



IDF

A Journal of the International Dragonfly Fund

1-43

Andreas Chovanec

Libellenkundliche Bewertung von Restrukturierungsmaßnahmen an einem Fließgewässer in Österreich durch Prae- und Post-Monitoring (Trattnach, Oberösterreich)

Odonatological assessment of river rehabilitation by pre- and post-monitoring (River Trattnach, Upper-Austria)

published: 15.10.2021

163

ISSN 1435-3393

The International Dragonfly Fund (IDF) is a scientific society founded in 1996 for the improvement of odonatological knowledge and the protection of species.
Internet: <http://www.dragonflyfund.org/>

This series intends to publish studies promoted by IDF and to facilitate cost-efficient and rapid dissemination of odonatological data.

Editorial Work:	Martin Schorr, Milen Marinov, Rory A. Dow
Layout:	Martin Schorr
IDF-home page:	Holger Hunger
Printing:	Colour Connection GmbH, Frankfurt
Impressum:	Publisher: International Dragonfly Fund e.V., Schulstr. 7B, 54314 Zerf, Germany. E-mail: oestlap@online.de
Responsible editor:	Martin Schorr
Cover picture:	<i>Orthetrum brunneum</i>
Photographer:	Andreas Chovanec

Libellenkundliche Bewertung von Restrukturierungsmaßnahmen an einem Fließgewässer in Österreich durch Prae- und Post-Monitoring (Trattnach, Oberösterreich)

Odonatological assessment of river rehabilitation by pre- and post-monitoring (River Trattnach, Upper-Austria)

Andreas Chovanec

Krotenbachgasse 68, A-2345 Brunn am Gebirge, Österreich (Austria)

Email: andreas.chovanec@bmlrt.gv.at

Abstract

In 2019, a 500 m section of the River Trattnach, which is situated in the municipality Schlüßberg in the Austrian province Upper Austria, has been ecologically enhanced by restructuring the riverbed. The investigation of the Odonata carried out in 2016 (pre-monitoring) and 2021 (post-monitoring) aimed at the evaluation of the success of these measures. Five field trips at three 100 m stretches situated in this section were performed in both years. The regeneration measures at the river caused an increase of the total species number from five to ten and an increase of the number of the certainly, probably and possibly autochthonous species from four to eight. In 2021, four of the five rivertype-specific target reference species were detected: *Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*, *Gomphus vulgatissimus*, and *Onychogomphus forcipatus*. The autochthonous occurrence of these rheophilous species and their abundances confirm the river-type specific biocoenotic region of this river section (transition between hyporhithron and epipotamon) and indicate the existence of riverbank vegetation as well as of heterogeneous morphological features causing the formation of a mosaic of different current and sediment conditions. The riverbed restructuring had only little influence on the general course of the river channel, which remained mainly straightened. Therefore, limnophilous accompanying reference species benefited only to a small extent from the regeneration measures.

The detection of freshly emerged *G. vulgatissimus* and *O. forcipatus* two years after finishing the measures documented the early colonisation of the modified river section by these species. The assessment of the dragonfly-based ecological status of the whole section subjected to rehabilitation measures and of the individual stretches was based on comparing the current dragonfly fauna with a river-type-specific reference community. The Rhithron-Potamon Concept represented the methodological framework. Possible differences between the status quo of the dragonfly fauna and the reference were assessed by the Odonata-River-Zonation-Index and by a scheme of five classes of ecological status stipulated by the EU Water Framework Directive: "high ecological status", which corresponds to the reference state, "good ecological status", "moderate ecological status", "poor ecological status" and "bad ecological status". The rehabilitation measures caused an improve-

ment of the dragonfly-based ecological status: According to the results gained in the pre-monitoring, the dragonfly-based ecological status of the whole section was classified as “moderate”. The three individual stretches investigated were ranked as “poor” and “moderate”. The results of the post-monitoring revealed the “good dragonfly-based ecological status” for both, the whole section and the stretches. Even the ecological status of a regulated control-stretch, which was not subjected to rehabilitation measures, changed from “poor” to “moderate”. “Spread effects” from the enhanced section to the still regulated section are assumed to be the reason for this improvement.

Keywords: dragonfly-based ecological status, assessment, river type, biocoenotic region, Rhithron-Potamon Concept, river restructuring, Water Framework Directive, Odonata River Zonation-Index

Zusammenfassung

Im Jahr 2019 wurde ein etwa 500 m langer Abschnitt der Trattnach in Schlüßlberg (Bundesland Oberösterreich) restrukturiert. Ziel der libellenkundlichen Untersuchungen in den Jahren 2016 und 2021 war die Bewertung dieser ökologischen Aufwertung durch ein Prae- und ein Post-Monitoring. Die Verbesserungsmaßnahmen führten zu einer Verdopplung der Artengesamtzahl (von fünf auf zehn) und der Zahl der sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständigen Arten (von vier auf acht). Es konnten im Jahr 2021 vier der fünf gewässertyp-spezifischen Leitarten nachgewiesen werden: *Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*, *Gomphus vulgatissimus* und *Onychogomphus forcipatus*. Das bodenständige Vorkommen dieser Arten bestätigt den hyporhithral/epipotamalen Übergangscharakter der Trattnach in diesem Bereich und indiziert die Ausprägung von geeigneten Strömungs- und Substratverhältnissen sowie von entsprechenden Vegetationsverhältnissen im Uferbereich. Durch die wasserbaulichen Eingriffe wurden insbesondere die rheophilen Spezies gefördert, limnophile Begleitarten waren nur vereinzelt nachzuweisen. Grund dafür ist der weiterhin in überwiegendem Maß gestreckte Verlauf des Flusses und das damit verbundene weitgehende Fehlen lenitischer Bereiche.

Die Funde von Exuvien und Sichtungen frisch emergierter Individuen von *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus* belegen, dass das Gewässer unmittelbar nach Fertigstellung der Bauarbeiten von diesen Arten mit zweijähriger Entwicklungszeit besiedelt wurde. Die Bewertung des libellen-ökologischen Zustandes basierte auf der Berechnung des Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index, in dem allfällige Abweichungen des aktuellen Odonata-fauna von einem gewässertyp-spezifischen Referenzzustand (Klasse 1, „sehr guter libellen-ökologischer Zustand“) verrechnet werden. Das Ergebnis ist die Grundlage für die Einstufung in eine der fünf Klassen des ökologischen Zustandes gemäß EU Wasser-rahmenrichtlinie. Die Restrukturierungen führten zu einer Verbesserung der libellen-ökologischen Zustandes: der betroffene Abschnitt (vormals Klasse 3, „mäßig“) wurde genauso wie die drei darin liegenden Einzelstrecken (vormals Klassen 4, „unbefriedigend“, und 3, „mäßig“) mit „gut“ (Klasse 2) bewertet. Auch der libellen-ökologische Zustand einer von den Aufwertungsmaßnahmen nicht betroffenen regulierten und in beiden Jahren kartierten oberstromig liegenden Kontrollstrecke veränderte sich von „unbefriedigend“ auf „mäßig“. Aus dem Restrukturierungsbereich wirkende Strahleffekte dürften für diese Verbesserung verantwortlich sein.

Schlagworte: libellen-ökologischer Zustand, Bewertung, Gewässertyp, biozönotische Region, Restrukturierung, Rhithron-Potamon-Konzept, Wasserrahmenrichtlinie, Odonta-Fließgewässer-Zonations-Index

Einleitung

Die Gründe für den Einsatz von Odonata zur Bewertung der ökologischen Funktionsfähigkeit stehender und fließender Gewässer sind in der Literatur umfassend beschrieben (z. B. Chovanec & Waringer, 2001; Oertli, 2008; Silva et al. 2010). An dieser Stelle werden zusammenfassend folgende Punkte hervorgehoben:

- Die Biologie der Odonata und ihre Verbreitung sind vergleichsweise gut dokumentiert (z. B. Corbet, 1999; Boudot & Kalkman, 2015; Chovanec et al., 2017; Klaiber et al., 2017; Wildermuth & Martens, 2019).
- Libellen besiedeln ein breites Spektrum perennierender und temporärer aquatischer und amphibischer Lebensräume.
- Sie sind aussagekräftige Zeiger der hydrologischen und morphologischen Bedingungen von Gewässern, ihrer Vernetzung mit dem Umland und des Zustandes der gewässerrelevanten Vegetationsausstattung und eignen sich für die scharfe typologische Charakterisierung lotischer und lenitischer Systeme (Waringer, 1989; Chovanec & Waringer, 2001; Cunningham-Minnick et al., 2019; Chovanec, 2021a). Sie sind daher integrative Indikatoren des Zustandes von Landschaftsräumen, die durch aquatische und amphibische Systeme geprägt sind.
- Libellen reagieren sehr schnell selbst auf kleinräumige positive oder negative Veränderungen innerhalb ihres Lebensraumes (Chovanec, 2018a, 2019a; Bogan et al., 2020).
- Die Bindung imaginaler Libellen an Gewässer – zumindest während der Fortpflanzungsperiode – erleichtert ihre Nachweisbarkeit (Schmidt, 1985; Chovanec, 2019b; Cezário et al., 2021).
- Die Zahl der Arten ist überschaubar und umfasst sowohl euryöke Spezies mit einer stärkeren Resilienz gegenüber Umwelteinflüssen als auch stenöke Spezies mit einer engen ökologischen Nische und einem daher auch hohen Indikationspotenzial für den Zustand der art-spezifischen Lebensräume.
- Auf der Basis der zum Teil engen ökologischen Ansprüche von Libellenarten und -assoziationen sind die Entwicklung und Anwendung gewässertyp-spezifischer Ansätze im Sinne der Bewertungsphilosophie der EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; RL 2000 /60/EG; European Community 2000) sinnvoll und umsetzbar, in deren Rahmen auch sensitive, kleinräumige und maßnahmen-bezogene Analysen möglich sind (z. B. Chovanec et al., 2015; Chovanec, 2018a).
- 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 ethischen Gründen und aus der Sicht des Artenschutzes vorteilhaft ist.
- Zugunsten von Libellen an Gewässern ergriffene Maßnahmen kommen der gesamten gewässertyp-spezifischen aquatischen und semiaquatischen Fauna zugute. Libellen

spielen deswegen als „Umbrella Indicators“ bei angewandten Fragestellungen eine große Rolle (Sahlén & Ekestubbe, 2001).

Die Vorgaben der WRRL, insbesondere das Ziel der Erreichung des guten ökologischen Zustandes bzw. Potenzials von Oberflächengewässern, bestimmen seit dem Jahr 2000 weitgehend die wasserwirtschaftlichen Aktivitäten in Europa. Bei der Bewertung spielen Methoden der Bioindikation die zentrale Rolle; Makrozoobenthos repräsentiert dabei eines der zu untersuchenden biologischen Qualitätselemente. Obwohl die Rolle von Libellen als Bioindikatoren seit den 1980er Jahren im Wachsen begriffen ist (z. B. Schmidt, 1983, 1989; Rehfeldt, 1986) hat diese Tiergruppe trotz der o. g. Vorteile „den Sprung in die Wasserwirtschaft“ nur in Detailbereichen geschafft (z. B. Chovanec et al., 2015; Enss et al., 2020). Der Schwerpunkt der angewandten odonatologischen Forschung liegt in den meisten europäischen Ländern weiterhin auf der Bearbeitung naturschutzfachlicher Fragestellungen.

Aufgrund der hydrologischen und morphologischen Beeinträchtigungen der Fließgewässer legt die österreichische Wasserwirtschaft verstärkt Augenmerk auf die Durchführung ökologischer Aufwertungsmaßnahmen, die Festlegung und Durchsetzung ökologisch begründeter Wassermengen für die Mindestdotations bei Wasserentnahmen sowie auf die Errichtung von Fischaufstiegshilfen bei nicht passierbaren Querbauwerken (BMLFuW, 2017; BMLRT, 2021). In Österreich werden seit Inkrafttreten der WRRL odonatologische Untersuchungen u. a. als eine ergänzende Methode für die WRRL-konforme Bewertung der Auswirkungen von Restrukturierungen von Flüssen herangezogen: Bis zum Jahr 2021 wurden an 22 Fließgewässern 35 Projekte durch odonatologische Studien bewertet (z. B. Chovanec & Waringer, 2015; Chovanec, 2019a; Gumpinger et al., 2018, 2020). Ziel der vorliegenden Arbeit war die libellenkundliche Bewertung von Restrukturierungen an der Trattnach in Schlüßberg, die schwerpunktmäßig im Jahr 2019 durchgeführt worden waren. Die Evaluierung beruht auf dem in der WRRL vorgeschriebenen Vergleich der aktuell vorzufindenden Libellenfauna mit einem gewässertyp-spezifischen Referenzzustand. Die Untersuchung repräsentiert außerdem die erste WRRL-konforme odonatologische Untersuchung in Österreich, die dem „Before-After-Control-Impact-Design“ (BACI; Smith, 2002; Conner et al., 2016; Griffith & McManus, 2020a, b) gemäß erarbeitet wurde. Dieses Konzept vereint die Vorteile des Orts- und des Zeitvergleichs, indem zusätzlich zum Prael- und Post-Monitoring des Maßnahmenabschnittes zu beiden Zeitpunkten ein weiterer, von den wasserbaulichen Eingriffen unbeeinflusster Abschnitt untersucht wird. Diese zusätzliche – im vorliegenden Fall regulierte – Kontrollstrecke ermöglicht es, von der Maßnahmenumsetzung unabhängige, durch äußere Einflussfaktoren wie Schadstoffeinträge oder hydrologische Extremereignisse hervorgerufene Veränderungen der untersuchten Parameter zu erkennen (Csar et al., 2019; Gumpinger et al., 2020). Das Prael-Monitoring an der Trattnach wurde im Jahr 2016 (Chovanec, 2016), das Post-Monitoring im Jahr 2021 (Chovanec, 2021b) durchgeführt. Im vorliegenden Report werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2021 dargestellt und jenen aus dem Jahr 2016 gegenübergestellt.

