

Bewertung von Oberflächengewässern anhand libellenkundlicher Untersuchungen (Odonata) – Methoden für stehende und fließende Gewässer sowie ihre beispielhafte Anwendung an der Mattig (Oberösterreich)

Andreas CHOVANEC

Abstract

Assessment of surface waters based on odonatological investigations (Odonata) – methods for standing and running waters with an exemplary application at the river Mattig (Upper Austria). – In recent decades, the importance of odonatological studies in water management has greatly increased, since Odonata are good indicators of morphological and hydrological conditions of water bodies. The application of this guideline is intended to ensure the standardisation of dragonfly-based studies and thus the comparability of results. The aim of the field survey method described is to obtain as complete a picture as possible of the species spectrum reproducing at a given site by monitoring and recording adult dragonflies. Sightings of teneral, additional recording of exuviae, estimates of the number of individuals as well as observations of reproductive behaviour serve to determine whether or not species are autochthonous to the site. According to the legal requirements of the EU Water Framework Directive and the Austrian Water Law (Wasserrechtsgesetz, WRG), the assessment is based on a comparison of the water-type-specific dragonfly fauna with the status quo. In accordance with WRG, various methodological approaches have been developed for standing and running waters, to which reference is made in this paper. As an example, the restructuring measures at the hyporhithron stretch of the river Mattig (Upper Austria) near its mouth into the river Inn have been evaluated by means of a study on dragonflies carried out in 2019. The longitudinal classification of the Odonata represents the methodological basis for determining the Odonata reference species and any deviations.

Key words: Odonata, bioindication, sampling, assessment, methods, guideline, ecological status, longitudinal classification, Rhithron-Potamon Concept.

Zusammenfassung

Die Bedeutung libellenkundlicher Untersuchungen in der wasserwirtschaftlichen Praxis hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen, da Odonata aussagekräftige Indikatoren für morphologische und hydrologische Gegebenheiten von Gewässern sind. Die Anwendung des vorliegenden Leitfadens soll die Standardisierung odonatologischer Studien und damit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleisten. Ziel der hier beschriebenen Erhebungsmethode im Feld ist die möglichst vollständige Aufnahme des an einem Untersuchungsort reproduzierenden (bodenständigen) Artenspektrums durch die Erfassung der imaginalen Libellenfauna. Sichtungen frischgeschlüpfter Individuen, die

ergänzende Aufnahme von Exuvien, Abschätzungen der Individuenzahlen sowie Beobachtungen von Fortpflanzungsverhalten dienen der Festlegung der Bodenständigkeit von Arten. Den gesetzlichen Vorgaben der EU Wasserrahmenrichtlinie und des Österreichischen Wasserrechtsgesetzes (WRG) gemäß, basiert die Bewertung auf dem Vergleich der gewässertyp-spezifischen Libellenfauna mit dem Status quo. Es wurden für stehende und fließende Gewässer verschiedene methodische Ansätze entsprechend WRG entwickelt, auf die im Rahmen dieser Arbeit verwiesen wird. Beispielhaft wird die Bewertung von Restrukturierungsmaßnahmen am hyporhithralen Mündungsabschnitt der Mattig (Oberösterreich) durch eine im Jahr 2019 durchgeführte libellenkundliche Untersuchung präsentiert. Die längenzonale Klassifizierung der Odonata stellt dabei die methodische Grundlage zur Festlegung von Leit- und Begleitarten und allfälligen Abweichungen dar.

Einleitung

In den meisten europäischen Ländern werden angewandt libellenkundliche Studien in der überwiegenden Mehrzahl zur Lösung naturschutzfachlicher bzw. -rechtlicher Fragestellungen durchgeführt. In Österreich spielen odonatologische Untersuchungen auch in der wasserwirtschaftlichen Praxis eine große Rolle. Libellen werden auch in die derzeit (Stand 2019) in Überarbeitung befindliche ÖNORM M 6231 („Richtlinie für die ökologische Untersuchung und Bewertung von stehenden Gewässern“, ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIKITUT 2001) als Indikatorgruppe integriert. Im Herbst 2019 findet erstmals ein vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus organisierter Kurs im Rahmen der umfassenden qualitätssichernden Maßnahmen zur bundesweiten Gewässerzustandsüberwachung statt, in dem die Bestimmung von Odonata und Bewertungsmethoden vermittelt werden. Entsprechende, den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, Richtlinie 2000/60/EG; EUROPEAN COMMUNITY 2000) und des Österreichischen Wasserrechtsgesetzes (WRG; BMNT 2018) folgende Ansätze haben sich als ergänzende Methoden zur Bewertung des ökologischen Zustandes und Potenzials von Oberflächengewässern im Rahmen von Experteneinschätzungen in Österreich etabliert. Schwerpunkte dieser Untersuchungen sind die Bewertung von Stillgewässern und Seeufern (z. B. LAUTH & WARINGER 2001, CHOVANEC et al. 2002, 2010, FISCHER & WÖSS 2015, HOLZWEBER et al. 2017), von neugeschaffenen Gewässern (RAAB 2003, SCHINDLER & CHOVANEC 2011), von Fluss-Au-Systemen (CHOVANEC & WARINGER 2001, SCHULTZ et al. 2003, CHOVANEC et al. 2004, CHOVANEC 2017a) und insbesondere die Evaluierung von Rückbaumaßnahmen an Fließgewässern (z. B. CHOVANEC et al. 2012, CHOVANEC 2017b, 2018a, b, 2019a, FISCHER 2018). Gegenstand der Studien war auch die Schaffung von Grundlagen für die Ableitung von Empfehlungen hinsichtlich der Umsetzung wasserbaulicher Gestaltungstypen bzw. Maßnahmen der Gewässerpflege (SCHINDLER & CHOVANEC 2011, CHOVANEC 2017c).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die kurze Darstellung der Methoden zur Aufnahme des möglichst vollständigen, an einem Untersuchungsort reproduzierenden (bodenständigen) und aspektbildenden Spektrums der Libellenarten sowie der Ansätze zur Bewertung des libellen-ökologischen Zustandes unterschiedlicher Gewässertypen, wobei hierbei schwerpunktmäßig auf entsprechende Veröffentlichungen verwiesen wird. Damit soll eine Grundlage für standardisierte Vorgangsweisen bei odonatologischen Studien geschaffen werden, um die bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Darüber hinaus wird Literatur zur Bestimmung und Verbreitung der in Österreich vorkommenden Arten sowie über deren Biologie empfohlen. Auf relevante internationale Arbeiten zum Thema Libellen und Gewässerbewertung wird ebenfalls verwiesen. Zur Veranschaulichung wird ein Fallbeispiel präsentiert: Am hyporhithralen Mündungsabschnitt der Mattig in

Oberösterreich erfolgten im Jahr 2019 odonatologische Untersuchungen, um die ökologischen Auswirkungen von Restrukturierungsmaßnahmen zu überprüfen. Die Grundlage der angewendeten Methode ist das Konzept der biozönotischen Region (CHOVANEC 2019b).

Libellen als Bioindikatoren

Libellen werden seit den 1970er Jahren zur Charakterisierung und Bewertung aquatischer Systeme herangezogen (z. B. SCHMIDT 1971, 1983, 1985, 1989, 1991, REHFELDT 1986, DONATH 1987, SAMWAYS 1993, 2008, WARINGER 1989, STEYTLER & SAMWAYS 1995, CHWALA & WARINGER 1996, HAWKING & NEW 1999, OTT 2001, SAHLÉN & EKESTUBBE 2001, CHOVANEC & WARINGER 2001, D'AMICO et al. 2004, JUEN et al. 2007, HOFHANSL & SCHNEEWEIHS 2008, KÜRY & CHRIST 2010, SIMAIKA & SAMWAYS 2012, KUTCHER & BRIED 2014, CHOVANEC et al. 2015, GOLFIERI et al. 2016, 2018, CHOVANEC 2018a, KORBAA et al. 2018). Die Vorteile der Verwendung von Libellen als Bioindikatoren sind in der nationalen und internationalen Literatur ausführlich dokumentiert (z. B. CHOVANEC & WARINGER 2001, OERTLI 2008, SILVA et al. 2010, CHOVANEC et al. 2014, BRIED & SAMWAYS 2015):

- Die Biologie der Odonata und die Verbreitung der in Europa bzw. Österreich vorkommenden Arten sind gut dokumentiert (z. B. WILDERMUTH 1994, CORBET 1999, STERNBERG & BUCHWALD 1999, 2000, ASKEW 2004, LANDMANN et al. 2005, RAAB et al. 2006, CORDOBA-AGUILAR 2008, HOLZINGER & KOMPOSCH 2012, BOUDOT & KALKMAN 2015, HOLZINGER et al. 2015, CHOVANEC et al. 2017, KLAIBER et al. 2017, PAULSON 2019, WILDERMUTH & MARTENS 2019).
- Libellen sind aussagekräftige Zeiger der hydrologischen und morphologischen Bedingungen von Gewässern, ihrer Vernetzung mit dem Umland und des Zustandes der gewässerrelevanten Vegetationsausstattung (z. B. BUCHWALD 1989, CHOVANEC & WARINGER 2001, SCHINDLER et al. 2003, REMSBURG & TURNER 2009, CUNNINGHAM-MINNICK et al. 2019). Sie sind daher integrative Indikatoren des Zustandes von Landschaftsräumen, die durch aquatische und amphibische Systeme geprägt sind (BORCHERDING 1997).
- Libellen reagieren sehr schnell selbst auf kleinräumige positive oder negative Veränderungen innerhalb ihres Lebensraumes (WILDERMUTH & KÜRY 2009, WILDERMUTH 2016, CHOVANEC 2018a).
- Die Bindung von Libellen an Gewässer – zumindest während der Fortpflanzungsperiode – erleichtert ihre Nachweisbarkeit. Die Zahl der in Österreich vorkommenden Arten ist mit 78 (Stand 2018; HOLZINGER et al. 2015, CHOVANEC et al. 2017) überschaubar. Da die Imagines zweifelsfrei im Feld am lebenden Tier bestimmbar sind, sind Erhebungen ohne Tötung und Konservierung von Individuen und ohne die Sammlung der im Wasser lebenden Larven durchführbar, was aus der Sicht des Artenschutzes vorteilhaft ist: 67% der in Österreich vorkommenden Libellenarten sind in einer der Gefährungskategorien der Roten Liste für Österreich angeführt bzw. potenziell gefährdet (RAAB 2006).
- Zugunsten von Libellen an Gewässern ergriffene Maßnahmen kommen der gesamten gewässertyp-spezifischen aquatischen und semiaquatischen Fauna zugute. Libellen werden deswegen als „Umbrella Indicators“ oder Schirmarten bezeichnet (SAHLÉN & EKESTUBBE 2001).
- Auf der Basis der zum Teil engen ökologischen Ansprüche von Libellenarten und -assoziationen ist die Entwicklung gewässertyp-spezifischer Ansätze im Sinne der Bewertungsphilosophie der EU Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG) machbar, in deren Rahmen sensitive und kleinräumige Analysen möglich sind (z. B. CHOVANEC 2018a).

- Synergien mit naturschutzrechtlichen bzw. -fachlichen Aspekten sind gegeben, da von den 16 in den Anhängen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU (Richtlinie 92/43/EWG; EUROPEAN COUNCIL, 1992) genannten Libellenarten elf in Österreich vorkommen.

