

Langjährige Entwicklung der Libellenfauna zweier Moore in Nordwestdeutschland und Einfluss der Dürreperiode 2018–2020 (Odonata)

Angelika Borkenstein¹ und Reinhard Jödicke²

¹Lebensborner Weg 5, D-26419 Schortens, angelikaborkenstein@t-online.de

²Am Liebfrauenbusch 3, D-26655 Westerstede, reinhard.joedicke@magenta.de

Abstract

Long-term development of the dragonfly fauna of two bogs in north-west Germany and influence of the drought period 2018–2020 (Odonata) – The population development of dragonflies in two lowland bogs in Lower Saxony was surveyed for 18 and 12 years, respectively. In all, 41 species were identified. The most significant changes in the dragonfly fauna happened when both study areas dried up in 2018–2020 due to summer rain deficits and hot spells. In the years before this drought, there were fairly stable populations of regularly reproducing species, but also those with occasional reproductive success as well as visitors. During the study period, there were no colonisations by southern species expanding their range to Lower Saxony as a result of global warming. However, even before the dry years, some species, such as *Lestes sponsa*, *Aeshna juncea* or *Sympetrum flaveolum*, showed significant to extreme population declines. This negative development was in line with the regional trend. In the dried-up bogs during the drought summers only a few individuals of a few species could be observed. According to our observations, no larva survives dry and hot peat soil. As an exception, a few teneral individuals of *Libellula quadrimaculata* and *Leucorrhinia rubicunda* had apparently been able to survive as larva in the few still humid dips. Some univoltine species, such as *L. sponsa*, *Coenagrion puella* or *S. danae*, survived the drought as imago, and their offspring emerged before the bogs dried out again in the following season. *Lestes dryas*, which colonised the areas during the drought period, proved to be the beneficiary of the drought. Also, *L. virens* only reproduced in the dry years and became the most abundant damselfly species. During the comparatively wet following year of 2021 we observed a resettlement by most species. Apparently, the arrival of dispersing mature individuals from surrounding waters without desiccation problems played a decisive role. The population of *C. lunulatum* did not recover until the end of our study. In addition to the disappearance of this species, which has become rare in Germany, the rapid expansion of the common rush in the dry phases poses a significant problem, because the shallow waters and bights overgrown by it irreversibly lost their bog character. As climate change continues, the drought years described here will recur and eventually become the norm. Losses among the odonate species, especially those of the bog dwellers, will steadily increase. The protection program of bogs in Lower Saxony is in danger of failing due to the lack of summer rain in connection with extreme heat waves.

Zusammenfassung

Die Bestandsentwicklung der Libellen in zwei niedersächsischen Tieflandmooren verfolgten wir über 18 bzw. 12 Jahre. Insgesamt wurden 41 Arten nachgewiesen. Die größten Veränderungen in der Libellenfauna traten auf, als in den Jahren 20018–2020 wegen hochsommerlicher Regendefizite und Hitzeperioden beide Moore austrockneten. In den Jahren vor dieser Dürre gab es einen weitgehend stabilen Bestand sich regelmäßig fortpflanzender Arten, aber auch solche mit gelegentlichem Reproduktionserfolg und Gäste. Im Untersuchungszeitraum erfolgte keine Ansiedlung durch südliche Arten, die infolge der Klimaerwärmung ihr Areal bis Niedersachsen ausdehnten. Bereits vor den trockenen Jahren zeigten hingegen manche Arten, wie z.B. *Lestes sponsa*, *Aeshna juncea* oder *Sympetrum flaveolum*, deutliche bis krasse Bestandseinbußen. Diese negative Entwicklung entsprach dem landesweiten Trend. In den ausgetrockneten Mooren während der Dürresommer waren nur noch einzelne Individuen weniger Arten zu beobachten. Nach unseren Beobachtungen überlebt keine Larve die Trockenheit und Hitze im Moorboden. Ausnahmsweise schlüpfen einzelne Individuen von *Libellula quadrimaculata* und *Leucorrhinia rubicunda*, die als Larve offenbar in den wenigen feucht gebliebenen Senken überleben konnten. Einige univoltine Arten, wie z.B. alle Lestiden oder *S. danae*, überlebten die Trockenheit als Imago. Ihr Nachwuchs schlüpfte, bevor die Moorgewässer in der Folgesaison wieder austrockneten. Als Profiteur der Trockenheit erwies sich *Lestes dryas*, der sich während der Dürreperiode ansiedelte. Auch *L. virens* pflanzte sich erst in den trockenen Jahren fort und entwickelte sich zur individuenreichsten Kleinlibellenart. Bereits während des vergleichsweise nassen Folgejahres 2021 beobachteten wir eine Rückbesiedlung durch die meisten Arten. Hierbei spielte offensichtlich der Einflug maturaer Tiere aus Umgebungsgewässern ohne Austrocknungsprobleme eine entscheidende Rolle. Der Bestand von *Coenagrion lunulatum* konnte sich bis zum letzten Untersuchungsjahr nicht erholen. Neben dem Verlust dieser in Deutschland selten gewordenen Art bedeutet die rasante Ausbreitung der Flatterbinse in Trockenphasen ein erhebliches Problem, weil die von ihr überwachsenen Flachgewässer und Buchten ihren Hochmoorcharakter irreversibel verloren haben. Bei fortschreitendem Klimawandel werden sich die hier geschilderten Dürrejahre wiederholen und irgendwann zur Norm werden. Verluste unter den Libellen, vor allem denen im Moor, werden dabei stetig wachsen. Das niedersächsische Moorschutzprogramm droht am fehlenden Sommerregen in Verbindung mit extrem Hitzewellen zu scheitern.

Einleitung

Die Artenzusammensetzung der Libellenfauna von Gewässern, Gebieten und Regionen ist in ständigem Fluss. In Niedersachsen wurde diese Entwicklung anhand einer umfangreichen Datenbank mit ca. 300.000 Datensätzen und statistischer Auswertung aktuell dokumentiert (BAUMANN et al. 2021a). Die Artkapitel des Atlas von Niedersachsen und Bremen zeigen vor allem für die vergangenen 30 Jahre die Auswirkungen des Klimawandels durch Neuansiedlung mediterraner Arten und den Rückgang borealer Arten. Von besonderer Tragweite erwies sich aber die im Sommer 2018 beginnende und bis zum Jahr 2020 anhaltende Dürreperiode,

die durch ausbleibende Sommerniederschläge zu einem anhaltenden Austrocknen von Gewässern führte. Dabei waren unter anderem die Hochmoorrelikte drastisch betroffen (BAUMANN et al. 2021a). Das, was der Atlas in landesweitem Maßstab dokumentierte, wurde für einzelne Gebiete bisher kaum publiziert. Eines der wenigen Beispiele für die langfristige Faunenveränderung eines niedersächsischen Gewässers ist die Gebietsmonographie zum Breiten Moor bei Celle (CLAUSNITZER et al. 2013). Auswirkungen der erwähnten Dürreperiode wurden bisher nur in Bezug auf fünf Hochmoorarten der Gebirgsmoore im Nationalpark Harz analysiert (BAUMANN 2021). Wir wollen deshalb über die mehrjährigen Untersuchungen zweier niedersächsischer Tieflandmoore berichten und dabei besonders auf die Auswirkungen der trockenen Jahre auf die Libellenfauna eingehen.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

Wir untersuchten langjährig zwei Moore der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest im Nordwesten Niedersachsens, das Engelsmeer bei Schortens-Heidmühle und das Hollweger Moor bei Westerstede-Hollwege. Über odonatologische Aspekte beider Gebiete wurde bereits an anderer Stelle berichtet (WILDERMUTH et al. 2018; BORKENSTEIN & JÖDICKE 2017, 2020, 2022a, 2022b; JÖDICKE & BORKENSTEIN 2021). Trotz unterschiedlicher Entstehung und Geschichte waren beide Moore in einem ökologisch vergleichbaren Zustand, denn sie präsentierten sich als dystrophe, torfmoosreiche Flachweiher, umgeben von Pfeifengraswiesen, die an Wald grenzten. In der näheren Umgebung (Entfernung bis 5 km) beider Gebiete gab es weitere Moorbiotope mit einer entsprechenden Libellenfauna.

Engelsmeer

Das Engelsmeer (53,53° N, 7,91° O, 10 m ü. NHN, Landkreis Friesland; Abb. 1) war eines der ursprünglichen Geest-Binnenmeere auf der ostfriesischen Halbinsel. Seinen Namen bekam es vermutlich als Taufgewässer während der Christianisierung der Ostfriesen im 12.–13. Jahrhundert – als Heide sei man ins Wasser gegangen und als Engel herausgekommen (C.F. Streufert pers. Mitt.). Bis zum 16. Jahrhundert wurde das Engelsmeer von Mönchen zur Fischzucht benutzert, moorte dann aber zunehmend und war in diesem Zustand westniedersächsischen Schlatts (dystrophe Weiher mit unterschiedlichen Sukzessionsstadien) vergleichbar. Im beginnenden 19. Jahrhundert wurde es – bis auf einen kurzen Grabenabschnitt mit permanenter Wasserführung – vollständig entwässert und mit Nadelgehölzen aufgeforstet. Auf Initiative des Revierförsters Carsten Friedrich Streufert wurde die Wiedervernässung des Engelsmeeres als Kompensation für ein größeres Bauvorhaben geplant und bis zum Jahr 2010 umgesetzt. Dazu wurden der Baumbestand auf 8 ha abgeholzt, der Oberboden im Zentralbereich auf insgesamt 3,9 ha abgeschoben und alle Entwässerungsrinnen verschlossen (C.F. Streufert pers. Mitt.). Winterliche Niederschläge ließen bis zur Libellensai-



Abbildung 1: Das Engelsmeer bei Schortens, Niedersachsen, mit Blick von Osten aus der Luft gesehen. Zur Zeit der Aufnahme vom 21.06.2017 herrschte ein so hoher Wasserstand, dass die einzelnen Gewässer miteinander verbunden waren. Die Wasserfläche in der rechten Bildhälfte entwickelte sich erst im Laufe der Jahre durch Absterben des Baumbestands und aufgrund guter Wasserhaltung.– **Figure 1.** Aerial photograph of the Engelsmeer near Schortens, Lower Saxony, with view from the east. The water level on 21-vi-2017 was so high that the ponds merged together. The water area on the right side of the picture evolved in the course of the years due to an efficient water management and the dying of the initial birch trees. Photo: U. Borkenstein

