

Monitoring von Populationen der Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale* (Odonata: Coenagrionidae): Was taugen zwei Begehungen pro Saison?

DANIEL HEPENSTRICK¹, ROLF HOLDEREGGER², DANIELA KELLER²

¹ ZHAW Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Grüental, Postfach, CH-8820 Wädenswil;
daniel.hepenstrick@zhaw.ch

² WSL Eidgenössische Forschungsanstalt, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf

Abstract: Monitoring populations of *Coenagrion mercuriale* (Odonata: Coenagrionidae): are two censuses per year enough? – Conservation measures of endangered zygopteran species are frequently accompanied by minimal monitoring. Such a monitoring comprises two censuses per year, in which the number of imagines is determined. For the Southern Damselfly, *Coenagrion mercuriale* we have evaluated whether minimal monitoring results in a reliable assessment of population size. Therefore, we compared two different datasets, collected from the same populations on the Swiss Plateau in 2009. One dataset represented minimal monitoring with two censuses per year. The other dataset presented a more profound estimation of real population sizes. For this latter dataset, counts were conducted on every day with suitable weather conditions during the reproductive phase. Statistical evaluation showed a high agreement of the two methods. Therefore, we conclude that even minimal monitoring results in a reliable assessment of population size. This result may also hold true for other damselfly species.

Zusammenfassung: Schutzmassnahmen für bedrohte Kleinlibellenarten werden für die Erfolgskontrolle oft von einem minimalen Monitoring mit zwei Begehungen pro Jahr begleitet. Dabei wird die Anzahl Imagines erfasst. Wir haben untersucht, ob ein solches Minimalmonitoring eine vertrauenswürdige Schätzung der Bestandesgrössen erlaubt. Dazu wurden zwei Datensätze, die im Jahr 2009 in denselben Populationen der Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale* erhoben wurden, miteinander verglichen. Der eine Datensatz umfasste ein Minimalmonitoring mit zwei Begehungen pro Jahr. Für den anderen Datensatz wurde während der Fortpflanzungsperiode jeder Tag mit guten Wetterbedingungen für Erhebungen genutzt, um so eine verlässliche Schätzung der Populationsgrössen zu erhalten. Die statistische Auswertung zeigte eine gute Übereinstimmung der beiden Methoden. Daraus folgern wir, dass auch mit einem Minimalmonitoring von zwei Begehungen pro Jahr Bestandesgrössen adäquat geschätzt werden können – ein Ergebnis, das wahrscheinlich auch auf andere Kleinlibellenarten übertragbar ist.

Résumé: Monitoring des populations de l'Agrion de Mercure *Coenagrion mercuriale* (Odonata: Coenagrionidae): deux relevés annuels sont-ils suffisants? – Les mesures de conservation des espèces menacées de libellules (demoiselles) s'accompagnent souvent d'un suivi minimal des populations. Ce monitoring consiste en deux visites annuelles avec comptage du nombre d'imagos. Nous avons évalué si un tel suivi minimal donne une estimation fiable de la taille de la population. Nous avons comparé deux jeux de données distincts collectés en 2009 sur les mêmes populations d'Agrions de Mercure, *Coenagrion mercuriale*. Le premier jeu de données a été constitué sur la base du suivi minimal de deux visites annuelles. Le second jeu de données est basé sur des observations menées tout au long de la saison lors des journées présentant de bonnes conditions météorologiques. L'analyse statistique montre que les deux méthodes convergent assez bien. Nous en concluons que même un suivi minimal de deux visites annuelles peut conduire une estimation adéquat des populations. Probablement ce résultat peut s'étendre à d'autres espèces de Zygoptères.

Keywords: *Coenagrion mercuriale*, control of effectiveness, damselfly, monitoring methods, population size, reliability, Zygoptera.

