

# **Beeinflussen Elritzen die Libellenfauna kleiner Moorgewässer? (Teleostei: Cyprinidae; Odonata)**

Hansruedi Wildermuth

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

## **Abstract**

The impact of introduced minnow on the dragonfly fauna of small peatland water bodies (Teleostei: Cyprinidae; Odonata) – Nine small man-made moorland ponds, three containing minnow *Phoxinus phoxinus*, one inhabited by minnow and goldfish *Carassius gibelio* forma *auratus*, and five without fish, were studied in a long-term study near Zurich, Switzerland, with respect to their dragonfly fauna. The species composition and the developmental success of the Anisoptera were assessed for each pond on the basis of continuous exuviae collecting. In fish-free water bodies, the numbers of indigenous Odonata species and the abundance of exuviae were significantly higher than in minnow-inhabited waters. *Leucorrhinia pectoralis* only emerged from ponds lacking fish. The impact of minnow populations on the invertebrates of small artificial peat ponds is discussed with regard to practical implications for nature conservation.

## **Zusammenfassung**

In einem Moorgebiet bei Zürich (Schweiz) wurden in einer Langzeitstudie neun kleine ehemalige Hand-Torfstiche auf ihre Libellenfauna untersucht. Drei Gewässer waren mit Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) und eines mit Elritzen und Goldfischen (*Carassius gibelio* forma *auratus*) besetzt, fünf enthielten keine Fische. Die Artenzusammensetzung und die Entwicklungserfolge der Großlibellen wurden für jedes Gewässer auf der Basis regelmäßiger Exuvienaufsammlungen erhoben. In fischfreien Gewässern waren die Anzahl bodenständiger Arten und die Exuvien-Abundanz signifikant größer als in solchen mit Elritzen. *Leucorrhinia pectoralis* kam praktisch nur in fischfreien Torfgewässern zum Schlupf. Im Hinblick auf die Anlage und Pflege von stehenden Kleingewässern mit Naturschutzziel wird diskutiert, inwiefern Fische in kleinen Sekundärgewässern die Entwicklung der Libellen und weiterer aquatischer Tiere beeinträchtigen können.

## **Einleitung**

In Naturschutzkreisen wird immer wieder die Frage diskutiert, ob Fische in kleinen Stillgewässern die übrige aquatische Fauna negativ beeinflussen. Das Prob-

lem aktualisiert sich jeweils dann, wenn in Weihern, die speziell zur Förderung von naturschutzrelevanten Wasserorganismen wie Amphibien oder Libellen angelegt worden sind, unvermittelt Goldfische, Sonnenbarsche oder andere Fischarten auftreten. Europäische Feldstudien zu dieser Problematik liegen nur in geringer Anzahl vor, am ehesten sind es solche mit herpetologischem Schwerpunkt, wobei die Autoren aufzeigen, dass bestimmte Arten von Frosch- oder Schwanzlurchen bei Anwesenheit von bestimmten Fischarten nicht oder nur kümmerlich aufkommen können (z.B. BROGGI 1976; CLAUSNITZER 1983a, b; HEHMANN & ZUCCHI 1985; BREUER 1992; BRÖNMARK & EDENHAMN 1994; KARCH 2011).

MACAN (1966) hat nachgewiesen, dass in einem Teich eingesetzte Forellen nicht nur die Amphibien, sondern auch Populationen bestimmter Wasserinsekten und anderer Invertebraten reduzieren oder möglicherweise völlig eliminieren. Untersuchungen in Nordamerika – u.a. solche mit Einschluss von Freilandexperimenten – haben gezeigt, dass Fische die Lebensgemeinschaft der Libellen eines Teiches entscheidend beeinflussen (MORIN 1984a, b; BLOIS-HEULIN et al. 1990; MCPEEK 1990). In Laborversuchen hat PIERCE (1988) demonstriert, dass sich die Larven verschiedener Libellenarten den Fischprädatoren in unterschiedlichem Maß exponieren. Während bestimmte Arten aufgrund morphologischer oder verhaltensbiologischer Eigenschaften mit Fischen und anderen Prädatoren zu koexistieren vermögen, fehlen anderen Arten entsprechende Anpassungen (z.B. HENRIKSON 1988; MIKOLAJEWSKI & JOHANSSON 2004; MIKOLAJEWSKI et al. 2006; JOHANSSON & MIKOLAJEWSKI 2008; PETRIN et al. 2010). Diese Befunde zu einzelnen, mehrheitlich europäischen Arten lassen sich aber nicht generalisieren, denn das Ausmaß der Prädation hängt nicht nur von den Libellen-, sondern auch von den Fischarten, deren Besatzdichte sowie von den submersen Vegetationsstrukturen und den Dimensionen der Gewässer ab (z.B. MAUERSBERGER 2010).

Ziel der vorliegenden Arbeit war, den Einfluss von Elritze *Phoxinus phoxinus* und Goldfisch *Carassius gibelius* forma *auratus* auf die Artenzusammensetzung und Abundanz der Libellengemeinschaft von kleinen Sekundärgewässern in weitgehend abgetorften Hochmooren zu untersuchen. Im Zusammenhang mit quantitativen Bestandsaufnahmen an Libellen entstand die Vermutung, dass die Fische die Libellenfauna stark beeinträchtigen. Diese Hypothese ließ sich im Untersuchungsgebiet anhand einer vorgegebenen Experimentalsituation prüfen, indem einige der Torfweiher Fische enthielten und andere nicht. Dies ermöglichte, die Gewässer bezüglich ihrer Libellenfauna miteinander zu vergleichen. Die Ergebnisse dieser Studie sollen zur Klärung der Frage beitragen, inwieweit Fische in sekundären Torfgewässern, die speziell zu Artenschutz Zwecken unterhalten werden, tolerierbar sind.

## Untersuchungsgebiet und Methoden

Die Feldstudie entstand in der ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘, einem Naturschutzgebiet 20-23 km ESE von Zürich (Schweiz) auf ca. 540 m ü. M. (49°19'N,

8°48'E). Die Landschaft bestand aus einem Mosaik von flachen, meist bewaldeten Hügeln (Drumlins) und dazwischen liegenden Moor- und Wiesensenken, die mit Baum- und Buschgruppen durchsetzt waren (WILDERMUTH et al. 1982, 2001). Die stehenden Kleingewässer konzentrierten sich auf die ehemaligen Hochmoore der Teilgebiete Hinwilerried und Böndlerried/Ambitzgi, deren Torfkörper zu einem großen Teil abgebaut war. Etwa 35 einstige Torfstiche mit Wasserflächen zwischen 10 und 400 m<sup>2</sup>, die größtenteils verlandet waren, wurden im Verlauf der vergangenen 40 Jahre zu Naturschutzzwecken etappenweise regeneriert und nach dem Rotationsmodell gepflegt (WILDERMUTH 2001). Nähere Angaben zu den Gewässern, ihrer Vegetation und ihrer Libellenfauna finden sich bei WILDERMUTH (1980, 1992, 1994, 2008) und WILDERMUTH et al. (2001).

