

Zur Bedeutung der Artenzusammensetzung und Struktur von Fließgewässer-Vegetation für die Libellenart *Coenagrion mercuriale* mit Bemerkungen zur Untersuchungsmethodik

- Rainer Buchwald, Freiburg -

Abstract

An account is given here of the significance of the specific vegetation of flowing waters for the occurrence of the Southern Damselfly (*Coenagrion mercuriale*) in Southwestern Germany.

In the first part some methodical aspects are treated, which are of importance for the inventory and classification of flowing-water vegetation, especially in biocenological studies. Taking separate inventories of the hydrophyte and helophyte vegetation is considered necessary even if fragmentary stands of communities in small brooks and ditches are involved. Stands of those species that develop different phenomorphs („formae“ sensu GLÜCK) are difficult to classify. For various reasons the submerged or floating phenomorphs must be attributed to the hydrophyte vegetation, e.g. stands of *Sium erectum*, *Nasturtium officinale*, and other species to the (*Ranunculo*-)*Sietum erecti-submersi*.

Coenagrion mercuriale is regarded to be a characteristic species of slow to moderately flowing, sunny, neutral to alkaline meadow brooks and ditches located close to springs and/or connected with ground water. Their emerged vegetation can be exclusively attributed to just 6 plant associations; the high selectivity in choosing appropriate waters is also clearly shown by the frequent occurrence of some hydrophytes and of those species which have a nasturtiid growth form. *C. mercuriale* is bound to its breeding waters by 4 factors. Of these, the factor „vicinity to springs / influence of ground water“ - where high water temperatures in winter make possible the all-year existence of submerged vegetation which the larvae can live on - determines the particular specificity of the habitats of *C. mercuriale*. Habitat selection is very probably released by the specific vegetation as the decisive signal; this vegetation indirectly indicates to the imagoes of *C. mercuriale* the permanence of the water discharge and of the submerged vegetation - two ecological factors that can not yet be directly perceived at the moment of the habitat selection. As regards the vegetation structure, *C. mercuriale* shows clear preferences, but it is not bound to any specific structure, as shown by various counts and experiments.

The species occurs exclusively in small, slow flowing spring waters in the Alpine foothills and in the valleys of the western Black Forest. In the centre of its distribution area, the southern and central part of the Upper Rhine Valley, it is additionally found in flowing waters of various width and velocity located far from springs but connected with ground water (regional stenotopy). For the conservation of the endangered dragonfly species a special program was initiated that already is showing clear success in some habitats.

Finally mentioned are some questions for future studies on flowing-water vegetation that emerge from the results of the biocenological studies presented here.

1. Einleitung

In der ökologischen Libellenforschung gibt es bis heute erst vorsichtige Ansätze einer grundlegenden biozöologischen Forschung, welche vegetationskundliche Daten in hinreichendem Maße einbezieht. Diese Tatsache verwundert umso mehr, als in zahlreichen Arbeiten auf die Bedeutung der Vegetation für bestimmte Aktivitäten und Lebensphasen von Libellen (z.B. Eiablage, Habitatwahl, Larvenhabitat) hingewiesen wird. Die exakte Darstellung von Vegetation in und an Fortpflanzungsgewässern mit Hilfe von Strukturparametern und/oder Pflanzengesellschaften ist nur sehr selten zu finden; immerhin jedoch werden in zunehmendem Maße die dominierenden Pflanzenarten erwähnt, so daß sich auch derjenige Leser ein ungefähres Bild des betreffenden Gewässers und seiner Vegetation machen kann, der die beschriebene Lokalität aus eigener Anschauung nicht kennt. Erste detaillierte biozöologische Studien über Libellen mit vegetationskundlicher Ausrichtung wurden vor allem in der Schweiz (DEMARMELS & SCHIESS 1977, WILDERMUTH 1987, 1992 u.a.) und in Südwestdeutschland (BUCHWALD 1989, BUCHWALD & SCHMIDT 1990, STERNBERG 1990 u.a.) durchgeführt, ansatzweise auch in anderen Teilen Mitteleuropas (ZIEBELL & KLINGER 1980, BEUTLER 1982).

Die vorliegende Arbeit behandelt die Fließgewässer-Art *Coenagrion mercuriale* (Coenagrionidae, Odonata), deren ökologische Ansprüche bereits in früheren Veröffentlichungen beschrieben worden sind (ZIMMERMANN 1989, BUCHWALD 1989, BUCHWALD et al. 1989). Auf dieser Grundlage konnte in den vergangenen Jahren eine Vielzahl zusätzlicher Vorkommen der Art in Südwestdeutschland gefunden und in die Untersuchungen einbezogen werden, so daß mittlerweile umfangreiches Datenmaterial zur Vegetation der Fortpflanzungsgewässer (Kapitel 3.3), zum Vegetationsmosaik in den angrenzenden Flächen (Kapitel 3.7), zum Phänomen der regionalen Stenotopie (Kapitel 3.8) ebenso wie zu Aspekten der Gefährdung und des Schutzes (Kapitel 3.9) vorliegt. Mit Hilfe zusätzlicher Untersuchungen sind darüber hinaus gesicherte Aussagen zur Biotopbindung (Kapitel 3.4) und zur Bedeutung der Vegetationsstruktur (Kapitel 3.6) möglich. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt darin, die Bedeutung der Vegetation für die Biotopbindung und Habitatwahl zu erörtern, es werden also die vegetationskundlichen Aspekte der biozöologischen Studie betont; infolgedessen erscheint es notwendig, einige wesentliche methodische Ausführungen zur Aufnahme und synsystematischen Einordnung von Fließgewässer-Vegetation voranzustellen. An anderer Stelle werden dagegen limnologische (THELEN 1992) und naturschutzbezogene (RÖSKE 1993 und in Vorb.) Aspekte in den Vordergrund gestellt.

2. Methoden: Aufnahme und Klassifizierung von Fließgewässer-Vegetation

Zwischen 1987 und 1993 wurden in Fließgewässern des westlichen und südlichen Baden-Württemberg und einiger Teile des Elsaß, der Nordschweiz und Bayerns mehr als 600 Vegetationsaufnahmen angefertigt. Sie sind einerseits Grundlage für die synsystematische Bearbeitung südwestdeutscher Fließgewässer-Vegetation (BUCHWALD in Vorb.), zum anderen wesentlicher Bestandteil bei der Beschreibung von Libellenhabitaten. In Kapitel 2 werden zunächst einige methodische Aspekte zur Aufnahme und Klassifizierung von Fließgewässer-Vegetation behandelt, die vor allem bei biozöologischen Untersuchungen zu berücksichtigen sind.

2.1 Flächenwahl und Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme

Bei biozöologischen Fragestellungen werden die Probeflächen der Vegetationsaufnahmen nach den zwei folgenden Kriterien ausgewählt:

- (a) Die Aufnahme umfaßt den Lebensraum (oder einen Teil dessen) der betrachteten Tierart(en); bei Fortpflanzungsgewässern von Libellen sind dies Abschnitte mit regelmäßiger Beobachtung von subadulten und adulten Imagines, Beobachtung von Paarungsketten/-rädern und Eiablagen, ggf. Fund von Exuvien oder Larven; und
- (b) die Vegetation ist - als ein Grundkriterium bei der Erstellung pflanzensoziologischer Aufnahmen - in ihrer Struktur quasi homogen.

Aufgrund der häufig vorzufindenden Artenarmut der Bestände oder gar Faziesbildung einer oder weniger Arten hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Probeflächen nicht zu klein zu wählen (ebenso: PASSARGE 1982, WIEGLEB 1981, 1984). Bei schmalen Bächen und Gräben werden, wenn irgend möglich, mindestens 20m Uferlänge benötigt, bei Flüssen und breiteren Bächen (> 3m Breite) mindestens 10m Uferlänge; bei letzteren ist darauf zu achten, daß die Form der Probefläche der meist uferparallelen Feinzonierung der Vegetation angepaßt wird (PASSARGE 1982).

Für die Aufnahme von Fließgewässer-Vegetation gibt es, im Gegensatz zu manchen anderen Vegetationstypen, keinen einheitlich optimalen Zeitpunkt. Die Emersvegetation ist mit maximaler Biomasse, Blüte und Fruchtreife in der Regel von Hochsommer bis Frühherbst am vielfältigsten ausgebildet. Die Entwicklung der Hydrophytenvegetation dagegen kann im gesamten Jahr von einem Monat auf den nächsten großen Veränderungen unterworfen sein; häufig bestimmen daher im Winter völlig andere Arten den Aspekt der Wasservegetation als im Sommer! Mehr noch als bei vielen anderen Vegetationstypen gilt es bei submerser/flutender Vegetation zu bedenken, daß es sich bei einer Vegetationsaufnahme um die Momentaufnahme eines aktuellen Zustandes handelt, wenige Wochen später aber bereits ein völlig verändertes Vegetationsbild existieren kann. Allerdings ist die Situation bei der Untersuchung von Libellenhabitaten insofern einfacher, als man die Vegetation bevorzugt während der Lebenszeit der Imagines inventarisiert, um unmittelbar deren Fortpflanzungsgewässer zu charakterisieren; diese umfaßt einen Zeitraum von 2-3 Monaten. Untersucht man speziell die Habitatbindung von Arten mit phytobionten Larven, sollte darüber hinaus der Winteraspekt des Gewässers aufgenommen werden (vgl. Kapitel 3.4).

