20. Dezember 2015

Erweiterung der Höhenverbreitung von *Gomphus vulgatissimus* in Bayern (Odonata: Gomphidae)

Heiko T. Liebel und Rossana Segreto

Arzgrubenweg 7, D-82481 Mittenwald, heiko.liebel@gmail.com,
rossanasegreto1@gmail.com

Abstract

Altitudinal range expansion of *Gomphus vulgatissimus* in Bavaria (Odonata: Gomphidae) – At lake Lautersee (county of Garmisch-Partenkirchen, district Upper Bavaria) an emerging individual of *G. vulgatissimus* was observed on the 16th of May 2015 at an altitude of 1,014 m asl. This is the uppermost evidence of reproduction for this species in Germany. Data of *G. vulgatissimus* from a central Bavarian database of observations was analyzed for altitudinal range shifts of this species. The result indicates a clear range expansion towards higher altitudes and an increase in observations of exuviae at higher altitudes than before.

Zusammenfassung

Am Lautersee (Landkreis Garmisch-Partenkirchen, Oberbayern) wurde am 16.05.2015 ein Exemplar von *Gomphus vulgatissimus* beim Schlupf auf 1.014 m ü. NHN beobachtet und somit der bislang höchstgelegene Fortpflanzungsnachweis der Art in Deutschland erbracht. Eine Auswertung der zentralen Datenbank von Artbeobachtungen in Bayern, Artenschutzkartierung (ASK), zeigte im Zeitraum 1894–1995 im Gegensatz zu 1996–2013 eine Erweiterung der Höhenverbreitung der Art nach oben und eine Zunahme der Exuvienfunde in größeren Höhen.

Einleitung

Ein Zufallsfund eines frisch schlüpfenden *Gomphus vulgatissimus* Linnaeus, 1758, im Frühjahr 2015 an dem bayerischen Gebirgssee Lautersee (Abb. 1, 2) auf 1.014 m ü. NHN ist der bislang höchste bekannte Reproduktionsnachweis der Art in Deutschland (vgl. Suhling & Müller 1996; Suhling & Müller 2015).

Der Klimawandel, verursacht durch anthropogenen Ausstoß von Treibhausgasen, ist ein Faktum, ebenso wie dessen messbare Auswirkungen auf uns Menschen und die Ökosysteme der Welt. Auch Süßwasser-Ökosysteme sind betroffen

(IPCC 2014) und ganz besonders jene in den Bergregionen (Domisch et al. 2011). Generell kann davon ausgegangen werden, dass temperaturinduzierte Arealverschiebungen wahrscheinlicher sind, als lokale Adaptionen durch evolutive Mechanismen (Huntley 1991).

Es ist bereits erwiesen, dass sich die Höhenverteilung verschiedener wärmeliebender Libellenarten in Europa nachweislich aufgrund des Klimawandels sowohl in größere Höhen als auch in nördlichere Breiten verschoben hat (Hickling et al. 2005; Ott 2008). *Gomphus vulgatissimus* hat sich in Großbritannien beispielsweise vom Zeitraum 1960–1970 bis 1985–1995 um 104 km nach Norden ausbreiten können (Hickling et al. 2005). Zu einem ähnlichen Schluss kommen auch Computersimulationen, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Verbreitung europäischer Libellenarten in der Zukunft vorhersagen (z.B. Söndgerath et al. 2012).

Der Zufallsfund weckte das Interesse, die Höhenverbreitung der Art in Bayern auszuwerten, um die Frage zu klären, ob in den letzten Jahren eine Erweiterung der altitudinalen Verbreitung insbesondere der Fortpflanzungsgewässer von *G. vulgatissimus* stattgefunden hat.