Für die vorliegende Studie wurden sechs Torfweiher im Hinwilerried (Nr. 10, 12, 13, 14, 16, 18) und drei im Böndlerried/Ambitzgi (Nr. 2, 7b, 8d) ausgewählt (Beispiel in Abb. 1). Die Gewässer des Hinwilerriedes lagen in kleinen Waldlich-



Abbildung 1: Regenerierter ehemaliger Torfstich Nr. 2 im Untersuchungsgebiet Böndlerried/Ambitzgi bei Zürich, Schweiz – ein typisches, fischfreies und mit Schwimmblattvegetation (*Nymphaea alba*) durchsetztes Entwicklungsgewässer von *Leucorrhinia pectoralis* (08.06.2010). – Figure 1: Former peat pond No. 2 at the study site Böndlerried/Ambitzgi near Zurich, Switzerland – a fish-free water body with floating vegetation (*Nymphaea alba*), typical breeding water of *Leucorrhinia pectoralis* (08-vi-2010).

Tabelle 1. Physikalisch-chemische Verhältnisse an den Untersuchungsgewässern 2-18 in der ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘ bei Zürich, Schweiz. – Table 1. Physico-chemical parameters of the studied water bodies 2-18 in the ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘, a landscape of national importance near Zurich, Switzerland. E Elritze/minnow *Phoxinus phoxinus*, G Goldfisch/goldfish *Carassius gibelius* forma *auratus*.

Gewässer Nr.	2	7b	8d	12	16	10	13	14	18
Fische	–	–	–	–	–	E	E	E/G	E
Fläche [m <sup>2</sup> ]	56	27	84	35	20	60	62	390	32
max. Tiefe [m]	0,7	0,8	1,3	0,8	0,5	0,4	1,2	0,8	0,6
pH-Wert	7,0	7,1	6,7	6,7	7,0	7,1	6,6	6,8	7,0
Karbonathärte [°dH]	4	7	2	6	10	8	6	8	10
Leitfähigkeit [µS/cm]	150	250	65	150	240	210	150	195	280

tungen und grenzten an Hoch- oder Flachmoorvegetation. Vier davon waren mit Elritzen besetzt, die vermutlich bei der Wiederherstellung halb zugewachsener Torfstiche durch vorübergehend bestehende Verbindungsgräben aus dem Hauptentwässerungsgraben einwandern konnten. Weiher Nr. 14 enthielt zudem Goldfische, die um 1982 eingebracht worden waren. Beide Fischarten pflanzten sich in allen Weihern, in denen sie vorkamen, fort; es zeigte sich jährlich Nachwuchs, wobei sich bei den Goldfischen allmählich die braunen Varianten durchsetzten. Weil im Hinwilerried nicht genügend vergleichbare Gewässer ohne Fische zur Verfügung standen, wurden drei Torfstiche im Bändlerried/Ambitzgi in die Studie einbezogen. Diese befanden sich 2 km weiter WNW des Hinwilerriedes. Sämtliche Weiher dieses Teilgebietes waren zum Zeitpunkt der Studie fischfrei. Das Gelände war insgesamt offener, viele Gewässer grenzten aber ebenfalls an Gehölze. Die Vegetation in ihrer unmittelbaren Umgebung war ähnlich wie diejenige im Hinwilerried (Abb. 1).

Bei den untersuchten Gewässern handelte es sich ausschließlich um anthropogene, mesotrophe Moorweiher mit freien oder teilweise durch Verlandungsvegetation durchbrochenen Wasserflächen (vgl. WILDERMUTH 1992). Ihr Untergrund bestand aus einer dicken Auflage aus Torfschlamm. Bei der Auswahl der Objekte wurde auf möglichst große strukturelle Ähnlichkeit geachtet. Sie befanden sich während der Untersuchung in mittleren Sukzessions- bzw. Verlandungsstadien. Die Gewässer waren mit Ausnahme des Gewässers 14 sehr klein (20-60 m<sup>2</sup>) und flach. Sie führten Wasser mittlerer Gesamthärte und Leitfähigkeit mit pH-Werten nahe dem Neutralpunkt (Tab. 1). Lediglich Gewässer 8d besaß sehr weiches, ionenarmes Wasser.

In den Jahren 1984 und 1985 wurden die Gewässer während der Schlupf- und Flugperioden der Libellen an 36 bzw. 29 Tagen besucht. Methodisch legte ich das Schwergewicht auf die Suche nach Exuvien. Von den Großlibellen sammelte ich an jedem Gewässer alle auffindbaren Exuvien. Um Verluste möglichst zu

vermeiden, wurde jeweils darauf geachtet, die Larvenhüllen noch vor Einsetzen von Regenfällen abzulesen. Da die Gewässer klein und ihre deutlich abgegrenzten Ränder gut zugänglich waren, aber auch weil die Libellen meist in einem schmalen und übersichtlichen Uferstreifen schlüpften, wurden schätzungsweise höchstens 10 % der Exuvien übersehen. Die Larvenhäute wurden bis auf die Art bestimmt und für jedes Gewässer ausgezählt. Insgesamt gelangten 1.430 Exuvien zur Auswertung. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Emergenzwerte auf Anzahl Exuvien pro Wasserflächeneinheit umgerechnet. Exuvien von Kleinlibellen (Zygoptera) wurden ebenfalls gesammelt, jedoch nicht quantitativ ausgewertet. Gleichzeitig notierte ich die Anwesenheit von Imagines sowie allfällige Schlupf- und Fortpflanzungsaktivitäten.

Von 1986 bis 2011 führte ich die quantitative Aufsammlung von Exuvien an einigen Gewässern im Böndlerried/Ambitzgi konsequent weiter. Im Hinwilerried hingegen wurden nur 1986 und 1988 einige Stichproben genommen, und es wurden nicht jedes Mal alle Weiher abgesucht. Dabei richtete sich der Fokus auf *Leucorrhinia pectoralis* (Abb. 2), eine in der Schweiz vom Aussterben bedrohte Art (GONSETH & MONNERAT 2002). Im Jahr 1997 wiederholte ich die Bestandsaufnahme an allen Untersuchungsgewässern, allerdings nur qualitativ. Einige hatten sich in der Zwischenzeit verändert: Während Nr. 2, 10 und 18 regeneriert und vergrößert wurden, wuchsen Nr. 7b, 12 und 16 stark zu. Spätere Kontrollen im Jahr 2003 ließen keine Vergleiche mehr zu, weil im Hinwilerried im Rahmen einer Hochmoorregeneration der Wasserspiegel angehoben worden war. Dabei kam es zur Überflutung einiger Torfweiher, und aus dem Hauptgraben konnten Elritzen in vormals fischfreie Gewässer einwandern. Pflegeeingriffe erfolgten hier keine mehr, wodurch die Verlandung stark fortschritt. In Bezug auf die Fische blieb die Situation in allen Untersuchungsgewässern allerdings praktisch unverändert. Im Herbst 2003 wurden im benachbarten Oberhöflerried speziell im Hinblick auf die Förderung von *L. pectoralis* vier neue Torfgewässer (O1-O4) angelegt. In zwei davon konnten bei Hochwasser im Frühjahr 2004 Elritzen aus dem Hauptentwässerungsgraben durch das flach überflutete Gelände eindringen, die beiden anderen blieben fischfrei.