2.2 Zur Trennung von Helophyten- und Hydrophytenvegetation

Man kann beim heutigen Kenntnisstand von Fließgewässer-Vegetation sicherlich unwiderprochen behaupten, daß die meisten Pflanzengemeinschaften - wachsen sie nun emers, schwimmend, flutend oder rein submers - als „Kerne“, d.h. in ihrer typischen Ausprägung bereits beschrieben und weitgehend bekannt sind, so daß die Zuordnung typischer Bestände keine Probleme bereitet; als grundlegend für Südwestdeutschland sind dabei die Arbeiten von MÜLLER & GÖRS (1960), MÜLLER (1962), PHILIPPI (1969, 1973) zu nennen. Im Gelände liegen aber häufig atypische oder fragmentarische Bestände oder auch sehr kleinräumige Überlagerungen oder Verzahnungen (vgl. MIERWALD 1988) vor, so daß bereits die Aufnahme, vor allem aber die spätere synsystematische Einordnung große Probleme bereiten kann. Zu dieser Schwierigkeit bei Fließgewässern schrieb bereits W.KOCH (1926): „.....Fragmente sind ungemein zahlreicher und erschweren Verständnis und Überblick infolge ihrer Artenarmut und bei trotzdem recht wechselnder Artenkombination.“ Auch solche Bestände aber müssen inventarisiert und in ihrer Entstehung und Entwicklung verstanden werden - beispielsweise und vor allem von Biozönologen, die ja häufig von dem Vorkommen einer Tierart ausgehen und deren Lebensraum exakt beschreiben und analysieren müssen!

Besondere Schwierigkeiten kann die Trennung der emers von der schwimmend/flutend/submers wachsenden Vegetation bereiten. In Flüssen und breiten Bächen sind diese zwei Vegetationstypen häufig in deutlicher Weise räumlich getrennt, indem die Hydrophyten bevorzugt oder ausschließlich in Gewässermitte bei größerer Wassertiefe, die Helophyten im randlichen Flachwasserbereich wachsen (Abb.1). Bei schmalen Wiesenbächen und -gräben dagegen ist die

Emersvegetation in der Regel so dicht entwickelt, daß sich die Hydrophytenvegetation nur artenarm und fragmentarisch ausbilden kann, häufig auf der gleichen Fläche als untere Schicht(en) unterhalb der Emersschicht. Um jedoch ein Gemenge von Arten völlig unterschiedlicher Wuchsformen zu vermeiden, gilt in beiden Fällen: Hydrophytenvegetation muß von Helophytenvegetation getrennt aufgenommen werden, unabhängig von der Zahl der beteiligten Arten sowie der Größe und relativen Lage der Probefläche(n)! Daraus folgt konsequenterweise, daß die zwei Vegetationstypen auch unterschiedlichen syntaxonomischen Einheiten zugeordnet werden müssen und nicht, wie häufig in der Literatur zu finden, in einer Aufnahme und einer synsystematischen Einheit untergebracht werden dürfen: Aufnahmen von Hydrophyten werden den Klassen *Potametea*, *Charetea* oder *Lemnetea*, von Helophyten meistens der Klasse *Phragmitetea* zugeteilt (vgl. PASSARGE 1982).



Abb. 1: Grundwasserbach in der südlichen Oberrheinebene (Blick von einer Straßenbrücke schräg hinunter): deutliche Trennung von randlicher Helophyten-Vegetation (dominierend *Nasturtium officinale*) und in Gewässermitte wachsender Hydrophyten-Vegetation (*Nasturtium officinale* fo. *submersum*, *Veronica anagallis-aquatica* fo. *submersa*, *Callitriche obtusangula*, *Lemna minor*, *L.minuscula*, *L.trisulca* u.a.).

Für bestimmte Fragestellungen dürfte es vorteilhaft sein, die Hydrophyten- und die Helophytenaufnahme jeweils gleicher Probefläche nach getrennter Aufnahme und Klassifizierung wieder zusammenzuführen und in einer pflanzensoziologischen Tabelle zu vereinen. So

kann z.B. für eine Libellenart unmittelbar festgestellt werden, welche Schichten von Vegetation in einer bestimmten Fläche entwickelt sind und einen Überlagerungs- oder Durchdringungs-komplex bilden; jede Schicht kann dabei für die Art eine eigene Bedeutung für eine bestimmte Aktivität oder eine bestimmte Lebensphase besitzen, z.B. flutende Vegetation als Eiablagesubstrat und Emersvegetation als vertikales Element zum Schlüpfen. In jedem Fall aber müssen die zwei Vegetationstypen in unterschiedlichen Teilen der Tabelle gesondert aufgeführt und in der Legende als unterschiedliche syntaxonomische Einheiten ausgewiesen sein!

2.3 Das Problem der Phänomorphen

Eine besondere Schwierigkeit stellt die Aufnahme und synsystematische Einordnung solcher Bestände dar, deren Arten in Abhängigkeit von den hydrologischen Bedingungen unterschiedliche „formae“ (sensu GLÜCK 1911) ausbilden. Da es sich bei den Submers- und Emersformen eines Bestandes in den meisten Fällen wahrscheinlich um die Pflanzen eines Klons oder weniger Klone handelt, habe ich sie als „Phänomorphen“ bezeichnet (BUCHWALD 1992); sie unterscheiden sich aufgrund unterschiedlicher ökologischer Bedingungen in ihrem Phänotyp, in der Regel aber nicht in ihrem Genotyp - eine Voraussetzung, die bei Formen gegeben sein müßte!

In *C. mercuriale*-Fortpflanzungsgewässern wurden vor allem die Arten *Sium erectum*, *Mentha aquatica*, *Veronica beccabunga* und *V. anagallis-aquatica*, *Myosotis scorpioides* und *Nasturtium officinale* in mindestens zwei Phänomorphen angetroffen und aufgrund ihrer sehr ähnlichen emersen Wuchsform unter dem morphologischen Typus „Krautpflanze“ gefaßt (BUCHWALD 1989); dieser Typus sei nach einer der typischen Arten benannt und im Folgenden als „nasturtiid“ bezeichnet. Die Aufnahme ihrer Bestände bietet im Gelände Probleme, wenn beide Phänomorphen - häufig durch Übergangsmorphen miteinander verbunden und schwer abtrennbar! - in ein und demselben Gewässer und Gewässerabschnitt vorkommen. Sofern wirklich nach makroskopischen Merkmalen unterscheidbare Phänomorphen vorliegen, sollte die obige Forderung nach Trennung von Helophyten- und Hydrophytenvegetation besondere Beachtung finden: submerse und flutende Bestände werden zur Hydrophyten-, emerse Bestände (mit Blüten deutlich über der Wasseroberfläche) zur Helophytenvegetation gestellt. Als wesentliche Argumente für eine solche Zuordnung seien angeführt:

- Flutende/submerse Phänomorphen unterscheiden sich im typischen Fall deutlich von emersen Phänomorphen, v.a. hinsichtlich der Internodienlänge, der Blattlänge und -breite, der Länge der Ausläufer und ggf. der Anzahl, Länge und Breite der Fiedern (vgl. GLÜCK 1911, 1936).
- Auch in ihrer Phänologie unterscheiden sich die zwei Phänomorphen: flutende/submerse Phänomorphen blühen nur in Ausnahmefällen, die maximale Biomasse ist häufig im Winter oder Frühjahr, teilweise aber auch im Laufe der Vegetationsperiode zu verzeichnen; die emersen Phänomorphen zeigen ihr Maximum (incl. Blühperiode und Fruchtreife) im Hoch- oder Spätsommer.
- Die flutenden/submersen Phänomorphen besiedeln den gleichen Lebensraum wie die Hydrophyten, mit gleicher oder ähnlicher Wassertiefe und Entfernung vom Ufer; damit sind sie den gleichen ökologischen Bedingungen unterworfen wie diese. Die Wuchsbedingungen der emersen Phänomorphen sind aber ganz andere.

In zahlreichen Untersuchungen von Fließgewässer-Vegetation fehlt die eigene Kennzeichnung von submers/flutenden Phänomorphen - sei es, weil diese im Gebiet nicht vorhanden waren, sei es aber auch, weil sie schlicht nicht aufgenommen oder den emers wachsenden Beständen zugeordnet wurden. Einige Autoren dagegen (z.B. WEBER-OLDECOP 1970/71, ARENDT 1982, CARBIENER & ORTSCHKEIT 1987, CORBETTA & PIRONE 1989) trennen Emersbestände strikt von Submersbeständen; die dominierenden Submersbestände von *Sium erectum*, *Nasturtium officinale*, *Mentha aquatica* u.s.w. fassen sie mit Hydrophyten wie *Ranunculus trichophyllos*, *Potamogeton* spp., *Callitriche* spp., *Elodea canadensis* und anderen zum *Ranunculo-Sietum erecti-submersi*

Th. Müller 1962 (syn. *Beruletum angustifoliae submersae* Roll 1938) zusammen. Diese Gesellschaft ist umstritten, da sie kaum eigene Charakter- und Differentialarten besitzt und die dominierenden und typischen Arten - mit ihren emers wachsenden Phänomorphen - als Charakter- bzw. typische Arten des Verbandes *Glycerio-Sparganion* gelten. Dennoch scheint mir die synsystematische Fassung solcher submers und flutend wachsender Bestände als eigene Assoziation aus folgenden Gründen gerechtfertigt:

- Die untergetauchten, oft ausgedehnte Rasen bildenden Bestände von *Sium*, *Nasturtium* etc. sind keiner anderen Hydrophyten Gesellschaft zuzuordnen.
- Sie besitzen, wie die Grundwasser- und Quellbäche im Elsaß, auf der Schwäbischen Alb und in der Münchener Ebene zeigen, eine ökologische Spezifität.
- Sie beherbergen darüber hinaus, wie zukünftige Untersuchungen zeigen müssen, möglicherweise eine eigenständige phytobionte Fauna.

Eine stellenäquivalente Gesellschaft stellt das *Veronico anagallis-aquaticae-Apietum nodiflori submersi* Buchwald 1992 dar, das in Mittelitalien kühle, basenreiche, recht saubere Fließgewässer unterschiedlichen Nährstoffgehaltes besiedelt. Diese Assoziation ist in West- und Südeuropa wahrscheinlich weit verbreitet, worauf die Beschreibungen einiger Autoren von submersen *Apium nodiflorum*-Beständen hinweisen.

