

Landmilben als Libellenparasiten: Befall von *Orthetrum coerulescens* mit *Leptus* sp. (Odonata: Libellulidae; Parasitengona: Erythraeidae)

Laurent Juillerat¹ und Hansruedi Wildermuth²

¹ Fahys 21, CH-2000 Neuchâtel, <juillerat.l@bluewin.ch>

² Haltbergstrasse 43, CH-8630 Rüti, <hansruedi@wildermuth.ch>

Abstract

Terrestrial mites as parasites of dragonflies: infestation of *Orthetrum coerulescens* by *Leptus* sp. (Odonata: Libellulidae; Parasitengona: Erythraeidae) — During the 2001 flying season 110 mites of the genus *Leptus* were recorded on adults in five of six local populations of *O. coerulescens* in the Swiss Jura mountains. Of the host individuals 72.8 % were teneral, 24.3 % immature, and 2.9 % mature. On average 29 % of the tenerals bore mites, this proportion varying between 0 and 53 % within six local populations. The parasite load amounted to one to five mites per individual; it averaged 1.57 and did not differ significantly between sexes. Almost two thirds of the host individuals bore a single mite. Most parasites were attached to the host's legs. Infested hosts survived an average of 18.1 days from emergence and non-infested hosts 28.0 days. The observed infestation of *O. coerulescens* by terrestrial mites may reflect the superposition of the host's and parasite's preferred habitats, namely spring mires comprising mosaics of tiny seepages and streams intimately intermingled with extensively grazed fen vegetation.

Résumé

Acariens terrestres parasites des Odonates: un cas chez *Orthetrum coerulescens* par des larves du genre *Leptus* (Odonata: Libellulidae; Parasitengona: Erythraeidae) — Durant la saison de vol 2001, 110 acariens du genre *Leptus* ont été observés sur 70 imagos en cinq parmi six populations locales d'*O. coerulescens* dans le Jura suisse. Les hôtes étaient pour 72.8 % des individus fraîchement émergés, pour 24.3 % des immatures et pour 2.9 % des individus matures. Le taux d'infestation à l'émergence était de 0.29 et variait entre 0 et 0.53 selon les six populations locales. Le nombre de parasites par libellule s'élevait en moyenne à 1.57, au maximum à cinq, sans différence significative entre les sexes. Près des deux tiers des individus parasités ne portaient qu'un acarien. La plupart des parasites étaient fixés au niveau des pattes. Les libellules parasitées ont survécu 18.1 jours en moyenne, celles qui ne l'étaient pas 28.0 jours. L'infestation d'*O. coerulescens* par des acariens terrestres peut s'expliquer par la superposition des habitats optimaux de l'hôte et du parasite, à savoir des marais de pente pâturés extensivement, présentant une mosaïque de suintements et de végétation de bas-marais.

Zusammenfassung

In fünf von sechs lokalen Populationen von *Orthetrum coerulescens* wurden im Schweizer Jura während der Flugsaison 2001 an 70 Imagines insgesamt 110 terrestrische Milben der Gattung *Leptus* (Erythraeidae, Parasitengona) festgestellt. Von den Wirtsindividuen waren 72,8 % frisch geschlüpft, 24,3 % immatur und 2,9 % adult. Die Befallsrate betrug bei den frisch geschlüpften Imagines durchschnittlich 0,29 und variierte zwischen den sechs Lokalpopulationen von 0 bis 0,53. Männchen und Weibchen waren gleich häufig parasitiert. Die Befallsstärke betrug eine bis fünf Milben pro Individuum, im Mittel waren es 1,57. Beinahe zwei Drittel der parasitierten Individuen trugen nur eine Milbe. Am häufigsten saugten die Milben an den Beinen des Wirtes. Parasitierte Individuen überlebten durchschnittlich 18,1, nicht parasitierte 28,0 Tage. Der selten beobachtete Befall von *O. coerulescens* mit Landmilben ließ sich durch die räumliche Überlagerung optimaler Habitate von Wirt und Parasit erklären. Dabei handelte es sich um beweidete Hangmoore mit kleinräumigen Mosaiken aus Sickerquellrinnsalen und Flachmoorvegetation.

Einleitung

Zu den lange bekannten Ektoparasiten der Libellenimagines gehören außer den Gnitzen (Diptera: Ceratopogonidae) vor allem die Wassermilben (Hydrachnid[i]a, häufig auch als Hydracarina oder Hydrachnellae bezeichnet) (CORBET 1999: 320 ff.). Unter den Letzteren sind es Milbenlarven aus den Familien Arrenuridae, Hydryphantidae und Limnocharidae, deren Larven an Libellen saugen (MÜNCHBERG 1935, KILLINGTON & BATHE 1947, PETZOLD & MARTIN 2004; weltweite Übersicht: SMITH & OLIVER 1986). Ihr Lebenszyklus ist verschiedentlich beschrieben worden (z.B. MÜNCHBERG 1935, CASSAGNE-MÉJEAN 1966, SMITH 1988, ROLFF 2000). In Europa parasitiert vorwiegend die Gattung *Arrenurus* an Libellen: STERNBERG (1999: 165) listet zusammenfassend 27 Arten auf, die an 20 Zygopteren- und 15 Anisopteren-Arten gefunden worden sind. Ferner wurden auch *Hydryphantus* (MÜNCHBERG 1935) und *Limnocharis* (PETZOLD & MARTIN 2004) festgestellt. Im Gegensatz zu den Wassermilben treten Landmilben nur sehr selten als Parasiten von Libellen auf. MÜNCHBERG (1935: 31 ff.), der Landmilben als Libellenparasiten erstmals beschreibt, bezeichnet sie deswegen als «Irrgäste». Immerhin haben KILLINGTON & BATHE (1946) in Südengland den Nachweis erbracht, dass Zygopteren und Anisopteren lokal mit bestimmter Regelmäßigkeit von *Leptus killingtoni* befallen sein können, wenn auch nur in geringer Individuenzahl. Seither sind in Europa kaum mehr Berichte zu Landmilben als Libellenparasiten erschienen. Lediglich STERNBERG (1999: 166) weist in der Legende zu einem Foto von *Cordulegaster bidentata* darauf hin, dass es sich bei der abgebildeten roten Kugel an einem Libellen-

