

**DAS HABITATSPEKTRUM VON AESHNA JUNCEA (L.)
IN DER SCHWEIZ
(ANISOPTERA: AESHNIDAE)**

H. WILDERMUTH

Mythenweg 20, CH-8620 Wetzikon, Switzerland

Eingegangen am 25. November 1991 / Revidiert und angenommen am 20. Januar, 1992

THE HABITAT RANGE OF *AESHNA JUNCEA* (L.) IN SWITZERLAND (ANISOPTERA: AESHNIDAE) - About 120 breeding sites were investigated with regard to certain biological and physical features. The upper vertical distribution (2240 m a.s.l.) coincides approximately with the natural tree line; the occurrence of larvae depends on the presence of aquatic vegetation and organic mud. The sp. colonises a great variety of habitats such as moorland pools, peat diggings, ditches, slowly running rivulets in inclined bogs and alpine lakes of different sizes. The water surface at a breeding site may vary from a few square metres to several hectares; the mean depth is 29 cm (range 1-120 cm; range in 66% of the sites 1-20 cm). On average the water is slightly acid (mean pH 5.0, range pH 3.3-9.3), the concentration of electrolytes is low (mean electric conductivity 64 μ S, range 5-370 μ S, range in 66% of the sites 5-35 μ S). The same is true of the concentration of carbonate (mean 34 ppm CaCO₃, range 0-243 ppm CaCO₃, range in 67% of the sites 0-18 ppm CaCO₃). The vegetation consists of various aquatic plant communities, characterised by emergent, stalky plant structures (mean height 29 cm above the water, range 10-70 cm; coverage 5-100%, mean 48%). *A. juncea* appears more versatile with respect to its habitat requirements than other alpine odon. spp., but it cannot be considered a generalist. The observations are compared with those from the Black Forest bogs, Germany.

EINLEITUNG

Jede Libellenart entwickelt sich nur in bestimmten Gewässertypen. Genauere Untersuchungen zur Habitatpräferenz gibt es allerdings erst für wenige Arten, so etwa für *Nehalennia speciosa* (Charp.) (DEMARMELS & SCHIESS, 1977), *Somatochlora arctica* (Zett.) (WILDERMUTH, 1986, 1987), *Cordulegaster bidentatus* (Sel.) (BUCHWALD, 1988), *Coenagrion mercuriale* (Charp.) (BUCHWALD, 1989), *Aeshna subarctica elisabethae* Djakonov (STERNBERG, 1990) und weitere Spezialisten von Mooren und kleinen Fliessgewässern. Zu den ökologischen Ansprüchen der weniger spezialisierten Arten und der Generalisten liegen

bislang kaum genauere Daten vor. Dies hängt damit zusammen, dass die meisten autökologischen Studien an seltenen und gefährdeten Libellen durchgeführt worden sind, wohl hauptsächlich im Hinblick auf mögliche Schutzmassnahmen (Zusammenfassung bei SCHORR, 1990).

Bei einigen Arten hat es sich gezeigt, dass sie je nach Region verschiedene Gewässertypen besiedeln. So kommt *Coenagrion hastulatum* (Charp.) in der Schweiz und in Südbayern ausschliesslich an Moorweihern vor (MAIBACH & MEIER, 1987; REICH & KUHN, 1988), während sie in Nordbayern u.a. an meso- bis eutrophen Teichen und Altwässern fliegt (SCHLUMPRECHT & STUBERT, 1989). *Leucorrhinia pectoralis* (Charp.) wird in Süddeutschland ausschliesslich an Moorgewässern gefunden (GERKEN, 1982; BUCHWALD et al., 1991), in Ostdeutschland und in Oesterreich entwickelt sie sich auch in Kiesgruben (BEUTLER, 1986; KAPPES et al., 1990). Diese Befunde machen deutlich, dass bei Untersuchungen in Bezug auf Habitatansprüche auch regionale Unterschiede zu beachten sind.

Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Habitatspektrum der Torfmosaikjungfer (*Aeshna juncea* [L.]) in der Schweiz. Die Art ist im ganzen Land verbreitet und kommt von der kollinen Stufe bis zur Obergrenze der subalpinen Stufe vor. Am häufigsten fliegt sie in höher gelegenen Gebieten (MAIBACH & MEIER, 1987).

Ziel der Studie war, möglichst alle Gewässertypen zu erfassen, in denen sich *A. juncea* entwickelt. Aus vorangegangenen Beobachtungen und aus der lokalfaunistischen Literatur (z.B. DEMARMELS & SCHIESS, 1978; SCHIESS & DEMARMELS, 1979; WILDERMUTH, 1980) war bekannt, dass *A. juncea* ganz unterschiedliche Brutgewässer benutzt, wenngleich sie nicht als Ubiquist bezeichnet werden kann. Da die Habitatansprüche der Art in den Hochmooren des Schwarzwaldes (BRD) gut bekannt sind (STERNBERG, 1985, 1990), ergab sich so die Möglichkeit, verschiedene Populationen Mitteleuropas miteinander zu vergleichen.

Zur Untersuchung der Habitatwahl von Libellen gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Methoden:

- (1) Deskriptive Methode: Beschreibung der strukturellen und physikalisch-chemischen Eigenschaften der Gewässer, in denen sich eine Art nachweislich entwickelt.
- (2) Experimentelle Methode: Durchführung von Freilandversuchen (Strukturelle Veränderungen an den Brutgewässern, Wahlversuche mit Habitatattrappen); allenfalls zusätzlich Laborversuche mit Larven.

Die beiden einander ergänzenden Methoden wurden in extenso, wenn auch in unterschiedlicher Art, erstmals bei Untersuchungen zur Habitatwahl von *Somatochlora arctica* und *Leucorrhinia dubia* (Vander L.) angewandt (WILDERMUTH, 1986, 1987; WILDERMUTH & SPINNER, 1991; STERNBERG, 1990). Mit *A. juncea* sind inzwischen ebenfalls Attrappenexperimente durchgeführt worden. Dabei stellte sich heraus, dass die Imagines ihre Brutgewässer vorwiegend an reflektierenden Flächen über dunklem Untergrund erkennen. Zur Eiablage

benutzen die Weibchen Vegetationsstrukturen, die unmittelbar an solche Reflektionsmuster grenzen. In Ergänzung zum Experimenterteil der Habitatanalyse werden hier die natürlichen Brutgewässer beschrieben.

