3 Methoden

Kathrin Baumann, Friederike Kastner & Torsten Spengler

3.1 Datensammlung

Die Datensammlung für den vorliegenden Atlas erfolgte zweigleisig, und zwar durch die Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen (AG Libellen) und den heutigen Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN). Traditionell lag die Sammlung faunistischer Daten beim NLWKN bzw. seinen Vorgänger-Institutionen, der Fachbehörde für Naturschutz im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt (bis September 1992) und dem Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (bis 2004); hier war und ist das Tierarten-Erfassungsprogramm etabliert, an dem zahlreiche ehrenamtlich Tätige mitwirk(t)en. Im Laufe der Zeit, spätestens Anfang der 2000er Jahre, ging die Zahl der Meldungen von Libellen an dieses Erfassungsprogramm jedoch deutlich zurück. Ursächlich war offensichtlich weniger ein verringertes Interesse an Libellen, sondern das von vielen Kartierenden als nicht mehr zeitgemäß empfundene analoge Verfahren der Datenmeldung, das ein aufwendiges Ausfüllen von Meldebögen erforderte. Zudem hatten viele der ehrenamtlich Tätigen den Eindruck, die Mühen der Datenmeldung lohne sich nicht, weil ein in früherer Zeit angekündigter Libellenatlas nicht realisiert worden war.

Aus dieser Situation heraus gründete sich am 06.07.2013 die AG Libellen mit dem primären Ziel, die Meldetätigkeit wieder in Schwung zu bringen und in Kooperation mit dem NLWKN zeitnah einen Libellenatlas für Niedersachsen/Bremen zu erarbeiten. Ersteres erforderte zunächst ein zeitgemäßes digitales Meldesystem. Kurzfristig war dessen Etablierung nur durch die Schaffung einer Parallelstruktur der AG Libellen zum Tierarten-Erfassungsprogramm des NLWKN möglich. So suchte die AG nach einem bereits vorhandenen und gut etablierten Cloud-System und entschied sich für das bereits in anderen Bundesländern verwendete Multibase CS. Dieses System ermöglicht sowohl eine direkte Meldung in die Cloud als auch den Import verschiedener Datenformate, insbesondere von Excel-Tabellen. Die Cloud wurde ab November 2013 bereitgestellt. Parallel dazu wurde eine interne Datenbank eingerichtet, da nicht alle Kartierenden ihre teils sensiblen Daten einer Cloud anvertrauen wollten. Im Folgenden wird der Einfachheit halber für Cloud und interne Datenbank immer zusammenfassend der Begriff „AG-Datenbank“ verwendet.

Die AG-Datenbank wurde sofort sehr gut angenommen, so dass die Anzahl der Meldungen rasant anstieg, insbesondere von Beobachtungen aus der jüngeren Zeit. Die Verwaltung dieser Daten, insbesondere die Aufbereitung und der Import von Daten aus anderen Formaten, erwies sich als sehr zeitaufwendig, so dass drei „Datenhaltungsbeauftragte“ (Kathrin Baumann, Friederike Kastner, Torsten Spengler) ehrenamtlich für das Datenmanagement eingesetzt wurden.

Die Aufrufe der AG zur Datenmeldung für einen Verbreitungsatlas fanden nicht nur bei zahlreichen Einzelpersonen Gehör, sondern auch bei betreuenden Personen anderer Meldeportale, wie den nicht auf Libellen spezialisierten Internetportalen „naturgucker.de“ und „observation.org“. Beide stellten Libellendaten zur Verfügung, die an die Datenstruktur der AG-Datenbank angepasst und in diese integriert wurden. Den Bitten der AG zur Bereitstellung von Daten folgten auch Arbeitsgruppen von Universitäten und Hochschulen (Braunschweig, Oldenburg, Höxter), die Unteren Naturschutzbehörden einiger Landkreise und einzelne Vereine, darunter die über einen großen Datenfundus verfügende Biologische Schutzgemeinschaft Göttingen. Zudem erfolgte eine umfangreiche Recherche von Libellendaten in der Literatur, insbesondere auch in studentischen Arbeiten sowie in naturschutzfachlichen Gutachten; auch diese Daten wurden für die AG-Datenbank aufbereitet.

Ziel war, die überwiegend aktuellen Daten der AG mit den vorwiegend älteren Daten des NLWKN spätestens im Jahr 2015 zu vereinigen, anschließend noch einen Sommer lang ggfs. vorhandene Kartierungslücken zu schließen und