Erhebungen im Freiland

Die in der vorliegenden Arbeit beschriebene Vorgangsweise stellt eine umsetzungsorientierte Methode zur Erhebung des repräsentativen und aspektbildenden Artenspektrums an einem Untersuchungsort dar. Der Ansatz erlaubt die Differenzierung in sicher, wahrscheinlich und möglicherweise reproduzierende (bodenständige) Arten sowie Einzelfunde. Um Bewertungsergebnisse nicht zu verfälschen, werden ausschließlich sicher, wahrscheinlich oder möglicherweise bodenständige Arten in den Bewertungsschemata berücksichtigt. Der Nachweis der Libellenarten erfolgt schwerpunktmäßig über die Erfassung fortpflanzungsaktiver Imagines am Reproduktionsgewässer (STERNBERG 1999). Exkursionen sind bei geeigneten Flugbedingungen durchzuführen, d. h. an sonnigen, windarmen Tagen mit Lufttemperaturen über 20 °C. Der Beobachtungszeitraum sollte den späteren Vormittag und den frühen Nachmittag umfassen (ab etwa 10:00 Uhr und bis etwa 15:00 Uhr Sonnenzeit). Zur Erfassung einiger Arten sind auch frühere bzw. spätere Tageszeiten günstig: Beispielsweise sind patrouillierende Männchen von *Aeshna cyanea* oft am späteren Nachmittag bis in den frühen Abend in eher beschatteten Bereichen nachzuweisen, Männchen von *Aeshna mixta* jagen im Spätsommer und Herbst oft schon relativ früh am Morgen über der Wasseroberfläche, können aber auch noch am späten Nachmittag in besonnten Arealen beobachtet werden. Die Durchführung morgendlicher Begehungen zu Beginn der artspezifischen Hauptflugzeit wird auch dann empfohlen, wenn frischgeschlüpfte Individuen vor dem Jungfernflug gesichtet werden sollen. Insbesondere bei Spezies, die fallweise nur schwer als Imagines am Gewässer zu beobachten sind, z. B. *Gomphus vulgatissimus*, kann dies den Nachweis der Art erleichtern. Zu dieser frühen Tageszeit wärmen sich den „Flyers“ zurechenbare Arten aus den Familien der Aeshnidae, Cordulegastridae und Corduliidae an von der Morgensonne beschienenen Plätzen auf, was die Aufnahme von Belegfotos dieser sonst zumeist fliegenden Arten erleichtert (Abb. 1; zur Unterscheidung von „Flyers“ und „Perchers“ siehe u. a. CORBET 1999, CORBET & MAY 2008). Die Begehung thermisch begünstigter, besonnener Lichtungen oder Gehölzsäume in Gewässernähe ist oft zielführend, um Arten aufzuspüren, die vorzugsweise abseits des Gewässers patrouillieren und jagen, wie z. B. *Aeshna mixta* und *Somatochlora flavomaculata* (Abb. 2), bzw. dort ihre Reifungszeit verbringen (Abb. 3).

Das zeitlich versetzte Auftreten von Winter-, Frühlings- und Sommerarten (SCHMIDT 1985, LAISTER 1996, CORBET 1999) erfordert sechs Begehungen pro Jahr, um das aspektbildende, bodenständige Artenspektrum erfassen zu können: Winterlibellen (*Sympecma* spp.) können am besten im Rahmen einer Exkursion bei geeigneten Wetterbedingungen im März/April an den entsprechenden Brutgewässern gesichtet werden: Die beiden Arten der Gattung *Sympecma* sind die einzigen Libellenspezies, deren Individuen als Imagines überwintern und als erste Odonata – die entsprechende Habitatausstattung vorausgesetzt – am Gewässer nachzuweisen sind. Für die Beobachtung der Frühlings- und Sommerarten empfehlen sich fünf Begehungen im Zeitraum Mai bis September. Bei einer im Jahr 2016 an einem kleinen Feuchtgebiet in Niederösterreich durchgeführten Studie erstreckte sich der Zeitraum der im Jahresverlauf jeweils ersten Nachweise der 27 Arten von 28. März (*Sympecma fusca* (VANDER LINDEN, 1820)) bis 30. September (*Aeshna cyanea*; Tab. 1; CHOVANEC 2017d).



Abb. 1–3: (1) Männchen von *Anax imperator* in der typischen Hängeposition, aufgenommen an der Krems (Oberösterreich) am 25. Juli 2019 um 9 Uhr; (2) Zwischen dem den Gurtenbach (Oberösterreich) flankierenden Gehölzsaum und dem Weg wurden mehrere Individuen von *Somatochlora flavomaculata* gesichtet, 6. Juli 2017; (3) Juveniles, noch nicht ausgefärbtes Männchen von *Aeshna cyanea* im Reifungshabitat nahe der Mattig (Oberösterreich), 5. Juli 2019. © A. Chovanec.



Abb. 4–5: (4) Frischgeschlüpfte *Libellula quadrimaculata* mit Exuvie, 14. Mai 2016; (5) Foto eines juvenilen Männchens von *Sympetrum striolatum*, auf dem die wesentlichen, für die Bestimmung von männlichen Heidelibellen relevanten Merkmale erkennbar sind: Körperform, Zeichnung der Stirn, Färbung von Thorax und Beinen, 14. August 2016. © A. Chovanec.

Körper und der unsichere Flug geben Hinweis darauf, dass der Schlupf erst kürzlich erfolgte (STERNBERG 1999, MENKE et al. 2016).

Die sichere Bestimmung anhand von Fotografien wird ermöglicht, wenn folgende Aufnahmen vorliegen: das gesamte Tier von oben, der Kopfhinterrand (insbesondere bei Coenagrionidae), das gesamte Tier von der Seite, der Kopf schräg von vorne (insbesondere bei *Sympetrum* spp., Abb. 5), Hinterleibsanhänge von oben und der Seite, Eiablageapparat von der Seite (SCHMIDT 1982a, 1995, STERNBERG 1999, OTT et al. 2017).

Die Aufsammlung von Exuvien stellt eine wesentliche Ergänzung der Erhebung der Imaginalfauna dar (Abb. 6). Einerseits belegt der Fund der Häute des letzten Larvenstadiums, dass die jeweilige Art ihren Entwicklungszyklus von der Eiablage bis zum Schlupf im entsprechenden Gewässer vollzogen hat und das Gewässer als Fortpflanzungsbiotop geeignet ist, andererseits kann der Nachweis von Libellenarten an Untersuchungsorten erbracht werden, ohne dass Imagines zu beobachten sind (MENKE et al. 2016). Insbesondere bei *Gomphus vulgatissimus* ist die Suche nach Exuvien fallweise erfolgreicher als die nach Imagines (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 2002, CHOVANEC 2019a; siehe auch Abb. 6). Die Merkmale von Exuvien sedimentbewohnender Arten sind wegen trockener Schlammkrusten oft nicht zu erkennen. In diesem Fall empfiehlt sich die Verwendung einer Wassersprühflasche, mittels derer Sedimentreste vorsichtig abgespült und – unterstützend mit einem weichen Pinsel – entfernt werden können. Die vollständige Trocknung der Exuvien vor ihrer Lagerung ist essenziell, um Schimmelbildung vorzubeugen (KOHL 1998, HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 2002).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass für die Kartierungsarbeiten im Feld folgende Ausrüstung benötigt wird (siehe auch z. B. STERNBERG 1999, MENKE et al. 2016, WILDERMUTH & MARTENS 2019):

- behördliche Fanggenehmigung (auch notwendig, wenn keine Belegexemplare entnommen werden), Betretungs- und Fahrgenehmigungen
- Fernglas mit Möglichkeit zu Nahfokussierung
- Zehnfach-Lupe
- Fotoapparat mit Teleobjektiv
- Kescher mit Teleskopstiel (empfohlene Länge etwa 1,5 – 2,5 m); Durchmesser etwa 40 cm, die Länge des Netzsackes sollte ein Überschlagen über die Öffnung ermöglichen, um das Entweichen der Tiere nach dem Fang zu verhindern; die Farbe des Netzsackes sollte grün oder braun sein
- Kunststoffdöschen für den Transport der Exuvien
- Kleidung in gedeckten Farben, Gummistiefel
- Literatur zur Bestimmung der Imagines im Feld – aus einer großen Fülle werden folgende Werke empfohlen: GLITZ (2012a, b), DIJKSTRA & LEWINGTON (2014), PAPE-LANGE (2014), LEHMANN et al. (2015), GALLIANI et al. (2017), SIESA (2019) und WILDERMUTH & MARTENS (2019)

Für die Bestimmung von Exuvien wird benötigt:

- Stereomikroskop
- Bestimmungsliteratur (z. B. KOHL 1998, GERKEN & STERNBERG 1999, HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 2002, BROCHARD et al. 2012, BROCHARD 2018).

Am Ende dieses Abschnittes zu den Erhebungen im Freiland soll eine aus Japan stammende, traditionelle Fangtechnik („buri“, „toriko“) nicht unerwähnt bleiben (HATTO 1994, STERNBERG 1999). Hoch über dem Boden fliegende Arten – z. B. *Anax ephippiger* (BURMEISTER, 1839) – können folgendermaßen gefangen werden: Kleine, in weichen, dünnen Stoff gepackte Schrotkugeln oder Steinchen, die an einem etwa 80 cm langen Faden befestigt sind, werden möglichst hoch in die Luft geschleudert.



Abb. 6: Fundort einer Exuvie von *Gomphus vulgatissimus* am Ufer der Mattig (Oberösterreich), nahe der Mündung in den Inn. Der Schlupfport war etwa 2,5 m von der Wasseroberfläche entfernt, 2. Juni 2019. © A. Chovanec.

Beim Versuch, die Beuteattrappe zu ergreifen, verfängt sich die Libelle im Faden, stürzt ab und kann ergriffen werden. Von der Anwendung einer anderen Methode, die BUCHHOLZ (1955) beschrieb, wird aus mehreren Gründen abgeraten: „Mit dem Netz war dem scheuen Tier [*Anax parthenope* (SELYS, 1839)] nicht beizukommen, so erlegte ich es schließlich mit einem Schrotschuß.“

Untersuchungsstrecken

An einem Gewässer bzw. Gewässerabschnitt werden in ihrer Habitatausstattung möglichst homogene Strecken mit 100 m Uferlänge kartiert. Anzahl und Typ der Untersuchungsstrecken sollten das Verhältnis der jeweiligen Habitattypen (z. B. lotische / lenitische Zonen, offene Ufer, Röhricht, Schwimmblattpflanzen, Gehölze, ...) an dem zu untersuchenden Ufer des Untersuchungsabschnittes widerspiegeln. Im Rahmen jeder Exkursion sollten die Strecken jeweils zumindest zwei Mal begangen werden. Im Einzelfall kann die Verwendung eines Bootes die Erreichbarkeit bestimmter Habitattypen erleichtern, deren Begehung vom Ufer aus nicht möglich ist. Abhängig von der jeweiligen Homogenität bzw. Heterogenität der Uferbeschaffenheit sowie von der Fragestellung sind die Zahl und Lage der Strecken festzulegen: Zur Evaluierung der Rückbaumaßnahmen an den untersten 2 km des Weidenbaches in Niederösterreich vor der Mündung in die March wurden beispielsweise vier Strecken kartiert (CHOVANEC & WARINGER 2015), Grundlage der Bewertung des österreichischen Bodenseeuferes waren Begehungen von 15 Strecken (CHOVANEC et al. 2010). Ist aufgrund der geringen Größe des zu untersuchenden Gewässers die Auswahl von Strecken mit 100 m Länge nicht möglich, sind kürzere Strecken nach den gleichen Kriterien auszuwählen; die Abundanzen sind auf 100 m hochzurechnen.



7



8



9

Abb. 7–9: (7) Frischgeschlüpftes Männchen von *Calopteryx virgo* an der Mattig, 19. Juni 2019; (8) Frischgeschlüpftes Männchen von *Onychogomphus forcipatus* an der Naarn (Oberösterreich), 27. Mai 2018; (9) Frischgeschlüpftes Männchen von *Ophiogomphus cecilia* an der Naarn (Oberösterreich), 28. Mai 2018. © A. Chovanec.



Abb. 10–11: (10) Kopula von *Orthetrum brunneum*, 5. Juni 2017; (11) Tandem von *Sympetrum striolatum*, 6. September 2018. © A. Chovanec.

Tab. 2: Zuteilung der Individuenzahlen pro 100 m zu Abundanzklassen.

