

Die Libellen (Insecta: Odonata) eines Serpentin- Steinbruches im Südburgenland, Österreich, unter besonderer Berücksichtigung ökologischer und naturschutzfachlicher Aspekte

Martina STAUFER* & Helmut HÖTTINGER**

Abstract

Damselflies and dragonflies (Insecta: Odonata) of a serpentinite-quarry in southern Burgenland, Austria, with special focus on ecology and conservation. – Today secondary habitats like quarries, gravel-, sand-, and clay-pits are important refuges for many species of plants and animals. The abandoned serpentinite-quarry Bienenhütte, near Bernstein in southern Burgenland is inhabited by a species-rich flora and fauna and therefore has a very high value for nature conservation. 27 species of Odonata (45% of all species listed for Burgenland) have been recorded there so far. Particularly notable among these are the first records of *Leucorrhinia dubia* VANDER LINDEN, 1825 from Burgenland and of *L. pectoralis* CHARPENTIER, 1825 from southern Burgenland, some individuals of *Sympetrum danae* SULZER, 1776, which is very scarce in Burgenland, and a population of *Coenagrion scitulum* RAMBUR, 1842 at an unusually high altitude.

Serpentinite contains high concentrations of specific heavy-metals, especially nickel, chromium, iron and cobalt. The potential influence on the development of Odonata larvae is discussed. The importance of this quarry from a nature conservational view is presented, and suggestions for further conservation and management options are given.

Key words: Odonata, Austria, Burgenland, quarry, serpentinite, nature conservation, *Leucorrhinia dubia*, *Leucorrhinia pectoralis*, *Sympetrum danae*.

Zusammenfassung

Sekundäre Pionierstandorte wie Steinbrüche, Schotter-, Sand- und Tongruben stellen heute für viele Tier- und Pflanzenarten wichtige Refugien dar. Der aufgelassene Serpentin-Steinbruch Bienenhütte bei Bernstein im südlichen Burgenland ist sowohl aus botanischer als auch zoologischer Sicht sehr artenreich und daher naturschutzfachlich besonders wertvoll. Bisher wurden dort 27 Libellenarten (45% aller Arten des Burgenlandes) sicher nachgewiesen. Bemerkenswerte Funde umfassen die erstmalige Dokumentation der Kleinen Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia* VANDER LINDEN, 1825) im Burgenland, den ersten Nachweis der Großen Moosjungfer (*L. pectoralis* CHARPENTIER, 1825) im Südburgenland, mehrere Individuen der im gesamten Burgenland sehr seltenen Schwarzen Heidelibelle (*Sympetrum danae* SULZER, 1776) und ein ungewöhnlich hoch gelegenes Vorkommen der Gabel-Azurjungfer (*Coenagrion scitulum* RAMBUR, 1842).

Serpentinit enthält hohe Konzentrationen bestimmter Schwermetalle, vor allem Nickel, Chrom, Eisen und Kobalt. Es wird diskutiert, ob und wie stark sich diese auf die Larvalentwicklung von Libellen auswirken können. Abschließend wird die hohe naturschutzfachliche Bedeutung dieses aufgelassenen Steinbruches dargestellt. Darüber hinaus werden Vorschläge zum verstärkten Schutz und zur Pflege unterbreitet.

* Martina STAUFER, BSc., Lindenbauergasse 13, 1110 Wien, Österreich (*Vienna, Austria*).
E-Mail: m_stauer@web.de

** DI Dr. Helmut HÖTTINGER, Institut für Zoologie, Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, Österreich (*Vienna, Austria*). E-Mail: helmut.hoettinger@boku.ac.at

Einleitung

Materialentnahmestellen wie Steinbrüche, Schotter-, Sand- und Tongruben sind heute oft die letzten Rückzugsräume für ursprünglich auf primäre Pionierstandorte, wie z. B. Alluvione der Fließgewässer, spezialisierte Tier- und Pflanzenarten. Nach Aufgabe der Abbautätigkeit stellen sie häufig, zumindest kurzfristig, ein wertvolles Mosaik an unterschiedlichen Lebensräumen dar. Diese unterliegen jedoch starken Veränderungen und sind besonders durch die natürliche Sukzession in Form von rasch voranschreitender Verbuschung oder „Rekultivierungsmaßnahmen“ (meist Verfüllung oder Anlage einer Deponie) bedroht. Für viele Abbaugebiete im Burgenland war bis vor kurzem zwar das reiche Potential, nicht aber der aktuelle Stand der Besiedelung durch seltene Tier- und Pflanzenarten bekannt. Im Rahmen eines mehrjährigen Projektes des Naturschutzbundes Burgenland wurden daher die Lebensraumtypen, Flora, Vögel, Amphibien, Tagfalter, Libellen und Heuschrecken dieser Sonderstandorte umfassend untersucht (WENDELIN & al. 2013). Pflanzen und ausgewählte Tiergruppen (Vögel, Reptilien, Heuschrecken, Tagfalter) der Serpentinstandorte des südlichen Burgenlandes wurden in den Jahren 2013 bis 2014 in einer weiteren Studie des Naturschutzbundes Burgenland intensiv erforscht (MICHALEK & al. 2015).

In beiden Untersuchungen zeichnete sich der Serpentin-Steinbruch Bienenhütte bei Bernstein als besonders artenreicher Standort aus, dessen naturschutzfachlicher Wert als national bedeutend betrachtet wird. Die hier auftretenden Serpentinrasen entsprechen dem Lebensraumtyp Schwermetallrasen (Violion Calaminariae, FFH-LRT 6130). Mit rund 160 Taxa weist der Steinbruch von allen untersuchten Serpentinstandorten die meisten Pflanzenarten auf. Neben einigen spezialisierten Serpentinpflanzen haben hier auch Seltenheiten wie das Rosmarin-Weidenröschen (*Epilobium dodonaei*) und der Weiden-Lattich (*Lactuca saligna*) einen Lebensraum gefunden (MICHALEK & al. 2015). Weiters wurden 36 Tagfalterarten, etwa 25 % der bisher im Burgenland registrierten Arten, festgestellt (WENDELIN & al. 2013, HÖTTINGER 2014). Auch Heuschrecken und Fangschrecken profitieren in besonderem Maße von den trockenen, nährstoffarmen Serpentinböden, die eine rasche Sukzession verhindern. 38 Vertreter dieser Gruppe wurden bisher im Steinbruch nachgewiesen (STAUFER 2014, MICHALEK & al. 2015; Staufer, unveröff.).