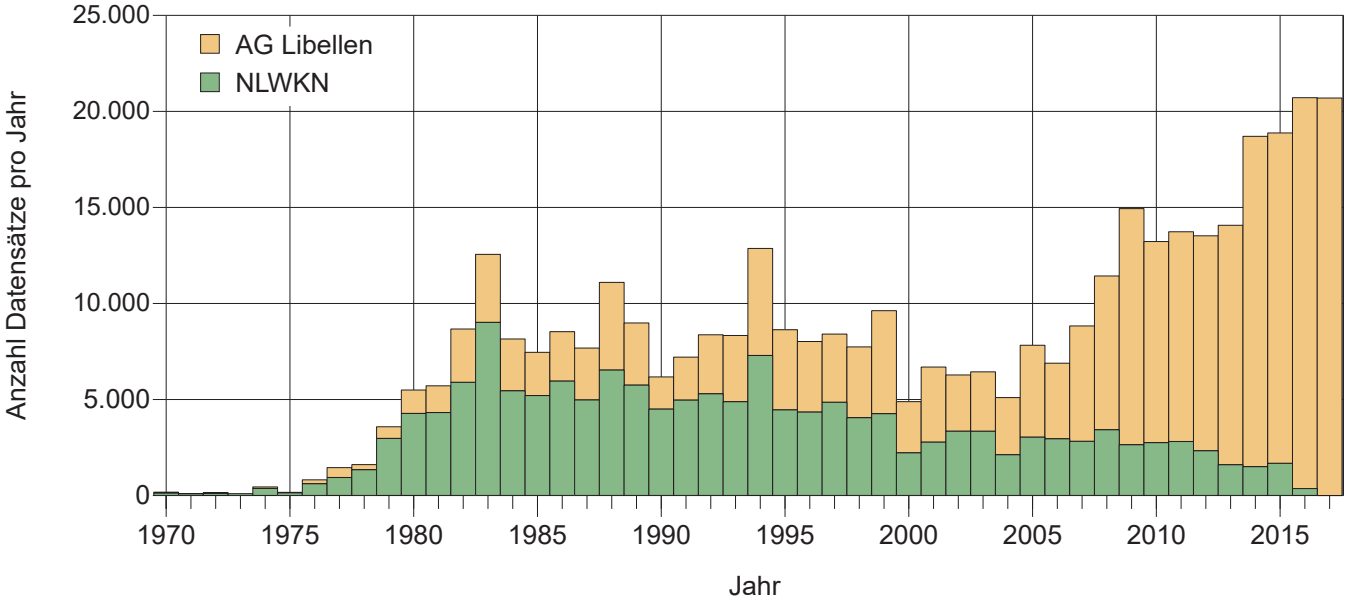

Abb. 3-1: In den Atlas eingeflossene Anzahl an Meldungen, differenziert nach den Beobachtungsjahren sowie den Datenbanken der AG Libellen und des NLWKN (Tierarten-Erfassungsprogramm). Dargestellt wird nur der Zeitraum von 1970-2017 (vgl. Tab. 3-3).

2017 mit der eigentlichen Atlaserstellung zu beginnen. Allerdings kam es weder im Jahr 2015 noch 2016 zu einer Bereitstellung der Daten durch den NLWKN, so dass die AG schließlich beschloss, den Atlas völlig autark zu erstellen. Als Konsequenz wurde der Zeitraum der Datensammlung bis zum 31.12.2017 verlängert. Um für den Atlas auch ohne die NLWKN-Daten auf einen großen Fundus älterer Meldungen zurückgreifen zu können, ging die Bitte an die AG-Mitglieder, nun auch Altdaten bereitzustellen. Einige wandten sich daraufhin persönlich an den NLWKN und baten um die „Rückgabe" ihrer eigenen Daten; sie erhielten diese in Form von Excel-Tabellen, die dann bestmöglich an das Datenformat der AG angepasst und in die Datenbank integriert wurden. Andere Mitglieder bereiteten ihre früher analog an den NLWKN gemeldeten Daten ein zweites Mal auf, nämlich nun in digitaler Form für die AG-Datenbank.

Im Sommer 2017, als bereits Zehntausende ehemals an den NLWKN gemeldeter Daten auf diesen Umwegen in die AG-Datenbank integriert worden waren, stellte der NLWKN überraschend doch noch seinen Datenbestand zur Verfügung, und zwar nicht nur aus dem o.g. Tierarten-Erfassungsprogramm des Geschäftsbereichs VII (Naturschutz), sondern auch aus dem Geschäftsbereich III (Oberflächengewässer). Der Datensatz des GB III umfasste ausschließlich Libellenlarven, die im Rahmen von Makrozoobenthos-Untersuchungen überwiegend in Fließgewässern erfasst worden sind; die Daten lagen vollständig anonymisiert auf Basis von Messtischblatt-Quadranten (MTB-Q) und mit Angabe des jeweiligen Gewässers vor. Auch der Datensatz aus dem NLWKN-Tierarten-Erfassungsprogramm wurde überwiegend anonymisiert und vollständig auf MTB-Q generalisiert übergeben. Welche dieser Daten bereits in der AG-Datenbank vorhanden waren, war deshalb nicht nachvollziehbar. Da Daten-Doppelungen korrekte Auswertungen unmöglich gemacht hätten, konnte somit der gesamte NLWKN-Datensatz nicht in die AG-Datenbank integriert werden.

Die Datensammlung für den Atlas wurde schließlich mit dem Stichtag 15.01.2018 beendet, um anschließend eine vollständige Datenprüfung durchzuführen (vgl. Kap. 3.2). Da sich die darauf folgenden Arbeiten an den Texten bis Ende des Jahres 2020 hinzogen und sich währenddessen, befördert durch den Extremsommer 2018, etliche neue Erkenntnisse in Bezug auf die Verbreitung von Arten ergaben, wurden auch noch ein großer Teil der AG-Daten aus dem Jahr 2018 und Daten ausgewählter Arten aus den Jahren 2019-2020 in den Atlas integriert. Im Einzelnen wurde entsprechend Tab. 3-3 verfahren. Insgesamt liegen dem Atlas 241.429 Datensätze der AG Libellen und 156.735 Datensätze des NLWKN zu Grunde; aufgrund der zahlreichen Doppelungen zwischen diesen Datenbeständen (s.o.) ist der Gesamtdatenbestand grob auf 300.000 zu schätzen. Die Anzahl der Datensätze der AG Libellen bzw. des NLWKN (Tierarten-Erfassungsprogramm) je Jahr seit 1970 ist Abb. 3-1 zu entnehmen.

Aus den unterschiedlichen Quellen hat die AG Libellen von so vielen, teils namentlich gar nicht bekannten Personen Daten erhalten und verwendet, dass hier leider keine vollständige Auflistung möglich ist. Dies liegt vor allem daran, dass der NLWKN überwiegend anonymisierte Daten zur Verfügung gestellt hat. Die AG-Datenbank selbst enthält Meldungen von 833 Personen. Namentlich bekannt sind aber immerhin alle Personen, die mindestens 5.000 Datensätze beigesteuert und damit einen besonders großen Anteil an diesem Atlas haben (Tab. 3-1).