	1 Einzelfund	2 selten	3 häufig	4 sehr häufig	5 massenhaft
Zygoptera ohne Calopterygidae	1	2–10	11–25	26–50	> 50
Calopterygidae und Libellulidae	1	2–5	6–10	11–25	> 25
Anisoptera ohne Libellulidae	1	2	3–5	6–10	> 11

Abundanzen

Im Bewertungsprozess sind sicher, wahrscheinlich oder möglicherweise bodenständige Arten zu berücksichtigen, da es im Rahmen der Bioindikation um die Bewertung der Eignung des jeweiligen Gewässers oder Gewässerabschnittes als Larvalhabitat und damit als Fortpflanzungsbiotop der gewässertyp-spezifischen Libellenfauna geht. Um den Einfluss des Auftretens nicht bodenständiger, vagabundierender Arten auf das Ergebnis der Bewertung möglichst auszuschalten, sind Kriterien zur Bestimmung der Bodenständigkeit festgelegt; die Zahlen der beobachteten Imagines (Abundanzen) spielen dabei eine wesentliche Rolle. Die Häufigkeiten der an den Strecken gesichteten Libellenimagines werden in Abundanzklassen angegeben: 1 – Einzelfund; 2 – selten; 3 – häufig; 4 – sehr



Abb. 12–13: (12) Eiablage von *Platynemis pennipes*, 16. Juni 2018; (13) Eiablage von *Anax imperator*, 15. Juli 2015. © A. Chovanec.

häufig; 5 – massenhaft (Tab. 2; CHOVANEC et al. 2015). Bei der Übertragung der Individuenzahlen in Abundanzklassen ist der unterschiedliche Raumanpruch der Arten verschiedener Libellenfamilien berücksichtigt: D. h. für revierbildende Großlibellen sind beispielsweise andere Individuenzahlen den Abundanzklassen 2 bis 5 zu Grunde zu legen als für viele in höheren Zahlen auftretende Kleinlibellenarten. Für die Bewertung ist für die einzelnen Arten an einer 100 m-Strecke in der Untersuchungsperiode nachgewiesene maximale Individuen-Tagesbestand ausschlaggebend.

Bodenständigkeit

Als sehr vagile Organismen sind Libellen oft fernab von Gewässern bzw. an Gewässern zu finden, die nicht als Reproduktionshabitat in Frage kommen (z. B. WILDERMUTH 2010, TESKE 2011). Deshalb kann die Einbeziehung von Einzelfunden in den Bewertungsprozess zu Verfälschungen der Ergebnisse führen. Es ist zweckmäßig, nur jene Arten hierin zu berücksichtigen, die sicher, wahrscheinlich oder zumindest möglicherweise das jeweilige Gewässer bzw. den Gewässerabschnitt zur Fortpflanzung nutzen. Die Einbeziehung der Funde frischgeschlüpfter Individuen (Abb. 7–9) und von Exuvien, die Abundanzen, Beobachtungen der Fortpflanzungsaktivitäten (Kopula, Tandem, Eiablage; Abb. 10–13) sowie Mehrfachsichtungen (an unterschiedlichen Terminen bzw. Untersuchungsstrecken) geben in diesem Zusammenhang wertvolle Hinweise auf die Bodenständigkeit (z. B. FOOTE & RICE HORNING 2005, HARDERSEN 2008, RAEBEL et al. 2010, SILVA et al. 2010, BRIED et al. 2012, 2015, GOLFIERI et al. 2016, CHOVANEC 2019a, PATTEN et al. 2019).

Die sichere Bodenständigkeit einer Art an einer Untersuchungsstrecke (und damit im jeweiligen Untersuchungsbereich) wird durch den Fund von frisch geschlüpften Individuen und / oder Exuvien belegt. Die Bodenständigkeit einer Art an einer Untersuchungsstrecke und damit auch in einem Untersuchungsbereich wird als wahrscheinlich klassifiziert, wenn

- Reproduktionsverhalten zu beobachten ist und / oder
- die maximale, bei einer Begehung festgestellte Individuenzahl einer Art pro 100 m die Einstufung in Abundanzklasse 3, 4 oder 5 zur Folge hat.

Die Bodenständigkeit einer Art an einer Untersuchungsstrecke und im gesamten Untersuchungsbereich wird als möglich klassifiziert, wenn Imagines in Abundanzklasse 1 oder 2 ohne Beobachtungen von Fortpflanzungsverhalten bei Begehungen an zumindest zwei unterschiedlichen Tagen an derselben Strecke nachzuweisen sind. Dieses Kriterium ist auch anzuwenden, wenn eine Strecke an einem Termin zweimal begangen wird (z. B. witterungsbedingt). Die Bodenständigkeit einer Art an einem Untersuchungsbereich, an dem mehrere Strecken untersucht wurden, wird darüber hinaus als möglich eingestuft, wenn Imagines in Abundanzklasse 1 oder 2 ohne Beobachtungen von Fortpflanzungsverhalten an mehreren Untersuchungsstrecken des Bereiches bzw. Gewässerabschnittes (zumindest einmal) nachgewiesen werden (CHOVANEC 2019a).

Gefährdungsstatus

Der Gefährdungsstatus der Arten fließt in den Bewertungsprozess nicht ein, ist aber in der Darstellung der Ergebnisse als zusätzliche Information anzugeben, da mit entsprechenden Funden naturschutzrechtliche Verpflichtungen verbunden sein können, insbesondere die Ausweisung von Natura 2000 Gebieten. Von den 143 in Europa vorkommenden Libellen-

Arten sind 16 in den Anhängen II und/oder IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU angeführt, elf davon kommen in Österreich vor: *Sympecma paedisca* (BRAUER, 1877), *Coenagrion hylas* (TRYBOM, 1889), *Coenagrion mercuriale*, *Coenagrion ornatum*, *Aeshna viridis* EVERSMANN, 1836, *Cordulegaster heros*, *Ophiogomphus cecilia*, *Stylurus flavipes* (CHARPENTIER, 1825), *Leucorrhinia albifrons* (BURMEISTER, 1839), *Leucorrhinia caudalis* (CHARPENTIER, 1840) und *Leucorrhinia pectoralis* (CHARPENTIER, 1825). Die Einstufungen der Arten in Gefährdungskategorien sind den entsprechenden Roten Listen von RAAB (2006) für Österreich und von KALKMAN et al. (2010) sowie BOUDOT & KALKMAN (2015) für Europa zu entnehmen.

Grundlage der Bewertung: gewässertyp-spezifischer Ansatz

Den Vorgaben von WRRL und WRG gemäß basieren die Verfahren zur Bewertung des libellen-ökologischen Zustandes, auf die im Rahmen der vorliegenden Arbeit referenziert wird, auf der allfälligen Abweichung der aktuellen Libellenfauna eines Gewässers bzw. eines Gewässerabschnittes vom gewässertyp-spezifischen Artenspektrum. Es ist hervorzuheben, dass unter Gewässertyp der naturnahe, weitgehend anthropogen unbeeinflusste Zustand im „sehr guten ökologischen Zustand“ zu verstehen ist. Mögliche Abweichungen spiegeln sich in den Abstufungen des ökologischen Zustandes wider: guter, mäßiger, unbefriedigender oder schlechter ökologischer Zustand.

Die Beschreibung der gewässertyp-spezifischen Referenzfauna eines Gewässerabschnittes erfolgt über die Kartierung nahezu unbeeinflusster Abschnitte desselben Gewässers, die aus typologischer Sicht mit dem zu bewertenden Abschnitt vergleichbar sind oder über die Kartierung naturnaher Strecken eines anderen Gewässers desselben Typs. Sind keine entsprechenden Referenzabschnitte verfügbar, ist das libellenkundliche Leitbild aus historischen libellenkundlichen Daten, den ökologischen Ansprüchen von Arten bzw. Assoziationen und den entsprechenden gewässertypologischen Eigenschaften (WIMMER et al. 2007) abzuleiten, wobei entsprechende historische Unterlagen, wie z. B. Karten oder vegetationskundliche Aufnahmen, heranzuziehen sind (CHOVANEC & WARINGER 2001, CHOVANEC et al. 2010, SCHINDLER & CHOVANEC 2011).

Bei der Bestimmung des libellen-ökologischen Potenzials erheblich veränderter und künstlicher Gewässer gemäß WRG ist vergleichbar vorzugehen, wobei als Referenzzustand das maximale ökologische Potenzial heranzuziehen ist. Darunter ist jene Ausprägung der Libellenzönose zu verstehen, die durch Verbesserungsmaßnahmen maximal erreichbar ist. Das maximale ökologische Potenzial ist somit jene Situation, die sich mittel- und langfristig bei der Odonatenfauna einstellen würde, wenn alle technisch möglichen Maßnahmen, die die Nutzungen des Gewässers nicht signifikant gefährden, gesetzt sind. In diesem Sinne sind daher beispielsweise im Rahmen der Bewertung von Stauraumrestrukturierungen bei Flusskraftwerken rheophile oder -bionte Libellenspezies nicht in das Referenzartenspektrum aufzunehmen. Das gute ökologische Potenzial stellt eine geringe Abweichung vom maximalen ökologischen Potenzial dar. Ist die Abweichung vom maximalen ökologischen Potenzial mehr als nur gering, dann ist ein mäßiges, unbefriedigendes oder schlechtes ökologisches Potenzial gegeben und es müssen entsprechende Sanierungsmaßnahmen zur Erreichung der Zielvorgabe gesetzt werden. Bei der Bewertung des ökologischen Potenzials künstlicher Gewässer ist vergleichbar vorzugehen: der Referenzzustand (maximales ökologisches Potenzial) entspricht am ehesten jenem Gewässertyp, der aufgrund naturräumlicher Gegebenheiten zu erwarten wäre oder ehemals vorhanden war. Aus der historisch belegbaren oder aus der – aus gewässertypologischer Sicht – ableitbaren

Habitatausstattung ist unter Berücksichtigung zoogeographischer Aspekte auf die zu erwartende Libellenfauna zu schließen (z. B. SCHINDLER & CHOVANEC 2011).

Bewertungsverfahren auf der Grundlage von Libellen- assoziationen und ökologischen Gilden

Fluss-Au-Systeme mit ausgeprägter lateraler Ausdehnung weisen in einem ökologisch funktionsfähigen Zustand eine Vielzahl von lotischen und lenitischen Teillebensräumen auf, die sich insbesondere in ihrer hydrologischen Dynamik sowie in ihren Strömungs-, Substrat- und Vegetationsverhältnissen unterscheiden und von verschiedenen Libellenassoziationen besiedelt werden (z. B. LAISTER 1996, 1998, 2007, BULÁNKUVÁ 1997, WARINGER et al. 2006, LOHR 2010). Auch stehende Gewässer weisen in der Regel unterschiedliche, mosaikartig vernetzte Zonen auf (z. B. offene, vegetationsarme Ufer, Röhricht, offene Wasserfläche, flutende submerse Makrophyten, temporäre Verlandungszonen, Ufergehölze, Überschwemmungswiesen), an denen unterschiedliche Libellenzönosen auftreten (z. B. MOORE 1991, 2001, SCHINDLER et al. 2003, CARCHINI et al. 2007, LAUTH 2009). Methodische Ansätze, die auf dem Vorkommen bzw. Fehlen von gewässertyp-spezifischen Libellenassoziationen beruhen, sind daher geeignet, aquatische und semi-aquatische Systeme zu bewerten, die durch unterschiedliche Teilhabitate charakterisiert sind (siehe dazu JACOB 1969, STARK 1976, SCHMIDT 1982b, WARINGER 1989, CORBET 1993, CHWALA & WARINGER 1996, LAISTER 1996, CHOVANEC & WARINGER 2001, CHOVANEC et al. 2014, 2015, HOLZWEBER et al. 2017).