Fundumstände

Der Lautersee am nördlichen Fuß des Wettersteingebirges westlich von Mittenwald (Gemeinde Garmisch-Partenkirchen, Oberbayern) wurde am 16.05.2015 bei

Abbildung 1: Der Lautersee mit Karwendelgebirge im Hintergrund. – Figure 1. Lake Lautersee with the Karwendel mountains in the background.

bedecktem, aber warmem Wetter (ca. 18°C) besucht. Zufällig wurde am Nordufer, ca. 50 cm vom Ufer entfernt (47°26'16''N, 11°14'16''E), ein Individuum von *G. vulgatissimus* beim Schlupf beobachtet. Das Tier schlüpfte ca. 15 cm oberhalb des Wasserspiegels auf einem kurzrasigen Teppich der Zusammengedrückten Quellbinse *Blysmus compressus*. Die Bucht des Lautersees, in der sich die Larve vor dem Schlupf aufgehalten haben dürfte, wies kiesige Flachwasserbereiche und schlammige Zonen auf, die von Schilf *Phragmites australis*, Fieberklee *Menyanthes trifoliata* und randlich von der Steifen Segge *Carex elata* bewachsen waren. Unmittelbar hinter den emersen Vegetationszonen fiel der Seeboden relativ abrupt in tiefere Bereiche ab. Nach dem Schlupf kam es am 20.05.2015 zu einem massiven Wintereinbruch mit geschlossener Schneedecke im Gebiet, sodass das Schicksal des Individuums ungewiss ist.

Material und Methoden

Seit 1980 werden in Bayern naturschutzfachlich relevante Artbeobachtungen in einer zentralen Datenbank gesammelt (ASK = Artenschutzkartierung). Sie beinhaltet Funddaten ehrenamtlicher Kartiererinnen und Kartierer sowie Daten aus Literatur, naturkundlichen Sammlungen und von Auftragskartierungen. Aktuell

Abbildung 2: *Gomphus vulgatissimus* beim Verlassen der Exuvie auf einem kurzen Rasen der Zusammengedrückten Quellbinse *Blysmus compressus* (oben links, 16.05.2015, Lautersee). – Figure 2. Emerging *Gomphus vulgatissimus* on a short carpet of *Blysmus compressus* (upper left corner, 16-v-2015, Lautersee).

liegen ca. 2,38 Millionen Artnachweise unterschiedlichster Organismengruppen in der ASK vor. Zu Beginn 2014 enthielt die Datenbank 180.000 Einzelnachweise von Libellen an über 25.000 Fundorten (Landesamt für Umwelt 2015). Diese Datenbank liefert eine hervorragende Grundlage, um die Höhenverbreitung von Libellenarten in Bayern darzustellen. Um die 1998 im bayerischen Verbreitungsatlas der Libellen publizierte Höhenverbreitung von *G. vulgatissimus* in Bayern (Kuhn & Burbach 1998) mit der aktuellen Höhenverbreitung zu vergleichen, wurde ein Datenauszug vom Bayerischen Landesamt für Umwelt ausgespielt und ausgewertet. Um eine direkte Vergleichbarkeit mit der bisherigen Höhenverbreitung herzustellen, wurden zwei Zeiträume gewählt: Der erste Untersuchungszeitraum deckt die Jahre von 1894 bis 1995 ab (*sensu* Kuhn & Burbach 1998). Der zweite Zeitraum bezieht alle verfügbaren Daten von 1996 bis 2013 ein (Datenbankabfrage 01.06.2015). Es wurden alle Funddaten herangezogen, unabhängig davon, ob es sich um einen Nachweis einer Imago handelte oder um Fortpflanzungsnachweise durch Larven oder Exuvien. Eine Auswertung ausschließlich von Exuvienfunden wurde zusätzlich durchgeführt, um zu untersuchen, ob auch der Anteil der Fortpflanzungsgewässer in größerer Höhe ansteigt.