Tab. 3-1: Liste der Personen, die mindestens 5.000 Datensätze für den Libellenatlas beigesteuert haben (Stichtag 31.12.2018, vgl. Tab. 3-3).

Name	Anzahl Datensätze	Zeitraum
Wolfgang Specht	14.704	2004-2017
Eva & Wulf Kappes	14.609	1982-2018
Werner Burkart	12.318	1981-2018
Reinhard Jödicke	10.821	1994-2018
Dietrich Kern	9.396	1982-2017
Heinrich Fliedner	6.844	1992-2018
Birgit Gast	6.749	2004-2018
Hans-Joachim Clausnitzer	6.723	1970-2010
Kathrin Baumann	6.385	1987-2018

3.2 Datenprüfung

Bei einem im Wesentlichen auf Citizen Science-Daten basierenden Projekt ist die Erstellung eines fehlerfreien Datensatzes naturgemäß unmöglich. Wichtig ist aber, dass sich offensichtliche Fehler gerade bei seltenen Arten nicht durch einen publizierten Atlas verbreiten. Aus diesem Grund wurden die seltenen Arten einer intensiveren Prüfung unterzogen als die weit verbreiteten; bei ersteren erstreckte sich die Prüfung auf unwahrscheinliche Angaben von Fundort oder Funddatum, bei den häufigen Arten wurden in erster Linie aus dem phänologischen Rahmen fallende Meldungen hinterfragt.

Die Datenprüfung erfolgte auf Basis der am 15.01.2018 vorliegenden Datensätze der AG Libellen und des NLWKN (Tierarten-Erfassungsprogramm) durch die Bearbeitungsteams (vgl. Kap. 3.5.2) der jeweiligen Artkapitel. Bei unplausibel erscheinenden Meldungen wurde Rücksprache mit den meldenden Personen gehalten, soweit deren Kontaktdaten bekannt waren. Als sehr unwahrscheinlich eingestufte Beobachtungen seltener Arten wurden aus dem Datenpool für den Atlas gelöscht, wenn keine Klärung möglich war. Von einer Löschung betroffen waren auch Meldungen, die sich bereits in Rasterpunkten im Deutschlandatlas (Brockhaus et al. 2015) widerspiegeln und auf Daten des NLWKN zurückgehen. Insgesamt zeigte sich, dass neben Fehlbestimmungen auch Eingabefehler ein Problem waren. Bei den Makrozoobenthos-Daten des NLWKN war keine Rückverfolgung der anonymisierten Larvenfunde und deshalb auch keine Datenprüfung möglich.

Die Meldungen aus dem Jahr 2018 sowie die Meldungen ausgewählter Arten aus den Jahren 2019-2020, die noch in den Atlas integriert wurden (vgl. Tab. 3-3), wurden durch die Atlas-Redaktion geprüft.

3.3 Verbreitungskarten

Für die Verbreitungskarten wurden bei allen Arten die Daten der AG Libellen und die des Tierarten-Erfassungsprogramms des NLWKN sowie die Gomphiden-Daten der Makrozoobenthos-Untersuchungen des NLWKN herangezogen. Erstellt wurden Rasterkarten auf Basis der MTB-Q. Die Rasterpunkte sind nach drei Zeiträumen differenziert (vor 1995, 1995-2009, ab 2010) und werden durch unterschiedlich große Kreise dargestellt, so dass immer alle drei Zeiträume sichtbar sind. In unterschiedlichen Farben hinterlegt sind die Naturräumlichen Regionen entsprechend Drachenfels (2010) (Abb. 3-2). In jeder Verbreitungskarte finden sich zudem Informationen zur Datengrundlage mit Angabe der Anzahl der Daten und des Stichtags sowie die in Tab. 3-2

erläuterten Angaben zu Rasterfrequenz, Bestandssituation, Bestandstrend und Rote Liste-Einstufung (vgl. Kap. 3.4, 5.1).

3.4 Auswertung der Daten

Aufgrund der Heterogenität der vorliegenden Daten waren Auswertungen nur auf Basis des kleinsten gemeinsamen Nenners möglich. Errechnet wurden Rasterfrequenzen, Bestandstrends sowie verschiedene Angaben zur Phänologie (s.u.). Die Daten des NLWKN konnten nur für die Ermittlung der Rasterfrequenzen und für die daraus abgeleitete Bestandssituation verwendet werden. In Tab. 3-3 ist zusammengefasst, welche Daten für welche Auswertungen herangezogen wurden und wie dementsprechend die Aktualität ist. Die Programmierung eines Tools für sämtliche Auswertungen erfolgte durch Torsten Spengler.

3.4.1 Rasterfrequenz

Die Rasterfrequenz wurde für jede Art sowohl für den gesamten Zeitraum (RF_g) als auch für den Zeitraum seit 2010 (RF_{2010}) auf Basis der MTB-Q ermittelt, gibt also den Anteil belegter MTB-Q an. Differenziert wurden dabei jeweils Niedersachsen/Bremen insgesamt, die neun Naturräumlichen Regionen entsprechend Drachenfels (2010) sowie die daraus abgeleiteten drei Rote-Liste-Regionen (Tiefland West, Tiefland Ost, Hügel- und Bergland). Die Berechnung der Rasterfrequenzen erfolgte automatisiert durch ein Verschneiden der Rasterzellen der MTB-Q mit den Grenzlinien der Naturräumlichen Regionen.