EINLEITUNG

Praktische Massnahmen zum Schutz und zur Förderung von Libellen benötigen Erfolgskontrollen in Form eines Bestandes-Monitorings (Wildermuth & Küry 2009). Als Erhebungsmethode für Populationsgrössen von bedrohten Kleinlibellen hat sich das Zählen der Imagines durchgesetzt (Siedle 1992, Buchwald & Röske 2001, Gander 2010). Dabei wird entlang definierter Strecken oder auf abgesteckten Flächen an mehreren Begehungen zur Hauptflugzeit der zu erfassenden Art bei sonnigem, möglichst windstillem und warmem Wetter die Anzahl Individuen auf Sicht erfasst (Sternberg 1999, Wildermuth & Küry 2009). Als Mass für die Bestandesgrösse wird schliesslich oft die höchste Anzahl Imagines pro Strecke oder Fläche und Saison verwendet (Moore 1991, Vonwil & Osterwalder 1994, 2006). Aufgrund beschränkter Zeit und finanzieller Mittel werden oft nur zwei Begehungen pro Saison durchgeführt. Für ein ziel führendes Monitoring ist es allerdings ausschlaggebend, dass die Daten innerhalb der gewählten Methode vergleichbar sind und positiv mit den realen Bestandesgrössen korrelieren. Die Frage, ob ein Kleinlibellen-Minimalmonitoring von zwei Begehungen pro Saison diese Bedingungen erfüllt, ist bisher kaum untersucht worden. Wir haben dies anhand von zwei Monitoringdatensätzen geprüft, die unabhängig voneinander im selben Jahr in denselben Populationen der Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) mit unterschiedlich grossem Aufwand erhoben worden sind.

UNTERSUCHUNGSGEBIET UND METHODEN

Die in der Schweiz vom Aussterben bedrohte Kleinlibelle *Coenagrion mercuriale* (Gonseth & Monnerat 2002, Monnerat 2005, Abb. 1) kommt unter anderem im Oberaargau, Kanton Bern, an mehreren langsam fliessenden Wiesenbächen vor (Grütter-Schneider 2008, Hepenstrick 2009, Abb. 2). Die Vorkommen liegen alle im Smaragd-Gebiet Oberaargau, wo auch die vorliegende Studie durchgeführt wurde. Im Rahmen eines umfassenden Schutzprogramms zur Förderung der Lebensraum- und Artenvielfalt im Smaragd-Gebiet ist *C. mercuriale* eine der Zielarten. Es besteht die Absicht des regionalen Trägervereins, den Bestand zu sichern und zu vergrössern (Hedinger 2008, Smaragd-Gebiet Oberaargau 2011).

Wir verglichen den im Rahmen des normalen Monitorings im Schutzprogramm erhobenen Datensatz mit einem umfassenden Datensatz, der im selben Jahr (2009) erhoben wurde. Bei beiden Methoden wurden Männchen, Tandems und Paarungsräder erfasst. Einzelne weibliche Tiere wurden nicht gezählt, weil sie zur eindeutigen Bestimmung gefangen werden müssen. Subadulte Individuen wurden nur gezählt, wenn die Art auf Sicht eindeutig zugeordnet werden konnte. Bei der Minimalmethode wurden die Populationen je einmal Mitte Juni und anfangs Juli, also während der Hauptflugzeit (Monnerat 2005), bei günstigen Witterungsbedingungen besucht. Eine Person schritt dabei entlang der Ufer der Wiesenbäche und notierte die Anzahl Individuen von *C. mercuriale* pro definiertem Abschnitt. Bei der Maximalmethode wurde von Mitte Juni bis Ende Juli jeder Tag mit geeignetem Wetter



Abb. 1. Männchen von *Coenagrion mercuriale*.



Abb. 2. Habitat von *Coenagrion mercuriale* im Smaragd-Gebiet Oberraargau: langsam fließende, offene Wiesenbäche mit reichlicher Wasservegetation.

zur Bestandese Erfassung genutzt. So wurde jeder Bachabschnitt zwischen fünf- und siebzehnmals besucht. Dabei erfassten zwei Personen, die je auf einer Seite des Baches entlang schritten, die Anzahl der anwesenden *C. mercuriale*-Individuen. Es wurde davon ausgegangen, dass die Zählraten der Maximalmethode eine verlässliche Annäherung an die realen Bestandesgrößen darstellen. Insgesamt zwölf Abschnitte, welche an drei verschiedenen Bächen lagen, wurden so mit beiden Methoden erfasst.

Mit dieser Datengrundlage testeten wir, ob die Ergebnisse der in der Praxis oft gewählten Minimalmethode von zwei Begehungen pro Flugsaison mit den Daten der Maximalmethode, und somit mit den realen Bestandesgrößen, korrelieren. Es wurden zwei Hypothesen gegeneinander getestet.