Methoden

Die Trattnach: gewässertypologische Charakterisierung:

Die Trattnach wird der Ökoregion Zentrales Mittelgebirge und der Bioregion Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland zugordnet. Innerhalb dieser Bioregion ist sie dem Fließgewässer-Naturraum Nördliches Vorland / Innviertler- und Hausruckviertler Hügelland zugehörig. Sie entspringt auf etwa 620 m ü. A. und wird aus Grubenwässern ehemaliger Braunkohlebergwerke gespeist. Sie entwässert ein Gebiet von 196 km² und mündet nach etwa 40 km in der Nähe von Wallern an der Trattnach auf einer Seehöhe von 290 m mit der Flussordnungszahl 5 in den Innbach. Dieser entwässert bei einer Gesamtlänge von 59 km ein Einzugsgebiet von 386 km² und mündet rechtsufrig in die Donau (Illies, 1978; Wimmer & Moog, 1994; Anderwald et al., 1995; Fink et al., 2000; Wimmer & Wintersberger, 2009; Kapfer et al., 2012; Schay et al., 2015).

Untersuchungsabschnitt und –strecken:

Der kartierte Flussabschnitt (oberstromiger Beginn Länge: 13°51'23'', Breite: 48°13'17''; unterstromiges Ende Länge: 13°51'54'', Breite: 48°13'13'') liegt in der Marktgemeinde Schlüßberg / Ortschaft Au (Bezirk Grieskirchen), erstreckt sich über eine Länge von etwa 500 m und liegt auf einer Seehöhe von 325 m ü. NN. Das Einzugsgebiet der Trattnach weist in diesem Bereich eine Größe von 165 km² auf. Basierend auf den Kriterien Bioregion, Höhenlage und Einzugsgebietsgröße ist die Trattnach im untersuchten Bereich dem Gewässertyp „11-2-3“ (Wimmer et al., 2007; Wimmer & Wintersberger, 2009) zuzuordnen, der wie folgt zu charakterisieren ist: Die prägenden morphologischen Strukturen sind Steil- und Flachufer, unterspülte Anbruchufer mit Totholz und Wurzelstöcken, Kies- und Sandbänke; die Breiten- und Tiefenvariabilität des Gewässerbettes sind hoch. Die Gewässersohle wird dominiert von unterschiedlichen Kiesfraktionen mit Steinanteilen, in Uferbereichen kommt es zu Sand- und Schluffablagerungen. Das Gefälle ist mittel



Abbildung 1. Gewunden-/mäandrierender Verlauf der Trattnach im 19. Jahrhundert vor der Durchführung umfassender Regulierungen. – **Figure 1.** Wandering /meandering course of the River Trattnach in the 19th century before the implementation of large-scale regulation. (Quelle/Source: <https://maps.arcanum.com/de/map>).

bis flach, die Linienführung gewunden und mäandrierend. Der saprobielle Grundzustand beträgt 1,75; der trophische Grundzustand ist mesotroph. Das Abflussregime ist winterpluvial. Der aus dem 19. Jahrhundert stammende Franziszeische Kataster gibt den ursprünglichen gewundenen bis mäandrierenden Verlauf der Trattnach im Bereich Schlüßberg vor den später folgenden umfassenden Regulierungen wieder (Abb. 1).

Als hydrologischen Kenndaten der Trattnach beim Pegel Bad Schallerbach (Fluss-km 5,12; Größe des Einzugsgebietes 184 km²) unweit des Untersuchungsabschnittes sind anzuführen: MQ: 2,3 m³/s, NQ: 0,1 m³/s, HQ: 115 m³/s (Reihe 1977–2011; BMLFuW, 2013). Im Wasserinformationssystem Austria (<https://info.bmlrt.gv.at/themen/wasser/wisa.html>) wird die biozönotische Region der Trattnach im Untersuchungsbereich als großes Hyporhithral beschrieben. Wimmer & Wintersberger (2009) definieren den Fluss in Schlüßberg als mittleres Epipotamal. Basierend auf dem im Unterlauf vorherrschenden Gefälle von 3,6 ‰ (Anderwald et al., 1995), das der Typologie von Huet (1949) gemäß bei einer Gewässerbreite von 5–25 m ein Hyporhithral indiziert, und der gewundenen/mäandrierenden Linienführung, die eher für potamale Gewässer typisch ist, wird der Untersuchungsabschnitt im Zuge der vorliegenden Arbeit als Übergangsregion Hyporhithral/Epipotamal angesprochen (siehe auch Chovanec, 2016). Diese Einschätzung wird auch durch Sili-gato & Gumpinger (2005) bestätigt, die mit *Squalius cephalus*, *Thymallus thymallus*, *Salmo trutta fario*, *Phoxinus phoxinus* und *Chondrostoma nasus* dominierende Arten der ursprünglichen Fischfauna benennen, die als Leitarten sowohl für das Hyporhithral (*T. thymallus*, *S. trutta fario*, *P. phoxinus*) als auch für das Epipotamal (*S. cephalus*, *C. nasus*) der betreffenden Bioregion ausgewiesen sind (Haunschmid et al., 2019).

Restrukturierungsmaßnahmen:

Die Abbildung 2 zeigt den Untersuchungsabschnitt vor und nach der Durchführung der wasserbaulichen Eingriffe zur ökologischen Aufwertung. Der Umbau eines nicht fisch-passerbaren Absturzbauwerkes, der Hammermühlstufe, in eine aufgelöste Sohlrampe sowie die unmittelbar daran flussabwärts anschließenden Restrukturierungen erfolgten von Dezember 2018 bis September 2019 (Untersuchungsstrecke D; siehe den folgenden Abschnitt). Die flussauf der Stufe durchgeführten Maßnahmen (Strecken B und C; siehe den folgenden Abschnitt) wurden im Zeitraum Juli bis Dezember 2019 durchgeführt.

Die Restrukturierungsmaßnahmen umfassten insbesondere das Einbringen von Wurzelstock- und Steinbuhnen, Störsteinen und Totholz (Abb. 3) sowie Aufweitungen des Flussbettes (Abb. 4). Dadurch kam es zu Verschwenkungen des Flusslaufes und damit zu einer erhöhten Sinuosität, zur Bildung eines Mosaiks an unterschiedlichen Strömungs- und Substratverhältnissen, zur Erhöhung des Strukturangebotes im gesamten Gewässerbett sowie zur Ausprägung verschiedener Böschungsverhältnisse im Uferbereich (Abb. 5).

Vor der Durchführung der Restrukturierungen war die Linienführung aufgrund der bestehenden Regulierungen gestreckt. Geringfügige Strukturierungen im Uferbereich ergaben sich durch die Räume zwischen Blockwurfsteinen und überhängende terrestrische Ufervegetation. Die einzige prägende Struktur im östlichen Bereich des Abschnittes stellte eine Kiesbank (Größe etwa 100 m²) unterhalb des Absturzbauwerkes (Hammermühlstufe) dar (Strecke D; siehe Abb. 15).



Abbildung 2. Untersuchungsabschnitt an der Trattnach in Schlüßlberg vor Durchführung der ökologischen Aufwertungsmaßnahmen (oben) und nach ihrer Fertigstellung (unten); der Pfeil zeigt die Fließrichtung an; A–D: Untersuchungsstrecken.

Figure 2. The investigated section of the River Trattnach before (upper picture) and after the implementation of rehabilitation measures (lower picture). The arrow indicates the flow direction; A–D: stretches investigated. (Quelle/Source: www.bing.com/maps).



Abbildung 3. Totholz und Wurzelstockbuhnen in Untersuchungsstrecke B, Blick flussauf.

Figure 3. Deadwood and rootstock groynes in stretch B, looking upstream. 26-v-2021, Photo: A. Chovanec.

Abbildung 4. Flussbettaufweitung in Untersuchungsstrecke C, Blick flussauf.

Figure 4. Widening of the river bed in stretch C, looking upstream. 26-v-2021, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 5. Überschwemmtes Flachufer in Untersuchungsstrecke C, Blick flussauf.

Figure 5. Inundated shallow river bank in stretch C, looking upstream. 21-vii-2021, Photo: A. Chovanec.



Untersuchungsstrecken:

Im Untersuchungsabschnitt wurden im Jahr 2021 – so wie 2016 – vier jeweils 100 m lange Untersuchungstrecken (A–D) kartiert (Abb. 2). An diesen waren – bei Nieder- und Mittelwasser – Strömungsgeschwindigkeiten unter 30 cm/s vorherrschend; in unmittelbarer Ufernähe und Buchten bestanden z. T. nahezu strömungsfreie Verhältnisse, auch in Bereichen der Blockwurfschichtung in Strecke A. Strömungsgeschwindigkeiten > 50 cm/s waren nur in wenigen Zonen nachzuweisen, insbesondere bei geringeren Flussbreiten (Abb. 6). Abhängig von den Strömungsverhältnissen kam es zu Ablagerungen von Detritus, Sand, Feinkies (Abb. 7) sowie Grobkies und Steinen (Abb. 8). Die Gewässerbreite betrug überwiegend 12–15 m, im Bereich von Aufweitungen bis zu 20 m (Abb. 4). Insbesondere die Uferregionen der Strecken B und C waren stark besonnt.



Abbildung 6. Schmälerer Flussbereich in Untersuchungsstrecke B mit höherer Strömungsgeschwindigkeit.

Figure 6. Narrow river bed in stretch B with higher flow velocity. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 7. Strömungsberuhigter Uferbereich mit Ablagerungen von Detritus, Sand und Feinkies.

Figure 7. Area with reduced flow velocity and deposited detritus, sand and micro-lithal. 26-v-2021, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 8. Grobkies und Steine in Untersuchungsstrecke B.

Figure 8. Area with higher flow velocity and deposited meso-lithal and stones. 15-viii-2021, Photo: A. Chovanec.

Die Vegetation wurde im Jahr 2021 im unmittelbaren Uferbereich von *Phalaris arundinacea* und *Urtica* sp. dominiert, die Böschungen zeigten eine artenreiche Wiesen- und Ruderalvegetation bestehend aus z. B. *Artemisia vulgaris*, *Barbarea vulgaris*, *Cirsium vulgare*, *Epilobium hirsutum*, *Geranium pratense*, *Impatiens glandulifera*, *Onobrychis viciifolia*, *Papaver rhoeas*, *Scrophularia* sp., *Silene vulgaris*, *Sinapis arvensis*, *Symphytum officinale*, *Trifolium* sp., *Vicia* sp. Bei den Gehölzen waren Bestände und Aufwuchs von *Salix* sp. sowie Pflanzungen von *Alnus glutinosa* prägend.

Im Folgenden werden die vier Untersuchungsstrecken A–D im Vergleich zwischen 2016 und 2021 präsentiert (Abb. 9–18). Die Fotos aus dem Jahr 2016 wurden Chovanec (2016) entnommen.

Untersuchungsstrecke A:

Abbildung 9. Untersuchungsstrecke A, Blick flussauf.

Figure 9. Stretch A, looking upstream. 17-vi-2016, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 10. Untersuchungsstrecke A, Blick flussauf.

Figure 10. Stretch A, looking upstream. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.



Untersuchungsstrecke B:



Abbildung 11. Untersuchungsstrecke B, Blick flussab.

Figure 11. Stretch B, looking downstream. 17-vi-2016, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 12. Untersuchungsstrecke B, Blick flussab.

Figure 12. Stretch B, looking downstream. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.

Untersuchungsstrecke C:



Abbildung 13. Untersuchungsstrecke C Blick flussauf von der Hammermühlstufe.

Figure 13. Stretch C, looking upstream from the weir „Hammermühlstufe“. 28-v-2016, Photo: A. Chovanec.



**Abbildung 14. Unter-
suchungsstrecke C,
Blick flussauf.**

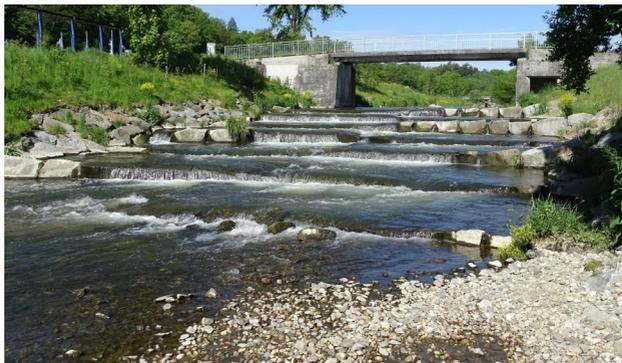
**Figure 14. Stretch C,
looking
upstream.
15-viii-2021, Photo:
A. Chovanec.**

Untersuchungsstrecke D:



**Abbildung 15. Die
nicht-fischpassierbare
Hammermühlstufe vor
dem Umbau, Blick
flussauf.**

**Figure 15. The not fish-
passable artificial fall
“Hammermühlstufe”
before the conversion
into a fish-passable
river rock-ramp, look-
ing upstream. 30-vii-
2016, Photo A. Cho-
vanec.**



**Abbildung 16. In eine
aufgelöste Rampe um-
gebaute Hammermühl-
stufe, Blick flussauf.**

**Figure 16. Fish-pass-
able rock-ramp, look-
ing upstream. 26-v--
2021, Photo: A. Cho-
vanec.**



Abbildung 17. Untersuchungsstrecke D, Blick flussab von der Hammermühlstufe.

Figure 17. Stretch D, looking downstream from the artificial fall "Hammermühlstufe." 30-vii-2016, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 18. Untersuchungsstrecke D, Blick flussab von der kleinen Brücke über die aufgelöste Rampe.

Figure 18. Stretch D, looking downstream from the small bridge over the fish-passable rock-ramp. 26-v-2021, Photo: A. Chovanec.

Erhebungen im Freiland:

Die Untersuchungsstrecken wurden im Jahr 2021 fünfmal mal bei – für libellenkundliche Untersuchungen – geeigneten Wetterbedingungen begangen, um die repräsentative, imaginale Libellenfauna zu erheben: am 26.5., 4.6., 16.6., 21.7. und 15.8. Zumindest fünf Termine sind notwendig, um die aspektbildenden, an einem Gewässer zeitlich versetzt auftretenden „Winter-“, „Frühlings-/Sommer-“ und „Sommer-/Herbst-Arten“ nachweisen zu können (vgl. dazu auch Schmidt, 1985; Chovanec, 2019b). Nachweise erfolgten durch Kescherfang bzw. Sicht- und Fotonachweise. Von den erhobenen Arten wurden – soweit möglich – Belegfotos angefertigt, die exemplarisch in dieser Arbeit veröffentlicht sind. Gefangene Tiere wurden nach der sofortigen Bestimmung im Feld bzw. nach Aufnahme entsprechender Fotos sofort freigelassen. Exuvien wurden in ausgewählten Bereichen gesucht, aufgesammelt und determiniert.

