

Naturschutzfachlich wertvolle Libellengewässer in Nordrhein-Westfalen – Methodik zur Ermittlung von Libellen-Hotspots auf der Basis heterogener Datenbestände

Dominik Jablotschkin

Geographisches Institut, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150,
D-44780 Bochum, dominik.jablotschkin@rub.de

Abstract

Dragonfly habitats with particularly high value for nature conservation in North Rhine-Westphalia – An approach for prioritizing dragonfly habitats on the basis of heterogeneous data – Efforts to protect and conserve dragonflies depend on a good data basis. Not least thanks to Citizen Science Projects there are big data collections in many places. These data often provide the potential for an analysis on the level of specific habitats. However, there is a lack of appropriate methods to assess the big number of dragonfly observations in a meaningful and comprehensive way. This paper presents a possible method to detect habitats of high importance to dragonflies and damselflies. The presented methodology was designed with the intention of being flexible, to be used on data collections of different origins and any sizes. This was achieved by a high degree of automation, among other things. Challenges, especially those based on the heterogeneity of the data, are discussed. The results of the procedure provide information about which biotopes are a constant reproduction site of a significant number of species or of endangered species. Furthermore those species occurrences are highlighted that are of high importance to the species survival.

Zusammenfassung

Erfolgreicher Artenschutz hängt von einer guten Datenbasis ab. Nicht zuletzt dank der Beteiligung ehrenamtlicher Experten (Stichwort: Citizen Science) existieren vielerorts große Datensammlungen zu verschiedenen Artengruppen. Kennzeichen dieser Datenbestände sind häufig ein verhältnismäßig hoher Detailgrad (etwa metergenaue Angabe der räumlichen Lage über GPS-Koordinaten) auf der einen, jedoch auch eine nicht zu vernachlässigende Heterogenität der Datenqualität auf der anderen Seite. Es mangelt häufig an geeigneten Methoden, diese Datenbestände in einer ihrer Qualität entsprechenden Weise auszuwerten. Anhand des Beispiels der Libellen Nordrhein-Westfalens wurde ein Algorithmus entwickelt, der auf Basis eines heterogenen Datenbestandes Habitate von besonderem naturschutzfachlichem Wert ermittelt. Die Analyseergebnisse kennzeichnen Gewässer, die gefährdeten oder einer besonders großen Anzahl von Libellenarten als dauerhafte Fort-

pflanzungsstätte dienen. Darüber hinaus wird der Stellenwert aller Vorkommen einer Art für deren Erhaltung im Untersuchungsgebiet bewertet. Bei der Entwicklung der Methodik wurde viel Wert auf die Übertragbarkeit des Verfahrens auf weitere Datenbestände gelegt. Dies wird unter anderem durch einen hohen Automatisierungsgrad erreicht. Weiterhin werden durch die Datenheterogenität entstandene Herausforderungen dargestellt.

Einleitung

Libellen gehören hinsichtlich ihrer Verbreitung zu den besser untersuchten Tiergruppen in Deutschland. Mit den Libellenatlanten Deutschlands (BROCKHAUS et al. 2015) und Nordrhein-Westfalens (MENKE et al. 2016) sind in jüngerer Zeit zwei weitere Übersichtswerke erschienen, die dem geneigten Leser den gesamten Wissensschatz präsentieren. Verbreitungsatlanten bieten eine gebündelte Darstellung der Verbreitung, der Habitatansprüche sowie der allgemeinen Gefährdungsursachen der einzelnen Arten. Dank der bioindikatorischen Funktion von Libellen sind die genannten Werke daher nicht nur im libellenbezogenen Naturschutz ein unverzichtbares Werkzeug. Darüber hinaus offenbart sich in ihnen ein eindrucksvolles Beispiel von dem Wert und der Schaffenskraft der sogenannten »Citizen Science« (CONZE 2016), also dem Mitwirken von fachkundigen Laien(-Forschern) an wissenschaftlichen (Groß-)Projekten. Dabei profitiert die breite Bürgerbeteiligung in der modernen Citizen Science zunehmend von der Möglichkeit durch die Bereitstellung von speziellen Internetportalen (z.B. www.observation.org, www.naturgucker.de, www.ornitho.de) oder Smartphone-Anwendungen (z. B. ArtenFinder, ObsMapp) an jedem Ort Daten erfassen zu können (RÖLLER et al. 2015). Da der Artengruppe der Libellen zudem eine besondere Eignung zugesprochen wird, im Rahmen von ehrenamtlichen Kartierungen untersucht zu werden (OTT 2013), ist auch in Zukunft auf ein Anwachsen der Datenbestände zu hoffen. Für viele aktuelle Fragestellungen bedarf es jedoch detaillierterer Informationen, als mit den verfügbaren Auswertungs- und Darstellungsmethoden zu gewinnen sind. So ist für einen erfolgreichen Artenschutz etwa der Schutz geeigneter Lebensräume ausschlaggebend. Es mangelt jedoch an Methoden naturschutzfachlich wertvolle Biotope anhand der zur Verfügung stehenden Daten zu identifizieren. Artbeobachtungen werden heutzutage dank digitaler Datenhaltung und Kartographie sowie satellitengestützter Verstandortung über GPS meist lagegenau gemeldet und gespeichert. Klassische Analysen zur Identifikation von Biodiversitäts-Hotspots finden jedoch meist auf Basis einer relativ groben Rasterauflösung statt (ACKERMANN & SACHTELEBEN 2012). Als wesentliches Bewertungskriterium wird häufig die Anzahl von Arten oder Taxa je Rasterzelle einbezogen. Als zwei Beispiele von vielen sind hier etwa die Arbeiten von SCHMITT & HAEUPLER (2009) oder von SCHOUTEN et al. (2010) zu nennen. Zwar unterscheiden sich die einzelnen Arbeiten darin, welche Arten zu welchem Anteil in die Bewertung einer Rasterzelle mit einfließen; als Kriterien werden hier etwa Gefährdungsgrade, Arealgrößen oder die Repräsentativität der Art für die

jeweilige Rasterzelle hinzugezogen. Gemeinsam haben derartige, kleinmaßstäbig arbeitende Ansätze jedoch, dass sich von den Ergebnissen nicht auf konkrete Habitate schließen lässt. Bezogen auf Libellenvorkommen gibt es zwar bereits einzelne Ansätze zur ökologischen Zustandsbewertung von Gewässern anhand der Artsichtungen (vgl. CHOVANEC & WARINGER 2001; SIMAIKA & SAMWAYS 2009). Diese beziehen sich jedoch entweder nur auf bestimmte Gewässertypen, bedürfen mehr oder weniger aufwändige Anpassungen an die Libellenfauna der jeweiligen Region und nutzen in der Regel längst nicht die inhaltliche und zeitliche Datendichte, den eine übliche Fundpunkt-Datenbank im dicht besiedelten und gut erforschten Mitteleuropa bereit hält.

So fordert auch u.a. das BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (kurz: BfN) (2015: 5) die »unersetzlichen Leistungen des Ehrenamtes [...] höher wertzuschätzen und professionell zu begleiten«. Auch BONN et al. (2016) kommen in ihrer Machbarkeitsstudie zum „Lebendigen Atlas – Natur Deutschland“ zu dem Schluss, dass ein dringender Bedarf an Werkzeugen und Anwendungen bestünde, um die unter Beteiligung von Ehrenamtlichen erfassten Daten zu Natur und Umwelt gewinnbringender auszuwerten und zu visualisieren.

Der vorliegende Artikel liefert einen Methodenbeitrag, um den Informationsgehalt zu steigern, der aus ehrenamtlich erhobenen Daten gewonnen werden kann. Ziel dieser Arbeit war es ein Verfahren zu entwickeln mit dessen Hilfe anhand einer Fundpunkt-Datenbank naturschutzfachlich besonders wertvolle Standorte benannt werden können. Die Methode wurde am Beispiel der Libellen Nordrhein-Westfalens erarbeitet und ermöglicht landesweit ökologische Bewertungen untersuchter Gewässer.

Der naturschutzfachliche Wert der Habitate im Untersuchungsgebiet soll mit Hilfe der Beantwortung folgender Fragestellungen bewertet werden:

1. Welches der Gewässer im Untersuchungsgebiet dient seltenen und gefährdeten oder möglichst vielen Arten als dauerhafte Reproduktionsstätte?
2. Welches sind wichtige Reproduktionszentren der einzelnen Arten im Sinne einer stetigen Reproduktion in hoher Individuenzahl?
3. Welche Libellengewässer im Untersuchungsgebiet weisen ein bisher ungenutztes Schutzpotential für die Odonatenfauna auf?
4. An welchen Gewässern im Untersuchungsgebiet liegt erhöhter Kartierbedarf aufgrund mangelnder Datenlage vor?