MATERIAL UND METHODEN

Zwischen 1984 und 1991 besuchte ich im Jura, im Mittelland und in den Alpen zahlreiche Lokalitäten mit potentiellen Brutgewässern von *A. juncea*. Das Schwergewicht der Exkursionstätigkeit lag auf der östlichen Landeshälfte. Rund 120 Gewässer verschiedenster Grösse untersuchte ich auf ausgewählte strukturelle und physikalisch-chemische Eigenschaften. Die Datenermittlung erfolgte jeweils an denjenigen Stellen, an denen Exuvien oder Larven von *A. juncea* gefunden wurden. Gemessen wurden Wassertiefe, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Wasserhärte, Vegetationsbedeckung sowie durchschnittliche und maximale Vegetationshöhe über dem Wasserspiegel. Hinzu kamen Profilskizzen und Vegetationsaufnahmen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Mitnotiert wurden jeweils auch Beobachtungen zum Schlupf und zum Fortpflanzungsverhalten der Imagines (Patrouillen- und Weibchensuchflüge der Männchen, Paarungen, Eiablagen). Die genaue Ausdehnung der Wasserfläche konnte in manchen Fällen nicht genau ermittelt werden. Dies betraf namentlich seichte Schlenken mit schwankendem Wasserstand und damit stark wechselnder Grösse. Zur Auswertung gelangten nur Daten, die eindeutig ermittelt werden konnten.

RESULTATE

Larven und Exuvien wurden zwischen 530 und 2240 m NN gefunden. Die beiden Extremwerte entsprechen nach SCHREIBER et al. (1977) den thermischen Höhenstufen 10 (obere Obst-Ackerbaustufe; durchschnittliche Jahres-Mitteltemperatur 8.0-8.5°C) und 1 (obere Alpengrünlandstufe; durchschnittliche Jahres-Mitteltemperatur 0-1.0°C). *A. juncea* besiedelt Gewässer ganz unterschiedlicher Grössen. Im Extremfall genügen seichte Schlenken von ca. 1 m² Ausmass. Andererseits entwickelt sich die Torfmosaikjungfer auch in Bergseen von mehreren ha Grösse. Bedingung ist lediglich eine genügend breite und dichte Ufervegetation mit emersen Strukturen sowie ein Untergrund aus organischem Schlamm. In kleinen Schlenken wurden jeweils nur vereinzelt Larven oder Exuvien gefunden. In Alpweiheren oder Bergseen hingegen kann sich *A. juncea* in grosser Anzahl entwickeln. So wurden beispielsweise an einem Alpweiher bei Sur GR zwischen dem 10. und 23.VII.1991 105 Exuvien gefunden (E. Knapp, in litt.).

Als Bruthabitate kommen verschiedene Gewässertypen in Frage. Profile von 12 Beispielen zeigen die Abbildungen 1 und 2. Die kleinsten Larvengewässer (Schlenken) liegen in Mooren. Meistens sind es Bestandteile von Kleingewässerkomplexen, wobei die einzelnen Elemente bei höherem Wasserstand miteinander verbunden sein können. Larven von *A. juncea* wurden aber auch in völlig isolierten Weiheren von wenigen Quadratmetern Fläche gefunden. Weitere Kleingewässer, in denen sich die Art entwickeln kann, sind seichte, verwachsene Abflussrinnen mit schwach fließendem Wasser in leicht geneigten Mooren, ferner vegetationsfreie Hirschsuhlen. Daneben besiedelt *A. juncea* auch Torfstiche aller Art, selbst

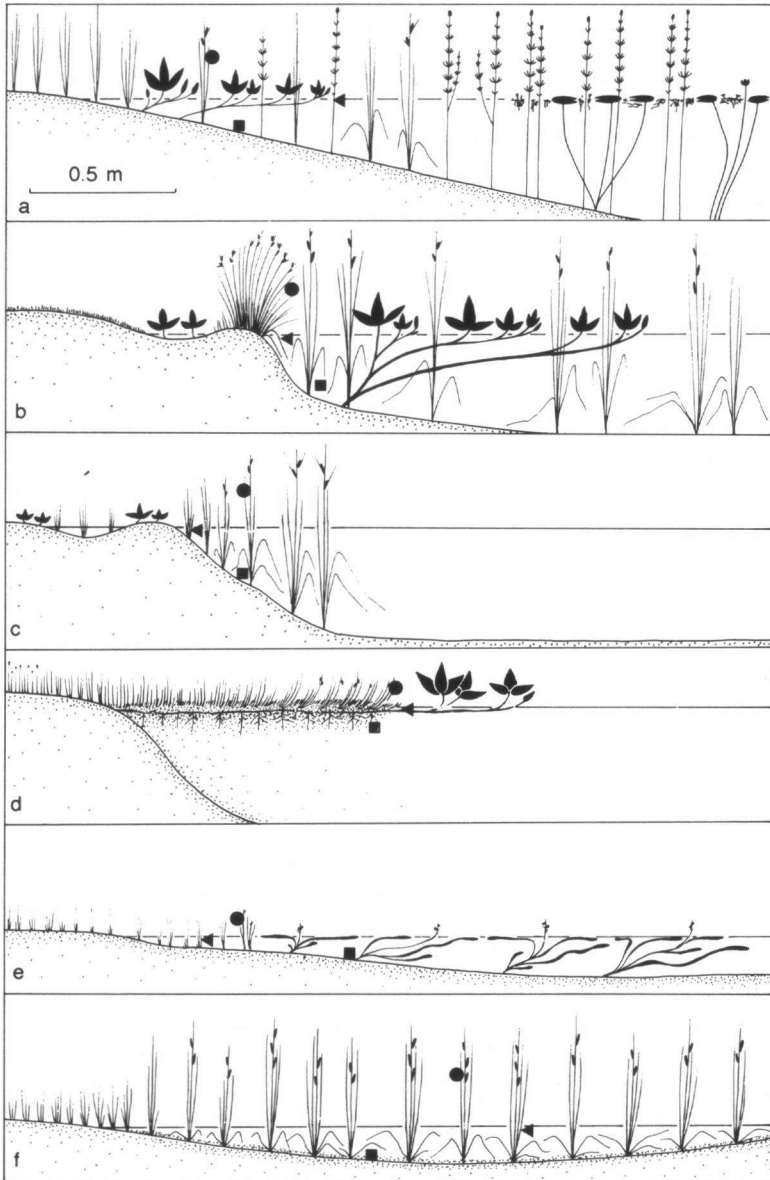


Abb. 1. Profile durch grosse und mittelgrosse Larvengewässer von *A. juncea*. Die geometrischen Symbole weisen auf Orte der Eiablage (Dreiecke), Aufenthaltsorte der Larven (Quadrate) und Schlüpforte mit Exuvien (Kreise): (a) mesotropher Bergsee mit Flachmoorufer, untere subalpine Stufe; - (b) mesotropher Bergsee, Uferbereich mit Hoch- und Zwischenmoorvegetation, untere subalpine Stufe;