Die Bewertung von Fluss-Au-Systemen auf der Grundlage des Odonata-Habitat-Index (OHI) war die erste libellenkundliche Methode, die entsprechend den Vorgaben von WRRL / WRG entwickelt wurde (CHOVANEC & WARINGER 2001, CHOVANEC et al. 2004). Eine wesentliche Grundlage für die Berechnung des OHI ist die Beschreibung von fünf Habitattypen (H1–H5), die das für Libellen relevante Spektrum von Lebensräumen an Flüssen und Flussnebegewässern entlang eines lateralen Verlandungsgradienten abdecken:

- H1 perennierende, durchströmte Gewässer bzw. Nebenarme mit starker hydrologischer Dynamik.
- H2 Uferbereiche perennierender, zumeist strömungsfreier Gewässer (offene Altarme mit Verbindung zum Hauptgewässer oder abgeschlossene Altarme); herabgesetzte hydrologische Dynamik; geringe Verlandungsintensität; Ufer offen; Makrophytenbestände schwach ausgebildet.
- H3 Freiwasserbereiche perennierender, strömungsfreier Nebengewässer mit Schwimmblattpflanzen und / oder flutenden Makrophyten; deutlich reduzierte hydrologische Dynamik; starke Verlandungsintensität.
- H4 Uferbereiche perennierender Gewässer mit dichten Röhrichtbeständen; deutlich reduzierte hydrologische Dynamik; starke Verlandungsintensität und Sedimentation; schlammige Substrate herrschen vor.
- H5 temporäre (zumeist kleinere) Gewässer mit zumindest einer Austrocknungsphase im Jahresverlauf (zumeist im Spätsommer, Herbst); starke Verlandungsintensität.

Die numerische Klassifikation der artspezifischen Habitatansprüche erfolgt durch Vergabe von Valenzpunkten (SLADECEK 1964). Der OHI, dem die Formel zur Berechnung des Saprobienindex (ZELINKA & MARVAN 1961) zugrunde liegt, wird für jede im Untersuchungsabschnitt kartierte Strecke berechnet und zeigt die Habitatpräferenz der jeweils

dort nachgewiesenen Artengemeinschaft an. In den Referenzzustand fließen Spannweite und Mittelwert der OHI-Werte ein. Die Methode wurde mehrfach zur Bewertung von stehenden und fließenden Gewässern herangezogen (Donau und Donau-Auen: CHOVANEC & WARINGER 2001, SCHULTZ et al. 2003, CHOVANEC et al. 2004, FISCHER & WÖSS 2015, FISCHER 2017; Weidenbach in Niederösterreich: CHOVANEC et al. 2012; künstliches Tritonwasser in Wien: RAAB 2003; Bodensee: CHOVANEC et al. 2010; Stillgewässer in Niederösterreich: SCHINDLER & CHOVANEC 2011); in diesen Arbeiten ist die Methode ausführlich dargestellt. LAUTH & WARINGER (2001) wendeten ebenfalls einen zönosen-basierten Ansatz zur Bewertung der Trumer Seen in Salzburg an.

Der Dragonfly-Association-Index (DAI) wurde zur Bewertung kleinerer und mittlerer Fließgewässer der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer entwickelt (CHOVANEC et al. 2014, 2015). Die Fließgewässertypen dieser Bioregion sind in ihrer natürlichen Ausprägung – bedingt durch das überwiegend flache Gefälle – durch folgende Charakteristika geprägt: breite laterale Ausdehnung der Wasser-Land-Vernetzungszone, geringe Strömungsgeschwindigkeit, strömungsberuhigte Bereiche in den Hauptgerinnen, temporäre Vernässungsflächen, sumpfige Verlandungsbereiche. Insbesondere bei temporären und / oder lenitischen Gewässerabschnitten haben die WRRL-konformen Standardmethoden für Makrozoobenthos Grenzen, wodurch die Ausarbeitung eines entsprechenden ergänzenden Ansatzes erforderlich wurde. Auf der Grundlage der ökologischen Ansprüche von 57 (potenziell) in der Bioregion vorkommenden Libellenarten, die mit den gewässertypologischen Charakteristika korreliert wurden, erfolgte die Beschreibung von sieben Libellen-Assoziationen: Assoziationen offener Wasserflächen, spärlich bewachsener Ufer, temporärer Gewässer, Assoziation von Röhricht und Ufergehölzen, von Röhricht und submersen Makrophyten, Rhithral-Assoziation und Potamal-Assoziation. Der DAI wurde beispielsweise zur Bewertung von Weidenbach und Rußbach im niederösterreichischen Weinviertel eingesetzt (CHOVANEC & WARINGER 2015, CHOVANEC 2017e). Die Methode wurde für Gewässer des bayerisch-österreichischen Alpenvorlandes adaptiert und unter anderem an der Pram angewendet (CHOVANEC 2017b). FISCHER (2016) nutzte den DAI zur Evaluierung des Asperner Sees in Wien.

Bewertungsverfahren auf der Grundlage des Konzeptes der biozönotischen Region

Werden flussmorphologische und / oder hydrologische Parameter geändert, kommt es zu Störungen der Strömungs- und damit auch der Substrat- und Temperaturverhältnisse. Insbesondere Aufstau und Flussbettaufweitungen sowie zu geringe Dotationswassermengen bei Restwasserverhältnissen führen zu Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit und Schleppkraft und können Potamalisierungseffekte zur Folge haben. Regulierungen und Begradigungen von Flussläufen bewirken in der Regel Rhithralisierungen durch die Erhöhung von Strömungsgeschwindigkeit, Schleppkraft und Eintiefungstendenzen. Damit verbunden sind entsprechende Veränderungen der aquatischen Lebensgemeinschaften. Dementsprechend hat sich bei der Untersuchung des Makrozoobenthos die Anwendung des Konzeptes der biozönotischen Region (ILLIES 1961, ILLIES & BOTOSANEANU 1963) zur Bewertung gewässermorphologischer und hydrologischer Beeinträchtigungen bewährt (MOOG 1992, 1993). Im Rahmen der Neuauflage der Fauna Aquatica Austriaca (MOOG & HARTMANN 2017) wurde auch die längenzonale Einstufung der in Österreich vorkommenden Odonata überarbeitet (CHOVANEC et al. 2017). Auf dieser Grundlage erfolgte die Entwicklung eines Bewertungssystems, das auf dem Vorkommen und Fehlen boden-

ständiger Leit- und Begleitarten basiert, die für die einzelnen biozönotischen Regionen unterschiedlicher Bioregionen charakteristisch sind. Die Methode wurde bisher zur Evaluierung von Rückbaumaßnahmen an metarhithralen (Gurtenbach, Ache) und epipotamalen Gewässerabschnitten (Naarn) der Bioregion Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland in Oberösterreich sowie an einem meta- / hyporhithralen Übergangsbereich (Ache; CHOVANEC 2018a, b, 2019a) angewendet. FISCHER (2018) verwendete den Ansatz zur Bewertung des libellen-ökologischen Zustands der Rückhaltebecken von Wienfluss und Mauerbach in Wien. Das im Rahmen der vorliegenden Arbeit präsentierte Fallbeispiel an der Mattig in Oberösterreich repräsentiert die erste libellenkundliche Bewertung eines hyporhithralen Abschnittes auf der Grundlage des Konzeptes der biozönotischen Region (CHOVANEC 2019b).

Fallbeispiel: Evaluierung von Restrukturierungsmaßnahmen am Mündungsabschnitt der Mattig

Ziel der Studie

Motiviert durch verheerende Hochwässer in den Jahren 1897 und 1899 wurde der Mündungsabschnitt der Mattig in den Jahren 1900 bis 1902 verlegt, begradigt und reguliert. Von 2005 bis 2007 erfolgte eine umfassende Restrukturierung des untersten Flusskilometers der Mattig in Braunau (Oberösterreich). Dabei wurde angestrebt, den ökologischen Zustand durch die Aufweitung des Gewässerbettes, durch die Beseitigung der harten Uferbefestigungen aus Blockwurf, durch Herstellung einer pendelnd / furkierenden Linienführung sowie durch den Einbau von ingenieurbioologischen Elementen (z. B. Konglomeratsteine, Wurzelstockbuhnen, Kurzbuhnen aus Weidenflechtwerk) und Inseln zu verbessern. Diese Maßnahmen hatten auch einen positiven Effekt auf die Hochwassersicherheit. Darüber hinaus wurde ein für Fische nicht passierbares Wehr bei Flusskilometer 1 (Höfterwehr) durch die Errichtung von Pendelrampen durchgängig gemacht (AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG 2007). Ziel der im Jahr 2019 durchgeführten Studie war die Bestimmung des libellen-ökologischen Zustandes des restrukturierten Abschnitts und damit eine Evaluierung des Effekts der wasserbaulichen Maßnahmen. Als Grundlage der Bewertung wurde das Konzept der biozönotischen Region und die darauf aufbauende libellenkundliche Methode (CHOVANEC et al. 2017, CHOVANEC 2018a, b, 2019a, b) herangezogen.

Gewässertypologische Charakterisierung des Untersuchungsabschnittes

Die Mattig stellt einen rechtsufrigen Zubringer des Inn dar, der mit Flussordnungszahl 5 bei Braunau auf einer Seehöhe von 337 m. ü. A. in den Stauraum Ering-Frauenstein mündet (E13°03'49", N48°16'03"). Die Größe des Einzugsgebietes des 55 km langen Flusses beträgt 448 km². Der Gefällemängsschnitt ist ungewöhnlich: das größte Gefälle mit 7,9% entfällt auf die letzten 5 km. Das Abflussregime ist pluvionival und – bedingt durch die vorgelagerten Seen (Grabensee, Trumer Seen) – ausgeglichen, was möglicherweise einen Einfluss auf die Namensgebung des Flusses nahm: „Mattig“ stammt aus dem Keltischen und bedeutet „die Sanfte“. Die Mittelwasserführung beträgt – 1,9 km oberhalb der Mündung – knapp 5 m³/s (Pegel Jahrsdorf). Der Untersuchungsabschnitt liegt in den folgenden Raumeinheiten: Ökoregion – Zentrales Mittelgebirge; Bioregion – Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland; Fließgewässer-Naturraum – Innviertler und Hausruckviertler Hügelland. Die biozönotische Region entspricht einem großen Hyporhithral (BMLFUW 2017). Der untersuchte Mündungsabschnitt ist der unterste Teil des 5 km langen Wasserkörpers 305720034 („Mattig Unterlauf“), der gemäß Nationalem Gewässerbewirtschaftungsplan einen unbefriedigenden ökologischen Zustand aufweist (BMLFUW 2017). Die untersten

200 m des Untersuchungsabschnittes liegen im Europaschutzgebiet Unterer Inn (AT3105000; zugleich Naturschutzgebiet Unterer Inn). Die daran flussauf anschließenden 600 m sind Teil des FFH-Gebietes Auwälder am Unteren Inn AT3119000 (ANDERWALD et al. 1995, AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG 2007, WIMMER & WINTERSBERGER 2009, JUNG et al. 2013, A. Schuster / Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, schriftl. Mitteilung vom 27.5.2019).

Methoden

An dem knapp einen Kilometer langen Untersuchungsabschnitt wurden fünf 100 m lange, repräsentative Strecken (A bis E, Bezeichnung in Fließrichtung; Abb. 14–18) im Jahr 2019 fünf Mal (2. Juni, 19. Juni, 5. Juli, 24. Juli und 18. August) begangen. Die Mattig weist in diesem Bereich eine Breite zwischen 10 und 50 m auf. Das Substrat wird von Grobkies dominiert, die Strecken A, B und D sind auch von Steinen geprägt. Die Strömungsgeschwindigkeiten liegen überwiegend in einem Bereich zwischen 10 und 50 cm/s. Strecke E weist aufgrund der Nähe zur Mündung in den Inn und entsprechender Rückstauereffekte eine

durchgehend stark reduzierte Strömung und ein feinkörniges, von Detritus dominiertes Substrat auf. Auch in Buchten und Aufweitungsbereichen der anderen Strecken gibt es strömungsberuhigte Zonen mit Feinkies und Feinsedimentauflagen (z. B. Abb. 14). Die Strecken A–D weisen einen hohen Besonnungsgrad auf, Strecke E, vom Auwald des Inn geprägt, ist stärker beschattet (Abb. 18). Als dominierende Pflanzen der krautigen Ufervegetation sind Große Brennnessel (*Urtica dioica*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), Zottiges Weidenröschen (*Epilobium hirsutum*), Japanischer Staudenknöterich (*Fallopia japonica*), Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*), Goldrute (*Solidago* sp.) und Ampfer (*Rumex* sp.) hervorzuheben. Kleinräumig sind auch Bestände von Wasserminze (*Mentha aquatica*), Wasserpfeffer (*Persicaria hydropiper*) und Wilder Karde (*Dipsacus fullonum*) prägend. Die Erhebungen im Freiland, die Bestimmung der Abundanzen sowie der Bodenständigkeit erfolgten nach den oben beschriebenen Kriterien.

