

# Biozöologische Untersuchungen zum Habitatschema des Kleinen Granatauges (*Erythromma viridulum* CHARPENTIER 1840) in der südlichen Oberrheinebene

Holger Hunger

## Summary:

Hunger, H. (1998): Biocoenological investigation into the habitat requirements of *Erythromma viridulum* (CHARPENTIER 1840) in the southern Upper Rhine plains. - Naturschutz südl. Oberrhein 2: 149-158.

The results of studies of a representative spectrum of waters with populations of *Erythromma viridulum* were analyzed in order to develop the species' „habitat key“ - containing hydromorphological, hydrochemical, and physical parameters and information about hydrophyte and helophyte vegetation - for the Upper Rhine plains. The complex interactions between the components of the habitat key are discussed in detail.

In the study area, *E. viridulum* inhabits different types of stagnant waters such as ponds and gravel pits as well as areas of oxbows with slowed water movement. Waters suitable for reproduction have to be furnished with fine-leaved submerged vegetation which is probably required as larval habitat. These hydrophytes have to reach the surface at least partly and during a certain period of time in order to be available as substrates for oviposition and as emergence sites. Hydrophytes with swimming leaves can occur in addition, whereas pure waterlily vegetation is not sufficient.

Other limiting factors for colonization of waters by this holomediterranean damselfly species are insufficient warming of the water during the summer, strong inflow of ground water or surface water, and wave action. Waters which are ice-free during the winter are usually too cool during the summer to be used as reproduction habitats by *E. viridulum*. Protection of the water vegetation - threatened by strong fishing or leisure activities (swimming, boating) is the most important measure for protection of *E. viridulum*.

Keywords: *Erythromma viridulum*, Odonata, habitat, behaviour, hydrophytes, protection, Upper Rhine plains.

## 1. Einleitung

Im Rahmen einer an der Universität Freiburg angefertigten Diplomarbeit (HUNGER 1996) wurden biozöologische Untersuchungen zur Habitatbindung des Kleinen Granatauges (*Erythromma viridulum*) durchgeführt. Folgende Fragestellungen aus der genannten Arbeit werden im vorliegenden Artikel behandelt:

- Welche Gewässertypen werden besiedelt, wie sind deren gewässermorphologische, physikalische und hydrochemische Eigenschaften zu charakterisieren?
- Welche Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften finden sich an den Untersuchungsgebässern?
- Welche dieser Pflanzengesellschaften sind besonders typisch für besiedelte Gewässer?
- Welche Rückschlüsse lassen sich aus Verhaltensbeobachtungen und orientierenden Versuchen zum Schlupf- und Eiablageverhalten in bezug auf die Bedeutung der Ausstattung der Gewässer mit Gewässervegetation, einzelnen Pflanzengesellschaften oder Pflanzenarten ziehen?

## 2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der rechtsrheinischen Seite der südlichen Oberrheinebene und reicht von Altenheim OG im Norden bis südlich Breisach FR. Neben Gewässern im Bereich der Rheinniederung wurden auch solche, die auf der Niederterrasse und in der Freiburger Bucht gelegen sind, sowie ein Komplex von Fischteichen in der Vorbergzone bei Ettenheim OG untersucht.

## 3. Methoden und Konventionen

### 3.1 Untersuchungszeitraum und Auswahl der Untersuchungsgebässern

Da das Kleine Granatauge in der Oberrheinebene sein mitteleuropäisches Verbreitungszentrum aufweist und ein expansives Verhalten zeigt, war es unmöglich, alle Vorkommen innerhalb des Untersuchungsgebietes zu berücksichtigen. Ziel war, ein möglichst breites Spektrum von für die Art als Fortpflanzungshabitat genutzten Gewässern abzudecken und diese Gewässer möglichst gründlich und regelmäßig zu untersuchen. Die insgesamt 42 Untersu-

chungsgewässer - in 29 davon wurde *E. viridulum* nachgewiesen - wurden in den Jahren 1994 und 1995 mindestens viermal, einige bis über 20mal aufgesucht, um zu einer möglichst zuverlässigen Beurteilung ihrer Qualität als Fortpflanzungsgewässer der Art zu kommen.

### **3.2 Messungen physikalischer, hydrochemischer und anderer Parameter**

Einzelmessungen physikalischer und hydrochemischer Parameter besitzen aufgrund der starken tagesperiodischen und saisonalen Schwankungen geringe Aussagekraft. Um möglichst verlässliche Mittelwerte berechnen zu können und gleichzeitig einen möglichst großen Ausschnitt der Gesamtlänge der Schwankungen zu erfassen, wurden bei jedem Besuch eines Gewässers Messungen durchgeführt. Bei jeder Gewässerbegehung erfolgten Messungen der Wasserstände (mittels angebrachter Holzpegel), der Sichttiefe (mit einer Secchi-Scheibe), der Wassertemperatur in 5 cm Tiefe (mittels eines auf 0,1°C genauen Temperaturmoduls), des O<sub>2</sub>-Gehalts (Aquamerck Testset 11107), des pH (Einstabmeßkette CG817T der Fa. Schott), der Leitfähigkeit (temperaturkorrigiertes Freilandmeßgerät Analytik L17 der Firma Bischoff) und der Gesamthärte (Aquamerck Testset 11104). Die Carbonathärte, aus der sich das Säurebindungsvermögen errechnen läßt, wurde an den meisten Gewässern nur einmal gemessen (Aquamerck 11103). Am 20. 1. und 22.1.1995 wurden nach einer längeren Frostperiode alle Gewässer auf Vorhandensein einer Eisdecke geprüft.

Für alle Gewässer erfolgte ein Ausmessen der Größe, ein Ausloten der (wahrscheinlichen) maximalen Tiefe, eine Charakterisierung der Ufermorphologie, eine Beschreibung des geologischen Untergrunds und der vorherrschenden subhydrischen Bodentypen (Terminologie nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982) sowie der vorherrschenden Wasserfarbe.

### **3.3 Untersuchung der Gewässervegetation**

Die Hydrophyten- und die Helophytenvegetation der Gewässer wurde mit der üblichen Methode nach BRAUN-BLANQUET erfaßt. Die Hydrophytenaufnahmen wurden in der Regel vom Schlauchboot aus erhoben; bei einem Teil der Aufnahmen wurde überdies der Gewässergrund tauchend genauer inspiziert.