(i) Nullhypothese

Die mit dem Minimalmonitoring erhobenen Zahlen korrelieren nicht mit den realen Bestandesgrößen. Die Daten aus dem Minimalmonitoring ergeben somit keine verlässliche Schätzung der Bestandesgrößen und können deshalb nicht sinnvoll interpretiert werden; das Minimalmonitoring ist als Methode ungeeignet.

(ii) Alternativhypothese

Die mit der Minimalmethode erhobenen Daten korrelieren positiv mit den realen Bestandesgrößen. Damit sind die Daten interpretierbar und das minimale Monitoring von zwei Begehungen pro Saison ermöglicht eine verlässliche Schätzung der Bestandesgrößen.

Da zu erwarten war, dass aufgrund des größeren Aufwands der Maximalmethode (mehr Begehungen, zwei erfassende Personen), die Bestandesgrößen der Maximalmethode größer als jene der Minimalmethode sind, wurden nicht die absoluten Werte der Bestandesgrößen, sondern deren Ränge verglichen. Es wurde also getestet, ob die der Größe nach geordneten maximalen Bestandesgrößen pro Bachabschnitt der beiden Methoden in ihrer Reihenfolge korrelieren. Dazu wurde wie folgt vorgegangen: Als erstes wurden Abundanzwerte berechnet, d.h. die höchsten Bestandesgrößen (= höchste Anzahl *C. mercuriale*-Individuen pro Abschnitt pro Tag pro Saison) aus beiden Methoden wurden durch die jeweiligen Abschnittslängen dividiert. Schließlich wurden die zwölf Wertepaare der Minimal- und Maximalmethode einander gegenübergestellt (Abb. 3) und mit Kendalls Konkordanz-Koeffizienten (Kendall & Babington Smith 1939) statistisch getestet (Funktion `kendall.global` aus Paket `vegan` von Oksanen et al. 2010, R development core team 2011). Mit dieser Methode wird geprüft, ob verschiedene Beobachter (hier Maximal- und Minimalmethode) in ihrer Beurteilung derselben Objekte (hier Bachabschnitte) übereinstimmen. Dabei werden die Ränge verglichen. Je besser die Beurteilungen bzw. die zugeteilten Ränge der beiden Beobachter bzw. Methoden übereinstimmen, desto näher bei 1 liegt der Konkordanzkoeffizient W . Die Signifikanz des Konkordanzkoeffizienten wurde mit einer F-Statistik berechnet ($F = W \cdot (m-1) / (1-W)$), wobei m die Anzahl Beobachter angibt (Oksanen et al. 2010).

RESULTATE

Die direkte Gegenüberstellung der Abundanzwerte beider Methoden zeigte eine positive Korrelation der Abundanzwerte beider Methoden (Abb. 3). Wie erwartet, standen die Abundanzwerte beider Methoden nicht im Verhältnis 1:1, und die Werte der Maximalmethode waren praktisch immer grösser als diejenigen der Minimalmethode. An drei Abschnitten wurden mit der Minimalmethode keine *C. mercuriale*-Individuen festgestellt. An zwei dieser Abschnitte wurden mit der Maximalmethode nur geringe Abundanzwerte ermittelt, während an einem dieser Abschnitte mit der Maximalmethode der vierthöchste Abundanzwert gefunden wurde.

Aufgrund eines Konkordanz-Koeffizienten von 0.88 mit einer hohen Signifikanz ($F = 7.33$; $p = 0.002$) konnte die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese gestützt werden.

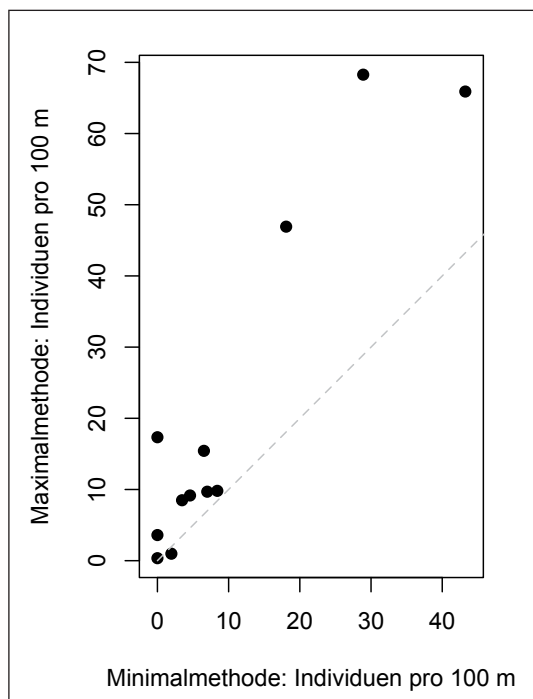


Abb. 3. Standardisierte Abundanzwerte von *Coenagrion mercuriale* an zwölf Abschnitten verschiedener Wiesenbäche im Smaragdgebiet Oberaargau im Jahr 2009, erfasst mit einer Minimal- und einer Maximalmethode. Die gestrichelte Linie bezeichnet das theoretische 1:1 Verhältnis beider Methoden.