Grundlage für die Beschreibung der Referenzzönose des Gewässertyps großes Hyporhithral der Bioregion Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland ist die Liste aller Odonata, die – gemäß ihrer längenzonalen Einstufung – zumindest einen der zehn Valenzpunkte für das Hyporhithral aufweisen (CHOVANEC et al. 2017). Von diesem Arteninventar werden

Tab. 3: Odonata mit zumindest einem Valenzpunkt für das Hyporhithral (CHOVANEC et al. 2017); dunkel-orange hinterlegt: Leitarten; mittel-orange hinterlegt: Begleitarten erster Ordnung; hell-orange hinterlegt: Begleitarten zweiter Ordnung; grau hinterlegt: jene Arten, deren Auftreten am Untersuchungsabschnitt der Mattig nicht wahrscheinlich ist.

<i>Calopteryx splendens</i> (HARRIS, 1780)	1
<i>Calopteryx virgo</i> (LINNAEUS, 1758)	6
<i>Chalcolestes parvidens</i> (ARTOBOLEVSKIJ, 1929)	1
<i>Chalcolestes viridis</i> (VANDER LINDEN, 1825)	1
<i>Coenagrion mercuriale</i> (CHARPENTIER, 1840)	2
<i>Coenagrion ornatum</i> (SELYS, 1850)	3
<i>Ischnura elegans</i> (VANDER LINDEN, 1820)	1
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (SULZER, 1776)	1
<i>Platynemis pennipes</i> (PALLAS, 1771)	1
<i>Anax imperator</i> LEACH, 1815	1
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (LINNAEUS, 1758)	2
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (LINNAEUS, 1758)	3
<i>Ophiogomphus cecilia</i> (FOURCROY, 1785)	2
<i>Cordulegaster boltonii</i> (DONOVAN, 1807)	2
<i>Cordulegaster heros</i> THEISCHINGER, 1979	3
<i>Somatochlora meridionalis</i> NIELSEN, 1935	2
<i>Orthetrum brunneum</i> (FONSCOLOMBE, 1837)	1
<i>Orthetrum coerulescens</i> (FABRICIUS, 1798)	1



Abb. 14–15: (14) Kiesbank und Bucht an Strecke A; (15) Strecke B. © A. Chovanec.



Abb. 16: Strecke C im Bereich einer Aufweitung mit Insel. © A. Chovanec.

alle jene Arten nicht im Bewertungsprozess berücksichtigt, deren Auftreten an dem betreffenden Untersuchungsabschnitt aufgrund dessen gewässertypologischer Charakteristik, zoogeographischer Aspekte und / oder der jeweiligen ökologischen Ansprüche nicht wahrscheinlich ist (Tab. 3, CHOVANEC 2019b; siehe dazu u. a. auch RAAB & PENNERSTORFER 2006, HOLZINGER et al. 2015, WILDERMUTH & MARTENS 2019).

Die Summe der Valenzpunkte des gewässertyp-spezifischen Arteninventars beträgt 22. Die durchschnittliche auf jede der zwölf Arten entfallende Valenzpunktezahl ergibt aufgerundet 2,0. Als Leitarten werden jene Spezies definiert, deren Valenzpunkte für das Hyporhithral diesen Wert übersteigen (*Calopteryx virgo* und *Onychogomphus forcipatus*), als Begleitarten erster Ordnung werden Arten mit jeweils zwei Punkten festgelegt (*Gomphus vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia* und *Cordulegaster boltonii*). Begleitarten zweiter Ordnung sind Arten mit jeweils einem Valenzpunkt: *Calopteryx splendens*, *Chalcolestes viridis*, *Ischnura elegans*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Platycnemis pennipes*, *Anax imperator* und *Orthetrum brunneum*.

Im Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index (OFZI) werden die sich aus den nachgewiesenen möglicherweise, wahrscheinlich und sicher bodenständigen Referenzarten (Leitarten sowie Begleitarten erster und zweiter Ordnung) ergebenden Statusklassen (SK) mit den jeweiligen Gewichtungsfaktoren (GF) verrechnet (Tab. 4; CHOVANEC 2019a). Gewichtungsfaktoren



Abb. 17–18: (17) Strecke D; (18) Strecke E, knapp vor der Mündung der Mattig in den Inn. © A. Chovanec.

Tab. 4: Berechnungsgrundlage des Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index für Gewässer des Hyporhithrals der Bioregion Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland. GF = Gewichtungsfaktor.

Referenzarten (Leit- und Begleitarten)	GF	Artenzahl (Tab. 3)	Statusklasse				
			1	2	3	4	5
Leitarten	3	2	2	1			0
Begleitarten 1. Ordnung	2	3	≥ 2	1			0
Begleitarten 2. Ordnung	1	7	≥ 4	3	2	1	0

werden vergeben, damit das unterschiedliche Indikationspotenzial von Leit- und Begleitarten, das sich in der Höhe der Valenzpunkte widerspiegelt, im Bewertungsprozess seinen Niederschlag findet.

$$OFZI = \frac{\sum(SK * GF)}{\sum GF}$$

Die Berechnung des Index ergibt einen Wert zwischen eins und fünf, die Umlegung des Ergebnisses in eine der

Klassen des libellen-ökologischen Zustandes ist Tabelle 5 zu entnehmen. Aufgrund der Repräsentativität der fünf Strecken erfolgt die Bewertung für den gesamten Gewässerabschnitt.

Ergebnisse

Am Untersuchungsabschnitt wurden insgesamt 25 Spezies gesichtet, von denen fünf sicher, zwei wahrscheinlich und neun möglicherweise bodenständig waren (Tab. 6). Neun Arten wurden als nicht bodenständig klassifiziert. Neun der zwölf Referenzarten wurden nachgewiesen, alle gelten als sicher, wahrscheinlich oder möglicherweise bodenständig – Leitarten: *Calopteryx virgo* (Abb. 7), *Onychogomphus forcipatus* (Abb. 19); Begleitart erster Ordnung: *Gomphus vulgatissimus*; Begleitarten zweiter Ordnung: *Calopteryx splendens*, *Chalcolestes viridis*, *Ischnura elegans*, *Platycnemis pennipes*, *Anax imperator* und *Orthetrum brunneum*. Die Berechnung des OFZI auf Grundlage des Nachweises der Referenzarten ergibt einen Wert von 1,33 und indiziert somit einen sehr guten libellen-ökologischen Zustand. In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Begehungen komprimiert dargestellt, wobei die artspezifischen Einstufungen der Abundanzklassen und der Bodenständigkeit bei den Strecken auf jene Begehung(en) referenzieren, in deren Rahmen die höchsten Individuenzahlen erhoben wurden und Fortpflanzungsverhalten zu beobachten war. Der „Gesamt“-Aspekt jeder Spezies orientiert sich an jener Strecke, an der die höchsten Zahlen festgestellt wurden. Detaillierte strecken- und terminbezogene Angaben sind CHOVANEC (2019b) zu entnehmen.

Die höchsten Zahlen an Gesamtarten, bodenständigen Arten, Referenzarten und bodenständigen Referenzarten wurden an Strecke A erhoben. An Strecke C wurden keine

Tab. 5: Bereiche der Ergebniswerte des Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index (OFZI) und dadurch indizierte Klassen des libellen-ökologischen Zustandes.

Wertebereiche des OFZI	libellen-ökologischer Zustand
1,00 – 1,49	1 sehr gut
1,50 – 2,49	2 gut
2,50 – 3,49	3 mäßig
3,50 – 4,49	4 unbefriedigend
4,50 – 5,00	5 schlecht



19



20

Abb. 19–20: (19) Männchen von *Onychogomphus forcipatus* an Strecke A, 5. Juli 2019; (20) Männchen von *Libellula fulva* an Strecke E, 19. Juni 2019. © A. Chovanec.

Tab. 6: Odonata am Mündungsabschnitt der Mattig. A–E: Untersuchungsstrecken; 1–5: Abundanzklassen (siehe Tab. 2); *** sicher (s) ** wahrscheinlich (w) * möglicherweise (m) bodenständig (bdst.); RL: Rote Liste Österreich; stgef: stark gefährdet, gef: gefährdet, Gd: Gefährdung droht; dunkel-orange hinterlegt: Leitarten; mittel-orange hinterlegt: Begleitarten erster Ordnung; hell-orange hinterlegt: Begleitarten zweiter Ordnung.

	RL	A	B	C	D	E	Gesamt
<i>Calopteryx splendens</i> (HARRIS, 1780)	Gd	2*	2*	4***	4**	3***	4***
<i>Calopteryx virgo</i> (LINNAEUS, 1758)	Gd	4**	3**	5***	3***	4***	5***
<i>Lestes sponsa</i> (HANSEMANN, 1823)		1					1
<i>Chalcolestes viridis</i> (VANDER LINDEN, 1825)		3**					3**
<i>Coenagrion puella</i> (LINNAEUS, 1758)		2***		3***	2*	2*	3***
<i>Enallagma cyathigerum</i> (CHARPENTIER, 1840)					1		1
<i>Erythromma najas</i> (HANSEMANN, 1823)	Gd				1	2*	2*
<i>Erythromma viridulum</i> (CHARPENTIER, 1840)					1		1
<i>Ischnura elegans</i> (VANDER LINDEN, 1820)		2*	1	2*	2*	2*	2*
<i>Platycnemis pennipes</i> (PALLAS, 1771)		3**	2*	4**	3**	4***	4***
<i>Aeshna cyanea</i> (MÜLLER, 1764)		1					1
<i>Aeshna grandis</i> (LINNAEUS, 1758)		2*		1	2*	1*	2*
<i>Aeshna isoceles</i> (O.F. MÜLLER, 1767)	gef				1		1
<i>Aeshna mixta</i> (LATREILLE, 1805)		1	1	2		1	2*
<i>Anax imperator</i> LEACH, 1815		2*	2*	1	2*	1	2*
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (LINNAEUS, 1758)	gef	1	1***		1***	1***	1***
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (LINNAEUS, 1758)	gef	2*	2				2*
<i>Somatochlora flavomaculata</i> (V. LINDEN, 1825)	stgef				1		1
<i>Somatochlora metallica</i> (V. LINDEN, 1825)						1	1
<i>Libellula depressa</i> LINNAEUS, 1758		1	1				1*
<i>Libellula fulva</i> MÜLLER, 1764	stgef					1	1
<i>Orthetrum albistylum</i> (SELYS, 1848)				1			1
<i>Orthetrum brunneum</i> (FONSCOLOMBE, 1837)	Gd	2	2		1		2*
<i>Orthetrum cancellatum</i> (LINNAEUS, 1758)			1		1	1	1*
<i>Sympetrum striolatum</i> (CHARPENTIER, 1840)		3**		2**			3**
Gesamtartenzahl / Zahl s+w+m bdst. Arten		16/10	11/5	10/6	15/8	13/8	25/16
Zahl der Referenzarten / Zahl s+w+m bdst. Ref.Arten		9/7	8/5	5/4	7/6	6/5	9/9

Individuen aus der Familie der Gomphidae gesichtet. Hervorzuheben sind die vorwiegend niedrigen Abundanzen, nur sechs Arten traten zumindest an einer Strecke in Abundanzklasse 3, 4 oder 5 auf, darunter vier Referenzarten (*Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*, *Chalcolestes viridis* und *Platycnemis pennipes*). Auffällig ist der hohe Anteil nicht bodenständiger sowie limnophiler Arten. Zwei der nachgewiesenen Spezies sind gemäß der Roten Liste für Österreich (RAAB 2006) stark gefährdet: *Libellula fulva* (Abb. 20) und *Somatochlora flavomaculata*. Von den drei gefährdeten Arten sind zwei als Referenzarten festgelegt (*Gomphus vulgatissimus*, *Onychogomphus forcipatus*). Es wurden keine Arten gesichtet, die in der Europäischen Roten Liste und / oder in den Anhängen der FFH-Richtlinie gelistet sind.