bein um eine Landmilbe handeln könnte. Es erwies sich deshalb als Überraschung, als im Rahmen einer ökologischen Studie an *Orthetrum coeruleescens* im Schweizer Jura (JUILLERAT 2002) mehrere durch *Leptus* sp. parasitierte Populationen dieser Libelle gefunden wurden, worüber wir hier berichten. Zudem werden die bisher publizierten Daten zum Befall von Libellen durch Landmilben zusammengefasst und diskutiert.

Untersuchungsgebiete und Methoden

Die Befunde zum Milbenbefall ergaben sich als Nebenprodukt einer Untersuchung zur Emergenz, zur Mobilität und zum Entwicklungshabitat von *Orthetrum coeruleescens* im Schweizer Jura (JUILLERAT 2002). Die Untersuchungsgebiete lagen in drei benachbarten Hochtälern des Faltenjuras (Typ Haut Chaîne) mit Zentrum bei 47°21'N, 07°28'E zwischen ca. 600 und 800 m üNN. Dabei konzentrierte sich die Studie auf sechs Lokalitäten, deren genaue Lage mit der jeweiligen Untersuchungsfläche im Folgenden anhand des schweizerischen Koordinatennetzes angegeben ist:

- (1) Sagne Arbot, Gemeinde Malleray, Kanton Bern, Koord. 587349/232803, 780-810 m üNN, 440 m² in drei Sektoren. Beweidetes Hangmoor mit Mosaik aus Davallseggenried (*Caricetum davallianae* Dutoit 1924) und Hochstaudenflur (*Junco inflexi-Filipenduletum ulmariae* Berset 1969).
- (2) Les Préaies, Grandval, Kanton Bern, Koord. 599287/237194, 620-630 m üNN, 15 m² in drei Sektoren. Abflussrinnale am Rand künstlicher Weiher. Weitgehend anthropogen beeinflusster Feuchstandort mit vorwiegend durch *Carex vesicaria*, *Epilobium parviflorum*, *Lycopus europaeus* und *Juncus inflexus* bestimmter Vegetation.
- (3) La Querre, Gemeinde Grandval, Kanton Bern, Koord. 599379/237317, 640 m üNN. Beweidetes Hangmoor, ohne Milbenfunde.
- (4) Pâturage du Droit, Gemeinde Crémines, Kanton Bern, Koord. 599895/237726, 700 m üNN, 270 m². Beweidetes Hangmoor mit Mosaik aus Davallseggenried und Hochstaudenflur.
- (5) Charrière du Droit, Gemeinde Crémines, Kanton Bern, Koord. 600740/237656, 700 m üNN, 450 m² in drei Sektoren. Beweidetes Hangmoor mit Davallseggenried und Hochstaudenflur.
- (6) Viehweide im Norden des Dorfes Vermes, Gemeinde Vermes, Kanton Jura, Koord. 602825/242268, 610 m üNN, 190 m². Beweidetes Hangmoor, Mosaik aus Davallseggenried und Hochstaudenflur.

Sämtliche Standorte befanden sich an südexponierten Stellen in Hangfußlage. Weitere Angaben zu den untersuchten Hangmooren finden sich in JUILLERAT (2004). Um möglichst viele Individuen von *O. coeruleescens* beim Schlupf zu erfassen, wurden die sechs Stationen während der Emergenzperiode vom 27. Mai bis zum 14. August 2001 täglich aufgesucht. Zur Risikoverminderung

von Flügelverletzungen beim Markieren wurden die frisch geschlüpften Tiere während 15-24 Stunden in einem Emergenzkäfig gehalten (vgl. SOEFFING 1990, STERNBERG 1990, INDEN-LOHMAR 1997). Nach dem Aushärten der Flügel und der anschließenden individuellen Markierung wurden sie freigelassen. Im weiteren Verlauf der Untersuchung wurden nur noch unmarkierte Individuen gefangen. Für weitere Einzelheiten zur Methode sei auf JUILLERAT (2002) verwiesen.

Nachdem am 7. Juni an einem immaturren Männchen und am 18. Juni an einem schlüpfenden Weibchen je eine angeheftete Milbe entdeckt worden war, suchten wir vom 20. Juni an alle gefangenen Libellen nach Milben ab und notierten die Anzahl wie auch die Position der Parasiten am Libellenkörper. Sieben Milben wurden eingesammelt und vier davon A. Wohltmann (Univ. Bremen) zur Bestimmung überlassen.

Bei den statistischen Analysen kamen χ^2 - und Wilcoxon-Test zur Anwendung. Für verschiedene Vergleiche zwischen parasitierten und nicht parasitierten Individuen verwendeten wir nur diejenigen Tiere, die vom 20. Juni an gefangen worden waren. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass Wetterbedingungen und Populationsdichte die Reifungsdauer sowie die Wiederbeobachtungs- und Überlebensrate direkt beeinflussten (JUILLERAT 2002, KÉRY & JUILLERAT 2004). Um die Phänologie der Milbenparasiten zu erfassen, wurden die Beobachtungsdaten nach BERTHOLD (1973) in Pentaden zusammengefasst.