Als Ergebnis werden sowohl die absoluten Individuenzahlen als auch Häufigkeitsklassen bezogen auf die 100 m langen Strecken angegeben. Bei diesen Klassen sind unterschiedliche familien-spezifische Raumansprüche berücksichtigt (Tab. 1, siehe dazu Chovanec, 2019b). Für die zusammenfassende Darstellung und Bewertung ist der für die einzelnen Arten an einer 100 m-Strecke in der Untersuchungsperiode nachgewiesene maximale Individuen-Tagesbestand ausschlaggebend.

Tabelle 1. Zuteilung der Individuenzahlen pro 100 m zu Abundanzklassen.**Table 1. Allocation of numbers of individuals/100 m to abundance classes.**

Abundanzklasse	I Einzelfund	II selten	III häufig	IV sehr häufig	V massenhaft
Zygotera 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

Als sehr vagile Organismen sind Libellen oft fernab von Gewässern bzw. an Gewässern zu finden, die nicht als Reproduktionshabitat in Frage kommen. Deshalb ist bei der Interpretation der Ergebnisse bestmöglich abzuschätzen, welche Arten bodenständig sind, d. h. das untersuchte Gewässer als Reproduktionsraum nutzen, und welche Arten „Gäste“ sind, ausschließlich jagen oder beispielsweise Teile der Reifungszeit hier verbringen (siehe auch z. B. Schmidt, 1985; Moore, 1991; Bried et al., 2015).

Die Berücksichtigung der Funde von Exuvien und frisch emergierten Individuen, die Abundanzen, Beobachtungen der Fortpflanzungsaktivitäten (Kopula, Tandem, Eiablage) sowie Mehrfach-sichtungen (an unterschiedlichen Terminen bzw. Untersuchungsstrecken) geben in diesem Zusammenhang wertvolle Beweise für bzw. Hinweise auf die Bodenständigkeit (Chovanec, 2019b):

- Die sichere Bodenständigkeit einer Art an einer Untersuchungsstrecke der Trattnach (und damit am gesamten Untersuchungsabschnitt) wurde durch den Fund von frisch emergierten Individuen und / oder Exuvien belegt.
- Die Bodenständigkeit einer Art an einer Untersuchungsstrecke und damit auch am gesamten Untersuchungsabschnitt wurde als wahrscheinlich klassifiziert, wenn
- Reproduktionsverhalten zu beobachten war und / oder
- die maximale, bei einer Begehung festgestellte Individuenzahl pro 100 m die Einstufung in Abundanzklasse 3, 4 oder 5 zur Folge hatte.
- Die Bodenständigkeit einer Art an einer Untersuchungsstrecke und damit am Untersuchungsabschnitt wurde als möglich klassifiziert, wenn Imagines in Abundanzklasse 1 oder 2 ohne Beobachtungen von Fortpflanzungsverhalten bei Begehungen an zumindest zwei unterschiedlichen Kartierungsterminen nachzuweisen waren. Die Klassifizierung der Bodenständigkeit als möglich erfolgte auch dann, wenn Imagines einer Art in Abundanzklasse 1 oder 2 ohne Beobachtungen von Fortpflanzungsverhalten an mehr als einer Untersuchungsstrecke eines Abschnittes zumindest einmal nachgewiesen wurden. Insbesondere im Fall der Kriterien zur Festlegung möglicher Bodenständigkeit war die Fundsituation mit den jeweiligen artspezifischen ökologischen Ansprüchen zu diskutieren.

Für die zusammenfassende Darstellung und Bewertung ist die für die einzelnen Arten an einer 100 m-Strecke in der Untersuchungsperiode nachgewiesene höchste Bodenständigkeitsklassifizierung ausschlaggebend.

Bewertung

Libellen-ökologischer Zustand / Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index:

Den Vorgaben der WRRL gemäß basiert die Bewertung des libellen-ökologischen Zustandes auf dem Vergleich der aktuellen Libellenfauna eines Gewässers bzw. eines Gewässerabschnittes mit dem gewässertyp-spezifischen Artenspektrum. Übereinstimmungen des Status quo der Odonatafauna mit dieser Referenz oder mögliche Abweichungen davon werden in einem fünfstufigen Schema des libellen-ökologischen Zustandes abgebildet, wobei der Referenzzustand dem sehr guten Zustand entspricht. Ziel ist die Erreichung des guten ökologischen Zustandes, wobei der Zustand „sehr guter“ Gewässerabschnitte nicht herabgesetzt werden darf. Es ist hervorzuheben, dass unter Gewässertyp der naturnahe, weitgehend anthropogen unbeeinflusste Zustand im sehr guten ökologischen Zustand zu verstehen ist. In der limnologischen Forschung und wasserwirtschaftlichen Praxis in Österreich wird die landschaftsräumliche Situation der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts herangezogen, um Anhaltspunkte für gewässertyp-spezifische Eigenschaften zu ableiten zu können: umfassende Regulierungsmaßnahmen an den Fließgewässern waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht erfolgt, es existiert ein umfassendes, flächendeckendes Kartenmaterial, dem die Linienführungen der Flussverläufe detailliert zu entnehmen sind, außerdem gibt es – insbesondere für die Fischfauna – Aufzeichnungen über das Arteninventar, beispielsweise von Klöstern, die damals Fließgewässer fischereilich bewirtschafteten (z. B. Wiesbauer & Denner, 2013; Winiwarter et al., 2016; Wiesbauer, 2019). Schon vor dem Inkrafttreten der WRRL wurde der gewässertyp-spezifische Bewertungsansatz in der angewandten Odonatologie angewendet (z. B. Schorr, 1996; Schorr & Götz, 1996; Laister, 1998).

Der Umsetzung der WRRL gemäß beruht die Bestimmung des gewässertypspezifischen Inventars von Libellenarten auf der Lage des untersuchten Gewässers in einer Bioregion und in der biozönotischen Region des untersuchten Gewässerabschnittes sowie auf der entsprechenden längenzonalen Einstufung der Arten (Chovanec et al., 2017). Für das Makrozoobenthos sind in Österreich 15 Bioregionen festgelegt (Moog et al., 2004). Das Bayerisch-Österreichische Alpenvorland, in dem die Trattnach liegt, ist eine davon. Unter Bioregion wird eine geographische Einheit verstanden, die durch gebietstypische aquatische Lebensgemeinschaften charakterisiert ist und sich dadurch eindeutig von anderen Bioregionen unterscheidet (vgl. dazu auch Illies, 1978; Wimmer et al., 2000). Für die innere Differenzierung von Gewässern innerhalb der Bioregionen wird im Rahmen des vorliegenden Bewertungsansatzes die Zuteilung von Abschnitten zu biozönotischen Regionen herangezogen. Die Kenntnis um die Veränderung der Zönonen entlang des longitudinalen Fließgewässerkontinuums spiegelte sich schon vor längerer Zeit in der Definition von Fischregionen wider (Thienemann, 1925). Die Einbeziehung des Makrozoobenthos sowie physiographischer, physikalischer und morphologischer Faktoren (z. B. Huet, 1949) war die Voraussetzung für die Definition der biozönotischen Regionen (Illies, 1961; Illies & Botosaneanu, 1963). Moog (1992) integrierte auch das Litoral und das Profundal in dieses „Rhithron-Potamon-Konzept“ genannte System, das die limnischen Lebensgemeinschaften gemäß ihrer längenzonalen Verteilung, wie in Tabelle 2 angegeben, differenziert. Angaben zur biozönotischen Region gehören zu den wesentlichsten Parametern innerhalb der Gewässertypisierung (z. B. Braukmann, 1987; Moog & Wimmer, 1990; Moog & Chovanec, 2000; Wimmer et al. 2007), die spätestens seit

Inkrafttreten der WRRL die verbindliche methodische Basis im Rahmen der typ-spezifischen Bewertung des ökologischen Zustandes von Gewässern darstellt.

Tabelle 2. Einteilung von aquatischen Zönosen in Abhängigkeit von der längenzonalen Verteilung nach biozönotischen Regionen.
Table 2. Longitudinal stream zonation assemblages.

Zönose	Gewässer-/Fischregion
Eukrenalzönose	Quellbereich
Hypokrenalzönose	Quellbach
Epirhithralzönose	obere Forellenregion
Metarhithralzönose	untere Forellenregion
Hyporhithralzönose	Äschenregion
Epipotamalzönose	Barbenregion
Metapotamalzönose	Brachsenregion
Hypopotamalzönose	Brackwasser-, Kaulbarsch-, Flunderregion
Litoralzönose	Ufer stehender Gewässer
Profundalzönose	Seeböden

Ähnlich der artspezifischen Vergabe der saprobiellen Valenzen im Rahmen der Methodik zur Bestimmung der biologischen Gewässergüte (Zelinka & Marvan, 1961), wird durch die Vergabe von zehn Valenzpunkten die Präferenz von Arten für biozönotische Regionen und damit auch die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens an bestimmten Gewässertypen ausgedrückt (Moog, 1993). Diese numerischen Einstufungen der autökologischen Ansprüche stellen die essenzielle Basis für die makrozoobenthosbasierte Gewässerbewertung im Sinne der WRRL dar, die es ermöglicht u. a. Potamalisierung- und Rhithralisierungseffekte an Fließgewässern nachweisen und bewerten zu können (Moog & Chovanec, 2000; Chovanec, 2019a): Werden flussmorphologische Parameter geändert, kommt es zu Störungen der Strömungs- und damit auch der Substrat- und Temperaturverhältnisse; im Fall der Auswirkungen insbesondere von Aufstau und Flussbettaufweitungen (Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit und Schleppkraft) spricht man von Potamalisierung, Regulierungen und Begradigungen von Flussläufen bewirken in der Regel Rhithralisierungen (Erhöhung von Strömungsgeschwindigkeit, Schleppkraft und Eintiefung). Damit verbunden sind entsprechende Veränderungen der aquatischen Lebensgemeinschaften.

Die artspezifische Vergabe von Valenzpunkten stellt somit die Grundlage für die Festlegung gewässertyp-spezifischer Leit- und Begleitarten als Referenzartenspektrum dar. Übereinstimmungen des Status quo der Odonatafauna mit dieser Referenz oder mögliche Abweichungen davon werden in einem fünfstufigen Schema des libellen-ökologischen Zustandes abgebildet, wobei der Referenzzustand dem sehr guten Zustand entspricht. Ziel ist die Erreichung des guten ökologischen Zustandes, wobei der Zustand „sehr guter“ Gewässerstrecken nicht herabgesetzt werden darf. Die konkrete Bestimmung des libellen-ökologischen Zustandes basiert auf der Berechnung des Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index, in dem allfällige Abweichungen der aktuellen Odonata-Fauna von der gewässertyp-spezifischen Referenzfauna verrechnet werden (Chovanec, 2019a, b).

Grundlage für die Beschreibung der Referenzzönose des Übergangsbereiches Hyporhithral / Epipotamal der Bioregion Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland war die

Liste aller Odonata, die – gemäß ihrer längenzonalen Einstufung – mindestens einen der 10 Valenzpunkte für zumindest eine der beiden Regionen aufweisen (Tab. 3; Chovanec et al., 2017). Aus dieser Aufstellung wurden alle jene Arten nicht für den Bewertungsprozess berücksichtigt, deren Auftreten an dem betreffenden Untersuchungsabschnitt aufgrund der gewässertypologischen Charakteristik, zoogeographischer Aspekte und / oder der jeweiligen artspezifischen ökologischen Ansprüche nicht wahrscheinlich ist

Art/species	HR	EP	HR+EP
<i>Aeshna cyanea</i>		1	1
<i>Aeshna mixta</i>		1	1
<i>Anax ephippiger</i>		1	1
<i>Anax imperator</i>	1	1	2
<i>Calopteryx splendens</i>	1	4	5
<i>Calopteryx virgo</i>	6	2	8
<i>Chalcolestes viridis</i>	1	1	2
<i>Chalcolestes parvidens</i>	1	1	2
<i>Coenagrion mercuriale</i>	2	2	4
<i>Coenagrion ornatum</i>	3	4	7
<i>Coenagrion pulchellum</i>		1	1
<i>Coenagrion scitulum</i>		1	1
<i>Cordulegaster boltonii</i>	2		2
<i>Cordulegaster heros</i>	3		3
<i>Crocthemis erythraea</i>		1	1
<i>Erythromma cyathigerum</i>		1	1
<i>Erythromma lindenii</i>		2	2
<i>Erythromma viridulum</i>		1	1
<i>Gomphus pulchellus</i>		1	1
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	2	5	7
<i>Ischnura elegans</i>	1	2	3
<i>Ischnura pumilio</i>		1	1
<i>Libellula depressa</i>		1	1
<i>Libellula fulva</i>		2	2
<i>Libellula quadrimaculata</i>		1	1
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	3	3	6
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	2	5	7
<i>Orthetrum albistylum</i>		1	1
<i>Orthetrum brunneum</i>	1	1	2
<i>Orthetrum cancellatum</i>		1	1
<i>Orthetrum coerulescens</i>	1	1	2
<i>Platycnemis pennipes</i>	1	2	3
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	1	1	2
<i>Somatochlora meridionalis</i>	2	3	5
<i>Stylurus flavipes</i>		3	3
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	1	1	1
<i>Sympetrum striolatum</i>		1	1

(siehe dazu Raab & Pennerstorfer, 2006, Holzinger et al., 2015; Wildermuth & Martens, 2019): *Chalcolestes parvidens*, *Coenagrion mercuriale*, *C. ornatum*, *Cordulegaster heros*, *Somatochlora meridionalis* und *Stylurus flavipes* wurden in Oberösterreich noch nicht gesichtet (Holzinger et al., 2015), *Cordulegaster boltonii* und *Orthetrum coerulescens* – beide Arten treten in Oberösterreich auf – bevorzugen kleinere Gewässer (Laister, 1996; Sternberg & Buchwald, 2000;

Tabelle 3. In alphabetischer Reihenfolge angeführte, in Österreich vorkommende Libellenarten mit zumindest einem Valenzpunkt für das Hyporhithral (HR) und / oder Epipotamal (EP); violett unterlegt: Leitarten, hellbraun: Begleitarten erster Ordnung, grau: Begleitarten zweiter Ordnung; weiß: Arten deren Auftreten an der Trattnach aus zoogeographischen und / oder ökologischen Gründen unwahrscheinlich ist.

