



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**

bmlfuw.gv.at

DRAGONFLY ASSOCIATION INDEX

Bewertung der Morphologie von Fließ-
gewässern der Bioregion Östliche Flach-
und Hügelländer durch libellenkundliche
Untersuchungen



IMPRESSUM



Medieninhaber und Herausgeber:
BUNDESMINISTERIUM
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT
Stubenring 1, 1010 Wien

AutorInnen: Andreas Chovanec, Johann Waringer, Reinhard Wimmer, und Maria Schindler

Bildquellen: Andreas Chovanec
Titelfoto: Gebänderte Prachtlibelle (*Calopteryx splendens*) Foto: A. Chovanec

Alle Rechte vorbehalten.

Wien, November 2014

DRAGONFLY ASSOCIATION INDEX

Bewertung der Morphologie von Fließgewässern
der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer
durch libellenkundliche Untersuchungen



Eiablage der Gebänderten Prachtlibelle
(*Calopteryx splendens*; Foto: A. Chovanec).

AUTORINNEN

Andreas Chovanec, Umweltbundesamt, Abt. Oberflächengewässer, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

Johann Waringer, Universität Wien, Department für Limnologie und Ozeanographie, Althanstraße 14, A-1090 Wien

Reinhard Wimmer, Lerchenfelderstraße 46/4/46, A-1080 Wien

Maria Schindler, Castellezgasse 19/11, A-1020 Wien

INHALTSVERZEICHNIS

1. Zusammenfassung.....	4
2. Einleitung	5
3. Methode.....	7
3.1. Bewertungsmethode.....	7
3.2. Erhebungen im Freiland.....	11
3.3. Untersuchung ausgewählter Gewässer und vorhandene Daten.....	13
4. Ergebnisse	20
4.1. Arten und Assoziationen:	20
4.2. Gewässertypen:.....	25
4.3. Anwendung an ausgewählten Gewässern:	28
5. Diskussion	31
6. Literatur.....	35

1. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden libellenkundlichen Studie war die Entwicklung eines gewässertypspezifischen, index-basierten Ansatzes zur Bewertung der Hydromorphologie kleiner und mittlerer Fließgewässer der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer. Auf der Grundlage der ökologischen Ansprüche von 57 (potenziell) in der Bioregion vorkommenden Libellenarten wurden sieben Libellenassoziationen beschrieben. Die ökologischen Ansprüche dieser Assoziationen wurden mit den gewässertypologischen Charakteristika korreliert. Das Ergebnis ist die Definition gewässertypspezifischer Assoziationen. Im Dragonfly Association Index wird die allfällige Abweichung des jeweiligen Status quo von diesen Referenzzuständen verrechnet und in einer der fünf Klassen des ökologischen Zustandes gemäß Wasserrechtsgesetz (WRG) ausgedrückt. Die Methode soll insbesondere an jenen Gewässern und Gewässertypen zur Anwendung kommen, bei denen die Aussagekraft der Standard-Methoden gemäß WRG aufgrund der gewässertypologischen Charakteristik eingeschränkt oder nicht gegeben ist. Darüber hinaus wird der Einsatz der Methode zur Evaluierung lokaler wasserbaulicher Eingriffe, insbesondere Rückbaumaßnahmen, empfohlen.

2. EINLEITUNG

Der Einsatz von Libellen als Bioindikatoren hat national und international eine lange Tradition und beruht auf der Korrelation zwischen dem Vorkommen bestimmter Arten(gesellschaften) und hydrologisch-morphologischen Habitatparametern sowie Vegetationsstrukturen (z. B. REHFELDT 1986, SCHMIDT 1989, 1991, BUCHWALD 1989, SAMWAYS 1993, CHOVANEC 2000, CHOVANEC & WARINGER 2001, SAHLEN & EKESTUBBE 2001, OERTLI 2008, SILVA et al. 2010). Es werden wesentliche, an Bioindikatoren zu stellende Anforderungen erfüllt: die ökologischen Ansprüche von Libellen sind vergleichsweise gut bekannt; Libellen reagieren rasch auf Veränderungen ihrer Lebensräume und besiedeln aufgrund ihres Ausbreitungsverhaltens neue, geeignete Habitate; die Artenzahl ist überschaubar, die Imagines aller Arten sind bereits im Feld am lebenden Tier bestimmbar (CHOVANEC & WARINGER 2007, KUTCHER & BRIED 2014). Libellen gelten als „Umbrella Indicators“: Das Auftreten einzelner, aus ökologischer Sicht sensitiver Arten lässt Schlüsse zu, die auch für große Teile der gesamten aquatischen Lebensgemeinschaft gültig sind. Es kommen daher zugunsten von Libellen an Gewässern ergriffene Maßnahmen der typ-spezifischen Zönose zugute. Außerdem stellen Libellen aufgrund ihrer Auffälligkeit und Attraktivität die wohl „populärste“ aquatische Insektengruppe dar („iconic, charismatic flagships“; vgl. dazu auch SAMWAYS 2008, SAMWAYS et al. 2010): In diesem Sinne können beispielsweise die Motivation für Renaturierungsmaßnahmen, deren Erfolge sowie die Ziele von Schutzstrategien der Öffentlichkeit anschaulich vermittelt werden.

In der österreichischen Wasserwirtschaft wurden bereits mehrfach Gewässerbewertungen auf der Grundlage libellenkundlicher Untersuchungen durchgeführt. Seit dem Inkrafttreten der EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) standen hierbei die Entwicklung und Anwendung gewässertyp-bezogener Ansätze im Vordergrund. Beispielhaft seien hier folgende Studien angeführt: Bewertung neu geschaffener stehender Gewässer und Uferstrukturen auf der Donauinsel in Wien (CHOVANEC & RAAB 2002, RAAB 2003), Evaluierung der Renaturierung an Mauerbach und Wienfluss in Wien (RAAB 2002), Bewertung des österreichischen Bodenseeuferes in Vorarlberg (CHOVANEC et al. 2010), Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an mehreren Bächen im Weinviertel in Niederösterreich (CHOVANEC & SCHINDLER 2011, CHOVANEC et al. 2012, 2014a, CHOVANEC 2014a) und an der unteren Krems in Oberösterreich (CHOVANEC 2013a, 2014b). Als index- und gewässertyp-bezogene Methode zur Bewertung von Fluss-Au-Systemen wurde der Odonata-Habitat-Index (OHI; CHOVANEC & WARINGER 2001) entwickelt und an der gesamten österreichischen Donau eingesetzt (SCHULTZ et al. 2003, CHOVANEC et al. 2004). Auch in den o. g. Projekten wurde der OHI als eine der Bewertungsgrundlagen verwendet. International verbreitet ist auch der Dragonfly Biotic Index, ein in Südafrika entwickeltes Scoring-System (SIMAIKA & SAMWAYS 2008, 2009).

Ziel der vorliegenden Studie war die Entwicklung einer Methode zur libellenkundlichen Bewertung der Hydromorphologie von Bächen und Flüssen der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer, wobei der Bezug zu Planung und Evaluierung lokaler, an diesen Gewässern gesetzten Maßnahmen im Vordergrund steht. Große Flüsse (Donau, March, Thaya) waren nicht Gegenstand des Projektes. Die Fließgewässertypen dieser Bioregion sind in ihrer natürlichen Ausprägung – bedingt durch das überwiegend flache Gefälle – u. a. durch folgende Charakteristika geprägt: breite laterale Ausdehnung der Wasser-

Land-Vernetzungszone, geringe Strömungsgeschwindigkeit, strömungsberuhigte Bereiche in den Hauptgerinnen, temporäre Vernässungsflächen, sumpfige Verlandungsbereiche. Libellen sind geeignete Indikatoren für die Gewässertypen dieser Bioregion, da sie die o. g. Teillebensräume besiedeln und damit eine Bewertung unter Einbeziehung sämtlicher lotischer und lenitischer, perennierender und temporärer Kompartimente erlauben. Insbesondere bei temporären und / oder lenitischen Gewässerabschnitten haben die WRRL-konformen Standardmethoden für Makrozoobenthos Grenzen: Gemäß Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer (QZV Ök OG, BMLFUW 2010a) ist das Modul Allgemeine Degradation der Qualitätskomponente benthische wirbellose Fauna u. a. bei folgenden speziellen Gewässertypen und Typausprägungen nicht heranzuziehen: Gewässer mit einem Einzugsgebiet $< 10\text{km}^2$, quell- und grundwassergeprägte Gewässerstrecken, Moorbäche, intermittierende Bäche. Diese Gewässertypen sind in der im Rahmen dieser Studie bearbeiteten Bioregion „Östliche Flach- und Hügelländer“ verbreitet. Gemäß OFENBÖCK & MÜHLMANN (2012) bietet sich die Untersuchung der Libellenfauna als ergänzende oder alternative Methode an.

Die WRRL ist grundsätzlich auf Fließgewässer aller Größen anzuwenden. Der Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan (BMLFUW 2010b) fokussierte – entsprechend der Planung auf europäischer Ebene und den Berichtspflichten zur WRRL – auf Gewässer mit einer Einzugsgebietsgröße $> 10\text{km}^2$. Die Gesamtlänge der Fließgewässer der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer beträgt etwa 12.000 km. Davon haben Fließgewässer mit einer Länge von 4.750 km ein Einzugsgebiet $> 10\text{km}^2$. Nur 30 km davon weisen den sehr guten ökologischen Zustand auf (0,6%), 662 km den „guten ökologischen Zustand“ (14 %; BMLFUW 2010b). Das nahezu vollständige Fehlen von Referenzstrecken machte die Entwicklung einer Methode notwendig, die auf Basis der Korrelation der gewässertypspezifischen Charakteristika mit den ökologischen Ansprüchen von Libellen die Ableitung von Referenzzuständen ermöglichte. Der im Rahmen dieser Studie entwickelte Ansatz basiert auf der Erhebung und Bewertung von Libellengesellschaften: vergleichbar den ökologischen Gilden bei Fischen oder Makroinvertebraten geben auch Libellenassoziationen Aussagen über einen Komplex essenzieller Standortfaktoren (CORBET 1993). Die Methode wurde an mehreren Gewässerstrecken getestet; hierzu wurden im Rahmen dieser Untersuchung ausgewählte Abschnitte bearbeitet sowie Daten aus bereits abgeschlossenen Studien herangezogen.

3. METHODE

3.1. BEWERTUNGSMETHODE

Die Bewertungsmethode umfasst folgende Schritte (CHOVANEK et al. 2014b):

- Beschreibung der ökologischen Ansprüche der (potenziell) im Untersuchungsgebiet vorkommenden Libellenarten anhand von zwölf aus libellenkundlicher Sicht relevanten Habitatparametern („Species traits“)
- Definition von Libellen-Assoziationen auf der Grundlage einer Clusteranalyse
- Beschreibung der ökologischen Ansprüche der Libellenassoziationen („Association traits“)
- Beschreibung der in der Bioregion relevanten Fließgewässertypen auf der Grundlage der zwölf aus libellenkundlicher Sicht relevanten Habitatparameter („River traits“)
- Korrelation der ökologischen Ansprüche der Assoziationen mit den Beschreibungen der Fließgewässertypen auf Grund einer Ähnlichkeitsanalyse („Pearson Korrelation“)
- Beschreibung gewässertypspezifischer Libellen-Assoziationen (libellenkundliches Leitbild)
- Bewertung der Abweichung des aktuellen Zustands vom libellenkundlichen Leitbild und Klassifizierung des libellen-ökologischen Zustandes durch Berechnung des Dragonfly Association Index (DAI).