### **3.4 Erfassungsmethodik für die untersuchte Libellenart**

Um zu einer möglichst sicheren Bewertung der Vorkommen der Libellen an den Untersuchungsgewässern zu kommen, wurden bei jeder Begehung

bzw. Befahrung mit dem Boot Beobachtungen von unverpaarten Imagines, Kopulae und Eiablagen sowie Exuviennachweise notiert. Zu jeder dieser Angaben kamen geschätzte Häufigkeitsangaben nach der von der Schutzgemeinschaft Libellen in Baden-Württemberg (SGL) verwendeten sechsstufigen Skala von Häufigkeitsklassen. Exuvienabsammlungen nahmen eine wichtige Stellung innerhalb der Untersuchungen ein. Der Nachweis von Exuvien ist der sicherste Beleg für die erfolgreiche Fortpflanzung von Libellen und erlaubt bei quantitativem Absammeln sogar eine relativ exakte zahlenmäßige Erfassung einer Schlupfpopulation an einem bestimmten Gewässer bzw. Gewässerabschnitt.

### **3.5 Bewertung der Vorkommen von *Erythromma viridulum***

Aufgrund der kaum zu überwindenden Schwierigkeiten bei der Ermittlung von Populationsgrößen und erst recht von Populationsdichten für Libellen wurde davon abgesehen, mehr als zwei „Güteklassen“ für die Besiedlung der Untersuchungsgewässer durch *E. viridulum* zu bilden. Bei der Auswertung der gesammelten Libellendaten für die Untersuchungsgewässer wurden die Angaben zu Beobachtungen bzw. Fund und die zugehörigen Häufigkeitsklassen sowie die Begehungshäufigkeit berücksichtigt, um die Vorkommen der Arten als „suboptimal“ bzw. „optimal“ einzustufen. Diese etwas vagen Bezeichnungen wurden bewußt gewählt, um auch begrifflich die Schwierigkeit einer genaueren Einteilung zu verdeutlichen:

„Optimales Vorkommen“: Nach dem Gesamteindruck aus allen Begehungen hohe Abundanz und ausreichende Hinweise auf Bodenständigkeit der Art (Exuvienfunde, Tandems und Eiablagebeobachtungen).

„Suboptimales Vorkommen“: Die Art wurde nur vereinzelt oder jedenfalls in bezug auf die als Habitat potentiell nutzbare Gewässerfläche in niedrigen Abundanzen angetroffen. Auch Gewässer, in denen trotz intensiver und häufiger Nachsuche nur vereinzelt Exuvienfunde bei gleichzeitig geringer Abundanz von Imagines gelangen, sind hier eingeordnet.

## **4. Ergebnisse und Diskussion**

### **4.1 Vorstellung der Art**

Das Kleine Granatauge ist eine holomediterrane, wärmeliebende Kleinlibellenart aus der Familie der Schlanklibellen (Coenagriidae), die sich nahezu ausschließlich in der Tauchblattzone aufhält und in der

Ufervegetation nur selten anzutreffen ist. In der Roten Liste für Baden-Württemberg (BUCHWALD, HÖPPNER & SCHANOWSKI 1994) ist die Art unter Kategorie 3 (gefährdet) verzeichnet und gilt am Oberrhein als zerstreut, im Alpenvorland und in den sonstigen Regionen als zerstreut bis selten oder fehlend.

#### 4.1.1 Flugverhalten und Flugzeit

Die ♂♂ fliegen sehr knapp über der Wasseroberfläche. Ihr „hektisch“ wirkender Flug mit hellem Flimmern der Flügel bietet nach eigener Erfahrung eine gute Möglichkeit zur Ansprache der Art auf größere Distanzen; eine nähere Überprüfung des Gewässers mit dem Boot ist dann meist lohnend. Das Große Granatauge (*Erythromma najas*) macht an den untersuchten Gewässern den Eindruck eines weniger agilen Verhaltens (seltenerer Wechsel von Auffliegen und Absetzen) und eines ruhigeren Fluges; bei der sich ebenfalls meist in größerer Uferferne aufhaltenden Pokal-Azurjungfer (*Cercion lindenii*) sind die Flügel während des Fluges meist kaum zu erkennen; die Tiere wirken wie „fliegende blaue Stäbchen“.

Ein Absitzen erfolgt vorwiegend auf horizontalen Strukturen (Schwimmblätter, Algenwatten etc.). Ein häufig beobachtetes, auffälliges Verhalten von auf horizontalem Substrat sitzenden ♂♂ ist eine „Hohlkreuz-Sitzposition“ mit stark nach oben gekrümmtem Abdomen, von der auch DEMARMELS & SCHIESS (1978) und MAUERSBERGER (1987) berichten. Das „Hohlkreuz“ bietet ein gutes Unterscheidungsmerkmal zur parallel zum Untergrund sitzenden Schwesterart *E. najas*. Seltener sitzen die ♂♂ auch an vertikalen Pflanzenteilen (z.B. Tausendblatt (*Myriophyllum*)-Blütenständen), dabei sind ihre Flügel, ähnlich wie bei *Lestes*-Arten, leicht abgespreizt (BUCHHOLZ 1950, GEIJSKES & VAN TOL 1983).

Das Kleine Granatauge kann im Untersuchungsgebiet etwa ab der zweiten Juni-Woche beobachtet werden. Massenhaftes Schlüpfen findet vor allem Ende Juni und Anfang Juli statt. Der Juli ist der Monat der intensivsten Eiablageaktivität. Letzte ♂♂ können noch Anfang September (Letztfund: 5.9.1994) gesichtet werden.

#### 4.1.2 Schlupfverhalten

Exuvien der Art wurden horizontal an oder auf Schwimmblättern von Teichrose (*Nuphar lutea*), Weißer Seerose (*Nymphaea alba*), Schwimmendem Laichkraut (*Potamogeton natans*) und Knoten-Laichkraut (*Potamogeton nodosus*) gefunden. Eine

Rolle als Schlupfsubstrat<sup>1</sup> spielen in einigen Gewässern auch Algenwatten. Nach den eigenen Beobachtungen ist zum Vollziehen des horizontalen Schlupfes eine feste Schlupfunterlage in Form von Schwimmblättern nicht unbedingt nötig, da die schlüpfenden Larven sich häufig lediglich an das Schlupfsubstrat anheften und dabei fast immer mit den Prokten oder dem gesamten Abdomen noch ins Wasser hängen. Sie kriechen dann nach vorne, wobei der eigentliche Schlupfvorgang nach eigenen Beobachtungen meist sehr rasch vor sich geht (oft innerhalb von etwa fünf Minuten abgeschlossen). Zum Schlüpfen wie als Aufenthaltsort zum Strecken, Entfalten der Flügel und Aushärten reichen als Unterlage in ruhigen Gewässern daher auch Algenwatten oder kleinere, die Wasseroberfläche erreichende Pflanzenteile, z.B. von Rauhem Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*).