In Ergänzung zu den Exuvien-Aufsammlungen nahm ich im Juli 1988 an zwei Gewässern mit Fischen (Nr. 13, Nr. 14 an zwei Stellen) und drei fischfreien Weihern (Nr. 4, 8a, 12) Stichproben zur aquatischen Fauna. Dabei verwendete ich einen dreieckigen Kescher mit 1,4 m Stiellänge. Die dem Boden aufliegende Seite des Rahmens betrug 0,3 m, die Maschenweite des Gewebes 1,5 mm. Für jeden Netzzug führte ich den Kescher drei bis vier Mal über eine Strecke von etwa einem Meter durch die ufernahe submerse Vegetation. Nach zehn Netzzügen, die jeweils von derselben Uferstelle aus erfolgten, wurden die Tiere im Labor bestimmt und ausgezählt. Im Herbst 2005 wurden in den zwei Jahre alten Torfgewässern O1-O4 des Oberhöflerrieds in ähnlicher Art mit demselben Kescher Stichproben genommen. Zum Fang „pelagischer“ Organismen führte ich den Kescher auf einer Strecke von sechs Metern je dreimal durch das freie Wasser hin und her.



## Ergebnisse

Von 1971 bis 2011 wurden im ganzen Gebiet insgesamt 51 Libellenarten festgestellt, von denen 27 sich regelmäßig fortpflanzen. An den neun ausgewählten Torfgewässern fand ich während der Untersuchungsjahre 1984, 1985 und 1997 insgesamt 23 Libellenarten, wobei nur von 16 Arten nachgewiesen werden konnte, dass sie in mindestens einem der Gewässer zur Entwicklung kamen (Tab. 2). *Coenagrion puella*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Aeshna cyanea* und *Libellula quadrimaculata* pflanzten sich in allen neun Weihern erfolgreich fort, *Aeshna juncea*, *Cordulia aenea* und *Sympetrum striolatum* in sieben oder acht, *Lestes viridis*, *Leucorrhinia pectoralis* und *Sympetrum sanguineum* in vier oder sechs und *Somatochlora flavomaculata* in drei. *Lestes sponsa*, *Lestes virens* und *Coenagrion pulchellum* wurden nur im Bändlerried/Ambitzgi festgestellt, wo sie sich in den untersuchten Gewässern auch fortpflanzten. Von *Anax imperator* und *Orthetrum cancellatum* fand sich an nur je einem Gewässer je eine Exuvie.



Abbildung 2: Männchen von *Leucorrhinia pectoralis* kurz nach dem Schlupf an einem mit emersem Teichschachtelhalm *Equisetum fluviatile* durchsetzten, fischfreien Torfgewässer, ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘ bei Zürich, Schweiz (07.05.2008). – Figure 2: Male *Leucorrhinia pectoralis* shortly after emergence from a fish-free peat pond interspersed with emergent water horsetail *Equisetum fluviatile*. ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘, a landscape of national importance near Zurich, Switzerland (07-v-2008).

An den fischfreien Weihern konnten zwischen neun und 18 Libellenarten nachgewiesen werden, an den mit Fischen besetzten zwischen neun und 15. Der Unterschied war nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test). Wurden nur diejenigen Arten berücksichtigt, die sich während der Untersuchungsperiode in den entsprechenden Gewässern nachweislich entwickelt hatten, lag die Anzahl für die fischfreien Weiher zwischen sieben und zwölf, für die Gewässer mit Fischen zwischen sechs und neun. In den Torfweihern ohne Fische entwickelten sich signifikant mehr Libellenarten als in solchen mit Fischen (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0.05$ ).

Die Anzahl der Anisopteren-Exuvien pro Weiher, Art und Jahr war unterschiedlich (Tab. 3). Am häufigsten, mit 54,4 % aller Exuvienfunde, war *A. cyanea*, gefolgt von *L. quadrimaculata* mit 25,0 %, *L. pectoralis* mit 8,3 % und *C. aenea* mit 6,6 %. Am meisten Exuvien pro Emergenzperiode wurden in den fischlosen Weihern Nr. 8d (1984: 55,9 %), 7b (1984: 20,6 %) und 12 (1985: 16,5 %) gefunden, am wenigsten in den mit Fischen besetzten Gewässern Nr. 10 (1984: 0,9 %), Nr. 13 (1984: 1,9 %) und Nr. 14 (1985: 4,1 %), wobei die Weiher Nr. 16 und 18, die nur 1985 untersucht wurden, in diese Berechnungen nicht einbezogen sind.

Bei den vier mit Fischen besiedelten Gewässern betrug die durchschnittliche Anzahl Exuvien 2,7 pro 10 m<sup>2</sup> Wasserfläche und Jahr (min. 0,8 und max. 5,6), bei den fünf fischfreien 32,7 (min. 6,4 und max. 65,5). Diese Emergenzdichten ergaben, dass in den fischfreien Gewässern signifikant mehr Anisopteren-Individuen zur Entwicklung kamen als in solchen mit Fischen (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0,01$ ). Signifikante Unterschiede gleicher Art wurden mit demselben Test auch für einzelne Arten gefunden, nämlich für *A. cyanea* ( $p < 0,01$ ), *C. aenea* ( $p < 0,05$ ), *L. pectoralis* ( $p < 0,05$ ) und *L. quadrimaculata* ( $p < 0,05$ ). Für die restlichen fünf Anisopteren-Arten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede; sie kamen sowohl in den fischlosen wie auch in den mit Fischen besiedelten Weihern nur in geringer Anzahl zur Entwicklung.

Nachuntersuchungen von 1986 bis 1988 und 2003 ergaben tendenziell ähnliche Resultate. An den Weihern mit Elritzen wurden wiederum nur vereinzelte Exuvien gefunden, während die Großlibellen an den fischfreien Gewässern ungefähr in 'üblicher Anzahl' schlüpfen. *Leucorrhinia pectoralis* entwickelte sich weiterhin in den fischfreien Weihern, mit Ausnahme von Nr. 7b und 16, in denen die Art auch 1984 und 1985 nur in sehr geringer Anzahl bzw. gar nicht schlüpfte. Im kleinen Weiher Nr. 12, in dem 1984 keine und 1985 vier Exuvien gefunden worden waren, ergaben 1986 vier Stichproben 21 Exuvien, 1988 hingegen keine. Andererseits wurde am 11. Juni 1988 im Weiher Nr. 13, der Elritzen enthielt, eine Exuvie von dieser Art gefunden – die einzige überhaupt aus Gewässern mit Fischen zwischen 1984 und 1997.