DISKUSSION

Der statistische Test bestätigte, was in Abbildung 3 ersichtlich ist: Die Abundanzwerte der Minimalmethode korrelieren positiv mit denen der Maximalmethode. Die Grundaussage beider Methoden ist somit im Wesentlichen dieselbe: Wird an einem Bachabschnitt mit der Maximalmethode ein hoher Abundanzwert festgestellt, so ergibt sich auch mit der Minimalmethode ein grosser Abundanzwert. Dasselbe gilt für

geringe Abundanzen. Offensichtliche Abweichungen vom Verhältnis 1:1 der Ergebnisse beider Methoden bedürfen jedoch einer Diskussion.

(i) Die Maximalmethode lieferte höhere Abundanzen als die Minimalmethode. Dies war von vornherein zu erwarten: Je mehr Begehungen durchgeführt werden, desto grösser ist die Chance, Werte nahe der tatsächlich höchsten Bestandesgrösse einer Saison festzustellen. Zudem wurden die Erfassungen der Maximalmethode mit zwei Personen durchgeführt, was die Wahrscheinlichkeit, Individuen von *C. mercuriale* zu übersehen, verringerte.

(ii) Mit der Minimalmethode konnten an drei Abschnitten keine Imagines nachgewiesen werden, während mit der Maximalmethode an denselben Abschnitten *C. mercuriale*-Individuen gefunden wurden. Es kann durchaus vorkommen, dass die Art an individuenarmen Abschnitten bei lediglich zwei Begehungen pro Jahr übersehen wird.

(iii) Am Bachabschnitt mit dem vierthöchsten Wert beim Maximalmonitoring (17.3 Individuen pro 100 m) wurde *C. mercuriale* beim Minimalmonitoring nicht festgestellt. Diese Inkongruenz liess sich erst bei einer genaueren Betrachtung der Rohdaten erklären. Der auffällig hohe Wert wurde mit der Maximalmethode am selben Tag erhoben, an dem im angrenzenden Abschnitt die höchste im Gebiet erhobene Dichte von *C. mercuriale* festgestellt (68.3 Individuen pro 100 m) wurde. Möglicherweise hat diese hohe Individuendichte dazu geführt, dass viele Individuen in den benachbarten, für *C. mercuriale* suboptimalen Abschnitt verdrängt wurden (Beschattung durch Sträucher, vgl. Koch et al. 2009). Die Erhebungen der Minimalmethode hingegen fanden nicht zeitgleich mit diesem Höhepunkt der Individuendichte statt.

Aus den Resultaten schliessen wir, dass für *C. mercuriale* bereits ein der Hauptflugzeit angepasstes Minimalmonitoring von zwei Begehungen pro Jahr geeignet ist, um ein verlässliches Bild der Bestände zu erhalten. Diese Schlussfolgerung lässt sich unseres Erachtens auch auf andere Kleinlibellenarten übertragen.

Zusätzlich leiten wir aus den Ergebnissen vier weitere Schlüsse ab. (i) Vergleiche zwischen Monitoringdaten, welche mit unterschiedlichem Aufwand und/oder Personen erhoben werden, sind möglich, müssen aber vorsichtig interpretiert werden, weil verschiedene Methoden bedeutende Unterschiede in der Datengüte verursachen. (ii) Für quantitative Vergleiche sollten nur Monitoringdaten mit einheitlichen Erhebungsmethoden verwendet werden. (iii) Je kleiner der Monitoringaufwand ist, desto vorsichtiger müssen Nullwerte (d.h. das Nicht-Erfassen einer Art) und jährliche Bestandesschwankungen interpretiert werden. (iv) Unabhängig von der Methode der Datenerhebung ergeben erst zusätzliche biologische Informationen zu den blossen Zählzahlen eine sinnvolle Interpretation ökologischer Zusammenhänge (Wildermuth & Küry 2009).