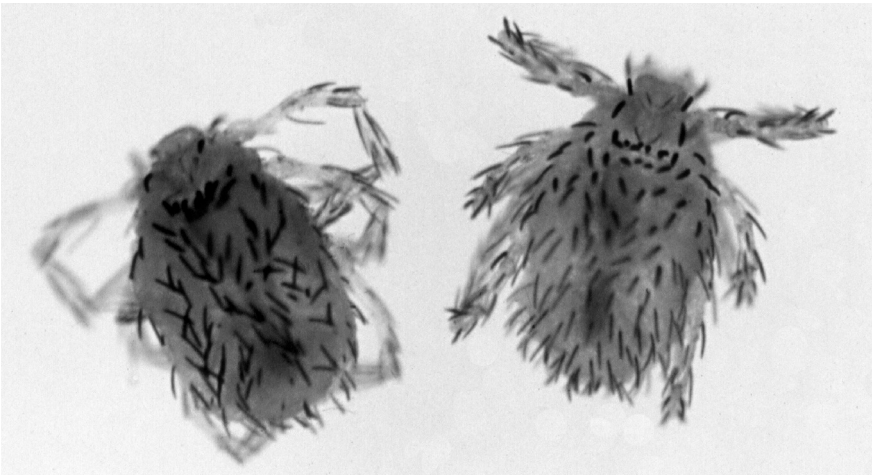


Abbildung 1: Zwei Larven von *Leptus* sp., die an *Orthetrum coerulescens* parasitierten. Typisch für Landmilben ist die samtartige Bedeckung der Körperoberfläche. Körperlänge ca. 0,6 mm. Larven von Sagne Arbot, Malleray, 23.06.2001. — Figure 1: Two larvae of *Leptus* sp. that parasitised *Orthetrum coerulescens*. The velvety cover is typical for most terrestrial mites ('velvet mites'). Body length ca 0.6 mm. Larvae from Sagne Arbot, Malleray, 23-VI-2001. Photo Y. Borcard.

Tabelle 1. Milben-Befallsgrad (*Leptus* sp.) bei *Orthetrum coerulescens* an sechs Lokalitäten im Schweizer Jura im Sommer 2001. — Table 1. Parasite load (*Leptus* sp.) on *Orthetrum coerulescens* at six localities in the Swiss Jura mountains.

ANZAHL PARASITEN	ANZAHL IMAGINES	%
1	45	64,3
2	16	22,9
3	6	8,6
4	0	0,0
5	3	4,3

Ergebnisse

Bei den Milbenlarven an *Orthetrum coerulescens* handelte es sich um Angehörige der Gattung *Leptus* sp. (Fam. Erythraeidae). Die vier untersuchten Individuen wurden mit der Beschreibung von *L. killingtoni* Turk, 1945 (Wiederbeschreibung bei SOUTHCOOT 1992) verglichen, doch erlaubte die augenblicklich völlig unklare taxonomische Situation keine weitergehende Bestimmung (A. Wohltmann pers. Mitt.). Es ist anzunehmen, dass alle erfassten Milben zur selben Art gehörten. Die Milbenlarven waren ca. 0,6 mm lang, ellipsoid, rot und oberflächlich in auffälliger Weise mit Haaren bedeckt (Abb. 1).

Insgesamt wurden 110 Milben an 70 Imagines von *O. coerulescens* festgestellt. Von den Wirtsindividuen waren 51 frisch geschlüpft (72,8 %), 17 älter als zwei Tage, aber immatur (24,3 %), und zwei adult (2,9 %). Das Verhältnis der befallenen Geschlechter betrug 40 Männchen (57,1 %) zu 30 Weibchen (42,9 %) und unterschied sich nicht signifikant von einer Gleichverteilung ($\chi^2 = 1,43$; $df = 1$; $p > 0,2$). Werden nur die beim Schlupf erfassten Wirte in Betracht gezogen, ergibt sich mit 30 Männchen (59 %) zu 21 Weibchen (41 %) das gleiche Resultat ($\chi^2 = 1,59$; $df = 1$; $p > 0,2$).

Mit Milben befallene Libellenindividuen wurden zwischen 7. Juni und 2. August 2001 beobachtet (Abb. 2). Diese Zeitspanne entsprach ungefähr der Schlupfperiode von *O. coerulescens*, die sich vom 27. Mai bis zum 14. August 2001 erstreckte. Nach dem 2. August wurden nur noch 25 Libellenindividuen gefunden und auf Milbenbefall geprüft, nämlich zwei frisch geschlüpfte, zwei immature und 21 adulte. Während der Haupterfassungsperiode – vom 20. Juni bis zum Ende der Emergenzperiode – waren 50 von 175 frisch geschlüpfte Libellen von mindestens einer Milbe befallen. Dies entspricht einer Parasitierungsrate von 0,29. Insgesamt war der individuelle Milbenbefall gering: Beinahe zwei Drittel der parasitierten Libellen trugen nur eine Milbe, und lediglich an drei Individuen hafteten je fünf Milben (Tab. 1). Im Mittel betrug die Anzahl Milben pro Wirtsindividuum $1,57 \pm 0,97$ SD. Die Parasiten hefteten sich hauptsächlich an die Beine, waren aber auch an Thorax, Kopf, Abdomen und Flügeln zu finden (Tab. 2). Am Kopf der Libellen saßen sie an den Komplexaugen ($n = 6$) und an den Mundteilen ($n = 4$).