ARTEN UND ASSOZIATIONEN:

Aufgrund von in der Bioregion durchgeführten Erhebungen und der Analyse zoogeographischer Verbreitungen (RAAB et al. 2007, CHOVANEK & SCHINDLER 2011, SCHINDLER & CHOVANEK 2011, CHOVANEK 2012, CHOVANEK et al. 2012, 2014a, CHOVANEK 2013b, 2014a) wurde ein Inventar von 57 (potenziell) in der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer vorkommenden Libellenarten erstellt. Ihre ökologischen Ansprüche wurden durch zwölf aus libellenkundlicher Sicht relevante Habitatparameter beschrieben; der Grad der Ausprägung der Ansprüche erfolgte durch Zuweisung von Verifizierungsgraden: 0 (nicht relevant) bis 3 (sehr relevant) in Schritten von 0,5. Folgende Habitatparameter wurden ausgewählt: Krenal, Rhithral, Potamal, Strömungsgeschwindigkeit (0: < 0.05 m/s, 3: > 1 m/s), Litoral (stehendes Gewässer), astatisches Gewässer, Größe (0: Gewässerbreite < 0.5 m; 3: Gewässerbreite > 20 m), offene Wasserflächen (nicht verwachsene oder vollständig beschattete Wasserflächen), offene Ufer (vorwiegend bis vollständig unbewachsene Ufer; Substrat: von Schlamm bis Grobkies und Steine), submerse Makrophyten (submerse bzw. aufschwimmende Makrophyten sowie Schwimmblattpflanzen), Helophyten (emerse vertikale Pflanzenstrukturen, vorwiegend Röhricht), Ufergehölz. Die Festlegung der artspezifischen Ausprägungen der ökologischen Ansprüche erfolgte auf der Grundlage umfangreicher Art-Beschreibungen in der Literatur (z. B. HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 1993, STERNBERG & BUCHWALD 1999, 2000) sowie o. g. Untersuchungen in der Bioregion.

Um Arten-Assoziationen definieren zu können, wurde eine hierarchische Clusteranalyse mit den Matrizen der ökologischen Ansprüche der Arten durchgeführt. Dabei wurde die Minimum-Varianzmethode nach Ward angewendet, wobei die Abweichungsquadrate jeder Art vom Gruppenzentrum minimiert werden (MCCUNE & GRACE 2002). Die Verwendung relativer Verifizierungsgrade trug ebenfalls zur Optimierung der Methode bei. Ergebnis waren sphärische Cluster minimaler Varianz (*sensu* WARD 1963).

GEWÄSSERTYPEN:

Die Methode bezieht sich auf die kleinen und mittleren Fließgewässer der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer und deckt jene Gewässertypen ab, deren prozentueller Anteil im Verhältnis zur Länge des gesamten Gewässernetzes in dieser Bioregion > 1% ist. Das sind – entsprechend QZVO Ök OG – jene nachfolgend angeführten, gemäß Höhenlage und Einzugsgebietsgröße klassifizierten Typen, für die hydromorphologische Leitbilder beschrieben sind (WIMMER et al. 2012): 13-2-1, 13-2-2, 13-2-3, 13-2-4, 13-1-1, 13-1-2, 13-1-3, 13-1-4. Der Sondertyp „Große Flüsse“ wurde nicht behandelt. Außerdem deckt die Methode die in der Einleitung angeführten speziellen in der Bioregion auftretenden Gewässertypen und Typausprägungen ab.

Unter Berücksichtigung weiterer, die Typologie der Gewässer dieser Bioregion präzisierender Untersuchungen (FROSCHAUER 2010, WIESBAUER & DENNER 2013) wurden die o. g. Typen hinsichtlich der Anwendbarkeit für die Fragestellung der vorliegenden Studie überprüft und geringfügig modifiziert. Die Beschreibung der Typen erfolgte auf Grundlage der „Übersetzung“ der bestehenden typologischen Beschreibungen in jene zwölf libellenkundlich relevanten Habitatparameter, die auch zur Charakterisierung der ökologischen Ansprüche von Libellenarten und -assoziationen herangezogen wurden. Dies erlaubte bestmöglich die Korrelation zwischen Gewässertypen und Libellen-Assoziationen.

GEWÄSSERTYP-SPEZIFISCHE LIBELLEN-ASSOZIATIONEN:

In diesem Auswerteschritt wurden die ökologischen Ansprüche der Libellen-Assoziationen ermittelt: Dies erfolgte für jede der Gesellschaften über die Berechnung der Mediane der ökologischen Ansprüche der assoziations-zugehörigen Arten für die zwölf Habitatparameter. Diese Assoziationscharakteristika wurden mit den Standortcharakteristika der sieben Gewässertypen verschnitten, wobei die Pearson-Korrelation (Kovarianz der beiden Variablen dividiert durch das Produkt der beiden Standardabweichungen; Software SPSS for windows) als Ähnlichkeitsmaß verwendet wurde. Die Korrelationen schwanken dabei zwischen -1 (totale Unähnlichkeit) und +1 (totale Ähnlichkeit; ZAR 1984). Für die Auswertung blieben negative Korrelationen unberücksichtigt, eine Korrelation von 0,0 wurde bereits als eine sehr schwache Ähnlichkeit interpretiert. Für die höchsten positiven Korrelationen zwischen einem Typ und Assoziationen sowie für Korrelationen mit einem Ergebnis von Höchstwert minus 0,1 wurde der Gewichtungsfaktor 3 vergeben; für Korrelationen mit einem Ergebnis von Höchstwert minus 0,2 oder minus 0,3 wurde der Gewichtungsfaktor 2 vergeben und für Korrelationen mit einem geringeren Ergebniswert ein Gewichtungsfaktor 1 (CHOVANEK et al. 2014b).

DRAGONFLY ASSOCIATION INDEX UND BEWERTUNG:

Es wurden Statusklassen (1 – 5) für die einzelnen gewässertyp-spezifischen Assoziationen definiert, um allfällige Abweichungen des Status quo von der Referenzzönose für die einzelnen gewässertyp-spezifischen Assoziationen zu ermitteln. Bei Assoziationen mit einer Gesamt-Artenzahl > 8 wird der Nachweis von zumindest vier Arten für Statusklasse 1 gefordert, bei Assoziationen mit weniger Arten ist die Zahl der Artnachweise reduziert. Da die Libellenartenzahl mit der Größe der Gewässer steigt (OERTLI et al. 2002), umfassen die Statusklassen kleinerer Gewässertypen weniger Arten. Im Fall von Gewässertyp A, der die kleinen Oberläufe umfasst, wurden die Assoziationen A6 und A7 zusammengefasst und als eine Assoziation behandelt.

Die drei der Rhithral-Assoziation A6 angehörenden Arten der Gattung *Cordulegaster* wurden aufgrund der vergleichbaren, auf diesem Bearbeitungsmaßstab nicht notwendiger Weise zu differenzierenden ökologischen Ansprüche als ein Taxon zusammengefasst. Somit umfasst A6 zwei Taxa: *Calopteryx virgo* und *Cordulegaster sp.*

Der Dragonfly Association Index (CHOVANEK & WARINGER 2013, CHOVANEK et al. 2014b) orientiert sich in seiner Struktur am Fisch Index Austria (HAUNSCHMID et al. 2010). Es werden für die Berechnung des DAI nur bodenständige Arten der im Leitbild vertretenen Libellen-Assoziationen herangezogen. Die Einstufung der Statusklasse pro Assoziation (ganzzahlig von 1 bis 5) ergibt sich gemäß Tabelle 8 entsprechend der Anzahl der nachgewiesenen bodenständigen Arten. Für die Ermittlung des libellen-ökologischen Zustands sind die Statusklassen der einzelnen Assoziationen (SKA) nach folgender Gleichung mit den in Tabelle 8 festgelegten Faktoren (GF) zu gewichten:

$$\text{DAI} = \frac{\sum(\text{SKA} * \text{GF})}{\sum \text{GF}}$$

Das Ergebnis des Index ist grundsätzlich ein Wert zwischen 1 und 5, der – gemäß Tabelle 1 – die Klasse des libellen-ökologischen Zustandes indiziert. In vielen Fällen sind – topographisch bedingt – an einem Untersuchungsabschnitt nicht alle gewässertyp-spezifischen morphologischen Charakteristika ausgeprägt. Daher wurde ein Korrekturfaktor in die Bewertungsmethodik eingeführt: Wenn zumindest 50% der gewässertyp-spezifischen Assoziationen durch zumindest zwei bodenständige Arten (A6: durch eine bodenständige Art) repräsentiert sind, wird das Ergebnis des DAI um den Wert 0,5 vermindert. Aus diesem Grund kann – wie aus Tabelle 1 ersichtlich – der niedrigste Index-Wert 0,5 sein. Dieses endgültige, allenfalls korrigierte Ergebnis ist die Grundlage zur Festlegung des libellen-ökologischen Zustandes.

Tabelle 1 Klassengrenzen der Ergebniswerte des Dragonfly Association Index (DAI) für die Bewertung des libellen-ökologischen Zustands

Libellen-ökologischer Status	DAI-Werte
1 Sehr gut	0,50 - 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

Abbildung 1 zeigt zusammenfassend die zur Einstufung des libellen-ökologischen Zustandes erforderlichen Bearbeitungsschritte.

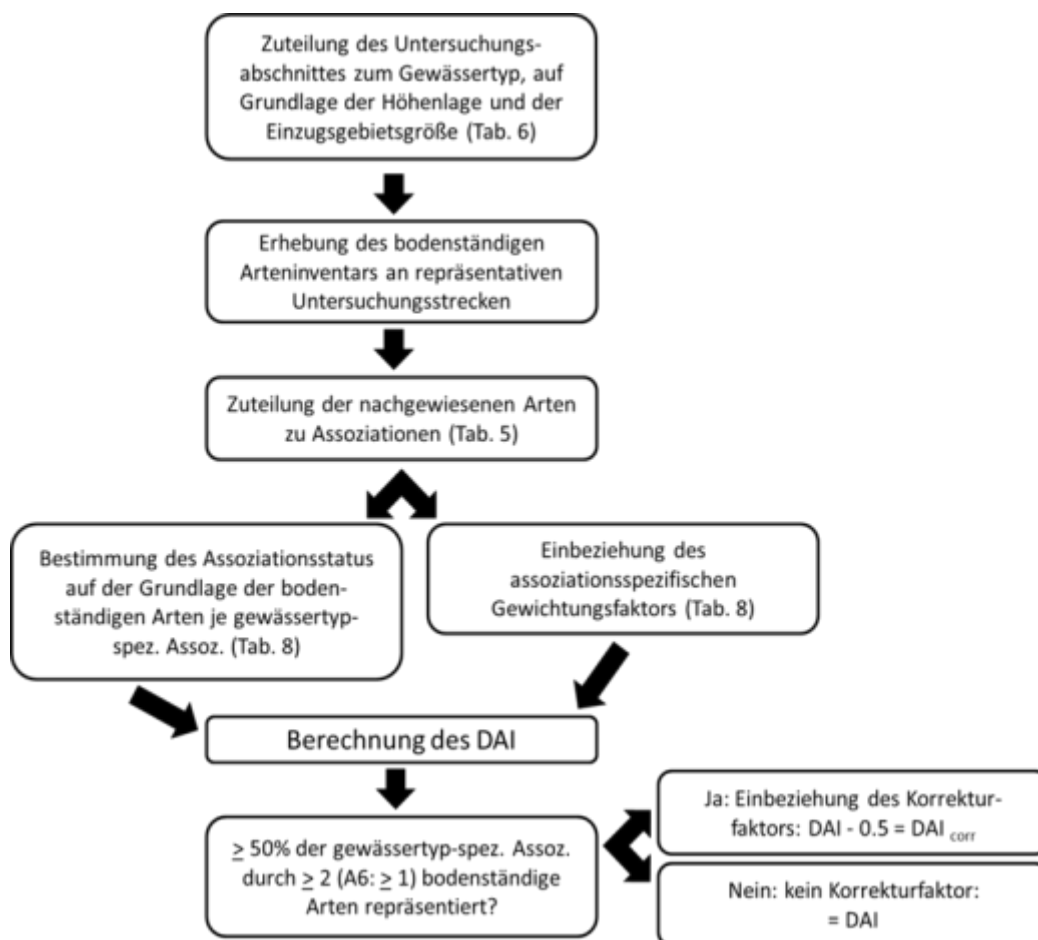


Abbildung 1 Bearbeitungsschritte zur Einstufung des libellen-ökologischen Zustandes