3. *Coenagrion mercuriale* (Helm-Azurjungfer)

3.1 Verbreitung

Coenagrion mercuriale ist ein südwesteuropäisches Faunenelement, dessen Hauptverbreitung im südlichen und westlichen Frankreich sowie in Teilen Iberiens liegt. Das Areal erstreckt sich im Osten bis zum nordöstlichen Balkan, im Norden bis nach Südengland, den Niederlanden und Norddeutschland (SCHORR 1990). In Deutschland liegen die meisten derzeit bekannten Vorkom-

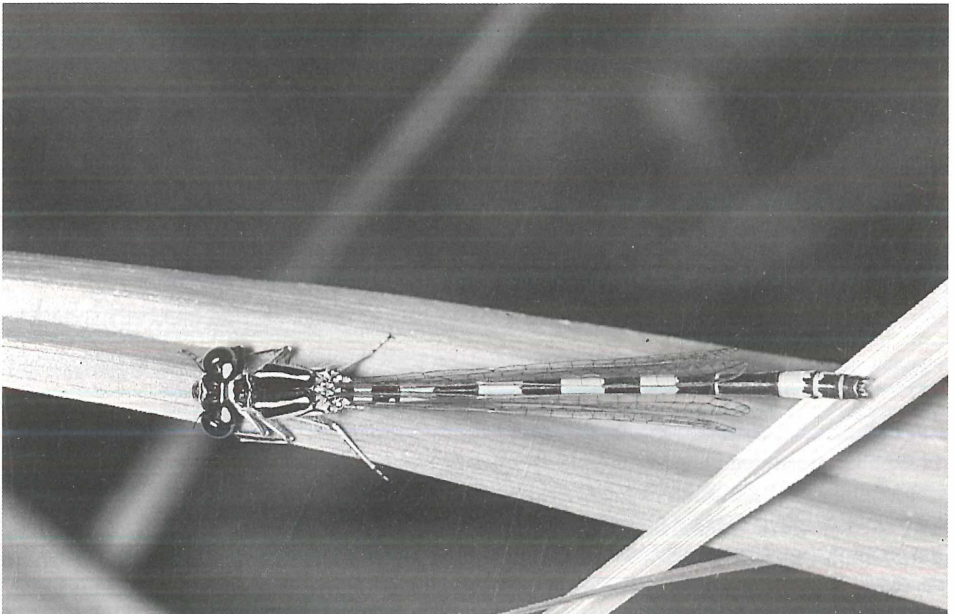


Abb. 2: Männchen von *Coenagrion mercuriale* mit charakteristischer Abdominalzeichnung (Foto: K.Sternberg).

men in Baden-Württemberg, während die Art nach Osten und Norden deutlich seltener wird (Ausnahme Thüringen; vgl. ZIMMERMANN 1989) und in einigen Bundesländern sogar ganz fehlt.

In Südwestdeutschland wurde *C. mercuriale* im gesamten Voralpenraum zwischen Memmingen und Engen/Hegau gefunden. Darüber hinaus existieren Populationen im westlichen Hochrhein-gebiet; in der Oberrheinebene ist die Art zwischen Müllheim und der Vorderpfalz fast lückenlos nachgewiesen, wobei die größte Dichte an bodenständigen Populationen zwischen Bad Krozingen und Kehl liegt (SCHORR 1990, BORSUTZKI et al. 1993).

3.2 Lebensräume

Die Helm-Azurjungfer besiedelt in Südwestdeutschland - wie wahrscheinlich im gesamten Mitteleuropa - ausschließlich 3 Biotoptypen (BUCHWALD 1989):

- Quellgewässer der großen Stromauen, vor allem Gießen und Quellbäche
- Wiesenbäche und -gräben
- Rinnsale präalpiner Kalkquellmoore und -sümpfe



Abb. 3: Typischer Wiesenbach der südlichen Oberrheinebene mit bodenständigem *Coenagrion mercuriale*-Vorkommen; randlich *Phalaris arundinacea*, *Filipendula ulmaria* und *Nasturtium officinale*, submers wachsend kleine Flecken von *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus trichophyllos* und *Nasturtium officinale* fo. *submersum*.

Von diesen Biotoptypen werden im Folgenden - soweit nicht anders angegeben - die Wiesenbäche und -gräben behandelt, die bei weitem den größten Anteil der *C. mercuriale*-Fortpflanzungsgewässer ausmachen. Es handelt sich um langsam bis mäßig schnell fließende (0,01-0,35 m/sec), besonnte, mäßig basenhaltige bis basenreiche (Gesamtleitfähigkeit 115-750 μ S; Carbonathärte $>2,0^{\circ}\text{dH}$; Gesamthärte $>2,5^{\circ}\text{dH}$), neutrale bis alkalische (pH 6,8-8,5) Gewässer (BUCHWALD 1989); dabei werden naturnahe Bachläufe ebenso wie monotone Gräben besiedelt (Abb.3,4).



Abb. 4: Mit Steinquadern ausgekleideter Graben mit (möglicherweise bodenständiger) Population von *Coenagrion mercuriale*; das Gewässer wird seit einigen Jahren sich selbst überlassen, so daß sich neben *Phalaris arundinacea*-Beständen auch *Polygonum hydropiper*, *Veronica beccabunga*, *Callitriche stagnalis* und andere Arten ansiedeln konnten.

3.3 Vegetation: Pflanzengesellschaften, Pflanzenarten

Innerhalb des südwestdeutschen Areals wurden 144 *C. mercuriale*-Vorkommen auf ihre Helophyten- und Hydrophytenvegetation in den Fortpflanzungsgewässern untersucht.

- a) Emersvegetation. Bei den Untersuchungen ergab sich, daß *C. mercuriale* nur in solchen Fließgewässern bodenständig ist, deren emerse Vegetation von *Sietum erecti*, *Nasturtietum officinalis*, *Sparganietum erecti* (s.str.), *Glycerio-Sparganietum neglecti*, *Glycerietum fluitantis*

oder *Phalaridetum arundinaceae* gekennzeichnet ist (Tab.1). In einigen Fällen wurden auch zwei oder drei dieser Assoziationen in Folge oder Durchdringung gefunden, in einzelnen Gewässern wuchs zusätzlich eine andere Assoziation wie das *Glycerietum plicatae*, das *Glycerietum maximae* oder das *Caricetum paniculatae*.

Nach OBERDORFER (1992) sind in Südwestdeutschland 35 Assoziationen oder ranglose Gesellschaften der Klasse *Phragmitetea* nachgewiesen, die ausschließlich oder teilweise in Fließgewässern vorkommen. Mit der Besiedlung von nur 6 dieser 35 Gesellschaften (=17%) zeigt *C. mercuriale* eine hohe Selektivität in der Auswahl von Fortpflanzungsgewässern in Hinsicht auf deren Helophyten-Vegetation.

Tab. 1: Vorkommen von *Coenagrion mercuriale* in Fließgewässern mit unterschiedlichen Helophyten-Assoziationen in vier Regionen Südwestdeutschlands; angegeben sind jeweils die absolute und relative (in %) Anzahl der Vorkommen. Bei einigen Habitaten kommen jeweils zwei Gesellschaften in Folge oder Durchdringung vor, so daß die Summe der Gesellschaftsbestände teilweise über derjenigen der Habitate liegt.

Region	nörtl. Oberrhein- ebene, Vorder- pfalz	südl. Oberrhein- ebene, westl. Hochrhein- gebiet	westl. Bodensee- raum	nörtl. Bodensee- raum, Ober- schwäb. Hügelland
Anzahl Fließgewässer	30	80	14	19
Pflanzengesellschaften:				
<i>Sietum erecti</i>	7/23	7/9	9/64	6/32
<i>Nasturtietum officinalis</i>	2/7	8/10	2/14	9/47
<i>Sparganietum erecti</i> (s.str.)	3/10	4/5	2/14	2/11
Glyc.- <i>Sparganietum neglecti</i>	3/10	10/13	-	-
<i>Glycerietum fluitantis</i>	5/17	7/9	-	-
<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	12/40	44/55	1/7	2/11

b) Hydrophyten-Vegetation. Über die schwimmende, flutende oder rein submerse Vegetation der *C. mercuriale*-Fortpflanzungsgewässer können noch keine zusammenfassenden und endgültigen Aussagen getroffen werden. Da - vor allem in flachen und schmalen Bächen und Gräben - in der Regel nur außerordentlich artenarme Fragmente ausgebildet sind (vgl. Kapitel 2.2), ist deren eindeutige systematische Zuordnung in vielen Fällen (noch) nicht möglich. Wo jedoch ausgedehnte Hydrophyten-Bestände vorgefunden wurden, handelt es sich in den meisten Fällen um das (*Ranunculo*-)*Sietum erecti*-*submersi* (syn. *Beruletum angustifoliae submersae*), um das *Callitrichetum obtusangulae* und um die *Callitriche stagnalis*-Gesellschaft; darüber hinaus wurden in einzelnen Fällen Bestände von *Potametea*- oder *Potametalia*-Arten wie *Elodea canadensis*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Ranunculus trichophyllos* und anderen gefunden. Als häufigste Wasserpflanzen bzw. -formen kommen vor: *Callitriche stagnalis* et *platycarpa* (in 26% der untersuchten Gewässer; Tab.2), *Sium erectum* fo. *submersum* (26%), *Callitriche obtusangula* (21%), *Nasturtium officinale* fo. *submersum* (20%), *Lemna minor* (15%), *Veronica beccabunga* fo. *submersa* (14%) und *Glyceria fluitans* fo. *submersa* (13%).

Noch deutlicher wird die Koinzidenz der *C. mercuriale*-Vorkommen mit spezifischer Vegetation, wenn man darüber hinaus die in den genannten Gesellschaften vorkommenden Pflanzenarten betrachtet. In fast allen Fortpflanzungsgewässern tritt mindestens einer der folgenden Helophyten (jeweils mit emersen und submersen Anteilen) bzw. Hydrophyten auf (Tab.2).

Wie eigene Beobachtungen und zerstreute Angaben in der Literatur zeigen, wachsen einige der genannten Arten ausschließlich oder überwiegend, die anderen Arten (mit * gekennzeichnet) zu einem geringeren Teil in quellnahen und/oder grundwasserbeeinflussten Gewässern - ein

Befund, der durch die Lage des Gewässers, die Grundwasserstände und den Jahresgang der Wassertemperaturen angezeigt wird.