In Gewässern, in denen die Hydrophytenvegetation keine Schlupfmöglichkeiten bietet, müssen sich die Tiere zum Ufer bewegen, wo sie auch vertikal zu schlüpfen vermögen. In hydrophytenreichen Gewässern kann man aber nur durch Untersuchung der Hydrophytenvegetation (per Boot, schwimmend oder, in flachen Gewässern, wadend) eine Vorstellung von der Größe der Schlupfpopulation erhalten. Häufig kommt es zu Massenschlupfen. Solche Ereignisse dauern oft nur einen Tag und flauen danach sehr schnell wieder ab. Bei günstiger Witterung schlüpfen vereinzelte Tiere noch bis in die Abendstunden hinein (29.6.1995: Schlupf um 19:30 Uhr beobachtet).

#### 4.1.3 Das Eiablagesubstrat - eigene Beobachtungen und Literaturangaben

Eiablagen wurden besonders häufig in Ähriges Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) beobachtet, wobei die verpaarten Tiere teilweise auch auf anderen Pflanzen oder Pflanzenteilen (z.B. treibende Schilfstengel, Laichkräuter) saßen. Auch Rauhes Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*) sowie die Laichkrautarten *Potamogeton nodosus*, *P. lucens* (Glänzendes Laichkraut) und *P. natans* wurden als Eiablagepflanzen genutzt.

Am häufigsten als Eiablagesubstrat genannt werden in der Literatur *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* und *Elodea canadensis* (Kanadische Wasserpest). Weiterhin wird berichtet von Eiablagen in *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut), *Potamogeton crispus* (Krauses Laichkraut),

<sup>1</sup> Der Begriff „Schlupfsubstrat“ wird für alle horizontalen und vertikalen „Schlupfstrukturelemente“ verwendet.

*Potamogeton natans*, *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß), *Chara tomentosa* und *Lemna minor* (Kleine Wasserlinse) (MÜNCHBERG 1935, BUCHHOLZ 1950, SCHIEMENZ 1953, SCHOORL & VERDONK 1979, STARK 1979, SCHNEIDER 1983, MARTENS 1985, LOOS 1989, EB. SCHMIDT 1990, REINBOUD & DE GROOT 1992, MAUERSBERGER 1993, BUCHWALD 1994, B. SCHMIDT 1995). Auch Eiablagen in Algenwatten sollen vorkommen (OTT 1991, B. SCHMIDT 1995); STERNBERG (mündl. Mitt.) fand jedoch nach beobachtetem Eiablageverhalten nie Eier in Algenwatten.

#### 4.2 Habitatschlüssel für *Erythromma viridulum*

Die Untersuchungsergebnisse lassen für das Kleine Granatauge zwei zentrale Anforderungen an seine Siedlungsgewässer erkennen: Erstens muß sich das Gewässer im Sommer stark erwärmen, zweitens muß ein Mindestmaß an Tauchblattvegetation vorhanden sein. Als dritter wichtiger Punkt, der sich allerdings nicht klar von anderen Faktoren isolieren läßt, weist vieles darauf hin, daß die Art stark durch Wellenschlag beeinflusste Gewässer meidet. Im folgenden werden die einzelnen Eigenschaften der von *E. viridulum* als Fortpflanzungshabitate genutzten Gewässer diskutiert.

##### 4.2.1 Allgemeine Gewässereigenschaften

Naturraum: Das Kleine Granatauge kommt sowohl in Gewässern der Rheinniederung als auch der Niederterrasse und der Freiburger Bucht in großen Populationen vor. An den untersuchten Gewässern der Vorbergzone wurden nur vereinzelte Individuen beobachtet.

Umgebung: Über die Gebiete, in denen die frisch geschlüpften Tiere die Zeit der Reifung verbringen, sowie über die Lebensräume der ♀♀ abseits der Fortpflanzungsgewässer ist ebenso wenig bekannt wie über die Schlafplätze der Imagines. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung sind Vorkommen der Art nicht direkt von gut ausgeprägter Busch- oder Baumvegetation in unmittelbarer Nähe des Gewässers abhängig. Strauch- oder Baumvegetation in der Umgebung des Gewässers hat jedoch einen Einfluß auf die im folgenden behandelten Gewässereigenschaften.

Windschutz, Wellenschlag, und Beschattung: Im Untersuchungsgebiet ist die Art auch an windexponierten Gewässern mit optimalen Populationen vertreten. Unter Berücksichtigung des Zusammenspiels von Umgebungsvegetation, Windschutz, Beschattung, Gewässergröße und Wellenschlag lassen sich die folgenden Aussagen treffen:

Generell ist starke Besonnung der Gewässer wichti-

ger als Windgeschütztheit. Insbesondere in kleinflächigen, in dichte Auwaldvegetation eingebetteten Gewässern hat stärkere Beschattung und, damit verbunden, eine geringere Wassererwärmung einen negativen Einfluß auf die Qualität der Gewässer für die Art. Da es in kleinen und flachen Gewässern nicht zu starker Wellenbildung kommt, ist für diese eine freie Lage ohne beschattende Umgebungsvegetation als günstig zu werten. Kleine Gewässer sind häufig auch flach und stark verkrautet, was der Wellenbildung weiter entgegenwirkt.

Für große Gewässer hingegen spielt die Beschattung eine geringere Rolle, da bei ausreichend großer Wasserfläche der Schatten der hohen Vegetation von den gegenüberliegenden Ufern nur bei flachem Sonnenstand eine Rolle spielt; die Tiere können ihre Aktivität von beschatteten auf besonnte Uferstellen verlagern. Bei großen Wasserflächen und gleichzeitig meist großen Wassertiefen kommt es jedoch bei stärkerem Wind zur Wellenbildung, die nach BUCHWALD (1994) und eigenen Ergebnissen von *E. viridulum* offenbar nicht gut vertragen wird. Große Gewässer sind zudem meist auch ärmer an Hydrophyten, so daß die Bremsung der Wellen durch Wasservegetation zu vernachlässigen ist. Das Vorhandensein von flachen, durch Umgebungsvegetation windgeschützten und somit weniger stark wellenbeeinflussten Gewässerteilen (z.B. Buchten) kann daher an großen Gewässern durchaus von Vorteil sein. An Baggerseen mit Kiesabbau sowie am Rheinufer tritt ebenfalls verstärkte Wellenbildung auf; *E. viridulum* kommt an solchen Gewässern nicht zur Fortpflanzung. Der Faktor Wellenschlag ist hier jedoch nicht allein für das Ausfallen von *E. viridulum* verantwortlich: Stark wellenbeeinflusste Gewässer sind meist zugleich nicht sommerwarm und wasserpflanzenreich genug, um die Anforderungen der Art zu erfüllen.