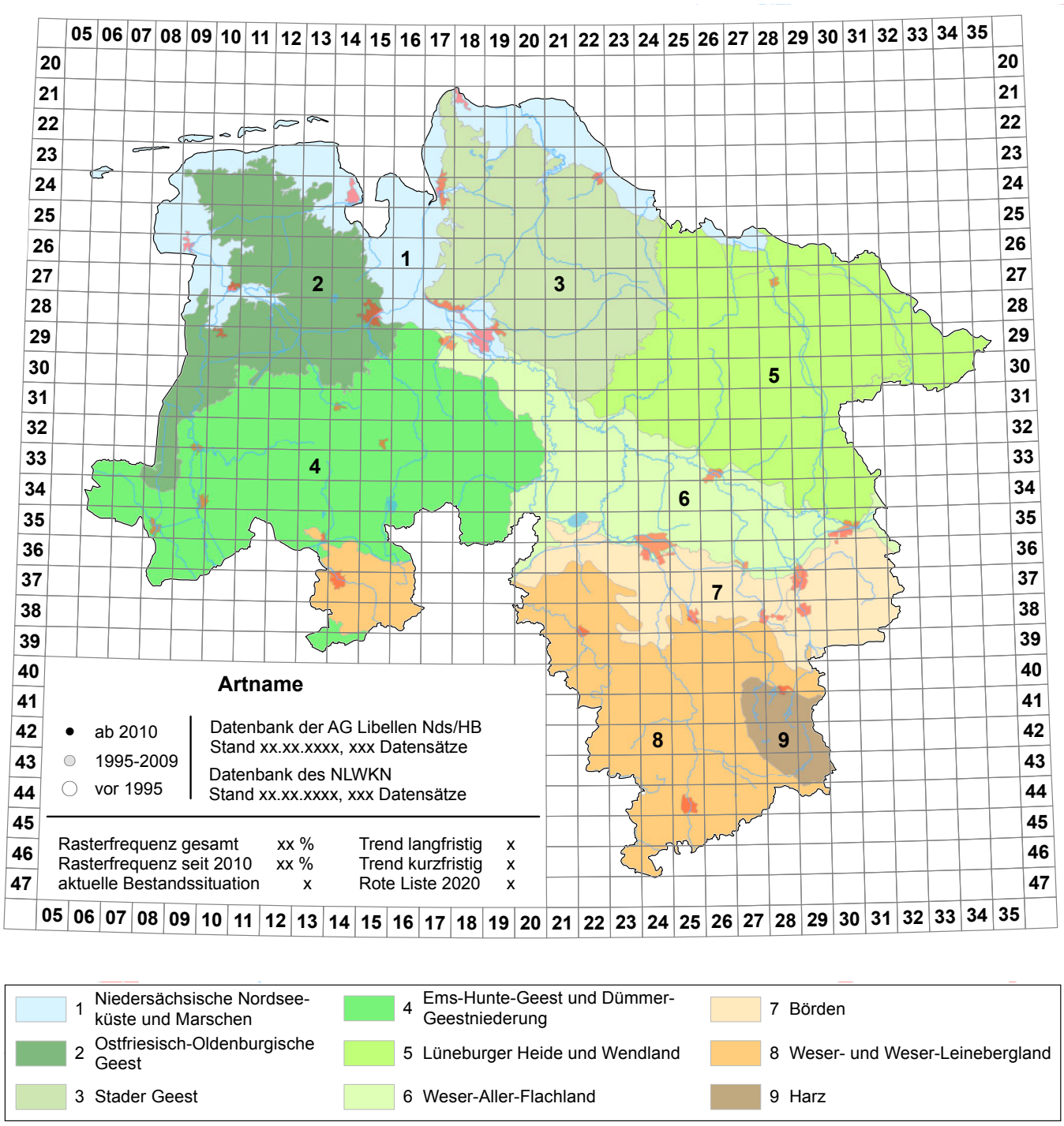

Abb. 3-2: Muster einer Verbreitungskarte mit der Legende der Naturräumlichen Regionen gemäß Drachenfels (2010).

Tab. 3-2: Erläuterung der ergänzenden Angaben in den Verbreitungskarten, überwiegend basierend auf der aktuellen Roten Liste (vgl. Baumann et al. 2021; Kap. 5).

Angabe in der Karte	Erläuterung
Rasterfrequenz gesamt	Rasterfrequenz für den gesamten Zeitraum, aus dem Daten vorliegen (RF_g)
Rasterfrequenz seit 2010	Rasterfrequenz für den Zeitraum seit 2010 (RF_{2010})
aktuelle Bestandssituation	aktuelle Bestandssituation, abgeleitet aus der Rasterfrequenz seit 2010 es extrem selten ≤ 1,6 % ss selten 1,7 - 3,6 % s selten 3,7 - 10,4 % mh mäßig häufig 10,5 - 18,2 % h häufig 18,3 - 31,3 % sh sehr häufig ≥ 31,4 %
Trend langfristig	langfristiger Bestandstrend, bezogen auf die vergangenen rund 100 Jahre <<< sehr starker Rückgang << starker Rückgang < mäßiger Rückgang (<) Rückgang, Ausmaß unbekannt = gleichbleibend > deutliche Zunahme ? Daten ungenügend
Trend kurzfristig	kurzfristiger Bestandstrend, bezogen auf die vergangenen 10 Jahre ↓↓↓ sehr starke Abnahme ↓↓ starke Abnahme (↓) mäßige Abnahme oder Ausmaß unbekannt = gleichbleibend ↑ deutliche Zunahme ? Daten ungenügend
Rote Liste 2020	Einstufung in der aktuellen Roten Liste für Niedersachsen und Bremen 0 ausgestorben oder verschollen 1 vom Aussterben bedroht 2 stark gefährdet 3 gefährdet G Gefährdung unbekannten Ausmaßes R extrem selten V Vorwarnliste * ungefährdet

Tab. 3-3: Für die verschiedenen Auswertungen verwendete Datengrundlagen.