Tab. 2: Wesentliche Pflanzenarten in den Wiesengraben und -bächen mit Vorkommen von *Coenagrion mercuriale*; angegeben ist jeweils die Stetigkeit (in %) in n = 117 untersuchten Gewässern. Bei den Helophyten kennzeichnet die erste Zahl die emersen Anteile, die zweite die submersen/flutenden Anteile.

<i>Sium erectum</i>	40/26
<i>Nasturtium officinale</i>	28/20
<i>Myosotis scorpioides</i>	31/ 8
<i>Mentha aquatica</i>	32/ 3
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	19/ 5
<i>Veronica beccabunga*</i>	31/14
<i>Glyceria fluitans*</i>	18/13
<i>Ranunculus trichophyllos</i>	3
<i>Groenlandia densa</i>	2
<i>Callitriche obtusangula</i>	21
<i>Callitriche stagnalis et platycarpa*</i>	26
<i>Callitriche (cf.) hamulata*</i>	7
<i>Elodea canadensis*</i>	6

3.4 Biotopbindung

Tierarten können grundsätzlich auf zweierlei Weise an spezifische Vegetation gebunden sein: in direkter Abhängigkeit durch unmittelbare Nutzung von Vegetation und der sie aufbauenden Pflanzenarten (z.B. durch Fraß, als Larvenhabitat) oder in indirekter Abhängigkeit, wobei Vegetation beispielsweise als umgebender Raum mit spezifischem Mikroklima oder als Signalgeber für bestimmte abiotische Faktoren (s.u.) fungiert.

Über eine unmittelbare, spezifische Nutzung von Pflanzenarten und Vegetation gibt es für *C. mercuriale* bisher keinerlei Hinweise, ebensowenig wie für fast alle übrigen mitteleuropäischen Libellenarten (vgl. BUCHWALD 1991). Die Eier werden endophytisch in eine Vielzahl von Pflanzenarten abgelegt, sofern die betreffenden Teile knapp über oder unter der Wasseroberfläche liegen und das Pflanzengewebe für das Einstechen des Legeapparats ausreichend weich ist. Auch werden als Sitz- oder Landeplatz oder als Schlüpfsubstrat keine bestimmten Pflanzenarten bevorzugt oder gar ausschließlich genutzt - unter der Voraussetzung, daß eine gewisse Mindesthöhe und -festigkeit gegeben ist, nutzt *C. mercuriale* alle im betreffenden Gewässer vorkommenden Emerspflanzen. Daraus folgt, daß für die Bindung an spezifische Vegetation bei dieser Art nur eine indirekte Abhängigkeit in Frage kommt.

Die detaillierte ökologische Analyse einer Vielzahl von *C. mercuriale*-Habitaten ergab, daß die Art durch 4 Faktoren an ihre Fortpflanzungsgewässer gebunden ist (Tab.3).

1. **Besonnung.** Die Fließgewässer sind durchweg besonnt, oder es sind nur kurze Abschnitte von maximal 5(-10)m von beschattendem Galeriewald gesäumt; in einem besiedelten Fließwasserabschnitt ist maximal 20% der Gesamtlänge beschattet. *C. mercuriale* als atlanto-mediterrane Libellenart hat mit Sicherheit hohe thermische Ansprüche im Bereich der Fortpflanzungshabitate, sowohl was die Luft- als auch (wahrscheinlich!) die Wassertemperaturen angeht; Untersuchungen zu dieser Frage sind noch nicht abgeschlossen.
2. **Strömung.** *Coenagrion mercuriale* als rheobionte Libellenart benötigt eine erkennbare Strömung im Fließgewässer; mit der Strömung ist eine ganzjährige Mindestkonzentration an Sauerstoff verbunden, die für die *C. mercuriale*-Larven mindestens 2,5-3,0 mg/l betragen muß (BUCHWALD 1989).

Tab. 3: Ausbildung der 4 für die Biotopbindung von *Coenagrion mercuriale* wesentlichen ökologischen Faktoren in n=117 Fortpflanzungsgewässern dreier Regionen Südwestdeutschlands.

Faktor:	Besonnung/Beschattung		Fließgeschwindigkeit (cm/sec)		Permanenz der Wasserführung		Nasturtiden-Vegetation		Hydrophyten-Vegetation				
	durch-	maximal	0	1-15	10-35	niemals	alle 5-10	0	1-20	0	1-20	>20	
	gehend	mehr als	0	1-15	10-35	ausstrocknend	Jahre	0	1-20	0	1-20	>20	
	besonnt	schattet	besonnt	schattet	besonnt	schattet	regelm.						
Region	(Anzahl untersuchte Gew.)												
1. Vorderpfalz, Oberrhein-	49	26	0	42	33	61	14	10	45	20	4	33	38
ebene, Hochrheingebiet	(65)	(35)	(0)	(56)	(44)	(81)	(19)	(13)	(60)	(27)	(5)	(44)	(51)
(n=75)													
2. Täler des Westschwarz-	16	4	0	15	5	13	7	2	13	5	0	12	8
waldes (n=20)	(80)	(20)	(0)	(75)	(25)	(65)	(35)	(10)	(65)	(25)	(0)	(60)	(40)
(n=20)													
3. Alpenvorland (n=22)	17	5	0	18	4	19	3	0	5	17	1	14	7
(n=22)	(77)	(23)	(0)	(82)	(18)	(86)	(14)	(0)	(23)	(77)	(5)	(64)	(32)
(n=22)													
Summe (n=117)	82	35	0	75	42	93	24	12	63	42	5	59	53
(n=117)	(70)	(30)	(0)	(64)	(36)	(79)	(21)	(10)	(54)	(36)	(4)	(50)	(45)
(n=117)													

3. Permanenz der Wasserführung. Die Larven der Helm-Azurjungfer sind wie diejenigen der meisten übrigen Azurjungfer(Fam. Coenagrionidae)-Arten nicht an zeitweise Austrocknung ihres Lebensraumes angepaßt - ein Befund, der mehrfach nachgewiesen wurde durch vollständigen Ausfall der Imaginalpopulation nach vorangegangener Austrocknung. Tatsächlich trocknen Wiesenbäche und -gräben mit großer bodenständiger *C. mercuriale*-Population niemals oder nur in außerordentlich heißen und trockenen Sommern auf Teilstücken aus.

4. Quellnähe und/oder Grundwasserbeeinflussung. Die Fortpflanzungsgewässer sind fast ausschließlich grundwasserbeeinflußt und/oder liegen in Quellnähe; bei den übrigen Vorkommen handelt es sich um von Kühlwasser einer Fabrik gespeiste Gräben, deren Jahresgang der Wassertemperaturen demjenigen von langsam fließenden, besonnten Quellgewässern sehr ähnlich ist. Mit dieser Charakteristik sind in den *C. mercuriale*-Gewässern recht hohe Minima der Wintertemperaturen von ca. (4-)5-10°C verbunden, mit diesen wiederum das Vorkommen der oben genannten kennzeichnenden Helo- und Hydrophyten und einer ganzjährig assimilierenden, submers oder flutend wachsenden Wasservegetation .

Es wird deutlich, daß *C. mercuriale* vorwiegend aufgrund der Larvenansprüche (Faktoren 2-4, wahrscheinlich auch Faktor 1), kaum dagegen aufgrund von Ansprüchen der Imagines (Faktor 1) an ihren Lebensraum gebunden ist. Im Gegensatz zum Faktor „Quellnähe/Grundwasserbeeinflussung“ gelten die 3 Faktoren „Besonnung“, „Strömung“ und „Permanenz der Wasserführung“ nicht spezifisch für *C. mercuriale*, sondern für (fast) alle Libellenarten kleiner Fließgewässer in Mitteleuropa. Für die Biotopbindung von *C. mercuriale* an spezifische Fließgewässer kommt daher nur der Faktor „Quellnähe/Grundwasserbeeinflussung“ in Frage - sofern in zukünftigen Untersuchungen nicht zusätzliche Faktoren der Biotopbindung ermittelt werden: er bedingt die Spezifität der besiedelten Fließgewässer und deren Vegetation, und zusätzlich ist er ein wesentliches Merkmal, hinsichtlich dessen sich *C. mercuriale* gegenüber ökologisch nahestehenden Arten einnisch. Keine andere Fließwasser-Libellenart Mitteleuropas - mit Ausnahme von *Orthetrum coerulescens* - ist in ihrem Vorkommen auf Grundwasser- und Quellbäche beschränkt, obwohl jede auch diesen Gewässertyp (unter anderen) als Fortpflanzungsgewässer nutzt.

Aufgrund welcher Befunde läßt sich die besondere Bedeutung der ganzjährig vorhandenen Submersvegetation für die Biotopbindung von *C. mercuriale* nachweisen?

- In einer limnologischen Untersuchung wies THELEN (1992) nach, daß sich die Larven überwiegend und ganzjährig in Submersbeständen aufhalten - bevorzugt solcher Arten, die sowohl emerse als auch submerse Anteile ausbilden; dies waren in den untersuchten Gewässern vor allem *Nasturtium officinale* und *Phalaris arundinacea*. Selten wurden dagegen Larven in *Fontinalis antipyretica*-Beständen und an Wurzeln von *Alnus glutinosa*, niemals im sandigen oder schlammigen Sohlensubstrat gefunden (entgegen CORBET 1955). Die Verfasserin konnte darüber hinaus belegen, daß die Larvalentwicklung in einem Grundwasserbach 2 Jahre, in einem thermisch belasteten Graben (s.o.) dagegen 1 Jahr dauert.
- In einer Region der Oberrheinebene, von deren *C. mercuriale*-Vorkommen ich die Lokalitäten nicht kannte, lief ich im Februar 1986 zahlreiche Bäche und Gräben ab und trug Strecken mit submerser Kraut- und Wasserpflanzenvegetation in die betreffenden Meßtischblätter ein. Dabei ergab sich eine fast vollständige Koinzidenz mit denjenigen Fließgewässern und Abschnitten, an denen A. & S. Heitz (mdl.) im Vorsommer Imagines festgestellt hatten. Geringfügige Abweichungen ergaben sich nur dort, wo auf kleinen Strecken Submersvegetation fehlte, die Art diese suboptimalen Bereiche aber von denjenigen angrenzenden Abschnitten her besiedelt hatte, die Submersvegetation aufwiesen.

