keinem quantitativ bedeutsamen Neubefall der Imagines (z.B. bei der Eiablage) kommt. Bei *E. cyathigerum* war dieser Befund überraschend. Genau wie *C. puella* und *I. elegans* ist *E. cyathigerum* eine Art die bei der submersen endophytischen Eiablage einem erhöhten Risiko des (Neu-) Befalls der Imagines ausgesetzt ist. Warum bei *E. cyathigerum* dennoch kein quantitativ relevanter Befall der maturen Tiere zu erfolgen scheint bleibt offen.

Dass es auch bei Arten ohne endophytischer Eiablage zu einem Befall maturer Tiere kommen kann, zeigen SMITH & COOK (1991), die bei individuell markierten Männchen von *Leucorrhinia frigida* eine Zunahme des Befalls durch die Wassermilbe *Limnochaes americana* feststellten.

Hinsichtlich der befallenen Körperteile der Libellen zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen Anisopteren und Zygopteren. Während sich die Milben bei den Zygopteren fast ausschließlich auf der Ventralseite von Thorax und Abdomen anhefteten, konzentrierte sich der Befall bei den Anisopteren ganz auf die Abdomenunterseite unter Bevorzugung der Segmente 7-9. Die Auswahl der Saugstelle dürfte von der optimalen Erreichbarkeit der Wirts-Haemolymphe bestimmt werden. Außerdem sollten die Milben durch Putzbewegungen der Libelle nicht abgestreift werden können (vgl. FORBES & BAKER 1990). Überdies gibt es zwischen den Wassermilbenarten Unterschiede im Bau des Rostrums, wodurch einige Arten befähigt sind, auch stärkere Teile des Integuments zu durchbohren (MÜNCHBERG 1935: 84 ff.). Während bei den Zygopteren für die Milbenlarven offensichtlich die Stellen im Bereich zwischen den Coxen besonders attraktiv sind, werden nach meinen Befunden bei den Anisopteren die Pleuren und Sternite am Abdomen bevorzugt. Ein Befall der Thorax- oder Abdomen-Oberseite wie zum Teil in der Literatur fotografisch dokumentiert (z.B. STERNBERG 1999a: 164, STERNBERG 1999b: 349) wurde

bei den Libellen am Schwarzen See nicht festgestellt, ebenso wenig ein Befall der Flügel wie bei Libelluliden oft beschrieben (z.B. MÜNCHBERG 1935: 55 f., CASSAGNE-MÉJEAN 1966, STERNBERG 1999a: 164). An Flügeln saugt vor allem die Milbenart *Arrenurus papillator*, die am Schwarzen See nicht nachgewiesen wurde.

Mehrere Autoren weisen darauf hin, dass sich Wassermilbenbefall negativ auf die Konstitution der Libellen und damit auf deren Fortpflanzungserfolg auswirkt (ÅBRO 1982, ROBINSON 1983, FORBES & BAKER 1991, REHFELDT 1995). An einer südfranzösischen Population von *C. mercuriale* beobachtete REHFELDT (1995), dass parasitierte Männchen seltener und weniger weit flogen als nicht parasitierte und daher anderen Libellenimagines weniger häufig begegneten. Zudem waren sie weniger aggressiv im Kampf um Reviere und Weibchen. Im Experiment stellte er fest, dass parasitierte Männchen ein präsentiertes Weibchen in geringerem Maß anfliegen und seltener ein Tandem bildeten als nicht parasitierte. Unterschiede in der Reaktionshäufigkeit auf präsentierte Weibchen ließen sich zwischen parasitierten und nicht parasitierten Männchen jedoch nicht feststellen. Wie nach den vorangehenden Befunden erwartet, waren in der untersuchten Population *C. mercuriale*-Männchen im Tandem weniger häufig parasitiert als in der Gesamtheit der Einzelmännchen. Allerdings fiel der Unterschied überraschend gering aus. Nach Beobachtungen von FORBES (1991) an *Enallagma ebrium* war der Paarungserfolg bei befallenen Männchen ebenfalls geringer als bei denen ohne Milben. Im Gegensatz dazu konnte bei den Libellenpopulationen am Schwarzen See bei der Tandembildung keine eindeutige Benachteiligung der parasitierten gegenüber nicht parasitierten Imagines festgestellt werden (vgl. Tab. 5). Allerdings war die Anzahl untersuchter, unmittelbar am Fortpflanzungsgeschehen beteiligter Individuen beiderlei Geschlechts zu gering, um gesicherte Schlüsse aus den Befunden ziehen zu können. Jedoch decken sich die Ergebnisse mit der folgenden Feststellung von MÜNCHBERG (1935: 90): «Trotz des stärksten Befalls einer Libelle mit Wassermilbenlarven wird diese an der Kopula und Eiablage nicht behindert.» Auch ANDRÉS & CORDERO (1998) stellten bei kurz nach dem Schlupf markierten Individuen von *Ceriagrion tenellum* keinen Zusammenhang zwischen Parasitenbefall und Paarungserfolg fest. Andererseits war im Jahr zuvor an markierten maturen Tieren ein negativer Effekt auf den Paarungserfolg erkennbar. An *C. puella* fanden ROLFF et al. (2000) in der Anzahl Milben keinen Unterschied zwischen solitären Männchen und solchen im Tandem. Gleichzeitig weisen sie auf methodische Mängel in der Arbeit von FORBES (1991) hin: Er markierte bei seinen Untersuchungen geschlechtsreife Tiere, deren ursprünglicher Parasitierungsgrad nur unzureichend bestimmbar war.