Mit *Leptus* sp. befallene Individuen von *O. coerulescens* traten an fünf der sechs untersuchten Lokalitäten auf. Diese verteilten sich auf alle drei Täler der Region (Tab. 3). Parasitierte Libellen fehlten lediglich bei Station 3 (La Querre), von der aus der Zeit nach dem 20. Juni am wenigsten Schlupfnachweise vorliegen. In der Befallsrate unterschieden sich die Lokalpopulationen mit hoher Signifikanz (Tab. 3; $\chi^2 = 21,24$; $df = 5$; $p < 0,001$). Die Parasitierungsraten der Lokalitäten (1) Sagne Arbot, (2) Les Préaies und (4) Pâturage du Droit waren außerdem signifikant verschieden von der durchschnittlichen regionalen Befallsrate von 0,29 (Tab. 3).

Mehr als ein Drittel (36,7 %) der beim Schlupf erfassten *O. coerulescens*-Männchen wurde nach der Reifung wiedergesichtet (Tab. 4). Der Anteil der nicht parasitierten Männchen war bei der Wiederbeobachtung zwar etwas größer als beim Schlupf (43,6 %), unterschied sich aber nicht signifikant vom Anteil befallener Individuen (Tab. 4; $\chi^2 = 0,39$; $df = 1$; $p > 0,5$). Die Parasitierung zeigte keine Auswirkung auf die Reifungsdauer. Diese betrug für befallene Libellen durchschnittlich 12,7 und für nicht parasitierte 13,3 Tage; der geringe Unterschied ist nicht signifikant (Wilcoxon-Test: $n_1 = 11$, $n_2 = 23$, $p = 0,539$). Im Gegensatz dazu ergaben sich signifikante Unterschiede in der Lebensdauer befallener und nicht befallener Männchen: Parasitierte Individuen überlebten durchschnittlich 18,1 Tage, nicht parasitierte 28,0 Tage (Wilcoxon-Test: $n_1 = 11$, $n_2 = 24$, $p = 0,022$).

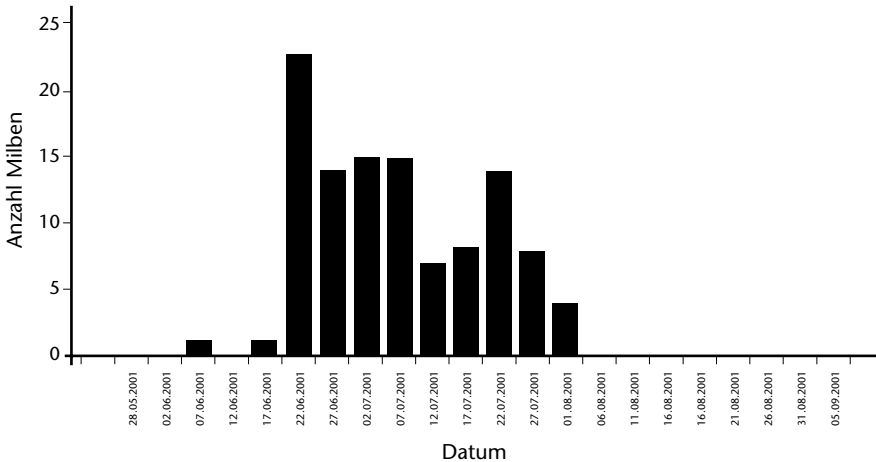


Abbildung 2: Phänologie und Stärke des Milbenbefalls an 70 Imagines von *Orthetrum coerulescens* durch *Leptus* sp. im Schweizer Jura während der Flugsaison 2001. Zeitabschnitte: Pentaden, Daten: Mitte der Pentaden. — Figure 2: Phenology and intensity of mite infestation 70 imagines of *Orthetrum coerulescens* by *Leptus* sp. in the Swiss Jura mountains during the flying season of 2001. Periods are pentades, dates: centre of pentades. n = Anzahl Milben, number of mites.

Tabelle 2. Position der Parasiten (*Leptus* sp.) an verschiedenen Körperteilen der Imagines von *Orthetrum coerulescens* an sechs Lokalitäten im Schweizer Jura im Sommer 2001 — Table 2. Position of parasites (*Leptus* sp.) at different body parts of the imagines of *Orthetrum coerulescens* at six localities in the Swiss Jura mountains in 2001.

POSITION DER MILBE	ANZAHL MILBEN	%
Beine	57	51,8
Thorax	20	18,2
Kopf	12	10,9
Abdomen	11	10,0
Flügel	5	4,5
unbestimmt	5	4,5
Total	110	≈100

Tabelle 3. Anzahl geschlüpfter Imagines von *Orthetrum coerulescens* und Parasitierungsrate an sechs Lokalitäten im Schweizer Jura im Sommer 2001. — Table 3. Emergence number of *Orthetrum coerulescens* and parasitisation ratio at six localities in the Swiss Jura mountains in 2001. n-P Anzahl Parasiten, number of parasites; n-plm Anzahl parasitierter Imagines, number of infested imagines; n-pEm Anzahl parasitierter, frisch geschlüpfter Imagines ab 20.06.2001, number of infested teneralis after 20-VI-2001; n-Em Anzahl geschlüpfter Imagines ab 20.06.2001, number of emerged imagines after 20-VI-2001; Pr Parasitierungsrate ab 20.06.2001, parasitization ratio after 20-VI-2001.