Allen Nachweisen von *G. vulgatissimus* wurden 100 m-Höhenklassen zugeordnet. Der Anteil der Fundorte pro Höhenklasse wurde ermittelt, indem die Anzahl Fundorte pro Höhenklasse durch die Gesamtanzahl der Fundorte in der jeweiligen Untersuchungsperiode geteilt wurde (1894–1995: n = 478; 1996–2013: n = 621). Durch diese Standardisierung lässt sich eine Verschiebung bzw. Erweiterung der Höhenverbreitung graphisch darstellen. Die Ergebnisse müssen jedoch vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass es sich um Zufallsfunde handelt und es nicht ausgeschlossen werden kann, dass im zweiten Untersuchungszeitraum womöglich verstärkt in größerer Höhe gezielt gesucht wurde. Eine einfache explorative Datenanalyse wurde mit IBM SPSS Statistics Version 23.0.0.0 durchgeführt. Der Datensatz wurde positiv auf Normalverteilung geprüft (Kolmogorov-Smirnov-Test, $P < 0{,}001$), sodass ein parametrischer t-Test durchgeführt werden durfte.

Ergebnisse

Die Auswertung der ASK in Bayern ergab einen Verbreitungsschwerpunkt von *G. vulgatissimus* im Tiefland in Höhenlagen zwischen 200 und 400 m ü. NHN unabhängig vom Betrachtungszeitraum. Auffällig war jedoch, dass sich im Zeitraum 1996 bis 2013 Nachweise in Höhenlagen oberhalb von 400 m ü. NHN häuften (Abb. 3).

Auch eine explorative Datenanalyse aller Beobachtungsdaten zeigte einen Anstieg des Medians um 53 m (311 vs. 364 m ü. NHN), des oberen Quartils und des oberen Whiskers (1,5-facher Interquartilsabstand) für den aktuellen Untersuchungszeitraum im Vergleich zu den älteren Daten (Abb. 4, links). Der Mittelwert

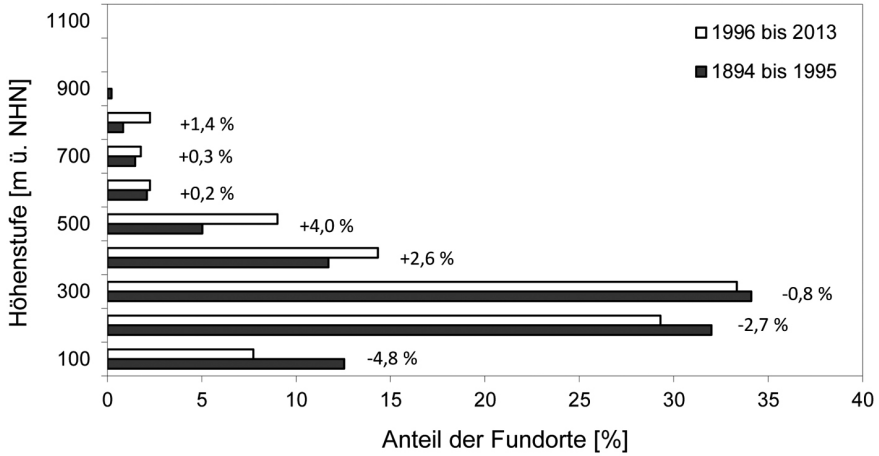

Abbildung 3: Klassifikation der Funddaten von *G. vulgatissimus* in Bayern nach Höhenstufen für die Zeiträume 1894–1995 (schwarz, n = 478) und 1996 bis 2013 (weiß, n = 621) und prozentuale Zu-/Abnahme der Anzahl der Beobachtungen je Höhenstufe im Vergleich der beiden Zeiträume. – Figure 3. Altitudinal classification of observations of *G. vulgatissimus* in Bavaria for the periods 1894–1995 (black, n = 478) and 1996–2013 (white, n = 621) and relative decrease/increase of the number of observations per altitudinal unit compared between the two periods of investigation.