Die beabsichtigten Auswertungen ließen aus verschiedenen Gründen eine Automatisierung der Arbeitsschritte notwendig werden. Zum einen eignet sich das entwickelte Verfahren schon allein aufgrund der Größe infrage kommender Datenbanken und der Komplexität der Berechnungen nicht für eine manuelle Bearbeitung. Die bisher meist nur auf Rasterbasis betrachteten Datensammlungen werden zur Erfüllung der Zielsetzung in einer räumlich, zeitlich und inhaltlich sehr hohen Auflösung betrachtet. Zum anderen wurde von vornherein viel Wert auf eine möglichst einfache Anwendung des Verfahrens auf weitere, ähnlich

strukturierte Datenbanken gelegt. Ein Ziel der Automatisierung war somit die Anwendung auf weitere Datensätze mehr oder weniger auf Knopfdruck innerhalb kurzer Zeit möglich zu machen. Um die technischen Hürden für die Übertragung auf weitere Datensätze durch Dritte möglichst gering zu halten, wurde bei der Auswahl der technischen Werkzeuge darauf geachtet, möglichst nur quelloffene und kostenfrei auf allen Betriebssystemen verfügbare Software zu nutzen. Da in der modernen Citizen Science die internetgestützte Sammlung der Daten in einer Online-Datenbank üblich ist, wurde die Methodenkonzeption zudem im Rahmen eines Client-Server-Modells realisiert.

Die nachstehenden Ausführungen verfolgen das Ziel die grundlegende Verfahrensstruktur vorzustellen sowie die Flexibilität und die Übertragbarkeit des Prozesses auf andere Fragestellungen und Datensammlungen herauszuarbeiten. Die aus der Datenheterogenität entstehenden Herausforderungen werden ebenso beschrieben wie die Voraussetzungen, das vorgestellte Verfahren auf eigene Datensätze anzuwenden. Beispielhafte Ergebnisse des Verfahrens werden u.a. anhand von *Sympetrum flaveolum*, einer Art für die der Erkenntnisgewinn besonders groß ausfällt, veranschaulicht.

Material und Methode

Datengrundlage

Während der Methodenkonzeption wurde die Datenbank des Arbeitskreises zum Schutz und zur Kartierung der Libellen in Nordrhein-Westfalen (kurz: AK Libellen NRW) als Musterbeispiel für eine typische Fundpunkt-Datenbank herangezogen. Die Datenbank enthält über 177.000 Libellenbeobachtungen (Stand 2011), die u.a. aus Literatúrauswertungen, Libellensammlungen, universitäre Abschlussarbeiten, ökologische Gutachten oder auch privaten Feldprotokollen (JOEST & MENKE 2016) zusammengetragen wurden. Der überwiegende Teil der Daten stammt jedoch aus einer landesweiten Bestandserhebung der über 400 ehrenamtlichen Kartierer, die mit Gründung des AK Libellen NRW initiiert wurde.

Aspekte zur Datenheterogenität

Die Diversität der Datenquellen bringt einige inhaltliche und strukturelle Inhomogenitäten mit sich, welche nachfolgend zusammenfassend beschrieben werden. Gleichzeitig dienen die Ausführungen als Leitfaden zukünftig zu vermeinder Fehler in der Datenerfassung und -haltung.

Die Lagegenauigkeit der Libellenbeobachtungen ist für die Ermittlung von naturschutzfachlich besonders wertvollen Standorten von besonderer Bedeutung. Während der Auswertungen zeigten sich diesbezüglich einige Ungenauigkeiten. Als besonders problematisch erwiesen sich solche Beobachtungen, die als metergenau deklariert sind, tatsächlich jedoch zusammen mit vielen weiteren Beobachtungen etwa in der Mitte eines mehrere Gewässer umfassenden Gebietes verortet wurden. Dies geschieht häufig bei der Zusammenfassung eines gesamten

Kartierganges in einem Fundpunkt. Weiter traten Diskontinuitäten in der Art und Weise auf, in der neue Fundorte angelegt wurden. Im Idealfall ist ein Fundpunkt eindeutig einem von Libellen besiedelten Biotop zuzuordnen (AK LIBELLEN NRW 1996). Zudem sollte jeder Fundort eine eigene Kennung tragen, unter welcher in der Theorie alle Beobachtungen nachfolgender Kartiergänge am entsprechenden Standort gesammelt werden. Die Neuanlage eines Fundorts für jede Kartierung am selben Standort oder die Ablage jeder Art am Standort in einem separaten Fundort seien hier nur als Beispiele beobachteter Ungleichmäßigkeiten zu nennen. Der Umgang mit derart gestalteten Ungenauigkeiten barg in der Automatisierung der Datenauswertung große Herausforderungen.

Die Daten des AK Libellen NRW entstammen keinem standardisierten Monitoring. Manche Messtischblätter (kurz: MTB) wurden noch gar nicht untersucht, während für odonatologisch attraktivere Gebiete eine sehr große Zahl von Libellenbeobachtungen vorliegt (bspw. Wahner Heide oder Senne vs. Bördelandschaften oder einige Mittelgebirgsregionen). Auch zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Bevölkerungs- und Universitätsdichte (bspw. Ballungsraum Ruhr, Münster und Höxter) auf der einen und der Datendichte auf der anderen Seite. In Bezug auf die zeitliche Datendichte wird besonders der Effekt der Gründung des AK Libellen NRW sichtbar: Seit 1996 ist die Zahl der jährlich eingehenden Datensätze stark gestiegen.

Technische Werkzeuge und Methoden

Kernstück des zusammengestellten Softwarepakets stellt die Programmiersprache Python dar (verfügbar über PYTHON SOFTWARE FOUNDATION 2017). Für Python spricht zum einen, dass es sich hierbei um eine quelloffene und kostenfrei verfügbare Programmiersprache handelt, sie als relativ leicht zu erlernen gilt und sie von allen gängigen Betriebssystemen unterstützt wird. Ein weiteres wichtiges Argument für Python war die Verfügbarkeit von zahlreichen Schnittstellen zu anderen Produkten und Techniken der elektronischen Datenverarbeitung. Vom Format, in dem die Rohdaten zur Verfügung gestellt werden, ist der in Python geschriebene Algorithmus relativ unabhängig. Es wird eine Vielzahl von Datenbankmanagementsystemen sowie Dateiformaten unterstützt. Denkbar ist etwa das Einspeisen der Informationen über Excel-Dateien. Zudem ist die Auswertung von Online-Datenbanken implementiert. An den Rechner, auf dem die Auswertungen durchgeführt werden, sind ebenfalls keine hohen Anforderungen gestellt. Es wurden bewusst nur solche technischen Werkzeuge genutzt, die auf allen gängigen Betriebssystemen wie Linux, macOS oder Windows unterstützt werden. Die Analyse-Ergebnisse werden im Tabellenformat als xls-Datei ausgegeben. Dieses Dateiformat ist mit offener und auf allen Betriebssystemen kostenlos verfügbarer Bürosoftware lesbar (bspw. LibreOffice, verfügbar über THE DOCUMENT FOUNDATION 2017). Zur kartographischen Visualisierung der Ergebnisse kann die quelloffene und kostenfrei verfügbare GIS-Software QGIS (verfügbar über QGIS DEVELOPMENT TEAM 2017) verwendet werden. Auch die Kartenerstellung ist in den zum Großteil automatisierten Arbeitsfluss integriert worden.

Ergebnisse

Der Algorithmus zur automatisierten Hotspot-Analyse

Der entwickelte Algorithmus setzt das Vorhandensein folgender Informationen voraus:

- Name der beobachteten Libellenart,
- Angabe zur Anzahl der beobachteten Individuen,
- Angabe zur Bodenständigkeit,
- Zeitpunkt der Kartierung, möglichst mit tagesgenauer Angabe sowie
- Koordinaten des Fundorts.

Die Anzahl an zwingend vorausgesetzten Parametern wurde zugunsten der einfacheren Übertragbarkeit bewusst gering gehalten. Es gibt weitere optionale Angaben, welche von Vorteil sind, in der Regel jedoch auch ohne großen Aufwand im Rahmen der vorbereitenden Arbeiten ermittelt oder erzeugt werden können. Hierzu zählen

- Eindeutige Identifikationsnummer des Fundorts,
- Landkreis oder kreisfreie Stadt sowie
- Schutzstatus des Fundorts.

Sollen die Daten wie am Beispiel der Datenbank des AK Libellen NRW auf Basis einzelner Gewässer ausgewertet werden, so ist eine Angabe zur Lagegenauigkeit der Fundpunkte hilfreich. Zur nachgeschalteten Plausibilitätskontrolle hat sich zudem das Auslesen der Bemerkungsfelder als sinnvoll erwiesen.