LOKALITÄT	n-P	n-plm	n-pEm	n-EM	Pr	χ^2
(1)	43	24	11	78	0,14	8,00
(2)	30	21	20	43	0,46	6,78
(3)	0	0	0	2	0,00	0,80
(4)	16	11	10	19	0,53	5,39
(5)	8	5	5	16	0,31	0,06
(6)	13	9	4	17	0,23	0,21
Total	110	70	50	175	0,29	21,24

Diskussion

Im Verlauf einer Flugperiode von *Orthetrum coerulescens* wurden bei fünf von sechs Lokalpopulationen einer Region des Schweizer Juras an insgesamt 70 Imagines beiderlei Geschlechts 110 Landmilbenlarven der Gattung *Leptus* festgestellt. Die erfassten lokalen Libellenpopulationen gehörten möglicherweise derselben Metapopulation an; jedenfalls fand zwischen einzelnen Lokalpopulationen ein reger Individuenaustausch statt (JUILLERAT 2002). Daher besaßen die Milben gute Möglichkeiten, mittels Phoresie die Lokalität eben-

Tabelle 4. Parasitierung frisch geschlüpfter und wiedergesichteter reifer Imagines von *Orthetrum coerulescens*. — Table 4. Parasitisation of teneral and recorded marked matures of *Orthetrum coerulescens*. (d) Anzahl Tage, number of days.

	♂ PARASITIERT	♀	♂ NICHT PARASITIERT	♀
Anzahl frisch geschlüpfter Imagines	30	20	55	65
Anzahl der Wiedersichtungen und prozentualer Anteil reifer Imagines	11	3	24	13
	36,7%	15,0%	43,6%	20,0%
Mittleres Alter der markierten wiedergesichteten Imagines (d)	18,1	35,3	28,0	27,7
Maximales Alter der markierten wiedergesichteten Imagines (d)	29	45	65	42

falls zu wechseln. Die Libellen wurden hauptsächlich während des Schlupfs befallen, wobei sich die Milben vorwiegend an den Beinen des Wirtes festsetzten. Die Befallsrate bei der Emergenz betrug 0,29. All diese Fakten lassen den Schluss zu, dass die beobachtete Parasitierung der untersuchten *O. coerulescens*-Populationen durch Landmilben in der Region nicht Zufall war, sondern die Regel ist. Ähnliche Befunde gibt es von zwei eng benachbarten Stellen Südinglands (KILLINGTON & BATHE 1946). Da aber sonst aus dem odonatologisch relativ gut untersuchten Europa nur noch sehr wenige Streufunde von Landmilben an Libellen bekannt sind (MÜNCHBERG 1935), dürften Populationen mit starkem Landmilbenbefall wohl eher ausnahmsweise auftreten. Damit stellt sich die Frage, ob Parasitierung durch Landmilben bisher einfach oft übersehen worden ist, oder ob dies tatsächlich selten vorkommt. Trifft Letzteres zu, ruft dies nach einer ökologischen Erklärung.

Es fällt auf, dass unsere Beobachtungen im Schweizer Jura in mehrfacher Hinsicht weitgehend mit denen von KILLINGTON & BATHE (1946) übereinstimmen. Im Heidemoor von Alderney Heath, Dorset, UK, fanden sie während einer Flugsaison 170 an Libellen saugende Larven von *Leptus killingtoni*, einer Art, die hier von den beiden Autoren entdeckt und von TURK (1945) als für die Wissenschaft neu beschrieben wurde. Insgesamt waren 118 Libellenindividuen parasitiert. Betroffen waren acht Libellenarten, darunter auch *O. coerulescens*, wobei das größere Wirtsartenspektrum in Südingland durch ein breiteres Lokalangebot an Libellenarten begründet ist. Ähnlichkeiten mit unseren Befunden zeigten sich bezüglich Phänologie, Befallsrate, Befallsstärke und Befallsstelle am Wirt. Die Infektionsperiode dauerte vom 13.06.-11.08.1943, während sie im Schweizer Jura in die Zeit vom 07.06.-02.08.2001 fiel. Die Parasitierungsrate betrug insgesamt 0,16 in Südingland (UK) und 0,29 im

Schweizer Jura (CH), pro Lokalität im Maximalfall 0,31 (UK) und 0,53 (CH). Wird nur *O. coerulescens* berücksichtigt, liegen die entsprechende Werte noch näher beisammen, nämlich bei 0,26 (UK) und bei 0,29 (CH). Allerdings sind in unserem Fall im Gegensatz zu dem in England nur frisch geschlüpfte Imagines einberechnet. Für Südengland ergab sich eine Befallsstärke von 1,44 Milben pro Individuum, für den Schweizer Jura belief sie sich auf 1,57. An beiden Lokalitäten waren die meisten Libellen mit nur einer Milbe infiziert (UK 76 %, CH 64 %) und die Parasiten hefteten sich vorwiegend an die Beine ihres Wirts (UK 46 %, CH 64 %).