3.5 Habitatwahl

Nach den Ausführungen der beiden vorangehenden Kapitel stellt sich die Frage, mit Hilfe welcher Faktoren *C. mercuriale* bei Neu- oder Wiederbesiedlungen die für sie geeigneten Fortpflanzungsgewässer findet, auf welche Weise sich also die Habitatwahl der Art vollzieht. Grundsätzlich dürfte die Habitatwahl von Libellen durch das Zusammenwirken mehrerer Faktoren ausgelöst werden, von denen Mikroklima, Vegetation, Größe, Tiefe und ggf. Strömung des Fortpflanzungsgewässers sowie das Vegetationsmosaik umgebender Flächen wahrscheinlich von besonderer Bedeutung sind (BUCHWALD 1989, 1991). Eine Libelle ist sicherlich imstande, mit Hilfe ihrer Sinnesleistungen unmittelbar bei der Habitatwahl einen Teil solcher Faktoren wahrzunehmen, deren jeweilige Ausprägung die Habitatwahl in fördernder oder hemmender Weise beeinflusst. Andere Faktoren dagegen sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht wirksam; für diese benötigen die Tiere Signalgeber, welche bereits zum Zeitpunkt der Habitatselektion erkennbar sind und die später wirkenden Faktoren in möglichst eindeutiger Weise anzeigen. Wenn *C. mercuriale* im Juni/Juli neue Fortpflanzungsgewässer sucht oder ehemalige wiederzubesiedeln versucht, kann die Art weder die Permanenz der Wasserführung noch die Permanenz der Submersvegetation wahrnehmen. Es stellt sich also die Frage: wie kann eine Imago der Helm-Azurjungfer beim Abfliegen von Gewässern erkennen, welches von ihnen mit größter Wahrscheinlichkeit in den folgenden Wochen oder Monaten nicht austrocknet und dessen Submersvegetation mit größter Wahrscheinlichkeit auch im Winter bestehen bleibt?

Sowohl die erwähnten Assoziationen (Tab.1) und Pflanzenarten (Tab.2) als auch *C. mercuriale* sind in ihren Vorkommen von den 4 wesentlichen, die Biotopbindung bewirkenden Faktoren - je nach Faktor in unterschiedlichem Maße - abhängig. Meine Theorie lautet nun, daß *C. mercuriale* vor allem die Vegetation mit ihren dominierenden Pflanzenarten als Signalgeber für diese Faktoren nutzt, während andere ökologische Größen höchstens als zusätzliche Signalgeber in Betracht zu ziehen sind. Eine solche Beziehung würde bedeuten, daß die *C. mercuriale*-Imagines bei der Habitatwahl nicht notwendigerweise darauf angewiesen sind, diese Faktoren unmittelbar mit ihren Sinnesorganen wahrzunehmen (Besonnung, Strömung) bzw. mit einer gewissen Erfolgswahrscheinlichkeit „vorherzusehen“ (Permanenz der Wasserführung, Quellnähe/ Grundwasserbeeinflussung und damit winterliche Permanenz der Submersvegetation), sondern sich auf die Signalwirkung der Vegetation aufgrund deren deutlicher Koinzidenz mit den 4 Faktoren „verlassen kann“. Meine Argumente sind folgende:

- Die Permanenz der Wasserführung dürfte durch das Vorkommen bestimmter Wasserpflanzen i. w.S. angezeigt werden, die in regelmäßig austrocknenden Gewässern fehlen, beispielsweise *Callitriche obtusangula*, *Sium erectum* fo. *submersum* oder *Mentha aquatica* fo. *submersa*. Darüber hinaus könnte eine gewisse Mindesttiefe des Fließgewässers von Bedeutung sein, die Voraussetzung für eine dauerhafte Besiedlung zahlreicher Makrophyten ist; dieser Faktor spielt in den *C. mercuriale*-Habitaten jedoch keine Rolle, besiedelt die Art doch Gewässer von 1cm bis 40cm, sehr selten 70-80cm Wassertiefe, gemessen zum Zeitpunkt der stärksten Populationsentwicklung (Juni/Juli) im Bereich der Eiablagepflanzen.
- Die Permanenz der Submersvegetation und die dafür notwendigen hohen winterlichen Wassertemperaturen werden mit größter Wahrscheinlichkeit ausschließlich von der spezifischen Artenzusammensetzung der Vegetation angezeigt: bestimmte Pflanzengesellschaften (Tab.1) bzw. -arten (Tab.2) sind überwiegend oder ausschließlich in quellnahen oder grundwasserbeeinflussten Fließgewässern zu finden und signalisieren damit eine hohe Wahrscheinlichkeit für die winterliche Permanenz der Submersvegetation in solchen Gewässern. Die von der Libellenart sicher oder wahrscheinlich wahrnehmbaren Faktoren „Strömung“, „Besonnung“, „Sohlensubstrat“ oder andere kommen als Signalgeber jedoch nicht in Frage, da sie mit dem Vorkommen wintergrüner Submerspflanzen in keiner Beziehung stehen: diese gibt es in besonnten wie beschatteten, strömenden wie stehenden Gewässern über Kies, Sand oder anderen möglichen Sohlensubstraten! Mit anderen Worten: Für die Hypothese spezifi-

scher Vegetation als Signalgeber spricht deren enge Koinzidenz mit hohen winterlichen Wassertemperaturen und der Permanenz der Submersvegetation; es gibt jedoch keine Argumente, die gegen diese Hypothese sprechen. Dagegen lassen sich für andere theoretisch denkbare Faktoren Argumente finden, die eine Funktion als Signalgeber ausschließen und damit eine solche Hypothese falsifizieren.

Die Theorie, daß Vegetation von Libellen als Signalgeber genutzt wird, setzt deren Vermögen voraus, die Bestände verschiedener Pflanzenarten zu unterscheiden; tatsächlich ist eine solche Fähigkeit für *Ceriagrion tenellum* (BUCHWALD 1991, 1994) in einem Umsetzungsexperiment sowie für *Cercion lindenii* und *Erythromma viridulum* (BUCHWALD unveröff.) in Wahlversuchen nachgewiesen worden. Dabei ist unklar, anhand welcher Merkmale (Höhe, Verzweigung, Beblätterung, Blattfarbe, Blütenform und -farbe etc.) *C. mercuriale* und andere Arten Bestände verschiedener Arten unterscheiden könnten. Im Falle der in den *C. mercuriale*-Fortpflanzungsgewässern vorkommenden Helophyten ist denkbar, daß die einzelnen Arten (Tab.2, oberer Teil) aufgrund ihres sehr ähnlichen Habitus als einheitlicher morphologischer Typus „nasturtiid“ wahrgenommen werden, der durch eine geringe bis mäßige Wuchshöhe, eine meist reiche Verzweigung und Beblätterung sowie (in der Emersform) regelmäßiges Blühen/Früchten gekennzeichnet ist; dies sind *Nasturtium officinale*, *Sium erectum*, *Veronica beccabunga*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Mentha aquatica* und *Myosotis scorpioides*. Es dürfte jedoch außerordentlich schwerfallen, für *C. mercuriale* den Nachweis der Unterscheidung von Pflanzenarten oder morphologischen Typen zu erbringen. Ein solcher Nachweis wäre nämlich nur dann möglich, wenn man die Libellenart in ein bisher unbesiedeltes Fließgewässer umsetzen würde; in diesem dürfte ein Abschnitt keine nasturtiiden Arten und keine Hydrophyten aufweisen, während sie in einen anderen Abschnitt künstlich eingesetzt werden müßten - letzteres ein außerordentlich schwieriges und eine lange Zeit der Etablierung erforderndes Unternehmen!

3.6 Vegetation: Struktur

Nachdem in den vorangehenden Ausführungen eine enge Koinzidenz und kausale Beziehung der *C. mercuriale*-Vorkommen mit der Vegetationszusammensetzung aufgezeigt wurde, stellt sich die Frage, ob die Vorkommen auch mit einer spezifischen Vegetationsstruktur in den Fortpflanzungsgewässern verbunden sind. Zu deren Beantwortung habe ich eine Reihe von Zählungen und Experimenten durchgeführt, von denen im Folgenden zwei dargestellt werden.

- a) Ein Wiesengraben mit monotoner Streckenführung und Vegetation wurde in 5 Abschnitte unterteilt, die sich hinsichtlich mehrerer Parameter voneinander unterscheiden (Tab.4). Es wurden in 28 Kontrollgängen an 10 Untersuchungstagen (16.6.-15.7.1992) die Paare und einzelnen Imagines gezählt und über den gesamten Zeitraum summiert; daraus wurde die Gesamtabundanz (=Gesamtzahl Imagines pro 100m Strecke) und die mittlere Abundanz (=Gesamtzahl Imagines pro 100m Strecke und Kontrolle) ermittelt.

Tab. 4: Häufigkeit der Imagines von *Coenagrion mercuriale* in verschiedenen Teilstücken des Dierloch-Baches bei Freiburg-Hochdorf; n = 28 Kontrollen an 10 Untersuchungstagen (16.6. - 15.7.1992).

Teilstück	a	b	c	d	e
Länge (m)	20	12	20	34	22
Deck. Krautschicht emers (%)	50	10	25	40	98
Deck. Krautschicht submers (%)	10	5	5	30	20
angrenz. Nutzungseinheit (Ost)	Wiese	Wiese	Ackerbr.	Wiese	Acker
Böschungsmahd +/- (Ost)	+	+	-	+	-
Böschungsmahd +/- (West)	+	+	+	+	-
Gesamtzahl Paare	5	4	4	18	0
Gesamtzahl einzelne Imagines	25	22	27	118	15
Gesamtzahl Imagines / 100 m	175	250	175	453	68
mittl. Anzahl Imagines / 100 m	6,3	8,9	6,3	16,2	2,4

Eine direkte Korrelation zwischen der Deckung an emerser bzw. submerser Krautschicht und der Abundanz der Helm-Azurjungfer wurde nicht gefunden, was in Anbetracht der zahlreichen Faktoren, die einen Einfluß auf die Abundanz haben, nicht überrascht. Die weitaus meisten Imagines wurden bei 40% Deckung der Emersvegetation, deutlich weniger bei 10% gefunden; dort war die submerser Krautschicht in 30% bzw. 5% Deckung ausgebildet. Insgesamt besiedelte *C. mercuriale* den gesamten Graben mit Deckungsgraden von 10% bis 98% Emersvegetation und 5-30% Submersvegetation.