Table 3. Odonate species (in alphabetical order) occurring in Austria with at least one valency point for the hyporhithron (HR) and / or epipotamon (EP) zone; purple: target reference species, light brown: accompanying reference species of first degree, grey: accompanying reference species of second degree, white: species which probably do not occur at the River Trattnach due to zoogeographical and / or ecological reasons.

Sternberg et al. 2000a). *Gomphus pulchellus* wurde nicht als Referenzart aufgenommen, da erst wenige Funde aus Oberösterreich bekannt sind (Gros & Chovanec, 2018).

Die Summe der Valenzpunkte des Arteninventars beträgt 66. Die durchschnittliche auf jede der 28 Arten entfallende Valenzpunktezahl ergibt 2,4. Als Leitarten wurden jene fünf Spezies definiert, deren Valenzpunkte für diese biozönotische Übergangsregion den Wert 3 übersteigen, Begleitarten erster Ordnung sind jene acht Spezies mit jeweils zwei oder drei Punkten und als Begleitarten zweiter Ordnung wurden jene 15 Spezies festgelegt, die jeweils einen Punkt aufweisen (Tab. 2).

Im Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index werden die sich aus den nachgewiesenen sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständigen Referenzarten (Leitarten sowie Begleitarten erster und zweiter Ordnung) ergebenden Statusklassen (SK) mit den jeweiligen Gewichtungsfaktoren (GF) verrechnet (Tab. 4). Gewichtungsfaktoren werden vergeben, damit das unterschiedliche Indikationspotenzial von Leit- und Begleitarten, das sich in der Höhe der Valenzpunkte widerspiegelt, in der Bewertung seinen Niederschlag findet. Die Leitarten wurden im vorliegenden Fall mit einem Faktor 4 (und nicht mit 3) gewichtet, da der Mittelwert aus den Valenzpunkten für diese Spezies mit 6,6 deutlich höher ist als der entsprechende Wert bei den Begleitarten erster Ordnung (2,25) und damit ein deutlich höheres Indikationspotenzial durch die Leitarten für diesen Gewässertyp besteht.

Tabelle 4. Grundlage für die Berechnung des Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index für die Trattnach: Gewichtungsfaktoren und Artenzahlen der Referenzzönose, mit dem Nachweis sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständiger Leit- und Begleitarten verknüpfte Statusklassen.

Table 4. Input data for the calculation of the Odonata River Zonation-Index for the River Trattnach; numbers of reference species and their indication weights; status classes linked with the detection of certainly, probably and possibly autochthonous target reference species and accompanying reference species of first and second degree.

Referenzarten (Leit- und Begleitarten)	Gewichtungs- faktor	Artenzahl (Tab. 3)	Statusklasse				
			1	2	3	4	5
Leitarten	4	5	5,4	3	2	1	0
Begleitarten erster Ordnung	2	8	≥ 5	4,3	2	1	0
Begleitarten zweiter Ordnung	1	15	≥ 9	8,7,6	5,4	3,2	1,0

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

Table 5. Value ranges of the Odonata River Zonation-Index (OFZI) and thereby indicated classes of the dragon-

Libellen-ökologischer Zustand	OFZI-Werte
1 Sehr gut	1,00 - 1,49
2 Gut	1,50 - 2,49
3 Mäßig	2,50 - 3,49
4 Unbefriedigend	3,50 - 4,49
5 Schlecht	4,50 - 5,00

OFZI (Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index): $\Sigma (SK * GF) / \Sigma GF$

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.

Die in der WRRL festgeschriebene Bewertungs- und Managementeinheit sind Wasserkörper, die entsprechend der naturräumlichen Voraussetzungen und anthropogenen Eingriffe festzulegen sind (BMLFuW, 2017). Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführte Bewertung bezieht sich auf die konkrete Restrukturierungsmaßnahme, d. h. den 500 m langen Maßnahmenabschnitt und die einzelnen Untersuchungsstrecken, und nicht auf den gesamten 6 km langen Wasserkörper, in dem diese liegen. Eine streckenbezogene Beurteilung war im gegenständlichen Fall insofern auch sinnvoll, da an Strecke D vor Durchführung der Restrukturierungen mit einer Kiesbank unterhalb der Hammermühlstufe eine für den regulierten Gewässerabschnitt untypische und singuläre Struktur bestand, an der *O. forcipatus* gesichtet worden war (Chovanec, 2016).

Veränderungsdiagramm:

Neben der abschnitts- und streckenbezogenen Evaluierung des libellen-ökologischen Zustandes wird hier erstmals eine neue, über die Zustandsbewertung hinausgehende graphische Form der Darstellung durch die Restrukturierungen bewirkter Veränderungen angewendet (modifiziert nach Csar et al., 2019; Csar et al., in Vorb; Chovanec, 2021b). Die Veränderungen des libellen-ökologischen Zustandes gehören zu den darzustellenden Größen, die Auswahl weiterer Parameter ermöglicht einen detaillierteren Blick auf die Auswirkungen ökologischer Aufwertungsmaßnahmen.

Die dem Diagramm zu Grunde liegenden Parameter sind:

- Libellen-ökologischer Zustand des gesamten Maßnahmenabschnittes: Es wird der libellen-ökologische Zustand des gesamten von der Maßnahme betroffenen Gewässerabschnittes bestimmt. Grundlage sind die an allen Untersuchungsstrecken gewonnenen Daten („Gesamtliste“ der sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständigen Arten). Dieser Parameter ist insofern dann von Bedeutung, wenn beispielsweise mehrere Leitarten im Abschnitt auftreten, deren Vorkommen allerdings auf unterschiedliche Strecken verteilt sind und diese daher den guten libellen-ökologischen Zustand verfehlen.
- Libellen-ökologischer Zustand der einzelnen, im Maßnahmenabschnitt kartierten Untersuchungsstrecken.
- Sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständige Leitarten: Anteil der bodenständigen Leitarten am Spektrum der Leitarten der gewässertyp-spezifischen Referenz-Libellenzönose.
- Sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständige Begleitarten: Anteil der bodenständigen Begleitarten am Spektrum der Begleitarten der gewässertyp-spezifischen Referenz-Libellenzönose. Begleitarten erster Ordnung und Begleitarten zweiter Ordnung werden hier zusammengezogen.
- Abundanzen der Leitarten: Anteil der bodenständigen Leitarten mit Abundanzklasse III, IV oder V am Spektrum der Leitarten der gewässertyp-spezifischen Referenz-

Libellenzönose. Dafür werden die Untersuchungsstrecken mit der höchsten für die jeweiligen Arten festgestellten Abundanz herangezogen.

- Abundanzen der Begleitarten: Anteil der bodenständigen Begleitarten mit Abundanzklasse III, IV oder V am Spektrum der Begleitarten der gewässertyp-spezifischen Referenz-Libellenzönose. Begleitarten erster Ordnung und Begleitarten zweiter Ordnung werden hier zusammengezogen. Dafür werden die Untersuchungsstrecken mit der höchsten für die jeweiligen Arten festgestellten Abundanz herangezogen.

Diese vier auf Bodenständigkeit und Abundanzen von Leit- und Begleitarten bezogenen Parameter ermöglichen einen detaillierteren, über den ausschließlichen libellen-ökologischen Zustand hinausgehenden Blick, ob die Maßnahme beispielsweise vorwiegend den Leitarten, den Begleitarten oder der gesamten Referenzzönose zu Gute kam.

- Gewässertyp-spezifische FFH-Arten.
- Gesamtartenspektrum: Dieser Parameter gestattet beispielsweise auch die Integration von Aspekten der nachgewiesenen Libellenfauna, die außerhalb der Beurteilung des gewässertyp-spezifischen Artenspektrums und des libellen-ökologischen Zustandes liegen, beispielsweise das Vorkommen von aus faunistischer, naturschutzfachlicher und/oder -rechtlicher Sicht bedeutsamen Spezies, die nicht dem gewässertyp-spezifischen Referenzartenspektrum angehören.

Die Ausprägungen der Parameter beim Prae- und beim Post-Monitoring werden kategorisiert (Tab. 14); allfällige Unterschiede spiegeln sich in Veränderungsklassen wider (Tab. 15), die wiederum die Grundlage für das Veränderungs-Diagramm darstellen (Abb. 28).

Gefährdungsstatus:

Der allfällige Gefährdungsstatus von Arten fließt in die Bestimmung des libellen-ökologischen Zustands nicht ein, wird aber in der Darstellung der Ergebnisse als zusätzliche Information angegeben. Informationen über nachgewiesene, in den Anhängen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG; European Council, 1992) gelistete Arten sind auch im Veränderungs-Diagramm zur Darstellung der Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung von Gewässern verwertet, da mit entsprechenden Funden naturschutzrechtliche Verpflichtungen verbunden sein können, insbesondere im Zusammenhang mit der Ausweisung von Natura 2000-Gebieten. Die Einstufungen der Arten in Gefährdungskategorien wurden in der vorliegenden Studie den entsprechenden Roten Listen für Österreich (Raab, 2006) und Europa (Kalkman et al., 2010; Boudot & Kalkman, 2015) entnommen.

Ergebnisse

Überblick Gesamtabschnitt: 2016 – 2021:

Am gesamten Untersuchungsabschnitt der Trattnach (A–D) erfolgten im Jahr 2021 Nachweise von zwölf Libellenarten. Davon wurden vier Arten als sicher, eine als wahrscheinlich und drei als möglicherweise bodenständig klassifiziert. Vier dieser acht bodenständigen Spezies waren Leitarten (*C. splendens*, *C. virgo*, *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus*, Abb. 19–22), vier Spezies waren Begleitarten erster Ordnung (*Platycnemis pennipes* (Abb. 23),

Tabelle 6. Liste der an den vier Untersuchungsstrecken (A–D) der Trattnach in den Jahren 2016 und 2021 nachgewiesenen Libellenarten; violett unterlegt: Leitarten, hellbraun: Begleitarten erster Ordnung, grau: Begleitarten zweiter Ordnung; weiß: sonstige Art; Abundanzklassen: I Einzelfund, II selten, III häufig, IV sehr häufig, V massenhaft; *** sicher bodenständig, ** wahrscheinlich bodenständig, * möglicherweise bodenständig. RL Ö: Rote Liste Österreich, p g: potenziell gefährdet, g: gefährdet.

Table 6. List of Odonata detected at the four stretches (A–D) at the River Trattnach in 2016 and 2021; purple: target reference species, light brown: accompanying reference species of first degree, grey: accompanying reference species of second degree, white: other species; abundance classes: I single, II rare, III frequent, IV abundant, V extremely abundant; *** certainly autochthonous, ** probably autochthonous, * possibly autochthonous; RL Ö: Austrian Red List. p g: near threatened, g: vulnerable.

Species	Art		A-D	A-D
			2016	2021
Zygoptera	Kleinlibellen	RL Ö		
Calopterygidae	Prachtlibellen			
<i>Calopteryx splendens</i>	Gebänderte Prachtlibelle	p g	III**	IV**
<i>Calopteryx virgo</i>	Blaufügel-Prachtlibelle	p g	IV**	IV***
Platycnemididae	Federlibellen			
<i>Platycnemis pennipes</i>	Blaue Federlibelle		IV***	IV***
Coenagrionidae	Schlanklibellen			
<i>Coenagrion puella</i>	Hufeisen-Azurjungfer			I
<i>Ischnura elegans</i>	Große Pechlibelle		I	II*
Anisoptera	Großlibellen			
Aeshnidae	Edellibellen			
<i>Aeshna cyanea</i>	Blaugrüne Mosaikjungfer			I
<i>Anax imperator</i>	Große Königslibelle			I*
Gomphidae	Flussjungfern			
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Gemeine Keiljungfer	g		II***
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Kleine Zangenlibelle	g	II*	IV***
Libellulidae	Segellibellen			
<i>Crocothemis erythraea</i>	Westliche Feuerlibelle		I	
<i>Libellula quadrimaculata</i>	Vierfleck			I
<i>Orthemtrum brunneum</i>	Südlicher Blaupfeil	p g		I*
<i>Sympetrum striolatum</i>	Große Heidelibelle			I

Ischnura elegans, *Anax imperator* und *Orthemtrum brunneum*). *Gomphus vulgatissimus* und *O. forcipatus* sind der österreichischen Roten Liste gemäß als „gefährdet“ (Tab. 6) eingestuft, *C. splendens* und *C. virgo* als „potenziell gefährdet“. Es wurden keine Arten gefunden,

Abbildung 19. Männchen von *Calopteryx splendens*.

Figure 19. Male *Calopteryx splendens*. 15-viii-2021, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 20. Männchen von *Calopteryx virgo*.

Figure 20. Male *Calopteryx virgo*. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 21. Männchen von *Gomphus vulgatissimus*.

Figure 21. Male *Gomphus vulgatissimus*. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.





Abbildung 22. Männchen von *Onychogomphus forcipatus*.

Figure 22. Male *Onychogomphus forcipatus*. 15-viii-2021, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 23: Frisch emergiertes Weibchen von *Platycnemis pennipes*.

Figure 23. Freshly emerged female of *Platycnemis pennipes*. 4-vi-2021, Photo: A. Chovanec.

die in der Roten Liste für Europa und/oder in den Anhängen der FFH-Richtlinie angeführt sind. Das gemeinsame Auftreten der vier o. g. Leitarten spiegelt den Übergangscharakter Hyporhithral/Epipotamal wider: *Calopteryx virgo* und *O. forcipatus* sind Arten mit einem rhithralen Verbreitungsschwerpunkt, *C. splendens* und *G. vulgatissimus* präferieren Potamalgewässer.