Die naturschutzfachlich besonders wertvollen Libellengewässer werden mit Hilfe des in Abbildung 1 stark vereinfacht dargestellten Algorithmus ermittelt. Die einzelnen, überwiegend automatisiert ablaufenden Arbeitsschritte werden im Folgenden kurz erläutert:

1. Datenselektion

Das Verfahren ist so konzipiert, dass die auszuwertenden Daten live von einem Datenbank-Server abgefragt werden können. Dies hat den Vorteil, dass der Zwischenschritt der oft zeitaufwendigen und fehleranfälligen Datenaufbereitung und -bereitstellung entfällt. Somit wird sichergestellt, dass die Daten immer auf dem aktuellsten Stand sind und keine veralteten Parallelbestände existieren. Neben der direkten Datenbankabfrage sind dennoch weitere strukturierte Eingangsformate wie etwa Tabellen oder Textdateien möglich. Unabhängig von der Art der Datenquelle kann die einzulesende Datenmenge über die Angabe einer Zeitspanne und eines Raumausschnittes gesteuert werden (s. Kasten „Konfiguration & Input“ in Abb. 1).

2. Fundpunktaggregation

Vor der weiteren Analyse müssen die in den Fundpunkt-Datenbanken oftmals einzeln und ohne räumliche Beziehung zueinander abgelegten Beobachtungen

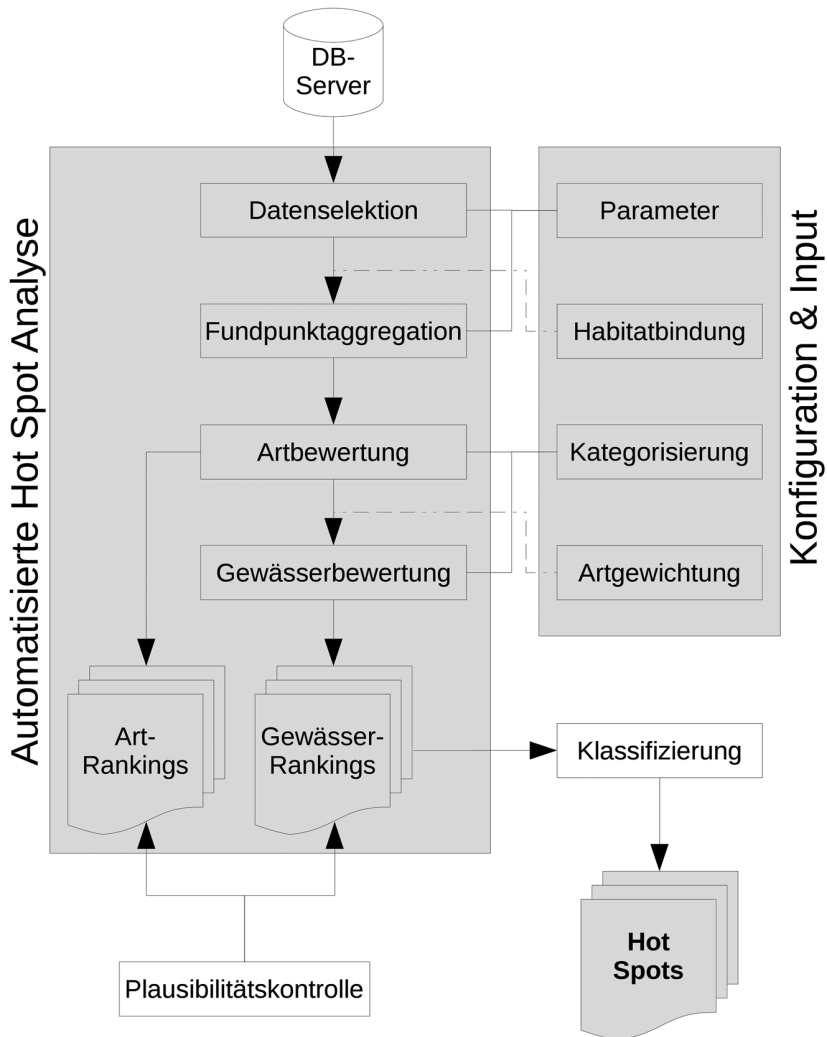


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Verfahrensablaufs zur Ermittlung von Libellen-Hotspots auf der Basis heterogener Datenbestände. Nachdem die Ermittlung der naturschutzfachlich bedeutenden Standorte, nach Konfiguration und Datenbereitstellung durch den Anwender, zum Großteil automatisiert abläuft, ist lediglich zur Plausibilitätskontrolle und Klassifizierung der Daten die Intervention des Nutzers nötig. – Figure 1. Schematically visualized course of the procedure to identify dragonfly hot spots based on heterogeneous data. After the user has provided required data and configuration, the automated algorithm determines habitats of particularly high value for nature conservation. Finally, the user only has to classify the results and check their plausibility himself.

auf der Ebene der gewünschten Auswertungseinheiten zusammengefasst werden. Auswertungseinheiten können dabei je nach Fragestellung etwa einzelne Gewässer(-abschnitte), größere Gebiete (bspw. Naturschutzgebiete) oder ganze Regionen (bspw. Kreise oder Naturräumliche Einheiten) sein. Die Größe der Auswertungseinheiten kann durch Vorgabe einer Distanz (d) konfiguriert werden. Alternativ ist auch die Eingabe von konkret abgegrenzten Auswertungseinheiten in Form von Shapefiles möglich. Für die vorliegenden Auswertungen auf der Ebene der einzelnen Libellengewässer NRWs wurde die Distanz $d = 100$ m gesetzt. Alle Fundpunkte die in einer Entfernung zueinander liegen, die nicht größer ist als die angegebene Distanz, werden zu einer Auswertungseinheit zusammengefasst. Da im weiteren Verlauf der Auswertungen Fließ- und Stillgewässer zu unterscheiden sein sollen (vgl. Kategorisierung im Rahmen des nächsten Schritts 3: Artbewertungen), wird in diesem Schritt zusätzlich die Bindung der einzelnen Libellenarten an stehendes und fließendes Wasser berücksichtigt. Ist diese Information nicht in der auszuwertenden Datenbank enthalten, kann sie dem Algorithmus mit Hilfe der in Tabelle 1 angegebenen Skala je Art mitgeteilt werden. Benachbarte Fundpunkte, die nach Auswertung der vorkommenden Arten mit großer Wahrscheinlichkeit unterschiedlichen Gewässertyps sind, werden nicht zu Auswertungseinheiten zusammengefasst. Gebildete Auswertungseinheiten werden anhand der vorkommenden Libellenarten einer der Gewässerarten zugeordnet (Fließ- vs. Stillgewässer).

3. Artbewertung

Nach Zusammenfassung der Libellenbeobachtungen auf Ebene der gewünschten Auswertungseinheiten (hier: 100 m Uferabschnitt) erfolgt die Artbewertung. Die Artbewertung betrachtet artweise die Bedeutung der Auswertungseinheiten hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Erhaltung der jeweiligen Libellenart im Untersuchungsgebiet. Als Ergebnis des Teilalgorithmus der Artbewertung wird je Art ein Ranking ausgegeben, in dem die einzelnen Auswertungseinheiten nach absteigender Bedeutung sortiert aufgelistet sind. Es werden die Auswertungseinheiten dargestellt, an denen die Art mit Reproduktionsnachweis beobachtet wurde. Als Reproduktionsnachweis wird neben dem Fund von Exuvien auch die Beobachtung eines Jungfernflugs, einer Eiablage, einer Kopulation oder eines Tandems gewertet. Als weiteres, aus der zeitlichen Beobachtungsdichte einer Art abgeleitetes Kriterium zur Beurteilung der Bodenständigkeit ist die Beständigkeit des Artvorkommens in der Auswertungseinheit. Innerhalb des Algorithmus gilt eine Art in einem Habitat als etabliert, wenn im Untersuchungszeitraum für mindestens zwei Jahre Reproduktionsnachweise vorliegen. Neben den Auswertungseinheiten, die für die betrachtete Art die beschriebenen Voraussetzungen erfüllen, werden zudem Auswertungseinheiten im Artranking geführt, an denen die Art allein aufgrund mangelnder Datengrundlage nicht als etabliert gewertet werden kann oder an denen sie noch im Untersuchungszeitraum etabliert war, mittlerweile aber als am Gewässer verschollen angesehen werden muss. Beide Sachverhalte werden im Artranking entsprechend gekennzeichnet und können

Tabelle 1: Skala zur Präferenz einzelner Arten hinsichtlich verschiedener Fließgeschwindigkeiten in ihrem Entwicklungshabitat. – Table 1. Scale of the species preference for different flow velocities in their reproduction sites.

Wert	Bedeutung
-2	starke Bindung an Stillgewässer (einzelne Ausnahmen möglich)
-1	überwiegend an Stillgewässern, untergeordnet auch an (langsam) fließenden Gewässern
0	indifferent; gleichermaßen an Still- und (meist langsam) fließenden Gewässern
+1	überwiegend an Fließgewässern, untergeordnet auch an Stillgewässern
+2	starke Bindung an Fließgewässer (einzelne Ausnahmen möglich)

im Rahmen der Planung von Artenschutzmaßnahmen oder Kartierkampagnen wichtige Hinweise liefern.