Bei den Ergebnissen der Kescherzüge zeigten sich ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen fischfreien Weihern und solchen mit Fischen (Tab. 4). In den

Tabelle 2. An neun Untersuchungsgewässern (2-18) in der ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘ bei Zürich, Schweiz nachgewiesene Libellenarten. – Table 2. Odonata species recorded at nine studied water bodies (2-18) in the ‘Drumlinlandschaft Zürcher Oberland’, a landscape of national importance near Zurich, Switzerland. I Imagines/imagines in 1984/85, A nachgewiesene Bodenständigkeit/recorded autochthony (Exuvien/exuviae, schlüpfende oder frisch geschlüpfte Imagines/emerging individuals or tenerals); i Imagines/imagines in 1997, a nachgewiesene oder wahrscheinliche Bodenständigkeit/recorded or presumed autochthony (Exuvien/exuviae, schlüpfende oder frisch geschlüpfte Imagines/emerging individuals or tenerals, Eiablagen/ovipositions, Larven/larvae); 14\* zusätzlich mit Goldfischen/ additionally with goldfish.

Fische Gewässer Nr.	nein					ja			
	2	7b	8d	12	16	10	13	14	18
<i>Lestes sponsa</i>	IA ia	IA i							
<i>Lestes virens</i>	IA i	IA							
<i>Lestes viridis</i>	IA ia		IA ia	IA		IA ia	IA ia	IA ia	
<i>Coenagrion puella</i>	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia
<i>Coenagrion pulchellum</i>	IA ia	IA ia	IA ia						
<i>Enallagma cyathigerum</i>	I i		I i				I	I	
<i>Ischnura elegans</i>			I						I
<i>Pyrrosoma nymphula</i>	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	I ia	IA ia	IA ia	IA ia
<i>Aeshna cyanea</i>	IA ia	IA ia	IA ia	IA i	IA	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia
<i>Aeshna grandis</i>	I		i			I i		I i	
<i>Aeshna juncea</i>	I i	IA ia	IA i	IA i	IA i	IA i	IA i	IA ia	IA i
<i>Anax imperator</i>	I i		IA i					I i	
<i>Cordulegaster boltonii</i>			i				i		
<i>Cordulia aenea</i>	IA ia	I i	IA ia	IA i	IA	IA ia	IA ia	IA ia	I i
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	I i	I i	IA ia	I i	IA	I ia	I i	IA ia	I i
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	IA ia	IA i	IA ia	IA			I		



Fische	nein					ja			
	2	7b	8d	12	16	10	13	14	18
<i>Libellula quadrimaculata</i>	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia	IA ia
<i>Libellula depressa</i>	I i		I i					I i	
<i>Orthetrum cancellatum</i>							a		
<i>Sympetrum danae</i>		I						i	
<i>Sympetrum sanguineum</i>	IA ia	IA ia	IA ia		I i	I ia		I ia	IA ia
<i>Sympetrum striolatum</i>	I ia	IA i	I ia	IA i	I i	I ia		IA ia	IA ia
<i>Sympetrum vulgatum</i>							i		i

Gewässern ohne Fische erbrachten die Fänge rund 33-mal mehr Amphibienlarven als in solchen mit Elritzen. Für Kleinlibellenlarven betrug der entsprechende Faktor 8,4, für Großlibellenlarven (Anisoptera) 14,0, für Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera) ca. 40, für Wasserwanzen (Heteroptera, inkl. Larven) 5,8 und für Wasserkäfer (v.a. Dytiscidae) ca. 10. Für weitere Invertebraten-Taxa wie beispielsweise Muschelkrebse (Ostracoda) oder Wassermilben (Hydracarina) ergaben sich ähnliche Verhältnisse. Zu entsprechenden Resultaten führten die Kescherzüge in den zwei Jahre alten Gewässern O1-O4 (Tab. 5). Besonders auffällig waren die Unterschiede in Bezug auf die pelagisch lebenden Büschelmücken-Larven (*Chaoborus* sp.), die nur in fischfreien Weihern nachgewiesen werden konnten.

## Diskussion

Die Ergebnisse zeigen eindeutig, dass sich in den fischfreien Torfweihern mehr Libellenarten entwickelten als in Gewässern mit Elritzen. Zudem war die Exuvientichte der Anisopteren signifikant höher, was auf größeren Entwicklungserfolg der Anisopteren in den fischfreien Gewässern hinweist. Der Schluss liegt nahe, dass es die Elritzen (und Goldfische) sind, die das Artenpotenzial und die Larvendichte der Libellen sowie weiterer Taxa in kleinen Moorweihern reduzieren. Diese Schlussfolgerung ist allerdings nicht zwingend, da auch die submerse Vegetation sowie physikalisch-chemische und biozöologische Faktoren zu den Differenzen beigetragen haben könnten. Die Bedeutung einiger dieser Faktoren für die Entwicklung der Libellen sollte aber nicht überschätzt werden. Dies ergaben Untersuchungen im selben Gebiet, in dem das Artenspektrum von 18

Tabelle 3. Während der Emergenzperiode 1984 und 1985 an den Untersuchungs-gewässern 2-18 in der ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘ bei Zürich, Schweiz, ermittelte Anzahl Großlibellen-Exuvien pro 10 m<sup>2</sup> Wasserfläche. In Klammern: absolute Anzahl Exuvien pro Gewässer.

Fische Gewässer Nr.	1984						
	nein			ja			
	2	7b	8d	12	10	13	14
<i>Aeshna cyanea</i>	2,9 (16)	2,0 (4)	24,0 (202)	9,4 (47)	0,5 (3)	1,0 (6)	0,9 (36)
<i>Aeshna juncea</i>	0 (0)	9,5 (19)	0,1 (1)	0 (0)	1,7 (1)	0 (0)	0 (0)
<i>Anax imperator</i>	0 (0)	0 (0)	0,1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Cordulia aenea</i>	0,4 (2)	0 (0)	1,3 (11)	0,2 (1)	0 (0)	0,2 (1)	0 (0)
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	1,6 (9)	1,0 (2)	8,5 (71)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Libellula quadrimaculata</i>	0,9 (5)	43,5 (87)	8,2 (69)	0,2 (1)	0,3 (2)	0,8 (5)	0,1 (5)
<i>Sympetrum sanguineum</i>	0,7 (4)	0,5 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Sympetrum striolatum</i>	0 (0)	7,0 (14)	0 (0)	0,2 (1)	0 (0)	0 (0)	0,1 (5)
Total Exuvien	6,4 (36)	65,5 (131)	42,2 (356)	14,2 (50)	1,0 (6)	1,9 (12)	1,2 (46)