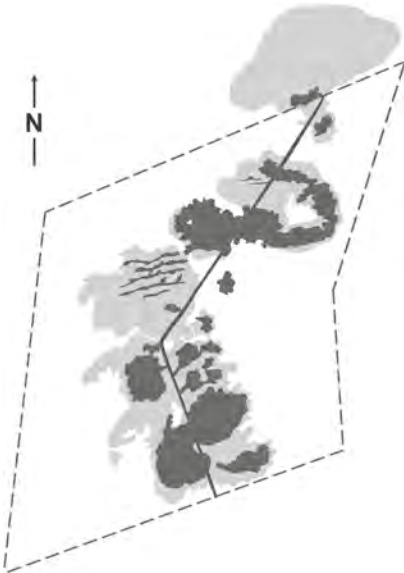


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Engelsmeeres. Dunkelgraue Bereiche: ausgebaggerte Wasserflächen mit einer Tiefe von max. 70 cm. Hellgraue Bereiche: im Winter und Frühjahr temporär überflutete Flächen. Der hellgraue Teilbereich im Nordosten wurde in seiner Wasserhaltung von Jahr zu Jahr (bis zum Sommer 2018) immer stabiler (vgl. Abb. 1). – **Figure 2.** Scheme of the Engelsmeer. Dark-grey areas: dredged ponds with a depth of max. 70 cm. Light-grey areas: temporarily inundated in winter and spring. The light-grey area in the north-east evolved into a predominantly permanent water body (see Fig. 1). Graphik: AB

son 2011 über dem freigelegten Torfboden einen vielfältig strukturierten Weierkomplex entstehen (Abb. 2). Bereits im selben Jahr entwickelte sich eine charakteristische Vegetation mit den Torfmoosen *Sphagnum cuspidatum* und *S. fallax* und den Wollgräsern *Eriophorum angustifolium* und *E. vaginatum*.

Hollweger Moor

Das Hollweger Moor (53,27° N, 7,86° O, 9 m ü. NHN, Landkreis Ammerland; Abb. 3) war ursprünglich ein kleiner Teilbereich des riesigen Lengener Moores, einem typischen Regen-Hochmoor auf der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest. Seine Trockenlegung und Abtorfung erfolgten von 1900 bis 1965. Die meisten Flächen wurden in Grünland umgewandelt und werden als solches bis heute ge-



Abbildung 3: Das Hollweger Moor bei Westerstede, Niedersachsen, mit Blick von Südwesten, Luftaufnahme vom Hauptgewässer. Das Foto vom 08.03.2022 zeigt die Vorfrühlings-situation mit einem vollen Wasserstand, aber auch die flächige Ausbreitung der Flatterbinse in allen Buchten und flachen Randbereichen durch rasante Sukzession während der voraus-gegangene Dürreperiode 2018–2020. – **Figure 3.** The Hollweger Moor near Westerstede, Lower Saxony, with view from the south-west, aerial photo from the main water body. The photo from 08-iii-2022 shows the situation in early spring with a full water level, but it demonstrates also the widely expanded common rush in all bights and shallow water sections in consequence of the preceding period of drought in 2018–2020. Photo: H. Ahlers

nutzt. Eine Fläche von 91 ha blieb sich selbst überlassen und entwickelte sich zu einem artenarmen Moorbirkenwald, der trotz seiner Trockenlegung im Jahr 1991 als Naturschutzgebiet ausgewiesen wurde. Durch eine Initiative des Ortsbürgervereins Hollwege wurden im Einvernehmen mit dem Landkreis im Oktober

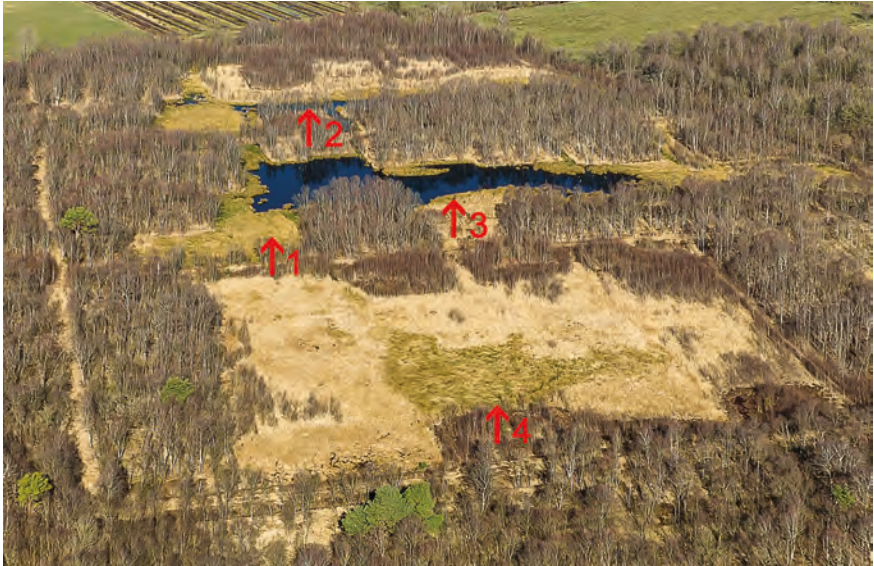


Abbildung 4: Das Hollweger Moor aus der Luft mit Blick von Süden, aufgenommen am 08.03.2022 nach der Dürreperiode. In der oberen Bildhälfte sind die ältesten wiedervernässten Gewässer zu sehen, die aufgrund winterlicher Niederschläge gut gefüllt, aber durch große Flatterbinsen-Bestände erheblich eingeengt sind. Die untere Bildhälfte zeigt eine jüngere Erweiterungsfläche, die trotz der Jahreszeit kein offenes Wasser mehr zeigt. Weitere Teilflächen im Westen und Osten sind in dem Bildausschnitt nicht zu sehen; auch sie sind ohne offenes Wasser. **↑1** Standort und Blickrichtung der Aufnahmeserie von Tafel 2; **↑2** das nördliche Gewässer; **↑3** das abgeschobene Südufer des Hauptgewässers mit hochmoorähnlicher Vegetation; **↑4** Südrand des jetzt trockenen Gewässers, an dem im Jahr 2018 die Tagesphänologie von *Leucorrhinia rubicunda* untersucht wurde (JÖDICKE & BORKENSTEIN 2021). – **Figure 4.** The Hollweger Moor from the air with a view from the south, taken on 08-iii-2022 after the period of drought. The upper half of the picture shows the oldest restored water bodies, which are well-filled because of the winter rain but, on the other hand, heavily narrowed by the expanded common rush. The younger restoration area in the lower half of the picture has no open water anymore. In the west and east, outside the picture frame, further restoration areas are also dry. **↑1** site and line of viewing of the photo series in Plate 2; **↑2** the northern pond; **↑3** the southern bank of the main pond with a bog-like vegetation; **↑4** southern bank of the now dried up pond, where the diel phenology of *L. rubicunda* was studied in 2018 (JÖDICKE & BORKENSTEIN 2021). Photo: H. Ahlers

1996 auf zwei zur Regeneration besonders geeignet erscheinenden Teilflächen alle Entwässerungsrinnen geschlossen und zwei Monate später der Birkenaufwuchs entfernt. Schon im Januar 1997 konnte der Erfolg festgestellt werden: Auf der entkusselten Fläche hatte sich ein durchschnittlich 1 m tiefer Wasserkörper über dem abgetorften Niveau entwickelt (Untere Naturschutzbehörde Ammerland pers. Mitt.; Abb. 4). Vor der Saison 2005 waren Teile des Südufers und das gesamte Nordufer des entstandenen Gewässerkomplexes durch Baggerarbeiten abgeflacht worden. Außerdem wurden hier angrenzende Teilflächen vollständig entkusselt. Im Winter 2007/08 folgte die Wiedervernässung von Erweiterungsflächen. Insgesamt erstreckten sich die Renaturierungsmaßnahmen auf 7,2 ha. Auf den abgeflachten Uferpartien entwickelte sich ein ombrotropher Rasen aus dem Warzigen Torfmoos *Sphagnum papillosum*, der Gewöhnlichen Moosbeere *Vaccinium oxycoccos*, dem Rundblättrigen Sonnentau *Drosera rotundifolia* und Wollgräsern *Eriophorum* spp. An den Gewässerrändern bildete die Flatter-Binse *Juncus effusus* einen Saum aus.

Bestandsaufnahme Libellen

Beide Gebiete konnten von uns langjährig und häufig untersucht werden, weil sie sich jeweils in unserer unmittelbaren Wohnumgebung befanden (Oldenburger Terminus technicus: „Schluffenreviere“). Die Libellenfauna des Engelsmeeres wurde seit seiner Wiedervernässung im Frühjahr 2011 bis zum Ende der Flugsaison 2022 regelmäßig und besonders intensiv untersucht. Bei 485 Begehungen ergaben sich 2.483 Datensätze. Die Libellenfauna im Hollweger Moor wurde von 2005 bis 2022 untersucht. Bei 269 Begehungen kamen 1.876 Datensätze zusammen. Zur Beurteilung der Häufigkeit von Arten über die Jahre wurden die für jedes Jahr ermittelten Tageshöchstwerte verglichen. Diese Werte ergaben sich aus der Zählung oder – bei hoher Abundanz – aus Schätzung der gesichteten Tiere. Weil für jede Art frischgeschlüpfte, juvenile und mature Tiere getrennt erfasst und abschließend addiert wurden, ergaben sich teilweise „unrunde“ Maximalwerte.