3.2. ERHEBUNGEN IM FREILAND

Die nachfolgend beschriebene Methode wird als Grundlage für die Erhebungen im Feld empfohlen. Sie wurde bei den Kartierungen der im Rahmen der vorliegenden Studie bearbeiteten Gewässer sowie bei jenen bereits vorhandenen Untersuchungen angewendet, deren Ergebnisse hier einfließen. Schwerpunkt ist die Erfassung der bodenständigen imaginalen Libellenfauna. Im Sinne einer umsetzungsorientierten Methode wird auf das systematische Sammeln von Larven und Exuvien verzichtet (siehe dazu u. a. auch REHFELDT 1986, BRIED et al. 2012).

Zumindest fünf Termine sind im Zeitraum Mai bis September notwendig, um die an einem Gewässer zeitlich versetzt auftretenden „Frühlings-“, „Sommer-“ und „Herbst-Arten“ nachweisen zu können (vgl. dazu auch SCHMIDT 1985). Wird an einem Gewässer das Auftreten von *Sympecma fusca* erwartet, ist bei geeigneten Wetterbedingungen etwa im März/April eine weitere Begehung anzusetzen. Erhoben werden Imagines durch Kescherfang und Sichtnachweise (auch Fernglas, Fotos) und frischgeschlüpfte Individuen durch Sichtnachweise. Gefangene Tiere werden nach der sofortigen Bestimmung im Feld freigelassen. Exuvien werden – wie oben erwähnt – nicht gezielt gesucht, können aber bei zufälligem Fund besammelt werden und zur Feststellung der sicheren Bodenständigkeit herangezogen werden. Die Begehungen finden an möglichst windberuhigten, sonnigen Tagen zwischen 11 und 17 Uhr mitteleurop. Sommerzeit statt. Zwischen den einzelnen Begehungen zwischen Mai und September sollten etwa 25 Tage liegen.

UNTERSUCHUNGSABSCHNITTE, -STRECKEN:

An einem Gewässerabschnitt werden repräsentative, möglichst homogene Strecken mit 100 m Uferlänge kartiert. Diese Strecken sollten bestmöglich die morphologische Charakteristik des Abschnittes widerspiegeln. Beispielsweise ist zur Bewertung eines monotonen, begradigten Gewässers möglicherweise die Begehung nur einer Strecke ausreichend, bei einer umfassenden Renaturierung mit unterschiedlichen morphologischen Ausprägungen im Hauptgerinne und neu angelegten Nebengewässern ist die Untersuchung mehrerer Strecken erforderlich. Für den Bewertungsprozess wird das an den Untersuchungsstrecken erhobene bodenständige Arteninventar zusammengeführt und im DAI „verarbeitet“.

BODENSTÄNDIGKEIT:

Die sichere Bodenständigkeit von Arten wird durch den Fund von frisch geschlüpfte Individuen oder Exuvien festgestellt. Die Bodenständigkeit einer Art an einer Untersuchungsstrecke wird als wahrscheinlich angenommen, wenn

- Reproduktionsverhalten (Kopula, Tandem, Eiablage) beobachtet wird und / oder
- die Abundanzen der nachgewiesenen Imagines in Klasse 3, 4 oder 5 eingestuft werden (siehe unten) und / oder
- Imagines unabhängig von ihrer Abundanz bei zumindest zwei Begehungen an einer Strecke nachgewiesen werden.

Die Bodenständigkeit einer Art am Untersuchungsabschnitt wird als wahrscheinlich angenommen, wenn

- die Art an einer Untersuchungsstrecke des Untersuchungsabschnittes als wahrscheinlich bodenständig klassifiziert wird und / oder
- Imagines einer Art an mehreren Untersuchungsstrecken des Untersuchungsabschnittes - unabhängig von ihrer Abundanz - nachgewiesen werden.

In den Auswertungen und Ergebnisdarstellungen werden als „sicher bodenständig“ und als „wahrscheinlich bodenständig“ eingestufte Arten nicht differenziert, sondern als „bodenständige Arten“ bezeichnet.

ABUNDANZEN:

Die Ergebnisse der im Feld durchgeführten Zählungen sind in ein fünfstufiges Schema zu überführen:

1 - Einzelfund; 2 - selten; 3 - häufig; 4 - sehr häufig; 5 - massenhaft.

Bei der Übertragung ist der Raumanpruch der einzelnen Arten zu berücksichtigen, d. h. für manche revierbildende Großlibellenarten sind beispielsweise andere Individuenzahlen der Klasse „häufig“ zu Grunde zu legen als für viele in höheren Zahlen auftretende Kleinlibellenarten (siehe Tabelle 2). Ausschlaggebend für die Zuteilung zu einer bestimmten Häufigkeitsstufe ist der für die einzelnen Arten an einer Untersuchungsstrecke in der Untersuchungsperiode nachgewiesene maximale Individuentagesbestand.

Tabelle 2 Zuteilung der Individuenzahlen pro 100 m zu Abundanzklassen (CHOVANEK et al. 2012; Zygoptera: Kleinlibellen; Anisoptera: Großlibellen; Calopterygidae: Familie Prachtlibellen; Libellulidae: Familie Segellibellen)

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

3.3. UNTERSUCHUNG AUSGEWÄHLTER GEWÄSSER UND VORHANDENE DATEN

Das Bewertungssystem wurde an mehreren Gewässern der Bioregion getestet, wobei die Vergleiche zwischen unterschiedlichen Gewässertypen, regulierten und renaturierten Abschnitten und zwischen unterschiedlichen Renaturierungsansätzen im Vordergrund standen. Ein naturnaher Abschnitt in Quellnähe der Zaya wurde insbesondere hinsichtlich des Vorkommens von Arten der Gattung Cordulegaster untersucht, die im nördlichen Teil der Bioregion, dem Weinviertel, bisher nicht nachgewiesen worden waren (RAAB et al. 2007).

In Tabelle 3 sind die Gewässerabschnitte und ihre gewässertypologische Klassifizierung gemäß WIMMER et al. (2012) aufgelistet (siehe auch Abbildungen 2 - 14). Hinsichtlich der Angaben zum libellenkundlichen Typ wird auf die entsprechenden Ausführungen im Ergebnisteil (Tabelle 6) verwiesen. Der Bach bei Mannersdorf, der Johannesbach, der Herbertsbrunngraben und der Oberlauf der Zaya wurden im Rahmen des Projektes untersucht. Die Daten zur Bewertung der übrigen Gewässer wurden vorhandenen Studien entnommen: Weidenbach in Weikendorf – CHOVANEC et al. (2014a), Weidenbach Stripfing bis Mündung – CHOVANEC (2012), CHOVANEC et al. (2012), Zaya in Ebersdorf – CHOVANEC (2014a). Die unterschiedliche Anzahl der untersuchten Strecken beruht auf der sehr homogenen (1 Strecke) bzw. heterogenen morphologischen Situation (2 und 6 Strecken) der Untersuchungsabschnitte. Die angegebenen Koordinaten beziehen sich auf den ungefähren Mittelpunkt des untersuchten Abschnittes.

Tabelle 3 Untersuchte Gewässer: **nat.:** naturnaher Abschnitt, **reg.:** regulierter Abschnitt, **ren.:** renaturierter Abschnitt, **EZG:** Größe des Einzugsgebietes, **Unt.-Strecken:** Anzahl der Untersuchungsstrecken, **Abb.-Nr.:** Nummer der Abbildung

Name	Bach bei Mannersdorf	Johannesbach	Herbertsbrunngraben	Zaya Oberlauf	Zaya Ebersdorf 1	Zaya Ebersdorf 2	Weidenbach Weikendorf 1	Weidenbach Weikendorf 2	Weidenbach Stripfing - Mündung
Typ	13-1-1	13-1-2	13-1-2	13-2-1	13-1-3	13-1-3	13-1-3	13-1-3	13-1-3
Verbauung	reg.	reg.	reg.	nat.	ren.	reg.	ren.	reg.	ren.
EZG (km ²)	7	16	13	4	390	395	165	170	225
Seehöhe (m)	175	194	175	293	175	175	152	151	143
Geogr. Länge	16°35'29''	16°30'52''	16°45'10''	16°21'20''	16°41'28''	16°41'42''	16°45'18''	16°45'41''	16°49'57''
Geogr. Breite	47°59'56''	47°56'22''	48°40'45''	48°35'26''	48°36'01''	48°36'01''	48°20'34''	48°20'29''	48°20'52''
Unt.-Strecken	1	2	2	2	1	1	2	1	6
Abb.-Nr.	2	3	4	5, 6	7	8	9, 10	11	12-14



Abbildung 2 Bach bei Mannersdorf (Foto: M. Schindler)



Abbildung 3 Johannesbach (Foto: M. Schindler)



Abbildung 4 Herbergsbrunngraben (Foto: M. Schindler)



Abbildung 5 Zaya Oberlauf (Foto: M. Schindler)



Abbildung 6 Zaya Oberlauf (Foto: M. Schindler)



**Abbildung 7 Renaturierter Abschnitt der Zaya bei Ebersdorf
(Foto: A. Chovanec)**



**Abbildung 8 Regulierter Abschnitt der Zaya bei Ebersdorf
(Foto: A. Chovanec)**



**Abbildung 9 Renaturierter Abschnitt des Weidenbaches bei Weikendorf
(Foto: A. Chovanec)**



**Abbildung 10 Nebengewässer im Bereich des renaturierten Abschnittes des
Weidenbaches bei Weikendorf (Foto: A. Chovanec)**



**Abbildung 11 Regulierter Abschnitt des Weidenbaches in Weikendorf
(Foto: A. Chovanec)**



**Abbildung 12 Mäanderschlinge im renaturierten Abschnitt des Weidenbaches
im Bereich Stripfing bis Mündung in die March (Foto: A. Chovanec)**



Abbildung 13 Aufweitung im renaturierten Abschnitt des Weidenbaches im Bereich Stripfing bis Mündung in die March (Foto: A. Chovanec)