Über die Bedeutung einer windgeschützten Lage der Gewässer gibt es in der Literatur widersprüchliche Meinungen. FLIEDNER (1993b) schreibt für den Bremer Raum: „Durchgehend läßt sich feststellen, daß der Standort einen relativen Schutz gegen Wind bietet ...“. Er konnte die Art bei stärkerem Wind (ab etwa Windstärke 4) nicht mehr am Gewässer entdecken; die Imagines waren fast nur bei warmer Witterung am Gewässer zu finden und stellten schon bei einer Wolke vor der Sonne ihre Flugaktivität ein. Gegensätzliche Erfahrungen dazu finden sich bei JÖDICKE & SENNERT (1986) und MARTENS (1985).

Gewässertypen, Wasseraustausch und Pegelschwankungen: Bei den 29 Untersuchungsgewässern, an denen das Kleine Granatauge nachgewiesen

wurde, handelt es sich sowohl um Sekundärgewässer (13 - z.T. relativ kleine - Baggerseen, acht Tümpel und ein Komplex von Fischteichen) als auch um naturnahe Gewässertypen (vier Altwässer, ein Altarm, zwei flache Gießen). An den Fischteichen sowie den flachen Gießen sind nur suboptimale Populationen entwickelt.

*E. viridulum* ist eine Stillgewässerart, eine Art der Tümpel, Weiher, Altwässer und sehr langsam durchströmter Altarmstellen, die in stärker durchflossenen Gewässern höchstens in strömungsberuhigten Bereichen (Auskolkungen, Flachufer) vorkommt. Wie ausgeführt, fehlt die Art an echten Fließgewässern, bei stärkerer Wellenbeeinflussung tritt sie ebenfalls zurück, zieht sich auf geschützte Bereiche zurück oder fällt ganz aus.

Auch in älteren und zugleich nur extensiv als Angel- oder Badegewässer genutzten Baggerseen, die ein Sukzessionsstadium mit Ausbildung eines Gürtels von Tauchblattvegetation erreicht haben, kommt die Art mit optimalen Populationen vor. Im Gebiet kann sie auch an sehr vegetationsarmen Baggerseen bei der Eiablage gesichtet werden, baut hier aber höchstens kleine Populationen auf, die wahrscheinlich nur durch stete Zuwanderung von Tieren aus in der Nähe liegenden Optimalgewässern aufrechterhalten werden. Die Art kommt in schwach bis deutlich grundwasserbeeinflussten Gewässern zur Fortpflanzung, verträgt jedoch zu starke Grundwasserbeeinflussung oder quelligen Einfluß aus Gründen des Wassertemperaturhaushaltes nicht.

Während *E. viridulum* eine vollständige Austrocknung (bzw. ein Ablassen) ihrer Fortpflanzungsgewässer nicht toleriert, können die typischen Wassertiefstände im Hochsommer der Art dadurch, daß Teile von sonst vollständig submersen Pflanzen trockenfallen, mehr Sitzplätze und Eiablagestellen verfügbar machen und somit eine positive Wirkung haben. Kurzzeitige Durchströmung oder Überstauung durch Hochwasser wird von den Larven offenbar ertragen.

Wassertrübung und -farbe: Die Art besiedelt sehr klare bis sehr trübe Gewässer; sie kann jedoch im großen und ganzen mehr als Art trüber Gewässer gelten. Die meist grünliche Trübung wird in eutrophen Gewässern vor allem durch Plankton hervorgerufen. Seltener ist das Wasser durch Huminstoffe braun gefärbt. Graue Wasserfarbe geht meist auf die Aktivität von Bisam (*Ondatra zibethicus*) oder Graskarpfen (*Ctenopharyngodon idella*) zurück, die sonst klares Wasser in eine trübe „Brühe“ verwandeln können. In glasklaren Gießen fehlt die Art aufgrund der hier nicht ausreichenden sommerlichen Wasser-

erwärmung. In durch mineralische Schwebstoffe (Tyndall-Effekt) azurblauen Baggerseen mit Tiefenbaggerung schließen Hydrophytenarmut und Wellenschlag die in unmittelbar benachbarten Gewässern reichlich vorkommende Art aus.

Untergrund und subhydrischer Bodentyp:

Durch die Geologie des Untersuchungsgebiets vorgegeben, ist der Gewässeruntergrund meist kalkhaltiger Alpen- oder kalkarmer Schwarzwaldkies. Sandiger Untergrund findet sich an den Untersuchungsgeässern nur am Rheinufer, wo das Kleine Granatauge nicht vorkommt. Auch Auenlehme spielen in vielen der Gewässer eine Rolle. In der Freiburger Bucht besiedelt die Art anmoorig beeinflusste Gewässer. Optimale Vorkommen finden sich vor allem in Gewässern, deren subhydrischer Bodentyp als Gytija anzusprechen ist. Die Spanne reicht dabei von initialen, geringmächtigen und nur stellenweise deckenden Gytjen bis hin zu stark sapropeligen Gytjen (initialen Sapropelen). Meist sind innerhalb eines Gewässers zahlreiche Übergänge der Unterwasserböden vertreten. Wo ausschließlich Protopedon ausgebildet ist, ist das Gewässer entweder zu jung, um mit ausreichender Wasservegetation ausgestattet zu sein, oder zu stark durchströmt. Wo durch Hypertrophierung oder starken allochthonen Nährstoffeintrag (Laubfall) echter Sapropel entsteht, ist die Art nicht oder nur suboptimal vertreten; solche Gewässer sind meist zu stark veralgt und oftmals zusätzlich stark beschattet.

Gewässergröße und -tiefe: Das Kleine Granatauge besiedelt Gewässer einer weiten Größen- und Tiefenspanne. In der Literatur finden sich zahlreiche Hinweise auf kleinflächige Fortpflanzungsgewässer, beispielsweise Teiche Botanischer Gärten (EB. SCHMIDT 1990, B. SCHMIDT 1995) oder breite Gräben (ZIEBELL & BENKEN 1982, STÖCKEL 1987, JAKOBS 1988, FLIEDNER 1993a, b). In großen und tiefen Gewässern werden oft nur die flacheren Gewässerteile besiedelt.

#### 4.2.2 Saisonaler und diurnaler Wassertemperaturhaushalt

*E. viridulum* ist auf hohe sommerliche Wassertemperaturen ihrer Fortpflanzungsgewässer angewiesen. Die Art kommt in klar als eurytherm zu charakterisierenden Flachgewässern, die im Sommer oberflächliche Wassertemperaturen über 30°C erreichen und im Winter 1994/1995 10 cm dick zufroren, ebenso wie in tieferen Gewässern mit ausgeglichenerem Temperaturgang vor. Der Wassererwärmung wirkt, vor allem in Rheinaue-Gewässern, häufig Grundwasseranbindung oder Kontakt mit Fließ-

gewässern entgegen. Alle untersuchten Gewässer mit bodenständigen Vorkommen der Art froren im Winter vollständig oder weitgehend zu. Auch die flachsten Gewässer froren jedoch nicht bis auf den Grund durch. Die winterliche Eisfreiheit von stark grundwasserbeeinflussten Gewässern ist im Gebiet ein guter Indikator für Gewässer, die aufgrund zu kühler Sommertemperaturen für die Art nicht geeignet sind. Kleinräumig ist jedoch auch in solchen Gewässern, etwa an flachen Uferstellen oder im Inneren dichter Pflanzenbestände, eine starke sommerliche Wassererwärmung möglich.