Ein großer Teil der Exkursionen galt der Aufnahme des gesamten Artenspektrums anhand der erfassten Imagines, aber es gab auch Begehungen wegen spezieller Fragestellungen, z.B. zur verhaltensgesteuerten Thermoregulation von *Leucorrhinia rubicunda* und *Sympetrum striolatum* (WILDERMUTH et al. 2018, 2019; BORKENSTEIN & JÖDICKE 2020, 2022a), zur Tagesphänologie von *L. rubicunda* (JÖDICKE & BORKENSTEIN 2021) oder zum Polychromatismus bei *Coenagrion lunulatum* (BORKENSTEIN & JÖDICKE 2022b). Gezielte Beobachtungen zur Emergenz der Frühlingsarten im Moor sowie zum Flugzeitenende von *S. striolatum* und weiteren herbstaktiven Arten führten zu überproportional häufigen Kontrollen in den Monaten April und November. Während der übrigen Monate der Flugsaison haben in manchen Jahren Projekte in anderen Gebieten und sonstige Abwesenheiten verhindert, dass für jedes Beobachtungsjahr und alle Arten lückenlose Daten vorliegen.

Ergebnisse

Biotopentwicklung

Bis Juni 2018

Die Moorgewässer zeichneten sich über Jahre hinweg als geeignete Lebensräume für Libellen aus. In Sommerperioden mit wenig Niederschlag und vielen Sonnenstunden, z.B. im Frühsommer 2015, sank der Wasserspiegel in beiden Mooren, und Randbereiche – vor allem die der Erweiterungsflächen – fielen zeitweise trocken. Insgesamt war der Charakter permanenter Moorgewässer jedoch nie beeinträchtigt. Natürliche Sukzession (Tafel 1a–d) machte sich vor allem auf den entwaldeten Flächen bemerkbar; hier bildete sich im Verlauf weniger Jahre ein dichtes Birkengebüsch, im Hollweger Moor stellenweise auch mit Faulbaum durchsetzt. Am Engelsmeer versuchte das Regionale Umweltzentrum, diesen Aufwuchs mit Hilfe von Schulklassen zurückzuschneiden, doch führte das nur zu kurzfristigem Erfolg. Am Hollweger Moor gab es einen Versuch, gezielt beschattende Birken zu beseitigen, doch wurde dieser Ansatz nach wenigen Tagen eingestellt. Durch den flächigen Gehölzaufwuchs und den damit verbundenen Verlust voll besonnener Bodenvegetation kam es sukzessive zu einer Beeinträchtigung der terrestrischen Lebensräume von Libellen. In beiden Mooren breitete sich im Lauf der Jahre ein Verlandungssaum aus *J. effusus* in den Uferzonen aus, der sich, vor allem im Hollweger Moor, bis in die flachen Buchten ausdehnte (Tafel 2a–c). Von dem Binsensaum profitierten vor allem die *Lestes*-Arten bei der Eiablage.

Dürreperiode 2018–2020

Die Austrocknung betraf die beiden knapp 29 km voneinander entfernten Gebiete auf vergleichbare Weise. Allerdings waren die ohnehin austrocknungsgefährdeten Flachgewässer der jüngeren Bauabschnitte im Hollweger Moor früher und drastischer betroffen als die tieferen Gewässer des ersten Bauabschnitts und das Engelsmeer. Der graduelle Prozess des Abtrocknens der tiefsten Moorgewässer zeigte drei von uns definierte Stufen: (1) massives Schrumpfen des Wasserkörpers, Bildung flacher Restpfützen, dabei Restfeuchte im trockengefallenen Gewässerboden (Abb. 5); (2) weitgehendes Abtrocknen des Gewässerbodens, nur noch einzelne Restpfützen (Abb. 6); (3) ohne Restpfützen, Austrocknen des Gewässerbodens bis auf 30 cm Tiefe, Trockenrisse im torfigen Untergrund.

Im Hollweger Moor schien das Libellenleben bis Mitte Juni 2018 unbeeinträchtigt zu sein, doch danach trockneten die Gewässer infolge ausbleibender Niederschläge deutlich ab. Von Juli bis Oktober war die zweite Stufe erreicht. Auf den Gewässerböden keimten Grasarten des umliegenden Weidelandes aus. Ab Dezember war der Gewässerboden wieder durchfeuchtet, und die ausgebleichten Torfmoose wurden wieder grün. Winterniederschläge sorgten für eine Erholung des Wasserstands bis März 2019, allerdings fehlten bis zum Level

der Überläufe immer noch rund 40 cm. Bereits gegen Ostern, in der 16. Kalenderwoche, war ein deutlicher Rückgang der Wasserstände zu beobachten. Im Juli 2019 entwickelte sich die Trockenheit bis Stufe drei. Augustregen führte zu einem Zustand der Stufe 2. Der extrem milde Winter 2019/2020 brachte bis Ende Februar hohe Niederschläge, wodurch die Wasserkörper wieder aufgefüllt wurden. Aber in den folgenden drei Monaten fiel kein nennenswerter Regen, und wieder wurde Stufe 2 erreicht. Mäßiger Niederschlag in den Sommermonaten führte zu einer Verbesserung auf Stufe 1, aber es war der dritte trockene Sommer in Folge.

Die Situation im Engelsmeer war vergleichbar, wenn auch in den Extremen nicht so drastisch. Die oben definierte Stufe 3 wurde in keinem Jahr erreicht. Zwei Kolke von jeweils etwa vier Quadratmetern und einer Tiefe von mehr als einem Meter trockneten auch in den trockensten Phasen nicht aus (Abb. 2, nordöstlicher Abschnitt beidseits der gestrichelten Linie). Vergleichbare Strukturen wurden im Hollweger Moor nicht identifiziert, aber es gab Abschnitte von Entwässerungsrinnen, die tiefer als der Abtorfungshorizont gegraben waren



Abbildung 5: Eines der Gewässer im Engelsmeer war bis auf eine Restpfütze ausgetrocknet, 02.08.2018. Der Gewässerboden war aber noch durchfeuchtet, auch die Torfmoose waren noch grün. Wir haben dieses Stadium als 1. Stufe der Austrocknung bezeichnet. Im Folgejahr wurde hier Stufe 2 erreicht. – **Figure 5.** One of the ponds in the Engelsmeer dried up except a last puddle, 02-viii-2018. The pond bottom was still humid and the peat moss green. We have defined this stage as level 1 of drought. This site suffered from level 2 in the following year. Photo: AB

und feucht blieben. In beiden Gebieten, besonders flächig aber im Hollweger Moor, nahm die Flatterbinse während der Dürreperioden sukzessive alle flachen Randpartien und Buchten der ursprünglichen Wasserkörper ein (Abb. 3, 4; Tafel 2d, e).

Jüngster Zeitraum 2021–2022

Obwohl das Jahr 2021 durch eine ganzjährige Wasserführung charakterisiert war, hatte die Dürreperiode nachhaltige Schäden im Hollweger Moor hinterlassen. Sämtliche Flachgewässer, Buchten und sonstigen Uferandbereiche waren flächig mit *J. effusus* überwachsen (Abb. 4; Tafel 2f). Auf die gesamte Wieder-



Tafel 1: Sukzession im Engelsmeer, aufgenommen jeweils zum Jahresende. **1a** Im zweiten Jahr am 01.12.2012 war die weitgehend entwaldete Randzone noch frei von Gehölztrieben; **1b** Am 18.11.2016 verriert das Herbstlaub die aufwachsenden Jungbirken; **1c** Am 08.11.2018 war das Gewässer noch weitgehend trocken, die Birken in der Randzone waren mächtig gewachsen; **1d** Am 19.11.2019 war die Randzone von einem dichten Birkengebüsch eingenommen, während die ursprünglich verbliebenen Birken längst abgestorben waren. – **Plate 1.** Succession in the Engelsmeer, all photos taken at the end of the year. **1a** In the second year on 01-xii-2012 the almost completely deforested area around the pond was still unstressed by shoots of germinated birch trees; **1b** On 18-xi-2016 the autumn leaves point to the first young birch trees; **1c** On 08-xi-2018 the pond was still largely dried out, and the young birch trees have strongly grown; **1d** On 19-xi-2019 the young birch trees form a dense thicket, while the originally remaining trees are long dead. Photos: AB



Tafel 2: Ausdehnung von *J. effusus* in einer Bucht des Hauptgewässers im Hollweger Moor, Fotostandort und Blickrichtung wie in Abbildung 4, Pfeil 1. **2a** Am 18.04.2009 war die Bucht noch durch offenes Wasser und Totholz bestimmt; **2b** Am 02.05.2016 waren einzelne *J. effusus*-Horste angesiedelt; **2c** Am 22.04.2018 hatte sich *J. effusus* ausgebreitet; **2d** Im ersten Dürrejahr, am 05.08.2018, war die Bucht bereits ausgetrocknet; **2e** Im folgenden Frühjahr sieht man am 21.04.2019 zwischen den alten Horsten viele auskeimende *J. effusus*; **2f** Am 20.04.2022 war die Bucht vollständig mit *J. effusus* überwachsen. – **Plate 2.** Expansion of the common rush in a bight of the main pond in the Hollweger Moor, site and line of viewing of the photo series as in Figure 4, arrow 1. **2a** On 18-iv-2009 the bight was shaped by open water and dead trunks; **2b** On 02-v-2016 single stands of the common rush had settled; **2c** On 22-iv-2018 the rushes had spread; **2d** On 05-viii-2018 the bight was just dried out for the first time; **2e** On 21-iv-2019 a lot of germinated rushes were to be seen between the old stands; **2f** On 20-iv-2022 the bight was completely overgrown with rushes. Photos: RJ

vernässungsfläche des Hollweger Moores bezogen hatten sich damit die offenen Wasserflächen deutlich mehr als halbiert. Dieser Effekt zeigte sich im Engelsmeer längst nicht so ausgeprägt.

Im Jahr 2022 regnete es bis Anfang April so viel, dass es in beiden Mooren bis Ende Juni ausreichend Wasser gab. Fehlende Sommerniederschläge und hohe Wasserverluste durch extrem heiße Phasen und Evaporation des enormen Gehölzaufkommens führten ab Juli zu einem deutlichen Absinken der Wasserstände, diesmal bereits im vierten Jahr. Das Engelsmeer war insgesamt weniger hart betroffen und hielt sich auf Stufe 1, wohingegen sich im Hollweger Moor die Wasserfläche bis Anfang September auf Restpfützen von insgesamt ca. 2% verkleinerte. Der Torfschlamm blieb allerdings durchgehend feucht (Stufe 1, teilweise 2). Durch eine regenreiche Phase im September begann eine Regeneration der Wasserkörper, die aber durch ein Niederschlagsdefizit im Oktober und November wieder ausgebremst wurde. Beide Gebiete litten weiterhin unter der zunehmenden Verbuschung der Freiflächen, dem für die Ernährung der Imagines so wichtigen terrestrischen Lebensraum.