Die bodenständigen, etablierten Artvorkommen werden anhand ihrer Stetigkeit und Abundanz numerisch bewertet. Die Bewertung erfolgt auf einer Skala von 1 (geringe Bedeutung) bis 5 (sehr hohe Bedeutung), wobei die Stetigkeit mit bis zu drei Teilpunkten gegenüber der Abundanz (bis zu zwei Teilpunkte) etwas höher gewichtet wird. Mit Hilfe des Abundanz-Werts sollen nur überdurchschnittlich individuenstarke Artvorkommen hervorgehoben werden. Dazu wird für jedes Artvorkommen die höchste der im Untersuchungszeitraum angegebenen Abundanzklassen gewertet. Die wesentlich komplexere Ermittlung des Stetigkeitswerts berücksichtigt die Artphänologien im Untersuchungsgebiet sowie die Kartiertermine an der jeweiligen Auswertungseinheit. Die Artphänologien werden am Datenbestand selbst für jedes einzelne Jahr neu ermittelt. Der Stetigkeitswert eines Artvorkommens an einem konkreten Gewässer resultiert aus dem Quotient von der Anzahl der Jahre mit Artbeobachtung (t) und der Anzahl der potenziellen Kartierjahre (p). Ein Jahr wird zu p gezählt, sobald eine Auswertungseinheit zu einem Zeitpunkt kartiert wurde, zu dem die jeweilige Art im Untersuchungsgebiet im selben Jahr nachweislich flog. Die Anzahl der potentiellen Kartierjahre (p) wird auch herangezogen, um zu bestimmen, ob ein Artvorkommen in der Auswertungseinheit erloschen (p nach dem Jahr der letzten Beobachtung > 3) ist oder ein Datendefizit zu einem potenziell bodenständigem Artvorkommen ($t = 1$ & $p < 3$) besteht. Bei einem Datendefizit kann die Beständigkeit des Artvorkommens nicht abschließend beurteilt, die regelmäßige Reproduktion am Gewässer damit aber auch noch nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Aufgrund der hohen Anzahl der Artvorkommen, auf die die beschriebene Situation in der Libellendatenbank des AK Libellen NRW zutrifft, werden als weitere Anpassung des Verfahrens an die heterogene Datengrundlage auch diese Artvorkommen im Rahmen der Gewässerbewertungen berücksichtigt. Diese potenziell bodenständigen Artvorkommen werden mit einem Wert kleiner 1, abgestuft je nach p (je größer

p seit dem letzten Jahr mit Reproduktionsnachweis, desto schlechter die Bewertung des Artvorkommen), versehen. Auswertungseinheiten mit einer hohen Anzahl potenziell bodenständiger Libellenvorkommen sollten zur abschließenden Beurteilung einer weiteren Kartierung unterzogen werden.

Bei starker naturräumlicher Heterogenität eines Untersuchungsgebietes sowie einem vielfältigen Angebot an Lebensraumtypen ist von ungleichen Verbreitungsschwerpunkten der verschiedenen Arten(-gruppen) auszugehen. Um die Vergleichbarkeit der späteren Gewässerbewertungen zu erhöhen, sollte daher gegebenenfalls die Möglichkeit der Kategorisierung der Hotspot-Analyse in Erwägung gezogen werden. Für die Auswertung der nordrhein-westfälischen Datenbank wurden die biogeographischen Regionen des Berg- und des Tieflands getrennt voneinander betrachtet. Räumlich derart voneinander abgegrenzte Auswertungskategorien werden im Folgenden als „Bezugsräume“ bezeichnet. Die oben beschriebenen Artbewertungen werden bereits in den jeweiligen Bezugsräumen getrennt voneinander durchgeführt, um etwa regional voneinander abweichende Flugzeiten berücksichtigen zu können. Im Rahmen der Gewässerbewertung werden innerhalb der Bezugsräume wiederum die beiden Auswertungspools „Stillgewässer“ und „Fließgewässer“ gebildet.

4. Gewässerbewertung

Nachdem die Artbewertungen abgeschlossen sind, kann die naturschutzfachliche Bedeutung eines Gewässers (oder großräumiger abgegrenzten Auswertungseinheiten) anhand der Werte seiner einzelnen Artvorkommen abgeleitet werden. Die Artvorkommen werden dabei nach Seltenheit und Gefährdung der jeweiligen Art gewichtet. Die Artgewichte werden unter Verwendung der Rote Liste-Statistiken aus NRW (CONZE et al. 2010), Deutschland (OTT et al. 2015) und Europa (KALKMAN et al. 2010) ermittelt (s. Tabelle 2). Die Roten Listen außerhalb NRWs wurden mit einbezogen, um die Bedeutung einzelner Libellenvorkommen über die Landesgrenzen hinaus betonen zu können. Nachdem über die gewichtete Summe so alle Libellen-Zönosen mit einem Wert versehen sind, können auch für diese entsprechende Rankings ausgegeben werden. Dabei wird bei Vorgabe einer Kategorisierung für jede Kategorie (hier: Still- vs. Fließgewässer) und jeden Bezugsraum (hier: Berg- vs. Tiefland) ein eigenes Ranking erstellt.

Für einen späteren Vergleich der naturschutzfachlichen Bedeutung der einzelnen Auswertungseinheiten ist zu beachten, dass die ausgewerteten Daten keinem standardisierten Monitoring entstammen. Als normierende Größen werden vom Algorithmus daher noch die Güte der Datengrundlage sowie die Anzahl der nicht bodenständigen Begleitarten am Gewässer ermittelt und im Gewässer-Ranking angegeben. Die Einschätzung der Datengrundlage für ein Gewässer erfolgt in Form einer Ampelbewertung, wobei die einzelnen Stufen die Wahrscheinlichkeit wiedergeben, mit der das gesamte Arteninventar am Gewässer erfasst wurde. Hierzu wird die Anzahl und die saisonale Verteilung aller Kartiertermine vor odonatologischen Gesichtspunkten ausgewertet.

Tabelle 2: Matrix zur Ermittlung der Artwertigkeiten. Diese werden zur Bildung der gewichteten Summe (aus der Bewertung der Artvorkommen) an einem Gewässer benötigt. Arten, die sowohl in NRW (Nordrhein-Westfalen), als auch deutschland- und europaweit ungefährdet sind, erhalten ein Gewicht von 1. Arten, die in NRW vom Aussterben bedroht und auch außerhalb NRWs gefährdet sind, erhalten ein Gewicht von 3. – Table 2. Matrix to determine the species weights. Those are needed for building a weighted sum (from the assessment of the species occurrences) of each water body. Species that are of least concern in the northrhine-westphalian, german and european Red list are getting a weight of 1. Species critically endangered in Northrhine-Westphalia and also vulnerable in Germany and Europe are getting a weight of 3. **RL** Rote Liste, Red list; **BL** Bergland, Mountainous area; **TL** Tiefland, Lowlands; **D** Deutschland, Germany; **EU** Europa, Europe.

		Rote Liste NRW Status (je nach Lage des Gewässers Teil-RL für BL oder TL)			
Gefährdung außerhalb NRWs		1	2	3	V, *
	Außerhalb NRWs ungefährdet	2,5	2	1,5	1
	Nach RL D <u>oder</u> RL EU gefährdet (mind. RL 3)	2,75	2,25	1,75	1,25
	Nach RL D <u>und</u> RL EU gefährdet (mind. RL 3)	3	2,5	2	1,5

5. Klassifizierung und Plausibilitätskontrolle

Bis hierher liegen numerische Bewertungen für jede einzelne Auswertungseinheit vor. Um die naturschutzfachliche Bedeutung einer Auswertungseinheit für die gesamte Libellenfauna des Untersuchungsgebietes benennen zu können, müssen die Werte durch den Nutzer klassifiziert werden. Vorgesehen ist auch hier die Einteilung der Gewässerbewertungen in eine fünf-stufige Skala von 1 (geringe naturschutzfachliche Bedeutung) bis 5 (sehr hohe naturschutzfachliche Bedeutung). Hierzu müssen vom Anwender nach statistischen und odonatologischen Abwägungen Schwellenwerte des numerischen Gewässer-Werts für die einzelnen Stufen festgelegt werden.

Die Erstellung des Auswertungstools orientierte sich ausdrücklich an heterogenen Datenbeständen. Hierbei war immer mit Inkonsistenzen und mit von der Norm abweichenden Datensätzen zu rechnen (s.o.). Es ist ab einer gewissen Größe der Datenbasis jedoch weder möglich noch sinnvoll, zu versuchen, diese alle im Vorlauf der Auswertungen herauszufiltern. Vielmehr wurde das beschriebene Verfahren möglichst flexibel gestaltet, um die Auswertungen trotz eventuell vorhandener Unstimmigkeiten erfolgreich durchführen zu können. Ergänzend wurden dementsprechend Möglichkeiten bereitgestellt, Inkonsistenzen im Rahmen einer nachgeschalteten Plausibilitätskontrolle erkennen zu können.