Zeitraum	Verbreitungskarte, Rasterfrequenz	Bestandstrends, Phänologie
bis 2017	**AG Libellen**: vollständiger Datensatz (Stand 15.01.2018) **NLWKN**: vollständiger Datensatz aus dem Tierarten-Erfassungsprogramm sowie Daten der Gomphiden aus den Makrozoobenthos-Untersuchungen (jeweils Stand 23.06.2017)	**AG Libellen**: vollständiger Datensatz (Stand 15.01.2018)
2018	**AG Libellen**: vollständige Datensätze von traditionell „vielmeldenden" Mitgliedern, soweit bis zum 31.12.2018 vorliegend	**AG Libellen**: vollständige Datensätze von traditionell „vielmeldenden" Mitgliedern, soweit bis zum 31.12.2018 vorliegend
2019-2020	**AG Libellen**: Daten zu *Coenagrion mercuriale, Coenagrion ornatum, Erythromma lindenii, Aeshna affinis, Anax ephippiger, Boyeria irene, Epitheca bimaculata, Leucorrhinia albifrons, Leucorrhinia caudalis, Sympetrum flaveolum, Sympetrum fonscolombii, Sympetrum meridionale* (jeweils Niedersachsen/Bremen insgesamt), *Chalcolestes viridis*, *Sympecma fusca, Aeshna mixta, Anax imperator, Gomphus pulchellus* (jeweils nur Harz)	entfällt

3.4.2 Aktuelle Bestandssituation

Die Bestandssituation wird üblicherweise aus der Rasterfrequenz abgeleitet, die entsprechend klassifiziert wird. Die Rasterfrequenz seit 2010 (RF_{2010}) ist für die Beurteilung der aktuellen Bestandssituation maßgeblich. Die Häufigkeitsklassen für den Zeitraum seit 2010 werden spezifisch gebildet, weil in einem kurzen Erfassungszeitraum generell eine geringere Rasterabdeckung gegeben ist als in einem langen Zeitraum. Im gegebenen Fall wurden die Häufigkeitsklassen für den Gesamtzeitraum aus Altmüller & Clausnitzer (2010) umgerechnet, indem ein Quotient ermittelt wurde: Für jede Art wurden die Rasterfrequenzen für den gesamten Zeitraum (RF_g) und für den Zeitraum seit 2010 (RF_{2010}) errechnet und diese jeweils aufsummiert; aus $\sum RF_g / \sum RF_{2010}$ ergibt sich dann der Quotient (Q_{RF}) zur Umrechnung. Die Berechnung ist in Baumann et al. (2021; Kap. 5.1.2) ausführlicher beschrieben, die daraus resultierende Skalierung ist Tab. 3-2 zu entnehmen.

Die Ableitung der aktuellen Bestandssituation aus der RF_{2010} führt jedoch nur dann zu einem korrekten Ergebnis, wenn eine Art im betrachteten Zeitraum nicht im Rückgang

begriffen ist. Geht eine Art seit dem Jahr 2010 zurück, wird dies von der RF_{2010} nicht widergespiegelt und die Bestandssituation würde als „zu gut" bewertet werden. Dies betrifft im gegebenen Fall Arten, die von der extremen Sommertrockenheit der Jahre 2018-2020 erheblich betroffen waren. Es wurde daher bei einigen Arten eine gutachterliche Korrektur (Abwertung) der aktuellen Bestandssituation um eine Stufe gegenüber der berechneten Klasse vorgenommen. Das genaue Vorgehen und die betroffenen Arten sind Baumann et al. (2021; Kap. 5.1-3, Tab. 5-7) zu entnehmen.

3.4.3 Bestandstrend

Für die Ermittlung von Bestandstrends können generell zwei unterschiedliche Informationen herangezogen werden, nämlich zum einen die Veränderung der räumlichen Verbreitung (auf Basis der Rasterfrequenzen) und zum anderen die Veränderung der Meldungen einer Art. Die Rasterfrequenzen oder Meldungen einer Art innerhalb definierter Zeiträume sind allerdings stark von der jeweiligen Kartierungsaktivität beeinflusst und insofern kein unmittelbar geeignetes Maß für den Bestandstrend; es bedarf daher der Errechnung von Korrekturfaktoren. Ein mathematisch einfacher Ansatz, der auch von Laien nachvollzogen werden kann, basiert auf der Veränderung der Anteile der Meldungen einer Art an der Summe der Meldungen aller Arten in unterschiedlichen Zeiträumen. Auf diesen stützt sich der Atlas deshalb primär. Grundlage der zugehörigen Berechnungen ist die AG-Datenbank.

Als Maß für den **kurzfristigen Bestandstrend** (seit 2010) wird der Bestandsentwicklungsfaktor (BEF) in Anlehnung an Kuhn & Burbach (1998: 46) verwendet, der allerdings aufgrund der gegebenen Datenstruktur nicht auf die Zahl der Fundorte, sondern auf die Zahl der Datensätze bezogen wird. Um die kurzfristige Entwicklung beurteilen zu können, wird im vorliegenden Fall die Anzahl der Datensätze je Art (DS_{Art}) vor bzw. seit dem Jahr 2010 (Stichtag 01.01.2010) mit der jeweiligen Anzahl der Datensätze insgesamt (DS_g) vor bzw. seit dem Jahr 2010 verglichen:

$$BEF = \frac{DS_{Art,Jahr\geq 2010} / DS_{Art,Jahr<2010}}{DS_{g,Jahr\geq 2010} / DS_{g,Jahr<2010}}$$

Bei einem BEF > 1 ist tendenziell von einer Ausbreitung, bei einem BEF < 1 tendenziell von einem Rückgang der Art auszugehen. Die zugehörige Skalierung findet sich in Baumann et al. (2021; Kap. 5.1.3, Tab. 5-5). Der BEF wurde für Niedersachsen/Bremen insgesamt sowie für alle neun Naturräumlichen Regionen errechnet.