Abbildung 6: Dieser Teil des Hollweger Moores im westlichen Erweiterungsabschnitt war am 05.08.2018 so weit abgetrocknet, dass es kein offenes Wasser mehr gab und die Torfmoosmatte ausgebleicht war. Allerdings war der Gewässerboden vermutlich noch durchfeuchtet. Wir haben diese Situation als Übergang von Stufe 1 zur Stufe 2 eingeordnet. – **Figure 6.** On 05-viii-2018, this western pond in the Hollweger Moor was completely dried up and the peat moss was bleached. However, its bottom was presumably still humid. We have classified this situation as a transitional stage between level 1 and level 2. Photo: RJ

Entwicklung der Libellenfauna

Liste nachgewiesener Arten in beiden Mooren

Bis zum Jahr 2018 wurden insgesamt 41 Libellenarten nachgewiesen, im Engelsmeer 37 und im Hollweger Moor 38 (Tab. 1). Dazu gehörten die Hochmoorarten *Aeshna subarctica* und *L. dubia*, außerdem weitere Arten mit Präferenz für dystrophe Moorgewässer. Weitere Arten mit weniger spezifischer Einnischung in die Moorgewässer kamen ebenfalls regelmäßig und zahlreich zur Vermehrung, andere nur gelegentlich. Die Gastarten werden im Folgenden nicht weiter analysiert.

Während der Dürreperiode von Mitte 2018 bis 2020 siedelte sich *Lestes dryas* an, und auch *L. virens* wurde zu einer häufigen Art. Insgesamt ging das Artenspektrum aber deutlich zurück. Vielfach beschränkten sich Artnachweise nur noch auf Einzeltiere.

Ab dem Jahr 2021 erholte sich die Situation. Im Jahr 2022 flogen insgesamt wieder 31 Arten (Engelsmeer 26, Hollweger Moor 29). Die Tagesmaxima der regelmäßigen Vermehrungsarten entsprachen oft den Werten vor der Dürrephase.

Entwicklung der wichtigsten Vermehrungsarten

Chalcolestes viridis

Engelsmeer. Bereits im ersten Jahr wurden maximal 12 Individuen pro Tag gezählt. Über alle folgenden Jahre hinweg bewegten sich die Tagesmaxima zwischen 20 und 40, nur im zweiten Dürrejahr 2020 kletterte die Zahl auf 120.

Hollweger Moor. In den Jahren vor der Dürreperiode war die Art stets gut vertreten mit Höchstzahlen zwischen 25 und 150 pro Tag. In den Jahren 2018 bis 2020 gingen die Zahlen stark zurück, doch konnten vor der hochsommerlichen Austrocknung noch einzelne Tiere schlüpfen. Im Jahr 2022 wurden mindestens 200 Individuen gezählt.

Kommentar. Als univoltine Herbstart mit Überwinterung als Ei in Gehölzrinde konnte *C. viridis* offenbar seinen Bestand halten, solange noch Restwasserpflützen bis Juli vorhanden waren und die Larven noch vor dem Austrocknen schlüpfen konnten. Die vergleichsweise hohen Dichten in der Zeit während (Engelsmeer) und unmittelbar nach der Dürrephase (Hollweger Moor) zeugen vermutlich von verringertem Konkurrenzdruck für die Larven durch das sommerliche Austrocknen.

Lestes dryas

Engelsmeer. Bis auf je ein Einzeltier in den Jahren 2012, 2013 und 2016 fiel die Art durch schlüpfende Tiere im trockenen Jahr 2020 auf. Auch in den beiden Folgejahren flog die Art in steigender Anzahl, zuletzt 2022 mit einem Tagesmaximum von 20 Tieren.

Hollweger Moor. Im trockenen Sommer 2018, also erst im 14. Untersuchungsjahr, gelang der Erstnachweis eines Männchens. Das Tagesmaximum 2020 betrug bereits sieben, im Jahr 2021 dann, einschließlich Reproduktionsnachweisen, mindestens 60 mature Tiere. Im Jahr 2022 war das Vorkommen erloschen (Abb. 7).

Kommentar. In den Hochmoorrelikten der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest gehört *L. dryas* (Abb. 8) nicht zur Libellenfauna, solange die sommerlichen Wasserstände stabil sind (BUCHWALD & JÖDICKE 2021: 39). Das gilt auch für die hier untersuchten Moore, in denen trotz einiger Vorkommen in ihrer näheren Umgebung allenfalls Einzeltiere nachgewiesen werden konnten. Beide Moore sind gute Beispiele für die rasche Reaktion von *L. dryas* auf sommerlich austrocknende Gewässer. In den trockenen Jahren bauten sich in beiden Gebieten umgehend individuenstarke lokale Populationen auf. Das Vorkommen im Hollweger Moor erwies sich als kurzlebig und war bereits im Jahr nach dem starken Auftreten bereits wieder erloschen. Im Engelsmeer dagegen hielt sich die Art bis zuletzt.

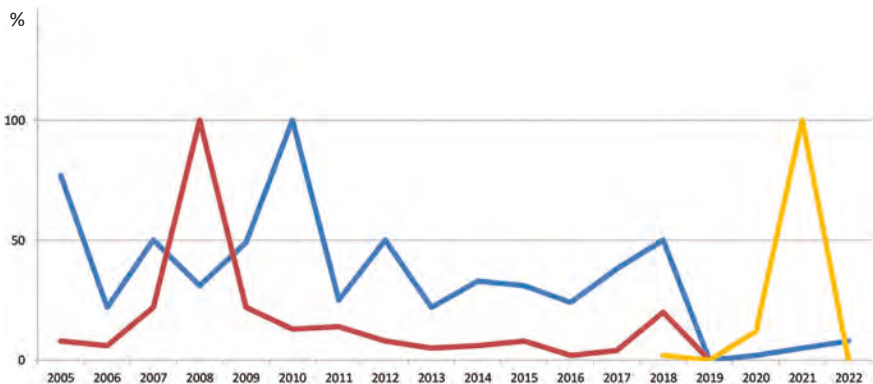


Abbildung 7: Bestandsentwicklung dreier Zygopterenarten im Hollweger Moor. Gezeigt werden die Jahresmaxima (Individuen/Tag) in Prozent im Verlauf der Jahre von 2005 bis 2022. — *Lestes dryas* (max. 60 Tiere/Tag); — *Coenagrion lunulatum* (max. 250 Tiere/Tag); — *Enallagma cyathigerum* (max. 1.045 Tiere/Tag). Der Bestand von *E. cyathigerum* erholte sich nach dem Zusammenbruch im Jahr 2019 wieder, während *C. lunulatum* seit 2019 nicht mehr schlüpfte. *Lestes dryas* wurde 2018 erstmalig nachgewiesen, schlüpfte dann in den Jahren 2020 und 2021, fehlte aber 2022.— **Figure 7.** Population development of three zygopteran species in the Hollweger Moor. The annual maximum figures (individuals/day) as a percentage is shown for the period from 2005 to 2022. — *Lestes dryas* (max. 60 ind./day); — *Coenagrion lunulatum* (max. 250 ind./day); — *Enallagma cyathigerum* (max. 1,045 ind./day). The population of *E. cyathigerum* recovered after the breakdown in 2019, while *C. lunulatum* no longer emerged since 2019. *Lestes dryas* was recorded in 2018 for the first time, emerged in 2020 and 2021, but was absent in 2022.



Abbildung 8: *Lestes dryas* erwies sich als Profiteur der Trockenheit. Der Spezialist für temporäre Gewässer nutzte die trockenen Sommer spontan zur Reproduktion. Paarungsrad am 28.06.2021 im Engelsmeer. – **Figure 8.** *Lestes dryas* turned out to be a profiteer of the drought. The specialist for astatic water bodies spontaneously utilized the dry summers for reproduction. Pairing wheel on 28-vi-2021 in the Engelsmeer. Photo: AB

Lestes sponsa

Engelsmeer. In allen Jahren bis 2018 wurden pro Tag maximal 20 bis 40 Individuen gezählt. Im Trockenjahr 2019 sank die Anzahl auf 15, stieg dann 2020 auf 50 und in den beiden letzten Jahren auf jeweils 80. Für alle Jahre gab es Fortpflanzungsnachweise (Abb. 9).

Hollweger Moor. Gelegentliche Tageshöchstzahlen von bis zu 370 Individuen, aber jährweise Häufigkeitsschwankungen kennzeichneten den Bestand bis zum Jahr 2016. Danach ging die jährliche Dichte zurück und erreichte schon vor dem Austrocknen der Becken einen Tiefstand im einstelligen Bereich. Im Jahr 2019 gelang überhaupt kein Nachweis mehr. Dennoch schlüpfte die Art im Jahr 2020 noch, blieb aber im einstelligen Bereich. Bei wieder ausreichender Vernässung im Jahr 2021 wurden maximal 16 Individuen angetroffen. Im letzten Beobachtungsjahr betrug die Tageshöchstzahl wieder mehrere hundert Individuen bei gesicherter Reproduktion im Gebiet.

Kommentar. Der Bestandsrückgang im Hollweger Moor bereits vor den trockenen Jahren entspricht der niedersächsischen Entwicklung: Seit 1985 gehen die jährlichen Meldungen kontinuierlich zurück (JÖDICKE 2021: 41–42). Im Engelsmeer war dieser Trend allerdings nicht nachzuweisen. Aufgrund der univoltinen Entwicklung und der fröhsommerlichen Emergenz kann *L. sponso* trotz sommerlicher Austrocknung überleben. Dennoch ging die Bestandsdichte in beiden Gebieten während der trockenen Jahre zurück, vor allem im Hollweger Moor. Wir vermuten, dass in dieser Phase die Larven einem hohen Konkurrenzdruck durch *L. dryas* und *L. virens* ausgesetzt waren. Die jüngsten Kontrollen demonstrieren insgesamt erholte Bestände.