Die Ähnlichkeit der Befunde in den beiden weit voneinander getrennten Gebieten könnte mit der Biotopstruktur der Fortpflanzungsgewässer von *O. coerulescens* zusammenhängen. In beiden Fällen handelte es sich um kleine, flache, langsam bis schwach strömende Fließgewässer mit stellenweise schlammigem Grund und teils winzigen offenen Wasserflächen, die sich durch beweidete Moorvegetation zogen. In der kleinräumigen Verzahnung von Wasser und Moorvegetation mit hoher Luftfeuchte in Bodennähe herrschten optimale Bedingungen für Landmilben der Gattung *Leptus*. Die agilen Larven kletterten auf die Libellen, als diese am Schlüpfen bzw. frisch geschlüpft waren oder sich als Adulttiere während der reproduktiven Aktivitäten in die Vegetation setzten. Damit erklärt sich, weshalb die untersuchten Populationen mit Landmilben befallen waren. Die Frage zur Seltenheit parasitischer Landmilben an Libellen bleibt allerdings nach wie vor offen. Kleingewässer der beschriebenen Art sind in Mittel- und Westeuropa heute zwar nicht mehr häufig, aber auch nicht so selten, dass nicht weitere Lokalitäten mit Landmilben an Libellen hätten gefunden werden können.

Der Hauptunterschied zwischen unseren Befunden und denen von KILLINGTON & BATHE (1946) liegt darin, dass im Heidemoor von Alderney Heath hauptsächlich adulte und im Schweizer Jura vorwiegend frisch geschlüpfte Tiere befallen wurden. Unsere Befunde ließen sich möglicherweise mit der räumlichen Verteilung der Parasiten und/oder deren täglicher Aktivitätsperiode erklären; beides wird weitgehend vom Mikroklima bestimmt. WENDT et al. (1992) zeigten, dass sich *Leptus trimaculatus* bevorzugt an Stellen mit hoher Luftfeuchtigkeit aufhält. Obwohl wir bei unseren Untersuchungen an den Pflanzen keine Milben beobachteten, ist anzunehmen, dass diese im Schlupfbereich der Libellen, d.h. an Seggen- und Binsenhalmen und gewöhnlich höher als 15 cm über dem Grund (JUILLERAT 2002), auf der Suche nach einem Wirt umherstreiften. Der Schlupf, während dem der Milbenbefall stattfand, erfolgte hauptsächlich im Verlauf des Vormittags. Zu dieser Zeit war die Luftfeuchtigkeit in den oberen Vegetationsschichten wahrscheinlich noch hoch. Mit fortschreitender Tageszeit und zunehmender Wärme sank sie. In der Folge zogen sich die Milben in tiefere Schichten zurück. Während der wärmsten Tagesstunden, bei Anwesenheit der reproduktiv aktiven Adulttiere, hielten sich die Milben vermutlich in den bodennahen Zonen auf, derweil die territorialen Männchen auf gebogenen Halmen meist mehr als 25 cm über

Tabelle 5: Zusammenstellung bisher bekannter Landmilben als Parasiten an Libellen. —
Table 5: Compilation of terrestrial mites recorded as parasites on Odonata.

PARASIT/WIRT	FUNDORT	LITERATUR
Erythraeidea		
<i>Charletonia rageaui</i> Southcott 1966		
Libellulidae	Neukaledonien	SOUTHCOTT 1966, 1991
<i>Charletonia rocciai</i> Treat & Flechtmann 1979		
Anisoptera	Südamerika	TREAT & FLECHTMANN 1979, SOUTHCOTT 1991
<i>Leptus draco</i> Southcott 1984		
Odonata	Papua-Neuguinea	SOUTHCOTT 1999
<i>Leptus killingtoni</i> Turk 1945		
<i>Anax imperator</i> Leach 1815	England	TURK 1945, KILLINGTON & BATHE 1946
<i>Ceragrion tenellum</i> (de Villers 1789)	England	idem
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus 1758)	England	idem
<i>Cordulegaster boltonii</i> (Donovan 1807)	England	idem
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier 1840)	England	idem
<i>Lestes sponsa</i> (Hansemann 1823)	England	idem
<i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius 1798)	England	idem
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer 1776)	England	idem
<i>Leptus phalangii</i> Degeer 1773		
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris 1782)	Deutschland	MÜNCHBERG 1935
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden 1820)	Österreich	idem
	Polen	idem
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas 1771)	Polen	idem
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer 1776)	Deutschland	idem
<i>Leptus</i> sp.		
<i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius 1798)	Schweiz	diese Arbeit
Trombidoidea		
<i>Trombidium parasiticum</i> (Degeer 1778)		
<i>Coenagrion pulchellum</i> (Vander Linden 1825)	Deutschland	MÜNCHBERG 1935
Trombidiidae		
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden 1820)	Deutschland	MÜNCHBERG 1935
	Polen	idem
<i>Pseudagrion microcephalum</i> (Rambur 1842)	Sumatra	idem
Parasitengona		
<i>Cordulegaster bidentata</i> Selys 1843	Deutschland	STERNBERG 1999

dem Wasser auf Weibchen warteten. Diese waren jeweils selten und nur für kurze Zeit an den Fortpflanzungsgewässern anwesend, wobei sie sich lediglich bei der Paarung und damit am Männchen angekoppelt in die Vegetation setzten. Zum direkten Kontakt mit Pflanzenteilen kam es nur während der Postkopulaphase, der kurzen Pause zwischen Paarung und Eiablage (vgl. HEYMER 1969). Aus all diesen Gründen waren die Chancen für den Befall von Adulttieren in den Jurabiotopen vermutlich gering. Im Heidemoor von Alderney

Heath verhielten sich die Milben möglicherweise deshalb anders, weil die Vegetation gemäß den Angaben von KILLINGTON & BATHE (1946) sehr üppig war und während der Anwesenheit adulter Libellen auch in den höheren Schichten feuchte Verhältnisse herrschten. Jedenfalls konnten die Autoren beobachten, wie die Milben auf den Pflanzen in unmittelbarer Wassernähe umherkrochen und auf ihre Wirte kletterten.