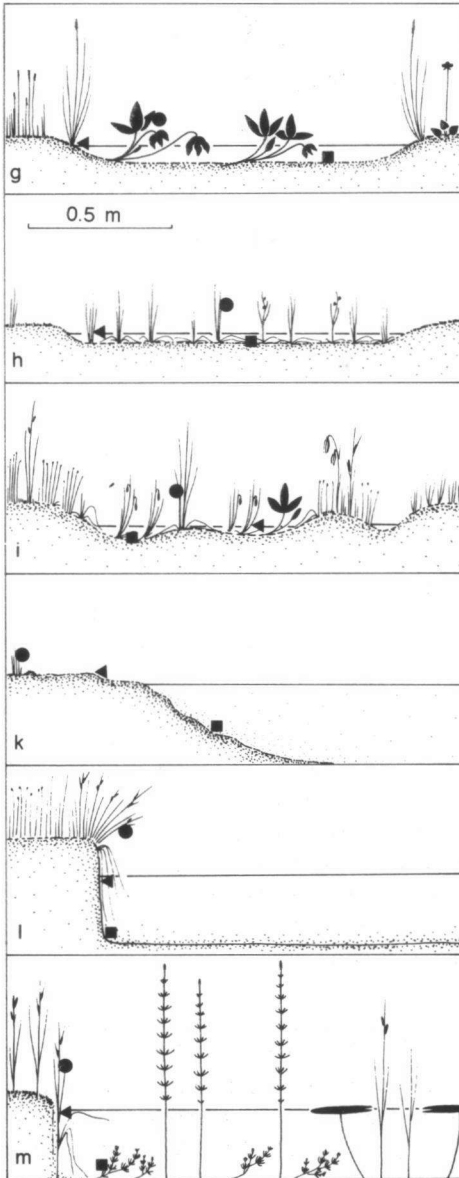
solche, die höchstens am Ufer bewachsen sind und senkrechte Wände aufweisen. In tieferen Lagen leben die Larven vorzugsweise in Torfgewässern. Im Jura und in den Alpen besiedelt *A. juncea* fast jeden Weiher, sofern er bewachsen ist, organischen Schlammgrund aufweist und nicht regelmässig austrocknet. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Gewässer innerhalb oder fernab von Mooren liegen. Das gleiche gilt für kleine Bergseen; Braunwasser- und Klarwasserseen werden gleichermaßen als Bruthabitate angenommen.

Die erfassten physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers sind in Abbildung 3 zusammengestellt. Bei der Wasserhärte wurde ein Durchschnittswert von 1.9°dH ermittelt (Extremwerte 0 resp. 13.5 °dH). Weitaus die meisten Einzelwerte (67%) liegen zwischen 0 und 1 °dH. Bei der elektrischen Leitfähigkeit variieren die Werte zwischen 5 und 370µS, der Durchschnitt beträgt 64µS. 64% der Einzelwerte fallen in den Bereich zwischen 0 und 35µS. Beim pH-Wert wurden Extreme von 3.3 resp. 9.3 gefunden. Im Mittel sind die Gewässer eindeutig sauer (pH 5.03), wobei der Grossteil der Einzelwerte zwischen pH 3.9 und 7.4 liegt. Damit handelt es sich bei den Larvenhabitaten von *A. juncea* im Durchschnitt um sehr weiche, saure und elektrolytarme Gewässer, wobei die individuellen Einzelwerte der individuellen Habitate erheblich voneinander abweichen können. Im allgemeinen sind die kleinen und mittelgrossen Gewässer höherer Lagen weich, sauer und sehr elektrolytarm. Bergseen und mesotrophe Torfstiche tieferer Lagen haben hingegen einen höheren Ionengehalt und sind neutral bis leicht basisch.

Im Schlüpfbereich sind die Larvengewässer durchschnittlich 29 cm tief (Extremwerte 1 resp. 120 cm). Dabei weisen 61% aller erfassten Gewässer eine Tiefe von weniger als 20 cm auf (Abb. 4). Die durchschnittliche Vegetationshöhe über dem Wasserspiegel beträgt 29 cm (Extreme 10 resp. 70 cm), wobei in 41% der Fälle Werte zwischen 11 und 20 cm gemessen wurden. Der Deckungsgrad der Vegetation schwankt zwischen 5 und 100% und beträgt im Mittel 48%. Völlig vegetationsfreie Uferstellen habe ich nur an Hirschsuhlen und gewissen Torfstichen festgestellt. Nackter Torf wird lediglich zur Eiablage benutzt, nicht aber zur Emergenz. Hierzu suchen die schlüpfreifen Larven senkrechte Elemente der Vegetation auf.

Die an den Larvengewässern vorkommende Vegetation lässt sich verschiedenen Assoziationen zuordnen (vgl. Tab. I und II). In einem Grossteil der untersuchten Fälle handelt es sich um das Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*), das namentlich in höheren Lagen weit verbreitet ist. Wo das Wasser tiefer wird, grenzt es häufig an Reinbestände des Schmalblättrigen Igelkolbens (*Sparganium an-*

- (c) tiefer Weiher in einer Alpweide mit lebhaftem Kleinrelief, obere subalpine Stufe; - (d) Hochmoorkolk mit Schwingrasen, untere subalpine Stufe; - (e) flacher Alpweiher mit *Sparganium angustifolii*, obere subalpine Stufe; - (f) flacher Alpweiher mit *Caricetum rostratae*, untere subalpine Stufe.



gustifolii, Abb. 1). An seichten Stellen kommen Braunseggenried (*Caricetum fuscae* syn. *Caricetum nigrae*) und Fluren mit Scheuchzers Wollgras (*Eriophoretum scheuchzeri*) hinzu, in Zwischenmooren und verlandenden dystrophen Torfstichen Bestände mit Schlammsesge und Blumenbinse (*Scheuchzerio-Caricetum limosae* syn. *Scheuchzerietum palustris*). In mesotrophen Torfstichen des Mittellandes, in denen sich *A. juncea* entwickelt, besteht die Vegetation aus einer mit Schachtelhalm durchsetzten Schwimmblattflur (*Nymphaetum albae*) oder aus einer Schachtelhalm-Armleuchteralgen-Pioniergesellschaft mit *Equisetum limosum* und *Chara* sp.. Stärker verlandete Torfstiche, in denen re-