Abb.21–22: (21) Weibchen von *Orthetrum cancellatum* an Strecke B, 24. Juli 2019. Alte Weibchen können – wie das Individuum auf diesem Foto – eine schwache blaue Bereifung entwickeln. (22) Männchen von *Chalcolestes viridis* an einem kleinen Nebenarm an Strecke A, 18. August 2019. © A. Chovanec.

Diskussion

Das sicher, wahrscheinlich oder möglicherweise bodenständige Auftreten eines hohen Anteils des Referenzartenspektrums (darunter beide Leitarten; z. B. Abb. 7 und 19) ist für die Einstufung in den „sehr guten libellen-ökologischen Zustand“ verantwortlich. Bei der Interpretation der Daten ist – neben den geringen Individuendichten beim Großteil der Arten – auch zu berücksichtigen, dass erst die Gesamtbetrachtung des Abschnittes unter Anwendung des Kriteriums der „möglichen Bodenständigkeit aufgrund von Sichtungen an mehreren Strecken“ die Klassifizierung „sehr guter libellen-ökologischer Zustand“ ergibt. Bewertungen der einzelnen Strecken würden zum „guten“ (Strecke A, B, D, E) bzw. „mäßigen Zustand“ (Strecke C) führen.

Insbesondere die Nachweise bzw. das Fehlen von Spezies aus der Familie der Gomphidae sind für die Bewertung wasserbaulicher Aktivitäten an Fließgewässern aussagekräftig: Aufgrund der sedimentgebundenen Lebensweise der Larven sind intakte Strömungs- und Geschiebeverhältnisse Voraussetzung für die Reproduktion der rheophilen und -bionten Arten dieser Familie an einem Gewässer. An der Untersuchungsstrecke wurden nur sehr wenige Individuen von *Gomphus vulgatissimus* und *Onychogomphus forcipatus* gesichtet. Erstere Art konnte auf Grundlage eines Fundes einer Exuvie (Abb. 6) und aufgrund von Nachweisen frischgeschlüpfter Individuen als sicher bodenständig klassifiziert werden. Die Exuvie befand sich etwa 2,5 m von der Wasseroberfläche entfernt (Strecke E). *Onychogomphus forcipatus* wurde nur an den Strecken A und B gefunden, im Rahmen der Begehung im August gelang kein Nachweis. Die Flugzeit dieser Art reicht bis in den September (RAAB & PENNERSTORFER 2006, WILDERMUTH & MARTENS 2019). Für beide Arten scheint der Untersuchungsabschnitt nur wenige potenzielle Larvallebensräume zu bieten. Stark durchströmte Bereiche mit grobkörnigem Geschiebe und starker Umlagerung sind genauso ungeeignet wie stark strömungsreduzierte Zonen mit hoher Feinsedimentauflage. Choriotope, die durch hohe Sandanteile geprägt sind, fehlen am Untersuchungsabschnitt. Damit ist das Fehlen der beiden Leitarten *Ophiogomphus cecilia* und *Cordulegaster boltonii* zu erklären.

Das individuenreiche Auftreten der Begleitart zweiter Ordnung *Calopteryx splendens* sowie die Nachweise limnophiler Arten – z. B. *Coenagrion puella* und *Orthetrum cancellatum* (Abb. 21) – indizieren die potamalisierende Wirkung der Aufweitungen sowie Buchten und Nebenarme (siehe dazu auch CHOVANEC 2019a). Der Aufweitungsbereich, in dem Strecke C liegt, ist durch reduzierte Strömung, hohe Anteile von Feinsediment und – im Bereich der Insel – dichte Helophytenbestände geprägt. Hier und an der daran anschließenden Strecke D wurden die höchsten Individuenzahlen von *Calopteryx splendens* nachgewiesen. An Strecke C war *Coenagrion puella* „häufig“ und sicher bodenständig vertreten; Vertreter aus der Familie der Gomphidae wurden an Strecke C nicht gefunden. Strecke A ist durch ein vielseitiges Habitatangebot charakterisiert. Neben sehr stark durchströmten Zonen mit grobem Geschiebe existieren auch Kiesbänke, strömungsberuhigte Buchten und ein kleiner, mit dem Hauptfluss hydrologisch verbundener Seitenarm mit Stillwassercharakter. Dadurch sind die hohen Zahlen von Referenzarten und sonstigen Arten – z. B. *Chalcolestes viridis* (Abb. 22), *Coenagrion puella*, *Sympetrum striolatum* – zu erklären. Thermisch begünstigte, schwach durchströmte, seichte, vegetationsarme und von Kies geprägte Seitenbereiche von Fließgewässern stellen ein Primärhabitat von *Orthetrum brunneum* dar. Die Art wurde an entsprechenden Zonen der Strecken A, B und D gesichtet.

Die in unmittelbarer Nähe befindlichen Stauseen am unteren Inn begünstigen das Auftreten von Arten an der Mattig, die das Untersuchungsgebiet beispielsweise für Jagd (*Aeshna grandis*, *Aeshna mixta*, *Anax imperator*, *Libellula fulva*) oder Reifung (*Aeshna cyanea*; Abb. 3) wählen. Damit ist auch die hohe Zahl nicht bodenständiger, limnophiler Arten zu begründen, z. B. *Enallagma cyathigerum* und *Orthetrum albistylum*. Insbesondere bei den am Untersuchungsabschnitt anzutreffenden Spezies *Aeshna grandis*, *Aeshna mixta* und *Anax imperator* ist eine erfolgreiche Reproduktion in strömungsberuhigten Zonen der Strecken A, C und E vorstellbar. Ein jagendes Männchen von *Somatochlora flavomaculata* wurde – art-typisch – auf einer gewässernahen Lichtung gesichtet (siehe dazu CHOVANEC 2018a, WILDERMUTH & MARTENS 2019).

Zusammenfassung der Fallstudie

Die Restrukturierungsmaßnahmen an der unteren Mattig begünstigten die Besiedlung durch gewässertyp-spezifische Libellenspezies, was sich in der Bewertung „sehr guter libellen-ökologischer Zustand“ ausdrückt. Die geringen Individuenzahlen insbesondere der sedimentgebundenen Arten aus der Familie Gomphidae zeigen allerdings, dass das Angebot an entsprechenden Larvallebensräumen im untersuchten Abschnitt eher gering ausgeprägt ist. Aufweitungen und die Schaffung strömungsberuhigter und -freier Zonen förderten das individuenreiche Aufkommen von *Calopteryx splendens*, einer Art, die ihren längenzonalen Schwerpunkt im Potamal aufweist, und von limnophilen Arten. Dadurch werden Potamalisierungseffekte indiziert. Die unterschiedliche Ausprägung der fünf kartierten Strecken hinsichtlich Gewässermorphologie, Strömungs- und Geschiebeverhältnissen sowie Vegetationsausstattung spiegelt sich in Unterschieden der Odonatenfauna wider.

Danksagung

Die Studie an der Mattig wurde vom Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, finanziert. Der Autor dankt Ulrike Lamb für die Übersetzung der Zusammenfassung sowie Johann Waringer, Alice Laciny und Herbert Zettel für konstruktive Anmerkungen.

Literatur

- AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, 2007: Renaturierung der Mattig-Mündungsstrecke in Braunau. – Gewässerbezirk Braunau, Braunau am Inn, 40 pp.
- ANDERWALD P., BLATTERER H. & SCHAY G., 1995: Mattig und Schwemmbach – Untersuchungen zur Gewässergüte 1992 – 1994. – Gewässerschutz Bericht 10/1995, Linz, 113 pp.
- ASKEW R.R., 2004: The dragonflies of Europe (revised edition). – Harley Books, Colchester, 308 pp.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2017: Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 356 pp.
- BMNT (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus), 2018: Wasserrechtsgesetz 1959 idF BGBl. I Nr. 73/2018. – Wien, 237 pp.
- BORCHERDING J., 1997: Die Libellenfauna als Bioindikator für den Zustand einer Kulturlandschaft. – LÖBF-Mitteilungen 2/97: 48–53.
- BOUDOT J.-P. & KALKMAN V.J., 2015: Atlas of the European dragonflies and damselflies. – KNNV publishing, the Netherlands, 381 pp.
- BRIED J.T. & SAMWAYS M.J., 2015: A review of odonatology in freshwater applied ecology and conservation science. – Freshwater Science 34: 1023–1031.
- BRIED J.T., D'AMICO F. & SAMWAYS M.J., 2012: A critique of the dragonfly delusion hypothesis: why sampling exuviae does not avoid bias. – Insect Conservation and Diversity 5: 398–402.
- BRIED J.T., DILLON A.M., HAGER B.J., PATTEN M.A. & LUTTBEG B., 2015: Criteria to infer local species residency in standardized adult dragonfly surveys. – Freshwater Science 34: 1105–1113.
- BROCHARD C., 2018: Die Libellenlarven von Paul-André Robert. – KNNV Publishing, Neues Museum Biel, 320 pp.
- BROCHARD C., GROENENDIJK D., VAN DER PLOEG E. & TERMAAT T., 2012: Fotogids Larvenhuidjes van Libellen. – KNNV Uitgeverij, Zeist, 320 pp.
- BUCHHOLZ K.F., 1955: Morphologische Differenzierung bei der Rassenbildung von *Anax parthenope* SELYS (Odonata, Aeschnidae). – Bonner Zoologische Beiträge 8: 118–131.
- BUCHWALD R., 1989: Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. – Phytocoenologia 17: 307–448.
- BULÁNKOVÁ E., 1997: Dragonflies (Odonata) as bioindicators of environment quality. – Biologia 52 (2): 177–180.
- CARCHINI G., DELLA BELLA V., SOLIMINI A.G. & BAZZANTI M., 2007: Relationships between the presence of odonate species and environmental characteristics in lowland ponds of central Italy. – Annales de Limnologie – International Journal of Limnology 43 (2): 81–87.
- CHOVANEC A., 2017a: Die Libellenfauna (Insecta: Odonata) der Klosterneuburger Donau-Au (Niederösterreich): Bewertung, Entwicklungstendenzen und Managementempfehlungen. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 27: 39–68.
- CHOVANEC A., 2017b: Sanierung morphologischer Defizite und Anlage flussbegleitender Kleingewässer – Erfolgskontrolle gewässerökologisch wirksamer Maßnahmen an der Pram (Oberösterreich) durch den Einsatz von Libellen (Odonata) als Bioindikatoren. – Beiträge zur Entomofaunistik 18: 13–37.
- CHOVANEC A., 2017c: Naturnahe Retentionsräume im niederösterreichischen Flachland als Lebensraum einer flusstypspezifischen Libellenfauna (Insecta: Odonata). – Entomologica Austriaca 24: 27–48.
- CHOVANEC A., 2017d: Die Libellenfauna (Odonata) eines Überlauf- und Versickerungsbeckens: Artenspektrum und phänologische Aspekte. – Libellula 36 (1–2): 23–44.
- CHOVANEC A., 2017e: Auswirkungen von Restrukturierungsmaßnahmen am Rußbach (Niederösterreich, Weinviertel) auf die Libellenfauna (Insecta: Odonata). – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 27: 69–96.