Das Vorkommen von Libellen in einem Gebiet ist unmittelbar an das Vorhandensein entsprechender Larvalgewässer gebunden. Dabei beeinflussen der Strukturreichtum, die Ausprägung submerser und emerser Vegetation sowie Besonnung, Wassertemperatur, Umfeld (Biotopverbund, Vernetzung) und Prädatoren (v. a. Fische) maßgeblich die Libellendiversität. In Abbaustätten findet sich eine Vielzahl von ausdauernden und temporären Stillgewässern, die auf kleinen Flächen sehr selten Fischbesatz aufweisen. Bedingt durch ihre oft windgeschützte Kessellage und die starke Aufheizung der Rohböden können sich viele dieser Gewässer schnell erwärmen und sind somit speziell für thermophile, mediterrane Libellenarten attraktiv. Viele von ihnen sind typische Pionierarten, die frühe bis mittlere Sukzessionsstadien bevorzugen.

Die burgenländischen Abbaugelände mit Gewässern beherbergen eine erstaunlich artenreiche Libellenfauna. Zwei Drittel (66%) aller im Burgenland nachgewiesenen Arten kommen auch in Steinbrüchen und Schottergruben vor (WENDELIN & al. 2013). Vergleichsweise wurden in Steinbrüchen in Bayern 33 der 67 dort heimischen Libellenarten beobachtet (GILCHER 1995). Diese hohe Diversität ist vor allem auf die Vielfalt an unterschiedlichen Habitaten, auf das komplexe räumliche und zeitliche Mosaik verschiedenster Standortbedingungen und Sukzessionsstadien sowie auf die besonderen klimatischen Bedingungen zurückzuführen.

Serpentin-Steinbrüche zeichnen sich auch innerhalb der verschiedenen Typen von Materialentnahmestellen durch besonders extreme Lebensbedingungen aus. Die hohe Belastung der Böden mit aus dem Serpentin-Gestein gelösten Schwermetallen ist für viele Pflanzen- und Tierarten ein limitierender Faktor. Serpentinböden enthalten gewöhnlich einen Überschuss an Magnesium und hohe Konzentrationen der Schwermetalle Nickel, Chrom, Eisen und Kobalt. Zink liegt in weniger hohen Konzentrationen vor, wird aber von Pflanzen in bedeutenden Mengen aufgenommen. Chrom dagegen liegt meist nur in äußerst geringer Menge in gelöster, verfügbarer Form vor und wird entsprechend kaum in Pflanzen angereichert. Nickel und Zink werden als die wichtigsten „Serpentin-Faktoren“ betrachtet, da sie besonders stark in Pflanzenteilen akkumuliert werden (BROOKS 1987). Phytophage Insekten und in Folge auch deren Fressfeinde benötigen daher besondere physiologische Anpassungen oder spezielle Ernährungsgewohnheiten, um an derartigen Standorten überleben zu können. Diese Adaptationen können von der Bevorzugung wenig belasteter Pflanzenteile, wie frischer Triebe oder Samen, bis zu speziellen artspezifischen Ausscheidungsmechanismen oder der gefahrlosen Anreicherung von Schwermetallen im Körper reichen.

Libellenlarven als Prädatoren von Invertebraten und Vertebraten wie Fisch- und Amphibienlarven nehmen naturgemäß größere Mengen an Schwermetallen (Eisen, Mangan, Zink, Kupfer, Nickel) aus ihrer aquatischen Umgebung und der Nahrung auf, als herbivore Insekten. Dabei können sie hohe Konzentrationen anreichern und im Exoskelett speichern. Dort sind diese Metalle wahrscheinlich nicht bioaktiv, da auch bei hohen Werten keine offensichtlich toxischen Effekte beobachtet wurden (AZAM & al. 2015, TOLLETT & al. 2009). Bei direkter Exposition gegenüber in Wasser gelösten Schwermetallen wie Cadmium und Blei zeigen Libellenlarven eine hohe Toleranz, reagieren jedoch sensibler auf Kupfer. Dies trifft auf ausgewählte getestete Zygoptera ebenso wie auf Anisoptera zu, wenngleich deutliche Unterschiede zwischen den Arten bestehen. Konzentrationen, ab denen die Mortalitätsrate im Versuch bei Libellenlarven deutlich zunahm, lagen typischerweise im Milligramm-pro-Liter-Bereich, also weit über jenen Werten, die in der Natur gewöhnlich vorkommen (NUMMELIN & al. 2007). Dennoch sind akute und chronische Effekte von Schwermetallbelastungen (u. a. von Blei) wie Wachstumsminderung, Entwicklungsabnormalitäten und hohe Mortalitätsraten im Larvenstadium auch von Libellen bekannt (vgl. PETERS 1988, RAHMEL & RUF 1994, AZAM & al. 2015).

Über die Libellenfauna von Serpentinstandorten ist bisher wenig bekannt. Die vorliegende Arbeit soll erste konkrete Daten für diesen in Österreich seltenen und naturschutzfachlich bedeutenden Lebensraumtyp zur Verfügung stellen.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet (Abb. 1, 2)

Der ca. 5,9 ha große Steinbruch Bienenhütte in der Gemeinde Bernstein im Südburgenland (Lage: 47°24'44,9" N, 16°17'21,5" E, 639 m üNN) entstand durch den langjährigen Abbau von Serpentin. Das Areal besteht aus einem größeren, nördlich der Bundesstraße B50 gelegenen Teil („Bienenhütte Nord“) mit einer Fläche von ca. 4,8 ha und einem kleineren, ca. 1,1 ha umfassenden Teil südlich der Bundesstraße („Bienenhütte Süd“). Umgeben wird der Steinbruch von einem zusammenhängenden Waldgebiet aus thermophil-bodensaurem Eichenmischwald und wahrscheinlich sekundärem Serpentin-Rotföhrenwald. Im Rahmen der Abbautätigkeiten entstanden über dem wasserundurchlässigen Serpentin zahlreiche Kleingewässer, von denen zum Zeitpunkt der Untersuchungen sechs in der „Bienenhütte Nord“ permanent mit Wasser gefüllt waren. Bei ausgiebigen Niederschlägen werden weitere Senken gefüllt und lassen über das gesamte Steinbruchareal viele zusätzliche Tümpel und Lacken entstehen (Abb. 2). Im Teil südlich der Straße ist nur ein temporäres Gewässer an der tiefsten Stelle vorhanden. Um die Gewässer wachsen feuchte, seggen- und binsenreiche Ruderalfluren, die teilweise Übergänge zu Großröhrichten (mit Breitblättrigem Rohrkolben, *Typha latifolia*) oder Kleinröhrichten bilden. In den Gewässern kommen sehr kleinflächig Schwimmpflanzen-Vegetation, submerse Makrophyten-Vegetation und Armelechteralgen vor.