Lestes virens

Engelsmeer. Bereits ab dem zweiten Beobachtungsjahr wurde *L. virens* mit Tagesmaxima bis zu zehn Tieren gesehen, doch fehlten Emergenznachweise. Im Jahr 2020 schlüpfte die Art erstmals und erreichte ein Tagesmaximum von 25. Das steigerte sich in den beiden Folgejahren; im Jahr 2022 wurden 150 Individuen an einem Tag gezählt (Abb. 9).

Hollweger Moor. Im Zeitraum von 2005 bis 2012 gelang lediglich die Beobachtung eines Einzeltiers im Jahr 2010, obwohl ein stabiles Vorkommen in Entfernung von nur einem Kilometer zum Untersuchungsgebiet bekannt war. Ab dem Jahr 2013 gab es weitere Einzelnachweise, im Jahr 2016 dann ein Tagesmaximum von 12 Individuen. Selbst im trockenen Spätsommer 2018 flogen noch bis zu drei Tiere an einem Tag. Im dritten Trockenjahr stieg die Zahl auf 45, außerdem glückten die ersten Schlupfnachweise. In den Jahren 2021 und 2022 steigerten sich die Tagesmaxima von 120 auf über 1.000.

Kommentar. Wie *L. dryas* erweist sich auch *L. virens* als Profiteur der trockenen Jahre. Möglicherweise konnte die Art den temporären Rückgang des etablierten Konkurrenten *L. sponso* nutzen, um in den Mooren Fuß zu fassen. Die Expansion der Flatterbinsenbestände begünstigte die Ansiedlung der Art ebenfalls. Das Habitatspektrum von *L. virens* in Niedersachsen ist breit, aber infrage kommende Biotope werden regional recht unterschiedlich genutzt (JÖDICKE & BAUMANN 2021b: 46–47). Moorgewässer mit ihrem oligotroph-dystrophen Charakter passen in das Spektrum, wurden aber auf der nördlichen Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest bisher kaum angenommen – möglicherweise wegen des dominanten *L. sponso*. Mit der temporären Wasserführung während der trockenen Jahre kommt *L. virens* als univoltine Art gut klar, doch braucht er solche Verhältnisse keineswegs, wie z.B. das langjährig große, stabile Vorkommen an den nahegelegenen Dianaseen zeigt (JÖDICKE 2001).

Ceriagrion tenellum

Engelsmeer. Die Art wurde im zweiten Jahr (2012) erstmalig beobachtet. Bis zum Jahr 2018 ergaben sich Tagesmaxima zwischen 20 und 100 Individuen. In den trockenen Jahren 2019/2020 wurden nur mature Einzeltiere gesehen. Auch im

Jahr 2021 gab es lediglich einen Einzelnachweis. Erst 2022 konnte wieder ein Tagesmaximum von 25 Individuen beobachtet werden (Abb. 9).

Hollweger Moor. Die Erstfunde stammen aus dem Jahr 2006. Bereits im Folgejahr wurden bis zu 90 Individuen pro Tag gezählt. Die größte Dichte zeigte sich 2015 mit mehr als 100 Tieren. Bis 2018 war die Art gut vertreten, doch im trockenen Sommer 2019 gelang kein Nachweis mehr. Im Folgejahr zeigte sich ein Jungtier, 2021 waren es drei. Im letzten Jahr schlüpfte die Art wieder zahlreich und erreichte ein Tagesmaximum von 30 Individuen.

Kommentar. Nach unserer Einschätzung war das Vorkommen von *C. tenellum* 2019 in beiden Mooren völlig zusammengebrochen. Trotzdem zeigten sich im ausgetrockneten Engelsmeer mature Einzeltiere, die höchstwahrscheinlich von naheliegenden Gartenteichen zuflogen, wo sie nachweislich schlüpften. Diese Beobachtung lässt auf ein hohes Potential zur Wiederbesiedlung aus der Umgebung schließen (JÖDICKE et al. 2021a: 76). Auch die im Hollweger Moor während der Trockenheit gefundenen Jungtiere sind vermutlich zugeflogen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass *C. tenellum* in Niedersachsen bis zur Flugsaison 2017 sein

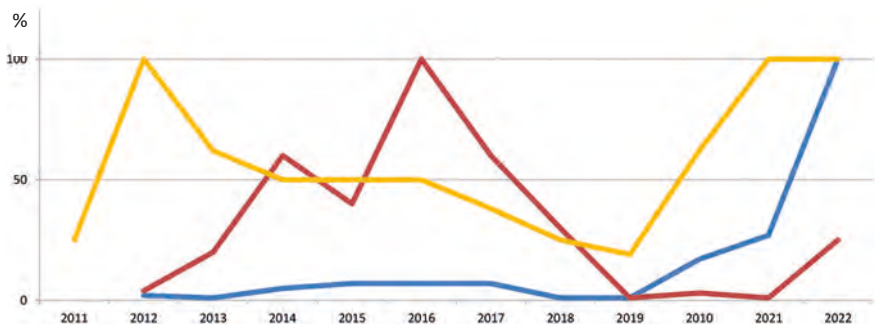


Abbildung 9: Bestandsentwicklung dreier Zygopterenarten im Engelsmeer. Gezeigt werden die Jahresmaxima (Individuen/Tag) in Prozent im Verlauf der Jahre von 2011 bis 2022; — *Lestes sponsa* (max. 80 Tiere/Tag); — *Lestes virens* (max. 150 Tiere/Tag); — *Ceragrion tenellum* (max. 100 Tiere/Tag). Der univoltine *L. sponsa* überstand die Trockenheit ohne Bestandseinbruch. Der bis 2018 nur einzeln nachgewiesene *L. virens* schlüpfte erstmalig im Trockensommer 2020 und baute seitdem seinen Bestand aus. Das Vorkommen von *C. tenellum* wurde durch die Trockenheit ausgelöscht, doch schlüpften im Jahr 2022 wieder Tiere, nachdem Zuwanderer aus der Umgebung eingeflogen waren. – **Figure 9.** Population development of three zygopteran species in the Engelsmeer. The annual maximum figures (individuals/day) as a percentage is shown for the period from 2011 to 2022. — *L. sponsa* (max. 80 ind./day); — *L. virens* (max. 150 ind./day); — *C. tenellum* (max. 100 ind./day). The univoltine *L. sponsa* survived the drought without a breakdown. Only single individuals of *L. virens* were recorded until 2018, but it emerged in 2020 for the first time with a continuous growth of its population until 2022. The local population of *C. tenellum* became extinct due to the drought, but in 2022 it emerged again, after dispersing individuals from surrounding ponds had flown in.

Optimum hinsichtlich der Verbreitung, Häufigkeit und Weite der Habitatselektion erreicht hatte (l.c.: 76–78). Weil auch in Niedersachsen eine zweijährig semivoltine Larvenentwicklung wahrscheinlich ist (l.c.: 78), müssen die im Jahr 2022 geschlüpften Larven auf bereits im Jahr 2020 abgelegte Eier zurückgehen. Offenbar konnten sie sich erfolgreich entwickeln, weil 2020 die Wasserkörper nur bis zur Stufe 2 abtrockneten.

Coenagrion lunulatum

Engelsmeer. Bereits im ersten Jahr (2011) flogen bis zu 12 Individuen. In den folgenden drei Jahren festigte sich der Bestand und erreichte im Jahr 2013 ein Tagesmaximum von 80 Tieren. Ab 2015 sanken die jährlichen Abundanzen. 2018 wurden nur noch 5 Individuen bei einer Begehung gefunden. Durch die danach einsetzenden trockenen Jahre erlosch der Bestand völlig.



Abbildung 10: *Coenagrion lunulatum* konnte sich in beiden Untersuchungsgebieten bis zum Jahr 2018 halten; Tandem am 09.05.2018 im Engelsmeer. Nach der Trockenheit gelang weder im Engelsmeer noch im Hollweger Moor die Wiederbesiedlung bis zum Abschluss unserer Untersuchung im Jahr 2022. – **Figure 10.** In both study sites *C. lunulatum* occurred until 2018; tandem on 09-v-2018 in the Engelsmeer. After the drought no resettlement was recorded until 2022, when our survey was finished. Photo: AB

Hollweger Moor. Über alle Jahre bis zur Flugsaison 2018 war die Art regelmäßig präsent und wurde mit bis zu 55 Individuen pro Tag nachgewiesen. Während der Trockenheit brach das Vorkommen völlig zusammen. Im Jahr 2022 wurde wieder ein matures Männchen gesichtet (Abb. 7).

Kommentar. Der in Niedersachsen vor allem im Osten registrierte Bestandsrückgang (BORKENSTEIN et al. 2021: 91) zeichnete sich allenfalls im Engelsmeer ab, doch flog *C. lunulatum* (Abb. 10) in beiden Gebieten kontinuierlich bis zum Frühjahr 2018. Obwohl sich die Larven in Niedersachsen vermutlich einjährig entwickeln (l.c.: 92), kam es während der trockenen Jahre nicht mehr zum Schlupf. Vermutlich beginnt die Larvenentwicklung dieser Art bereits kurz nach der Eiablage und erfordert eine ganzjährige Wasserführung. Das im Jahr 2022 gesehene Einzeltier betrachten wir als zugeflogen.

Coenagrion puella

Engelsmeer. Über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg war *C. puella* gut vertreten, auch in den trockenen Jahren. Das höchste Tagesmaximum während der ersten elf Jahre wurde 2016 mit 100 Individuen erreicht. Im letzten Jahr (2022) vergrößerte sich der Bestand sogar auf 200 Tiere.

Hollweger Moor. In den Jahren 2005 bis 2007 und 2018 flog die Art in hohen Dichten mit jeweils über 100 und maximal (2018) 350 Individuen. Während der anderen Jahre vor der Trockenphase war sie kontinuierlich präsent. Im Jahr 2019 fiel die Art aus, während 2020 nur zwei mature Individuen beobachtet wurden. In den beiden Folgejahren schlüpfte die Art wieder und erreichte zuletzt ein Maximum von 150 Individuen.