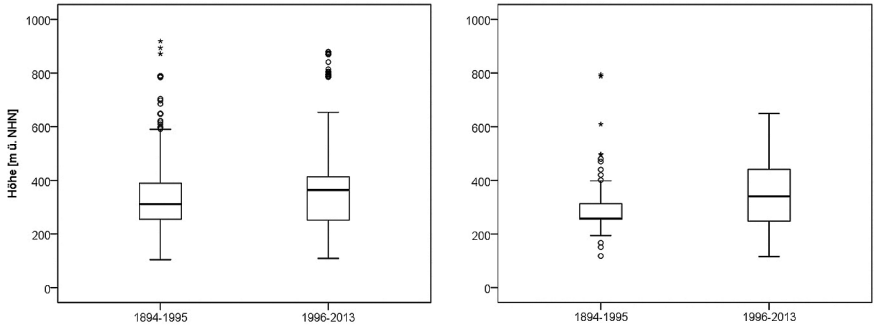

Abbildung 4: Box-Whisker-Plots für die beiden Untersuchungszeiträume 1894–1995 (n = 478) und 1996–2013 (n = 621) der jeweiligen Höhenlagen der Fundorte von *G. vulgatissimus* in Bayern (links) und auf Exuvienfunde beschränkt (rechts). – Figure 4. Box-whisker plots showing the altitudinal distribution of observations of *G. vulgatissimus* in Bavaria for the periods 1894–1995 (n = 478) and 1996–2013 (n = 621), left, and data for exuviae only (right).

der beiden Zeitreihen hat sich von 331 auf 367 m ü. NHN erhöht. Der t-Test zeigte, dass der Anstieg der mittleren Höhe statistisch hoch signifikant war (T = -4,088, df = 1097, P < 0,001).

Eine Auswertung der Daten mit einer zusätzlichen Angabe, ob es sich bei der Beobachtung um eine Exuvie handelte, zeigte, dass auch hier eine Zunahme der Beobachtungen in höheren Lagen von im Mittel 300 m (Zeitraum 1894–1995; n = 148) auf 356 m ü. NHN (Zeitraum 1996–2013; n = 156) zu verzeichnen war (Abb. 4, rechts). Der Median erhöhte sich um 82 m von 258 auf 340 m ü. NHN. Auch hier ergab der t-Test eine hoch signifikante Verschiebung der mittleren Höhe (T = -4,175, df = 305, P < 0,001).

Diskussion

Die Höhengrenze der Fundorte von *G. vulgatissimus* wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. In der Schweiz wurde die Art erst kürzlich in Seen bis in einer Höhe von 1.036 m ü. NHN als sich reproduzierend nachgewiesen (Hoess & Wermeille 2014), wobei umherstreifende Imagines bis auf 1.400 m ü. NHN beobachtet wurden (Eigenheer 2005). Kuhn & Burbach (1998) berichten vom höchsten bayerischen Fortpflanzungsgewässer auf 885 m ü. NHN (Barmsee, Lkr. Garmisch-Partenkirchen). Der Barmsee liegt 6 km nördlicher und 129 m niedriger als das aktuell höchste bekannte Fortpflanzungsgewässer in Deutschland, der Lautersee. Der Schlupfzeitpunkt des Individuums am Lautersee liegt etwas nach dem durchschnittlichen Schlupfhöhepunkt in Mitteleuropa. Nach Dijkstra & Lewington (2014) liegt der Schlupfhöhepunkt Anfang Mai, wobei er sich je nach Wetterlage auch bis Mitte Mai verschieben kann.

Die Ergebnisse scheinen ein Indiz auf eine Erweiterung der Höhenverbreitung der Art zu sein. Die Datengrundlage basiert jedoch auf Zufallsdaten und es ist nicht bekannt, ob im zweiten Untersuchungszeitraum verstärkt in größerer Höhe nach der Art gesucht wurde. Abbildung 3 liefert einen deutlichen Hinweis darauf, dass sich *G. vulgatissimus* oberhalb von 400 m ü. NHN in den letzten Jahren ausbreiten konnte.