Obwohl die Sukzession über schwermetallhaltigem Serpentin langsamer voranschreitet als dies in anderen ehemaligen Abbaustätten der Fall ist, sind deutliche Tendenzen zur Verbuschung und Wiederbewaldung erkennbar. Diese findet in feuchteren Bereichen hauptsächlich durch Purpurweiden (*Salix purpurea*) und an trockenen Stellen durch Rotföhren (*Pinus sylvestris*) statt.

Zum Chemismus der Oberflächengewässer des Steinbruches liegen keine konkreten Messdaten vor, nur der pH-Wert wurde einmal an den beiden größten Teichen untersucht. Der Grundwasserkörper in der Gemeinde Bernstein, der auch die Gewässer im Steinbruch speist, zeigt keine auffällige Belastung mit Schwermetallen, der pH Wert liegt mit 7,3 – 7,7 im leicht basischen Bereich (H₂O Fachdatenbank des Umweltbundesamtes, Abfrage der Jahre 2012 bis 2015; <https://wasser.umweltbundesamt.at/h2odb>). Die Böden über Serpentinestein weisen im Gebiet einen mittleren pH-Wert von 6,5 auf (ZECHMEISTER 2005). Bei einer Temperatur von 6 °C wurde für das Teichwasser ebenfalls ein leicht saurer Zustand festgestellt, der bei höheren Wassertemperaturen noch deutlich stärker ausgeprägt sein dürfte (STAUFER, 2016).

Zumindest seit dem Jahr 2000 (Quelle: Google Earth) ist der im Landschaftsschutz- und Europaschutzgebiet Bernstein-Lockenhaus-Rechnitz gelegene Steinbruch außer



Abb. 1: Serpentin-Steinbruch Bienenhütte bei Bernstein, Ansicht des Südteiles, 19. September 2012. / *Serpentine-quarry Bienenhütte near Bernstein, view of southern part, September 19th, 2012.* ©H. Höttinger.

Nutzung gestellt und nur in der „Bienenhütte Süd“ wurde gelegentlich kleinflächig weiterhin Gestein abgebaut. Trotz des bestehenden Schutzstatus in einem Natura-2000-Gebiet wurde in den letzten Jahren in der „Bienenhütte Nord“ von der Marktgemeinde Bernstein Grünschnitt und Erdaushub deponiert. Zudem ist das Gelände von einem Netz aus Motocross-Bahnen durchzogen, welche sporadisch, aber dennoch regelmäßig, genutzt werden. Im Herbst / Winter 2015 wurden in der „Bienenhütte Nord“ auf einer Teilfläche große Mengen an gebietsfremdem Gestein abgelagert.

Faunistische Erhebungen

Der Großteil der Begehungen fand im Rahmen der beiden Projekte zu den Abbaugebieten des Burgenlandes bzw. den Serpentinstandorten im Südburgenland statt, die in Folge durch libellenkundlich motivierte Erhebungen ergänzt wurden. Insgesamt liegen somit von 21 Tagen Libellendaten vor (19.5., 3.6., 28.7., 18.9.2012; 21.7., 4. und 23.8.2013; 22. und 24.5., 3., 4. und 10.7., 6. und 11.8., 8.9.2014; 12. und 13.5., 5.8.2015; 7.6., 20.7., 7.8.2016). Die Determination von Imagines erfolgte mit Hilfe eines Fernglases mit Naheinstellung oder in der Hand, wobei keine Belegexemplare entnommen wurden. Exuvien wurden aufgesammelt, später mithilfe entsprechender Literatur (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 2002) bestimmt und als Bodenständigkeitsnachweise berücksichtigt. Da das Untersuchungsgebiet häufig zur Kartierung anderer Tiergruppen (Vögel, Heuschrecken, Tagfalter, Reptilien) aufgesucht wurde, erfolgte



Abb. 2: Serpentin-Steinbruch Bienenhütte bei Bernstein, Ansicht eines temporären Flachgewässers im Westteil des Steinbruches, 11. August 2014. Hier besitzt z. B. *Lestes sponsa* ihre Hauptverbreitung im Steinbruchareal. / *Serpentine-quarry Bienenhütte near Bernstein, view of a shallow water in the western part, August 11th, 2014. Here, for example, Lestes sponsa has its main distribution in the quarry.* ©H. Höttinger.

nicht immer eine umfassende Einschätzung der Individuenzahlen, sodass diese nur als vorläufige Einstufung zu betrachten sind und einige Arten möglicherweise unterrepräsentiert sind.

Die offizielle Rote Liste der Libellen für das Burgenland (BFB 1997) wird als veraltet betrachtet, weshalb die aktuellen Gefährdungseinstufungen einer unveröffentlichten Roten Liste (Höttinger, unveröff.) verwendet werden. Die Nomenklatur richtet sich nach der aktuellen Roten Liste Europas (KALKMAN & al. 2010). Zur Bewertung der Autochthonie wurden die Arbeiten von CHOVANEC (1999) und CHOVANEC & WARINGER (2006) herangezogen. Informationen zu Habitatpräferenzen und dem bevorzugten Wasserchemismus von Fortpflanzungsgewässern der einzelnen Libellenarten wurden der Literatur entnommen (STERNBERG & BUCHWALD 1999, 2000, WILDERMUTH & MARTENS 2014).

Weitere bemerkenswerte faunistische Beobachtungen wurden bei allen Begehungen mitnotiert und sollen die Biodiversität und naturschutzfachliche Bedeutung des Steinbruches Bienenhütte unterstreichen.



Abb. 3: *Leucorrhinia pectoralis*, Bienenhütte bei Bernstein, 13.6.2015. / *Leucorrhinia pectoralis*, Bienenhütte near Bernstein, June 13th, 2015. ©M. Stauer.