Kommentar. Auch dystrophe Moorgewässer fallen in Niedersachsen ins Habitatspektrum von *C. puella* (KASTNER & BAUMANN 2021: 104), insofern gehörte die Art auch zur Grundausrüstung beider Gebiete. Während im Engelsmeer während der Trockenheit kein Bestandseinbruch zu erkennen war, fand im Hollweger Moor nach den trockenen Sommern 2018 und 2019 keine Emergenz statt. Die hohen Dichten im letzten Jahr sind vermutlich Ausdruck eines verminderten Konkurrenzdruckes auf die Larven, hervorgerufen durch eine nach den Austrocknungen noch kaum ausbalancierte Artengemeinschaft mit wenig Prädatoren.

Enallagma cyathigerum

Engelsmeer. Die Individuenzahl blieb im ersten Jahr (2011) im einstelligen Bereich und erreichte ab 2013 jährliche Tagesmaxima von 200 Tieren. Dieses Niveau hielt sich bis zum Frühsommer 2018. In den anschließenden Trockenjahren gingen die Zahlen deutlich zurück. Im Jahr 2021 wurden maximal sechs Tiere pro Tag gesehen, 2022 gelang keine Beobachtung mehr.

Hollweger Moor. Mit Tagesmaxima von mehreren Hundert bis über Tausend (2011) war *E. cyathigerum* kontinuierlich die häufigste Kleinlibelle im Frühsommer. Im Trockenjahr 2019 fehlte die Art, doch flogen im Jahr 2020 über den Rest-

pfützen wieder bis zu 20 Individuen. Im Folgejahr kletterte das Tagesmaximum auf 50 und 2022 auf 85 (Abb. 7).

Kommentar. Die trockenen Jahre wirkten sich auf den Bestand von *E. cyathigerum* im Engelsmeer wesentlich gravierender aus als im Hollweger Moor. Wir gehen davon aus, dass alle 2019 und 2020 gesichteten Individuen zugeflogen waren und dass sich nur im Hollweger Moor seit 2021 wieder ein Bestand aufbauen konnte.

Erythromma viridulum

Engelsmeer. Im Jahr 2012 gelang der erste Nachweis mit drei Individuen. Bis auf das Jahr 2019, als kein Tier beobachtet wurde, bewegten sich die jährlichen Tagesmaxima meist im einstelligen Bereich und erreichten in der Spitze (2015, 2020) 20 Exemplare.

Hollweger Moor. Seit der Erstbeobachtung im Sommer 2007 war die Art bei allen Kontrollen während der Hauptflugzeit anwesend, dabei wurden bis zu 75 Individuen (2008) gezählt. Während der Austrocknungsphase im Jahr 2018 flogen noch Einzeltiere über den Restpfützen, fehlten danach aber wie auch 2019 während der völligen Trockenheit. Auf den Restwasserflächen im Sommer 2020 flogen wieder mindestens 40 Individuen, und im Jahr 2022 wurden wieder bis zu 70 Tiere gezählt.

Kommentar. Moorgewässer mit flutenden Sphagnen gehören in Niedersachsen zum Habitatspektrum von *E. viridulum* (MARTENS & JÖDICKE 2021: 123). Für beide Gebiete können wir eine regelmäßige Vermehrung nur vermuten, denn das gesamte sichtbare Leben der Art spielt sich auf der Wasseroberfläche mit meist großem Abstand zum Ufer ab; in der Regel fehlen direkte Schlupfnachweise. Insofern können wir bei der raschen Bestandserholung nach den Trockenjahren auch nicht zuverlässig beurteilen, welche Rolle Zuflug bzw. Reproduktion in den Gebieten spielten.

Pyrrhosoma nymphula

Engelsmeer. Im ersten Jahr zeigten sich bereits bis zu 15 Tiere bei der Eiablage. In der Saison danach betrug das Tagesmaximum sogar 100 Individuen. Bis 2018 hielt sich die Art auf diesem Niveau, zeigte in einzelnen Jahren allerdings Schwankungen nach unten (z.B. Maximum bei 30 Individuen pro Tag). Im Jahr 2019 hatten nur wenige Larven die Trockenheit im Sommer 2018 überlebt. Maximal zeigten sich bis zu zwölf Tiere pro Tag. Nach dem zweiten Dürresommer konnte nur noch ein Tandem bei der Eiablage beobachtet werden. Im Jahr 2021 flogen auch nur maximal zwei Individuen, obwohl es eine Schlupfbeobachtung gab. Im letzten Untersuchungsjaar (2022) hatte sich die Population wieder auf dem Niveau des Zeitraums vor den Dürrejahren etabliert.

Hollweger Moor. In allen Untersuchungsjahren reproduzierte sich die Art und erreichte Tagesmaxima von 20 bis 250 Individuen. Im Jahr 2017 schlüpften sogar mindestens 1.000 Tiere an einem Tag, dazu kamen rund 500 Jungtiere. Im ersten trockenen Frühjahr (2019) flog nur noch ein Jungtier, im Jahr danach fehlte die Art. Im Jahr 2021 gab es wieder einen Tageshöchstwert von zehn Individuen und auch Emergenz. Im Jahr 2022 flogen wieder bis zu 60 Tiere an einem Tag.

Kommentar. *P. nymphula* zeigt in Niedersachsen ein extrem breites Habitatspektrum und gehört auch zu den regelmäßigen Vermehrungsarten mit hoher Abundanz in abgetorften und wiedervernässten Mooren (BAUMANN & BORKENSTEIN 2021: 140). Den Populationseinbruch während der Dürreperiode hatte die Art schnell überwunden. Das Tempo dieser Entwicklung könnte an der hohen Trockenresistenz der Larven (l.c.: 142) und einer in Niedersachsen beobachteten Tendenz zu einer abgekürzten, univoltinen Entwicklung (l.c.: 141) liegen. Aber auch ein Zuflug von Imagines aus permanenten Gewässern könnte der Art geholfen haben.

Aeshna juncea

Engelsmeer. In allen Jahren vor dem ersten Dürresommer 2018 war die Art präsent. Ihre Tagesmaxima blieben immer im einstelligen Bereich, doch zeigte sich eine kontinuierliche Abnahme. So wurden ab 2016 nur noch Einzeltiere beobachtet. In den Jahren 2020 und 2021 gelang kein Nachweis mehr, aber im Folgejahr flogen wieder bis zu fünf Individuen.

Hollweger Moor. Von 2005 bis 2012 war die Art zahlreich zu beobachten. Im Jahr 2006 erreichte sie ein Tagesmaximum von 18 Individuen. Danach nahmen die Zahlen schnell ab; seit 2015 gelang nur noch die Beobachtung eines Einzeltiers vor Einsetzen der Dürreperiode. Auch 2020 konnte wieder ein Weibchen nachgewiesen werden. Seitdem scheint sich der Bestand wieder gefestigt zu haben, denn die Art war 2021 und 2022 regelmäßig anzutreffen.

Kommentar. Die Bestandsentwicklung von *A. juncea* entspricht der überregionalen Tendenz: In Niedersachsen erlebte die Art seit 2015 einen drastischen Einbruch, der sich allerdings schon in der Zeit ab 1985 kontinuierlich andeutete. Ursache dieser Entwicklung könnte der Klimawandel sein (PIX et al. 2021: 161, 162). Vor diesem Hintergrund überraschten die aktuellen Wiederfunde nach den trockenen Sommern 2019 und 2020. Wir vermuten, dass die gesichteten Individuen aus weniger austrocknungsgefährdeten Biotopen zuwanderten. Die nächsten Jahre werden zeigen, ob sich *A. juncea* in den Mooren halten kann.

Aeshna subarctica

Engelsmeer. Die Art wurde 2012 das erste Mal nachgewiesen und flog dann alljährlich mit einstelligen Tagesmaxima bis 2018. Während der trockenen Folgejahre konnten keine Tiere gesehen werden, aber im Jahr 2022 patrouillierten wieder bis zu zwei Individuen gleichzeitig.

Hollweger Moor. Bis auf Einzelbeobachtungen in den Jahren 2005, 2011, 2012 und 2014 fehlte die Art; es gab auch keinen Hinweis auf ein bodenständiges Vorkommen. Im ersten trockenen Sommer 2018 flog ein Männchen über einer ausgetrockneten Bucht. Im Jahr 2022 wurden wiederholt Patrouillenflüge und auch Eiablage (A. Fahrenholz pers. Mitt.) gesehen.

Kommentar. Bis 2015 war *A. subarctica* in beiden Gebieten seltener als *A. juncea*. Der bei dieser Art dann festgestellte Bestandseinbruch fand bei *A. subarctica* nicht statt, so dass zumindest im Engelsmeer bis 2018 regelmäßig Tiere nachge-

wiesen wurden. In den Flugzeiten 2019 und 2020, die durch fehlendes Wasser und ausgetrocknete Torfmoose gekennzeichnet waren, fehlte die Art, was auch noch für die Folgesaison galt. Wir vermuten, dass die Rückbesiedlung im Jahr 2022 durch Zuflug aus Mooren erfolgte, die während der Dürrejahre nicht vollständig ausgetrocknet waren. Ein Überleben der mehrjährigen Larven schließen wir für beide Gebiete aus.

Anax imperator

Engelsmeer: Die Art war in jedem Jahr präsent. Die Zahl gleichzeitig fliegender Individuen war meistens einstellig, nur zweimal (2011, 2017) wurden bis zu zehn Tiere notiert.

Hollweger Moor: Im Jahr 2008 flogen bis zu 20 Individuen pro Tag, in allen anderen Jahren vor der Dürre mindestens im einstelligen Bereich. Im Jahr 2019 gelang kein Nachweis, danach gab es Tagesmaxima von drei bis vier Tieren.

Kommentar: Der Status von *A. imperator* kann für beide Moore nur vorsichtig eingeschätzt werden, denn im Laufe der vielen Beobachtungsjahre ergaben sich nur wenige Emergenznachweise. Wir vermuten, dass die Art vor allem Jahr für Jahr in beide Gebiete einfliegt. Dieser Umstand wird auch dazu beigetragen haben, dass die Dürrejahre keinen nachhaltigen Bestandseinbruch auslösten.