Die Larven der Gattung *Leptus* bevorzugen zum Saugen wie die meisten Arten der Landmilbenfamilien Thrombiidae und Erythraeidae keine speziellen Körperteile ihres Wirtes (WOHLTMANN 2001). Sie heften sich gewöhnlich beim ersten Kontakt mittels eines klebrigen Sekrets an den Wirtskörper (BAKER 1982, ÅBRO 1988). Dies erklärt, weshalb die Parasiten vorwiegend an den Beinen der Libellen gefunden wurden, die das pflanzliche Sitzsubstrat meist nur mit Tarsen und Tibien berühren. Um zu ihrer Nahrung – der Wirtshämolymphe – zu gelangen, durchbohren die Milbenlarven die Kutikula ihres Wirtes mechanisch-chemisch unter Einsatz der Cheliceren und einer lytischen Substanz (A. Wohltmann pers. Mitt.).

WENDT et al. (1992) und WOHLTMANN (1995) haben bei drei *Leptus*-Arten nachgewiesen, dass die Larven fünf bis zwölf Tage auf dem Wirt verweilen. Dies entspricht ziemlich genau der Reifungsdauer von 12,7 Tagen, die in der Jurapopulation von *O. coerulescens* für parasitierte Individuen festgestellt wurde. Während der Reifung hielten sich die immaturen Tiere im Weideland auf und besuchten die Reproduktionsgewässer nur ausnahmsweise. Erwartungsgemäß sollten sich die Milben erst dann vom Wirt lösen, wenn dieser zum Wasser zurückkehrt, wo für die Parasiten entsprechend günstige Bedingungen herrschen. Würden sie bereits vor dem Ende der Reifungsperiode auf dem trockenen Weideland abfallen, erwiese sich *O. coerulescens* als ungünstiger Wirt.

Während einige *Leptus*-Arten auf Weberknechte spezialisiert sind (WOHLTMANN 1995), akzeptieren andere ein breites Spektrum von Arthropoden als Wirte (WELBOURN 1983, WENDT et al. 1992). Befallen werden nach TREAT & FLECHTMANN (1979), SOUTHCOTT (1991, 1999) und MÜNCHBERG (1935) u.a. Heuschrecken (Orthoptera: Acrididae, Tettigoniidae), Zikaden (Homoptera: Cercopidae, Cicadellidae), Wanzen (Heteroptera: Anthocoridae), Käfer (Coleoptera: Chrysomelidae), Schmetterlinge (Lepidoptera: Noctuidae) und Zweiflügler (Diptera: Calliphoridae, Empididae). Auf der Suche nach einem Wirt streifen die Milbenlarven in der Vegetation umher, wobei sie jenen nicht auf Distanz, sondern erst bei Berührung erkennen (A. Wohltmann pers. Mitt.). Damit können sie auch Libellen anfallen, wenn diese sich an pflanzliches Substrat setzen.

Als Parasiten von Libellen sind verschiedene Arten von Landmilben beobachtet worden. Dabei handelt es sich vorwiegend um Vertreter der Erythraeidae (*Leptus*, *Charletonia*) und der Thrombiidae (Tab. 5). Das Spektrum der Libellen umfasst hauptsächlich Arten, die sich nur oder auch in langsam fließenden Kleingewässern entwickeln. Infiziert waren im Heidemoor von

Alderney Heath nach KILLINGTON & BATHE (1946) *Pyrrhosoma nymphula* (n = 65), *Ceriagrion tenellum* (18), *Enallagma cyathigerum* (16), *Orthetrum coerulescens* (14), *Cordulegaster boltonii* (2), *Anax imperator* (1), *Coenagrion puella* (1) und *Lestes sponsa* (1).

Zum Einfluss der parasitischen Landmilben auf ihre Wirte gibt es nur spärliche Angaben (WOHLTMANN 2001). Besser bekannt ist, wie sich Wassermilbenlarven auf die Libellenimagines auswirken. Nachgewiesen ist eine Beeinträchtigung der Kondition, insbesondere während der Reifungsphase, sowie eine Verminderung der Fekundität (Zusammenfassungen bei SMITH 1988, CORBET 1999: 323, ROLFF 2000). Nach unseren Beobachtungen haben parasitische Landmilben, selbst bei geringem Befall, eine durchschnittliche Verkürzung der imaginalen Lebenszeit um 35 % zur Folge, was sich wohl ebenfalls auf die Fitness auswirkt.

Dank

Wir danken Andreas Wohltmann für die Bestimmung der Milben, für die Beschaffung von Literatur sowie für Informationen zu den Parasitengona und Jean-Paul Haenni für die sorgfältige Durchsicht einer ersten Manuskriptversion, ebenso Andreas Martens für fachliche Hinweise und Yves Gonseth für seine Unterstützung der Arbeit.