Ergebnisse

Im Untersuchungszeitraum wurden im Steinbruch Bienenhütte insgesamt 27 Libellenarten dokumentiert (Tab. 1). Dies entspricht 45,0% der im Burgenland bisher nachgewiesenen 60 Libellenarten (Höttinger, unveröff.) bzw. 34,6% der 78 in Österreich (OLIAS 2005, RAAB & al. 2006) heimischen Odonata. Die europaweit gefährdeten und in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie verzeichneten *Ophiogomphus cecilia* und *Leucorrhinia pectoralis* wurden als regelmäßiger Nahrungsgast bzw. einmalig im Untersuchungsgebiet beobachtet. Neun Arten wurden als sicher bodenständig, zwei als wahrscheinlich und drei als möglicherweise bodenständig eingestuft. Weitere dreizehn Arten werden vorerst nur als Gäste betrachtet. Sie nutzen den Steinbruch wahrscheinlich als Jagd- oder Reifehabitat. Aufgrund der besonderen klimatischen Bedingungen locken größere, offene und sonnenexponierte Lebensräume regelmäßig auch viele Libellen an, die sich vor Ort nicht fortpflanzen. Als Reife- oder Nahrungshabitate sind solche wärmebegünstigten und abwechslungsreichen Flächen trotzdem von hoher Bedeutung.

Die Odonatenfauna im Steinbruch Bienenhütte umfasst weitgehend Arten, die kleinste bis mittelgroße, beständige Stillgewässer besiedeln. Die Mehrzahl der Libellenarten wurde demnach auch an den beiden permanenten Gewässern mit der größten Ausdehnung und sowohl emerser als auch submerser Vegetation festgestellt. *Lestes barbarus*

Tab. 1: Liste der in den Jahren 2012 bis August 2016 im Steinbruch Bienenhütte festgestellten Libellenarten (Nomenklatur nach KALKMAN & al. 2010). Gefährdung laut Roter Liste Burgenland (RL B, Höttinger unveröff.): LC – ungefährdet, NT – potentiell gefährdet, DD – Datenlage ungenügend, NE – nicht eingestuft. Abundanzklassen: 1 – Einzelfund, 2 – selten, 3 – mäßig häufig, 4 – häufig, 5 – massenhaft. Autochthonie: sb – sicher, wb – wahrscheinlich, mb – möglicherweise, nb – nicht bodenständig, nb* – erfolgreiche Reproduktion in günstigen Jahren möglich. / *List of Odonata species recorded in the quarry Bienenhütte in the years 2012 – 2016 (nomenclature following KALKMAN & al. 2010). Categories of Red List of Burgenland (RL B) follow H. Höttinger (unpublished): LC – least concern, NT – near threatened, DD – data deficient, NE – not evaluated. Abundance classification: 1 – single record, 2 – rare, 3 – common, 4 – abundant, 5 – very abundant. Evaluation of reproduction: sb – proofed, wb – probable, mb – possible, nb – not autochthonous, nb* – successful reproduction in favourable years possible.*

Wissenschaftlicher Name / Deutscher Name	RL B*	Abun- danz	Autoch- thonie	letzte Beobachtung
<i>Sympecma fusca</i> (VANDER LINDEN, 1820) Gemeine Winterlibelle	LC	2	mb	8.9.2014
<i>Lestes barbarus</i> (FABRICIUS, 1798) Südliche Binsenjungfer	LC	2	nb	4.8.2013
<i>Lestes sponsa</i> (HANSEMANN, 1823) Gemeine Binsenjungfer	LC	4	sb	7.8.2016
<i>Lestes viridis</i> (VANDER LINDEN, 1825) Gemeine Weidenjungfer	LC	2	sb	20.7.2016
<i>Platynemis pennipes</i> (PALLAS, 1771) Blaue Federlibelle	LC	1	nb	28.7.2012
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (SULZER, 1776) Frühe Adonislibelle	LC	2	sb	13.6.2015
<i>Coenagrion puella</i> (LINNAEUS, 1758) Hufeisen-Azurjungfer	LC	3	sb	7.8.2016
<i>Coenagrion scitulum</i> (RAMBUR, 1842) Gabel-Azurjungfer	NT	2	wb	13.6.2015
<i>Ischnura elegans</i> (VANDER LINDEN, 1820) Gemeine Pechlibelle	LC	2	mb	7.6.2016
<i>Ischnura pumilio</i> (CHARPENTIER, 1825) Kleine Pechlibelle	LC	2	nb	7.8.2016
<i>Enallagma cyathigerum</i> (CHARPENTIER, 1840) Becher-Azurjungfer	LC	3	sb	7.8.2016
<i>Aeshna cyanea</i> (MÜLLER, 1764) Blaugrüne Mosaikjungfer	LC	4	sb	20.7.2016
<i>Aeshna mixta</i> LATREILLE, 1805 Herbst-Mosaikjungfer	LC	1	nb	11.8.2014
<i>Aeshna isoceles</i> (MÜLLER, 1767) Keilflecklibelle	LC	2	nb	7.6.2016
<i>Anax imperator</i> LEACH, 1815 Große Königlibelle	LC	4	sb	20.7.2016
<i>Ophiogomphus cecilia</i> (FOURCROY, 1785) Grüne Keiljungfer	NT	2	nb	4.7.2014
<i>Cordulia aenea</i> (LINNAEUS, 1758) Falkenlibelle	LC	3	sb	7.6.2016

Wissenschaftlicher Name / Deutscher Name	RL B*	Abun- danz	Autoch- thonie	letzte Beobachtung
<i>Libellula quadrimaculata</i> LINNAEUS, 1758 Vierfleck	LC	4	sb	20.7.2016
<i>Libellula depressa</i> LINNAEUS, 1758 Plattbauch	LC	3	mb	7.6.2016
<i>Orthetrum brunneum</i> (FONSCOLOMBE, 1837) Südlicher Blaupfeil	LC	1	nb	28.7.2012
<i>Sympetrum vulgatum</i> (LINNAEUS, 1758) Gemeine Heidelibelle	LC	3	nb	7.8.2016
<i>Sympetrum striolatum</i> (CHARPENTIER, 1840) Große Heidelibelle	LC	3	wb	20.7.2016
<i>Sympetrum danae</i> (SULZER, 1776) Schwarze Heidelibelle	DD	2	nb*	28.7.2012
<i>Sympetrum sanguineum</i> (MÜLLER, 1764) Blutrote Heidelibelle	LC	2	nb*	20.7.2016
<i>Sympetrum fonscolombii</i> (SELYS, 1840) Frühe Heidelibelle	LC	2	nb	7.6.2015
<i>Leucorrhinia dubia</i> (VANDER LINDEN, 1825) Kleine Moosjungfer	NE	1	nb	21.7.2013
<i>Leucorrhinia pectoralis</i> (CHARPENTIER, 1825) Große Moosjungfer	NT	1	nb	13.6.2015

ist als einzige angetroffene Art speziell an ein sommerliches Austrocknen der Fortpflanzungsgewässer angepasst und im Steinbruch wahrscheinlich nicht bodenständig.