Abbildung 14 Renaturierter Mündungsbereich des Weidenbaches (Foto: A. Chovanec)

4. ERGEBNISSE

4.1. ARTEN UND ASSOZIATIONEN:

Tabelle 4 enthält das Arteninventar, das für die Fließgewässertypen der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer charakteristisch ist, und seine ökologischen Ansprüche („Species Traits“). Das Ergebnis der auf Grundlage dieser Daten erstellten Clusteranalyse ist in Abbildung 15 dargestellt. Der untere Teil der Grafik zeigt die Ausprägung der artspezifischen Standortsansprüche in Bezug auf die zwölf ökologischen Schlüsselfaktoren (Krenal, Rhithral, Potamal, Litoral, submerse Makrophyten, Röhrlicht, Strömungsgeschwindigkeit, offene Wasserflächen, astatisches Gewässer, Ufergehölz, offene Ufer, Größe) an. Die abgestuften Grautöne visualisieren die Bedeutung des jeweiligen Faktors für die Arten (weiß= vernachlässigbar, schwarz= unverzichtbar) und weisen durch die Ähnlichkeit der Farbmuster die übereinstimmenden Standortsansprüche vergesellschafteter Arten aus. Die roten Linien zeigen die Grenzen der Libellenassoziationen an. Es wurden auf Grundlage des Ergebnisses der Clusteranalyse sieben Libellen-Assoziationen definiert (CHOVANEK et al. 2014b): Assoziation offener Wasserflächen (A1), Assoziation spärlich bewachsener Ufer („Pioniergesellschaft“, A2), Assoziation von Röhrlicht und Ufergehölzen (A3), Assoziation von Röhrlicht und submersen Makrophyten (A4), Assoziation temporärer Gewässer (A5), Rhithral-Assoziation (A6), Potamal-Assoziation (A7). Die den Assoziationen zuzuordnenden Arten sind in Tabelle 5 zusammengefasst. In Abbildung 16 sind die ökologischen Ansprüche der Assoziationen, ausgedrückt als Mediane der jeweiligen artspezifischen Ausprägungen, in Netzdiagrammen dargestellt; diese Form der graphischen Aufbereitung wurde auch von STERNBERG & BUCHWALD (2000) und CHOVANEK et al. (2012) eingesetzt.

Tabelle 4 Ökologische Ansprüche der in der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer (potenziell) vorkommenden Libellenarten.

Kr.: Krenal, **Rhi.:** Rhithral, **Pot.:** Potamal, **Str.:** Strömungsgeschwindigkeit, **Lit.:** Litoral, **Ast.:** astatisches Gewässer, **Grö.:** Größe, **Fl.:** offene Wasserflächen, **Uf.:** offene Ufer, **Hel.:** Helophyten, **Mp.:** submerse Makrophyten, **Geh.:** Ufergehölz; von 0 (nicht relevant / nicht ausgeprägt) bis 3 (sehr relevant / stark ausgeprägt)

	Kr.	Rhi	Pot.	Str.	Lit.	Ast.	Grö.	Fl.	Uf.	Hel.	Mp.	Geh.
<i>Calopteryx splendens</i>	0,0	1,0	3,0	1,5	0,5	0,0	1,5	0,0	0,0	2,5	0,5	1,5
<i>Calopteryx virgo</i>	0,0	3,0	1,0	1,5	0,5	0,0	1,0	0,0	0,0	1,5	0,0	2,0
<i>Lestes barbarus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,5	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
<i>Lestes dryas</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	1,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,5
<i>Lestes sponsa</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2,5	1,5	0,5
<i>Lestes virens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,0	2,5	1,5	0,0
<i>Lestes viridis</i>	0,0	0,5	1,5	0,5	2,5	0,5	1,5	0,0	0,0	1,0	0,5	3,0
<i>Sympecma fusca</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	1,0	1,5	0,0	0,0	2,0	0,5	1,0
<i>Platycnemis pennipes</i>	0,0	0,0	2,5	1,0	1,5	0,0	1,5	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0
<i>Coenagrion ornatum</i>	0,0	0,5	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,5	0,0
<i>Coenagrion puella</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,0	2,5	0,0
<i>Coenagrion pulchellum</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,5	2,5	1,0
<i>Coenagrion scitulum</i>	0,0	0,0	1,5	1,0	2,5	0,0	1,5	0,0	0,0	2,0	3,0	0,0
<i>Enallagma cyathigerum</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,5	3,0	0,0	1,0	1,5	0,0
<i>Erythromma najas</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	2,5	0,0	1,0	3,0	0,0
<i>Erythromma viridulum</i>	0,0	0,0	1,5	0,0	3,0	0,0	1,5	2,0	0,0	1,0	3,0	0,0
<i>Ischnura elegans</i>	0,0	1,0	2,0	0,5	2,5	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	2,0	0,0
<i>Ischnura pumilio</i>	0,0	0,0	1,5	0,0	3,0	2,0	0,5	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	0,0	0,5	0,5	0,5	2,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	1,0	1,5
<i>Aeshna affinis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,0	3,0	0,5	0,5
<i>Aeshna cyanea</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,5	2,5
<i>Aeshna grandis</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,5	2,0	0,0	1,5	2,0	1,5
<i>Aeshna isosceles</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	1,0	0,0	3,0	0,5	1,0
<i>Aeshna mixta</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	1,5	1,0	0,0	3,0	0,5	1,0
<i>Aeshna viridis</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,5	3,0	0,0
<i>Anax ephippiger</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,5	1,5	0,5	0,0
<i>Anax imperator</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	2,0	0,0	1,5	2,5	0,0
<i>Anax parthenope</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,5	2,5	0,0	2,0	1,5	0,0

<i>Brachytron pratense</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	1,0
<i>Gomphus flavipes</i>	0,0	0,0	3,0	1,0	0,0	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,0	0,0
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0,0	1,0	3,0	1,5	0,5	0,0	1,5	0,5	1,0	1,5	0,0	0,0
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	0,0	2,5	2,0	2,0	1,0	0,0	1,5	0,0	1,5	0,5	0,0	0,5
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	0,0	0,5	3,0	2,0	0,0	0,0	2,5	1,5	2,0	0,5	0,0	1,5
<i>Cordulegaster bidentata</i>	2,0	3,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
<i>Cordulegaster boltonii</i>	1,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0
<i>Cordulegaster heros</i>	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	1,5
<i>Cordulia aenea</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,0	1,5	0,0	2,0	1,5	1,5
<i>Epitheca bimaculata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	3,0	3,0	0,0	1,5	2,0	1,0
<i>Somatochlora metallica</i>	0,0	0,0	1,0	0,5	2,5	0,0	2,5	2,5	0,0	1,5	0,5	1,5
<i>Crocothemis erythraea</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	2,0	1,0	0,0	2,0	2,0	0,0
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	1,5	0,0
<i>Libellula depressa</i>	0,0	0,0	0,5	0,5	3,0	1,0	1,0	1,5	0,0	0,5	0,5	0,0
<i>Libellula fulva</i>	0,0	0,0	1,5	0,5	2,5	0,0	2,0	2,0	0,0	1,5	1,0	2,0
<i>Libellula quadrimaculata</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,5	1,5	0,0	0,0	2,5	1,5	0,0
<i>Orthetrum albistylum</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	1,0	1,5	1,5	1,0	0,0
<i>Orthetrum brunneum</i>	1,5	1,5	1,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,5	0,0	0,0
<i>Orthetrum cancellatum</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	1,5	3,0	1,0	0,5	0,0
<i>Orthetrum coerulescens</i>	1,0	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	1,0	0,0	1,0	1,5	0,0	0,0
<i>Sympetrum danae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,5	1,5	0,0	0,0	2,0	0,5	0,0
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
<i>Sympetrum flaveolum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	1,0	1,5	1,0	0,0	1,0	0,5	0,0
<i>Sympetrum meridionale</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	2,5	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	0,0	0,0	1,5	0,5	2,5	1,5	1,5	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0
<i>Sympetrum sanguineum</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	2,0	1,5	0,0	0,0	3,0	1,5	0,0
<i>Sympetrum striolatum</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,5	1,0	0,0
<i>Sympetrum vulgatum</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,0	1,5	0,5

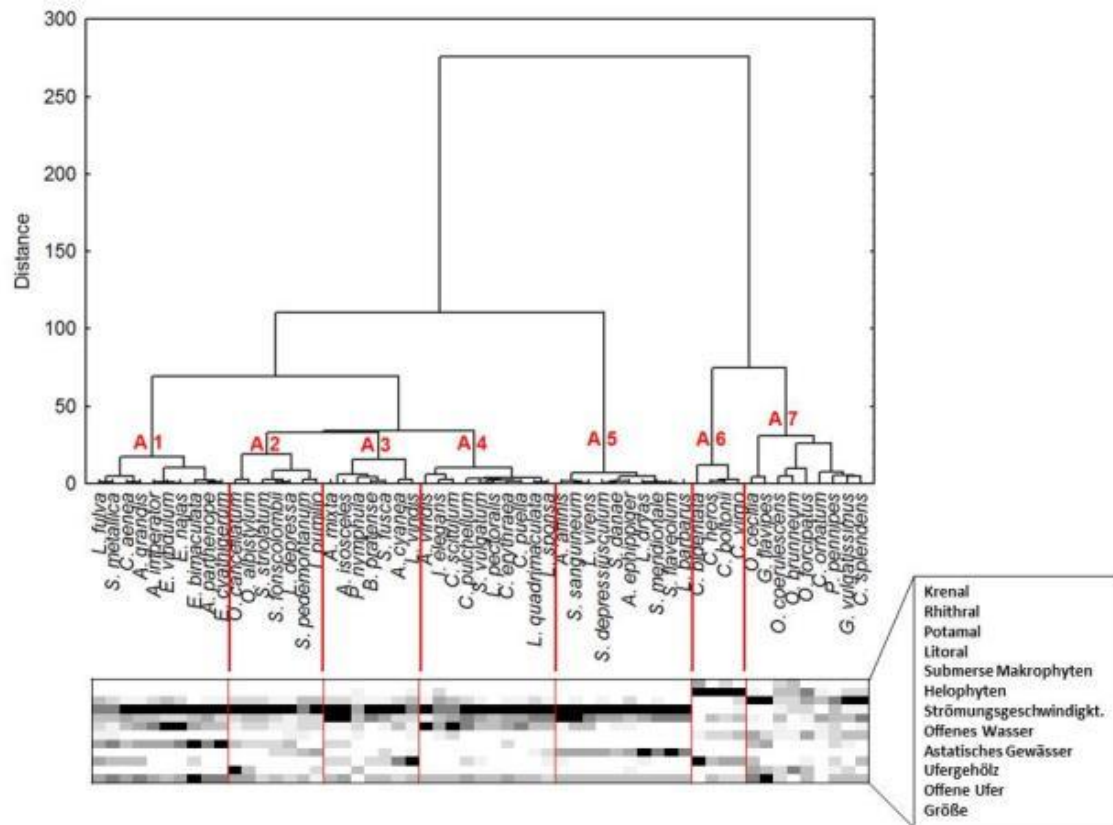


Abbildung 15 Libellen-Assoziationen (A1-A7) als Ergebnis der Clusteranalyse (Minimum-Varianzmethode nach Ward) mit den Matrizen der ökologischen Ansprüche der Arten. Grautöne; die Bedeutung des jeweiligen Faktors für die Arten (weiß= vernachlässigbar, schwarz= unverzichtbar)