Ergebnisse der Artbewertung am Beispiel von *Sympetrum flaveolum*

Sympetrum flaveolum galt in Nordrhein-Westfalen besonders im Flachland als verbreitet. Gleichzeitig wird sie jedoch auch als Wanderlibelle bezeichnet, die an einzelnen Gewässern zwischen den Jahren starke Populationsschwankungen aufweisen kann (MENKE & HERHAUS 2016). Dieses Verhalten hängt eng mit ihren besonderen Ansprüchen an Wasserführung (überwiegend flache Stillgewässer mit temporärer Wasserführung) und Vegetationsstruktur (niedrige, nicht zu dichte Riedbestände) zusammen, die nicht an allen Standorten in jedem Jahr gegeben sind. Bei der Großzahl der Artfunde handelt es sich zudem um Sichtbeobachtungen von Imagines in weiter Entfernung zu geeigneten Fortpflanzungsstätten. Dementsprechend wurde die Art häufig ohne Reproduktionsnach- bzw. -hinweis gemeldet. Von der im Libellenatlas NRW veröffentlichten Rasterkarte zu *S. flaveolum* (s. Abb. 2) kann daher nicht auf die Verbreitung dauerhaft bodenstän-

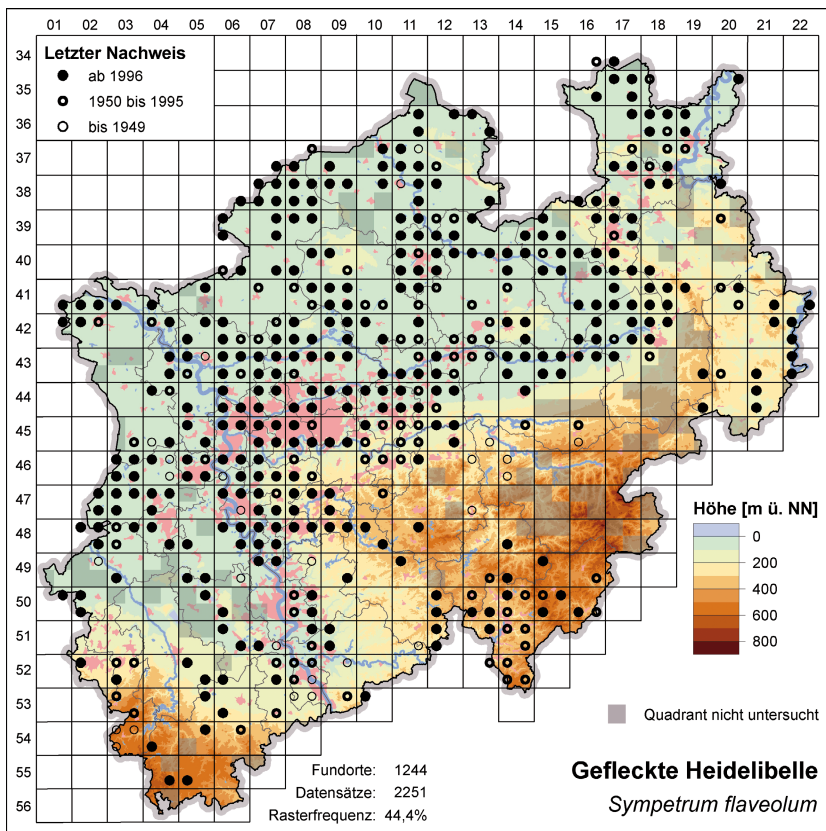


Abbildung 2: Rasterverbreitungskarte von *S. flaveolum*. – Figure 2. Rasterized distribution map of *S. flaveolum* (MENKE et al. 2016).

diger Vorkommen der Art geschlossen werden. Da sich *S. flaveolum* jedoch u.a. aufgrund von Lebensraumverlusten stark im Rückgang befindet, ist das Wissen um verbleibende, regelmäßig genutzte Brutgewässer hier ein Schlüssel für den erfolgreichen Artenschutz. Abbildung 3 zeigt eine kartographische Darstellung der vorgenommenen Bewertung der Artvorkommen (vgl. Analyseschritt 3: Artbewertungen). Die Karte stellt jene Gewässer lagegenau dar, an denen die Art mit Bodenständigkeitsnachweis beobachtet wurde. Anhand der einzelnen Signaturen können nun die Ergebnisse der Artbewertungen abgelesen werden.

Abbildung 3 basiert auf dem im Excel-Format ausgegebenen artinternen Ranking von *S. flaveolum*. Ein solches Ranking ermittelt der Algorithmus bei beschriebener Konfiguration für jede Art für das Berg- sowie für das Tiefland. Tabelle 3 zeigt einen Auszug des Rankings von *S. flaveolum* für das atlantisch geprägte Tiefland NRW. Die Tabelle zeigt neben der Bewertung der einzelnen Artvorkommen

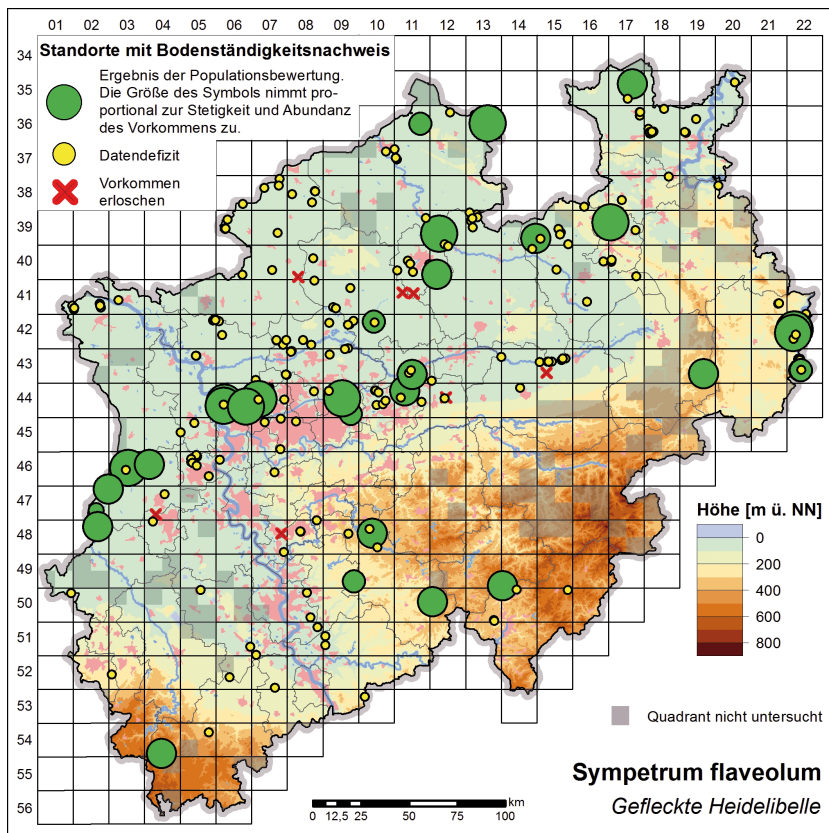


Abbildung 3: Bewertung der Artbestände von *S. flaveolum*. – Figure 3. Assessment of occurrences of *S. flaveolum*.

Tabelle 3: Auszug des Art-Rankings für *S. flaveolum* im Tiefland Nordrhein-Westfalens. Die einzelnen Artvorkommen werden durch eine interne Gewässer-Nr. identifiziert, über die weitere Informationen abgefragt werden können. Der Stetigkeits-Wert ergibt sich aus einer artinternen Klassifizierung der Stetigkeit $s(t/p)$. Der Abundanz-Wert resultiert aus einer artinternen Klassifizierung der maximalen Abundanz-Klassen a . Beide genannten Klassifizierungen basieren auf den Quartilen der jeweiligen Ausgangsgröße. Die Summe aus Stetigkeits-Wert und Abundanz-Wert bildet die Bewertung eines Artvorkommens. – Table 3. Excerpt of the species ranking for *S. flaveolum* in the lowlands of North Rhine-Westphalia. Species occurrences are identified by an internal number, which enables the user to query further information. The continuity value results from the classification of the continuity $s(t/p)$ within the species. The abundance value results from the classification of the maximum abundance classes a within the species. Both classifications are based on the quartiles of their input values. The evaluation of a species occurrence derives from adding the continuity value and abundance value.