Im Jahr 2016 waren insgesamt nur sechs Arten zu finden (Tab. 6). Jeweils eine Spezies war sicher und möglicherweise bodenständig, zwei waren wahrscheinlich bodenständig. Drei der vier bodenständigen Arten waren Leitarten (*C. splendens*, *C. virgo* und *O. forcipatus*). Das Auftreten letzterer Spezies war auf die kleine Kiesbank unterhalb der Hammermühlstufe beschränkt (Abb. 15).

Vergleich der Strecken 2016 – 2021:

Kontrollstrecke A: Die Gesamtartenzahl an der von den Restrukturierungsmaßnahmen unbeeinflussten Kontrollstrecke erhöhte sich von vier (2016) auf acht (2021), die Zahlen der sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständigen Arten von drei auf fünf (Tab. 6). Das individuenreiche Auftreten von *C. splendens* und *C. virgo* insbesondere im Jahr 2016 lässt sich mit der dichten krautigen Ufervegetation erklären, die den Adulten Sitzwarten liefert. Die strömungsberuhigten Verhältnisse im unmittelbaren Uferbereich und zwischen den Bockwurfsteinen sowie die dort hineinreichenden Wurzelbärte von Ufergehölzen bieten Lebensraum für die Larven beider Arten. Bemerkenswert ist der Fund des frisch emergierten Männchens von *O. forcipatus* im Jahr 2021 (siehe Abb. 24). Die Emergenz fand auf einem Stein der Blockwurfschlichtung statt. Dieser Nachweis blieb der einzige der Spezies an Strecke A in diesem Jahr. *Platycnemis pennipes*, Begleitart erster Ordnung, war sowohl 2016 als auch 2021 sicher bodenständig.

Abbildung 24. Frisch emergiertes Männchen von *Onychogomphus forcipatus*, Strecke A.

Figure 24. Freshly emerged male of *Onychogomphus forcipatus*, stretch A. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.



Untersuchungsstrecken B – D: Wesentlichstes Ergebnis der Studie ist das bodenständige Auftreten der beiden Leitarten aus der Familie Gomphidae (Flussjungfern) *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus* an den drei im Maßnahmenabschnitt begangenen Strecken im Jahr 2021 (Abb. 25, 26). *Onychogomphus forcipatus* wurde insbesondere an Strecke B in hohen Abundanzen gesichtet. Mit *A. imperator* und *O. brunneum* (Abb. 27) wurden zwei Begleitarten erster Ordnung als möglicherweise bodenständig klassifiziert. Die Zahl der gesichteten Arten erhöhte sich von fünf (2016) auf zehn (2021), jene der sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständigen Arten von vier auf acht (Tab. 7). Besonders bei den Strecken B und C sind die Verbesserungen der Fundsituationen besonders augenscheinlich (Tab. 8). Den Tabellen 9–12 sind die detaillierten begehungsstermin-bezogenen Ergebnisse für das Jahr 2021 mit der Darstellung der konkreten Fundsituationen zu entnehmen.



Abbildung 25. Männchen von *Gomphus vulgatissimus*, Strecke B.

Figure 25. Male *Gomphus vulgatissimus*, stretch B. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 26. Frisch emergiertes Männchen von *Onychogomphus forcipatus*, Strecke B.

Figure 26. Freshly emerged male of *Onychogomphus forcipatus*, stretch B. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.



Abbildung 27. Männchen von *Orthetrum brunneum*, Strecke B.

Figure 27. Male *Orthetrum brunneum*, stretch B. 16-vi-2021, Photo: A. Chovanec.

Tabelle 7. Liste der an Kontrollstrecke A und am Maßnahmenabschnitt (Strecken B–D) an der Trattnach in den Jahren 2016 und 2021 nachgewiesenen Libellenarten; violett unterlegt: Leitarten, hellbraun: Begleitarten erster Ordnung, grau: Begleitarten zweiter Ordnung; weiß: sonstige Art; Abundanzklassen: I Einzelfund, II selten, III häufig, IV sehr häufig, V massenhaft; *** sicher bodenständig, ** wahrscheinlich bodenständig, * möglicherweise bodenständig; swm bdst. sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständig.

Table 6. List of Odonata detected at control stretch A and at the section subjected to rehabilitation measures (stretches B–D) at the River Trattnach in 2016 and 2021; purple: target reference species, light brown: accompanying reference species of first degree, grey: accompanying reference species of second degree, white: other species; abundance classes: I single, II rare, III frequent, IV abundant, V extremely abundant; *** certainly autochthonous, ** probably autochthonous, * possibly autochthonous; swm bdst. certainly, probably and possibly autochthonous.

	A	A	B-D	B-D
	2016	2021	2016	2021
Zygoptera				
<i>Calopteryx splendens</i>	III**	II*	III**	IV**
<i>Calopteryx virgo</i>	IV**	III**	IV**	IV***
<i>Platycnemis pennipes</i>	IV***	IV***	IV***	III***
<i>Coenagrion puella</i>		I		
<i>Ischnura elegans</i>		II*	I	I*
Anisoptera				
<i>Aeshna cyanea</i>				I
<i>Anax imperator</i>		I		I*
<i>Gomphus vulgatissimus</i>				II***
<i>Onychogomphus forcipatus</i>		I***	II*	IV***
<i>Crocothemis erythraea</i>	I			
<i>Libellula quadrimaculata</i>				I
<i>Orthetrum brunneum</i>				I*
<i>Sympetrum striolatum</i>		I		
Gesamtartenzahl/davon swm bdst.	4/3	8/5	5/4	10/8

Tabelle 8. Liste der an Kontrollstrecke A und an den Strecken des Maßnahmenabschnittes B–D an der Trattnach in den Jahren 2016 und 2021 nachgewiesenen Libellenarten; violett unterlegt: Leitarten, hellbraun: Begleitarten erster Ordnung, grau: Begleitarten zweiter Ordnung; weiß: sonstige Art; Abundanzklassen: I Einzelfund, II selten, III häufig, IV sehr häufig, V massenhaft; Bodenständigkeit: ***

sicher bodenständig, ** wahrscheinlich bodenständig, * möglicherweise bodenständig; swm bdst. sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständig.

Table 8. List of Odonata detected at control stretch A and the stretches subjected to rehabilitation measures (B–D) at the River Trattnach in 2016 and 2021; purple: target reference species, light brown: accompanying reference species of first degree, grey: accompanying reference species of second degree, white: other species; abundance classes: I single, II rare, III frequent, IV abundant, V extremely abundant; *** certainly autochthonous, ** probably autochthonous, * possibly autochthonous; swm bdst. certainly, probably and possibly autochthonous.

	A	A	B	B	C	C	D	D
	2016	2021	2016	2021	2016	2021	2016	2021
Zygoptera								
<i>Calopteryx splendens</i>	III**	II*	III**	II*	III**	II*	III**	IV**
<i>Calopteryx virgo</i>	IV**	III**	IV**	II*	IV**	II*	III**	IV***
<i>Platynemesis pennipes</i>	IV***	IV***	IV***	III***	IV***	II***	III***	III***
<i>Coenagrion puella</i>		I						
<i>Ischnura elegans</i>		II*	I	I*		I		
Anisoptera								
<i>Aeshna cyanea</i>						I		
<i>Anax imperator</i>		I		I*		I		
<i>Gomphus vulgatissimus</i>				II***		II***		II***
<i>Onychogomphus forcipatus</i>		***		IV***		I*	II*	II*
<i>Crocotthemis erythraea</i>	I							
<i>Libellula quadrimaculata</i>				I				
<i>Orthetrum brunneum</i>				I		I		
<i>Sympetrum striolatum</i>		I						
Gesamtartenzahl/davon swm bdst.	4/3	8/5	4/3	9/7	3/3	9/5	4/4	5/5

Tabellen 9–12. Liste der an den Untersuchungstrecken an der Trattnach im Jahr 2021 nachgewiesenen Libellenarten mit detaillierten Angaben zur Fundsituation: Anzahl der gesichteten Individuen, Abundanzklassen (AK) und Bodenständigkeit (Bdst.); violett hinterlegt: Leitart; hellbraun: Begleitart erster Ordnung; grau: Begleitart zweiter Ordnung; weiß: sonstige Art; Abundanzklassen: I Einzelfund, II selten, III häufig, IV sehr häufig, V massenhaft; Bodenständigkeit: *** sicher bodenständig, ** wahrscheinlich bodenständig, * möglicherweise bodenständig; swm bdst.: sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständig; X Fund zumindest einer Exuvie, F Nachweis zumindest eines frisch emergierten Individuums, T Beobachtung zumindest eines Tandems, E Beobachtung zumindest einer Eiablage.

Tables 9–12. List of Odonata detected at the four stretches at the River Trattnach in 2021; number of individuals, abundance class (AK), autochthony (Bdst.); purple: target reference species, light brown: accompanying reference species of first degree, grey: accompanying reference species of second degree, white: other

species; abundance classes: I single, II rare, III frequent, IV abundant, V extremely abundant; *** certainly autochthonous, ** probably autochthonous, * possibly autochthonous; X exuvia, F freshly emerged individual, T tandem, E egg deposition; swm bdst. certainly, probably and possibly autochthonous.

Tab. 9: Strecke A Begehungen 2021	26.5.	4.6.	16.6.	21.7.	15.8.	AK/ Bdst.
Zygoptera						
<i>Calopteryx splendens</i>				3	2	II*
<i>Calopteryx virgo</i>		7	3	8	10	III**
<i>Platycnemis pennipes</i>		3F	30 (FTE)	20 (T)	2	IV***
<i>Coenagrion puella</i>			1			I
<i>Ischnura elegans</i>		1	2			II*
Anisoptera						
<i>Anax imperator</i>			1			I
<i>Onychogomphus forcipatus</i>			1FX			I***
<i>Sympetrum striolatum</i>					1	I
Artengesamtzahl / davon swm bdst.						8/5

Tab. 10: Strecke B Begehungen 2021	26.5.	4.6.	16.6.	21.7.	15.8.	AK/Bdst.
Zygoptera						
<i>Calopteryx splendens</i>			1	5	2	II*
<i>Calopteryx virgo</i>			3	2	2	II*
<i>Platycnemis pennipes</i>		2 (1F)	15 (T)	4		III***
<i>Ischnura elegans</i>		1	1			I*
Anisoptera						
<i>Anax imperator</i>			1		1	I*
<i>Gomphus vulgatissimus</i>			2 (1F)			I***
<i>Onychogomphus forcipatus</i>			2 (1F)	7	1	IV***
<i>Libellula quadrimaculata</i>	1					I
<i>Orthetrum brunneum</i>			1			I
Artengesamtzahl / davon swm bdst.						9/7

Tab. 11: Strecke C Begehungen 2021	26.5.	4.6.	16.6.	21.7.	15.8.	AK/Bdst.
Zygoptera						
<i>Calopteryx splendens</i>			3	5		II*
<i>Calopteryx virgo</i>		2	3	2	2	II*
<i>Platycnemis pennipes</i>		1	10 (FT)	7 (T)		II***
<i>Ischnura elegans</i>				1		I
Anisoptera						
<i>Aeshna cyanea</i>				1		I
<i>Anax imperator</i>				1		I
<i>Gomphus vulgatissimus</i>		2F1X	2 (1F)	1		II***
<i>Onychogomphus forcipatus</i>			1	1		I*
<i>Orthetrum brunneum</i>				1		I
Artengesamtzahl / davon swm bdst.						9/5

Tab. 12: Strecke D Begehungen 2021	26.5.	4.6.	16.6.	21.7.	15.8.	AK/Bdst.
Zygoptera						
<i>Calopteryx splendens</i>			20	20	5	IV**
<i>Calopteryx virgo</i>	1F	6 (2F)	5	3	12	IV***
<i>Platycnemis pennipes</i>		4 (2F1X)	15 (FT)	20 (F)	2	III***
Anisoptera						
<i>Gomphus vulgatissimus</i>		1	2 (1F)			II***
<i>Onychogomphus forcipatus</i>				2	2	I*
Artengesamtzahl / davon swm bdst.						5/5

Bewertung des libellen-ökologischen Zustandes:

Der libellen-ökologische Zustand der Kontrollstrecke A verbesserte sich insbesondere durch den Nachweis der Leitart *O. forcipatus* von Klasse 4 auf Klasse 3. Der libellen-ökologische Zustand des gesamten Maßnahmenabschnittes, repräsentiert durch die an den Strecken B–D erhobene Artengesamtliste, wurde auf Grundlage der Ergebnisse des Post-Monitorings mit „gut“ bewertet (Klasse 2). Ebenso war der libellen-ökologische Zustand der einzelnen Strecken B, C und D mit „gut“ zu klassifizieren. Die Strecken B und C waren 2016 im unbefriedigenden Zustand; Strecke D wies durch das Auftreten von *O. forcipatus* auf der Kiesbank unterhalb des Absturzbauwerkes (Abb. 15) einen mäßigen Zustand auf (Tab. 13). Die Fundsituation des Prae-Monitorings spiegelt sich demnach in einer deutlichen Verbesserung des libellen-ökologischen Zustands sowohl bezogen auf den Maßnahmenabschnitt als auch auf die Einzelstrecken wider.

Veränderungsdiagramm:

In Tabelle 14 sind die Ausprägungen der acht, dem Netzdiagramm zu Grunde liegenden Parameter zu entnehmen. Die Unterschiede zwischen den parameterspezifischen Ausprägungen

Tabelle 13. Libellen-ökologischer Zustand der Untersuchungsstrecken A, B, C und D sowie des Maßnahmenabschnittes (B–D) in den Jahren 2016 (vor Durchführung der Restrukturierungen, Prae-Monitoring) und 2021 (nach Fertigstellung der Restrukturierungen, Post-Monitoring); swm bdst: sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständig; Begl. 1., 2. Ord.: Begleitarten erster bzw. zweiter Ordnung; OFZI Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index.

Table 13. Dragonfly-based ecological status (lib.-ökol. Zustand) of the four stretches A, B, C, and D and of the section subjected to rehabilitation measures (B–D) in 2016 (before restructuring, pre-monitoring) and 2021 (after restructuring, post-monitoring). swm bdst: certainly, probably and possibly autochthonous; Begl. 1., 2. Ord.: accompanying reference species of first and second degree; OFZI Odonata River Zonation-Index.