Im Falle des Vorliegens einer hinreichend großen Zahl an Daten vor und seit 2010 spiegelt der BEF die tatsächliche Bestandsentwicklung normalerweise gut wider. Der BEF wird allerdings deutlich methodisch beeinflusst, wenn z.B. vor oder nach dem Stichtag 01.01.2010 intensive Untersuchungen lokaler Populationen seltener Arten erfolgt sind, die eine hohe Zahl an Datensätzen hervorgebracht haben, oder aber wenn Gewässer mit Vorkommen seltener Arten mit besonders hoher Frequenz aufgesucht wurden. War dies nach dem o.g. Stichtag der Fall, ergibt sich ein hoher BEF, der einen „zu positiven" Trend suggeriert. Es ist daher wichtig, den BEF mit Kenntnis des tatsächlichen Kartierungsgeschehens korrekt zu interpretieren, so wie es in den einzelnen Artkapiteln erfolgt ist. Auf eine tabellarische Darstellung des BEF für die einzelnen Arten wird bewusst verzichtet; damit soll verhindert werden, dass auf Basis reiner Zahlen Fehlinterpretationen erfolgen und diese anschließend weiter verbreitet werden.

Für die Einstufung des kurzfristigen Bestandstrends wird neben dem BEF auch noch der Veränderungsfaktor VF_{Art} herangezogen, der auf der Veränderung der Rasterfrequenz basiert und dessen Ermittlung in Baumann et al. (2021; Kap. 5.1.3) ausführlich beschrieben wird. Er ist von den o.g. lokalen „Überkartierungen" nicht beeinflusst und kann daher den BEF objektivieren. Allerdings spiegelt der BEF die kleinmaßstäbliche Ausbreitung von Arten besser wider als VF_{Art}, wenn z.B. eine Neubesiedlung von Gewässern erfolgt, die sich innerhalb desselben MTB-Q befinden. Die Trends nach dem VF_{Art} und dem BEF wurden daher nach einer entsprechenden gutachterlichen Analyse in einen abgewogenen kurzfristigen Bestandstrend überführt, der in den Verbreitungskarten für alle Arten angeben wird (vgl. Tab. 3-2).

Dass sich die Situation einiger Arten aufgrund der extremen Trockenheit der Jahre 2018-2020 dramatisch verschlechtert hat, kann allerdings von den auf dem Datenstand 31.12.2018 basierenden Berechnungen von BEF und VF_{Art} nicht widergespiegelt werden. Aus diesem Grund wurde der kurzfristige Bestandstrend bei einigen Arten gutachterlich nach unten korrigiert. Das genaue Vorgehen und die betroffenen Arten sind Baumann et al. (2021; Kap. 5.1-3, Tab. 5-7) zu entnehmen.

Als Maß für den **mittelfristigen Bestandstrend** dienten wiederum die Anteile der Meldungen einer Art an der Zahl aller Meldungen. Sie wurden jeweils für Fünfjahreszeiträume seit 1985 berechnet; mittels linearer Regression wurde ein Bestimmtheitsmaß für einen möglichen An- oder Abstieg ermittelt (jeweils für Niedersachsen/Bremen insgesamt und für die einzelnen Naturräumlichen Regionen). Anders als beim kurzfristigen Bestandstrend, der obligatorisch für jede Art angegeben wird und wesentlich für die Rote-Liste-Einstufung ist, blieb es den jeweiligen Bearbeitungsteams überlassen, ob und inwiefern sie die Ergebnisse dieser Berechnungen in die Artkapitel einfließen lassen.

3.4.4 Phänologie

Die Auswertungen zur Phänologie sind auf die AG-Datenbank beschränkt. Allerdings konnten von den dort enthaltenen Datensätzen bei weitem nicht alle verwendet werden. So mussten z.B. die Daten, die einige AG-Mitglieder vom NLWKN zurückerhalten hatten (vgl. Kap. 3.1), komplett von den Berechnungen ausgeschlossen werden, weil das Erfassungsschema des NLWKN keine tagesgenaue Dokumentation einer definierten Art fordert.

Unabhängig davon zeigte sich bei den Auswertungen der Phänologie die Heterogenität der vorhandenen Daten, die insbesondere auf den unterschiedlichen Herkünften beruht. Obgleich das aktuelle Kartierungsschema der AG Libellen z.B. für Emergenzen und Imagines getrennte Datensätze vorsieht, ist dies auch bei den direkt in die Cloud eingegebenen Meldungen nicht immer umgesetzt worden. Emergenzen wurden offensichtlich nur von vergleichsweise wenigen der Kartierenden separat erfasst, dann aber teils nicht – wie vorgesehen – als „Emergenz", sondern als „Exuvie" oder „Jungtier" verschlüsselt. Gleichzeitig verbirgt sich hinter der Einheit „Imago" mit Sicherheit auch die ein oder andere frisch geschlüpfte Imago, die als „Emergenz" hätte verschlüsselt werden sollen. Dennoch wurden die Einheiten „Emergenz" und „Imago" ausgewertet.

Alle Auswertungen erfolgten auf Basis der Anzahl der Datensätze und nicht auf Basis der Individuenzahl. Grund

hierfür ist zum einen, dass viele aus verschiedenen Quellen übernommene Meldungen gar keine Individuenzahl enthielten, aber das zugehörige Feld in der Datenbank aus technischen Gründen mit einer „1“ codiert worden war; so konnten diese Datensätze am Ende nicht mehr von den Meldungen unterschiedenen werden, die tatsächlich nur ein Individuum dokumentierten. Zudem hatten vorangegangene Tests gezeigt, dass die Auswertungen der Individuenzahlen zu stark von einzelnen Meldungen beeinflusst werden, die aufgrund von Hochrechnungen oder Schätzungen viele Tausend Individuen enthalten. Die Mehrzahl der Kartierenden schien bei der Angabe der Individuen dagegen konservativ vorzugehen und nur die Zahl der definitiv gesehenen Individuen zu melden.