Literatur

- ÅBRO A. (1988) The mode of attachment of mite larvae (*Leptus* spp.) to harvestmen (Opiliones). *Journal of Natural History* 22: 123-130
- BAKER G.T. (1982) Site attachment of a protelian parasite (*Erythraeidae*: *Leptus* sp.). *Experientia* 38: 923
- CASSAGNE-MÉJEAN F. (1966) Contribution à l'étude des Arrenuridae (Acari, Hydrachnellae) de France. *Acarologia* 8 (Supplement): 1-186.
- CORBET P.S. (1999) Dragonflies: Behavior and ecology of Odonata. Cornell University Press, Ithaca, NY
- HEYMER A. (1969) Fortpflanzungsverhalten und Territorialität bei *Orthetrum coerulescens* (Fabr., 1798) und *O. brunneum* (Fonsc., 1837). (Odonata: Anisoptera). *Revue du Comportement Animal* 3: 1-24
- INDEN-LOHMAR C. (1997) Sukzession, Struktur und Dynamik von Libellenpopulationen an Kleingewässern, unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie von *Aeshna cyanea* (Müller, 1764). Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- JUILLERAT L. (2002) Emergence, mobilité et milieux de reproduction chez *Orthetrum coerulescens* (Odonata, Libellulidae) dans le Jura et le Jura bernois. Diplomarbeit, Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel
- JUILLERAT P. (2004) Bas-marais du Jura bernois, Inventaire, phytoécologie, évaluation de l'impact de l'agriculture et typologie des bas-marais suisses. Diplomarbeit, Institut de géographie / Institut de botanique, Université de Neuchâtel.

- KÉRY M. & L. JUILLERAT (2004) Sex ratio estimation and survival analysis for *Orthetrum coerulescens* (Odonata, Libellulidae). *Canadian Journal of Zoology* 82: 399-406
- KILLINGTON F.J. & E.C. BATHE (1946) Acarine parasites of Odonata. I. *Leptus* (*Ochrolophus*) *killingtoni* Turk. *The Entomologist's Monthly Magazine* 82: 257-266
- KILLINGTON F.J. & E.C. BATHE (1947) Acarine parasites of Odonata. III. *Limnochares aquaticus* (Linnaeus). *The Entomologist's Monthly Magazine* 83: 145-147
- 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
- PETZOLD F. & P. MARTIN (2004) *Limnochares aquatica* als Parasit von *Leucorrhinia albifrons* (Hydrachnidia: Limnocharidae; Odonata: Libellulidae). *Libellula* 23: 93-97
- ROLFF J. (2000) Intime Interaktionen: ektoparasitische Wassermilben an Libellen (Hydrachnidia; Odonata). *Libellula* 19: 41-52
- SMITH B.P. (1988) Host-parasite interaction and impact of larval water mites on insects. *Annual Review of Entomology* 33: 487-507
- SMITH I.M. & D.R. OLIVER (1986) Review of parasitic associations of larval water mites (Acari: Parasitengona: Hydrachnidia) with insect hosts. *Canadian Entomologist* 118: 407-472
- SOEFFING K. (1990) Verhaltensökologie der Libelle *Leucorrhinia rubicunda* (L.) (Odonata: Libellulidae) unter besonderer Berücksichtigung nahrungsökologischer Aspekte. Dissertation, Universität Hamburg
- SOUTHCOTT R.V. (1966) Revision of the Genus *Charletonia* Oudemans (Acarina: Erythraeidae). *Australian Journal of Zoology* 14: 687-819
- SOUTHCOTT R.V. (1991) A further revision of *Charletonia* (Acarina: Erythraeidae) based on larvae, protonymphs and deutonymphs. *Invertebrate Taxonomy* 5: 61-132
- SOUTHCOTT R.V. (1992) Revision of the larvae of *Leptus* Latreille (Acarina: Erythraeidae) of Europe and North America, with descriptions of post-larval instars. *Zoological Journal of the Linnean Society* 105: 1-153
- SOUTHCOTT R.V. (1999) Larvae of *Leptus* (Acarina: Erythraeidae), free-living or ectoparasitic on arachnids and lower insects of Australia and Papua New Guinea, with descriptions of reared post-larval instars. *Zoological Journal of the Linnean Society* 127: 113-276
- STERNBERG K. (1990) Autökologie von sechs Libellenarten der Moore und Hochmoore des Schwarzwaldes und Ursachen ihrer Moorbinding. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br.
- STERNBERG K. (1999) Feinde, Parasiten und Kommensalen. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Hrsg.) Die Libellen Baden-Württembergs, Band 1. Stuttgart, Ulmer
- TREAT A.E. & C.H.W. FLECHTMANN (1979) *Charletonia rocciai* n.sp. (Acari, Prostigmata, Erythraeidae) an ectoparasite of the Amazon fly. *International Journal of Acarology* 5: 117-122
- TURK F.A. (1945) Studies of Acari. Second series: descriptions of new species and notes on established forms of parasitic mites. *Parasitology* 36: 133-141
- WELBOURN W.C. (1983) Potential use of trombidoid and erythraeoid mites as biological control agents of insect pests. In: HOY M.A., G.L. CUNNINGHAM & L. KNUTSON (Hrsg.) Biological control of pests by mites: 103-140. University of California (Berkeley) Agricultural Experiment Station Special Publication 3304
- WENDT F., OLOMSKI R., LEIMANN J. & A. WOHLTMANN (1992) Parasitism, life cycle and phenology of *Leptus trimaculatus* (Herman, 1804) (Acari: Parasitengonae: Erythraeidae) including a description of the larva. *Acarologia* 33: 55-68

- WOHLTMANN A. (1995) On the life cycle of two *Leptus* species with remarks on the diversity of life cycle strategies within the genus *Leptus* Latreille (Prostigmata: Parasitengonae: Erythraeoidea). In: KROP CZYNSKA D., J. BOCZEK & A. TOMCZYK (Hrsg.) The Acari: Physiological and ecological aspects of Acari-host relationships: 447-454. Oficyna DABOR, Warszawa
- WOHLTMANN A. (2001). The evolution of life histories in *Parasitengona* (Acari: Prostigmata). *Acarologia* 41: 145-204