	A	A	B	B	C	C	D	D	B-D	B-D
	2016	2021	2016	2021	2016	2021	2016	2021	2016	2021
swm bdst. Leitarten	2	3	2	4	2	4	3	4	3	4
swm bdst. Begl. 1. Ord.	1	2	1	3	1	1	1	1	1	4
swm bdst. Begl. 2. Ord.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OFZI	3,57	2,71	3,57	1,86	3,57	2,43	3,00	2,43	3,00	1,86
lib.-ökol. Zustand	4	3	4	2	4	2	3	2	3	2

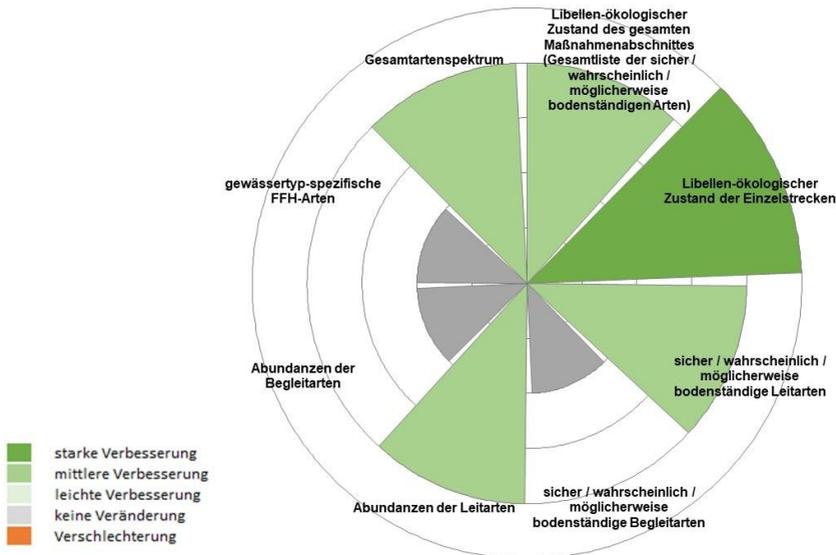


Abbildung 28. Veränderungs-Diagramm zur Darstellung der libellenkundlichen Erfolgskontrolle der Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung der Trattnach.

Figure 28. Diagram illustrating changes between pre- and post-monitoring carried out at the rehabilitated section of the River Trattnach (“strong” and “medium improvement” and “no change”).

gungen auf Grundlage der Ergebnisse des Prae-Monitorings und des Post-Monitorings spiegeln sich in Veränderungsklassen wider, die in Tabelle 15 hergeleitet sind. Die graphische Umsetzung der Veränderungsklassen zeigt Abbildung 28: Ihr ist zu entnehmen, dass es bei fünf Parametern zu Verbesserungen der libellen-ökologischen Situation kam, bei drei Parametern blieb die Situation unverändert. Die Verbesserungen beziehen sich auf den libellen-ökologischen Zustand sowie auf die Anzahl und Abundanzen der Leitarten. Durch die höhere Zahl der Leitarten und die leicht erhöhte Zahl der Begleitarten (Tab. 7), die sich allerdings in keiner Veränderungsklasse widerspiegelt (Tab. 15), ist die Verbesserung des Gesamtartenspektrums zu begründen.

Diskussion

Die an der Trattnach in Schließberg durchgeführten Restrukturierungen führten zu einer Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässerabschnittes, was sich im libellen-ökologischen Zustand sowohl des 500 m langen Maßnahmenabschnittes als auch der drei darin kartierten jeweils 100 m langen Einzelstrecken widerspiegelt (Klasse 2, „gut“). Die wasserbaulichen Eingriffe im Sinne der ökologischen Aufwertung verbesserten insbesondere das Lebensraumangebot für gewässertyp-spezifische rheophile Spezies der Gomphidae. *Gomphus vulgatissimus* und *O. forcipatus* waren an allen Strecken (B–D) des Maßnahmenabschnittes sicher, wahrscheinlich oder möglicherweise bodenständig. Die Larven beider Arten sind auf heterogene und flusstyp-spezifische Strömungs- und Substratverhältnisse angewiesen; sie leben eingegraben in sandig-kiesigem Sediment z. T. mit leichter Detritusauflage (Suhling & Müller, 1996; Sternberg et al., 2000b; Wildermuth & Martens, 2019). Die höhere Anzahl der an Strecke B gesichteten Imagines lässt sich mit dem Vorhandensein von Gewässerbereichen erklären, die höhere Strömungsgeschwindigkeiten und zumindest leicht turbulente Wasseroberfläche aufweisen (Abb. 6). Hier wählen die Männchen vorzugsweise ihre Sitzwarten auf Kiesflächen und Steinen nahe der Wasseroberfläche oder – bei zu großer Hitze – auf gewässernahen Vegetationsstrukturen (Sternberg et al., 2000b; Martens, 2001; Dümpelmann & Kern, 2008; Wildermuth & Martens, 2019).

Das erhöhte Struktur- und damit Habitatangebot für die rheophile gewässertyp-spezifische Libellenfauna wird auch durch den Nachweis der möglicherweise bodenständigen Begleitart erster Ordnung *O. brunneum* belegt. Die ursprünglichen Lebensräume dieser Spezies dürften seichte, vegetationsarme, hydrologisch dynamische Umlagerungsstrecken mit Seitengerinnen und Tümpeln in Flussauen sowie offene Grundwasseraustritte sein (Schorr, 1990; Chovanec, 2019c). Durch Aufweitungen und das Einbringen von Strukturelementen wurde eine pendelnde Niederwasserinne mit unterschiedlichen Strömungs- und Substratverhältnissen im bestehenden, weiterhin gestreckten Flussbett geschaffen. Erst eine Annäherung des Flusslaufes an die ursprüngliche gewunden/mäandrierende Linienführung würde wahrscheinlich in Mäanderbögen und sich bildenden Nebengewässern auch jene

Tabelle 14. Parameter zur libellenkundlichen Darstellung der Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung von Gewässern, ihre Ausprägung gemäß Prae- und Post-Monitoring und die darauf beruhende Veränderungsklasse (siehe Tab. 15).

Table 14. Input parameters for the diagram illustrating changes between pre- and post-monitoring; characteristics, values and classes of change.

Parameter	Ausprägungskategorien	Prae-Monitoring	Post-Monitoring	Veränderungsklasse
Libellen-ökologischer Zustand des gesamten Maßnahmenabschnittes (Gesamtliste der sicher / wahrscheinlich / möglicherweise bodenständigen Arten)	1...Zustands-Klasse 1 2...Zustands-Klasse 2 3...Zustands-Klasse 3 4...Zustands-Klasse 4 5...Zustands-Klasse 5	3	2	2
Libellen-ökologischer Zustand der Einzelstrecken (Str.)	1...>75% der Str. in Kl. 1 oder 2 2...> 50-75% der Str. in Kl. 1 oder 2 3...25-<50% der Str. in Kl. 1 oder 2 4...1-<25% der Str. in Kl. 1 oder 2 5...keine Str. in Kl. 1 oder 2	5	1	1
sicher / wahrscheinlich / möglicherweise bodenständige (swm bdst.) Leitarten (LA)	1...>75-100% der Leitarten der Referenzzönose sind swm bdst. 2...>50-75% der LA swm bdst. 3...>25-50% der LA swm bdst. 4...1-25% LA swm bdst. 5...keine LA swm bdst.	2	1	2
sicher / wahrscheinlich / möglicherweise bodenständige (swm bdst.) Begleitarten	1...>75-100% der Begleitarten der Ref.Zönose sind swm bdst. 2...>50%-75% der BA swm bdst. 3...>25-50% der BA swm bdst. 4...1-25% der BA swm bdst. 5...keine BA swm bdst.	4	4	4
Abundanzen der Leitarten (LA; Abundanzklasse AK)	1...>75-100% LA in AK ≥ 3 2...>50-75% der LA in AK ≥ 3 3...>25-50% der LA in AK ≥ 3 4...1-25% der LA in AK ≥ 3 5...keine LA in AK ≥ 3	3	2	2
Abundanzen der Begleitarten (BA)	1...>75-100% der BA in AK ≥ 3 2...>50-75% der BA in AK ≥ 3 3...>25-50% der BA in AK ≥ 3 4...1-25% der BA in AK ≥ 3 5...keine BA in AK ≥ 3	4	4	4
gewässertyp-spezifische FFH-Arten	1...zumindest eine sicher bdst. Art 2...zumindest eine wahrsch. bdst. Art 3...zumindest eine mögl. bdst. Art 4...Nachweis eines Einzelindividuums zumindest einer Art 5...kein Nachweis	5	5	4
Gesamtartenspektrum (GAS)	1...GAS sehr gut 2...GAS gut 3...GAS mäßig 4...GAS unbefriedigend 5...GAS schlecht	4	2	2

strömungsberuhigten Areale schaffen, die für die gewässertyp-spezifischen limnophilen Begleitarten Lebensraum bietet. In einem renaturierten, mäandrierenden Bereich eines kleinen Flachlandflusses wurden beispielsweise 21 Species gefunden, von denen der Großteil Stillgewässer präferierende Arten darstellte (Chovanec & Waringer, 2015; siehe auch z. B. Hawking & New, 1999).

Tabelle 15. Ermittlung der Veränderungsklassen der Parameter zur libellenkundlichen Darstellung der Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung von Gewässern; swm bdst: sicher, wahrscheinlich und möglicherweise bodenständig.

Table 15. Defining the classes of change (strong, medium, weak improvement; no change; deterioration) of the input parameters for the diagram of change.

Parameter	starke Verbesserung / großer Erfolg (1)	mittlere Verbesserung / mittlerer Erfolg (2)	leichte Verbesserung / kleiner Erfolg (3)	keine Veränderung (4)	Ver-schlechterung / Misserfolg (5)
Lib-ökol. Z. des gesamten Maßnahmenabschnittes	um 2 oder 3 Klassen besser	um 1 Klasse besser	Klasse gleich aber deutliche Verbesserungen bei anderen Parametern	Klasse gleich ohne deutliche Verbesserungen bei anderen Parametern	Klasse schlechter
Lib-ökol. Z. der Einzelstrecken	>2/3 der Str. besser eingestuft	1/3 bis 2/3 der Str. besser eingestuft	<1/3 der Str. besser eingestuft	Anzahl der am besten eingestuften Strecken gleich	Anzahl der am besten eingestuften Strecken geringer
sicher / wahrscheinlich / möglicherweise bodenst. Leitarten	Anzahl der swm bdst. LA hat deutlich zugenommen	Anzahl der swm bdst. LA hat mäßig zugenommen	Anzahl der swm bdst. LA hat geringfügig zugenommen	Anzahl der swm bdst. LA gleich	Anzahl der swm bdst. LA geringer
swm bdst. Begleitarten	Anzahl der swm bdst. BA hat deutlich zugenommen	Anzahl der swm bdst. BA hat mäßig zugenommen	Anzahl der swm bdst. BA hat geringfügig zugenommen	Anzahl der swm bdst. BA gleich	Anzahl der swm bdst. BA geringer
Abundanzen der Leitarten	Ab. der LA haben deutlich zugenommen	Ab. der LA haben mäßig zugenommen	Ab. der LA haben leicht zugenommen	Ab. der LA gleich bzw. Erhöhung und Verringerung bei Arten gleichen sich aus	Rückgang der Ab. der LA dominierend
Abundanzen der Begleitarten	Ab. der BA haben deutlich zugenommen	Ab. der BA haben mäßig zugenommen	Ab. der BA haben leicht zugenommen	Ab. der BA gleich bzw. Erhöhung und Verringerung bei Arten gleichen sich aus	Rückgang der Ab. der BA dominierend
gewässertypspez. FFH-Arten	Fundsituation bzgl. FFH Arten deutlich verbessert: Zunahme der sicher bdst Arten	Fundsituation bzgl. FFH Arten mäßig verbessert: Zunahme der wahrscheinlich bdst Arten	Fundsituation bzgl. FFH Arten mäßig verbessert: Zunahme der möglicherweise bdst Arten	Fundsituation bzgl. FFH-Arten ist gleichgeblieben	Fundsituation bzgl. FFH-Arten hat sich verschlechtert
Gesamtartenspektrum	GAS deutlich verbessert	GAS mäßig verbessert	GAS leicht verbessert	GAS (nahezu) unverändert	GAS verschlechtert

Die Ergebnisse aus dem Jahr 2021 zeigen, wie rasch die neugeschaffenen Bereiche der Trattnach als Habitat angenommen wurden: die Entwicklungszeit von *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus* beträgt zwei bis vier Jahre (Suhling & Müller, 1996, 2015; Sternberg et al., 2000b; Wildermuth & Martens, 2019). Die Exuvienfunde aus diesem Jahr belegen, dass bereits während oder unmittelbar nach Fertigstellung der Bauarbeiten eine Besiedlung der Strecken B und C durch diese Arten stattfand. Eine kurze, zweijährige Entwicklung von *G. vulgatissimus* wird durch mikroklimatisch begünstigte Verhältnisse unterstützt, in Einzelfällen scheint sogar eine einjährige Entwicklung möglich zu sein (Suhling

& Müller, 2015). Die anthropogen bewirkte Erwärmung der Trattnach durch den Ausrinn eines Rückhaltebeckens, die starke Verbauung in Verbindung mit fehlender Beschattung und Restwasserstrecken (Gumpinger et al., 2009) mag die kürzere Entwicklungsdauer fördern (siehe auch Müller et al., 2000). Auch Eigenheer (2010) geht bei der Besiedlung eines restrukturierten Abschnittes der Aare von einer zweijährigen Entwicklungszeit von *G. vulgatissimus* aus, in diesem Fall dürfte ebenso künstliche Erwärmung des Flusses durch Staustufen dafür mitverantwortlich sein. Auch für *O. forcipatus* ist eine Entwicklungsdauer von zwei Jahren belegt (Petzold, 2015). Klimawandelbedingte Erhöhungen der Wassertemperatur spielen bei der Dauer der Entwicklungszeit in zunehmendem Maß ebenfalls einen wesentlichen Einfluss (Braune et al., 2008).