Abb. 2. Profile durch kleine und kleinste Larvengewässer von *A. juncea*: (g) "Fieberkleeschlenke": Flachmoorgewässer mit *Caricetum diandrae*, hier dominiert durch *Menyanthes trifoliata*, untere montane Stufe; - (h) Zwischenmoorschlenke mit *Caricetum limosae*, untere subalpine Stufe; - (i) Querschnitt durch stark verwachsene Abflussrinne in einem Moor, bestanden mit *Caricetum limosae*, untere subalpine Stufe; - (k) Hirschsuhle mit fast vegetationsfreiem Torfschlamm, untere subalpine Stufe; - (l) dystropher Torfstich in Hochmoor, Vegetation nur an der Stichkante vorhanden, Grenzbereich zwischen montaner und subalpiner Stufe; - (m) mesotropher Torfstich in ehemaligem Hochmoor, Grenzbereich zwischen kolliner und montaner Stufe. Geometrische Symbole wie in Abb. 1.

gelmässig einzelne Exuvien von *A. juncea* gefunden wurden, gehören dem Drahtseggenried (*Caricetum diandrae*) oder Schnurseggenried (*Caricetum chordorrhizae* syn. *Rhynchosporo-Caricetum chordorrhizae*) an.

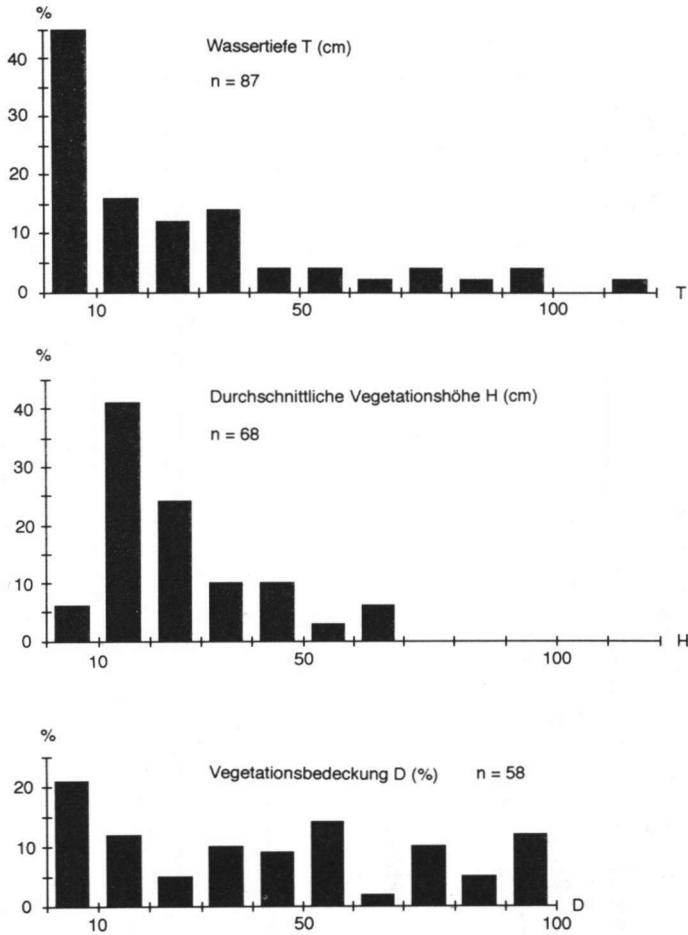


Abb. 3. Strukturelle Eigenschaften der Larvengewässer von *A. juncea*. - [x-Achsen: Skala in Zehnerklassen bezüglich cm resp. Deckungsprozente; y-Achsen: prozentualer Anteil].

DISKUSSION

A. juncea ist eine holarktische Aeshnide, die in Europa von der Iberischen Halbinsel bis nach Nordskandinavien vorkommt (ASKEW, 1988; PETERS, 1987). In den Alpenländern Mitteleuropas ist sie von 200 bis 2200 m NN verbreitet (MAIBACH & MEIER, 1987; LEHMANN, 1985). Im Verlauf der vorliegenden Studie wurden Larven und Exuvien zwischen 530 und 2240 m NN gefunden. Die obere Verbreitungsgrenze entspricht der oberen Alpengrünlandstufe und liegt

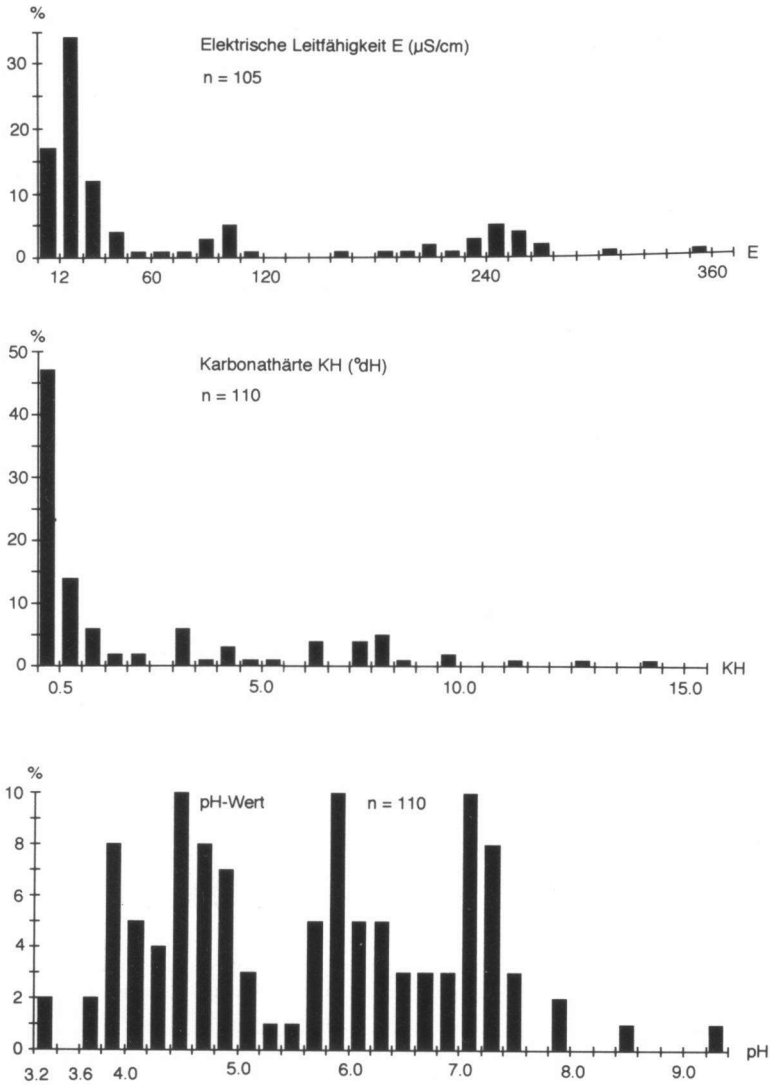


Abb. 4. Chemisch-physikalische Eigenschaften der Larvengewässer von *A. juncea*. - [Skalen auf den x-Achsen mit unterschiedlichen Klassengrößen, für E: 12μS, für KH: 0.5°dH, für pH: 0.2 Einheiten; y-Achsen: prozentualer Anteil].