benachbarten Torfweihern trotz unterschiedlicher physikalisch-chemischer Verhältnisse sehr ähnlich ist (WILDERMUTH 1992, 2010). Ausschlaggebend für die Unterschiede in den Libellenzönosen sind neben einer minimalen Weiherfläche vermutlich die strukturellen Verhältnisse, die sich mit dem Sukzessionszustand laufend ändern. Bestimmte Arten, wie *Libellula depressa*, besiedeln die Torfweiher lediglich im Pionierstadium, während sich andere, wie *Leucorrhinia pectoralis*, nur in den mittleren Sukzessionsstadien entwickeln. Um den Strukturfaktor als Ursache für die Variabilität im Artenspektrum möglichst weitgehend auszuschließen, sind für diese Studie Gewässer mit ähnlichen Vegetationsstrukturen ausgewählt worden. Dennoch sind die Unterschiede im Artenspektrum der Libellen wahrscheinlich nicht allein auf die An- oder Abwesenheit von Fischen zurückzuführen; sie hängen auch damit zusammen, dass drei in die Untersuchung einbezogene Gewässer im Gebiet Bändlerried/Ambitzgi zwei Kilometer vom Hinwilerried entfernt waren. Drei Kleinlibellenarten (*Lestes sponsa*, *L. virens* und

Table 3. Number of anisopteran exuviae per 10 m<sup>2</sup> water surface collected during the emergence periods 1984 and 1985 at nine water bodies (2-18) in the 'Drumlinlandschaft Zürcher Oberland', a landscape of national importance near Zurich, Switzerland. Absolute numbers of exuviae per water body are given in brackets.

		1985							
		nein				ja			
2	7b	8d	12	16	10	13	14	18	
1,8 (10)	9,5 (19)	29,4 (247)	27,7 (97)	14,0 (28)	3,8 (23)	2,3 (14)	0,6 (23)	1,2 (4)	
0 (0)	4,5 (9)	0,4 (3)	0,6 (2)	0,5 (2)	0 (0)	0,2 (0)	0 (1)	1,0 (3)	
0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
1,8 (10)	0 (0)	5,4 (45)	4,6 (16)	1,0 (2)	0,2 (1)	0,2 (1)	0,1 (4)	0 (0)	
0 (0)	0 (0)	0,1 (1)	0 (0)	0,5 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	
2,3 (13)	0 (0)	2,3 (20)	1,1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
5,7 (32)	47,0 (94)	3,2 (27)	0,9 (3)	1,0 (2)	1,5 (9)	1,0 (6)	0 (1)	2,8 (9)	
0 (0)	0 (0)	0,4 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,3 (1)	
0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,3 (1)	
11,6 (65)	61,0 (122)	41,2 (346)	34,9 (122)	17,5 (35)	5,1 (33)	3,5 (22)	0,8 (30)	5,6 (18)	

*Coenagrion pulchellum*) kamen nur hier vor. Bei den Großlibellen gab es keine derartigen Unterschiede.

Bedeutsamer als die Unterschiede im Artenspektrum sind diejenigen in der Exuviendichte. Die Emergenz der einzelnen Arten variiert zwar in einem Gewässer von Jahr zu Jahr erheblich, und auch zwischen den Weihern gibt es diesbezüglich jährlich wechselnde Unterschiede (WILDERMUTH 1994, 2010: 186). Mit populationsdynamischen Schwankungen allein lassen sich aber die großen und konstanten Emergenzunterschiede zwischen fischlosen Weihern und solchen mit Fischen nicht erklären. Der allgemein stark reduzierte Entwicklungserfolg bei den Großlibellen – Kleinlibellen wurden nicht quantitativ untersucht – in den mit Fischen besiedelten Torfweiher dürfte auf Fischprädation zurückzuführen sein. Signifikante Unterschiede gibt es für einzelne Arten, allerdings nur für jene, die in fischfreien Weihern häufig sind: *Aeshna cyanea*, *Cordulia aenea*, *L. pecto-*

Tabelle 4. Bei Stichproben ermittelte Anzahl Individuen verschiedener aquatischer Tiergruppen in fischfreien (4, 8a, 12) und fischhaltigen Torfgewässern (13, 14) in der ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘ bei Zürich, Schweiz. Gewässer 13 enthielt Elritzen (*Phoxinus phoxinus*), 14 Elritzen und Goldfische (*Carassius gibelius* forma *auratus*). Bei 14 wurden Stichproben an zwei verschiedenen Stellen (1, 2) genommen. – Table 4. Number of individuals of aquatic animal taxa in samples of fish-free water bodies (4, 8a, 12) and waters with fish (13, 14) in the ‘Drumlinlandschaft Zürcher Oberland’, a landscape of national importance near Zurich, Switzerland. Pond 13 was inhabited by minnow *Phoxinus phoxinus*, pond 14 by minnow and goldfish *Carassius gibelius* forma *auratus*. Pond 14 was sampled at two different sites (1, 2).

Taxa	Gewässer Nr.					
	4	8a	12	13	14(1)	14(2)
<b>Teleostei</b>						
<i>Phoxinus phoxinus</i>	0	0	0	5	5	6
<b>Amphibia</b>						
<i>Mesotriton alpestris</i> , <i>Lissotriton vulgaris</i> (Larven)	47	12	17	1	0	0
<i>Pelodytes punctatus</i> (Larven)	15	2	5	1	0	1
<b>Odonata</b>						
Coenagrionidae (v.a. <i>C. puella</i> , <i>P. nymphula</i> )	77	71	29	12	5	4
Aeshnidae ( <i>A. cyanea</i> )	0	10	10	0	3	0
Corduliidae ( <i>C. aenea</i> )	0	0	0	1	0	0
Libellulidae ( <i>L. quadrimaculata</i> , <i>L. pectoralis</i> )	25	2	9	1	0	1
<b>Ephemeroptera</b>						
Baëtidae ( <i>Cloëon</i> sp.)	~ 50	~ 50	15	0	0	3
<b>Heteroptera</b>						
Notonectidae ( <i>Notonecta</i> spp.)	6	5	10	0	0	1
Naucoridae ( <i>Ilyocoris cimicoides</i> )	2	0	0	0	1	1
Corixidae ( <i>Corixa</i> spp.)	4	2	0	0	2	0
<b>Coleoptera</b>						
v.a. Dytiscidae	~ 30	15	~ 30	0	7	0

*ralis* und *Libellula quadrimaculata*. Vermutlich fressen die Elritzen vor allem die jungen Libellenlarven, die sich in der Vegetation und im Torfschlamm aufhalten. Weggefressene Larven (oder Eier) werden immer wieder ersetzt, da die Libellenweibchen bei der Eiablage wohl nicht zwischen fischfreien Gewässern und solchen mit Fischen unterscheiden. Jedenfalls waren Imagines der Arten, von denen an fischfreien Torfweihern Exuvien gefunden wurden, auch an den mit Fischen besiedelten Gewässern anwesend. Der eindeutige Beweis, dass Elritzen die jungen Libellenlarven fressen, steht allerdings noch aus; er müsste experimentell erbracht werden.