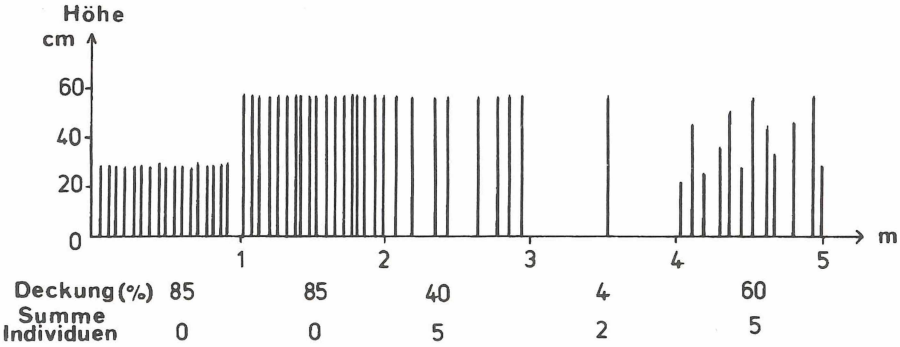


Abb. 5: Wahlversuch mit *Coenagrion mercuriale* in Abschnitten mit *Eleocharis palustris*-Beständen unterschiedlicher Höhe und Struktur (Beobachtungszeit: 17.7.1984, 12.30 Uhr, 13.00 Uhr, 13.30 Uhr; 20.7.1984, 13.30 Uhr und 14.00 Uhr MESZ) (aus BUCHWALD 1989).

b) In einem Experiment wurde ein 5m langer Abschnitt eines Wiesengrabens mit *Eleocharis palustris*-Dominanz in 5 1m-Abschnitte unterteilt, und von diesen wurden einige durch selektiven Schnitt verändert, so daß die Abschnitte sich in Höhe, Dichte und Stufung von *Eleocharis palustris* unterschieden (Abb.5). Es wurde deutlich, daß *C. mercuriale* bereits kleinste Gewässerbereiche von 1m Länge in ihrer Vegetationsstruktur von anders strukturierten, benachbarten Bereichen unterscheidet und in unterschiedlicher Häufigkeit besiedelt. Die höchsten Abundanzen wurden bei 40% und 60% *Eleocharis*-Deckung ermittelt. Obwohl das Ergebnis aufgrund von zu geringer Stichprobenzahl statistisch nicht gesichert ist, hat es allgemeine Bedeutung aufgrund seiner Übereinstimmung mit dem Ergebnis der unter a) beschriebenen Zählung und mit den Ergebnissen anderer Experimente und Zählungen:

Tab. 5: Deckungsklassen der emersen, submersen (incl. schwimmenden und flutenden) und nasturtiiden (nur mit emersen Anteilen) Vegetation in n=117 untersuchten Fortpflanzungsgewässern von *Coenagrion mercuriale*; angegeben ist jeweils die absolute Anzahl der Vorkommen in den einzelnen Deckungsklassen.

Deckungsklassen:	emerse Vegetation	submerser Vegetation	Nasturtiiden- Vegetation
0%	0	5	12
1- 10%	6	34	47
11- 20%	10	24	19
21- 30%	11	12	8
31- 40%	15	9	11
41- 50%	7	9	8
51- 60%	14	8	5
61- 70%	24	7	3
71- 80%	13	6	1
81- 90%	10	2	3
91-100%	7	1	0

übereinstimmend wird erkennbar, daß *C. mercuriale* - bei sonst identischen Bedingungen - Gewässerabschnitte von 30-60% Emersvegetation bevorzugt.

In der Summe aller untersuchten Fortpflanzungsgewässer ist festzustellen, daß *C. mercuriale* Habitate mit Emersvegetation von 3-100% und Submersvegetation von mindestens 1% Deckung (Tab.5; auf die wenigen Ausnahmen wird in Kapitel 3.8 eingegangen) besiedelt. Die Art zeigt zwar deutliche Präferenzen hinsichtlich der Vegetationsstruktur, eine Bindung an spezifische Struktur ist jedoch nicht erkennbar. Die Art ist außerordentlich stark an den Faktor „Quellnähe/Grundwasserbeeinflussung“ gebunden, so daß sie sich möglicherweise - anthropomorph ausgedrückt - die Bindung an einen zweiten spezifischen Faktor (vgl. Kapitel 3.4) gar nicht „leisten kann“. Denn würde sie sich auch hinsichtlich dieses Faktors in gleichem Maße stenök verhalten, wäre die Gefahr einer übergroßen Stenotopie gegeben - die im Falle einer natürlichen oder anthropogenen Veränderung des Lebensraumes leicht eine „ökologische Sackgasse“ bedeuten könnte!

3.7 Nutzung angrenzender Flächen

Aus Tab.4 wird erkennbar, daß die höchsten Abundanzen von *C. mercuriale* in einem untersuchten Wiesengraben nicht nur mit bestimmten Deckungsgraden der emersen und submersen Vegetation, sondern auch mit der Nutzung angrenzender Flächen koinzidieren: die 3 höchsten Abundanzen wurden in Abschnitten mit angrenzender Mähwiese ermittelt.

Mit diesem Befund stimmen Ergebnisse von populationsdynamischen Untersuchungen aus dem Jahre 1988 überein. Es wurde festgestellt, daß sich *C. mercuriale* bis zu einer Entfernung von maximal 10m vom Gewässer entfernt (BUCHWALD et al. 1989). In diesen angrenzenden Flächen besiedeln die Imagines zur Überdauerung ungünstiger Witterungsperioden, zur Übernachtung, Nahrungssuche und Reifung bevorzugt Extensivgrünland, deutlich seltener Brachen (vor allem nach der Mahd angrenzender Wiesen) sowie ungemähte Fettwiesen; niemals wurden dagegen Individuen in Ackerflächen oder Wiesen wenige Wochen nach Mahd gefunden. Auch die ökologisch sehr nahestehende Art *Orthetrum coerulescens* (Kleiner Blaupfeil) bevorzugt Extensivwiesen, besiedelt aber zeitweise auch Ackerflächen und andere Lebensräume (BUCHWALD & SCHMIDT 1990).

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde bei einer Vielzahl von *C. mercuriale*-Gewässern die Nutzung in einem 10m-Streifen beidseits des Gewässers aufgenommen und die gefundenen Nutzungen in wenigen Typen zusammengefaßt. Dabei stellte sich heraus, daß fast alle größeren Populationen mit (in Teilflächen oder vollständiger) angrenzender Wiesenutzung verbunden sind, und der Mindest-Wiesenanteil in diesen Flächen bei 30-40% liegt (BUCHWALD in Vorb.).

3.8 Regionale Stenotopie

Die detaillierte Analyse der Fließwasservegetation in den *C. mercuriale*-Habitaten zeigt, daß von 117 untersuchten Gewässern 12 keine Arten des nasturtiiden Wuchstyps (s.o.) und 2 keine Submersvegetation aufweisen (Tab.5). In 3 Gewässern wurden weder Arten des nasturtiiden Wuchstyps noch Submersvegetation gefunden; dabei handelt es sich in einem Fall um den bereits erwähnten thermisch belasteten Wiesengraben (Wassertemperatur im Jahreslauf: 8,0-24,5°C) mit mittelgroßer *C. mercuriale*-Population, in den zwei anderen um Gewässer in intensiv genutzter Ackerlandschaft mit seit Jahren sehr kleinen Populationen, von denen eine 1992 oder 1993 wahrscheinlich erloschen ist.

Für diese Abweichung von den regulären Verhältnissen sind zwei mögliche Gründe anzuführen:

- In den Gewässern hat es früher Bestände von nasturtiiden Arten gegeben, die durch Eutrophierung, Grundwasserabsenkung oder weitere Ursachen in andere Bestände, häufig des *Phalaridetum arundinaceae* überführt worden sind; parallel dazu ist ein Rückgang oder vollständiger Verlust von Submersvegetation zu verzeichnen. Eine solche Vegetations-

veränderung konnte durch langjährige Untersuchung für mehrere Fließgewässer belegt werden (BUCHWALD in Vorb.). In diesen Gewässern können *C. mercuriale*-Populationen gegebenenfalls überdauern, sofern nicht weitere Habitatfaktoren verändert sind.

- In der südlichen und mittleren Oberrheinebene zwischen Müllheim und Kehl, nicht aber in anderen Teilen des südwestdeutschen Areals, zeigt *C. mercuriale* eine erkennbare Tendenz zur Besiedlung neuer oder Wiederbesiedlung ehemaliger Fortpflanzungsgewässer, worauf u.a. erfolglose Besiedlungsversuche in ungeeigneten Bächen oder Gräben hinweisen. Einige der neu oder wieder besiedelten Gewässer weisen Arten des nasturtiiden Wuchstyps und/oder Submersvegetation auf, andere aber nicht. Im letzteren Fall dürfte *C. mercuriale* ihr enges Habitatschema aufgegeben haben und eine Besiedlung nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“ vollzogen haben - beispielsweise im Falle des erwähnten thermisch belasteten Grabens mit Erfolg! Offensichtlich liegt bei der Art demnach ein regional unterschiedlich enges Verhaltensmuster vor, indem sie im Zentrum ihres südwestdeutschen Areals eine größere Flexibilität des Ausbreitungs- und Habitatwahlverhaltens zeigt als am Rand des Areals, im Westschwarzwald und Alpenvorland.

Auch in Hinsicht auf die besiedelten Biotoptypen (vgl. Kapitel 3.2) wird ein in den einzelnen Regionen unterschiedliches Verhalten der Helm-Azurjungfer deutlich.