Gewässer-Nr.	Jahre mit Beobachtung (t)	pot. Kartierjahre (p)	Stetigkeit ($s=t/p$)	p seit letzter Beobachtung	Stetigkeits-Wert	max. Abundanz-Klasse (a)	Abundanz-Wert	Bewertung Artvorkommen	Datendefizit	erloschen
OT-021	2	2	1	0	3	2	2	5		
DU-016	2	2	1	0	3	3	2	5		
HER-008	2	2	1	0	3	2	2	5		
MS-056	2	2	1	0	3	3	2	5		
DU-028	2	4	0,5	0	2	3	2	4		
OB-013	5	8	0,63	1	2	5	2	4		
	[...]									
VIE-287	2	6	0,33	2	1	3	2	3		
BO-005	2	9	0,22	0	0	4	2	2		
COE-215	3	10	0,3	0	0	2	2	2		
ST-023	2	9	0,22	1	0	2	2	2		
VIE-182	2	6	0,33	1	1	-2	0	1		
	[...]									
ST-035	1	3	0,33	0	1	2	2	0,75	Ja	
BM-123	1	3	0,33	2	1	2	2	0,5	Ja	
	[...]									
UN-015	4	12	0,33	4	0	4	2	0		Ja

Tabelle 4: Skala zur Interpretation der numerischen Bewertung eines Artvorkommens hinsichtlich dessen Bedeutung zur Erhaltung seiner Art im Bezugsraum. Für die Werte 0,5 und 0,75 gilt: Einschätzung des Potentials bzw. der Wahrscheinlichkeit, dass es sich hierbei um ein bodenständiges, mitunter bedeutendes Artvorkommen handelt. – Table 4. Scale for interpreting the numeric evaluation of a species occurrence in regard to the importance to the species survival within the reference area. Values 0,5 and 0,75: Estimation of the probability of dealing with a species' constant reproduction site.

Bewertung Artvorkommen	Interpretation
5	sehr hoch
4	hoch
3	mittel
2	relevant
1	gering
0,75	Datendefizit; hohes Potential
0,5	Datendefizit; Potential vorhanden
0	nicht existent

die Parameter, die zu dieser Bewertung geführt haben. Anhand der vorausgegangenen Ausführungen zur Artbewertung können so die Rechenschritte nachvollzogen werden. Tabelle 4 schlüsselt auf, wie die numerische Gesamtbewertung eines Artvorkommens zu interpretieren ist.

Die Anzahl der Auswertungseinheiten, in denen die Beständigkeit eines Vorkommens aufgrund einer zu geringen zeitlichen Kartierdichte nicht abschließend bewertet werden kann, ist sehr hoch. Allein im Tiefland NRW konnten 174 Artvorkommen lediglich als potenziell bodenständig eingestuft werden. Zur weiteren Untersuchung der Artverbreitung in NRW könnten diese Fundpunkte als prioritäre Suchraum-Kulisse dienen.

Ergebnisse der Gewässerbewertungen

Zur Beantwortung von Fragestellungen, die die gesamte Artengruppe der Libellen betreffen, bietet sich die Betrachtung der Gewässerbewertungen an. Wie oben beschrieben, handelt es sich bei den Gewässerbewertungen um die Zusammenführung der Artbewertungen auf Ebene der definierten Auswertungseinheiten (hier 100 m lange Uferabschnitte von Fließ- und Stillgewässern) unter Berücksichtigung der Seltenheit und Gefährdung der einzelnen Arten. Im Rahmen der Auswertung wurden 4.361 Standorte mit Hinweisen auf eine Reproduktion von Libellen ermittelt und bewertet. Für sämtliche Gewässer werden im Zuge der automatisierten Analyse detaillierte Gewässer-Reports und dazugehörige, großmaßstäbige Gewässer-Karten (Maßstab 1:1.000) produziert. Abbildung 4 stellt eine Auswahl der Libellen-Hotspots in NRW kartographisch dar; Tabelle 5 listet

weitere Informationen zu diesen auf. Die Auswahl basiert dabei auf Gewässern der höchsten Bedeutungs-Rangstufe („naturschutzfachlich sehr hohe Bedeutung“). Die Bedeutungs-Rangstufen stellen eine Klassifizierung der numerischen Gewässer-Werte da, die nach Ablauf des Algorithmus durch den fachkundigen Anwender für die einzelnen Auswertungskategorien (hier: jeweils Fließ- und Stillgewässer im Berg- und Tiefland) vorzunehmen ist (s. Ausführungen zur Klassifikation und Plausibilitätskontrolle oben).

Über die naturschutzfachliche Bedeutung eines Gewässers und dessen Schutzstatus sind nun etwa Biotope mit einem bisher ungenutzten Schutzpotential leicht

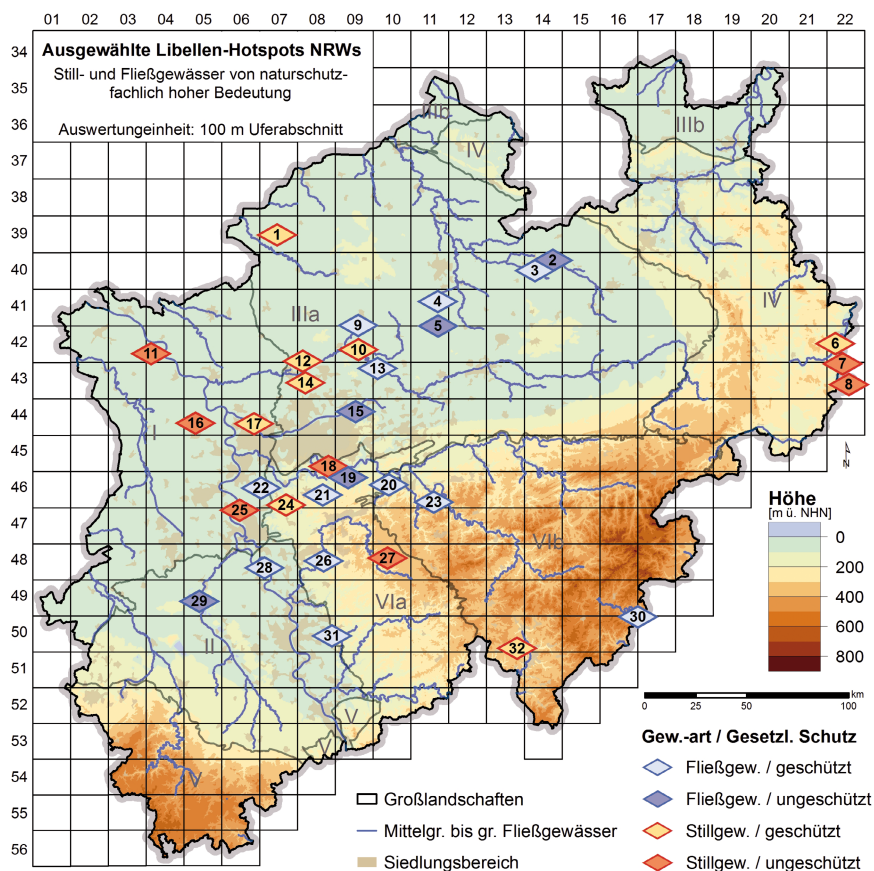


Abbildung 4: Darstellung ausgewählter Libellen-Hotspots in NRW. Einzelne Hotspots sind aus Gründen der Lesbarkeit zusammengefasst und geringfügig versetzt dargestellt. – Figure 4. Visualization of selected dragonfly hot spots in North Rhine-Westphalia. To make the figure easier to read single hot spots are displayed together and shown slightly displaced.

Tabelle 5: Tabellarische Übersicht ausgewählter Libellen-Hotspots in Nordrhein-Westfalen. Die erste Spalte stellt die Verknüpfung zur Abb. 4 dar. Die Nummern der Tabelle entsprechen denen der Karte. – Table 5. Tabulated overview of selected dragonfly hot spots in North Rhine-Westphalia. The numbers in the first column correspond to those in Figure 4. **Gew.** Gewässer, water bodies; **bodenst.** bodenständig, reproducing; **begleit.** begleitend, accompanying; **pot. bdst.** potentiell bodenständig (Datendefizit), potentially reproducing (data deficit); **ausr.** ausreichend, sufficient; **unzur.** unzureichend, insufficient; **Still.** Stillgewässer, standing water bodies; **Fließ.** Fließgewässer, flowing water bodies; **atl.** atlantisch, maritime; **kont.** kontinental, continental.