Da *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus* oberhalb des Absturzbauwerkes an den Strecken B und C im Jahr 2016 nicht gesichtet worden waren und im Jahre 2021 zahlreiche Individuen im Maßnahmenabschnitt gefunden wurden, wird der Einfluss der Verdriftung von Larven als Ursache für die Nachweise als unwahrscheinlich erachtet (siehe Suhling & Müller, 1996; Enns et al., 2020). Beide Arten sind in Oberösterreich – nicht zuletzt aufgrund zahlreicher Restrukturierungsprojekte – verbreitet. Eine Besiedlung des aufgewerteten Abschnittes an der Trattnach kann daher von nur wenige km entfernten Gewässern aus erfolgt sein, an denen die Spezies nachgewiesen worden waren (z. B. Chovanec, 2016, 2020). Die sehr schnelle Besiedlung neu geschaffener Lebensräume durch Libellen wird u. a. durch Studien von Vetter et al. (1998), Osterwalder (2007), Buczyński et al. (2016), Chovanec (2019b) und Bogan et al. (2020) unterstrichen.

Das bodenständige und syntope Auftreten von *C. splendens* und *C. virgo* indiziert den hyporhithral/epipotamalen Übergangscharakter der Trattnach im Untersuchungsbereich (siehe dazu z. B. auch Chovanec, 2019b, 2021). Auch die Funde von *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus* untermauern diese Klassifizierung. Das Vorkommen dieser vier Leitarten belegt neben der Ausprägung der gewässertyp-spezifischen biozönotischen Region auch das Vorhandensein sowohl von entsprechender Ufervegetation (O'Malley et al., 2020) als auch von heterogenen Strömungs- und Substratverhältnissen. Die oben erwähnten anthropogen bedingten Temperaturerhöhungen der Trattnach haben ebenfalls einen gewissen Potamalisierungseffekt (siehe auch Chovanec, 2021b).

Auffallend ist die Emergenz von *O. forcipatus* auf einem Stein der Blockwurfschlichtung an der regulierten Strecke A. Es ist bekannt, dass Arten aus der Familie der Gomphidae fallweise auch an regulierten Gewässerabschnitten nachzuweisen sind, insbesondere wenn kleinräumig „Patches“ mit geeigneten Strömungs- und Substratbedingungen existieren (z. B. Jaworski, 2007; Buczyński et al., 2017; Enns et al. 2020). Im vorliegenden Fall wird – basierend auf der konkreten Fundsituation – eher ein vom Maßnahmenabschnitt ausgehender Strahleffekt angenommen: Es ist denkbar, dass eine insgesamt geringere Habitateignung des ausgebauten Flussabschnittes durch Zuwanderung von Individuen aus dem restrukturierten Flussabschnitt in einem gewissen Maß kompensiert wird. Diese Strahlwirkung kann eine Erklärung dafür liefern, dass die lokale Besiedlungsstruktur und die daraus abgeleitete Bewertung des ökologischen Zustands anders sind, als nach den örtlichen hydromorphologischen Bedingungen zu erwarten wäre (Lucker, 2008; Podraza, 2008; Klauer et al., 2014; Graf & Gumpinger, 2020). Der ökologische Zustand von Strecke A verbesserte sich durch diesen Bodenständigkeitsnachweis von Klasse 4 auf Klasse 3. An einem anderen Fluss in Oberösterreich, der Naarn, wurden *G. vulgatis-*

simus und *O. forcipatus* in einem regulierten Bereich gefunden, der durch einen begradierten Verlauf und eine sehr geringe Breiten-Tiefen-Varianz gekennzeichnet war. Auch hier dürften dafür Strahleffekte aus ökologisch aufgewerteten Gewässerabschnitten verantwortlich sein (Chovanec, 2019b). Friedritz et al. (2018) beobachteten für *Ophiogomphus cecilia* von Renaturierungsbereichen in regulierte Abschnitte mit vergleichsweise heterogenem Habitatangebot ausgehende Strahlwirkungen.

Die Bedeutung von Libellen als Indikatoren zur Bewertung des ökologischen Zustands von Gewässern wird auch durch die Studien an der Trattnach belegt:

- Selbst kleinräumige, geeignete Strukturen werden von den entsprechenden Arten angefliegen und besiedelt, wie die mehrfachen Funde von *O. forcipatus* auf der Kiesbank unter der Hammermühlstufe vor dem Umbau zeigen.
- Durch Restrukturierungsmaßnahmen erreichte Verbesserungen bei den Strömungs- und Substratverhältnissen führen rasch zur Besiedlung durch die entsprechenden Spezies, im vorliegenden Fall durch *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus*. Funde von frisch emergierten Individuen und Exuvien dieser Arten bereits zwei Jahre nach Fertigstellung der Maßnahmen beweisen, dass die neuen Bedingungen die Voraussetzungen für die erfolgreiche Entwicklung dieser aus ökologischer Sicht anspruchsvollen Arten schaffen.
- Insbesondere Arten aus der Familie der Gomphidae haben hohes Indikationspotenzial hinsichtlich der Strömungs- und Substratbedingungen eines Fließgewässers.
- Das Spektrum bodenständiger Arten und ihre Abundanzen lassen Rückschlüsse auf die Ausprägung der Linienführung des Flusses, der Ufervegetation, der Strömungssituation, der Strukturausstattung, der Besonnung und der Geschiebeverhältnisse zu.
- Eine sensitive Bestimmung der aktuell vorherrschenden biozönotischen Region des untersuchten Gewässerabschnittes (und damit auch allfälliger Abweichungen von der gewässertyp-spezifischen Ausprägung) ist aufgrund der Analyse des bodenständigen Artenspektrums möglich.
- Eine über die Bestimmung des libellen-ökologischen Zustandes hinausgehende Interpretation des Arteninventars macht deutlich, welche ökologische Gilden durch die Aufwertungsmaßnahmen gefördert wurden und ob allfälliger Verbesserungsbedarf besteht.

Der gewässertyp-spezifische Bewertungsansatz macht ein Umdenken insbesondere in jenen Kreisen der Odonatologie erforderlich, in denen die Höhe der Artenzahl und/oder das Auftreten gefährdeter Arten ausschlaggebende Bewertungskriterien darstellen. Wasserbauliche Eingriffe (z. B. Aufstau) oder Wasserentnahmen können zu einem signifikanten Anstieg der Zahl von Odonata-Spezies führen (z. B. Chovanec, 2018b, 2019a), zumeist auf Kosten gewässertyp-spezifischer Arten, deren Vorkommen allerdings gemäß WRRL das für den betreffenden Gewässerabschnitt relevante Kriterium (unabhängig von ihrem Gefährdungsgrad) darzustellen hat. Ebenso ist zu berücksichtigen, dass die Zahlen von Libellenarten in der Regel im Längsverlauf eines Fließgewässers zunehmen (Hawking & New, 1999; Chovanec, 2019a), d. h. insbesondere die Bewertung von Gewässerabschnitten mit krenalem und/oder rhithralem Einfluss hat per se auf Grundlage eines sehr geringen Spektrums von Leitarten zu erfolgen.

Danksagung

Der Autor dankt der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung für die Finanzierung der Studie an der Trattnach. Die zahlreichen, von dieser Stelle seit 2013 geförderten libellenkundlichen Projekte an oberösterreichischen Flüssen haben und hatten einen großen positiven Einfluss auf die theoretische und angewandte odonatologische Forschung und stärken die Rolle von Libellen als Bioindikatoren in der modernen Wasserwirtschaft.

References

- Anderwald, P., Bachura, B., Blatterer, H., Grasser, H.-P., Braun, R., Mair, W., Nening, B., Schay, G. & Tauber, K. 1995. Trattnach und Innbach Untersuchungen zur Gewässergüte Stand 1992-1994. Gewässerschutz Bericht 11/1995. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung Unterabteilung Gewässerschutz, Linz. 137 pp.
- BMLFuW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2013. Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2011. Hydrographischer Dienst in Österreich. 119. Herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BMLFuW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2017. Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. 356 pp.
- BMLRT Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus 2021. Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021. Entwurf. <https://info.bmlrt.gv.at/themen/wasser/wisa/ngp/entwurf-ngp-2021/>
- Bogan, M.T., Epehimer, D., Hamdhani, H. & Hollien, K. 2020. If you build it, they will come: rapid colonization by dragonflies in a new effluent-dependent river reach. *PeerJ* 8:e9856.
- Boudot, J.-P. & Kalkman, V.J. 2015. Atlas of the European dragonflies and damselflies. KNNV publishing, the Netherlands. 381 pp.
- Braukmann, U. 1992. Typologischer Ansatz zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern. In: Friedrich, G. & Lacombe, J.: Ökologische Bewertung von Fließgewässern. *Limnologie aktuell* 3. Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, New York: 45–65.
- Braune, E., Richter, O., Söndgerath, D. & Suhling, F. 2008. Voltinism flexibility of a riverine dragonfly along thermal gradients. *Global Change Biology* 14: 470–482.
- 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.
- Buczyński, P., Zawal, A., Buczyńska, E., Stępień, E., Dąbkowski, P., Michoński, G., Szlauer-Łukaszewska, A., Pakulnicka, J., Stryjecki, R. & Czachorowski S. 2016. Early recolonization of a dredged lowland river by dragonflies (Insecta: Odonata). *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems* 417, 43.
- Buczyński, P., Szlauer-Łukaszewska, A., Tończyk, G. & Buczyńska, E. 2017. Groynes: a factor modifying the occurrence of dragonfly larvae (Odonata) on a large lowland river. *Marine and Freshwater Research* 68: 1653-1663.

- Cezário, R.R., Pena Firme, P., Pestana, G.C., Vilela, D.S., Juen, L., Cordero-Rivera, A. & Guillermo, R. 2021. Sampling Methods for Dragonflies and Damselflies. In: Santos, J.C. & Fernandes, G.W.: Measuring Arthropod Biodiversity. A Handbook of Sampling Methods. Springer Nature Switzerland: 223–240.
- Chovanec, A. 2016. Libellenkundliche Untersuchungen an der restrukturierten Pram (Riedau / Zell) und an der regulierten Trattnach (Schlüßberg) in Oberösterreich im Jahr 2016. Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung / Abt. Oberflächengewässerswirtschaft. 67 pp.
- 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. Bewertung von Oberflächengewässern anhand libellenkundlicher Untersuchungen (Odonata) – Methoden für stehende und fließende Gewässer sowie ihre beispielhafte Anwendung an der Mattig (Oberösterreich). *Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen* 71: 13–45.
- Chovanec, A. 2019c. Nachweis von *Orthetrum brunneum* (Odonata: Libellulidae) an einer kleinen überrieselten Asphaltstraße in Niederösterreich: Verhaltensbeobachtungen und Aspekte der Habitatwahl. *Mercuriale* 18/19: 43–57.
- Chovanec, A. 2020. Die Libellenfauna der Krems in Ansfelden / Oberaudorf (Oberösterreich) mit einem individuenreichen Vorkommen von *Erythromma lindenii* (Selys, 1840) (Odonata: Coenagrionidae). *Beiträge zur Entomofaunistik* 21: 3–31.
- Chovanec, A. 2021a. The assessment of the dragonfly fauna (Insecta: Odonata) as a tool for the detailed typological characterisation of running waters. *Acta ZooBot Austria* (in Druck).
- Chovanec, A. 2021b. Libellenkundliche Bewertung von Restrukturierungen der Trattnach in Schlüßberg (Oberösterreich): Vergleich des Prae-Monitorings 2016 mit dem Post-Monitoring 2021. Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Abt. Wasserwirtschaft. 54 pp.
- 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., 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., 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.
- Conner, M.M., Saunders, W.C., Bouwes, N. & Jordan, C. 2016. Evaluating impacts using a BACI design, ratios, and a Bayesian approach with a focus on restoration. *Environmental Monitoring and Assessment* 188: 555. DOI 10.1007/s10661-016-5526-6
- Corbet, P.S. 1999. Dragonflies. Behaviour and ecology of Odonata. Harley Books, Colchester. 829 pp.
- Csar, D., Gumpinger, C., Pichler-Scheder, C., Höfler, S. & Chovanec, A. 2019. Sanierung der Morphologie kleiner und mittlerer Fließgewässer in Österreich Resultate, Erkenntnisse und Empfehlungen aus Best-Practice Projekten inkl. Empfehlungen für die Erfolgskontrolle. Im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. 77 pp.
- Csar, D., Gumpinger, C., Pichler-Scheder, C., Chovanec, A., Kudrnovsky, H. (in Vorbereitung). evaRest – Erfolgskontrolle von gewässerökologischen Aufwertungsmaßnahmen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien.
- 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.
- Dümpelmann, C. & Kern, D. 2008. Die Besiedlung der hessischen Lahn durch *Onychogomphus f. forcipatus* (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 27(3/4): 147–161.
- Eigenheer, K. 2010. Massenschlupf von *Gomphus vulgatissimus* an einem neu gestalteten Flachufer der Aare (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 29 (1/2): 13–20.
- Enss, J., Joest, R. & Lorenz, A. 2020. Libellenzönosen renaturierter und nicht-renaturierter Abschnitte der Ruhr und der Lippe, zweier großer Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. *Libellula* 39(3/4): 149–171.
- 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. 68 pp.
- Fink, M.H., Moog, O. & Wimmer, R. 2000. Fließgewässer-Naturräume Österreichs. Monographien Band 128, Umweltbundesamt, Wien. 110 pp.
- Friedritz, L., Joest, R. & Kamp, J. 2018. Abundanz und Habitatwahl von Imagines von *Ophiogomphus cecilia* an renaturierten und ausgebauten Abschnitten der Lippe, Nordrhein-Westfalen (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 37: 1–22.
- Graf, C. & Gumpinger, C. 2020. Strahlwirkung im Unterlauf der Naarn – Untersuchung der Strahlwirkung von strukturellen Gewässeraufwertungen auf Gewässerabschnitte mit morphologischen Defiziten anhand der Fischfauna. Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, 68 pp.