Tabelle 5 Libellen-Assoziationen und die dazugehörigen Arten

Assoziation	Arten
A1: Assoziation offener Wasserflächen	<i>Enallagma cyathigerum</i> , <i>Erythromma najas</i> , <i>Erythromma viridulum</i> , <i>Aeshna grandis</i> , <i>Anax imperator</i> , <i>Anax parthenope</i> , <i>Cordulia aenea</i> , <i>Epiheca bimaculata</i> , <i>Somatochlora metallica</i> , <i>Libellula fulva</i>
A2: Assoziation spärlich bewachsener Ufer	<i>Ischnura pumilio</i> , <i>Libellula depressa</i> , <i>Orthetrum albistylum</i> , <i>Orthetrum cancellatum</i> , <i>Sympetrum fonscolombii</i> , <i>Sympetrum pedemontanum</i> , <i>Sympetrum striolatum</i>
A3: Assoziation von Röhricht und Ufergehölzen	<i>Sympetma fusca</i> , <i>Pyrrhosoma nymphula</i> , <i>Aeshna cyanea</i> , <i>Aeshna isosceles</i> , <i>Aeshna mixta</i> , <i>Lestes viridis</i> , <i>Brachytron pratense</i>
A4: Assoziation von Röhricht und submersen Makrophyten	<i>Lestes sponsa</i> , <i>Coenagrion puella</i> , <i>Coenagrion pulchellum</i> , <i>Coenagrion scitulum</i> , <i>Ischnura elegans</i> , <i>Aeshna viridis</i> , <i>Crocothemis erythraea</i> , <i>Leucorrhinia pectoralis</i> , <i>Libellula quadrimaculata</i> , <i>Sympetrum vulgatum</i>

A5: Assoziation temporärer Gewässer

Lestes barbarus, Lestes dryas, Lestes virens, Anax ephippiger, Sympetrum danae, Sympetrum depressiusculum, Sympetrum flaveolum, Sympetrum meridionale, Sympetrum sanguineum, Aeshna affinis

A6: Rhithral-Assoziation

Calopteryx virgo, Cordulegaster bidentata, Cordulegaster boltonii, Cordulegaster heros

A7: Potamal-Assoziation

Calopteryx splendens, Platycnemis pennipes, Coenagrion ornatum, Gomphus flavipes, Gomphus vulgatissimus, Onychogomphus forcipatus, Ophiogomphus cecilia, Orthetrum brunneum, Orthetrum coerulescens

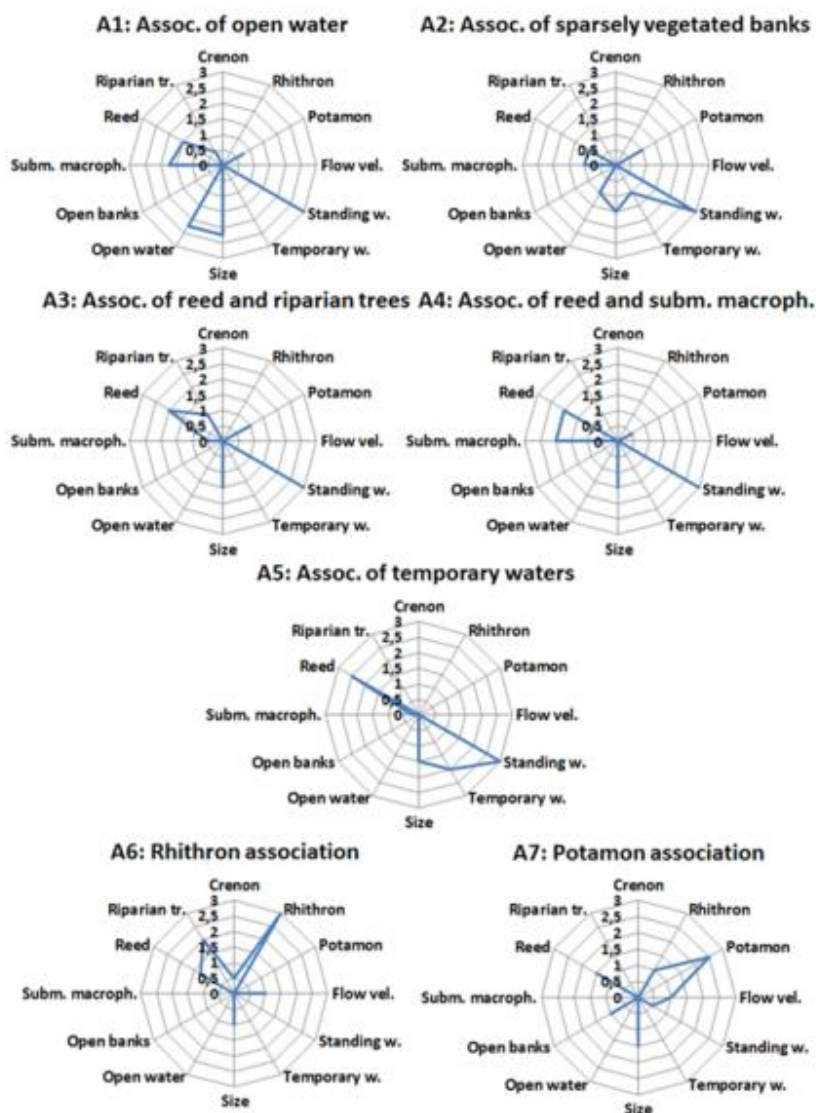


Abbildung 16 Ökologische Ansprüche der Libellen-Assoziationen, von 0 (nicht relevant / nicht ausgeprägt) bis 3 (sehr relevant / stark ausgeprägt). Angegeben sind die Mediane der assoziationszugehörigen Arten, bezogen auf die zwölf Habitatparameter

4.2. GEWÄSSERTYPEN:

Die Anpassung der bestehenden Gewässertypen gemäß WIMMER et al. (2012) aus libellenkundlicher Sicht ergab für diese Bioregion sieben Gewässertypen, die in Tabelle 6 auf der Grundlage der zwölf libellenkundlichen Schlüsselfaktoren beschrieben sind. Das hydromorphologische Leitbild 13-1-1 wurde in zwei Typen (A, B) unterteilt, da in Höhenlagen < 200 m Seehöhe der krenale Aspekt auf einen kürzeren Abschnitt beschränkt ist als bei Seehöhen \geq 200 m. Die Gewässertypen 13-1-3, 13-1-4, 13-2-3 und 13-2-4 wurden aufgrund vergleichbarer Habitatausstattungen aus libellenkundlicher Sicht zu einem Typ (F) zusammengelegt. Aufgrund des ehemaligen Vorhandenseins ausgedehnter, gewässerbegleitender Feuchtgebiete wurde der Sumpftyp (G) als libellenkundlich relevanter Typ ohne Spezifizierungen bzgl. Seehöhe und Einzugsgebietsgröße definiert

Tabelle 6 Gewässertypen aus libellenkundlicher Sicht (LK; A-G), HMLB: Hydromorphologische Leitbilder, EZG: Einzugsgebietsgröße, Kr.: Krenal, Rhi.: Rhithral, Pot.: Potamal, Str.: Strömungsgeschwindigkeit, Lit.: Litoral, Ast.: astatisches Gewässer, Grö.: Größe, Fl.: offene Wasserflächen, Uf.: offene Ufer, Mp.: submerse Makrophyten, Hel.: Helophyten, Geh.: Ufergehölz

HMLB	Höhe (m)	EZG (km ²)	LK	Kr.	Rhi.	Pot.	Str.	Lit.	Ast.	Grö.	Fl.	Uf.	Mp.	Hel.	Geh
13-1-1	< 200	< 2	A	0,5	1,0	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	2,0
13-1-1	< 200	2 - <10	B	0,0	0,5	2,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,5	2,0	2,0
13-1-2	< 200	10 - 100	C	0,0	0,5	2,5	0,5	0,5	0,0	1,5	0,5	2,0	1,0	2,5	2,0
13-2-1	\geq 200	< 10	D	0,5	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,5
13-2-2	\geq 200	10 - 100	E	0,0	2,0	1,5	1,0	0,0	0,0	1,5	0,5	2,0	0,5	1,5	2,0
13-1-3 13-1-4 13-2-3 13-2-4		> 100	F	0,0	0,0	3,0	0,5	1,5	1,0	2,5	2,0	1,5	2,0	2,5	1,5
Sumpftyp			G	0,0	0,0	1,5	0,5	2,0	2,0	2,0	0,5	0,0	1,5	3,0	1,5

Das Ergebnis der Ähnlichkeitsanalyse (Pearson-Korrelation) ist in Tabelle 7 wiedergegeben. Für die Korrelationen \geq 0, die für die Definition der gewässertyp-spezifischen Libellenassoziationen herangezogen werden, sind die entsprechenden Gewichtungsfaktoren angegeben.

Tabelle 7 Korrelationen zwischen den Libellen-Assoziationen (A1-A7) und den Fließgewässertypen der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer aus libellenkundlicher Sicht (A-G). GF: Gewichtungsfaktoren für Korrelationen ≥ 0

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A		-0.2	-0.3	0.3	0.0	-0.1	0.5	0,4
	GF			2	1		3	3
B		-0.1	-0.1	0.3	0.1	-0.1	0.3	0.6
	GF			2	1		2	3
C		0.1	0.1	0.4	0.2	0.0	0.0	0.7
	GF	1	1	2	1	1	1	3
D		-0.5	-0.5	-0.2	-0.5	-0.5	0.8	0.1
	GF						3	1
E		-0.3	-0.4	0.0	-0.4	-0.5	0.6	0.6
	GF			1			3	3
F		0.6	0.5	0.5	0.5	0.3	-0.4	0.5
	GF	3	3	3	3	2		3
G		0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	-0,1	0,2
	GF	2	2	3	3	3		1

An Gewässertypen A und B treten erwartungsgemäß dieselben Leitbildassoziationen auf, Unterschiede gibt es in der Höhe der Korrelationsfaktoren zwischen den Typen und der Rhithral-Assoziation A6 sowie der Potamal-Assoziation A6 und damit in den entsprechenden Gewichtungsfaktoren. Grundsätzlich nimmt die Anzahl der Leitbildassoziationen mit der Gewässergröße zu; bei den Gewässertypen mit einer Einzugsgebietsgröße $\leq 100 \text{ km}^2$ sind jene auf einer Seehöhe $< 200 \text{ m}$ durch mehr Leitbildassoziationen charakterisiert als jene auf einer Seehöhe $\geq 200 \text{ m}$. Die Referenzzönose eines Gewässertyps (C) umfasst Arten aller Assoziationen. Die höchsten Werte (0,8) ergaben die Korrelationen zwischen Gewässertyp D und Assoziation A6 sowie zwischen G und A5. In Tabelle 8 sind die gewässertyp-spezifischen Assoziationen, die Zahl der zugehörigen Arten, Gewichtungsfaktoren sowie die Ausprägungen der typ- und assoziations-spezifischen Statusklassen angegeben.