1. Im Oberrhein- und westlichen Hochrheingebiet besiedelt *C. mercuriale* in einer Meereshöhe von 80-290m quellnahe oder quellferne, offene Gräben und Bäche, die inmitten von Grünland oder Ackerflächen fließen; als weitere Fortpflanzungsgewässer wurden in der Oberrheinaue Gießen und Quellsbäche nachgewiesen. Die besiedelten Gewässer unterscheiden sich hinsichtlich Breite, Tiefe, Fließgeschwindigkeit und Sohlensubstrat in erheblichem Maße (BUCHWALD 1989). Ihre Emersvegetation wird 6 Assoziationen zugeordnet, wobei in den südwestlichen Teilen ein hoher Anteil an *Phalaridetum*-Beständen auffällt (Tab.1): die Gründe dafür dürften in der besonders intensiven landwirtschaftlichen Nutzung und damit auch Veränderung von Fließwasservegetation sowie im oben dargestellten flexibleren Verhalten der *C. mercuriale*-Imagines liegen.
2. In wärmebegünstigten Tälern des Westschwarzwaldes (Elz, Kinzig, Rench; 140-320m) ist *C. mercuriale* nur in den Abflüssen saurer, recht basenreicher Quellmoore/-sümpfe und der aus ihnen hervorgegangenen *Calthion*-Bestände bodenständig. Es handelt sich um (sehr) schmale, meist langsam fließende Gewässer, deren Emersvegetation zum großen Teil vom *Glycerio-Sparganietum neglecti* und basenreichen Ausbildungen des *Glycerietum fluitantis*, nur vereinzelt von recht nährstoffarmen Ausbildungen des *Phalaridetum arundinaceae* gebildet werden.
3. Im Alpenvorland findet man die Art in 390-600m in Abflüssen von Kalkquellmooren und -sümpfen (*Primulo-Schoenetum menthetosum*, Var. von *Utricularia minor*; BUCHWALD 1989) und der aus ihnen hervorgegangenen *Calthion*-Bestände. Auch hier handelt es sich um (sehr) schmale, meist langsam fließende Gewässer, wobei 2 Habitate im westlichen Bodenseeraum bereits Übergänge zum Charakter eines typischen Wiesenbaches zeigen. Mit knapp 80% der gefundenen Gesellschaftsbestände (Tab.1) sind *Nasturtietum officinalis* und *Sietum erecti* die stark dominierenden Assoziationen - sie sind als „Leit-Gesellschaften“ der *C. mercuriale*-Gewässer zu bezeichnen, da sie - häufig in Quellnähe wachsend - die benötigten Arten des nasturtiiden Wuchstyps in größerer Anzahl und Deckung als die anderen Assoziationen aufweisen.

Es wird deutlich, daß *C. mercuriale* am Rande des südwestdeutschen Areals - im Alpenvorland und am Schwarzwaldrand - sich weitaus stenotoper verhält als in dessen Zentrum, der südlichen und mittleren Oberrheinebene, also eine regionale Stenotopie zeigt. Auch im Alpenvorland und Schwarzwald gibt es breitere, tiefere Gewässer mit einer weniger typischen Vegetation, wie sie im Oberrheingebiet zu finden ist; diese werden jedoch nicht besiedelt, die Art bleibt in den schmalen, quellnahen, oligo- bis mesotrophen Fließgewässerabschnitten.

3.9 Gefährdung, Schutz

Die südwestdeutschen *C. mercuriale*-Gewässer liegen zu einem überwiegenden Teil im Kulturland und sind damit durch eine Reihe von Faktoren gefährdet.

- Fehlende Pflege der Gewässer- und Böschungsvegetation, die zur Ausbildung dichter Röhricht-, Hochstauden- oder Brombeerbestände und – bei lange andauernder Brachesituation – zu Verbuschung und Entstehung von geschlossenem Galeriewald führen kann; infolgedessen wird der Gewässerlauf beschattet oder, bei geringer Breite, unmittelbar überwachsen, so daß die freie Wasserfläche nicht mehr erkennbar ist.
- Düngung angrenzender Acker- und Wiesenflächen, damit Konzentrationszunahme eutrophierender Ionen im Wasser und Sediment; als Folge treten übermäßige Verkrautung oder Vegetationsveränderungen auf, meist in Richtung artenarmer Bestände von *Phalaris arundinacea*, *Polygonum hydropiper*, *Impatiens glandulifera* und anderen.
- Intensive Gewässerunterhaltung (häufige Sohlenräumung oder Krautung) wirkt sich negativ vor allem auf die Bachfauna aus, weniger auf - einen Großteil der - Hydrophyten und Helophyten, die sich teilweise außerordentlich schnell vegetativ regenerieren können. Die verheerenden Folgen intensiver Sohlenräumung ist z.B. für *C. mercuriale* und die ökologisch nahestehende Art *Orthetrum coerulescens* nachgewiesen (BUCHWALD & SCHMIDT 1990).

Weitere, aber seltener zu beobachtende Gefährdungen sind die Verschmutzung mit organischen Schadstoffen, Auffüllung mit Bauschutt o.ä., wasserbauliche Maßnahmen wie Verdolung oder Gewässerausbau sowie das regelmäßige Trockenfallen durch Absenkung des Grundwasserspiegels oder Veränderung der Wasserführung (BUCHWALD et al. 1989).

Daß diese Gefährdungen auch zu einem realen Rückgang führen, beweist eine detaillierte Bestandsaufnahme der *C. mercuriale*-Vorkommen im Jahre 1988 (BUCHWALD et al. 1989), bei der sowohl die aktuellen Populationsgrößen als auch die Populationsentwicklung im Verlauf weniger Jahre eine drastische Negativentwicklung anzeigten. Aufgrunddessen rief die Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Freiburg zu Beginn des Jahres 1991 das „Artenhilfsprogramm Helm-Azurjungfer“ ins Leben; es beinhaltet gezielte Pflege- und Aufwertungsmaßnahmen, deren Erfolg durch regelmäßige Abundanzbestimmungen an den Gewässern und in den angrenzenden Flächen kontrolliert wird (BUCHWALD & RÖSKE 1993). Bisher wurden an 35 Fließgewässern in 15 Gemeinden des südlichen und mittleren Oberheintales und angrenzender Schwarzwaldtäler Arbeiten durchgeführt, die auch 1994 fortgesetzt werden sollen. Bei 21 dieser Fließgewässer (an denen 1992 und/oder 1993 Maßnahmen durchgeführt wurden) war ein Vergleich der Abundanzen von 1991 zu 1993 möglich: 6 Vorkommen waren in ihrer Abundanz weitgehend unverändert, während bei 9 Vorkommen eine höhere und bei 6 eine niedrigere Abundanz festgestellt wurde (RÖSKE 1993). Durch die Umsetzung des Artenhilfsprogrammes konnte demnach der negative Trend aufgehalten werden; es ist darüber hinaus sehr wahrscheinlich, daß von den durchgeführten Pflege- und Aufwertungsmaßnahmen in gleicher Weise die Vegetation ebenso wie die übrige Bachfauna profitiert haben.

4. Ausblick

Aus den biozöologischen Untersuchungen zu *C. mercuriale* und anderen Fließgewässer-Libellenarten haben sich zahlreiche Fragestellungen über Fließgewässer-Vegetation ergeben, die ich teilweise in ersten Untersuchungen bearbeitet, teilweise aber auch erst für die kommenden Jahre geplant habe. Sie betreffen vor allem die folgenden 4 Teildisziplinen der Vegetationskunde:

- a) Symphänologie: Welches jahreszeitliche Verhalten zeigen verschiedene Makrophyten, und unter welchen Bedingungen tun sie dies? In welcher Form überwintern sie?

- b) Syndynamik: Sind Fließgewässer-Gesellschaften langfristig stabil, oder verändern sie sich in recht kurzen Zeiträumen, d.h. innerhalb weniger Jahre? In welcher Richtung tun sie dies?
- c) Synökologie: Welche ökologischen Faktoren bedingen spezifisch das Vorkommen bestimmter Gesellschaften, und läßt sich deren Abgrenzung nach floristischen Kriterien durch ökologische Daten stützen?
- d) Symmorphologie: Wie läßt sich Fließgewässer-Vegetation durch Strukturparameter beschreiben und klassifizieren? Können bestehende Klassifikationen übernommen werden?

Solche Untersuchungen dienen zum einen dazu, das Vorkommen von Pflanzenarten und -gesellschaften in ihrer zeitlichen und räumlichen Verteilung in Fließgewässern zu erklären, darüber hinaus auch deren selektive Besiedlung durch einzelne Arten von Libellen und anderen Tiergruppen zu beschreiben und zu analysieren. Damit geht einher, daß die verstärkte Zusammenarbeit von Geobotanikern, Zoologen und Limnologen zum tieferen Verständnis von Fließgewässer-Lebensgemeinschaften und ihrer Beziehung zum Lebensraum unumgänglich sein wird.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die Bedeutung, die spezifische Fließgewässer-Vegetation für das Vorkommen der Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*) in Südwestdeutschland besitzt.

Im ersten Teil werden einige methodische Aspekte behandelt, die bei der Aufnahme und Klassifizierung von Fließgewässer-Vegetation - vor allem in bioökologischen Fragestellungen - wesentlich sind. Großer Wert wird auf die getrennte Aufnahme von Hydrophyten- und Helophyten-Vegetation gelegt, selbst wenn es sich um artenarme Gesellschaftsfragmente in schmalen Bächen oder Gräben handelt. Besondere Schwierigkeiten bereiten Bestände derjenigen Arten, die unterschiedliche Phänomorphen („formae“ sensu GLÜCK) ausbilden. Die submers/flutend wachsenden Phänomorphen müssen aus verschiedenen Gründen der Hydrophyten-Vegetation zugeordnet werden, z.B. Bestände von *Sium erectum*, *Nasturtium officinale* und anderen Arten dem (*Ranunculo*-)*Sietum erecti-submersi*.