Auffällig sind die vergleichsweise geringen Individuendichten der Zygopteren-Arten an den einzelnen Beobachtungstagen. Unter den als häufig eingestuften Taxa findet sich mit *Lestes sponsa* (max. 31 Individuen) nur eine einzige Kleinlibelle. Weitere häufige Arten waren *Aeshna cyanea* (max. 6 Individuen + 13 Exuvien), *Anax imperator* (max. 6 Individuen + 21 Exuvien) und *Libellula quadrimaculata* (max. 15 Individuen). Von *Platycnemis pennipes*, *Aeshna mixta*, *Orthetrum brunneum* und den beiden Moosjungfern *Leucorrhinia dubia* und *L. pectoralis* wurden jeweils nur Einzeltiere registriert.

Bemerkenswerte Libellennachweise

Kleine Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia* VANDER LINDEN, 1825)

Am 21.7.2013 gelang die Beobachtung eines adulten Männchens am nordöstlichen Teich des Steinbruches, die zugleich den ersten gesicherten Nachweis von *L. dubia* für das Burgenland darstellt (STAUFER 2016). Die Kleine Moosjungfer hat ihre Verbreitungsschwerpunkte in Österreich in den westlichen Bundesländern und dem nördlichen Waldviertel (RAAB & al. 2006). Die nächsten Fundorte zum Untersuchungsgebiet sind aus den steirischen und niederösterreichischen Voralpen in mehr als 90 km Entfernung bekannt. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass es dazwischen noch weitere, bisher

übersehene Vorkommen – möglicherweise sogar im Burgenland – gibt. Da *L. dubia* saure Gewässer bevorzugt, die zudem häufig in Wäldern eingebettet liegen (DIJKSTRA & LEWINGTON 2006, WILDERMUTH & MARTENS 2014), kann auch eine kleine autochthone Population im Steinbruch Bienenhütte nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Große Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis* CHARPENTIER, 1825)

Obwohl diese europaweit gefährdete Libelle (FFH-Anhänge II und IV) im nördlichen und mittleren Burgenland verbreitet vorkommt (Höttinger, unveröff.), lagen aus dem Südburgenland bisher keine Meldungen vor. Am 13.6.2015 wurde ein adultes Männchen am nordöstlichen Teich des Steinbruches dokumentiert (STAUFER 2016; Abb. 3). Entgegen ihrem Namen ist die Große Moosjungfer in Ostösterreich keine typische Moorlibelle, sondern besiedelt unter anderem nährstoffarme Kleingewässer und Schottergrubenteiche im mittleren Verlandungsstadium (RAAB & al. 2006, HÖTTINGER 2012). Neben einer hohen Wärmeeinstrahlung und lückiger Vegetation ist für sie vor allem die Abwesenheit von Fischen günstig. *Leucorrhinia pectoralis* besitzt ein hohes Ausbreitungspotenzial und kann neu angelegte Gewässer auch aus größerer Entfernung relativ rasch besiedeln (WILDERMUTH & MARTENS 2014). Einzelne Individuen können regelmäßig weitab von den nächstgelegenen Fortpflanzungsgewässern beobachtet werden. Es ist davon auszugehen, dass es im Südburgenland noch weitere bisher übersehene Vorkommen gibt. Eine systematische Erhebung der Art ist im Burgenland – auch in den Europaschutzgebieten – noch ausständig.

Schwarze Heidelibelle (*Sympetrum danae* SULZER, 1776)

Die Schwarze Heidelibelle (Abb. 4) besiedelt typischerweise sehr flache, perennierende oder temporäre Gewässer. Von ihr liegen aus dem nördlichen und mittleren Burgenland nur ganz wenige aktuelle Funde von zumeist Einzelexemplaren vor (Höttinger, unveröff.). Am 28.7.2012 konnte *S. danae* mit sieben Männchen überraschend zahlreich an verschiedenen Gewässern im Steinbruch festgestellt werden. Obwohl danach der Standort oftmals während der Flugzeit (Anfang Juli bis Ende Oktober; WILDERMUTH & MARTENS 2014) aufgesucht wurde, gelangen keine weiteren Nachweise. Es ist vorläufig davon auszugehen, dass lediglich einmal ein Weibchen dort Eier ablegen konnte. Ein beständiges Vorkommen ist auch in der weiteren Umgebung des Steinbruches nicht bekannt. Die Imagines von *S. danae* streifen vor allem auf der Suche nach neuen Lebensräumen weit umher und wurden bis zu 40 km vom nächsten Fortpflanzungsgewässer entfernt gefunden. Selbst Wanderzüge, sogar über das Meer, wurden beschrieben (STERNBERG & BUCHWALD 2000).

Gabel-Azurjungfer (*Coenagrion scitulum* RAMBUR, 1842)

Diese Art ist im Burgenland weit verbreitet und nicht hochgradig gefährdet. Autochthone Vorkommen finden sich im Burgenland in verschiedenen Gewässern, wie z. B. in Teichen unterschiedlicher Größe und Struktur (auch in Abbaugruben) und in Hochwasser-Rückhaltebecken. *Coenagrion scitulum* weist eine hohe Ausbreitungsfähigkeit auf,



Abb. 4: *Sympetrum danae*, Bienenhütte bei Bernstein, 28. Juli 2012. / *Sympetrum danae*, Bienenhütte near Bernstein, July 28th, 2012. ©H. Höttinger.

die eine schnelle Besiedelung neu entstandener Gewässer ermöglicht. Die Population im Steinbruch Bienenhütte ist seit 2013 bekannt und stellt auf ca. 630 m Seehöhe das höchstgelegene Vorkommen der Gabel-Azurjungfer in Österreich dar, deren Verbreitung sonst auf die Tieflagen Ostösterreichs (meist < 300 m) konzentriert ist. Eine erfolgreiche Reproduktion wird hier durch die wärmebegünstigte Lage des Steinbruches und durch das günstige Mikroklima am Fortpflanzungsteich ermöglicht.