eine thermische Stufe höher als die natürliche Waldgrenze. Oberhalb dieser Stufe beträgt die durchschnittliche jährliche Vegetationszeit höchstens 54 Tage (SCHREIBER et al., 1977); in den Gewässern fehlen deshalb Verlandungsvegeta-

Tabelle I

Beispiele grosser und mittelgrosser Larvengewässer von *A. juncea*; Vegetation und chemisch-physikalische Eigenschaften der Eiablageplätze.

F = grösste Ausdehnung; Lokalitäten vgl. Abb. 5: – (1) GROSSEE (Flums SG), 1620 m, F 150 x 450 m, Bergsee mit unterschiedlich breiten Verlandungszonen, grenzt an Alpenweiden; – (2) GRÄPPELEENSEE (Unterwasser SG), 1307 m, F 150 x 200 m, Bergsee mit breitem Verlandungsgürtel und ausgedehnten Schwimmblattfluren, grenzt an Flachmoore; – (3) MÖRLIALP (Kleinteil OW), 1336 m, F 100 x 180 m, Kleinsee mit unterschiedlich breiten Verlandungszonen, z.T. Schwingrasen, grenzt an Hoch- und Zwischenmoorvegetation, umschlossen von Fichtenwald; – (4) BREITE BODE/Bettmeralp (Betten VS), 2230 m, F 15 x 30 m, seichter Alpweiher in Kammlage, umgeben von Alpweiden; – (5) DREIBÜNDENSTEIN/Alp Malix (Malix GR), 2100 m, F 30 x 50 m, Verlandender Alpweiher in flacher Mulde, umgeben von Alpweiden; – (6) SILBEREN (Muotathal SZ), 1920 m, F 15 x 20 m, verlandender Alpweiher in flacher Mulde, umgeben von Alpweiden; – (7) SALATEGNAS/Alp Flix (Sur GR), 1945 m, F 20 x 40 m, verlandender Alpweiher in flacher Mulde, umgeben von Alpweiden; – (8) PANÜÖL (Flums SG), 1990 m, F 40 x 45 m, Alpweiher in tiefer Mulde, mit breiten Verlandungszonen, z.T. Schwingrasen, umgeben von Alpweiden; – (9) SELAMATT (Alt St. Johann SG), 1530 m, F 10 x 30 m, sehr flacher, stark verlandeter Alpweiher, umgeben von Alpweiden; – (10) LA TOURBIERE (La Chau des Breuleux JU), 980 m, F 60 x 60 m, grosser, stark verlandeter Torfstich in teilweise abgebautem Hochmoor, umgeben von Heidemoor und Fichtenwald.

Gewässer Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Max. Wassertiefe Eiablageplatz (cm)	60	50	50	10	20	15	35	80	8	4
Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)	110	190	170	12	4	6	15	10	12	23
Karbonathärte (°dH)	4	6	5	0.5	0	0.5	1	0.5	0.5	0
pH-Wert	9.3	7.6	7.5	6.3	6.0	5.0	6.2	6.0	6.0	4.9
Max. Vegetationshöhe über Wasser (cm)	80	65	70	55	50	55	85	50	40	60
Mittlere Veg.höhe über Wasser (cm)	70	55	55	40	40	45	70	30	20	45
Vegetationsbedeckung ohne Moose und tote Pflanzenteile (%)	70	70	70	40	5	10	20	15	50	40
Vegetationsbedeckung mit Moosen und toten Pflanzenteilen (%)	90	70	100	60	60	30	60	30	50	100
Aufnahmefläche (m ²)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Carex rostrata</i>	4	2	2	3	1	2	2	3	1	3
<i>Menyanthes trifoliata</i>	2	3	3	•	•	•	+	•	•	•
<i>Equisetum limosum</i>	•	2	•	•	•	•	•	•	•	+
<i>Carex canescens</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	+	•
<i>Utricularia minor</i>	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	2	•
<i>Comarum palustre</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+
Musci	•	•	•	2	•	•	•	•	1	4
<i>Chara</i> sp.	•	•	5	•	•	•	•	•	•	•

tion und organischer Schlammgrund weitgehend. Dies ist wahrscheinlich der Grund, weshalb hier keine Libellenlarven nachweisbar sind. Unterhalb 530 m NN ist die Entwicklung von *A. juncea* in der Schweiz durchaus möglich, kommt aber wohl nur ausnahmsweise vor. Geeignete Habitate in dieser Höhenlage sind heute selten.

Tabelle II

Beispiele kleiner und kleinster Larvengewässer von *A. juncea*; Vegetation und chemisch-physikalische Eigenschaften der Eiablageplätze.

[F = grösste Ausdehnung, Lokalitäten vgl. Abb. 5]: – (11) LENG RIED (St. Antönien GR), 1675 m, F 1 x 2 m, Zwischenmoorschlenke in kleiner Waldlichtung, umgeben von Fichtenwald; – (12) SCHWÄNDITAL (Näfels GL), 1675 m, F 4 x 5 m, Zwischenmoor mit einigen Schlenken, umgeben von Waldweide mit Fichten; – (13) CAPELGIN (St. Antönien GR), 1675 m, F 1 x 50 m, stark verwachsene Abflussrinne in schwach geneigter Moorwiese, umgeben von Fichtenwald; – (14) TIEFHOF (Nauders, Tirol A), 1600 m, F 0.5 x 1 m, seichte Schlenke in schwach geneigtem Moor mit wenig offenem Wasser, umgeben von Fichtenwald; – (15) SCHWÄNDITAL, gleiches Moor wie Nr. 12, jedoch andere Fundstelle von *A. juncea*, F 3 x 5 m; – (16) HINWILER RIED (Hinwil ZH), 550 m, F 2 x 4 m, verwachsene Schlenke in kleinem, teilweise abgetorfem Hochmoor, umgeben von Nadelwald; – (17) NEI PINI (Quinto TI), 2020 m, F 6 x 10 m, flacher Alpweiher auf Torfboden, mit scharf abgegrenzten Horsten von Scheidigem Wollgras, umgeben von Bergföhren (Latschen); – (18) BÖNDLER/AMBITZGI (Wetzikon ZH), 530 m, 4 x 6 m, Torfstich in grösserem, weitgehend abgetorfem Hochmoor, umgeben von Hoch- und Zwischenmoorvegetation; – (19) RIETBACH (Nesslau SG), 1100 m, F 4 x 8 m, verlandender Torfstich in teilweise abgetorfem Hochmoor, umgeben von Bergföhren und Fichten; – (20) CHELLEN (Hemberg SG), 1100 m, F 3 x 4 m, Torfstich mit senkrechten Wänden, Wasser ohne Vegetation, umgeben von Hochmoorvegetation und Fichtenwald.