Die Einheiten „Emergenz“ und „Imago“ werden je Art dekadenweise in Phänogrammen dargestellt, sofern jeweils mindestens fünf Beobachtungen vorliegen. Damit die Phänogramme der einzelnen Arten einfacher miteinander verglichen werden können, erfolgt die Skalierung auf Basis der prozentualen Anteile der Meldungen je Dekade; Bezugsgröße (= 100 %) sind jeweils sämtliche Beobachtungen von Imagines bzw. von Emergenzen der jeweiligen Art.

Zudem wurde für die beiden Einheiten „Emergenz“ und „Imago“ ermittelt, bis zu welchem Datum 50 %, 75 % und 90 % aller zugehörigen Meldungen erfolgt sind. Diese Angaben finden sich verbal in allen Artkapiteln, sofern sie auf hinreichend vielen Datensätzen basieren und entsprechend aussagefähig sind.

3.5 Artkapitel

3.5.1 Aktualität

Die insgesamt dreijährige Bearbeitungszeit der Artkapitel von 2018-2020 fiel in eine Phase, in der die Auswirkungen des Klimawandels auf Gewässer und Libellen in bis dato unbekanntem Ausmaß deutlich wurden. Anspruch dieses Atlas ist es, wenigstens am Tag des Erscheinens noch eine bestmögliche Aktualität vorzuweisen. Aus diesem Grund wurden die Kapitel zu allen Arten, bei denen zuletzt maßgebliche Veränderungen festgestellt wurden, auf den Kenntnisstand vom Sommer 2020 aktualisiert. Dies betrifft insbesondere nordwärts expandierende, wärmeliebende Arten, aber z.B. auch die eng an Moore gebundenen Arten, die aufgrund der großflächigen Austrocknungen der letzten Jahre massive Bestandseinbußen erlitten haben. Auch die Texte zu den in Niedersachsen/Bremen besonders seltenen Arten wurden aktuell gehalten. Das Kapitel zur Höhenverbreitung (s.u.) wurde bei allen Arten redaktionell auf den Stand von 2020 angepasst, da diverse Arten zuletzt „Höhenrekorde“ im Harz erzielt haben.

3.5.2 Zusammenstellung der Bearbeitungsteams

Aufgrund der landschaftlich und klimatisch großen Vielfalt des Gebiets von Niedersachsen/Bremen kann die Situation von Libellenarten regional durchaus unterschiedlich sein. Ziel war daher, die einzelnen Artkapitel jeweils von einem Team erarbeiten zu lassen, deren Mitglieder Kenntnisse aus allen drei großen Regionen (westliches Tiefland, östliches Tiefland, Hügel- und Bergland) einbringen können. Da sich nicht für alle Arten ein hinreichend großes Team gefunden hat, wurden bedarfsweise aus den Reihen des Redaktionsteams entsprechende regionale Kenntnisse ergänzt. Kenntnisse, die einer speziellen Person des Autorenteams zuzuordnen sind, wurden mit dem jeweiligen Namenskürzel versehen.

3.5.3 Gliederung und Inhalte

Der Anspruch an den vorliegenden Atlas ist, dass in diesen (nahezu) ausschließlich Erkenntnisse aus Niedersachsen/Bremen einfließen; die Wiedergabe von allgemein bekanntem Wissen aus Standardwerken war dementsprechend nicht gewünscht.

Jedes Artkapitel gliedert sich i.d.R. in vier bis fünf Hauptkapitel, von denen sich die Kapitel „Verbreitung“ sowie Ökologie und Verhalten“ in weitere Unterkapitel gliedern.

Abb. 3-3: *Aeshna grandis* (Weibchen). Landkreis Friesland, 07.08.2017. Foto: A. Borkenstein.

Kapitel *„Generelles“*
Hier werden kurz wesentliche Erkenntnisse zu Verbreitung, Häufigkeit, Gefährdung, Lebensräumen und teils auch zu Phänologie oder weitere jeweils als interessant erachtete Punkte zusammengefasst.

Kapitel *„Verbreitung“*
Vorangestellt ist jeweils eine kurze Beschreibung der Verbreitung in Europa, Deutschland und ggfs. auch der globalen Verbreitung. Die drei Unterkapitel „***Vorkommen in Niedersachsen/Bremen***“, „***Höhenverbreitung***“ und „***Bestandssituation und -entwicklung***“ beziehen sich ausschließlich auf Niedersachsen/Bremen; allenfalls zur Diskussion werden nicht-niedersächsische Quellen herangezogen. Wesentliche Grundlage für diese Kapitel sind die

Auswertungen der AG-Datenbank und die auf den Daten von AG und NLWKN basierenden Verbreitungskarten. Im Kapitel „***Bestandssituation und -entwicklung***“ erfolgt stets eine Analyse der Daten hinsichtlich mittel- und kurzfristiger Bestandstrends, die eine wesentliche Grundlage für die neue Rote Liste ist (Baumann et al. 2021; Kap. 5). Hinweise auf besondere Beobachtungen erfolgen mit Angabe des betreffenden MTB-Q und der beobachtenden Person.

Kapitel „Ökologie und Verhalten“

Es umfasst mit „*Lebensräume*“, „*Phänologie*“ und „*Vergesellschaftung*“ u.a. drei klassische Unterkapitel eines Libellenatlas; sie enthalten nahezu ausschließlich Erkenntnisse aus Niedersachsen/Bremen. Die „***Lebensräume***“ basieren auf den Kenntnissen des jeweiligen Bearbeitungsteams, oft ergänzt durch Informationen weiterer Fachleute z.B. aus dem Redaktionsteam; diese werden als „pers. Mitt.“ gekennzeichnet. Teils sind auch Informationen zu Lebensräumen eingeflossen, die sich den Datenbanken entnehmen ließen. Die „***Phänologie***“ folgt einem einheitlichen Schema: Wo immer möglich und sinnvoll, wird angegeben, bis zu welchem Datum 50 %, 75 % und 90 % aller Meldungen von Emergenzen und Imagines erfolgt sind; zudem erfolgt die Angabe von Extremdaten in Bezug auf Emergenz, Flugzeit und Paarungsverhalten (jeweils mit Angabe des betreffenden MTB-Q und der beobachtenden Person, sofern namentlich bekannt). Das Unterkapitel „***Vergesellschaftung***“ basiert allein auf den Erfahrungen/Kenntnissen des jeweiligen Teams und ggfs. weiterer Fachleute; eine entsprechende Auswertung der Datenbank war aufgrund der gegebenen Datenstruktur nicht zielführend.