Diskussion

Libellenfauna

Die meisten Libellenarten traten im Untersuchungsgebiet nur in geringer oder mittlerer Dichte auf. Vor allem Zygopteren waren zum Teil in auffällig niedriger Anzahl vorhanden. In (sehr) kleinen Gewässern sind geringe Individuenzahlen durchaus normal und können unter Umständen im Bereich einzelner oder einiger weniger Individuen bleiben. Solche Populationen können trotzdem langfristig bestehen, sofern sie mit anderen der nahen Umgebung in Austausch stehen (CORBET 2004). Im Steinbruch Bienenhütte sind zudem folgende Gründe für die festgestellten geringen Abundanzen einzelner Arten denkbar: a) hoher Prädationsdruck auf Kleinlibellen und Libellulidae durch *Aeshna cyanea* und *Anax imperator* einerseits und durch Vertebraten (v. a.

Amphibien) andererseits aufgrund der spärlichen submersen und emersen Vegetation, die kaum Versteckmöglichkeiten bietet; b) unzureichende Erfassung, wenn Imagines in Folge eines hohen Prädationsdrucks und / oder extremer Temperaturen nur zur Fortpflanzung an die Gewässer zurückkehren und sich abseits überwiegend in schwer zugänglichen Schuttfleuren oder an den (schattigen) Waldrändern aufhalten; c) geringe Reproduktionsrate infolge hoher Schwermetallkonzentrationen (erhöhte Mortalität der Larven, gestörtes Fressverhalten, geringe Schlupfraten u. ä.); d) erhöhte inter- und intraspezifische Nahrungskonkurrenz, falls Beutetiere aufgrund der Nährstoffarmut oder der Schwermetallbelastung der Gewässer nicht ausreichend vorhanden sind.

Nährstoffeinträge aus der Umgebung können für die untersuchten Steinbruch-Gewässer aufgrund der allgemeinen Nährstoffarmut von Serpentinböden und der vorherrschenden schütterten Vegetation als gering angenommen werden. Über die Nahrungsverfügbarkeit werden auch Artenzusammensetzung und Individuendichte der Libellenfauna beeinflusst. Die Große Pechlibelle (*Ischnura elegans*) z. B. bevorzugt nährstoffreiche Gewässer. Obwohl sie gewöhnlich als wenig anspruchsvoll gilt und häufig in großer Zahl auftritt, konnten im Steinbruch Bienenhütte nur an vier Erhebungstagen jeweils einige wenige Individuen nachgewiesen werden.

Jene elf Taxa, die als sicher oder wahrscheinlich bodenständig eingestuft wurden, zeigen eine breite Amplitude hinsichtlich ihrer Habitatpräferenzen und der tolerierbaren bzw. bevorzugten pH-Werte der Fortpflanzungsgewässer. Alle Arten besiedeln zumindest gelegentlich auch (mäßig) saure Gewässer und (Übergangs-)Moore oder deren Randbereiche und sind diesbezüglich gut an die Bedingungen im Serpentinsteinbruch angepasst.

Die Löslichkeit von Schwermetall-Ionen in Wasser ist stark von dessen pH-Wert abhängig. Der pH-Wert des Grundwasserkörpers von Bernstein, der auch die Gewässer im Steinbruch Bienenhütte speist, liegt im leicht basischen Bereich. Daher sind im Grundwasser keine hohen Konzentrationen der Serpentin-typischen Schwermetalle vorhanden. Diese werden erst im leicht sauren Oberflächen-Milieu durch chemische Prozesse aus dem Gestein gelöst und später über die Böden in Pflanzen angereichert. In den leicht sauren Steinbruchgewässern gelangen neben den direkt aus dem Gestein gelösten Schwermetallen auch größere Mengen Nickel, Eisen, Kobalt und Zink aus verrottendem Pflanzenmaterial und wahrscheinlich durch Abschwemmung und Erosion aus den umgebenden Böden ins Wasser. Die im Serpentinsteinbruch reproduzierenden Libellenarten müssen diesen gegenüber daher eine gewisse Toleranz aufweisen. Studien zur Auswirkung dieser spezifischen Schwermetalle auf heimische Libellenarten sind rar, allerdings ist für fast alle in der Bienenhütte autochthonen Arten eine hohe Verträglichkeit gegenüber Blei im Fortpflanzungsgewässer bekannt (vgl. SCHMIDT 1990).

Neben zum Teil auffällig niedrigen Individuenzahlen einzelner Taxa liegen aus dem Steinbruch keine Hinweise vor, die auf einen besonderen abiotischen Umweltstress hindeuten. Möglicherweise in Zusammenhang mit einer hohen Schwermetallbelastung kann der Fund eines *Coenagrion puella*-Männchens gesehen werden, das



Abb. 5: *Coenagrion puella* mit verkürztem rechtem Hinterflügel und deformiertem Abdomen, Bienenhütte bei Bernstein, 10. Juli 2014. / *Coenagrion puella* with reduced hindwing and deformed abdomen, Bienenhütte near Bernstein, July 10th, 2014. ©M. Stauer.

einen reduzierten Hinterflügel aufwies und dessen Abdomen sich daher vermutlich beim Schlupf durch asymmetrische Flügelbewegungen verdrehte (Abb. 5). Derartige Missbildungen kommen in der Natur sicherlich häufiger vor, als sie gewöhnlich beobachtet werden können. *Coenagrion puella* besitzt eine hohe Verträglichkeit gegenüber Schwermetallen, bei steigenden Konzentrationen treten jedoch kontinuierlich größere Schwankungsbreiten von Asymmetrien der Vorderflügel und Hinterbeine auf (RAHMEL & RUF 1994). Generell ist *C. puella* eine weit verbreitete Art, die oft in hohen Dichten vorkommt, in Mooren aber gewöhnlich nur in geringen Abundanzen auftritt. Im Steinbruch wurde sie nur mäßig häufig nachgewiesen.