Nr.	Gew.-Nr.	Gew.-Wert	Artenanz.			Zuletzt Kartiert	Daten-Lage	Schutz-Status	Kategorie	
			bodenst.	pot. bdst.	begleit.				Region	Gew.-Art
1	BOR-179	50,31	8	9	8	2007	ausr.	GB	atl.	Still.
2	GT-064	17,50	4	2	3	2005	unzur.	–	atl.	Fließ.
3	WAF-162	30,50	7	2	5	2005	ausr.	FFH	atl.	Fließ.
4	MS-307	18,50	2	2	2	2007	unzur.	FFH	atl.	Fließ.
4	COE-150	19,00	3	2	2	2007	unzur.	FFH	atl.	Fließ.
4	COE-162	24,00	5	1	4	2007	unzur.	FFH	atl.	Fließ.
4	COE-163	17,00	3	2	4	2007	unzur.	FFH	atl.	Fließ.
5	COE-165	19,50	2	4	4	2007	unzur.	–	atl.	Fließ.
5	COE-183	19,00	5	3	4	2007	unzur.	–	atl.	Fließ.
6	HX-120	46,00	10	11	8	2010	unzur.	FFH	kon.	Still.
6	HX-164	57,13	14	6	9	2010	unzur.	FFH	kon.	Still.
6	HX-162	72,50	18	5	9	2010	ausr.	FFH	kon.	Still.
7	HX-225	43,25	11	6	4	2004	ausr.	–	kon.	Still.
8	HX-240	74,00	22	7	1	2006	ausr.	–	kon.	Still.
9	RE-070	19,50	3	3	0	2008	unzur.	FFH	atl.	Fließ.
10	RE-063	56,63	9	11	1	2008	unzur.	FFH	atl.	Still.
11	KLE-101	58,13	18	1	3	2008	unzur.	–	atl.	Still.
12	RE-096	59,63	16	6	4	2011	ausr.	NSG	atl.	Still.
13	RE-125	18,00	2	1	3	2007	unzur.	FFH	atl.	Fließ.
14	RE-106	54,00	13	2	5	2011	ausr.	GB	atl.	Still.
15	HER-009	16,00	3	0	20	2008	unzur.	–	atl.	Fließ.
16	WES-169	54,25	13	4	10	2010	unzur.	–	atl.	Still.
17	OB-013	65,00	23	1	5	2008	ausr.	GB	atl.	Still.
18	EN-006	47,00	11	8	5	2008	ausr.	–	kon.	Still.
19	EN-041	11,75	1	1	0	2006	unzur.	–	kon.	Fließ.
20	HA-011	11,25	1	0	1	2004	unzur.	GB	kon.	Fließ.
21	ME-052	11,25	1	0	0	2004	unzur.	GB	kon.	Fließ.

Nr.	Gew.-Nr.	Gew.-Wert	Artenanz.			Zuletzt Kartiert	Daten-Lage	Schutz-Status	Kategorie	
			bodenst.	pot. bdst.	begleit.				Region	Gew.-Art
21	ME-112	11,75	1	1	0	2006	ausr.	GB	kon.	Fließ.
22	MH-049	20,00	2	0	3	2004	unzur.	NSG	atl.	Fließ.
23	MK-066	11,25	1	0	1	2008	unzur.	GB	kon.	Fließ.
24	ME-039	41,50	10	3	3	2003	ausr.	NSG	kon.	Still.
25	D-017	72,75	14	5	5	1997	ausr.	–	atl.	Still.
26	RS-028	11,25	1	0	2	2006	unzur.	FFH	kon.	Fließ.
26	SG-065	11,25	1	0	2	2006	unzur.	FFH	kon.	Fließ.
27	GM-016	42,50	15	2	5	2010	unzur.	–	kon.	Still.
28	D-107	15,88	2	1	0	2009	unzur.	FFH	atl.	Fließ.
29	NE-064	15,50	3	1	3	2002	unzur.	–	atl.	Fließ.
30	SI-127	13,50	1	2	0	1998	unzur.	FFH	kon.	Fließ.
31	GL-050	20,00	2	0	0	2001	unzur.	FFH	atl.	Fließ.
32	SI-072	52,50	13	1	5	2006	ausr.	FFH	kon.	Still.
32	SI-070	46,00	11	2	5	2005	ausr.	FFH	kon.	Still.

zu identifizieren. Die Bewertung der Datengrundlage, die Größe des begleitenden Arteninventars sowie die Angabe des letzten Kartierjahres ermöglichen die Relativierung der Ergebnisse in der Gesamtschau und lassen eine Identifikation des Kartierbedarfs zu.

Diskussion

Übertragung auf weitere Datensätze

Das Verfahren wurde mit dem Ziel der konfliktarmen Anwendbarkeit auf weitere Datenbestände entwickelt. Der praktische Versuch zur Auswertung eines anderen Datenbestands als den des AK Libellen NRW steht noch aus. Für eigene Auswertungen kann der Algorithmus, sowie eine detailliertere Dokumentation seiner Funktionsweise per Email beim Autor angefragt werden. Hinzuweisen ist auf die bisher nur bedingt vorhandene Nutzerfreundlichkeit des Programms. Ohne Kenntnisse in der Programmiersprache Python ist weder das Ausführen noch die Anpassung des Skripts an die auszuwertende Datenbank möglich. Die Entwicklung einer benutzerfreundlichen graphischen Oberfläche ist angedacht.

Errungenschaften und Grenzen des erarbeiteten Verfahrens

Mit Hilfe des entwickelten Algorithmus können anhand einer Fundpunkt-Datenbank naturschutzfachlich besonders wertvolle Standorte identifiziert werden.

Jedoch sind dem vorgestellten Verfahren verschiedene Grenzen gesetzt. Die Ergebnisse können nur so umfassend sein wie es die Datenbasis ist, aus der sie gewonnen werden. Da die Methodik im Vergleich zu klassischen, rasterbasierten Auswertungsmethoden höhere Anforderungen an die einzelnen Datensätze stellt, fallen die Datenlücken im Rahmen der durchgeführten Auswertungen teils deutlich größer ins Gewicht als etwa in einem Verbreitungsatlas. Dies gilt besonders für die zeitliche Datendichte. Im Rahmen dieser Arbeit wurden von 67 Arten an 4.361 Auswertungseinheiten 21.339 Artvorkommen bewertet. Aufgrund eines Defizits in der zeitlichen Datendichte wurden von diesen 16.685 keiner vollständigen Bewertung unterzogen, sondern flossen nur untergeordnet in die Einschätzung der naturschutzfachlichen Bedeutung eines Gewässers mit ein. Damit wurden nicht einmal 22 % der Artvorkommen mit Bodenständigkeitsnachweis in vollem Umfang berücksichtigt. Dies geschah zwar fachlich begründet, jedoch erscheint es aufgrund der aufgeführten Zahlen lohnenswert, eine stärkere Berücksichtigung der nur als potentiell bodenständig eingestuften Artvorkommen in Betracht zu ziehen.

Sollen die Beobachtungsdaten in derart hoher Auflösung ausgewertet werden wie im vorliegenden Fall geschehen, d.h. auf Basis von 100 m langen Uferabschnitten, setzt das Verfahren die punktgenaue Meldung der einzelnen Art-sichtungen voraus. Nur so können die einzelnen Beobachtungen korrekt den gewünschten Auswertungseinheiten zugeordnet werden. Gebietsweise Meldungen, etwa auf der Basis von Naturschutzgebietsabgrenzungen können nach der beschriebenen Vorgehensweise nicht richtig verarbeitet werden und würden den Vergleich mit anderen Auswertungseinheiten aufgrund unterschiedlicher Bezugsflächengrößen verzerren. Ein ganzes Naturschutzgebiet wird mit hoher Wahrscheinlichkeit größere Artenvorkommen und Libellenzönosen beherbergen als ein kleiner, 100 m langer Uferabschnitt eines Gewässers. Sollen solch flächenbezogene Fundmeldungen in die Auswertung mit einbezogen werden, muss die räumliche Auflösung auf den kleinsten gemeinsamen Nenner der Funddaten herab gesetzt werden (s. Analyseschritt 2: Konfiguration der Fundpunkttaggregation).

Durch die Bewertung der Gewässer anhand der Zahl bodenständiger Arten sowie der Abundanz und Stetigkeit der jeweiligen Artvorkommen werden solche Standorte potentiell unterbewertet, die von Natur aus ein geringes Artenspektrum aufweisen. Als Beispiel sind hier etwa intakte Moorstandorte zu nennen. Bei Störung dieser Lebensräume finden sich weitere Arten ein. Die Bestände der Moorspezialisten, welche in NRW alle auf der Roten Liste stehen, würden dahingegen zurückgehen. Demnach sind die Moorlibellen zwar mit einem hohen Artgewicht versehen worden, eine durch Störung des Standorts initiierte Steigerung des Arteninventars mündet dennoch in einer höheren Bewertung des Standorts. Dies wird nicht der tatsächlich verlorenen Bedeutung des Habitats für den Schutz vom Aussterben bedrohter Libellenarten gerecht.

Zur Bildung der Referenzwerte der Abundanz und Phänologie werden bisher alle Libellenbeobachtungen unabhängig vom Bodenständigkeitsstatus verwendet. Dies stellt einen Kompromiss hinsichtlich der für einige Arten knappen Datenlage dar. Vor allem in Grenzbereichen der Bezugsräume ist jedoch nicht auszuschließen, dass es sich bei einer Beobachtung ohne Bodenständigkeitsnachweis um einen Einflug aus benachbarten Regionen handelt. Insbesondere bei Vorkommen sehr seltener Arten kann dies ungewollt zu einer Abwertung der Stetigkeit oder Abundanz und damit des gesamten Artvorkommens führen. Bei der Betrachtung einzelner Vorkommen stark gefährdeter Arten sollte dieser Sachverhalt berücksichtigt werden.