#### 4.2.3 Hydrochemische Gewässereigenschaften

Direkte Beziehungen zwischen der Hydrochemie der Gewässer und der Besiedlung durch *E. viridulum* sind innerhalb des an den Untersuchungsgewässern vorhandenen Spektrums der verschiedenen Parameter nicht nachweisbar. Bei überregionaler Sicht umfassen die von der Art besiedelten Gewässer eine weitaus größere Spanne der erfaßten hydrochemischen Parameter. Dies machen schon die Vorkommen in Moorgewässern (ZIEBELL & BENKEN 1982, SIEDLE 1984, STÖCKEL 1987, MAUERSBERGER 1993) deutlich.

Sauerstoffhaushalt: Die durchschnittlichen sommerlichen Sauerstoffsättigungswerte liegen für die besser untersuchten Gewässer zwischen 70% und 120%, für die Dauerbeobachtungsgewässer im Winterhalbjahr zwischen 38% und 87%. Durch die starke sommerliche Erwärmung wechselt in eutrophen Gewässern intensive Photosyntheseaktivität am Tag mit ebenso intensiven Abbauprozessen unter starker Sauerstoffzehrung in der Nacht. Die Larven müssen daher in der Lage sein, über kürzere Zeiträume hinweg auch sehr geringe Sauerstoffsättigungen zu überleben. An durch starken Grundwasserzustrom ständig relativ sauerstoffarmen Gewässern (in erster Linie Gießen) konnten keine Bodenständigkeitsnachweise der Art erbracht werden; dies liegt jedoch wahrscheinlich primär am Temperaturhaushalt dieser Gewässer.

pH: Der pH bewegt sich im Sommerhalbjahr aufgrund der im allgemeinen guten bis sehr guten Pufferung der Untersuchungsgewässer in einem relativ engen Bereich von circumneutral bis schwach alkalisch (pH 7,3 bis 8,9). Die niedrigsten Werte von Einzelmessungen liegen knapp unter pH 7, die höchsten, in schwächer gepufferten Gewässern, bei über pH 9. In den meisten Gewässern sinkt der pH im Winterhalbjahr leicht ab und liegt zwischen pH 6,7 und pH 8,2.

Elektrolytreichtum: Der überwiegende Teil der

Untersuchungsgewässer ist mit Leitfähigkeiten von 272 bis 680  $\mu\text{S}/\text{cm}$  als elektrolytreich einzustufen. Lediglich drei Gewässer der Freiburger Bucht, die mehr oder weniger stark von anmoorigen Schichten am Gewässergrund oder in der Umgebung beeinflusst sind, sind mit 109 bis 243  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mäßig elektrolytreich.

Gesamthärte und Carbonathärte/ Säurebindungsvermögen: Die Spanne der Gesamthärte reicht von sehr weich (3,5°dH) bis hart (23,9°dH), der größte Teil der Gewässer liegt jedoch im mittelharten Bereich zwischen 8 und 18°dH. Mit Werten des Säurebindungsvermögens von 1,0 bis 5,2 mval/l sind alle Untersuchungsgewässer als mäßig hydrogencarbonatreich bis hydrogencarbonatreich anzusprechen.

#### 4.2.4 Die Rolle der Gewässervegetation

Gewässerrandvegetation (Helophytenvegetation): Weder die mengenmäßige Entfaltung noch ihre pflanzensoziologische Einordnung innerhalb der Verbände Magnocaricion (Großseggenrieder) und Phragmition (Großröhrichte) sind für die Eignung eines Gewässers als Fortpflanzungshabitat für *E. viridulum* von Bedeutung. Paarung, Eiablage (und meist auch Schlupf) der Art finden praktisch ausschließlich auf Wasserpflanzen oder Algenwatten statt. Auch als Larvalhabitat besitzen reine Helophytenbestände wahrscheinlich keine Bedeutung: GALLETI (1981) fand keine Larven der Art in reinen Rohrkolben (*Typha*)- und Schilf (*Phragmites*)-Beständen, sondern in kleinen Lichtungen des Phragmitetum, in denen submerse und schwimmende Hydrophyten angesiedelt waren.

So lassen sich lediglich einige Negativaussagen treffen: Zunächst verdeutlicht das Fehlen von Einheiten der Bachröhrichte (Sparganio-Glycerion fluitantis) die Bindung der Art an Stillgewässer. Auch Untersuchungsgewässer mit Beständen des Sagittario-Sparganietum emersi (Pfeilkraut-Röhricht) sind schwach bis deutlich durchflossen, diejenigen mit Beständen des Butometum umbellati (Schwanenblumen-Röhricht) meist mehr oder weniger stark wellenschlagbeeinflusst, ihnen fehlt die Art in der Regel. An Untersuchungsgewässern mit gut ausgebildeten Beständen des Phalaridetum arundinaceae (Rohrglanzgras-Röhricht) ist die Art ebenfalls vergleichsweise selten anzutreffen.

Wasservegetation (Hydrophytenvegetation): Die Hydrophytenvegetation bildet zusammen mit dem Wassertemperaturhaushalt den für die Eignung der Gewässer als Fortpflanzungshabitat der Art entscheidenden Faktorenkomplex. Zusammenfassend

lassen sich die folgenden Ergebnisse nennen:

Die größte Bedeutung als Fortpflanzungshabitate haben Gewässer mit Schwimmblatt- und Tauchblattvegetation oder mit reiner Tauchblattvegetation. Die zugehörigen Pflanzengesellschaften gehören den Verbänden Potamion (Untergetauchte Laichkrautgesellschaften) und Nymphaeion (Seerosen-Gesellschaften) an. Die größte Bedeutung innerhalb des Verbandes Potamion haben von feinblättrigen Tauchblattpflanzen dominierte Gesellschaften ohne Assoziationsrang: die Typische Ausbildung der *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut)-Gesellschaft, die *Potamogeton berchtoldii* (Kleines Laichkraut)-Gesellschaft, die *Ceratophyllum demersum* (Rauhes Hornblatt)-Dominanzgesellschaft sowie die *Elodea nuttallii* (Nuttalls Wasserpest)-Gesellschaft. In bezug auf von großblättrigen *Potamogeton*-Arten geprägte Gesellschaften ist festzustellen, daß an Gewässern mit der Typischen Ausbildung des Potametum lucentis (Gesellschaft des Glänzenden Laichkrauts) wesentlich weniger optimale Populationen von *E. viridulum* vertreten sind als an solchen mit dessen an feinblättrigen Tauchblattpflanzen reicherer *Ceratophyllum demersum*-Ausbildung. Auch in einem Gewässer mit der *Potamogeton natans* (Schwim-

mendes Laichkraut)-Gesellschaft findet sich eine bodenständige Population.