Naturschutzfachliche Aspekte

Der Serpentin-Steinbruch Bienenhütte bei Bernstein stellt einen österreichweit einzigartigen Lebensraum dar, und alle bisher näher untersuchten Gruppen weisen hohe bis sehr hohe Artenzahlen auf (siehe WENDELIN & al. 2013, HÖTTINGER 2014, STAUFER 2014, MICHALEK & al. 2015; eigene Beobachtungen): So wurden unter anderem 160 Pflanzen-, 36 Tagfalter-, 38 Heu- und Fangschrecken-, acht Amphibien- und drei Reptilienarten festgestellt. Unter den Tagfaltern finden sich die FFH-Arten Großer Feuerfalter, *Lycaena dispar* (HAWORTH, 1802), und Russischer Bär, *Euplagia quadripunctaria* (PODA, 1761). Die österreichweit stark gefährdete Blauflügelige Sandschrecke, *Sphingonotus caeruleus* (LINNAEUS, 1767), hat hier ihr einziges Vorkommen

im Südburgenland. Von acht Amphibienarten sind fünf als FFH-Arten gelistet: Alpenkammolch, *Triturus carnifex* (LAURENTI, 1768), Gelbbauchunke, *Bombina variegata* (LINNAEUS, 1758), Springfrosch, *Rana dalmatina* (BONAPARTE, 1840), Wechselkröte *Bufo viridis* (LAURENTI, 1768) und Laubfrosch, *Hyla arborea* (LINNAEUS, 1758). Unter den Reptilien ist eine individuenreiche Population der Mauereidechse, *Podarcis muralis* (LAURENTI, 1768), erwähnenswert. Ein weiterer bemerkenswerter Fund betrifft eine ausgewachsene Raupe des europaweit gefährdeten (FFH-Anhang IV) Nachtkerzen-Schwärmers, *Proserpinus proserpina* (PALLAS, 1772), von dem nur wenige aktuelle Meldungen aus dem Burgenland vorliegen. Besonders hervorzuheben ist der hohe Anteil österreichweit gefährdeter Tierarten und die Vielzahl von Arten der FFH-Richtlinie im Untersuchungsgebiet. Es ist daher unbedingt notwendig, diesen Standort zu sichern und eine naturschutzfachliche Pflege sicherzustellen, damit der Artenreichtum auch mittel- bis langfristig erhalten bleibt.

Momentan befinden sich große Bereiche des Steinbruches in einem für das Vorkommen von Libellen (und auch vieler anderer Tierarten) günstigen Sukzessionsstadium, welches durch Pflegemaßnahmen weitgehend zu erhalten ist. Insbesondere alle vorhandenen kleinen Tümpel, Lacken und Teiche sollten unbedingt bewahrt und keinesfalls (weiter) verfüllt werden. Der Aufwuchs von Gehölz, insbesondere der Rotföhren, ist hingegen besonders an den stärker zugewachsenen Gewässern und in Randbereichen des Steinbruches zurückzudrängen. Mittelfristig sind die feucht-nassen Bereiche am meisten durch Verbuschung gefährdet; es handelt sich hier um Standorte von Kelchgras (*Danthonia alpina*), Balkan-Ehrenpreis (*Veronica scardica*), Sardischem Hahnenfuß (*Ranunculus sardous*), Entferntähriger Segge (*Carex distans*) und anderen gefährdeten Pflanzenarten (WENDELIN & al. 2013). Selbstverständlich würden auch viele Libellenarten von einem weitgehenden Offenhalten dieser Nassstandorte profitieren.

Einzelne im Steinbruch vorhandene kleine Flächen mit Reitgras (*Calamagrostis* sp.) sollten zur Schaffung neuer Pionierstandorte abgeschoben werden. Zudem sind an mehreren Stellen auch unterschiedlich große Herde des Japanischen Stauden-Knöterichs (*Fallopia japonica*) vorhanden. Dieser Neophyt sollte fachgerecht bekämpft und möglichst vollständig aus dem Steinbruch eliminiert werden.

Gelegentliche Motorsportaktivitäten im Steinbruch können unter kontrollierten Bedingungen und gewissen naturschutzfachlichen Auflagen weiterhin durchgeführt werden, da sie offene Bodenstellen schaffen und frühe Sukzessionsstadien ermöglichen, jedoch sollte keine Ausdehnung derselben erfolgen. In einige Gewässer wurden alte Autoreifen geworfen, welche entfernt werden sollten.

Ende 2015 erfolgte im Nordteil des Steinbruches leider eine umfangreiche Aufschüttung mit allochthonem Gesteinsmaterial aus einem Straßenbauvorhaben. Dadurch wurden ein permanentes und mehrere temporäre Gewässer sowie deren Randbereiche mit feuchten Hochstaudenfluren, Seggen- und Binsenriedern zerstört (vgl. Abb. 6 und 7). Durch Interventionen konnte das Vorhaben gestoppt werden, das bisher aufgeschüttete Material wird jedoch nicht mehr entfernt.



Abb. 6 – 7: Nordteil des Steinbruches Bienenhütte vor (18.9.2012) und nach (7.6.2016) der Aufschüttung mit allochthonem Gesteinsmaterial. / Northern part of quarry Bienenhütte before (September 18th, 2012) and after (June 7th, 2016) deposition of allochthonous gravel. ©H. Höttinger.

Im Nordwesten des Steinbruches befindet sich eine Deponie (Grünschnitt, Erdaushub) der Gemeinde Bernstein. Hier wurden auch noch im Sommer 2016 Kleingewässer und feuchte Hochstaudenfluren durch verschiedene Aktivitäten wie Abschieben und Überschüttung zerstört. Insbesondere der Standort des im Burgenland vom Aussterben bedrohten Kelchgrases (*Danthonia alpina*) (WENDELIN & al. 2013, MICHALEK & al. 2015) ist dadurch akut bedroht. Die Einhaltung der Naturschutzvorgaben und eine rasche Verlegung der Deponie auf eine unbedenkliche Fläche außerhalb des Natura-2000-Gebietes wären daher wünschenswert. Bisher erfolgten trotz guter Datengrundlage zur naturschutzfachlichen Bedeutung des Areals (z. B. WENDELIN & al. 2013) bei geplanten Vorhaben keine Vorprüfungen im Sinne der FFH-Richtlinie. Stattdessen wurden in den letzten Jahren durch diverse Maßnahmen mehr als zehn Arten der Anhänge II bzw. IV und ein Lebensraumtyp des Anhangs I der FFH-Richtlinie unterschiedlich stark beeinträchtigt.

Bei eventuellen zukünftigen Nutzungsänderungen des Steinbruches oder dessen Umgebung ist unbedingt eine sehr genaue Prüfung der Auswirkungen auf die dort vorkommenden FFH-Arten (Naturverträglichkeitsprüfung) und andere hochgradig gefährdete Tiere und Pflanzen notwendig. Nur dadurch und im Zusammenwirken mit gezielten Pflegemaßnahmen kann die hohe naturschutzfachliche Bedeutung des Serpentinsteinbruchs Bienenhütte auch mittel- bis langfristig gesichert werden.

Danksagung

Wir danken Univ.-Doz. Dr. Andreas Chovanec für wertvolle Literaturhinweise zum Thema „Libellen und Schwermetalle“. Eva und Wulf Kappes sei für klärende Hinweise zum (vermeintlichen) Fund von *Leucorrhinia dubia* aus dem Seewinkel gedankt.