Gewässer Nr.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Max. Wassertiefe Eiablageplatz (cm)	3	5	2	4	4	6	8	80	5	25
Elektrische Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	100	20	60	240	27	260	6	45	30	25
Karbonathärte ($^{\circ}\text{dH}$)	5	0	3	13	0	7	0	1	0.5	0
pH-Wert	6.3	4.8	6.0	7.3	4.8	7.1	4.6	6.0	5.8	3.3
Max. Vegetationshöhe über Wasser (cm)	20	30	25	45	40	40	45	85	40	-
Mittlere Veg.höhe über Wasser (cm)	10	20	10	25	20	25	30	60	25	-
Vegetationsbedeckung ohne Moose und tote Pflanzenteile (%)	50	10	5	10	10	40	60	10	10	-
Vegetationsbedeckung mit Moosen und toten Pflanzenteilen (%)	50	10	5	15	10	80	30	100	70	-
Aufnahmefläche (m^2)	0.5	1	0.1	0.2	1	4	1	1	1	-
<i>Carex rostrata</i>	+	+	•	2	+	•	•	1	•	-
<i>Carex limosa</i>	3	2	1	•	•	•	•	•	•	-
<i>Carex flava</i>	•	•	+	•	•	1	•	•	•	-
<i>Carex canescens</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	2	-
<i>Carex fusca</i>	•	•	•	•	2	2	•	•	•	-
<i>Carex diandra</i>	•	•	•	•	•	1	•	•	•	-
<i>Carex lepidocarpa</i>	•	•	•	•	•	+	•	+	•	-
<i>Menyanthes trifoliata</i>	•	•	+	•	•	1	•	+	•	-
<i>Utricularia minor</i>	+	•	•	•	•	1	•	•	•	-
<i>Eriophorum angustifolium</i>	•	+	+	•	+	•	•	•	•	-
<i>Eleocharis</i> sp.	+	•	+	•	•	•	•	•	•	-
<i>Scheuchzeria palustris</i>	•	1	•	•	•	•	•	•	•	-
<i>Juncus trifidus</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	1	-
<i>Trichophorum caespitosum</i>	+	•	•	2	•	•	•	•	•	-
<i>Nymphaea alba</i>	•	•	•	•	•	•	•	2	•	-
<i>Equisetum limosum</i>	•	•	•	•	•	•	•	2	+	-
<i>Eriophorum vaginatum</i>	•	•	•	•	•	•	3	•	•	-
Musci	+	•	1	•	•	3	•	+	4	-



Abb. 5. Lokalitäten derjenigen Larvenstandorte, die in Tab. I und II beschrieben sind.

Die Gewässer, in denen sich die Torfmosaikjungfer entwickelt, unterscheiden sich in ihrer individuellen Grösse erheblich. Am häufigsten werden Weiher und Kleinseen höherer Lagen besiedelt. Dies bestätigen alle Autoren, die bestimmte Landesregionen faunistisch bearbeitet haben (z.B. DUFOR, 1978; DEMARMELS, 1979; DEMARMELS & SCHIESS, 1978; SCHIESS & DEMARMELS, 1979). In Bezug auf die Gewässergrösse ist *A. juncea* wenig wählerisch, dies im Gegensatz zu *Aeshna subarctica*, *A. caerulea*, *Somatochlora alpestris* und *S. arctica*, mit denen sie oft zusammen vorkommt. Unter ihnen ist *S. arctica* hinsichtlich der Gewässergrösse besonders selektiv, indem sie sich nur in kleinen und kleinsten Moorgewässern entwickelt. Uferbereiche von Weihern und Seen, die direkt in Kontakt mit der offenen Wasserfläche stehen, meidet sie konsequent, auch wenn jene sich von ihrer Struktur her eignen würden (WILDERMUTH, 1986).

Die Gewässertypen, die *A. juncea* zur Entwicklung dienen, machen auf den ersten Blick - auch abgesehen von ihrer Grösse - einen uneinheitlichen Eindruck. In tieferen Lagen sind es fast ausschliesslich Moorgewässer wie Torfstiche und Schlenken. In den Alpen können sie aber - wie in Nordeuropa (VALLE, 1938) - völlig abseits von Mooren liegen (vgl. auch LEHMANN, 1990). Häufig handelt es sich um Weiher inmitten von Alpweiden. Von der Vegetation, vom Untergrund und von den physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers her besteht allerdings in vielen Fällen eine enge Beziehung zu den Mooren: die Habitate sind extrem elektrolit- und karbonatarm, sauer, mit Pflanzengesellschaften von Moorstandorten bewachsen und haben eine Untergrund aus dunklem, organischem Schlamm (Mudde). Dies trifft selbst dann zu, wenn die Weiher direkt auf

Kalkgrund aufliegen. Solche Situationen können dann entstehen, wenn die Mulden nur durch atmosphärisches Wasser gespeist werden.

An den Bergseen liegen die Verhältnisse etwas anders. Das Wasser ist härter, die elektrische Leitfähigkeit grösser und der pH-Wert neutral bis leicht basisch. Vegetation und Gewässerboden sind aber - mindestens von der Struktur her - ähnlich wie in Moorhabitaten. Nicht oder kaum besiedelt werden hingegen stark eutrophierte Gewässer und Kiesgrubenweiher. Der Einzelfund einer Exuvie in einer zürcherischen Kiesgrube dürfte eine Ausnahme sein (MEIER, 1984). Von Interesse ist in diesem Zusammenhang ein beständiges Vorkommen der Art in einem eutrophen ehemaligen Bleisandabsetzbecken bei Bonn (SCHMIDT, 1990). Die meisten schlüpfenden Tiere wurden hier bezeichnenderweise an Stellen mit flachmoorartiger Vegetation beobachtet.