Leucorrhinia dubia

Engelsmeer: Bis auf einen Einzelnachweis im Jahr 2012 konnte die Art erst im Frühjahr 2018 mit einem Tagesmaximum von zehn Individuen beobachtet werden. Auch in den Jahren 2020 und 2021 zeigten sich einzelne Tiere; 2022 fehlte die Art.

Hollweger Moor: Nur in den Jahren 2009 bis 2011 kam die Art vor, zeigte sich trotz Schlupfnachweisen jedoch mit nur einstelligen Tagesmaxima. Im Frühjahr 2018 schlüpfte sie wieder, fehlte dann aber in den trockenen Jahren. In den letzten Beobachtungsjahren 2021 und 2022 wurden wiederum Einzeltiere gesehen, zuletzt sogar schlüpfend.

Kommentar: Die langjährig geringe und unbeständige Präsenz von *L. dubia* entspricht der Situation der meisten Moore auf der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest (BAUMANN & PIX 2021: 273). Im Frühjahr 2018, also noch vor dem Einfluss der kommenden Dürre, hatte sich die Art in beiden Gebieten nach einigen Jahren ohne Nachweis wieder etabliert. Beobachtungen von Einzeltieren nach und auch z.T. schon während der Trockenheit demonstrieren das Potenzial für eine rasche Wiederbesiedlung durch Zuflug. Im Jahr 2022 wurde im Hollweger Moor bereits wieder Emergenz registriert, während im Engelsmeer kein Nachweis mehr gelang.

Leucorrhinia pectoralis

Engelsmeer: Ab dem zweiten Jahr (2012) bis Frühsommer 2018 flog die Art beständig, doch zeigten sich pro Tag meistens nur Einzeltiere (Tagesmaximum

bis 2). Selbst im Trockenjahr 2019 gelang eine Einzelbeobachtung. In den Jahren 2021 und 2022 erholte sich der Bestand rasch, und *L. pectoralis* konnte zuletzt mit bis zu sechs Individuen pro Tag festgestellt werden.

Hollweger Moor. Trotz Beobachtungslücken kam die Art von 2007 bis 2018 regelmäßig bei geringer Dichte vor (Tagesmaximum bis 3 Tiere). Nach den trockenen Jahren gelangen erst 2022 wieder Beobachtungen von bis zu drei Individuen und ein Schlupfnachweis.

Kommentar. Das kontinuierliche Vorkommen von *L. pectoralis* in beiden Gebieten entspricht der Gesamtsituation in Niedersachsen, die durch eine deutliche Bestandszunahme im jüngsten Zeitraum sowie eine zunehmende Besiedlung wiedervernässter Hochmoorrelikte charakterisiert ist (BAUMANN & JÖDICKE 2021: 277, 279). Die trockenen Jahre wurden offenbar schnell kompensiert.

Leucorrhinia rubicunda

Engelsmeer. Hier schlüpfte die Art zahlreich bereits im Jahr nach der Wiedervernässung. Bis zum Jahr 2018 wurden, mit zunehmender Tendenz, Tageshöchstwerte zwischen 50 und 350 Individuen ermittelt. Auch im Jahr 2019 erfolgten Schlupfnachweise, doch zur Hauptflugzeit im Mai flogen nur noch 15 Tiere. Im Folgejahr wurden nur noch ein Schlupf und maximal zwei Individuen beobachtet. Im Jahr 2021 blieben die Zahlen wieder einstellig, zeigten aber einen positiven Trend. Im letzten Jahr konnten wieder Emergenz und bis zu 20 Tiere registriert werden (Abb. 11).

Hollweger Moor. Die Art schlüpfte und flog von 2005 bis 2018 mit Tagesmaxima zwischen anfänglich 35 und dann bis zu 600 Individuen. Unmittelbar nach Flugzeitenende 2018 trocknete das Moor weitgehend aus. Die Höchstzahl von vier beobachteten Individuen im Jahr 2019 bildete den Tiefpunkt während der trockenen Jahre. In den beiden Folgejahren flogen jeweils bis zu zehn Individuen. Im Jahr 2022 wurden dann bis zu 50 Tiere gezählt; es gab auch wieder einen Schlupfnachweis.

Kommentar. Die regelmäßige und abundante Präsenz von *L. rubicunda* während aller Untersuchungsjahre bis zur Austrocknung entspricht dem bekannten Bild einer charakteristischen Moorart in Niedersachsen, vor allem für die Hochmoorrelikte des westlichen Tieflandes, und auch der dominierenden *Leucorrhinia*-Art (JÖDICKE et al. 2021b: 282–286). Das Schlupfereignis bereits im ersten Frühjahr nach der Wiedervernässung des Engelsmeers kann wegen der überwiegend semivoltin zweijährigen Entwicklung (JÖDICKE et al. 2021: 284) nur durch Eier erklärt werden, die bereits vor den Maßnahmen zur Biotopentwicklung in den erwähnte Grabenabschnitt gelegt wurden.

Die Flugzeit war im Jahr 2018 noch nicht durch die einsetzende Dürreperiode beeinflusst. Die Art zeigte sich in beiden Mooren in optimaler Abundanz (vgl. JÖDICKE & BORKENSTEIN 2021). Die Zahlen im Folgejahr demonstrieren aber einen erheblichen Einbruch. Schlupfereignisse im Frühjahr 2019 belegen, dass einzelne Larven die Monate ohne Wasser überleben konnten, vermutlich im feuchten Torfschlamm alter Gräben in den tiefsten Bereichen der Flachbecken. Die Zahlen des

Jahres 2022 weisen für beide Gebiete auf eine deutliche Bestandserholung. Wir halten es für möglich, dass dieser Aufwärtstrend ohne Zuflug von anderen Gebieten geschah; offensichtlich reichten für eine Bestandserholung wenige Larven, die an den feuchtesten Stellen überlebt hatten.

Libellula quadrimaculata

Engelsmeer. In allen Jahren bis zur Dürreperiode erreichten die jährlichen Tagesmaxima Zahlen zwischen 30 und 80. Diese Situation hielt sich auch in den trockenen Jahren, denn trotz Austrocknung der Hauptgewässer gelang die Larvenentwicklung in allen Jahren. Im Jahr 2022 wurden erstmalig mindestens 100 Individuen am Tag erfasst (Abb. 11).

Hollweger Moor. Im Frühjahr 2018 wurden erstmalig über 800 Individuen gezählt, und auch in den Jahren davor erreichten die maximalen Tagesbestände fast immer dreistellige Zahlen. In den Jahren 2019 und 2020 wurden deutlich geringere Dichten im zweistelligen Bereich gezählt, aber bereits 2021 hatte sich der Bestand gut erholt.

Kommentar. Keine der anderen auf permanent wasserführende Gewässer angewiesenen Arten hat sich durch die trockenen Jahre so wenig beeinflussen lassen wie *L. quadrimaculata*. Ihre Bestandserholung erfolgte, im Gegensatz etwa zu

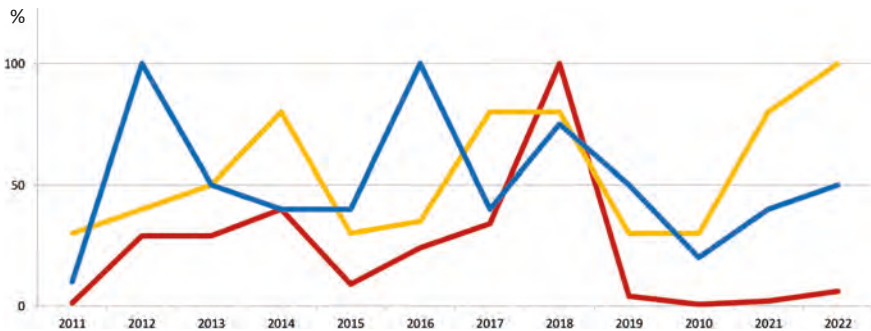


Abbildung 11: Bestandsentwicklung dreier Anisopterenarten im Engelsmeer. Gezeigt werden die Jahresmaxima (Individuen/Tag) in Prozent im Verlauf der Jahre von 2011 bis 2022; — *Leucorrhinia rubicunda* (max. 350 Tiere/Tag); — *Libellula quadrimaculata* (max. 100 Tiere/Tag); — *Sympetrum danae* (max. 200 Tiere/Tag). Der Bestand von *L. rubicunda* überlebte die Trockenheit auf niedrigem Niveau bei steigendem Trend. Noch weniger wurden *L. quadrimaculata* und *S. danae* – beides univoltine Arten – von den Dürrejahren beeinflusst. – **Figure 11.** Population development of three anisopteran species in the Engelsmeer. The annual maximum figures (individuals/day) as a percentage is shown for the period from 2011 to 2022. — *L. rubicunda* (max. 350 ind./day); — *L. quadrimaculata* (max. 100 ind./day); — *S. danae* (max. 200 ind./day). The population of *L. rubicunda* resisted the drought at a low level and showed a positive trend afterwards. Both, the univoltine *L. quadrimaculata* and *S. danae* were even less affected by the drought.

z.B. *L. rubicunda*, geradezu rasant. Offenbar konnten Larven die konkurrenzarme Pioniersituation in den wieder vernässten Gewässern optimal nutzen. Weitere Vorteile sind die kurze Larvaldauer (QUANTE & BROCK 2021: 295) und die frühe Flugzeit. Die Schlupfphase erfolgt, wenn die Gewässer wegen der Winterniederschläge noch ausreichend gefüllt sind.

Sympetrum danae

Engelsmeer. Bereits im ersten Jahr war die Art vertreten und flog in den meisten Folgejahren mit Tagesmaxima im dreistelligen Bereich. Maximal wurden 2012 mindestens 200 Individuen gezählt. Während der trockenen Jahre war von den Zahlen her kein Bestandseinbruch zu erkennen. Im letzten Untersuchungsjahr flogen bis zu 100 Individuen pro Tag (Abb. 11).