Tabelle 8 Gewässertypen aus libellenkundlicher Sicht (A-G), gewässertyp-spezifische Libellen-Assoziationen, Gesamtzahl der Arten/Taxa pro Assoziation, Gewichtungsfaktoren und assoziations- bzw. typ-spezifische Statusklassen

Typ	Assoz.	Taxa/Species	GF	Statusklasse				
				1	2	3	4	5
A	A6+A7	11	3	≥ 3	2	1		0
	A3	7	2	≥ 2	1			0
	A4	10	1	≥ 3	2		1	0
B	A7	9	3	≥ 3	2	1		0
	A6	2	2	≥ 1		0		
	A3	7	2	≥ 2	1			0
	A4	10	1	≥ 3	2		1	0
C	A7	9	3	≥ 4	3	2	1	0
	A3	7	2	≥ 3	2	1		0
	A1	10	1	≥ 4	3	2	1	0
	A2	7	1	≥ 3	2	1		0
	A4	10	1	≥ 4	3	2	1	0
	A5	10	1	≥ 4	3	2	1	0
	A6	2	1	≥ 1		0		
D	A6	2	3	≥ 1			0	
	A7	9	1	≥ 3	2	1		0
E	A6	2	3	≥ 1			0	
	A7	9	3	≥ 4	3	2	1	0
	A3	7	1	≥ 3	2	1		0
F	A1	10	3	≥ 4	3	2	1	0
	A2	7	3	≥ 3	2	1		0
	A3	7	3	≥ 3	2	1		0
	A4	10	3	≥ 4	3	2	1	0
	A7	9	3	≥ 4	3	2	1	0
	A5	10	2	≥ 4	3	2	1	0
G	A3	7	3	≥ 3	2	1		0
	A4	10	3	≥ 4	3	2	1	0
	A5	10	3	≥ 4	3	2	1	0
	A1	10	2	≥ 4	3	2	1	0
	A2	7	2	≥ 3	2	1		0
	A7	9	1	≥ 4	3	2	1	0

4.3. ANWENDUNG AN AUSGEWÄHLTEN GEWÄSSERN:

Die Ergebnisse der an den einzelnen Untersuchungsabschnitten durchgeführten Erhebungen sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Tabelle 10 sind die Werte des DAI und die Einstufung des libellenökologischen Zustands zu entnehmen. Am Beispiel des Baches bei Mannersdorf werden Bewertungsvorgang und Rechenweg im Detail illustriert: Die Untersuchungsstrecke ist aufgrund von Einzugsgebietsgröße und Höhenlage dem libellenkundlichen Typ B zuzuordnen (Tab. 6). Die DAI-gestützte Bewertung erfolgt daher gemäß Tabelle 8 unter Einbeziehung jener bodenständigen Arten, die den Assoziationen A7, 6, 3 und 4 angehören. Die insgesamt drei nicht bodenständigen Arten aus A1, 2 und 5 sowie die beiden bodenständigen Arten aus A2 werden in die Verrechnung nicht einbezogen. Der DAI ist daher in der nachstehenden Weise zu berechnen:

$$\text{DAI} = \frac{(1 \cdot 3 + 1 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 4 \cdot 1)}{8} = 2,38 - 0,5 = 1,88$$

Im Fall von A7 treten mehr als 2, im Fall von A6 tritt eine Art auf, deswegen wird der Korrekturfaktor eingesetzt, der den Ergebniswert von 2,38 um 0,5 auf 1,88 herabsetzt. Der libellenökologische Zustand ist gemäß Tabelle 1 „gut“.

Zwei der im Rahmen der vorliegenden Studie bearbeiteten Gewässerabschnitte wurden mit „sehr guter libellen-ökologischer Zustand“ klassifiziert: der Oberlauf der Zaya aufgrund seines naturnahen Verlaufes und der renaturierte Weidenbach-Abschnitt Stripfing bis Mündung in die March. Zwei Abschnitte wurden in Klasse 2 („guter libellen-ökologischer Zustand“) eingestuft: Der Bach bei Mannersdorf und der renaturierte Abschnitt des Weidenbaches in Weikendorf. In beiden Fällen war aufgrund der Fundsituation der Korrekturfaktor anzuwenden, beim Weidenbach führte dies zu einer Verbesserung des Zustandes von Klasse 3 auf Klasse 2. Bei den restlichen vier Abschnitten (Herbertsbrunngraben, Zaya Ebersdorf 1 und 2, Weidenbach Weikendorf 2) ergab die Bewertung den „unbefriedigenden libellen-ökologischen Zustand“ (Klasse 4). Hervorzuheben ist an dieser Stelle, dass der Abschnitt Zaya Ebersdorf 1 Gegenstand von Renaturierungsmaßnahmen war.

An den neun bearbeiteten Abschnitten wurden insgesamt 33 der 57 potenziell in der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer vorkommenden Libellenarten nachgewiesen. Davon waren 31 Arten zumindest an einem Abschnitt bodenständig. Am Abschnitt Weidenbach Stripfing bis Mündung wurden 28 bodenständige Arten nachgewiesen, elf davon wurden an keinem der acht anderen Abschnitte gefunden.

Platycnemis pennipes war an allen Abschnitten bodenständig, *Calopteryx splendens* und *Ischnura elegans* an allen Abschnitten mit Ausnahme des Zaya-Oberlaufes. Alle sieben Arten der Assoziation A2 waren an einem oder mehreren Abschnitten bodenständig; von den zehn Arten der Assoziation A4 wurden sieben Species, von den neun Arten der Assoziation A7 wurden sechs Species gefunden. Auffällig ist, dass nur eine der zehn Arten von A5 bodenständig waren.

Tabelle 9 An den neun bearbeiteten Gewässerabschnitten nachgewiesene Libellenarten; A1-7 Libellen-Assoziationen, x: bodenständig, (x): nicht bodenständig

Gewässername	Bach bei Mannersdorf	Johannesbach	Herbertsbrunngraben	Zaya Oberlauf	Zaya Ebersdorf 1	Zaya Ebersdorf 2	Weidenbach Weikendorf 1	Weidenbach Weikendorf 2	Weidenbach Stripfing - Mündung
Libellenkndl. Typ	B	C	G	D	F	F	F	F	F
Assoziationen, Arten									
A1									
<i>Erythromma viridulum</i>							x		x
<i>Enallagma cyathigerum</i>									x
<i>Anax imperator</i>	(x)		x				x		x
<i>Anax parthenope</i>									x
A2									
<i>Ischnura pumilio</i>	(x)		x		(x)				x
<i>Libellula depressa</i>			x	x					x
<i>Orthetrum albistylum</i>							x		x
<i>Orthetrum cancellatum</i>	x				(x)		x		x
<i>Sympetrum fonscolombii</i>									x
<i>Sympetrum pedemontanum</i>									x
<i>Sympetrum striolatum</i>	x	x					x		x
A3									
<i>Sympecma fusca</i>									x
<i>Lestes viridis</i>									x
<i>Aeshna isosceles</i>									x
<i>Aeshna mixta</i>		x		x			x		x
A4									
<i>Lestes sponsa</i>									x
<i>Coenagrion puella</i>							x		x
<i>Coenagrion pulchellum</i>									x
<i>Ischnura elegans</i>	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Libellula quadrimaculata</i>									x
<i>Crocothemis erythraea</i>									x
<i>Sympetrum vulgatum</i>		x		x			x		x

A5									
<i>Aeshna affinis</i>	(x)								
<i>Sympetrum sanguineum</i>			x		x		x		x
A6									
<i>Calopteryx virgo</i>	x	x							
<i>Cordulegaster heros</i>				x					
A7									
<i>Calopteryx splendens</i>	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Platycnemis pennipes</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Coenagrion ornatum</i>			x			x			
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	x				x				x
<i>Ophiogomphus cecilia</i>						(x)			
<i>Orthetrum bruneum</i>	x		x		x		(x)		x
<i>Orthetrum coerulescens</i>	x	x							x

**Tabelle 10 Libellen-ökologischer Zustand der bearbeiteten Gewässerabschnitte.
DAI Dragonfly Association Index, KF Korrekturfaktor, DAI_{corr} korrigierter Dragonfly Association Index**

Name	Bach bei Mannersdorf	Johannesbach	Herbertsbrunngraben	Zaya Oberlauf	Zaya Ebersdorf 1	Zaya Ebersdorf 2	Weidenbach Weikendorf 1	Weidenbach Weikendorf 2	Weidenbach Stripfing - Mündung
Libellenkundl. Typ	B	C	G	D	F	F	F	F	F
DAI	2,38	2,90	3,71	1,50	4,00	4,29	2,59	4,47	1,35
KF	-0,50			-0,50			-0,50		-0,50
DAI _{corr.}	1,88			1,00			2,09		0,85
Lib.-ök. Zustand	2	3	4	1	4	4	2	4	1

5. DISKUSSION

Die Beschreibung von Libellen-Assoziationen hat in der odonatologischen Forschung eine lange Tradition. In diesem Konzept wird davon ausgegangen, dass aufgrund von Übereinstimmungen der ökologischen Ansprüche verschiedener Libellenarten an Gewässern, die diese Ansprüche erfüllen, ähnliche Artenzusammensetzungen zu erwarten sind. In diesem Zusammenhang sei insbesondere auf die Arbeit von JACOB (1969) verwiesen. STARK (1976) überarbeitete JACOBS Zönosen für die Steiermark und das Burgenland. Diese Region liegt zu einem großen Teil in der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer. Die im Rahmen der vorliegenden Studie definierten Assoziationen stimmen mit den von Stark beschriebenen in weiten Bereichen überein: Die Leitarten von STARKS *Calopteryx splendens* – *Gomphus* – Zönose und *Coenagrion ornatum* – *Orthetrum brunneum* – Zönose entsprechen der Potamal-Assoziation A7, jene der *Cordulegaster* – *Calopteryx virgo* – Zönose der Rhithral-Assoziation A6. In gleicher Weise sind die Leitarten der *Libellula depressa* – *Orthetrum* – Zönose bzw. der *Erythromma* – *Anax imperator* – Zönose Vertreter der Assoziationen A2 bzw. A1. Die von JACOB und STARK veröffentlichten Zönosen basieren auf deskriptiven Ansätzen.

Die Aufstellung der Assoziationen in der vorliegenden Arbeit ist das Resultat statistischer Methoden, die Basis dafür stellten autökologische Informationen dar. Im Gegensatz zu den oben genannten Arbeiten wurde auf die Unterscheidung von Leit- und Begleitarten verzichtet; darüber hinaus ist jede Art nur Element einer Assoziation. Dadurch wurden die Abgrenzungen der Assoziationen schärfer. Damit wurden wesentliche kritische Anmerkungen von SCHMIDT (1982) zur Praxis der Beschreibung von Odonaten-Zönosen berücksichtigt. Die hier präsentierte Methode ist der erste Ansatz, in dem die statistisch ermittelten Assoziationen mit Gewässertypen gemäß EU Wasserrahmenrichtlinie in Beziehung gesetzt wurden. Dies ermöglichte die Abgrenzung von Referenz- bzw. Leitbild-Zönosen. CORBET (1993) empfahl die Verwendung von Zönosen-basierten Bewertungen in der Bioindikation im Gegensatz zu Arten-basierten Ansätzen aufgrund der stärkeren Pufferung gegenüber Kenntnislücken beim Wissen hinsichtlich der ökologischen Ansprüche von Arten und gegenüber Unschärfen bei der Beschreibung der Habitatfaktoren. Auf statistischen Methoden beruhende Beschreibungen von Libellen-Zönosen wurden für einzelne Gewässer, Gewässersysteme bzw. Lebensraumtypen u. a. von WARINGER (1989), LAISTER 1994/95, CHWALA & WARINGER (1996), SCHINDLER et al. (2003) sowie HOLZINGER & KOMPOSCH (2012) erarbeitet.