Coenagrion mercuriale gilt als Charakterart langsam bis mäßig schnell fließender, besonnter, neutraler bis alkalischer, grundwasserbeeinflußter und/oder quellnaher Wiesenbäche und -gräben. Deren emerse Vegetation läßt sich fast ausschließlich nur 6 Assoziationen zuordnen; die hohe Selektivität in der Gewässerwahl wird darüber hinaus durch das höchste Vorkommen jeweils weniger Arten des nasturtiiden Wuchstyps und von Hydrophyten deutlich. *C. mercuriale* ist durch 4 Faktoren an ihre Fortpflanzungsgewässer gebunden, wobei der Faktor „Quellnähe/Grundwasserbeeinflussung“ - über hohe winterliche Wassertemperaturen, welche die ganzjährige Existenz von Submersvegetation und die phytobionten Lebensweise der Larven ermöglicht - die besondere Spezifität des *C. mercuriale*-Vorkommens ausmacht.

Für die Habitatselektion ist mit großer Wahrscheinlichkeit die spezifische Vegetation der entscheidende Auslöser, indem sie der Libellenart als Signalgeber für die zum Zeitpunkt der Wahl noch nicht erkennbare Permanenz der Wasserführung wie auch der Submersvegetation dient. Hinsichtlich der Vegetationsstruktur zeigt *C. mercuriale* zwar deutliche Präferenzen, ist aber, wie verschiedene Zählungen und Experimente zeigen, an keine spezifische Struktur gebunden. Während die Art im Alpenvorland und in den Schwarzwaldtälern ausschließlich in schmalen, langsam fließenden Quellgewässern vorkommt, besiedelt sie im Kerngebiet des südwestdeutschen Areals, der südlichen und mittleren Oberrheinebene, zusätzlich quellferne, grundwasserbeeinflußte Gewässer unterschiedlicher Breite und Fließgeschwindigkeit (regionale Stenotopie). Zur Erhaltung der gefährdeten Libellenart wurde 1991 ein Artenhilfsprogramm ins Leben gerufen, das in einigen Habitaten bereits deutliche Erfolge erkennen läßt.

Abschließend werden einige Fragestellungen von zukünftigen Untersuchungen über Fließgewässer-Vegetation genannt, die sich unmittelbar aus den dargestellten Ergebnissen biozöologischer Studien ergeben.

Dank

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts sei Frau Prof. Dr. Otti Wilmanns sehr herzlich gedankt.

Literatur

- ARENDET, K. (1977): Soziologisch-ökologische Charakteristik der Pflanzengesellschaften von Fließgewässern des Uecker- und Havel-Systems. - *Limnologica* (Berlin) **14**(1): 115-142.
- BEUTLER, H. (1982): Nachweis der Arktischen Smaragdlibelle *Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840) im Schlaubetal - eine für die DDR neue Großlibelle (Insecta, Odonata, Corduliidae). - *Faunist. Abh. Staatl. Mus. Tierkde. Dresden* **9**(19): 205-209.
- BORSUTZKI, H., BUCHWALD, R., HÖPPNER, B., SCHANOWSKI, A. (1993): 9. Sammelbericht (1993) über Libellenvorkommen (Odonata) in Baden-Württemberg. 37 S., Ulm.
- BUCHWALD, R. (1989): Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. - *Phytocoenologia* **17**(3): 307-448.
- BUCHWALD, R. (1991): Libellenfauna und Vegetation - eine Zwischenbilanz biozöologischer Forschung. - *Beih. Verh. Ges. Ökol.* **2**: 45-62.
- BUCHWALD, R. (1992): Il *Veronico-Apietum submersi*, una nuova associazione dell'Italia centrale. - *Doc. phytosoc. N.S.* **14**: 513-529.
- BUCHWALD, R., HÖPPNER, B., RÖSKE, W. (1989): Gefährdung und Schutzmöglichkeiten grundwasserbeeinflusster Wiesenbäche und -gräben in der Oberrheinebene. Naturschutzorientierte Untersuchungen an Habitaten der Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*, Odonata). - *Natur u. Landsch.* **64**(10): 398-403.
- BUCHWALD, R., SCHMIDT, B. (1990): Der Kleine Blaupfeil (*Orthetrum coerulescens*, Odonata) in Südbaden - spezielle Untersuchungen zu ökologischen Ansprüchen, Populationsdynamik und Gefährdung. - *Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Natursch.* **15**(1): 109-144.
- BUCHWALD, R., RÖSKE, W. (1993): Das Artenhilfsprogramm für gefährdete Libellenarten in Baden-Württemberg. - *Z. Ökol. u. Natursch.* **2**(2): 129-130.
- CARBIENER, R. & ORTSCHKEIT, A. (1987): Wasserpflanzengesellschaften als Hilfe zur Qualitätsüberwachung eines der größten Grundwasser-Vorkommen Europas. In: MIYAWAKI, A. et al. (eds.): *Vegetation ecology and creation of new environments*. - *Proceed. Intern. Sympos. Tokyo*, 283-312.
- CORBET, P.H.S. (1955): The larval stages of *Coenagrion mercuriale* (Charp.) (Odonata: Coenagrionidae). - *Proceed. Roy. Entom. Soc. London* (A) **30**(7-9): 115-126.
- CORBETTA, F. & PIRONE, G. (1989): La vegetazione del fiume Tirino (Abruzzo). - *Arch. bot. ital.* **65**(3/4): 121-153.
- DEMARMELS, J. & SCHIESS, H. (1977): Zum Vorkommen der Zwerglibelle *Nehalennia speciosa* (Charp. 1840) in der Schweiz. - *Viertelj. schr. Naturf. Ges. Zürich* **122**: 339-348.
- GLÜCK, H. (1911): Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse; Teil 3. 644 S., Fischer, Jena.
- GLÜCK, H. (1936): Pteridophyten und Phanerogamen. In: PASCHER, A. (Hrsg.): *Die Süßwasserflora Mitteleuropas*; 2. Aufl., Bd. 15; 486 S., Fischer, Jena.
- KOCH, W. (1926): Die Vegetationseinheiten der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. - *Jb. St. Gall. Naturwiss. Ges.* **61**(2): 1-146.
- MIERWALD, U. (1988): Die Vegetation der Kleingewässer landwirtschaftlich genutzter Flächen. Eine pflanzensoziologische Studie aus Schleswig-Holstein. - *Mitt. Arbeitsgem. Geobotanik in Schl.-Holst. u. Hamb.* **39**: 1-286.
- MÜLLER, T. (1962): Die Fluthahnenfußgesellschaften unserer Fließgewässer. - *Veröff. Natursch. Landsch. pfl. Bad.-Württ.* **30**: 153-163.
- MÜLLER, T. & GÖRS, S. (1960): Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden-Württemberg. - *Beitr. naturk. Forsch. Südwestdtschl.* **19**(1): 60-100.
- OBERDORFER, E. (1992): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, Teil 1. 3. Aufl., 314 S., Fischer, Jena u.a.
- PASSARGE, H. (1982): Hydrophyten-Vegetationsaufnahmen. - *Tuexenia* **2**: 13-21.
- PHILIPPI, G. (1969): Laichkraut- und Wasserlinsengesellschaften des Oberrheingebietes zwischen Straßburg und Mannheim. - *Veröff. Natursch. Landsch. pfl. Bad.-Württ.* **37**: 102-172.

- PHILIPPI, G. (1973): Zur Kenntnis einiger Röhrichtgesellschaften des Oberrheingebietes.- Beitr. naturk. Forsch. Südwestdschl. **32**: 53-95.
- RÖSKE, W. (1993): Pflege und Entwicklung ausgewählter Libellenhabitate in der Oberrheinebene.- Unveröff. Arbeitsbericht zum Werkvertrag 02/93 für die BNL Freiburg; 58 S., Freiburg i. Br.
- SCHORR, M. (1990): Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm Libellen der Bundesrepublik Deutschland.- 465 S., Ursus Sci. Publ., Bilkthoven.
- STERNBERG, K. (1990): Autökologie von 6 Libellenarten der Moore und Hochmoore des Schwarzwaldes und Ursachen ihrer Moorbundung.- Diss. Fak. f. Biol. Univ. Freiburg i. Br.
- THELEN, C. (1992): Untersuchungen zum Larvenhabitat und Entwicklungszyklus der Helmazurjungfer (*Coenagrion mercuriale*, Zygoptera: Odonata) an zwei verschiedenen Gewässern der Freiburger Bucht.- Unveröff. Diplomarbeit Univ. Freiburg i. Br.
- WEBER-OLDECOP, H. (1970/71): Wasserpflanzen-Gesellschaften im östlichen Niedersachsen.- Intern. Rev. ges. Hydrobiol. **55**(6): 913-967 u. **56**(1): 79-122.
- WIEGLEB, G. (1981): Probleme der syntaxonomischen Gliederung der Potametea.- Ber. Intern. Sympos. IVV, Rinteln 1980 (Syntaxonomie), 207-249.
- WIEGLEB, G. (1984): Makrophytenkartierung in Niedersachsen - Methoden, Ziele und erste Ergebnisse.- Inf. Natursch. Landsch.pfl. **4**: 109-136.
- WILDERMUTH, H. (1986): Zur Habitatwahl und zur Verbreitung von *Somatochlora arctica* (Zetterstedt) in der Schweiz (Anisoptera: Corduliidae).- Odonatologica **15**(2): 185-202.
- WILDERMUTH, H. (1992): Habitate und Habitatwahl der Großen Moosjungfer *Leucorrhinia pectoralis* Charp. 1825 (Odonata, Libellulidae).- Z. Ökol. Natursch. **1**(1): 3-21.
- ZIEBELL, S. & KLINGER, P.U. (1980): Zur Ökologie von *Somatochlora arctica* (Zetterstedt 1840) (Odonata).- Drodera '80(1), 17-24.
- ZIMMERMANN, W. (1989): Zur Verbreitung und Ökologie der Helmazurjungfer *Coenagrion mercuriale* (Charpentier) in der DDR.- Entom. Nachr. Berlin **33**(6): 237-243.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Rainer Buchwald, Universität Freiburg, Biolog. Institut II/ Geobotanik, Schänzlestraße 1, D-79104 Freiburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Buchwald Rainer

Artikel/Article: [Zur Bedeutung der Artenzusammensetzung und Struktur von Fließgewässer-Vegetation für die Libellenart *Coenagrion mercuriale* mit Bemerkungen zur Untersuchungsmethodik 61-81](#)