A. juncea toleriert eine breite Amplitude von chemisch-physikalischen Faktoren. Das zeigen auch Laborversuche (STERNBERG, 1985). Andererseits kommt bei den vorliegenden Messresultaten zum Ausdruck, dass vor allem saure Gewässer mit schwachem Elektrolyt- und Karbonatgehalt besiedelt werden. Aus diesem Befund kann aber nicht auf Stenotopie geschlossen werden, denn im Alpenraum - im Schwerpunkt dieser Untersuchung - sind die meisten für *A. juncea* strukturell geeigneten Gewässer gleichzeitig karbonatarm, oligotroph und sauer. Dass die Torfmoosaikjungfer "oft ganz besonders zahlreich an den stark überdüngten Wassertümpeln der Alpweiden vorkommt" (SCHIESS & DEMARMELS, 1979), konnte nicht bestätigt werden. In den von Alpweiden eingeschlossenen Weihern, an denen ich Messungen vornahm, war keine erhebliche Nährstoffanreicherung zu verzeichnen, auch wenn sie dann und wann mit Viehkot verschmutzt waren. Stark durch Jauche überdüngte Weiher in der Nähe von Alphütten waren in den untersuchten Fällen nicht (mehr) mit *A. juncea* besiedelt.

STERNBERG (1990) fand in den *juncea*-Habitaten der Schwarzwald-Hochmoore einen mittleren pH-Wert von 4.78 und eine mittlere Leitfähigkeit von 53 μ S. Betrachtet man nur die Durchschnittswerte, ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit den Verhältnissen in der Schweiz. Dies täuscht allerdings, namentlich in Bezug auf die elektrische Leitfähigkeit. In den untersuchten schweizerischen Habitaten ist der Elektrolytgehalt in den meisten Fällen sehr gering. Der relativ hohe Durchschnittswert kommt daher, dass es - namentlich im Mittelland - auch mesotrophe bis leicht eutrophierte Habitate mit *A. juncea* gibt.

Die verschiedenen Pflanzengesellschaften, die an den Entwicklungsstandorten gefunden wurden, weisen ganz unterschiedliche Artengarnituren auf, haben aber strukturelle Gemeinsamkeiten: an der Vegetation sind immer Pflanzen mit emersenen, halmartigen Strukturen beteiligt (z.B. *Carex*, *Equisetum*). Eine Vorliebe für *Carex*-Vegetation konnte auch STERNBERG (1990) feststellen. Die senkrechten Vegetationsteile werden von den Weibchen häufig zur Eiablage benutzt (ROBERT, 1959). Seltener stechen sie die Eier in *Sphagnum*-Polster oder nackten Torf ein

(SCHMIDT, 1964; SCHORR, 1990; eigene Beobachtungen). Röhrichte hingegen werden gemieden.

Den emersen Vegetationsstrukturen dürfte aufgrund ihres Erscheinungsbildes bei der Suche nach dem Eiablagesubstrat eine grosse Bedeutung zukommen. Wie wichtig die Vegetation für die Habitatwahl ist, hat BUCHWALD (1989) an einigen Libellenarten der Quellmoore und Fliessgewässer gezeigt. Für die Erkennung des Brutgewässers als Ganzes ist bei *A. juncea* die reflektierende Wasseroberfläche über dunklem Untergrund entscheidend, wie Wahlversuche mit Attrappen ergeben haben. Gefunden werden die Habitate aufgrund optischer und taktile Signale ("proximate factors"). Unter den selektiv wirksamen ökologischen Faktoren ("ultimate factors") spielen leichte Erwärmbarkeit und stark schwankende Temperaturen des Wassers eine ausschlaggebende Rolle (STERNBERG, 1990). Die günstige Energiebilanz an den Larvenstandorten ist durch die geringe Wassertiefe und den dunklen Untergrund bedingt.

Aufgrund der vorliegenden Resultate erweist sich *A. juncea* insgesamt als Art mit erheblicher Plastizität, namentlich was die Grösse, die Höhenlage und die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Larvengewässer betrifft. Dieser Befund wird durch Beobachtungen an Kalkquellmooren und Kalksümpfen des westlichen Bodenseeraumes ergänzt, wo die Torfmosaikjungfer an oligotroph-kalkreichen, neutralen bis leicht basischen, 2 - 3 m² grossen Schlenken vorkommt, deren Vegetation aus dem Primulo-Schoenetum ferruginei oder dem Cladietum marisci besteht (BUCHWALD, 1983 und in litt.). Andererseits fällt auf, dass das Habitatspektrum von *A. juncea* in Lagen um 500 m NN enger ist als in Höhen über 1000 m NN, indem in den Niederungen hauptsächlich kleine Moorgewässer besiedelt werden. Diese regionale Stenotopie geht immer mit einer geringen Abundanz einher. Beides könnte darauf zurückzuführen sein, dass die adulten Tiere tiefer gelegene Standorte ausserhalb von Mooren gewöhnlich meiden, weil einerseits die Gewässerphysiognomie nicht ihrem Suchbild entspricht und andererseits die durchschnittliche Lufttemperatur zu hoch ist (STERNBERG, 1990). Ausserdem scheint es, dass *A. juncea* in tieferen Lagen durch *Aeshna cyanea* (Müll.) von den grösseren offenen Wasserflächen verdrängt wird. Hinweise darauf sind interspezifische Kämpfe, die über Torfstichen beobachtet werden können und meist zugunsten von *A. cyanea* enden (WILDERMUTH, 1980). Das Verhältnis der Larvendichte (gemessen an Exuvienzahlen) weist in die gleiche Richtung. So konnten zwischen 1984 und 1988 an 3 grösseren mesotrophen Torfstichen im Zürcher Oberland (530 m NN, Flächen 30, 59 und 84 m²) bei gründlicher Suche 17 Exuvien von *A. juncea* und 1565 von *A. cyanea* gesammelt werden. An einem kleinen, ziemlich verwachsenen Torfstich des gleichen Gebietes (Fläche 8 m²) ergab die Suche im selben Zeitraum 15 Exuvien von *A. juncea* und nur 35 von *A. cyanea*. In den seichten Schlenken daneben fanden sich vereinzelt Exuvien von *A. juncea*, aber keine von *A. cyanea*.

DANK

EGON KNAPP, ALBERT KREBS und SIMON WILDERMUTH danke ich für die Begleitung auf den Exkursionen und die Mithilfe bei den Feldarbeiten. RAINER BUCHWALD, PHILIP CORBET, EBERHARD SCHMIDT und MARTIN SCHORR gaben wertvolle Hinweise und besorgten freundlicherweise die kritische Durchsicht des Manuskriptes oder Teilen davon. Die Arbeit wurde teilweise durch einen Kredit des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt (NF-Projekt Nr. 31-29065.90).