Literatur

- AZAM, I., AFSHEEN, S., ZIA, A., JAVED, M., SAEED, R., SARWAR, M.K. & MUNIR, B. 2015: Evaluating insects as bioindicators of heavy metal contamination and accumulation near industrial area of Gujrat, Pakistan. – BioMed Research International 2015: 1–11.
- BFB (Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland) 1997: Rote Liste Burgenland. – BFB-Bericht 87: 1–33.
- BROOKS, R.R. 1987: Serpentine and its vegetation: a multidisciplinary approach. – Croom Helm, London, 454 pp.
- CHOVANEC, A. 1999: Methoden für die Erhebung und Bewertung der Libellenfauna (Insecta: Odonata) – eine Arbeitsanleitung. – Anax 2: 1–22.
- CHOVANEC, A. & WÄRINGER, J. 2006: Libellen als Bioindikatoren. Pp. 311–324. – In: RAAB, R., CHOVANEC, A. & PENNERSTORFER, J. (Red.): Libellen Österreichs (Hrsg.: Umweltbundesamt, Wien). – Springer, Wien – New York, 256 pp.
- CORBET, P.S. 2004: Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata. – Harley Books, Martins, 830 pp.
- DIJKSTRA, K.-D.B. & LEWINGTON, R. 2006: Field guide to the dragonflies of Britain and Europe including western Turkey and north-western Africa. – British Wildlife Publishing, Gillingham, 320 pp.
- GILCHER, S. 1995: Lebensraumtyp Steinbrüche. Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.17. – Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.), München, 176 pp.

- HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. 2002: Die Libellenlarven Deutschlands. – Tierwelt Deutschlands 72, Goecke & Evers, Keltern, 328 pp.
- HÖTTINGER, H. 2012: Kartierung von Schmetterlings- und Libellenarten unter besonderer Berücksichtigung von Arten der FFH-Richtlinie. – Unveröffentlichter Endbericht im Rahmen des Projektes EU-LAKES, im Auftrag des Naturschutzbundes Burgenland, Raiding, 20 pp.
- HÖTTINGER, H. 2014: Serpentinstandorte im Südburgenland – Erhebung, Management, Schutz und Öffentlichkeitsarbeit. Tagfalter und Mauereidechse. – Unveröffentlichter Endbericht im Auftrag des Burgenländischen Naturschutzbundes, Raiding, 30 pp.
- KALKMAN, V.J., BOUDOT, J.-P., BERNARD, R., CONZE, K.-J., DE KNIJF, G., DYATLOVA, E., FERREIRA, S., JOVIĆ, M., OTT, J., RISERVATO, E. & SAHLÉN, G. 2010: European Red List of dragonflies. – IUCN Species Programme, Publications Office of the European Union, Luxembourg, VIII + 28 pp.
- MICHALEK, K., DILLINGER, B., HÖTTINGER, H. & STAUFER, M. 2015: Serpentinstandorte im Südburgenland. – Naturschutzbund Burgenland, Eisenstadt, 52 pp.
- NUMMELIN, M., LODENIUS, M., TULISADO, E., HIRVONEN, H. & ALANKO, T. 2007: Predatory insects as bioindicators of heavy metal pollution. – Environmental Pollution 145: 339–347.
- OLIAS, M. 2005: *Lestes parvidens* am Südostrand Mitteleuropas: Erste Nachweise aus Österreich, der Slowakei, Ungarn und Rumänien (Odonata: Lestidae). – Libellula 24: 155–161.
- PETERS, G. 1988: Beobachtungen an Aeshniden in Finnland (Odonata: Aeshnidae). – Opuscula Zoologica Fluminensia 21: 1–16.
- RAAB, R., CHOVANEC, A. & PENNERSTORFER, J. 2006: Libellen Österreichs. – Springer, Wien, New York, 345 pp.
- RAHMEL, U. & RUF, A. 1994: Eine Feldmethode zum Nachweis von anthropogenem Streß auf natürliche Tierpopulationen: “Fluctuating Asymmetry”. – Natur und Landschaft 69: 104–107.
- SCHMIDT, E. 1990: Die Odonatenfauna eines ehemaligen Bleisandabsetzbeckens (Buchholzweiher bei Mechnich, Nordeifel). – Mitteilungen der Pollichia 77: 383–393.
- STAUFER, M. 2014: Serpentinstandorte im Südburgenland – Erhebung, Management, Schutz und Öffentlichkeitsarbeit. Fachbereiche Heuschrecken und Vögel. – Unveröffentlichter Endbericht im Auftrag des Burgenländischen Naturschutzbundes, 21 pp.
- STAUFER, M., 2016: Erstnachweis der Kleinen Moosjungfer *Leucorrhinia dubia* (VANDER LINDEN, 1825) für das Burgenland (Insecta: Odonata). – Biodiversität und Naturschutz in Ostösterreich, BCBEA 2(1): 97–101.
- STERNBERG, K. & BUCHWALD, R. 1999: Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera). – Ulmer, Stuttgart, 468 pp.
- STERNBERG, K. & BUCHWALD, R. 2000: Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen (Anisoptera), Literatur. – Ulmer, Stuttgart, 712 pp.
- TOLLETT, V.D., BENVENUTTI, E.L., DEER, A., RICE, T.M. 2009: Differential toxicity to Cd, Pb, and Cu in dragonfly larvae (Insecta: Odonata). – Archives of Environmental Contamination and Toxicology 56: 77–84.
- WENDELIN, B., DVORAK, M., GRINSCHGL, F. & HÖTTINGER, H. 2013: Schottergruben und Steinbrüche als Hotspots der Biodiversität im Burgenland – Ökozellen in der Kulturlandschaft. – Unveröffentlichte Studie (CD-ROM) im Auftrag der Burgenländischen Landesregierung.
- WILDERMUTH, H. & MARTENS, A. 2014: Taschenbuch der Libellen Europas. Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Porträt. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 824 pp.
- ZECHMEISTER, H.G. 2005: Die Moosflora der Serpentinrasen im Burgenland. – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich 142: 9–15.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Entomofaunistik](#)

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Stauer Martina, Höttinger Helmut

Artikel/Article: [Die Libellen \(Insecta: Odonata\) eines Serpentin-Steinbruches im Südburgenland, Österreich, unter besonderer Berücksichtigung ökologischer und naturschutzfachlicher Aspekte 109-125](#)