Danksagung

Wir möchten den Landwirten im Smaragd-Gebiet Oberaargau, dessen Trägerverein sowie Christoph Forrer, Ernst Grütter und Christian Hedinger herzlich für die positive Zusammenarbeit danken. Ebenso danken wir Alex Müller für die Unterstützung im Feld, Hansruedi Wildermuth für hilfreiche Kommentare zum Manuskript und Anne Freitag für die Übersetzung des Abstracts ins Französische. Ausserdem danken wir dem CCES-Projekt ENHANCE des ETH-Bereichs für finanzielle Unterstützung.

Literatur

- Buchwald R. & Röske W. 2001. Berichtspflichten in Natura 2000-Gebieten. Empfehlungen zur Erfassung der Arten des Anhangs II und Charakterisierung der Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie. *Angewandte Landschaftsökologie* 42: 333–336.
- Gander A. 2010. *Nehalennia speciosa* (Charpentier, 1840) dans la Grande Caricaie: une population singulière d'importance internationale (Odonata: Coenagrionidae). *Entomo Helvetica* 3: 189–203.
- Gonseth Y. & Monnerat C. 2002. Rote Liste der gefährdeten Libellen der Schweiz. BAFU/CSCF, Bern/Neuchâtel, 46 pp.
- Grütter-Schneider E. 2008. Libellen im Oberaargau. Ein Beitrag zur Kenntnis der regionalen Fauna. *Jahrbuch des Oberaargaus* 51: 109–148.
- Hedinger C. 2008. SMARAGD-Gebiet Oberaargau. UNA, Bern, 15 pp. http://cms.webofsections.ch/fileadmin/data/wwf_be/Artenvielfalt/Smaragd_uebersicht.pdf, downloaded 04.01.2012
- Hepenstrick D. 2009. Die Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale* im Smaragdgebiet Oberaargau. Verbreitung, Habitatpräferenzen und Förderung einer bedrohten Libellenart. Projektarbeit, ETH Zürich, Zürich, 24 pp.
- Kendall M.G. & Babington Smith B. 1939. The problem of m rankings. *Annals of Mathematical Statistics* 10: 275–287.
- Koch B., Wildermuth H. & Walter T. 2009. Einfluss der Habitateigenschaften auf das Verbreitungsmuster von *Coenagrion mercuriale* an einem renaturierten Fließgewässer im Schweizer Mittelland (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 28: 139–158.
- Monnerat C. 2005. *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840). In: Wildermuth H., Gonseth Y. & Maibach A. (Hrsg.), *Fauna Helvetica* 12: Odonata - die Libellen der Schweiz, pp. 124–127. CSCF/SEG, Neuchâtel.
- Moore, N.W. 1991. The development of dragonfly communities and the consequences of territorial behaviour: a 27 year study on small ponds at Woodwalton Fen, Cambridgeshire, United Kingdom. *Odonatologica* 20: 203–231.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., O'Hara R.B., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H. & Wagner H. 2010. Vegan: community ecology package. R package version 1.17-4. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan> downloaded 04.01.2012
- R development core team. 2011. R: a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. Wien. www.r-project.org
- Siedle K. 1992. Libellen - Eignung und Methoden. In: Trautner J. (Hrsg.), *Arten- und Biotopschutz in der Planung*, pp. 97–110. Ökologie in Forschung und Anwendung 5, Verlag Josef Margraf, Weikersheim.
- Smaragd-Gebiet Oberaargau 2011. www.smaragdoberaargau.ch, downloaded 01.12.2011
- Sternberg K. 1999. Erfassungsmethodik und Kartierung. In: Sternberg K. & Buchwald R. (Hrsg.), *Die Libellen Baden-Württembergs* 1, pp. 27–34. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Vonwil G. & Osterwalder R. 1994. Kontrollprogramm NLS. Libellenfauna Reusstal 1988–1992. Grundlagen und Berichte zum Naturschutz 7. Baudepartement Aargau, 82 pp.
- Vonwil G. & Osterwalder R. 2006. Die Libellen im Kanton Aargau Teil 1. *Umwelt Aargau* 23: 1–45.
- Wildermuth H. & Kury D. 2009. Libellen schützen, Libellen fördern. Leitfaden für die Naturschutzpraxis. *Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz* 31: 1–88.