Die entscheidende Rolle feinblättriger Tauchblattvegetation mit möglichst hohem semisubmerser Deckungsanteil läßt sich auf deren Funktion als horizontale Sitz- und Schlupfunterlage, als Eiablagepflanzen und als Larvalhabitat zurückführen. Als horizontale Sitz- und Schlupfunterlage können auch Algenwatten von Bedeutung sein.

Die *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut)-Gesellschaft kommt in zwei Baggerseen mit Kiesabbau sowie an einem Abschnitt des östlichen Rheinufer vor; *E. viridulum* fehlt diesen wellenschlagbeeinflussten und im Winter eisfreien Untersuchungsgewässern. An den wenigen Untersuchungsgewässern mit reiner Schwimmblattvegetation (z.B. Typische Ausbildung der *Nymphaea alba* (Weiße Seerose)-Gesellschaft ohne feinblättrige Submersarten) wurde *E. viridulum* überhaupt nicht angetroffen. Auch BUCHWALD (1994) traf in Einart-Beständen von Teichrose (*Nuphar lutea*) oder Froschbiß (*Hydrocharis morsus-ranae*) nur sehr wenige oder gar keine Individuen an; Schwimmblattarten werden wahrscheinlich nur selten zur Eiablage genutzt. Daraus kann abgeleitet werden, daß einer-

seits Schwimmblattvegetation allein für die Art nicht ausreichend, andererseits bei Vorhandensein von Tauchblattvegetation nicht notwendig ist. Von zwei Characeen-dominierten Gewässern wird nur dasjenige besiedelt, welches nicht zu stark grundwasserbeeinflusst ist - und daher im Winter zufriert! Dieses Gewässer weist zugleich durch im Sommer fallende Pegelstände einen hohen Anteil semisubmerser Vegetation und einen insgesamt höheren Anteil an Beständen des Potamion auf.

In weitgehend wasserpflanzenfreie Gewässer dringt *E. viridulum* höchstens vorübergehend aus in der Nähe gelegenen Fortpflanzungsgewässern vor, mit dauerhafter Bodenständigkeit ist nicht zu rechnen; meist fällt sie ganz aus.

Bedeutung verschiedener Hydrophyten-Arten als Lieferanten von Strukturelementen: In Tabelle 1 finden sich Hydrophyten-Arten, die an Fortpflanzungsgewässern von *E. viridulum* prägende Bedeutung für die Wasservegetation haben. Die meisten dieser Arten können eigene, nach ihnen benannte Gesellschaften bilden, jedoch auch als Begleiter in anderen pflanzensoziologischen Einheiten auftreten. Je nachdem, ob die

**Tab. 1:** Bedeutung verschiedener Hydrophyten-Arten als Strukturelement-Lieferanten für *E. viridulum* (+ = hohe Bedeutung, (+) = untergeordnete Bedeutung. H = horizontaler, V = vertikaler Sitz-/ Schlupfplatz, E = Eiablagesubstrat, L = Larvalhabitat).

Art		H	V	E	L
<b>Myriophyllum spp.</b>	eusubmers				+
	semisubm.	+		+	+
	blühend	+	+	+	+
<b>Ceratophyllum demersum, Elodea spp.</b>	eusubmers				+
	semisubm.	+		+	+
	blühend	+		+	+
<b>Potamogeton pectinatus, P. pusillus agg.</b>	eusubmers				+
	semisubm.	+		+	+
	blühend	+		+	+
<b>P. lucens, P. perfoliatus, P. crispus</b>	eusubmers				(+)
	semisubm.	+	(+)	(+)	(+)
	blühend	+	+	(+)	(+)
<b>P. natans, P. nodosus</b>	semisubm.	+	(+)	+	(+)
	blühend	+	+	+	(+)
<b>Nymphaea alba, Nuphar lutea</b>	semisubm.	+		(+)	(+)
	blühend	+	+	(+)	(+)
<b>Characeen</b>	eusubm.				+
	semisubm.	+		(+)	+

verschiedenen Arten ganz untergetaucht (eusubmers) oder teilweise untergetaucht (semisubmers) wachsen, können sie schon als Einart- Bestände eine mehr oder weniger vielfältige strukturelle Situation schaffen. Auch die Art ihrer Blütenstände spielt dabei eine wichtige Rolle. So dienen *Myriophyllum*-Arten bei vollständig untergetauchtem Wachstum lediglich als Larvalhabitat. Erreichen ihre oberen Sproßabschnitte jedoch die Wasseroberfläche, so können sie zusätzlich zum horizontalen Schlupf und als horizontaler Sitzplatz dienen. Die etwa 10 cm hohen Blütenstände der *Myriophyllum*-Arten stellen den Tieren zusätzlich vertikale Schlupfmöglichkeiten und Sitzplätze zur Verfügung. Andere Arten, wie feinblättrige *Potamogeton*-Arten, *Ceratophyllum demersum* und *Elodea* spp., blühen unter Wasser bzw. bilden lediglich dünne Blütenstengel aus, an denen vertikales Absitzen und Schlüpfen nicht möglich ist.

Die großblättrigen *Potamogeton*-Arten können, etwa durch zusammengerollte, junge Schwimmblätter, auch im nicht-blühenden Zustand bereits einige mehr oder weniger senkrechte Strukturelemente ausbilden; im blühenden Zustand sind mit ihren kräftigen Blütenständen auch gut definierte vertikale Schlupf- und Sitzmöglichkeiten vorhanden. *Potamogeton natans*, *P. nodosus*, *Nymphaea alba* und *Nuphar lutea* bieten mit ihren Schwimmblättern stets großflächige horizontale Strukturelemente, während *P. lucens*, *P. crispus* und *P. perfoliatus* dies nur bei wenigstens teilweise semisubmersem Wuchs und in geringerem Umfang tun. *Nymphaea alba* und *Nuphar lutea* stellen hingegen, wie es eingeschränkt auch für die großblättrigen *Potamogeton*-Arten gilt, ein wesentlich eingeschränkteres Angebot an submersen Feinstrukturen. Die Larvalbiologie ist praktisch unbekannt, vieles deutet jedoch auf die große Bedeutung feinblättriger Submersvegetation hin. Characeen wachsen normalerweise eusubmers, von ihnen gebildete Bestände können jedoch bei sinkendem Pegelstand in manchen Fällen die Wasseroberfläche erreichen und als Strukturelemente für horizontales Schlüpfen und Absitzen und möglicherweise für Eiablagen verfügbar werden.