Die Habitatansprüche der einzelnen Assoziationen spiegeln die hohe ökologische Plastizität mehrerer Libellenarten wider. Wie aus Abbildung 16 ersichtlich können die „Stillwasserassoziationen“ (sensu JACOB und STARK) A1 – A4 auch in träge fließenden oder stehenden Abschnitten von potamalen Fließgewässern bodenständige Vorkommen bilden (siehe dazu auch HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 1993, STERNBERG & BUCHWALD 1999, 2000, SCHMEDTJE & COLLING 1996, CHOVANEC et al. 2012). Die gewässertyp-spezifischen Assoziationen reflektieren längenzonale Verbreitungsmuster mit steigenden Artenzahlen im Unterlauf (vgl. dazu auch HAWKING & NEW 1999). Natürliche bzw. naturnahe Fließgewässer des Flachlandes sind durch hohe Artenzahlen charakterisiert (z. B. DONATH 1987, THOMES 1987, RAAB 1998, SAMWALD 2004, STAUFER & SCHULZE 2011). Die Ursache dafür liegt im Angebot an zahlreichen Teillebensräumen, die von unterschiedlichen Assoziationen besiedelt werden, wie z. B. fließende und stehende Abschnitte, temporäre Überflutungsflächen, Anbruchufer, Schotterbänke, emer-

se und submerse Verlandungsvegetation. Dadurch erklärt sich damit auch die hohe Zahl an Assoziationen, die für Gewässertypen C und F typisch sind.

Die Fließgewässer der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer sind - abgesehen von wenigen Oberläufen - durch systematische Regulierungs- und Entwässerungsmaßnahmen massiv in ihrer typologischen Charakteristik verändert (BMLFUW 2010b, WIESBAUER & DENNER 2013): Begradigungen führten zu erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten und Eintiefungstendenzen, reduzierter Morphodynamik und Strukturvielfalt sowie zur Isolation der Gewässer vom Umland. Die zusätzlich durchgeführten flächenhaften Entwässerungen hatten einen dramatischen Verlust an ausgedehnten charakteristischen temporären Feuchtlebensräumen zur Folge. Der DAI wurde im Rahmen der vorliegenden Studie an ausgewählten Gewässerabschnitten der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer getestet. Es wurden zwei Gewässerabschnitte in Klasse I eingestuft: Am naturnahen Oberlauf der Zaya, der dem libellenkundlichen Gewässertyp D zuzuordnen ist, wurden fünf bodenständige Arten nachgewiesen, von denen zwei den gewässertyp-spezifischen Assoziationen A6 und A7 zuzuordnen sind. Der Abschnitt des Weidenbaches von Stripfing bis zur Mündung in die March (Typ F) wurde durch umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen in den sehr guten libellen-ökologischen Zustand versetzt. Der Nachweis von 28 bodenständigen Arten belegt, dass an diesem Abschnitt Lebensraum für die meisten gewässertyp-spezifischen Assoziationen geschaffen wurde: Durch die Schaffung von Mäanderschlingen in einem Rückhaltebereich sowie durch Aufweitungen selbst in den gestreckten Bereichen zwischen den Dämmen konnte die Strömungsgeschwindigkeit deutlich reduziert werden, Flachufer und Nebengewässer im Rückhaltebereich betonen den lateralen Aspekt des Tieflandgewässers, stärkere Strömungen in Mündungsnähe ermöglichen morphodynamische Prozesse und somit die Ausbildung von Schotterbänken und Anbruchufern. Fünf der sechs typ-spezifischen Assoziationen weisen eine Statusklasse 1 auf.

Auch im Bereich des Ortes Weikendorf gesetzte Maßnahmen zur Renaturierung des Weidenbaches (Abschnitt Weidenbach Weikendorf 1) führten zu einer deutlichen Verbesserung des libellen-ökologischen Zustandes (Klasse 2). In diesem Bereich wurden die Strömungsgeschwindigkeit durch die Aufweitung und Verlängerung des Flusslaufes herabgesetzt, die Strukturvielfalt der Uferbereiche erhöht und die laterale Vernetzung des Gewässers durch die Anlage eines einseitig angebundenen Nebenarmes vergrößert. Die Anwendung des Korrekturfaktors führte in diesem Fall zu einer Verbesserung des Zustandes von Klasse III zu Klasse II. Der libellen-ökologische Zustand des regulierten Weidenbaches (Abschnitt Weidenbach Weikendorf 2) wurde als „unbefriedigend“ (Klasse IV) eingestuft.

Die Renaturierung der Zaya (Abschnitt Ebersdorf 1) schlug sich zwar in einem geringeren Wert des DAI gegenüber dem regulierten Abschnitt (Ebersdorf 2) nieder (4,0 bzw. 4,29); dies führte allerdings zu keiner Veränderung der Klasse des libellen-ökologischen Zustands: beide Abschnitte wurden mit Klasse IV bewertet. In diesem Fall beschränkten sich die Renaturierungsmaßnahmen fast ausschließlich auf die Strukturierungen der Uferbereiche. Die Strömungsgeschwindigkeit ist aufgrund des weiterhin gestreckten Verlaufes im Vergleich zur gewässertypischen Ausprägung zu hoch, die Linienführung sollte stärker pendelnd bzw. mäandrierend sein. Maßnahmen zur Laufverlängerung hätten eine die Strömungsgeschwindigkeit reduzierende Wirkung gehabt. Dadurch hätten sich im Gewässerbett in strömungsberuhigten Bereichen submerse Makrophyten und Röhrichtbestände entwickeln können, wodurch die Entwicklung einer artenreicheren gewässertyp-spezifischen Libellenfauna gefördert worden wäre. Flachere Uferbereiche hätten einen positiven Effekt auf die Entwicklung von ausgedehnteren Verlandungszonen gehabt. Insbesondere in gestreckten Bereichen sollten Gewässeraufweitungen ohne Inseln

gestaltet werden, da diese einen kanalisierenden, die Strömungsgeschwindigkeit erhöhenden Effekt haben. Deswegen haben die Renaturierungsmaßnahmen am Abschnitt Zaya Ebersdorf 1 nur im Falle der Potamal-Assoziation A7 einen positiven Aspekt (Statusklasse 1), die übrigen gewässertyp-spezifischen Assoziationen werden nicht bzw. kaum gefördert.

Die Bewertung des Baches bei Mannersdorf (Typ B) ergab auf Grund der sehr guten Ausprägung der typ-spezifischen Assoziationen Fließwasser A6 und A7 und der damit verbundenen Anwendung des Korrekturfaktors den „guten libellen-ökologischen Zustand“. Auch am Johannesbach (Typ C; „mäßiger libellen-ökologischer“ Zustand“) waren diese beiden Assoziationen gut ausgeprägt, doch im Fall von zwei der fünf anderen typ-spezifischen Assoziationen waren beispielsweise keine bodenständigen Arten nachweisbar (A1, A5). Die Potamal-Assoziation A7 zeigt beim Herbetsbrunngraben, der dem Sumpftyp (Typ G) angehört, eine sehr gute Statusklasse, die großteils unbefriedigende Fundsituation insbesondere bei den hoch gewichteten typ-spezifischen Assoziationen bedingt die Einstufung in „Klasse IV“. Der Sumpftyp ist der einzige Gewässertyp, bei dem die Assoziation temporärer Gewässer A5 mit dem Faktor 3 gewichtet ist. Am Herbetsbrunngraben konnte nur eine Art dieser Assoziation nachgewiesen werden.

Durch die Ergebnisse der im Rahmen dieser Studie entwickelten Bewertungsmethode werden sowohl Unterschiede in der gewässertypologischen Charakteristik als auch im Grad der Natürlichkeit sensitiv abgebildet. Der Ansatz bewährt sich auch bei der Bewertung von lokal gesetzten wasserbaulichen Maßnahmen. Insbesondere bei größeren Gewässern dieser Bioregion führen typ-bezogene Maßnahmen, die die Heterogenität der Uferstrukturen, die laterale Vernetzung und die Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit fördern, zu sichtbaren Verbesserungen beim libellen-ökologischen Zustand (Abb. 17; CHOVANEC et al. 2012, 2014a, vgl. auch WILDERMUTH & KÜRY 2009). Die Statusklassen für die individuellen typ-spezifischen Assoziationen geben Auskunft über Erfolge, Mängel bzw. Verbesserungsoptionen von Renaturierungsmaßnahmen. Der DAI-basierte Ansatz bietet sich als Ergänzung zu den Standard-Indikations-Methoden gemäß WRG/WRRL zur Bewertung der Hydromorphologie an. Er wird aber auch als Hauptmethode empfohlen, wenn die Aussagekraft der Standard-Methoden aufgrund der gewässertypologischen Charakteristik in dieser Bioregion eingeschränkt oder nicht gegeben ist.



Abbildung 17 Mäanderschlinge des Weidenbaches im Bereich Stripfing mit Flachufern, Überflutungszonen, heterogenen Uferstrukturen und langsamer Strömungsgeschwindigkeit (Foto: A. Chovanec)

6. LITERATUR

- BMLFUW BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2010a): Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer. BGBl II 2010/99.
- BMLFUW BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2010b): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 – NGP 2009. BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010.
- BRIED J.T., D'AMICO F. & SAMWAYS M.J. (2012): A critique of the dragonfly delusion hypothesis: why sampling exuviae does not avoid bias. *Insect Conservation and Diversity* 5: 398-402.
- BUCHWALD R. (1989): Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. *Phytocoenologia* 17(3): 307-448.
- CHOVANEC A. (2000): Dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of the ecological integrity of aquatic systems - a new assessment approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 887-890.
- CHOVANEC A. (2012): Libellenkundliche Untersuchungen an Weinviertler Fließgewässern - Bewertung von Renaturierungs- und Pflegemaßnahmen. Weidenbach: Stripfing - Mündung. Im Auftrag des Wasserverbandes für den March-Hochwasserschutzdamm Marchegg-Zwerndorf.
- CHOVANEC A. (2013a): Bewertung der Renaturierungsmaßnahmen an der Krems (OÖ) im Bereich Ansfelden / Oberaudorf aus libellenkundlicher Sicht. Im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung.
- CHOVANEC A. (2013b). Libellen im Weinviertel. In WIESBAUER H. & DENNER M.: Feuchtgebiete – Natur- und Kulturgeschichte der Weinviertler Gewässer. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien: 75-80.
- CHOVANEC A. (2014a): *Coenagrion ornatum* (SELYS, 1850) und *Ophiogomphus cecilia* (FOURCROY, 1785) (Insecta: Odonata) – Nachweis von zwei FFH-Arten an der Zaya (Niederösterreich). *Beiträge zur Entomofaunistik* 14:1-11.
- CHOVANEC, A. (2014b): Libellen als Indikatoren für den Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern am Beispiel der Krems im Bereich Ansfelden/Oberaudorf. *ÖKO.L* 36/2: 17-26.
- CHOVANEC A. & RAAB R. (2002): Die Libellenfauna (Insecta: Odonata) des Tritonwassers auf der Donauinsel in Wien – Ergebnisse einer Langzeitstudie, Aspekte der Gewässerbewertung und Bioindikation. *Denisia* 3: 63-79.
- CHOVANEC A. & SCHINDLER M. (2011): Gewässertypspezifische Bewertung von Restrukturierungsmaßnahmen an einem Tieflandbach durch libellenkundliche Untersuchungen (Insecta: Odonata). *Beiträge zur Entomofaunistik* 12: 25-40.
- 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. (2007): Libellen als Bioindikatoren. In RAAB R., CHOVANEC A. & PENNERSTORFER J.: *Libellen Österreichs*. Springer: Wien, New York: 311-324.