In diesem Zusammenhang sei vermerkt, dass es sich bei den sich in Torfgewässern reproduzierenden Elritzen-Populationen um eine regionale Besonderheit

Tabelle 5. Bei Stichproben ermittelte Anzahl Individuen verschiedener Taxa aquatischer Organismen in fischfreien (O1, O2) und fischhaltigen Torfgewässern (O3, O4) in der ‚Drumlinlandschaft Zürcher Oberland‘ bei Zürich, Schweiz. Die Gewässer O3 und O4 waren mit Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) besetzt. – Table 5. Number of individuals of various animal taxa that were sampled in two fish-free peat ponds (O1, O2) and in two peat ponds (O3, O4) inhabited by minnow *Phoxinus phoxinus* in the ‘Drumlinlandschaft Zürcher Oberland’, a landscape of national importance near Zurich, Switzerland.

Taxa	Weiher Nr.			
	O1	O2	O3	O4
Teleostei				
Cyprinidae ( <i>Phoxinus phoxinus</i> )	0	0	3	20
Cladocera				
Daphniidae ( <i>Daphnia</i> sp.)	4	5	1	0
Odonata				
Coenagrionidae ( <i>C. puella</i> , <i>P. nymphula</i> )	5	9	1	1
Aeshnidae ( <i>Anax imperator</i> )	1	2	0	0
Ephemeroptera				
Baëtidae ( <i>Cloëon</i> sp.)	9	1	0	0
Diptera				
Chaoboridae ( <i>Chaoborus</i> sp.)	174	506	0	0

handelt. *Phoxinus phoxinus* besiedelt gewöhnlich sauerstoffreiche, kleine Bäche und flache Stellen von Gebirgsseen, in denen die Art über Kiesgrund ablaicht (BLESS 1992; GERSTMEIER & ROMIG 2003: 228). Moorweiher sind für sie atypische Habitate. Es liegt auf der Hand, dass die Elritzen im Untersuchungsgebiet aus einem Bach über die mit ihm verbundenen Entwässerungsgräben der weitgehend abgetorften Moore bestimmte Torfweiher aktiv erreicht haben. An neu geschaffenen und regenerierten Gräben hat sich gezeigt, dass diese bis zum oberen Ende rasch von Elritzen – vor allem von Jungfischen – besiedelt werden. Ich habe beobachtet, dass erwachsene Elritzen selbst 0,5 m hohe Stauwehre durch wiederholtes Springen zu überwinden vermögen. Ungewöhnlich ist jedoch, dass sich kleine Populationen auch in isolierten Weihern mit Torfschlammgrund und ohne Durchfluss zumindest über Jahre halten und fortpflanzen können.

Untersuchungen in Nordamerika haben ergeben, dass die Larven einer Libellenzönose durch Fischprädation unterschiedlich beeinflusst werden und die Arten verschieden auf Fische reagieren. MORIN (1984a, b) zeigt durch Käfigversuche im Freiland, dass sich bei Abwesenheit von Fischen fünf- bis zehnmals so viele Großlibellen entwickeln wie bei Anwesenheit von Fischprädatoren. Die Fische fressen bevorzugt Larven von mittelgroßen Libellenarten. Damit beeinflussen sie die Struktur der Lebensgemeinschaft in erheblichem Maß. Anhand von Laborexperimenten weist PIERCE (1988) nach, dass sich *Epiptera cynosura* (Say)

gegenüber Fischprädatoren stärker exponiert als *Sympetrum semicinctorum* (Say). Damit sind die «slow-lifestyle-Arten» sensu JOHNSON (1991) zumindest verhaltenmäßig besser an die Lebensbedingungen mit Fischen angepasst als die «fast-lifestyle-Arten». Dies lässt sich auch aus europäischen Untersuchungen (NIELSON 1981; HENRIKSON 1988) schließen. Fische sind aber nicht die einzigen Prädatoren, welche die Zusammensetzung einer Larvengemeinschaft bestimmen. Durch interspezifische Prädation (‘intraguild predation’), Kannibalismus und Konkurrenz haben auch die Libellen selbst großen Einfluss (JOHNSON 1991).

Auffällig ist, dass *L. pectoralis* sich als im Gebiet bodenständige Art in praktisch allen fischlosen Torfweihern entwickelt, während sie in den Weihern mit Fischen fehlt. Lediglich bei einer der Nachuntersuchungen (1988) fand ich im Hinwilerried eine einzige *L. pectoralis*-Exuvie in einem mit Elritzen besetzten Torfstich. Im Bändlerried/Ambitzgi, wo die Weiher ausnahmslos fischfrei waren, gab es von 1984 bis 2008 an sämtlichen Stillgewässern Exuvienfunde dieser Art (WILDERMUTH 1994, 2010: 186). Wie sich kürzlich nach eigener Beobachtung an tiefen Torfstichen in einem Waldmoor am Pfäffikersee (Schweiz) gezeigt hat, ist eine Koexistenz von *L. pectoralis* mit Schleien (*Tinca tinca*) in sekundären Torfgewässern mit dichter Submersvegetation möglich, jedoch nur dann, wenn die Besatzdichte dieser Fischart sehr niedrig ist. In Oberschwaben haben SCHIEL & BUCHWALD (1998) *L. pectoralis*-Exuvien ebenfalls praktisch nur an fischfreien Gewässern – an ehemaligen Handtorfstichen und Laggs im Randbereich von Hochmooren – nachgewiesen. GERKEN (1982) vermutet, dass die Art vor den anthropogenen Eingriffen in die Naturlandschaft im nördlichen Alpenvorland die kleinen mesotrophen Randgewässer der Hochmoore besiedelte und während der Phase des Torfabbaus in die Sekundärgewässer (Torfstiche) auswich. Natürlicherweise waren die Randlaggs fischfrei.

Für brandenburgische Gewässer meist größeren Ausmaßes weist MAUERSBERGER (2010) nach, dass *L. pectoralis* unter bestimmten Bedingungen durchaus mit Fischen koexistieren kann, wobei der Entwicklungserfolg von der Fischdichte und der Artenzusammensetzung der Fische abhängt. Bei Anwesenheit von „Friedfischen“ wie der Karausche *Carassius carassius* oder der Schleie in geringer Dichte liegt die Exuviendichte durchschnittlich bei 6,5 Ex./10 m Uferabschnitt. An Gewässern mit mehreren Fischarten unter Einschluss von „Raubfischen“ und in hoher Dichte werden nur 0,7 Exuvien pro 10 m Ufer gefunden. Dominiert in einem Gewässer der Flussbarsch *Perca fluviatilis*, bleibt der Entwicklungserfolg praktisch aus. Fischteiche der Dombes (Ostfrankreich) sind ebenfalls wichtige Entwicklungsgewässer für *L. pectoralis* (LECLERC et al. 2010; D. Grand pers. Mitt.). Dabei handelt es sich um strukturreiche, mit Vegetation durchsetzte Gewässer. Die Fische meiden möglicherweise Zonen mit dichter Submersvegetation, wo sich viele Larven aufhalten. In Nordeuropa schließlich werden die größten Larvendichten gar in Fischseen gefunden (PETRIN et al. 2010) – vermutlich eine regionale Besonderheit.