Der Einfluss nur geringen Milbenbefalls, wie er je nach Art bei 30 bis 50 % aller parasitierten Imagines am Schwarzen See festgestellt wurde, auf die Konstitution und auf den Fortpflanzungserfolg von Libellen dürfte relativ gering sein. Dass im Gegensatz dazu massiver Milbenbefall die Libellen schwächt und den Fortpflanzungserfolg herabsetzt, ist mehrfach nachgewiesen (siehe

oben). Obwohl solch massiver Befall zeitweise (Frühjahr) und bei einzelnen Arten (am Schwarzen See z. B. *Pyrrhosoma nymphula*, *Cordulia aenea*, *Leucorhinia albifrons*) besonders verstärkt auftritt, ist ein nachhaltig negativer Einfluss auf deren Gesamtpopulation eher fraglich.

Dank

Mein besonderer Dank gilt Hansruedi Wildermuth für die kritische Durchsicht des Manuskriptes, welche zu einer deutlichen Verbesserung der ursprünglichen Fassung führte, aber auch Andreas Martens und Florian Weihrauch für ergänzende Anmerkungen. Peter Martin danke ich für die Bestimmung der Wassermilben und wertvolle ergänzende Hinweise aus der Sicht eines Hydrachnidien-Spezialisten.

Literatur

- ÅBRO A. (1979) Attachment and feeding devices of water-mite larvae (*Arrenurus* sp.) parasitic on damselflies. *Zoologica Scripta* 8: 111-120
- ÅBRO A. (1982) The effects of parasitic water mite larvae (*Arrenurus* spp.) on zygopteran imagoes (Odonata). *Journal of Invertebrate Pathology* 39: 373-381
- ÅBRO A. (1990) The impact of parasites in mature populations of Zygoptera. *Odonatologica* 19: 223-233
- ANDRÉS J.A. & A. CORDERO (1998) Effects of water mites on the damselfly *Ceragrion tenellum*. *Ecological Entomology* 23: 103-109
- CASSAGNE-MÉJEAN F. (1966) Contribution à l'étude des Arrenuridae (Acari, Hydrachnellae) de France. *Acarologia* 8 (Supplement):1-186
- CORBET P.S. (1953) The seasonal ecology of dragonflies. Dissertation, Univ. Cambridge
- CORBET P.S. (1999) Dragonflies: Behavior and ecology of Odonata. Cornell University Press, Ithaca, NY
- FORBES M. (1991) Ectoparasites and mating success of male *Enallagma ebrium* damselflies (Odonata: Coenagrionidae). *Oikos* 60: 336-342
- FORBES M.R.L. & R.L. BAKER (1990) Susceptibility to parasitism: experiments with the damselfly *Enallagma ebrium* (Odonata, Coenagrionidae) and larval water mites, *Arrenurus* spp. (Acari, Arrenuridae). *Oikos* 58: 61-66
- FORBES M.R.L. & R.L. BAKER (1991) Condition and fecundity of the damselfly, *Enallagma ebrium* (Hagen): the importance of ectoparasites. *Oecologia* 86: 335-341
- KRENDOWSKI M.E. (1880) [Über den Parasitismus von Milben an Insekten] (russisch). *Arbeiten der Gesellschaft für Naturforschung der Universität Charkow* 13 [1879]: 169-212, Tafel 1
- MÜNCHBERG P. (1935) Zur Kenntnis der Odonatenparasiten, mit ganz besonderer Berücksichtigung der Ökologie der in Europa an Libellen schmarotzenden Wassermilbenlarven. *Archiv für Hydrobiologie* 29: 1-120