Trotz der aufgezeigten Grenzen des Algorithmus ist der Mehrwert der gewonnenen Erkenntnisse ausdrücklich hervorzuheben. Der erarbeitete Ansatz zur Auswertung heterogener Datenbestände bietet einen großen Informationsgewinn gegenüber den klassischen, inhaltlich und räumlich grob aufgelöster arbeitenden Methoden. Bei ausreichender Datenlage offenbaren die Analyseergebnisse dem Anwender die Zusammensetzung von Libellenzönosen und den Zustand von Artvorkommen an einzelnen Fortpflanzungsstätten. Darüber hinaus werden die auf Gewässer-Ebene ermittelten Ergebnisse unter Einbeziehung naturschutzfachlicher Kriterien in einen regionalen Kontext gesetzt. Anhand von Karten wie in Abbildung 3 lassen sich unter Hinzuziehung weiterer Informationen außerdem Möglichkeiten zum Biotopverbund ableiten. Dort wo die Datenlage unzureichend ist, wird das Datendefizit begründet dargelegt und der Kartierbedarf gekennzeichnet. Die Ergebnisse ermöglichen somit die zielgerichtete und effektive Koordination zukünftiger Kartierungen, können bei der Erstellung von Roten Listen helfen und die Analyse von Libellenzönosen erleichtern. Die isolierte Betrachtung der Ergebnisse je nach Schutzstatus der Gewässer befähigt außerdem zu Erfolgskontrollen durchgeführter Schutzmaßnahmen oder zur Identifikation bisher ungenutzten Schutzpotentials.

Danksagungen

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich beim Vorsitzenden des AK Libellen NRW, Herrn Klaus Jürgen Conze, der mir mit der Datenbank zu den Libellen NRWs das Werk jahrzehntelanger Arbeit anvertraute. So komme ich auch nicht umhin, mich bei allen Mitgliedern des AK für die unzähligen Stunden des ehrenamtlichen Engagements zu bedanken, in denen sie die Datengrundlage zu dieser Arbeit zusammengetragen haben. Ich hoffe, ich konnte mit dieser Arbeit ein wenig dazu beitragen, diesen Wissensschatz zu bergen. Zudem bedanke ich mich bei Herrn Thomas Schmitt (Ruhr-Universität Bochum), sowie Herrn Matthias Lohr (Hochschule Ostwestfalen-Lippe) für die Betreuung meiner Masterarbeit und damit die Möglichkeit, das hier vorgestellte Thema zu bearbeiten.

Literatur

- ACKERMANN W. & J. SACHTELEBEN (2012) Identifizierung der Hotspots der Biologischen Vielfalt in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz (Ed.) BfN-Skripten 315
- AK LIBELLEN NRW (1996) (unveröffentlicht) AK-Libellen NRW – Kartieranleitung – 2. Überarbeitete Fassung. Erläuterungen zur Erfassung der Libellen (Odonata) in Nordrhein-Westfalen. Stand: März 1996
- BONN A., A. RICHTER, K. VOHLAND, L. PETTIBONE, M. BRANDT, R. FELDMANN, C. GOEBEL, C. GREFE, S. HECKER, L. HENNEN, H. HOFER, S. KIEFER, S. KLOTZ, T. KLUTTIG, J. KRAUSE, K. KÜSEL, C. LIEDTKE, A. MAHLA, V. NEUMEIER, M. PREMKE-KRAUS, M.C. RILLIG, O. RÖLLER, L. SCHÄFFLER, B. SCHMALZBAUER, U. SCHNEIDEWIND, A. SCHUMANN, J. SETTELE, K. TOCHTERMANN, K. TOCKNER, J. VOGEL, W. VOLKMANN, H. VON UNGER, D. WALTER, M. WEISSKOPF, C. WIRTH, T. WITT, D. WOLST & D. ZIEGLER (2016) Grünbuch Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Museum für Naturkunde Berlin & Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN), Berlin-Brandenburgisches Institut für Biodiversitätsforschung, Berlin
- BROCKHAUS, T., H.-J. ROLAND, T. BENKEN, K.-J. CONZE, A. GÜNTHER, K.G. LEIPELT, M. LOHR, A. MARTENS, R. MAUERSBERGER, J. OTT, F. SUHLING, F. WEIHRAUCH & C. WILIGALLA (Ed.) (2015) Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata). *Libellula Supplement* 14
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Ed.) (2015) Artenschutz-Report 2015. http://www.bfn.de/fileadmin/BfN/presse/2015/Dokumente/Artenschutzreport_Download.pdf, letzter Zugriff: 02.10.2017
- CHOVANEC, A. & J. WARINGER (2001) Ecological integrity of river-floodplain systems – Assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). *Regulated Rivers: Research & Management* 17: 493–507
- CONZE K.-J., N. GRÖNHAGEN, unter Mitarbeit von E. BAIERL, A. BARKOW, L. BEHLE, N. MENKE, M. OLTHOFF, E. LISGES, M. LOHR, M. SCHLÜPMANN & E. SCHMIDT (2010) Rote Liste und Artenverzeichnis der Libellen – Odonata – in Nordrhein-Westfalen. Stand April 2010. In: LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (Ed.) Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen. Band 2. LANUV Fachbericht 36. 4. Fassung: 511–534
- Conze K.-J. (2016) Der Verbreitungsatlas der Libellen Deutschlands als Beispiel für ein erfolgreiches Citizen Science-Projekt. *Entomologie heute* 28: 153–169
- JOEST R. & N. MENKE (2016) *Sympetrum flavescens* Linnaeus, 1758. Gefleckte Heide-libelle. In: MENKE N., C. GÖCKING, N. GRÖNHAGEN, R. JOEST, M. LOHR, M. OLTHOFF, K.-J. CONZE, unter Mitarbeit von C. ARTMEYER, U. HAESE & S. HENNINGS Die Libellen Nordrhein-Westfalens. LWL-Museum für Naturkunde, Münster: 338–341
- KALKMAN V.J., J.-P. BOUDOT, R. BERNARD, K.-J. CONZE, G. DE KNIJF, E. DYATLOVA, S. FERREIRA, M. JOVIĆ, J. OTT, E. RISERVATO & G. SAHLÉN (2010) European Red List of Dragonflies. Publications Office of the European Union, Luxembourg
- MENKE N., C. GÖCKING, N. GRÖNHAGEN, R. JOEST, M. LOHR, M. OLTHOFF, K.-J. CONZE, unter Mitarbeit von C. ARTMEYER, U. HAESE & S. HENNINGS (2016) Die Libellen Nordrhein-Westfalens. LWL-Museum für Naturkunde, Münster
- OTT J. (2013) Citizen Science in Naturschutz und Landesforschung – Informationen zur Gruppe der Libellen (Odonata). *Mitteilungen der POLLICHA* 97: 5–8
- OTT J., K.-J. CONZE, A. GÜNTHER, M. LOHR, R. MAUERSBERGER, H.-J. ROLAND & F. SUHLING

(2015) Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen Deutschlands mit Analyse der Verantwortlichkeit, dritte Fassung, Stand 2012 (Odonata). *Libellula Supplement* 14: 395–422

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION (Ed.) (2017) Python. <https://www.python.org>, letzter Zugriff: 02.10.2017

QGIS DEVELOPMENT TEAM (Ed.) (2017) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>, letzter Zugriff: 02.10.2017

RÖLLER O. (2015) Citizen Science – Neue Möglichkeiten für Naturforschung und Naturschutz in Deutschland. Eigenverlag der POLLICHIA

SCHMITT T. & H. HAEUPLER (2009) Hot Spots der Phytodiversität in Deutschland. *Geographische Rundschau* 61(4): 18–25

SCHOUTEN M.A., A. BARANGDREGT, P.A. VERWEIJ, V.J. KALKMAN, R.M.J.C. KLEUKERS, H.J.R. LENDERS & H.N. SIEBEL (2010) Defining hotspots of characteristic species for multiple taxonomic groups in the Netherlands. *Biodiversity and Conservation* 19: 2517–2536

SIMAICA J.P. & M.J. SAMWAYS (2009) An easy-to-use index of ecological integrity for prioritizing freshwater sites and for assessing habitat quality. *Biodiversity and Conservation* 18: 1171–1185

THE DOCUMENT FOUNDATION (Ed.) (2017) LibreOffice. <https://www.libreoffice.org>, letzter Zugriff: 02.10.2017

Manuskripteingang: 2. Oktober 2017

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Libellula](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Jablotschkin Dominik

Artikel/Article: [Naturschutzfachlich wertvolle Libellengewässer in Nordrhein-Westfalen – Methodik zur Ermittlung von Libellen-Hotspots auf der Basis heterogener Datenbestände 67-88](#)