Von verschiedenen *Leucorrhinia*-Arten ist bekannt, dass sie morphologisch – durch Rücken- und Seitendornen – zur Feindabwehr, und ethologisch, insbesondere durch ihr Aktivitätsmuster zur Feindvermeidung, unterschiedlich an die Koexistenz mit Fischen angepasst sind. Beide Eigenschaften sind zudem plastisch, d.h. sie können bei Anwesenheit von Fischen geändert werden (JOHANSSON & SAMUELSON 1994; MIKOLAJEWSKI & JOHANSSON 2004; JOHANSSON & MIKOLAJEWSKI 2008). Andererseits sind Individuen mit Dornen gegenüber Aeshniden-Larven als Fressfeinden stärker gefährdet als solche ohne Dornen, wie MIKOLAJEWSKI et al. (2006) experimentell an *L. caudalis* nachgewiesen haben. *Leucorrhinia pectoralis* besitzt kurze spitze Dornen. Diese könnten ihr einen gewissen Schutz vor Fischprädatoren bieten. Andererseits haben sie möglicherweise gegenüber Aeshniden-Larven die gegenteilige Wirkung. Dies würde mit Beobachtungen übereinstimmen, wonach sich in kleinen Torfweihern bei großer Dichte von *A. cyanea*-Larven die Entwicklungschancen für *L. pectoralis* signifikant verringern (WILDERMUTH 1994).

### Konsequenzen für die Naturschutzpraxis

Soweit mesotrophe ehemalige Handtorfstiche in den Naturschutzgebieten Mitteleuropas noch vorhanden sind und im Hinblick auf den Artenschutz unterhalten werden, ersetzen sie in Mitteleuropa die inzwischen größtenteils verschwundenen fischfreien Randgewässer der natürlichen Hochmoore. Sie sind deshalb von lebenswichtiger Bedeutung für eine Reihe von aquatischen Organismen wie beispielsweise *Leucorrhinia pectoralis*. Zur langfristigen Sicherung von Metapopulationen solcher Arten sollten deshalb miteinander vernetzte Torfweierkomplexe mit 10-20 Einzelgewässern erhalten, entsprechend gepflegt und nötigenfalls neu geschaffen werden (WILDERMUTH & SCHIESS 1983; WILDERMUTH 2001). Dabei ist zu beachten, dass bei der Regeneration verlandeter oder beim Aushub neuer Gewässer keine Fische aus den Hauptabzugsgräben in die Torfweier einwandern können oder eingesetzt werden. Solche vollständig in Torfgrund eingelassenen Sekundärgewässer haben viel Ähnlichkeit mit den zwischenzeitlich meist verschwundenen primären, fischfreien Hochmoor-Randgewässern. Wenn die Torfweier aus wasserbaulichen Gründen – zum Beispiel im Rahmen einer Hochmoorregeneration – mit den Abzugsgräben verbunden werden, empfiehlt sich der Einbau von Fischsperrn (WILDERMUTH 2005). Andererseits haben einheimische Fischarten wie zum Beispiel die regional ebenfalls gefährdete Elritze (HOFFMANN et al. 1995) in den anthropogen veränderten Mooren durchaus ihren Platz. Die alten Entwässerungsgräben sind für diese Art ein geeignetes Ersatzhabitat für kleine natürliche Fließgewässer. Außerdem kann die Anwesenheit dieser Fische, wie dies im Untersuchungsgebiet der Fall ist, für die Erhaltung der vom Aussterben bedrohten Flussmuschel *Unio crassus* von entscheidender Bedeutung sein. Die Problematik des Fischbesatzes von kleinen Moorgewässern verlangt deshalb eine differenzierte Beurteilung. Dabei sollten neben den

Fischen, Amphibien und Libellen auch andere Organismengruppen in die Diskussion einbezogen werden.

Schließlich sei festgehalten, dass sich Fische und Libellen nicht allgemein ausschließen; Koexistenz ist durchaus möglich, namentlich in naturnahen Gewässern. Dabei kommt es auf die Libellenarten wie auch auf die Fischarten und ihre Besatzdichte an (vgl. MAUERSBERGER 2010). Einzelne Arten wie zum Beispiel *Epiptera bimaculata* kommen sogar ausschließlich zusammen mit Fischen vor, weil diese die Prädatoren der Zweifleck-Larven dezimieren (TROCKUR & MAUERSBERGER 2000). Wichtige Habitatfaktoren sind Größe, Morphologie, Wasserregime und Submersvegetation. In kleineren Sekundärgewässern, zum Beispiel in ehemaligen Abbaugeländen, sowie in Weihern, die speziell zur Förderung der aquatischen Organismen angelegt worden sind, soll der Fischbesatz jedoch konsequent vermieden werden. Eigene Erfahrungen haben gezeigt, dass in solchen Gewässern wie etwa praktisch vegetationslose Kiesgrubenweiher, die dicht mit Rotaugen (*Rutilus rutilus*) besiedelt sind, kaum andere Organismen aufkommen können.

## Dank

Klaus Sternberg danke ich für die kritische Durchsicht einer früheren Version des Manuskripts, Andreas Martens und Rüdiger Mauersberger für manche wertvolle Hinweise und Kommentare zur Thematik Fische und Libellen.

## Literatur

- BLESS R. (1992) Einsichten in die Ökologie der Elritze *Phoxinus phoxinus* (L.). *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, Bonn-Bad Godsberg 35: 2-57
- BLOIS-HEULIN C., P.H. CROWLEY, M. ARRINGTON & D.M. JOHNSON (1990) Direct and indirect effects of predators on the dominant invertebrates of two freshwater littoral communities. *Oecologia* 84: 295-306
- BREUER P. (1992) Amphibien und Fische – Ergebnisse experimenteller Freilanduntersuchungen. *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz*, Beiheft 6: 117-133
- BROGGI M.F. (1976): Amphibien und Fischbesatz in Kleingewässern. *Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg* 75: 53-57
- BRÖNMAN C. & P. EDENHAMN (1984) Does the presence of fish affect the distribution of tree frogs (*Hyla arborea*)? – *Conservation Biology* 8: 841-845
- CLAUSNITZER H.-J. (1983a) Zum gemeinsamen Vorkommen von Amphibien und Fischen. *Salamandra* 19: 158-162
- CLAUSNITZER H.-J. (1983b) Der Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Artenbestand eines Teiches. *Natur und Landschaft* 58: 129-133
- GERKEN B. (1982) Probeflächenuntersuchungen in Mooren des Oberschwäbischen Alpenvorlandes. – Ein Beitrag zur Kenntnis wirbelloser Leitarten südwestlicher Moore. *Telma* 12: 67-84