- OLIGER A.L. (1975) [Zur Frage der Infektion von Libellen (Odonatoptera) durch Milben der Familie Arrenhuridae im Donezbecken] (russisch). In: *Problemy Parazitologii* [Probleme der Parasitologie], Band 2: 78-80. Naukova Dumka, Kiev
- PAVLYUK R., (1998) Eine Bestandsaufnahme der Parasitenfauna der Odonaten in der Ukraine (Odonata; - Sporozoa, Trematoda, Cestoda, Nematoda, Acari), *Opuscula Zoologica Fluminensia* 164: 1-23
- PETZOLD F. (2002) Erster Nachweis von *Leucorrhinia albifrons* in Thüringen (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 21: 37-39
- PETZOLD F. & P. MARTIN (2004) *Limnochares aquatica* als Parasit von *Leucorrhinia albifrons* (Hydrachnidia: Limnocharidae; Odonata: Libellulidae). *Libellula* 23: 93-97
- PETZOLD F. & H. WILDERMUTH (2002) Massiver Wassermilbenbefall bei *Cordulia aenea* (Hydrachnidia: Arrenurus; Odonata: Corduliidae). *Libellula* 21: 167-173
- REHFELDT G.E. (1995) Natürliche Feinde, Parasiten und Fortpflanzung von Libellen. *Odonatological Monographs* 1: 1-173
- ROBINSON J.V. (1983) Effects of water mite parasitism on the demographics of an adult population of *Ischnura posita* (Hagen) (Odonata: Coenagrionidae). *American Midland Naturalist* 109: 169-174
- ROLFF J. (2000a) Intime Interaktion: ektoparasitische Wassermilben an Libellen (Hydrachnidia; Odonata). *Libellula* 19: 41-52
- ROLFF J. (2000b) Water mite parasitism in damselflies during emergence: two hosts, one pattern. *Ecography* 23: 273-282
- ROLFF J. & A. MARTENS (1997) Completing the life cycle: detachment of an aquatic parasite (*Arrenurus cuspidator*, Hydrachnellae) from an aerial host (*Coenagrion puella*, Odonata). *Canadian Journal of Zoology* 75: 655-658
- ROLFF J., H. ANTVOGEL & I. SCHRIMPF (2000) No correlation between ectoparasitism and male mating success in a damselfly: why parasite behavior matters. *Journal of Insect Behavior* 13: 563-571
- SMITH B.P. (1988) Host-parasite interaction and impact of larval water mites on insects. *Annual Review of Entomology* 33: 487-507
- SMITH B.P. & W.J. COOK (1991) Negative covariance between larval *Arrenurus* sp. and *Limnochares americana* (Acari: Hydrachnidia) on male *Leucorrhinia frigida* (Odonata: Libellulidae). *Canadian Journal of Zoology* 69: 226-231
- SMITH I.M. & D.R. OLIVER (1986) Review of parasitic associations of larval water mites (Acari: Parasitengona: Hydrachnidia) with insect hosts. *The Canadian Entomologist* 118: 407-472
- STECHMANN D.-H. (1977) Zur Phänologie und zum Wirtsspektrum einiger an Zygopteren (Odonata) und Nematocera (Diptera) ektoparasitisch auftretenden *Arrenurus*-Arten (Hydrachnellae, Acari). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 82: 349-355
- STECHMANN D.-H. (1978) Eiablage, Parasitismus und postparasitische Entwicklung von *Arrenurus*-Arten (Hydrachnellae, Acari). *Zeitschrift für Parasitenkunde* 57: 169-188
- STERNBERG K. (1999a) Feinde, Parasiten und Kommensalen. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Hrsg.) *Die Libellen Baden-Württembergs*, Band 1: 156-171. Ulmer, Stuttgart
- STERNBERG K. (1999b) *Ischnura pumilio* (Charpentier, 1825). In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Hrsg.) *Die Libellen Baden-Württembergs*, Band 1: 348-358. Ulmer, Stuttgart