## 5. Gefährdung und Schutz

### 5.1 Gefährdungsursachen

Weil *E. viridulum* auf das Vorhandensein von Tauchblattvegetation angewiesen ist, stellt die Beeinträchtigung oder Vernichtung der Submersvegetation den gravierendsten Gefährdungsfaktor dar. An den Untersuchungsgewässern wurden die folgenden für

die Art negativen Eingriffe beobachtet:

#### 1. Angelgewässer:

a) Mechanische Entfernung: Da sich Angelgewässer von mechanischer Entfernung der Vegetation meist rasch erholen, ist vor allem der Grad der Einflußnahme von Bedeutung.

b) Besatz mit Graskarpfen oder Überbesatz mit Karpfen (*Cyprinus carpio*): Sie beeinflussen ein Gewässer nachhaltig, indem sie nicht nur die Hydrophyten stark dezimieren, sondern auch zu erhöhter Trübung und Eutrophierung beitragen.

c) Kirrjagd, Überbesatz mit Enten: Enten können die Hydrophytenvegetation vollständig zerstören und klare Gewässer eutrophieren und eintrüben.

d) Bisame können Gewässer regelrecht „verwüsten“.

#### 2. Badeseen (Freizeitnutzung):

Auch an Badeseen, in denen die Hydrophytenvegetation nicht direkt entfernt wird, wird diese doch beeinträchtigt. Boote durchkreuzen Hydrophytenbestände oder Algenwatten und können so Tandems bei der Eiablage stören oder schlüpfende bzw. frischgeschlüpfte Tiere vernichten. Schon eine „lokale Wellenbildung“ durch Schwimmer kann die gleichen Auswirkungen haben. Auflichtung von Hydrophytenbeständen führt außerdem dazu, daß Fische leichter eindringen können und sich dadurch der Prädationsdruck auf die Larven erhöht (z.B. EB. SCHMIDT 1989, WIESMATH 1989).

### 5.2 Schutz- und Pflegemaßnahmen

Der Schutz der Tauchblattzone als Voraussetzung für den Schutz von *E. viridulum* läßt sich auf verschiedene Weise erreichen:

1. Direkter Schutz der Tauchblattvegetation: In großen Gewässern (v.a. Baggerseen jüngerer Sukzessionsstadien) völliger Schutz der Wasservegetation: keine mechanische Entfernung der Hydrophyten. In kleineren, flachen und zur Verkräutung neigenden Gewässern gegebenenfalls Pflegemaßnahmen unter fachlicher Anleitung. Generell kein Überbesatz mit Fischen (vor allem kein Besatz mit Graskarpfen), Verbot der Kirrjagd, Bisam-Bejagung.

2. Indirekter Schutz der Tauchblattvegetation durch Ufervegetation und -morphologie:

Obwohl nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit eine gehölzreiche Umgebung der Gewässer für die Art nicht zwingend notwendig ist (und an kleinen Tümpeln durch deren starke Beschattung und vermehrten Eintrag von Fallaub auch negativ gewertet werden kann), sind an größeren Badeseen in der Regel an gebüschbestandenen Uferstellen auch die vorgelagerten Hydrophytenbestände am besten ent-

wickelt. Auch die Schaffung flach auslaufender Ufer, die in vernäßte, sumpfige Flächen übergehen, wäre eine elegante Methode, den Badebetrieb von größeren Uferabschnitten fernzuhalten. Der höhere Strukturereichtum einer echten Verlandungszone, wie sie leider nur an wenigen Baggerseen anzutreffen ist, käme schließlich auch zahlreichen anderen Organismen zugute.

3. Abtrennung von „Naturschutz-zonen“: Um Schwimmer und Bootsfahrer fernzuhalten, wäre, wie auch B. SCHMIDT (1995) vorschlägt, die Trennung mit Bojenketten in eine Zone für Freizeitnutzung und eine Naturschutzzone sinnvoll. Auch in größeren Angelgewässern können durchaus Ziele der Angler und der Naturschützer vereint werden. Ein besonders gutes Beispiel bietet ein Angelsee östlich von

Schwanau OG, in dem durch eine durchbrochene Kette schmaler Inseln eine etwa 10 m breite Flachwasserzone entlang des Nordwestufers abgegrenzt ist, in der sich die Hydrophytenvegetation ungestört entwickeln kann. Wo eine mehr oder weniger strenge räumliche Trennung in Angelzone und Naturschutzzone besteht, darf letztere nicht zu klein sein und sollte der natürlichen Sukzession überlassen werden, ohne daß „attraktive“ Pflanzenarten (z.B. Zuchtformen von *Nymphaea alba*) eingesetzt werden.

4. Schaffung neuer Habitats: *E. viridulum* kommt selbst in kleinen Sekundärbiotopen wie Naturschutztümpeln und Teichen Botanischer Gärten zur Fortpflanzung. Durch Schaffung solcher Habitats kann das Netz besiedelter Biotops verdichtet werden.

#### **Zusammenfassung:**

Aus Untersuchungen eines repräsentativen Spektrums von Gewässern mit Vorkommen von *Erythromma viridulum* wurde ein „Habitatschlüssel“ für die südliche Oberrheinebene entwickelt, der gewässermorphologische, hydrochemische und physikalische Parameter sowie Angaben zur Ausstattung der Gewässer mit Wasser- und Wasserrandvegetation enthält. Das komplexe Zusammenspiel der einzelnen Komponenten des Habitatschlüssels wird genauer beleuchtet. *E. viridulum* wird im Untersuchungsgebiet an Stillgewässern wie Tümpeln, Weihern und Baggerseen sowie in stark strömungsberuhigten Bereichen von Altarmen angetroffen. Die Fortpflanzungsgewässer müssen eine ausreichende Ausstattung mit feinblättriger Tauchblattvegetation aufweisen, welche wahrscheinlich als Larvalhabitat dient. Die Tauchblattvegetation muß wenigstens teilweise und zeitweise semisubmers wachsen, um als Eiablage- oder Schlupfsubstrat genutzt werden zu können. Schwimmblattvegetation kann hinzutreten, reine Schwimmblattgesellschaften sind jedoch nicht ausreichend. Limitierend auf das Vorkommen der holomediterranen Art wirken sich neben dem Fehlen von Tauchblattvegetation mangelnde sommerliche Wassererwärmung, Durchströmung mit Oberflächen- oder Grundwasser sowie Wellenbeeinflussung aus. Gewässer, die im Winter nicht zufrieren, sind in der Regel sommers zu kühl, um als Fortpflanzungshabitats geeignet zu sein. Wichtigste Schutzmaßnahme für die Art ist der Schutz der durch intensiven Angel- und Freizeitbetrieb bedrohten Tauchblattvegetation.