- CHOVANEC A. & WARINGER J. (2013): The Dragonfly Association Index – a new tool for the type-specific assessment of lowland rivers. In WEIHRAUCH F.: 2013 International Congress of Odonatology, Freising, Bavaria, Germany, 17th to 21st June 2013, Book of Abstracts: 33.
- CHOVANEC A., WARINGER J., RAAB R. & LAISTER G. (2004): Lateral connectivity of a fragmented large river system: assessment on a macroscale by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 163-178.
- CHOVANEC A., SCHINDLER M., PALL K. & HOSTETTLER K. (2010): Bewertung des österreichischen Bodenseufers auf der Grundlage libellenkundlicher Untersuchungen. *Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg*, Band 59.
- CHOVANEC A., WIMMER R., RUBEY W., SCHINDLER M. & WARINGER J. (2012): Hydromorphologische Leitbilder als Grundlage für die Ableitung gewässertyp-spezifischer Libellengemeinschaften (Insecta: Odonata), dargestellt am Beispiel der Bewertung der restrukturierten Weidenbach-Mündungsstrecke (Marchfeld, Niederösterreich). *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum* 23: 83-112.
- CHOVANEC A., SCHINDLER M. & RUBEY W. (2014a): Assessing the success of lowland river restoration using dragonfly assemblages (Insecta: Odonata). *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich. Acta ZooBot Austria* 150/151: 1-16.
- CHOVANEC A., SCHINDLER M., WARINGER J. & WIMMER R. (2014b): The Dragonfly Association Index (Insecta: Odonata) – a tool for the type-specific assessment of lowland rivers. *River Research and Applications* DOI: 10.1002/rra.2760.
- CHWALA E. & WARINGER J. (1996): Association patterns and habitat selection of dragonflies (Insecta: Odonata) at different types of Danubian backwaters at Vienna, Austria. *Archiv für Hydrobiologie Supplement* 115, Large Rivers 11: 45-60.
- CORBET P.S. (1993): Are Odonata useful as bioindicators? *Libellula* 12: 91-102.
- DONATH H. (1987): Vorschlag für ein Libellen-Indikatorsystem auf ökologischer Grundlage am Beispiel der Odonatenfauna der Niederlausitz. *Entomologische Nachrichten und Berichte* 31: 213-217.
- FROSCHAUER F.W. (2010): Charakterisierung der historischen hydromorphologischen Verhältnisse sowie der Verbauungsgeschichte von ausgewählten Bächen im Weinviertel. *Diplom-Arbeit Universität für Bodenkultur, Wien*.
- HAUNSMID 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. (2010): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente. Teil A1 – Fische. *Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien*.
- HAWKING J.H. & NEW T.R. (1999): The distribution patterns of dragonflies (Insecta: Odonata) along the Kiewa River, Australia, and their relevance in conservation assessment. *Hydrobiologia* 392: 249-260.
- HEIDEMANN H. & SEIDENBUSCH R. (1993): Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs. *Handbuch für Exuviensammler*. Verlag Erna Bauer, Keltern.
- HOLZINGER W.E. & KOMPOSCH B. (2012): Die Libellen Kärntens. *Sonderreihe Natur Kärnten*, Band 6. *Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Klagenfurt*.

- JACOB U. (1969): Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen Ökologie und Verbreitung heimischer Libellen. Faunistische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden, Band 2, Nr. 24: 197-239.
- KUTCHER T.E. & BRIED J.T. (2014): Adult Odonata conservatism as an indicator of freshwater wetland condition. *Ecological Indicators* 38: 31-39.
- LAISTER G. (1994/95): Bestand, Gefährdung und Ökologie der Libellenfauna der Großstadt Linz. *Naturk. Jb. d. Stadt Linz* 40/41: 9-305.
- MCCUNE B. & GRACE J.B. (2002): *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.
- OERTLI B. (2008). The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. In CORDOBA-AGUILAR A (ed.): *Dragonflies and Damselflies. Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research*, Oxford University Press, New York: 79-95.
- OERTLI B., JOYE D.A., CASTELLA E., JUGE R., CAMBIN D. & LACHAVANNE J.B. (2002): Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation* 104: 59-70.
- OFENBÖCK G. & MÜHLMANN H. (2012): Bewertung kleiner Gewässer, spezieller Gewässertypen und Typausprägungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (unveröffentlicht).
- RAAB R. (1998): Die Libellen- und Vogelfauna im Waldviertel. In WWF ÖSTERREICH (Hrsg.): *Natura 2000 im Waldviertel. Faunistische Erhebungen und Managementpläne im Rahmen eines LIFE-Projektes*. Forschungsbericht Heft 15, Wien: 9-46.
- RAAB, R. (2002): Libellen als Bioindikatoren zur Überprüfung der Effizienz von Revitalisierungsmaßnahmen an Wienfluss und Mauerbach. *Perspektiven* 1/2: 55-62.
- RAAB R. (2003): Die Besiedlung neu geschaffener Uferstrukturen im Stauraum Freudenau (Wien, Niederösterreich) durch Libellen (Insecta, Odonata). *Denisia* 10: 79-99.
- RAAB R., CHOVANEC A. & PENNERSTORFER J. (2007): *Libellen Österreichs*. Springer, Wien, New York.
- REHFELDT G. (1986): Libellen als Indikatoren des Zustandes von Fließgewässern des nordwestdeutschen Tieflandes. *Archiv für Hydrobiologie* 108: 77-95.
- SAHLEN G. & EKESTUBBE K. (2001): Identification of dragonflies (Odonata) as indicators of general species richness in boreal forest lakes. *Biodiversity and Conservation* 10: 673-690.
- SAMWALD O. (2004): Die Libellenfauna eines rückgebauten Bachlaufes bei Rudersdorf im südlichen Burgenland, Österreich (Odonata). *Joannea Zool.* 6: 247-256.
- SAMWAYS M.J. (1993): Dragonflies (Odonata) in toxic overlays and biodiversity conservation. In GASTON K.J., NEW T.R. & SAMWAYS M.J. (eds.): *Perspectives on Insect Conservation*. Intercept Ltd, Andover, Massachusetts: 111-123
- SAMWAYS M.J. (2008): Dragonflies as focal organisms in contemporary conservation biology. In CORDOBA-AGUILAR A. (ed.): *Dragonflies and Damselflies. Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research*. Oxford University Press, New York: 97-108.
- SAMWAYS M.J., MCGEOCH M.A. & NEW T.R. (2010): *Insect conservation. A handbook of approaches and methods*. University Press, Oxford.

- SCHINDLER M. & CHOVANEC A. (2011): Libellenfauna. In GROSS, M.: Naturnah gestaltete Feuchtbio-
tope. Lebensräume bedrohter Arten. Naturschutzbund Niederösterreich: 130-152.
- SCHINDLER M., FESL C. & CHOVANEC A. (2003): Dragonfly associations (Insecta: Odonata) in relation
to habitat variables: a multivariate approach. *Hydrobiologia* 497: 169-180.
- SCHMEDTJE U. & COLLING M. (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. Informa-
tionsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft Heft 4/96: München.
- SCHMIDT E. (1982): Odonaten-Zönosen kritisch betrachtet. *Drosera* 82: 85-90.
- SCHMIDT E. (1985): Habitat inventarization, characterization and bioindication by a "Representative
Spectrum of Odonata Species (RSO)". *Odonatologica* 14: 127-133.
- SCHMIDT E. (1989): Libellen als Bioindikatoren für den praktischen Naturschutz: Prinzipien der Gelän-
dearbeit und ökologischen Analyse und ihre theoretische Grundlegung im Konzept der ökologi-
schen Nische. *Schr.-R. f. Landschaftspflege und Naturschutz* 29: 281-289.
- SCHMIDT E. (1991): Das Nischenkonzept für die Bioindikation am Beispiel Libellen. *Beiträge Lande-
spflege Rheinland-Pfalz* 14: 95-117.
- SCHULTZ H., WARINGER J. & CHOVANEC A. (2003): Assessment of the ecological status of Danubian
floodplains at Tulln (Lower Austria) based on the Odonata Habitat Index (OHI). *Odonatologica*
32 (4): 355-370.
- SILVA D.P., DE MARCO P. & RESENDE D.C. (2010): Adult odonate abundance and community assem-
blage measures as indicators of stream ecological integrity: a case study. *Ecological Indicators*
10: 744-752.
- SIMAIKA J.P. & SAMWAYS M.J. (2008): Valuing dragonflies as service providers. In CÓRDOBA-
AGUILAR, A. (ed.): *Dragonflies and Damselflies. Model Organisms for Ecological and Evolu-
tionary Research*. Oxford University Press, New York: 109-123.
- SIMAIKA J.P. & SAMWAYS M.J. (2009): An easy-to-use index of ecological integrity for prioritizing
streams for conservation action. *Biodiversity and Conservation* 18: 1171-1185.
- STARK W. (1976): Die Libellen der Steiermark und des Neusiedlerseegebietes in monographischer
Sicht. Dissertation, Karl Franzens Universität, Graz.
- STAUFER M. & SCHULZE C.H. (2011): Diversität und Struktur von Libellengemeinschaften an Auge-
wässern in den March-Auen. *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen
Landesmuseum* 22: 171-202.
- STERNBERG K. & BUCHWALD R. (1999): Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil,
Kleinlibellen (Zygoptera). Ulmer, Stuttgart.
- STERNBERG K. & BUCHWALD R. (2000): Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen
(Anisoptera), Literatur. Ulmer, Stuttgart.
- THOMES A. (1987): Auswirkungen anthropogener Veränderungen eines norddeutschen Tieflandbaches
auf die Libellenfauna. *Limnologica* 18: 253-268.
- WARD J.H. (1963): Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American
Statistical Association* 58: 236-244.
- WARINGER J. (1989): Gewässertypisierung anhand der Libellenfauna am Beispiel der Althenwörther
Donauau (Niederösterreich). *Natur und Landschaft* 64: 389-392.

- 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.
- WILDERMUTH H. & KÜRY D. (2009). Libellen schützen, Libellen fördern. Leitfaden für die Naturschutzpraxis. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz Nr. 31: Basel.
- WIMMER R., WINTERSBERGER H. & PARTHL G. (2012): Hydromorphologische Leitbilder - Fließgewässertypisierung in Österreich. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Wien.
- ZAR J.H. (1984): Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice Hall International: Upper Saddle River, New Jersey.



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**

bmlfuw.gv.at

FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH.

UNSER ZIEL ist ein lebenswertes Österreich in einem starken Europa: mit reiner Luft, sauberem Wasser, einer vielfältigen Natur sowie sicheren, qualitativ hochwertigen und leistbaren Lebensmitteln. Dafür schaffen wir die bestmöglichen Voraussetzungen.

WIR ARBEITEN für sichere Lebensgrundlagen, eine nachhaltige Lebensart und verlässlichen Lebensschutz.



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEERTES
ÖSTERREICH**