- Griffith, M.B. & McManus, M.G. 2020a. Consideration of spatial and temporal scales in stream restorations and biotic monitoring to assess restoration outcomes: A literature review, part 1. *River Research and Applications* 36(8): 1385–1397.
- Griffith, M.B. & McManus, M.G. 2020b. Consideration of spatial and temporal scales in stream restorations and biotic monitoring to assess restoration outcomes: A literature review, part 2. *River Research and Applications* 36(8): 1398–1415.
- Gros, P. & Chovanec, A. 2018. Erste Nachweise der Westlichen Keiljungfer *Gomphus pulchellus* Selys, 1840 (Odonata: Gomphidae) in Oberösterreich. *Beiträge zur Entomofaunistik* 19: 35–42.
- Gumpinger, C., Berg, K. & Höfler, S. 2009. Untersuchungen zum Temperaturregime der Trattnach (OÖ). *Fischereirevier Innbach*, 98 pp.
- Gumpinger, C., Höfler, S., Pichler-Scheder, C. & Chovanec, A. 2018. Ökologische Aufwertungsmaßnahmen in oberösterreichischen Gewässern – Planung, Umsetzung, Erfolge, Probleme. Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung. 101 pp.
- Gumpinger, C., Csar, D., Chovanec, A., Wenk, M., Kudrnovsky, H. & Spira, Y. 2020. Rahmenkonzept für die Erfolgskontrolle der Maßnahmenumsetzung im Projekt LIFE IP IRIS. 16. Dezember 2020. LIFE IRIS Integrated River Solutions in Austria / Integratives Flussraummanagement in der Planung und Umsetzung. Reference LIFE17 IPE/AT/000006, 85 pp.
- Haunschmid, R., Schotzko, N., Petz-Glechner, R., Honsig-Erlenburg, W., Schmutz, S., Spindler, T., Unfer, G., Wolfram, G., Bammer, V., Hundritsch, L., Prinz, H. & Sasano, B. 2019. Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente Teil A1 – Fische. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien. 97 pp.
- 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.
- Holzinger, W.E., Chovanec, A. & Waringer, J. 2015. Odonata (Insecta). *Biosystematics and Ecology Series No. 31. Checklisten der Fauna Österreichs, No. 8.* Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften: 27–54.
- Huet, M. 1949. Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 11: 332–351.
- Illies, J. 1961. Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 46(2): 205–213.
- Illies, J. 1978. *Limnofauna Europaea*. Fischer, Stuttgart. 552 pp.
- 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.
- Jaworski, N. 2007. Einfluss der Gewässerstruktur auf die Schlupfabundanz von *Gomphus vulgatissimus* (Odonata) an der Lippe im Kreis Soest, Nordrhein-Westfalen. Diplomarbeit, Universität Duisburg-Essen. 78 pp.
- Kalkman, V.J., Boudot, J.-P., Bernard, R., Conze, K.-J., De Knijff, 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.
- Kapfer, S., Schay, G. & Heinisch, W. 2012. Entwicklung der Fließgewässergüte in Oberösterreich. 20 Jahre Amtliches Immissionsnetz. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Gewässerschutzbericht 45. 206 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. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf. 192 pp.
- Klauer, B., Schiller, J. & Bathe, F. 2014: Cost-effective improvement of river morphology, UFZ Discussion Paper, No. 9/2014, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig. 14 pp.
- Laister, G. 1996. Verbreitungsübersicht und eine vorläufige Rote Liste der Libellen Oberösterreichs. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 40/41, 1994/95: 307–388.
- Laister, G. 1998. Leitbild – Libellen, Donau-Traun-Krems-Auen. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 42/43, 1996/97: 181–196.
- Lucker, T. 2008. Wirkungen von Revitalisierungsmaßnahmen am Beispiel des Ise-Projektes. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung 81: 76–80.
- Martens, A. 2001. Perching site choice in *Onychogomphus f. forcipatus* (L.): an experimental approach (Anisoptera: Gomphidae). Odonatologica 30(4): 445–449.
- Moog, O. 1992. Das Konzept der biozönotischen Regionen – ein Hilfsmittel zur Charakteristik anthropogener Einflüsse auf benthische Fließgewässerzönosen. Deutsche Gesellschaft für Limnologie: 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. & Chovanec, A. 2000. Assessing the ecological integrity of rivers: walking the line among ecological, political and administrative interests. Hydrobiologia 422/423: 99–109.
- Moog, O. & Wimmer, R. 1990. Grundlagen zur typologischen Charakteristik österreichischer Fließgewässer. Wasser und Abwasser 34: 55–211.
- Moog, O., Schmidt-Kloiber, A., Ofenbock, T. & Gerritsen, J. 2004. Does the ecoregion approach support the typological demands of the EU 'Water Framework Directive'? Hydrobiologia 516: 21–33.
- 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.
- Müller, O., Schütte, C., Artmeyer, C., Burbach, K., Grand, D., Kern, D., Leipelt, K.G., Martens, A., Petzold, F., Suhling, F., Weihsrauch, F., Werzinger, J. & Werzinger, S. 2000. Entwicklungsdauer von *Gomphus vulgatissimus*: Einfluss von Gewässertyp und Klima (Odonata: Gomphidae) Libellula 19 (3/4): 175–198.

- Oertli, B. 2008. The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. In: Córdoba-Aguilar, A.: Dragonflies and damselflies. Model organisms for ecological and evolutionary research. Oxford University Press, New York: 79–95.
- O'Malley, Z.G., Compson, Z.G., Orlofske, J.M., Baird, D.J, Curry, R.A. & Monk, W.A. 2020. Riparian and in-channel habitat properties linked to dragonfly emergence. *Scientific Reports* 10:17665.
- Osterwalder, R. 2007. Gomphiden-Exuvienfunde an renaturierten Uferabschnitten und neu angelegten Seitenarmen zweier Schweizer Flüsse (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 26(1/2): 77–92
- Petzold, F. 2015: *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758). *Libellula Supplement* 14: 202–205.
- Podraza, P. 2008. Strahlwirkung in Fließgewässern – erste Herleitungen aus vorliegenden Untersuchungen und Empfehlungen zur Methodik weitergehender Auswertungen. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung 81: 21–25.
- Raab, R. 2006. Rote Liste der Libellen Österreichs. In: Raab, R., Chovanec, A. & Pennerstorfer, J.: *Libellen Österreichs*. Springer, Wien, New York: 325–334.
- Raab, R. & Pennerstorfer, J. 2006. Die Libellenarten Österreichs. In: Raab, R., Chovanec, A. & Pennerstorfer, J.: *Libellen Österreichs*. Springer, Wien, New York: 71–278.
- Rehfeldt, G. 1986. Libellen als Indikatoren des Zustandes von Fließgewässern des nordwestdeutschen Tieflandes. *Archiv für Hydrobiologie* 108(1): 77–95.
- 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.
- Schay, G., Prandstötter, A. & Kapfer, S. 2015. Ökologische Zustandsbewertung der Fließgewässer Inn- und Hausruckviertel 2014. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz. 42 pp.
- 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.G. 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.
- Schorr, M. 1990. Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm Libellen der Bundesrepublik Deutschland. Ursus Scientific Publishers, Bithoven. 465 pp.
- Schorr, M. 1996. Flußauenlibellen der Mosel und ihre Indikatorfunktion. Teil I. Aut- und Ethoökologie ausgewählter Arten. Im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde - Ref. U3 (Tierökologie). Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft, Trier-Kernscheid. 79 pp.
- Schorr, M. & Götz, K. 1996. Flußauenlibellen der Mosel und ihre Indikatorfunktion. Teil

- II Möglichkeiten ihrer Förderung im Rahmen von Kompensationsmaßnahmen. Im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde - Ref. U3 (Tierökologie). Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft, Trier-Kernscheid. 43 pp.
- Siligato, S. & Gumpinger, C. 2005. Fischökologischer Zustand öö. Fließgewässerstrecken. Gewässerschutz Bericht 31/2004. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz. 122 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.
- Smith, E.P. 2002. BACI design. *Encyclopedia of Environmetrics*, Vol. 1: 141–148.
- Sternberg, K. & Buchwald, R. 2000: *Orthetrum coerulescens*. In: Sternberg, K. & Buchwald, R.: Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2. Ulmer, Stuttgart: 506–523.
- Sternberg, K., Buchwald, R. & Stephan, U. 2000a: *Cordulegaster boltonii*. In: Sternberg, K. & Buchwald, R.: Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2. Ulmer, Stuttgart: 191–208.
- Sternberg, K., Höppner, B., Heitz, A., Heitz, S. & Schmidt, B. 2000b. *Onychogomphus forcipatus*. In: Sternberg, K. & Buchwald, R.: Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2. Ulmer, Stuttgart: 327–348.
- Suhling, F. & Müller, O. 1996. Die Flußjungfern Europas. Die Neue Brehm-Bücherei 628, Westarp Wissenschaften, Magdeburg; Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 237 pp.
- Suhling, F. & Müller, O. 2015. *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758). *Libellula Supplement* 14: 198–201.
- Thienemann, A. 1925. Die Binnengewässer Mitteleuropas. Die Binnengewässer 1. Schweizerbart, Stuttgart. 255 pp.
- Vetter, J., Schulze, T. & Alf, A. 1998. Untersuchungen zur Wiederbesiedlung eines renaturierten Flußabschnitts des Mains. *Lauterbornia* Heft 33: 109–119.
- Waringer, J. 1989. Gewässertypisierung anhand der Libellenfauna am Beispiel der Althenwörther Donauau (Niederösterreich). *Natur und Landschaft* 64: 389–392.
- Wiesbauer, H. 2019. Die Traisen. Rückblick – Ausblick. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus / Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abt. Wasserbau / Traisen-Wasserverband, Wien. 192 pp.
- Wiesbauer, H. & Denner, M. 2013. Feuchtgebiete – Natur- und Kulturgeschichte der Weinviertler Gewässer. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung / Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. 133 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. & Moog, O. 1994. Flußordnungszahlen österreichischer Fließgewässer. Monographien des Umweltbundesamtes, Band 51, Wien. 581 pp.
- Wimmer, R. & Wintersberger, H. 2009. Feintypisierung Oberösterreichischer Gewässer. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz, DVD.
- Wimmer, R., Chovanec, A., Moog, O., Fink, M.H. & Gruber, D. 2000. Abiotic stream clas-

sification as a basis for a surveillance monitoring network in Austria in accordance with the EU Water Framework Directive. *Acta hydrochimica et hydrobiologica* 28(4): 177–184.

Wimmer, R., Wintersberger, H. & Parthl, G.A. 2007. Hydromorphologische Leitbilder – Fließgewässertypisierung in Österreich. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, DVD.

Winiwarter, V., Haidvogel, G., Hohensinner, S., Hauer, F. & Bürkner, M. 2016. The long-term evolution of urban waters and their nineteenth century transformation in European cities. A comparative environmental history. *Water History* 8(3): 209–233.

Zelinka, M. & Marvan, P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie* 57: 389–407.

INSTRUCTION TO AUTHORS

International Dragonfly Report is a journal of the International Dragonfly Fund (IDF). It is referred to as the journal in the remainder of these instructions. Transfer of copyright to IDF is considered to have taken place implicitly once a paper has been published in the journal.

The journal publishes original papers only. By original is meant papers that: a) have not been published elsewhere before, and b) the scientific results of the paper have not been published in their entirety under a different title and/or with different wording elsewhere. The republishing of any part of a paper published in the journal must be negotiated with the Editorial Board and can only proceed after mutual agreement.

Papers reporting studies financially supported by the IDF will be reviewed with priority, however, authors working with Odonata from the focal area (as defined on the back page of the front cover) are encouraged to submit their manuscripts even if they have not received any funds from IDF.

Manuscripts submitted to the journal should preferably be in English; alternatively German or French will also be accepted. Every manuscript should be checked by a native speaker of the language in which it is written; if it is not possible for the authors to arrange this, they must inform the Editorial Board on submission of the paper. Authors are encouraged, if possible, to include a version of the abstract in the primary language of the country in which their study was made.

Authors can choose the best way for them to submit their manuscripts between these options: a) via e-mail to the publisher, or b) on a CD, DVD or any other IBM-compatible device. Manuscripts should be prepared in Microsoft Word for Windows.

While preparing the manuscript authors should consider that, although the journal gives some freedom in the style and arrangements of the sections, the editors would like to see the following clearly defined sections: Title (with authors names, physical and e-mail addresses), Abstract, Introduction, Material & Methods, Results, Discussion, Acknowledgments and References. This is a widely used scheme by scientists that everyone should be familiar with. No further instructions are given here, but every author should check the style of the journal.

Authors are advised to avoid any formatting of the text. The manuscripts will be stylised according to the font type and size adopted by the journal. However, check for: a) all species names must be given in italic, b) the authority and year of publication are required on the first appearance of a species name in the text, but not thereafter, and c) citations and reference list must be arranged following the format below.

Reference cited in the text should read as follows: Tillyard (1924), (Tillyard 1924), Swezey & Williams (1942).

The reference list should be prepared according to the following standard:

Swezey, O. & F. Williams, 1942. Dragonflies of Guam. Bernice P. Bishop Museum Bulletin 172: 3-6.

Tillyard, R., 1924. The dragonflies (Order Odonata) of Fiji, with special reference to a collection made by Mr. H.W. Simmonds, F.E.S., on the Island of Viti Levu. Transactions of the Entomological Society London 1923 III-IV: 305-346.

Citations of internet sources should include the date of access.

The manuscript should end with a list of captions to the figures and tables. The latter should be submitted separately from the text preferably as graphics made using one of the Microsoft Office products or as a high resolution picture saved as a .jpg .tif or .ps file. Pictures should be at least 11 cm wide and with a minimum 300 dpi resolution, better 360 dpi. Line drawings and graphics could have 1200 dpi for better details. If you compose many pictures to one figure, please submit the original files as well. Please leave some space in the upper left corner of each picture, to insert a letter (a, b, c...) later. Hand-made drawings should be scanned and submitted electronically. Printed figures sent by the post could be damaged, in which case authors will be asked to resubmit them.

Manuscripts not arranged according to these instructions may also be accepted, but in that case their publication will be delayed until the journal's standards are achieved.