- CHOVANEC A., 2018a: Comparing and evaluating the dragonfly fauna (Odonata) of regulated and rehabilitated stretches of the fourth order metarhithron Gurtenbach (Upper Austria). – *International Journal of Odonatology* 21 (1): 15–32.
- CHOVANEC A., 2018b: Bewertung von Restrukturierungsmaßnahmen an der Ache (Oberösterreich) anhand von Libellen (Odonata) – Anwendung des Konzeptes der biozönotischen Regionen. – *Libellula* 37 (3–4): 135–160.
- CHOVANEC A., 2019a: Das Rhithron-Potamon-Konzept in der angewandten Odonatologie als Instrument zur Gewässertypisierung und -bewertung. – *Libellula Supplement* 15: 35–61.
- CHOVANEC A., 2019b: Libellenkundliche Bewertung des restrukturierten Mündungsabschnitts der Mattig (Oberösterreich) – Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, Linz, 37 pp.
- CHOVANEC A., SCHINDLER M., PALL K. & HOSTETTLER K., 2010: Bewertung des österreichischen Bodenseeuferes auf der Grundlage libellenkundlicher Untersuchungen. – *Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg*, Band 59, 43 pp.
- CHOVANEC A., SCHINDLER M. & WARINGER J., 2002: Bewertung des ökologischen Zustandes eines Donaualtarmes („Alte Donau“) in Wien aus libellenkundlicher Sicht (Insecta: Odonata). – *Lauterbornia* 44: 83–97.
- CHOVANEC A., SCHINDLER M., WARINGER J. & WIMMER R., 2015: The Dragonfly Association Index (Insecta: Odonata) – a tool for the type-specific assessment of lowland rivers. – *River Research and Applications* 31 (5): 627–638.
- CHOVANEC A. & WARINGER J., 2001: Ecological integrity of river-floodplain systems – assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). – *Regulated Rivers: Research & Management* 17: 493–507.
- CHOVANEC A. & WARINGER J., 2015: Colonization of a 3rd order stream by dragonflies (Insecta: Odonata) - a best practice example of river restoration evaluated by the Dragonfly Association Index (lower Weidenbach, eastern Austria). – *Acta ZooBot Austria* 152: 89–105.
- CHOVANEC A., WARINGER J., HOLZINGER W.E., MOOG O. & JANECEK B., 2017: Odonata (Libellen). – In: MOOG O. & HARTMANN A. (Hrsg.), *Fauna Aquatica Austriaca*, 3. Lieferung 2017. – Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 18 pp.
- CHOVANEC A., WARINGER J., RAAB R. & LAISTER G., 2004: Lateral connectivity of a fragmented large river system: assessment on a macroscale by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). – *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14 (2): 163–178.
- CHOVANEC A., WARINGER J., WIMMER R. & SCHINDLER M., 2014: Dragonfly Association Index – Bewertung der Morphologie von Fließgewässern der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer durch libellenkundliche Untersuchungen. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 39 pp.
- CHOVANEC A., WIMMER R., RUBEY W., SCHINDLER M. & WARINGER J., 2012: Hydromorphologische Leitbilder als Grundlage für die Ableitung gewässertyp-spezifischer Libellengemeinschaften (Insecta: Odonata), dargestellt am Beispiel der Bewertung der restrukturierten Weidenbach-Mündungsstrecke (Marchfeld, Niederösterreich). – *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum* 23: 83–112.
- CHWALA E. & WARINGER J., 1996: Association patterns and habitat selection of dragonflies (Insecta: Odonata) at different types of Danubian backwaters at Vienna, Austria. – *Archiv für Hydrobiologie Supplementum* 115, *Large Rivers* 11 (1): 45–60.
- CORBET P.S., 1993: Are Odonata useful as bioindicators? – *Libellula* 12: 91–102.
- CORBET P.S., 1999: *Dragonflies. Behaviour and ecology of Odonata*. – Harley Books, Colchester, 829 pp.
- CORBET P.S. & MAY M.L., 2008: Fliers and perchers among Odonata: dichotomy or multidimensional continuum? A provisional reappraisal. – *International Journal of Odonatology* 11 (2): 155–171.

- CÓRDOBA-AGUILAR A. (Hrsg.), 2008: Dragonflies and damselflies. Model organisms for ecological and evolutionary research. – Oxford University Press, New York, 290 pp.
- CUNNINGHAM-MINNICK M.J., MEYER T.B. & CRIST T.O., 2019: Shifts in dragonfly community structure across aquatic ecotones. – *International Journal of Odonatology* 22 (2) 121–133.
- D'AMICO F., DARBLADE S., AVIGNON S., BLANC-MANEL S. & ORMEROD S.J., 2004: Odonates as indicators of shallow lake restoration by liming: comparing adult and larval responses. – *Restoration Ecology* 12 (3): 439–446.
- DIJKSTRA K.-D.B. & LEWINGTON R., 2014: Libellen Europas. Der Bestimmungsführer. – Haupt, Bern, 320 pp.
- DONATH H., 1987: Vorschlag für ein Libellen-Indikatorsystem auf ökologischer Grundlage am Beispiel der Odonatenfauna der Niederlausitz. – *Entomologische Nachrichten und Berichte* 31: 213–217.
- EUROPEAN COMMUNITY, 2000: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. – *Official Journal of the European Communities* L327, 73 pp.
- EUROPEAN COUNCIL, 1992: Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. – Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, FFH-Richtlinie.
- FISCHER I., 2016: Erhebung der Libellenfauna des „Asperner Sees“. – Studie im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, Magistratsabteilung 45 – Wiener Gewässer, 8 pp.
- FISCHER I., 2017: Die Libellenfauna der Donauinsel in Wien und Niederösterreich. – Masterarbeit, Universität Wien, 69 pp.
- FISCHER I., 2018: Bewertung des ökologischen Zustands der Retentionsbecken am Wienfluss und Mauerbach anhand von Libellen (Odonata). – Studie im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, Magistratsabteilung 45 – Wiener Gewässer, 30 pp.
- FISCHER I. & WÖSS G., 2015: Erhebung der Libellenfauna der „Alten Donau“ im Rahmen des LIFE-Projektes Alte Donau (LIFE12ENV/AT/000128). – Studie im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, Magistratsabteilung 45 – Wiener Gewässer, 33 pp.
- FOOTE A.L. & RICE HORNUNG C.L., 2005: Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. – *Ecological Entomology* 30: 273–283.
- GALLIANI C., SCHERINI R. & PIGLIA A., 2017: Dragonflies and damselflies of Europe. A scientific approach to the identification of European Odonata without capture. – *WBA Handbooks* 7, Verona, 352 pp.
- GERKEN B. & STERNBERG K., 1999: Die Exuvien europäischer Libellen (Insecta, Odonata). – *Arnika & Eisvogel*, Höxter, Jena, 355 pp.
- GLITZ D., 2012a: Libellen in Mitteleuropa – Gelände-Bestimmung in Stichworten. – NABU Rheinland-Pfalz, 60 pp.
- GLITZ D., 2012b: Libellen in Norddeutschland – Geländeschlüssel. – NABU Niedersachsen, NABU Hamburg, NABU Schleswig-Holstein, NABU Mecklenburg-Vorpommern, 373 pp.
- GOLFIERI B., HARDERSEN S., MAIOLINI B. & SURIAN N., 2016: Odonates as indicators of the ecological integrity of the river corridor: Development and application of the Odonate River Index (ORI) in northern Italy. – *Ecological Indicators* 61: 234–247.
- GOLFIERI B., SURIAN N. & HARDERSEN S., 2018: Towards a more comprehensive assessment of river corridor conditions: A comparison between the Morphological Quality Index and three biotic indices. – *Ecological Indicators* 84: 525–534.
- HARDERSEN S., 2008: Dragonfly (Odonata) communities at three lotic sites with different hydrological characteristics. – *Italian Journal of Zoology* 75: 271–283.
- HATTO Y., 1994: “Buri” or “Toriko”, a traditional Japanese method of catching dragonflies. – *Odonatologica* 23 (3): 283–289.

- HAWKING J.H. & NEW T.R., 1999: The distribution patterns of dragonflies (Insecta: Odonata) along the Kiewa River, Australia, and their relevance in conservation assessment. – *Hydrobiologia* 392: 249–260.
- HEIDEMANN H. & SEIDENBUSCH R., 2002: Die Libellenlarven Deutschlands. Die Tierwelt Deutschlands, 72. Teil. – Goecke & Evers, Keltern, 328 pp.
- HOFHANSL F.P. & SCHNEEWEIHS S., 2008: Banderillas: Effects of deforestation on dragonflies (Insecta, Odonata) in the Pacific lowland of Costa Rica. – *Stapfia* 88: 237–247.
- HOLZINGER W.E., CHOVANEC A. & WARINGER J., 2015: Odonata (Insecta). – *Biosystematics and Ecology Series No. 31. Checklisten der Fauna Österreichs 8*, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften: 27–54.
- HOLZINGER W.E. & KOMPOSCH B., 2012: Die Libellen Kärntens. – *Sonderreihe Natur Kärnten, Band 6*. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Klagenfurt, 336 pp.
- HOLZWEBER H., WARINGER J. & CHOVANEC A., 2017: Ökologie von Hochmoorlibellen (Insecta: Odonata) im Freiwald und Weinsbergerwald (Ober- und Niederösterreich). – *Acta ZooBot Austria* 154: 75–88.
- ILLIES J., 1961: Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. – *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 46 (2): 205–213.
- ILLIES J. & BOTOSANEANU L., 1963: Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. – *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 12: 1–57.
- JACOB U., 1969: Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen Ökologie und Verbreitung heimischer Libellen. – *Faunistische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden* 2 (24): 197–239.
- JUEN L., CABETTE H.S.R. & DE MARCO P., 2007: Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands. – *Hydrobiologia* 579: 125–134.
- JUNG M., RATSCHAN C. & LAUBER W., 2013: Fischökologische Untersuchungen am Unterlauf der Mattig – Migrationsbewegungen aus dem Inn, Besiedelung der renaturierten Strecke und Durchgängigkeit der Rampenbauwerke am ehemaligen Höfnerwehr. – *Im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung Abteilung Oberflächengewässerswirtschaft und des Gewässerbezirkes Braunau*, 90 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*, 28 pp.
- KLAIBER J., ALTERMATT F., BIRRER S., CHITTARO Y., DZIOCK F., GONSETH Y., HOESS R., KELLER D., KÜCHLER H., LUKA H., MANZKE U., MÜLLER A., PFEIFER M.A., ROESTI C., SCHLEGEL J., SCHNEIDER K., SONDEREGGER P., WALTER T., HOLDEREGGER R. & BERGAMINI A., 2017: Fauna Indicativa. – *WSL Berichte*, 54. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 192 pp.
- KOHL S., 1998: Odonata – Anisoptera Exuvien (Großlibellen-Larvenhäute) Europas: Bestimmungsschlüssel. – *Eigenverlag S. Kohl*, 27 pp.
- KORBAA M., FERRERAS-ROMERO M., RUIZ-GARCIA A. & BOUMAIZA M., 2018: TSOI – a new index based on Odonata populations to assess the conservation relevance of watercourses in Tunisia. – *Odonatologica* 47 (1–2): 43–72.
- KÜRY D. & CHRIST J., 2010: Libellenfauna und Libellenschutz im Kanton Basel-Stadt (NW-Schweiz). – *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel* 12: 105–118.
- KUTCHER T.E. & BRIED J.T., 2014: Adult Odonata conservatism as an indicator of freshwater wetland condition. – *Ecological Indicators* 38: 31–39.
- LAISTER G., 1996: Bestand, Gefährdung und Ökologie der Libellenfauna der Großstadt Linz. – *Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz* 40/41 (1994/95): 9–305.