- GERSTMEIER R. & T. ROMIG (2003) Die Süßwasserfische Europas. Franckh-Kosmos, Stuttgart
- GONSETH Y. & C. MONNERAT (2002) Rote Liste der gefährdeten Libellen der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern
- HEHMANN F. & H. ZUCCHI (1985) Fischteiche und Amphibien – eine Feldstudie. *Natur und Landschaft* 60: 402-408
- HENRIKSON B.-I. (1988) The absence of antipredator behaviour in the larvae of *Leucorrhinia dubia* (Odonata) and the consequences for their distribution. *Oikos* 51: 179-183
- HOFFMANN R., R. BERG, S. BLANK, P. DEHUS, R. GRIMM & R. RÖSCH (1995) Fische in Baden-Württemberg – Gefährdung und Schutz. Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg, Stuttgart
- JOHANSSON F. & D.J. MIKOLAJEWSKI (2008) Evolution of morphological defences. In: CÓRDOBA-AGUILAR A. (Ed.) Dragonflies and damselflies: model organisms for ecological and evolutionary research: 127-137. Oxford University Press, New York
- JOHANSSON F. & L. SAMUELSON (1994) Fish-induced variation in abdominal spine length of *Leucorrhinia dubia* (Odonata) larvae. *Oecologia* 100: 74-79
- JOHNSON D.M. (1991) Behavioural ecology of larval dragonflies and damselflies. *Trends in Ecology and Evolution* 6: 8-13
- KARCH [Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz] (2011) Fische und Amphibien oder Fische vs. Amphibien? Eine Zusammenstellung neuerer Resultate aus der Forschung. Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. Neuchâtel. PDF online im Internet (29.06.2011), URL: <<http://www.karch.ch/karch/d/ath/afisch/afischfs2.html>>
- LECLERC D., S. ANGELIBERT, V. ROSSET & B. OERTLI (2010) Les Libellules (Odonates) des étangs piscicoles de la Dombes. *Martinia* 26: 98-108
- MACAN T.T. (1966) The influence of predation on the fauna of a moorland fishpond. *Archiv für Hydrobiologie* 61: 432-452
- MAUERSBERGER R. (2010) *Leucorrhinia pectoralis* coexists with fish (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology* 13: 193-204
- MCPEEK M.A. (1990) Determination of species composition in the *Enallagma* damselfly assemblages of permanent lakes. *Ecology* 71: 83-98
- MIKOLAJEWSKI D.J. & F. JOHANSSON (2004) Morphological and behavioral defence in dragonfly larvae: trait compensation and cospecialisation. *Behavioral Ecology* 15: 614-620
- MIKOLAJEWSKI D.J., F. JOHANSSON, B. WOHLFAHRT & R. STOKS (2006) Invertebrate predation selects for the loss of morphological antipredator trait. *Evolution* 6: 1306-1310
- MORIN P.J. (1984a) The impact of fish exclusion on the abundance and species composition of larval odonates: results of short-term experiments in a North Carolina farm pond. *Ecology* 65: 53-60
- MORIN P.J. (1984b) Odonate guild composition: experiments with colonization history and fish predation. *Ecology* 65: 1866-1873
- NIELSSON B.-I. (1981) Susceptibility of some odonata larvae to fish predation. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 21: 1612-1615
- PETRIN Z., E.G. SCHILLING, C.S. LOFTIN & F. JOHANSSON (2010) Predators shape distribution and promote diversification of morphological defenses in *Leucorrhinia*, Odonata. *Evolutionary Ecology* 24: 1003-1016

- PIERCE C.L. (1988) Predator avoidance, microhabitat shift, and risk-sensitive foraging in larval dragonflies. *Oecologia* 77: 81-90
- SCHIEL F.-J. & R. BUCHWALD (1998) Aktuelle Verbreitung, ökologische Ansprüche und Artenschutzprogramm von *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier, 1825) (Anisoptera: Libellulidae) im baden-württembergischen Alpenvorland. *Libellula* 17: 25-44
- TROCKUR B. & R. MAUERSBERGER (2000) Vergleichende ökologische Untersuchungen an *Epitheca bimaculata* Charpentier 1825 im Saarland und in der Uckermark (Odonata: Corduliidae). *Beiträge zur Entomologie*, Berlin 50: 487-518
- WILDERMUTH H. (1980) Die Libellen der Drumlinlandschaft im Zürcher Oberland. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 125: 201-237
- WILDERMUTH H. (1992) Habitate und Habitatwahl der Großen Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*) Charp. 1825 (Odonata, Libellulidae). *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 1: 3-21
- WILDERMUTH H. (1994) Populationsdynamik der Großen Moosjungfer, *Leucorrhinia pectoralis* Charpentier, 1825 (Odonata, Libellulidae). *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 3: 25-39
- WILDERMUTH H. (2001) Das Rotationsmodell zur Pflege kleiner Moorgewässer. Simulation naturgemäßer Dynamik. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 33: 269-273
- WILDERMUTH H. (2005) Kleingewässer-Management zur Förderung der aquatischen Biodiversität in Naturschutzgebieten der Agrar- und Urbanlandschaft. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 37: 193-201
- WILDERMUTH H. (2008) Konstanz und Dynamik der Libellenfauna in der Drumlinlandschaft Zürcher Oberland. Rückblick auf 35 Jahre Monitoring. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 153: 57-66
- WILDERMUTH H. (2009) Förderung der Libellenfauna kleiner Moorgräben durch einfache Naturschutzmaßnahmen (Odonata). *Libellula* 28:31-48
- WILDERMUTH H. (2010) Monitoring the effects of conservation actions in agricultural and urbanized landscapes – also useful for assessing climate change? In: OTT J. (Ed.) Monitoring climatic change with dragonflies. *BioRisk* 5: 175-192
- WILDERMUTH H. & H. SCHIESS (1983) Die Bedeutung praktischer Naturschutzmassnahmen für die Erhaltung der Libellenfauna in Mitteleuropa. *Odonatologica* 12: 345-366
- WILDERMUTH H., R. HANTKE & J. BURNAND (1982): Die Drumlinlandschaft des Zürcher Oberlandes. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 57: 297-306
- WILDERMUTH H., J. ZOLLINGER & I. FLÖSS (2001) Die Drumlinlandschaft Zürcher Oberland. In: NIEVERGELT B. & H. WILDERMUTH (Ed.) Eine Landschaft und ihr Leben: das Zürcher Oberland: 146-166. vdf Hochschulverlag, Zürich

Manuskripteingang: 28. Juni 2011