Die häufigeren Beobachtungen in höheren Lagen lassen vermuten, dass sich auch die Reproduktionshäufigkeit in höhere Lagen erweitert hat. Es wäre auch denkbar, dass höhere Beobachtungen einer im Flachland relativ häufigen Art öfters gemeldet werden und es sich bei diesem Ergebnis um ein Artefakt handelt. Nichts desto trotz deckt sich das Ergebnis mit Modellvorhersagen für Makroinvertebraten in Mitteleuropa. Domisch et al. (2011) sagen bis zum Jahr 2080 eine Verschiebung der Höhengrenze der Brutstätten von 38 untersuchten Makroinvertebraten um durchschnittlich bis zu 122 m voraus, je nach benutztem Klimavorhersagemodell. Eine Ausbreitung wärmeliebender Arten (darunter mehrere bislang mediterran verbreitete Arten, siehe beispielsweise auch Ott 2008) steht dem Rückgang der an Kälte angepassten Arten gegenüber. Auch der Schlupfzeitpunkt wird von der Wassertemperatur gesteuert. Ein Temperaturanstieg um 1°C

führt bei *G. vulgatissimus* zu einem zwischen sechs bis sieben Tagen zeitigeren Schlupf (Richter et al. 2008). Ein Anstieg der Wassertemperatur in höheren Bergseen, womöglich auch in thermisch begünstigten, besonnten und windgeschützten Flachwasserzonen, ermöglicht somit ebenfalls ein Überleben im Larvenstadium und den Schlupf im phänologisch günstigen Moment, wie es nun für den Lautersee nachgewiesen wurde.

Danksagung

Unser Dank gilt dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) für die Ausspielung der Funddaten der Gemeinen Keiljungfer in Bayern aus der Artenschutzkartierung und für die freundliche Genehmigung die Daten auszuwerten und zu veröffentlichen.

Literatur

Dijkstra K.-D.B & R. Lewington (2014) Libellen Europas – Der Bestimmungsführer. Haupt Verlag, Bern

Domisch S., S.C. Jähnig & P. Haase (2011) Climate-change winners and losers: stream macroinvertebrates of a submontane region in Central Europe. *Freshwater Biology* 56: 2009–2020

Eigenheer K. (2005) Gomphus vulgatissimus (Linnaeus, 1758). In: Wildermuth H., Y. Gonseth & A. Maibach (Ed.) Odonata – Die Libellen der Schweiz. *Fauna helvetica* 12: 184–187

Hickling R., D.B. Roy, J.K. Hill & C.D. Thomas (2005) A northward shift of range margins in British Odonata. *Global Change Ecology* 11: 502–506

Hoess R & E. Wermeille (2014) Erstmaliger Nachweis der Entwicklung von Gomphus vulgatissimus auf über 1.000 m. *Mercuriale* 14: 33–38

Huntley B. (1991) How plants respond to climate change: migration rates, individualism and the consequences for plant communities. *Annals of Botany* 67: 15–22

IPCC (2014) Climate Change 2014 – Synthesis Report. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf, letzter Zugriff 21.07.2015

Kuhn K. & K. Burbach (1998) Libellen in Bayern. Ulmer Verlag, Stuttgart

Landesamt für Umwelt (2015) Artenschutzkartierung. http://www.lfu.bayern.de/natur/artenschutzkartierung/index.htm, letzter Zugriff: 29.07.2015

Ott J. (2008) Libellen als Indikatoren der Klimaänderung – Ergebnisse aus Deutschland und Konsequenzen für den Naturschutz. *Insecta* 11: 75–89

Richter O., F. Suhling, O. Müller & D. Kern (2008) A model for predicting the emergence of dragonflies in a changing climate. *Freshwater Biology* 53: 1868–1880

Söndgerath D., J. Rummland & F. Suhling (2012) Large spatial scale effects of rising temperatures: modelling a dragonfly's life cycle and range throughout Europe. *Insect Conservation and Diversity* 5: 461–469

Suhling F. & O. Müller (1996) Die Flußjungfern Europas (Gomphidae). Die neue Brehm-Bücherei 628. Westarp-Wissenschaften, Magdeburg

Suhling F. & O. Müller (2015) Gomphus vulgatissimus (Linnaeus, 1758). In: Brockhaus T., H.-J. Roland, T. Benken, K.-J. Conze, A. Günther, K.G. Leipelt, M. Lohr, A. Martens, R. Mauersberger, J. Ott, F. Suhling, F. Weihrauch & C. Willigalla: Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata). Libellula Supplement 14: 198–201

Manuskripteingang: 31. Juli 2015