- LAISTER G., 1998: Leitbild-Libellen, Donau-Traun-Krems-Auen. – Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz: 42/43: 181–196.
- LAISTER G., 2007: Die Libellenfauna der Linzer Donauauen – Entwicklung und aktuelle Situation. – Berichte für Ökologie und Naturschutz der Stadt Linz 1 (2007): 65–123.
- LANDMANN A., LEHMANN G., MÜNGENAST F. & SONNTAG H., 2005: Die Libellen Tirols. – Berenkamp Buch und Kunstverlag, Innsbruck, 324 pp.
- LAUTH E., 2009: Sukzessionsstudie der Uferzonen des Wallersees und des Wenger Moores am Beispiel der Odonatenfauna. – Land Salzburg, Reihe Gewässerschutz, 17 (2015): 129–150.
- LAUTH E. & WARINGER J., 2001: Libellen als Bioindikatoren für den ökologischen Zustand der Seeufer der Trumer Seen. – Land Salzburg, Reihe Gewässerschutz, Band 17 (2015): 95–128.
- LEHMANN A.W., NÜSS J.H. & NÜSS R.I., 2015: Libellen. Bestimmungsschlüssel für Nord- und Mitteleuropa. – Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, 6. Auflage, Göttingen, 201 pp.
- LOHR M., 2010: Libellen zweier europäischer Flusslandschaften. – Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie Münster 17, 183 pp.
- MENKE N., GÖCKING C., GRÖNHAGEN N., JOEST R., LOHR M., OLTHOFF M. & CONZE K.-J., 2016: Die Libellen Nordrhein-Westfalens. – LWL-Museum für Naturkunde, Münster, 448 pp.
- MOOG O., 1992: Das Konzept der biozönotischen Regionen – ein Hilfsmittel zur Charakteristik anthropogener Einflüsse auf benthische Fließgewässerzönosen. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (Hrsg.): Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 1992, 5.–9. Oktober 1992, Konstanz, Band II: 622–626.
- MOOG O., 1993: Makrozoobenthos als Indikator bei ökologischen Fragestellungen. – Landschaftswasserbau 15: 103–143.
- MOOG O. & HARTMANN A. (Hrsg.), 2017: Fauna Aquatica Austriaca, 3. Lieferung 2017. – Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/umsetzung_wasserrahmenrichtlinie/faa_lieferung3_2017.html
- 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 (2): 203–231.
- MOORE N.W., 2001: Changes in the dragonfly communities at the twenty ponds at Woodwalton Fen, Cambridgeshire, United Kingdom, since the study of 1962–1988. – *Odonatologica* 30 (3): 289–298.
- OERTLI B., 2008: The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats pp. 79–95. – In: CORDOBA-AGUILAR A. (Hrsg.): Dragonflies and damselflies. Model organisms for ecological and evolutionary research. – Oxford University Press, New York, 290 pp.
- ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM, 2001: ÖNORM M 6231 Richtlinie für die ökologische Untersuchung und Bewertung von stehenden Gewässern. – Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 58 pp.
- OTT J., 2001: Zum Einsatz von Libellen als Bioindikatoren und Monitoringorganismen in Feuchtgebieten – das Beispiel einer geplanten Wasserentnahme im Naturschutzgebiet “Täler und Verlandungszone am Gelterswoog” (Biosphärenreservat Pfälzerwald). – *Annales scientifiques de la Réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald* 9: 151–177.
- OTT J., FRANK D., SCHOTTHÖFER A. & WILLIGALLA C., 2017: Libellen in Rheinland-Pfalz beobachten und erkennen. – KoNat, Neustadt an der Weinstraße, 308 pp.
- PAPE-LANGE D., 2014: Libellen Handbuch. Libellen sicher bestimmen. – Libellen.TV, Schwarmstedt, 256 pp.
- PATTEN M.A., HJALMARSON E.A., SMITH-PATTEN B.D. & BRIED J.T., 2019: Breeding thresholds in opportunistic Odonata records. – *Ecological Indicators* 106 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105460>

- PAULSON D., 2019: Dragonflies & damselflies. A natural history. – Ivy Press, London, 224 pp.
- RAAB R., 2003: Die Besiedlung neu geschaffener Uferstrukturen im Stauraum Freudenu (Wien, Niederösterreich) durch Libellen (Insecta, Odonata). – *Denisia* 10: 79–99.
- RAAB R., 2006: Rote Liste der Libellen Österreichs, pp 325–334. – In: RAAB R., CHOVANEC A. & PENNERSTORFER J.: *Libellen Österreichs*. – Springer, Wien, New York, 345 pp.
- RAAB R. & PENNERSTORFER J., 2006: Die Libellenarten Österreichs, pp. 71–278. – In: RAAB R., CHOVANEC A. & PENNERSTORFER J.: *Libellen Österreichs*. Springer, Wien – New York, 345 pp.
- RAAB R., CHOVANEC A. & PENNERSTORFER J., 2006: *Libellen Österreichs*. – Springer, Wien, New York, 345 pp.
- RAEBEL E.M., MERCKX T., RIORDAN P., MACDONALD D.W. & THOMPSON D.J., 2010: The dragonfly delusion: why it is essential to sample exuviae to avoid biased surveys. – *Journal of Insect Conservation* 14: 523–533.
- REHFELDT G., 1986: Libellen als Indikatoren des Zustandes von Fließgewässern des nordwestdeutschen Tieflandes. – *Archiv für Hydrobiologie* 108 (1): 77–95.
- REMSBURG A.J. & TURNER M.G., 2009: Aquatic and terrestrial drivers of dragonfly (Odonata) assemblages within and among north-temperate lakes. – *Journal of the North American Benthological Society* 28 (1): 44–56.
- SAHLÉN G. & EKESTUBBE K., 2001: Identification of dragonflies (Odonata) as indicators of general species richness in boreal forest lakes. – *Biodiversity and Conservation* 10: 673–690.
- SAMWAYS M.J., 1993: Dragonflies (Odonata) in taxic overlays and biodiversity conservation, pp. 111–123. – In: GASTON K.J., NEW T.R. & SAMWAYS M.J. (Hrsg.): *Perspectives on Insect Conservation*, Intercept Ltd., Andover, Massachusetts, 420 pp.
- SAMWAYS M.J., 2008: Dragonflies as focal organisms in contemporary conservation biology, pp. 97–108. – In: CORDOBA-AGUILAR A. (Hrsg.): *Dragonflies and damselflies. Model organisms for ecological and evolutionary research*. – Oxford University Press, New York, 290 pp.
- SCHINDLER M. & CHOVANEC A., 2011: Libellenfauna, pp. 130–152. – In: GROSS M.: *Naturnah gestaltete Feuchtbiopte. Lebensräume bedrohter Arten*. – Naturschutzbund Niederösterreich, 210 pp.
- SCHINDLER M., FESL C. & CHOVANEC A., 2003: Dragonfly associations (Insecta: Odonata) in relation to habitat variables: a multivariate approach. – *Hydrobiologia* 497: 169–180.
- SCHMIDT E.G., 1971: Ökologische Analyse der Odonatenfauna eines ostholsteinischen Wiesenbaches. Ein Beitrag zur Erforschung kulturbedingter Biotope. – *Faunistisch-ökologische Mitteilungen* 4: 48–65.
- SCHMIDT E.G., 1982a: Libellenfotos als Beleg für die Artbestimmung. – *Libellula* 1 (2): 40–48.
- SCHMIDT E.G., 1982b: Odonaten-Zönosen kritisch betrachtet. – *Drosera* 82: 85–90.
- SCHMIDT E.G., 1983: Odonaten als Bioindikatoren für mitteleuropäische Feuchtgebiete. – *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 1983: 131–136.
- SCHMIDT E.G., 1985: Habitat inventarization, characterization and bioindication by a “Representative Spectrum of Odonata Species (RSO)”. – *Odonatologica* 14 (2): 127–133.
- SCHMIDT E., 1989: Libellen als Bioindikatoren für den praktischen Naturschutz: Prinzipien der Geländearbeit und ökologischen Analyse und ihre theoretische Grundlegung im Konzept der ökologischen Nische. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 29: 281–289.
- SCHMIDT E.G., 1991: Das Nischenkonzept für die Bioindikation am Beispiel Libellen. – *Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz* 14: 95–117.
- SCHMIDT E.G., 1995: Key for determination of dragonflies by sight and by foto-documents, pp. 63–70. – XIII. International Symposium of Odonatology Essen, 20.–25.8.1995, Essen.
- SCHULTZ H., WARINGER J. & CHOVANEC A., 2003: Assessment of the ecological status of Danubian floodplains at Tulln (Lower Austria) based on the Odonata Habitat Index (OHI). – *Odonatologica* 32: 355–370.

- SIESA M.E., 2019: Libellen der Alpen. Der Bestimmungsführer für alle Arten. – Haupt, Bern, 239 pp.
- SILVA, D. D. P., DE MARCO P. & RESENDE D.C., 2010: Adult odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: a case study. – *Ecological Indicators* 10: 744–752.
- SIMAİKA J.P. & SAMWAYS M.J., 2012: Using dragonflies to monitor and prioritize lotic systems: a South African perspective. – *Organisms Diversity & Evolution* 12: 251–259.
- SLADECEK V., 1964: Zur Ermittlung des Indikations-Gewichtes in der biologischen Gewässeruntersuchung. – *Archiv für Hydrobiologie* 60: 241–243.
- STARK W., 1976: Die Libellen der Steiermark und des Neusiedlerseegebietes in monographischer Sicht. – Dissertation Universität Graz, 186 pp + Anhänge.
- STERNBERG K., 1999: Erfassungsmethodik und Kartierung, pp. 27-35. – In: STERNBERG K. & BUCHWALD R. (Hrsg.): Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera). – Ulmer, Stuttgart, 468 pp.
- 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.
- STEYTLER N.S. & SAMWAYS M.J., 1995: Biotope selection by adult male dragonflies (Odonata) at an artificial lake created for insect conservation in South Africa. – *Biological Conservation* 72: 381–386.
- TESKE A., 2011: Herbstlebensräume von *Sympecma paedisca* (BRAUER, 1877) und *S. fusca* (VANDER LINDEN, 1820) im Bereich Thülsfelder Talsperre (LK Cloppenburg). – *Drosera* 2010: 149–158.
- WARINGER J., 1989: Gewässertypisierung anhand der Libellenfauna am Beispiel der Altenwörther Donauau (Niederösterreich). – *Natur und Landschaft* 64: 389–392.
- WARINGER J., CHOVANEC A. & LAISTER G., 2006: Die Libellengesellschaften der Donau-Auen, pp. 282–291. In: RAAB R., CHOVANEC A. & PENNERSTORFER J.: Libellen Österreichs, Umweltbundesamt, Wien, Springer Wien New York, 345 pp.
- WILDERMUTH H., 1994: Habitatselektion bei Libellen. – *Advances in Odonatology* 6: 223–257.
- WILDERMUTH H., 2010: Waldlichtungen als terrestrische Habitate von Libellen (Odonata). – *Entomo Helvetica* 3: 7–24.
- WILDERMUTH H., 2016: Auswirkungen der Hochmoorregeneration auf die Libellenfauna (Odonata) des Torfrieds Pfäffikon (ZH). – *Entomo Helvetica* 9: 41–51.
- WILDERMUTH H. & KÜRY D., 2009: Libellen schützen, Libellen fördern. Leitfaden für die Naturschutzpraxis. – *Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz* 31, 88 pp.
- WILDERMUTH H. & MARTENS A., 2019: Die Libellen Europas. Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Porträt. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 958 pp.
- WIMMER R. & WINTERSBERGER H., 2009: Feintypisierung Oberösterreichischer Gewässer. – Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, DVD.
- WIMMER R., WINTERSBERGER H. & PARTHL G.A., 2007: Fließgewässertypisierung in Österreich – Hydromorphologische Leitbilder. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, DVD.
- ZELINKA M. & MARVAN P., 1961: Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. – *Archiv für Hydrobiologie* 57: 389–407.

Anschrift des Verfassers: Andreas CHOVANEC,
 Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus,
 Abteilung Nationale und Internationale Wasserwirtschaft,
 Marxergasse 2, 1030 Wien, Österreich (Vienna, Austria).
 E-Mail: andreas.chovanec@bmnt.gov.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Chovanec Andreas

Artikel/Article: [Bewertung von Oberflächengewässern anhand libellenkundlicher Untersuchungen \(Odonata\) – Methoden für stehende und fließende Gewässer sowie ihre beispielhafte Anwendung an der Mattig \(Oberösterreich\) 13-45](#)