#### **Literatur**

- BUCHHOLZ, K. F. (1950): Zur Paarung und Eiablage der Agrioninen (Odonata). - Bonner zool. Beitr., Heft 2-4: 262-275.
- BUCHWALD, R. (1994): Vegetazione e odonatofauna negli ambienti aquatici dell' Italia centrale. - Braun-Blanquetia 11, 77 S., Camerino.
- BUCHWALD, R., B. HÖPPNER & A. SCHANOWSKI (1994): 10. Sammelbericht (1994) über Libellenvorkommen in Baden-Württemberg. - Karlsruhe (Schutzgemeinschaft Libellen in Baden-Württemberg).
- DEMARMELS, J., & H. SCHIESS (1978): Le libellule del cantone ticino e delle zone limitrofe. (Trad. G. Cotti). - Estratto dal bollettino della società Ticinese di Scienze Naturali 1977/1978: 29-83.
- FLIEDNER, H. (1993a): *Erythromma viridulum* nun auch in Bremen. - Hagenia 5: 11-13.
- FLIEDNER, H. (1993b): *Erythromma viridulum* (CHARPENTIER) erstmals für Bremen nachgewiesen (Zygoptera: Coenagrionidae). - Libellula 12: 47-61.
- GALLETTI, P. A. (1981): Indagini idrobiologiche sul medio Po a Caorso. - Odonata. Riv. Idrobiol. 20: 205-215.
- GEIJSKES, D. C., & J. VAN TOL (1983): De libellen van Nederland (Odonata). - Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging Hoogwoud (N.H.) 31: 1-368.

- HUNGER, H. (1996): Gewässervegetation der südlichen Oberrheinebene als Lebensraum der Kleinlibellenarten *Erythromma viridulum* (CHARPENTIER 1840) und *Cercion lindenii* (SÉLYS 1840). - Diplomarbeit, Institut für Biologie II (Geobotanik), Universität Freiburg i. Br., 149 S., 21 Tabellen (unveröff.).
- JAKOBS, W. (1988): Weitere Fundorte des Kleinen Granatauges (*Erythromma viridulum* CHARP.) (Odonata). - Ent. Nachr. Ber. 32: 183.
- JÖDICKE, R., & G. SENNERT (1986): Die Libelle *Erythromma viridulum* im Rheinland - vom Aussterben bedroht oder übersehen? - Rheinische Heimatpflege N.F. 23: 179-184.
- LOOS, G. H. (1989): Drei neue Fundorte des Kleinen Granatauges *Erythromma viridulum* (CHARPENTIER, 1840), in der Westfälischen Bucht (Zygoptera: Coenagrionidae). - Libellula 8: 181-184.
- MARTENS, A. (1985): Vorkommen des Kleinen Granatauges *Erythromma viridulum* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) in der Umgebung von Braunschweig. - Braunschw. Naturk. Schr. 2: 289-298.
- MAUERSBERGER, R. (1987): Zur Libellenfauna von Berlin-Köpenick und Umgebung. - Naturschutzarb. Berlin und Brandenburg 23: 60-70.
- MAUERSBERGER, R. (1993): Gewässerökologisch-faunistische Studien zur Libellenbesiedlung der Schorfheide nördlich Berlins. - Arch. Naturschutz Landschaftsforschung 32: 85-111.
- MÜNCHBERG, P. (1935): Über die Fortpflanzungsverhältnisse, insbesondere die Paarung und Eiablage der Zygoptera Nordostdeutschlands (Ordnung: Odonata). - Abh. Ber. naturwiss. Abt. grenzmärk. Ges. Erforsch. Pflege d. Heimat 10: 121-131.
- OTT, J. (1991): Die Odonatenfauna der Kiesgrube „Schleusenloch“ bei Ludwigshafen (Insecta: Odonata). - Fauna Flora Rheinland-Pfalz 6: 609-645.
- REINBOUD, W., & T. DE GROOT (1992): *Erythromma viridulum* op de fiets. - ContactBl. ned. LibellenOnderz. 21: 17-19.
- SCHEFFER, F., & P. SCHACHTSCHABEL (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. 11. Aufl., 442 S. - Stuttgart (Enke).
- SCHIEMENZ, H. (1953): Die Libellen unserer Heimat. - Jena (Urania), 154 S.
- SCHMIDT, B. (1995): Abschlußbericht zum Werkvertrag Libellen in Baden-Württemberg „Arten-schutzprogramm/ Umsetzung: *Cercion lindenii* (SÉLYS 1840) und *Erythromma viridulum* (CHARP. 1840)“. - Im Auftrag der SGL (Freiburg) und der LfU (Karlsruhe) (unveröff.).
- SCHMIDT, EB. (1989): Schluchtsee und Heider Bergsee im Braunkohlenrekultivierungsgebiet der Ville bei Köln: Sekundärbiotope vom Charakter der Flußaltarme im Konflikt mit Freizeitnutzungen. - Verh. Westd. Entom. Tag. 1988: 103-116, Düsseldorf.
- SCHMIDT, EB. (1990): Libellenbeobachtungen in der Stadt: Der Botanische Garten in Bonn. - Tier und Museum 2: 45-52.
- SCHNEIDER, W. (1983): Zur Eiablage von *Erythromma viridulum orientale* SCHMIDT 1960 (Odonata: Zygoptera: Coenagrionidae). - Ent. Zeitschr. 93: 225-228.
- SCHOORL, P., & M. VERDONK (1979): New records of *Erythromma viridulum* (CHARP.) in the Netherlands (Zygoptera: Coenagrionidae). - Notul. odonatol. 1: 48.
- SIEDLE, K. (1984): Die Libellen des Pfrunger Riedes. Ergebnis einer Untersuchung aus dem Jahr 1982. - Libellula 3: 75-84.
- STARK, W. (1979): Zum Vorkommen der Kleinlibellen *Coenagrion scitulum* und *Erythromma viridulum* in Österreich mit ökologischen, biologischen und morphologischen Beiträgen (Ins., Odonata: Coenagrionidae). - Ber. Arbgem. ökol. Ent. Graz 9: 13-18.
- STÖCKEL, G. (1987): Erweitert das Kleine Granatauge (*Erythromma viridulum* CHARP.) (Odonata) sein Areal? - Ent. Nachr. Ber. 31: 133-135.
- WIESMATH, I. (1989): Faunistisch-ökologische Untersuchungen über Libellen (Odonata: Zygoptera und Anisoptera) an Gewässern im Raum Tübingen. - Jahresh. Ges. Naturkunde Württ. 144: 297-314.
- ZIEBELL, S., & T. BENKEN (1982): Zur Libellenfauna in West-Niedersachsen. - Drosera 82: 135-150.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Biol. Holger Hunger, Institut für Naturschutz und Landschaftsanalyse (INULA), Am Pfahlgraben 8, D-79276 Reute.