LITERATUR

- ASKEW, R.R., 1988. *The dragonflies of Europe*. Harley Books, Martins, Colchester.
- BEUTLER, H., 1986. Zur Schlupfrate und zum Geschlechtsverhältnis einheimischer Grosslibellen (Anisoptera) (Odonata). *Ent. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 49: 201-209.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer, Wien.
- BUCHWALD, R., 1983. Oekologische Untersuchungen an Libellen im westlichen Bodenseeraum. *Natur- Landschaftsschutzgeb. Bad.-Württ.* 11: 539-637.
- BUCHWALD, R., 1988. Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* (Odonata) in Südwestdeutschland. *Carolinea* 46: 49-64.
- BUCHWALD, R., 1989. Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fliessgewässer. *Phytocoenologica* 17: 307-448.
- BUCHWALD, R., B. KOEPPNER, U. REINHARD, K. STERNBERG & A. SCHANOWSKI, 1991. *7. Sammelbericht (1990) über Libellenvorkommen (Odonata) in Baden-Württemberg*. Schutzgemeinschaft Libellen Baden-Württemberg.
- DEMARMELS, J., 1979. Libellen (Odonata) aus der Zentral- und Ostschweiz. *Mitt. schweiz. ent. Ges.* 52: 395-408.
- DEMARMELS, J. & H. SCHIESS, 1977. Zum Vorkommen der Zwerglibelle *Nehalennia speciosa* (Charp., 1840) in der Schweiz. *Vjschr. naturf. Ges. Zürich* 122: 339-348.
- DEMARMELS, J. & H. SCHIESS, 1978. Le libellule del cantone Ticino e delle zone limitrofe. *Boll. Soc. tic. Sci. nat.* 1977/78: 29-83.
- DUFOUR, C., 1978. *Étude faunistique des odonates de Suisse romande*. Service des forêts et de faune, Lausanne.
- GERKEN, B., 1982. Probeflächenuntersuchungen in Mooren des oberschwäbischen Alpenvorlandes. - Ein Beitrag zur Kenntnis wirbelloser Leitarten südwestdeutscher Moore. *Telma* 12: 67-84.
- KAPPES, E., W. KAPPES & G. IHSSSEN, 1990. Jahreszeitlich frühes Auftreten von Odonaten 1989 am Neusiedler See (Burgenland/Oesterreich) mit einem Fund von *Hemianax ephippiger* (Burmeister, 1839) (Anisoptera: Aeshnidae). *Libellula* 9: 151-156.
- LEHMANN, G., 1985. Beitrag zur Kenntnis von *Aeshna coerulea* Ström 1983 und *A. subarctica* Walk. 1908 in Nordtirol. *Libellula* 4: 117-137.
- LEHMANN, G., 1990. *Faunistisch-ökologische Grundlagenstudien an Odonaten (Insecta) im Bezirk Kufstein/Tirol*. Diss. Univ. Innsbruck.
- MAIBACH, A. & C. MEIER, 1987. *Verbreitungsatlas der Libellen der Schweiz (Odonata)*. Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel.
- MEIER, C., 1984. *Libellen-Inventar der Kantone Zürich und Schaffhausen*. Amt für Raumplanung des Kantons Zürich, Zürich. [Mskr.]
- PETERS, G., 1987. *Die Edellibellen Europas*. Ziemsens, Wittenberg [Neue Brehm Bücherei, Nr. 585].
- REICH, M. & K. KUHN, 1988. Stand der Libellenerfassung in Bayern und Anwendbarkeit der Ergebnisse in Arten- und Biotopschutzprogrammen. *SchrReihe bayer. Landesamt Umweltschutz* 79: 27-65.

- ROBERT, P.A., 1959. *Die Libellen (Odonaten)*. Kümmerly & Frey, Bern.
- SCHIESS, H. & J. DEMARMELS, 1979. Die bisher bekannten Libellenvorkommen des Kantons Graubünden. *Jber. naturf. Ges. Graubünden* 98: 67-91.
- SCHLUMPRECHT, H. & I. STUBERT, 1989. Nutzung lokaler Vorbilder bei Artenhilfsprogrammen - am Beispiel der Neuschaffung von Libellengewässern. *Natur & Landschaft* 64: 393-397.
- SCHMIDT, E., 1964. Biologisch-ökologische Untersuchungen an Hochmoorlibellen (Odonata). *Z. wiss. Zool.* 169: 313-386.
- SCHMIDT, E., 1990. Die Odonatenfauna eines ehemaligen Bleisandabsetzbeckens (Buchholzweiher bei Mechernich, Nordeifel). *Mitt. Pollichia* 77: 383-393.
- SCHORR, M., 1990. *Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm Libellen der Bundesrepublik Deutschland*. Ursus Scientific Publishers, Bilthoven.
- SCHREIBER, K.F. et al., 1977. *Wärmegliederung der Schweiz aufgrund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969-1973*. Eidg. Justiz- und Polizeidepartement. Der Delegierte für Raumplanung. [Kartenwerk].
- STERNBERG, K., 1985. *Zur Biologie und Oekologie von sechs Hochmoorlibellenarten in Hochmooren des Südlichen Hochschwarzwaldes*. Diplomarb. Univ. Freiburg/Br.
- STERNBERG, K., 1990. *Autökologie von sechs Libellenarten der Moore und Hochmoore des Schwarzwaldes und Ursachen ihrer Moorbinding*. Diss. Univ. Freiburg/Br.
- VALLE, K.J., 1938. Zur Oekologie der finnischen Odonaten. *Annl. Univ. turkuen.* (A) 6: 1-76.
- WILDERMUTH, H., 1980. Die Libellen der Drumlinlandschaft im Zürcher Oberland. *Vjschr. naturf. Ges. Zürich* 125(3): 201-237.
- WILDERMUTH, H., 1986. Zur Habitatwahl und zur Verbreitung von *Somatochlora arctica* (Zetterstedt) in der Schweiz. (Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica* 15: 185-202.
- WILDERMUTH, H., 1987. Fundorte und Entwicklungsstandorte von *Somatochlora arctica* (Zetterstedt) in der Schweiz. (Odonata: Corduliidae). *Opusc. zool. flumin.* 11: 1-10.
- WILDERMUTH, H. & W. SPINNER, 1991. Visual clues in oviposition site selection by *Somatochlora arctica* (Zetterstedt) (Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica* 20: 357-367.