Für einen Libellenatlas weniger typisch sind die Unterkapitel „*Lebenszyklus*“ und „*Verhalten*“. In Anbetracht des o.g. Anspruchs dieses Atlas ist insbesondere der „***Lebenszyklus***“ problematisch, weil es nur bei wenigen Arten diesbezügliche Erkenntnisse speziell aus Niedersachsen/Bremen gibt. Da aber eine Aussage wenigstens zur Dauer der Larvalphase wichtig für das Verständnis der jeweiligen Artbiologie ist, wurde diese mangels anderer Kenntnisse der Literatur entnommen. Beim „***Verhalten***“ lässt sich vortrefflich diskutieren, ob es ein niedersachsenspezifisches Verhalten einer Art geben kann und ob das Kapitel in diesem Atlas überhaupt sinnvoll ist. Tatsächlich gibt es aber eine Reihe von Untersuchungen aus Niedersachsen/Bremen, sowohl publizierte als bis dato nicht publizierte. Um ersteres Wissen zusammenzufassen und letzteres nicht verloren gehen zu lassen, wird beides in das Unterkapitel „*Verhalten*“ aufgenommen, und zwar völlig losgelöst von der Frage, ob die Verhaltensweisen niedersachsenspezifisch sein können. Sofern sinnvoll, erfolgen Ergänzungen durch Angaben aus der Literatur.

Kapitel *„Gefährdung und Schutz“*

Dieses Kapitel enthält bei allen Arten die verbale Wiedergabe der Einstufung in der aktuellen Roten Liste für Niedersachsen und Bremen, die Bestandteil dieses Atlas ist (Baumann et al. 2021; Kap. 5). Sollte es wesentliche Änderungen gegenüber der vorangegangenen Roten Liste (Altmüller & Clausnitzer 2010) geben, werden diese erläutert. Bei Arten mit einer Einstufung in die Gefährdungskategorien 1, 2 oder R wird i.d.R. eine Gefährdungsanalyse vorgenommen. Hinweise zu notwendigen Schutzmaßnahmen erfolgen bedarfsweise.

Kapitel *„Weitere Erkenntnisse aus Niedersachsen/ Bremen“*

Wie die Überschrift bereits ausdrückt, werden hier weitere Erkenntnisse zur jeweiligen Art aus Niedersachsen/Bremen zusammengefasst, die sich in die übrigen Kapitel nicht sinnvoll integrieren lassen. Dies können beispielsweise Untersuchungen zu Farbmorphen sein. Das Kapitel ist fakultativ.

3.5.4 Fotos der Arten

In der Regel enthält jedes Artkapitel Fotos jeweils einer männlichen und einer weiblichen Imago, in einzelnen Fällen auch von Paarung oder Eiablage. Um die AG-Mitglieder

Abb. 3-4: *Libellula quadrimaculata* (Paar). Landkreis Friesland, 30.05.2018. Foto: A. Borkenstein.

über die Datenerfassung hinaus in den Atlas einzubeziehen, wurde ein „Fotowettbewerb“ veranstaltet, auf dessen Basis die Fotos ausgewählt wurden. Teilnahmeberechtigt waren ausschließlich Fotos, die in Niedersachsen/Bremen entstanden sind. Insgesamt wurden 1.433 Fotos von 23 Personen eingereicht.

Bei der Auswahl der Fotos für den Atlas wurden neben der reinen Fotoqualität auch weitere Aspekte berücksichtigt: So sollten verschiedene Fotostile Platz im Atlas finden und Fotos möglichst aller am Wettbewerb teilnehmenden Personen in hinreichender Zahl berücksichtigt werden. Als Juror für die Auswahl der Fotos auf Basis dieser Vorgaben wurde gezielt ein Nicht-Niedersachse gesucht und mit Michael Frank (aus Mecklenburg-Vorpommern/Hessen) gefunden.

Da von einigen Arten jedoch gar keine Fotos vorlagen oder deren Qualität als nicht ausreichend eingestuft wurde, erfolgte am Ende noch eine gezielte Suche über die Mailing-Liste der AG Libellen. Im Ergebnis stammen nun einzelne Fotos nicht aus Niedersachsen/Bremen.

Abb. 3-5: *Gomphus pulchellus* (Weibchen). Landkreis Harburg, 21.05.2009. Foto: R. Heins.

3.5.5 Fotos der Habitate

Jedes Artkapitel enthält Fotos von zumeist zwei Reproduktionshabitaten in Niedersachsen/Bremen. Die Fotos stammen i.d.R. aus unterschiedlichen Regionen, d.h. es wurde entsprechend des jeweiligen Verbreitungsgebiets darauf geachtet, dass zwei der drei Rote-Liste-Regionen abgedeckt sind. Die Fotos zeigen zum einen besonders typische Habitate, sollen aber auch deren Vielfalt abbilden; teils werden auch Extremhabitate gezeigt.

3.5.6 Nomenklatur

Die Nomenklatur der Libellen richtet sich nach Wildermuth & Martens (2019). Hinsichtlich der Pflanzennamen wird bei den Farn- und Blütenpflanzen Garve (2007) und bei den Moosen Koperski (2011) gefolgt.