Abbildung 12: Die Torfmoose werden von allen Libellenarten, die sich regelmäßig im Moor fortpflanzen, als Eiablagesubstrat genutzt – mit Ausnahme der Lestiden. *Sympetrum danae* am 16.09.2020 im Engelsmeer. – **Figure 12.** Peat moss is utilized as substratum for egg deposition by all regularly breeding dragonfly species, except for the Lestids. Ovipositing *S. danae* on 16-ix-2020 in the Engelsmeer. Photo: AB

Hollweger Moor. Von 2005 bis 2012 war die Art in hohen Dichten mit mindestens dreistelligen Tagesmaxima vertreten. Der höchste Tageswert betrug 1.525 Individuen (2010). Danach gingen die Zahlen zurück. In den trockenen Spätsommern 2018 und 2019 wurden nur noch mature Einzeltiere angetroffen. Ab 2020 erholte sich der Bestand und erreichte im Jahr 2022 wieder eine Dichte von 1.000 Individuen.

Kommentar. Der in Niedersachsen konstatierte Bestandsrückgang von *S. danae* (Abb. 12) trifft nicht auf die Naturräumliche Region der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest zu (JÖDICKE & PIX 2021: 313). Allerdings könnte die für das Hollweger Moor erwähnte Abnahme ab 2013 Ausdruck der überregionalen Tendenz sein. Als univoltine Art mit einer Überwinterung im Eistadium (WILDERMUTH & MARTENS 2019: 740 f.) konnte *S. danae* vor den sommerlichen Austrocknungen schlüpfen und erlebte deshalb im Engelsmeer keinen Bestandseinbruch. Das insgesamt stärker ausgetrocknete Hollweger Moor war offenbar für die Eiablage nicht mehr attraktiv. Aber auch hier erholte sich der Bestand schnell.

Weitere Arten

Sympecma fusca wurde seit 2013 im Engelsmeer nachgewiesen. Im Spätsommer und Herbst zeigten sich einzelne Jungtiere. Der Erstnachweis im Hollweger Moor erfolgte erst 2017; es gibt Beobachtungen während der Fortpflanzungszeit und auch von Juvenilen. Nur im Hollweger Moor gab es ein Vorkommen von *C. pulchellum* im Zeitraum zwischen 2005 und 2012, das im Jahr 2007 ein Tagesmaximum von 35 erreichte. Auch im Frühjahr 2015 schlüpfte die Art. Nach den trockenen Jahren gehörte sie seit 2020 wieder zu den Fortpflanzungsarten. Im Engelsmeer zeigte sich die Art nur im zweiten Jahr nach der Neuanlage in größerer Anzahl. Obwohl *A. cyanea*, *A. grandis* und *A. mixta* regelmäßig patrouillierten und Eier legten, gelang in beiden Gebieten kein Reproduktionsnachweis. Von *Gomphus pulchellus* gab es nur im Engelsmeer einen Schlupf im Jahr 2013 sowie gelegentliche Einzelnachweise. Dort schlüpfen auch *S. metallica* (2016) und *L. depressa* (2013). *Cordulia aenea* wurde im Engelsmeer nur im ersten Jahr mit bis zu zehn Individuen angetroffen, in den Jahren danach nur einzeln und unregelmäßig. Letzteres traf auch auf die Situation im Hollweger Moor zu, wo die Art erstmalig 2018 und dann wieder 2022 in einigen Exemplaren flog. *Orthetrum cancellatum* spielte im Engelsmeer zahlenmäßig (Tagesmaxima bis 8) nur im ersten Jahr eine Rolle und flog dann erst wieder in den trockenen Jahren über Restpfützen. Auch im Hollweger Moor kam es zwischen 2006 und 2008 zu zweistelligen Tageszahlen (bis 15). Im Sommer 2018 flogen bis zu 35 Individuen über den Restpfützen. Weil in den meisten Jahren keine Fortpflanzung nachweisbar war, verursachte vermutlich Zuflug in erster Linie die Präsenz in den Mooren. Auch in den beiden letzten Beobachtungsjahren kam die Art in beiden Gebieten vor. Im Engelsmeer zeigte sich *S. flaveolum* erstmalig im Jahr 2014. Weitere Beobachtungen erfolgten in allen drei trockenen Spätsommern von 2018 bis 2020 (maximal vier Individuen), wobei es sich z.T. um die einzigen Funde in Niedersachsen handelte (Abb. 13). Im

Hollweger Moor flog die Art nur in den Jahren 2005 bis 2009, zudem gab es 2022 einen Einzelnachweis. Dabei handelte es sich vor allem um zugewanderte Tiere im Spätsommer, aber auch um Schlupf im Gebiet (zuletzt 2009). Fortpflanzung von *S. sanguineum* wurde nur im Hollweger Moor nachgewiesen, wo bis maximal 35 (2010), meist aber nur einzelne Tiere notiert wurden. Im Engelsmeer war die Situation ähnlich: Bis zur Trockenphase flogen bis zu vier Individuen gleichzeitig. Die trockenen Jahre 2018 bis 2020 hatten in beiden Gebieten keinen spürbaren Einfluss auf die Art. Im Engelsmeer wurde im Jahr 2020 sogar das höchste Tagesmaximum mit zehn Individuen dokumentiert. *Sympetrum striolatum* und *S. vulgatum* flogen alljährlich ab September in die Moore ein und legten dort Eier ab, konnten sich aber nicht reproduzieren. Dieses regelhafte Verhalten zeigte sich auch noch in den trockenen Jahren, doch beobachteten wir zwei Ausnahmen: Im Jahr 2020 schlüpfte im Hollweger Moor ein Individuum von *S. vulgatum*, außerdem flog *S. striolatum* im Jahr 2020 bereits im Juli in die Moore ein und ging auch gleich der Eiablage nach. Alle weiteren, hier nicht erwähnten Arten spielten in den Mooren nur eine Gastrolle.



Abbildung 13: *Sympetrum flaveolum* über abgestorbenem Torfmoos, seiner bevorzugten Sitzwarte. Die Art taucht in Niedersachsen nur noch vereinzelt auf; hier ein offenbar zugewandertes Männchen am 30.08.2020 im Engelsmeer. – **Figure 13.** Male *S. flaveolum* above dead peat moss, the favorite perch. Recently, the species is rarely found in Lower Saxony; here an obviously immigrant male on 30-viii-2020 in the Engelsmeer. Photo: AB

Diskussion

Libellenfauna im Vergleich

Während unserer langjährigen Libellenuntersuchung in zwei kleinen Moorbiotopen haben wir nicht nur insgesamt 41 Arten nachgewiesen (Tab. 1), sondern auch das Spektrum der regelmäßigen Vermehrungsarten erkannt und Veränderungen in ihrer jahrweisen Häufigkeit verfolgt. Grundsätzlich sind sich beide Untersuchungsgebiete hinsichtlich ihrer Faunenzusammensetzung sehr ähnlich. Diese Ähnlichkeit ist trotz der unterschiedlichen Genese der Biotope kein Zufall. Vielmehr sind alle Moore im Nordteil der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest von einem weitgehend identischen Artenspektrum besiedelt. Diese Verhältnisse werden z.B. im „Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen“ (BAUMANN et al. 2021a) textlich und kartenmäßig eingehend dargestellt. Im Vergleich zu den Mooren im östlichen Niedersachsen ergeben sich aber bereits Unterschiede, z.B. ist *C. hastulatum* nur noch östlich der Weser verbreitet (BAUMANN, JÖDICKE & PIX in BAUMANN et al. 2021a: 85, 86), während sich *C. lunulatum* aus den östlichen Landesteilen weitgehend zurückgezogen hat und sich nur noch im Westen hält (BORKENSTEIN, JÖDICKE & BAUMANN in BAUMANN et al. 2021a: 91) Ein anderes Beispiel ist *L. dubia*, die im Westen – also auch in den hier untersuchten Mooren – zahlenmäßig der dominierenden *L. rubicunda* klar unterlegen ist, während in der Lüneburger Heide und im Wendland das Dominanzverhältnis der beiden Arten umgekehrt ist (BAUMANN & PIX 2021: 272). Im überregionalen Vergleich ist die Rolle Niedersachsens für *C. tenellum*, *C. lunulatum*, *A. subarctica* und *L. rubicunda* interessant: Sie alle haben in diesem Bundesland ihre größten Vorkommen (JÖDICKE & BAUMANN 2021a: 23) und gehören als mooraffine Arten auch zur Fauna der beiden untersuchten Moore.

Für die Habitatselektion, Eiablage und Larvenentwicklung der regelmäßig nachgewiesenen Vermehrungsarten spielen die Torfmoose, vor allem *Sphagnum fallax* und *S. cuspidatum*, z.T. auch Sichelmoose der Gattungen *Drepanocladus* und *Warnstorfia*, eine entscheidende Rolle. Unmittelbar sichtbar wird das bei der Eiablage, denn – bis auf die Lestiden – legen alle vorerwähnten Arten in oder auf die Wassermoose ab (Abb. 12). Dabei lassen sich drei ökologische Kategorien unterscheiden: (1) hochmoorspezifische Arten, die ausschließlich in Sphagnen ablegen (früher „tyrphobiont“); (2) hochmoorpräferente Arten, die von Sphagnen profitieren (früher „tyrphophil“); und (3) solche Arten, die Sphagnen alternativ zu anderem Eiablagesubstrat nutzen können. Die Arten aller drei Gruppen tolerieren die mit dem Hochmoorcharakter verbundenen Faktoren saures Wasser und Nährstoffarmut. Gleichzeitig profitieren sie in Hochmoorgewässern vom speziellen Wärmehaushalt in der oberen Wasserschicht (STERNBERG 1993, 1994) und dem fehlenden Prädationsdruck durch Fische.

In den Mooren des nordwestdeutschen Tieflands gibt es drei hochmoorspezifische Arten (BAUMANN et al. 2021a: 169, 242, 274; BORKENSTEIN & JÖDICKE 2021). Zwei davon, nämlich *A. subarctica* und *L. dubia*, gehören auch zur Fauna der hier untersuchten Biotope. Die dritte, *Somatochlora arctica*, ist bisher für die Ostfrie-

Tabelle 1: Libellen-Artenliste für das Engelsmeer und das Hollweger Moor, gesplittet in die Jahre bis 2018 und ab 2018. ■ regelmäßige Fortpflanzung; ■ gelegentliche Fortpflanzung; ■ regelmäßiges Fortpflanzungsverhalten; ■ Gast. – **Table 1.** Checklist of dragonflies for the Engelsmeer and the Hollweger Moor, split into the years until 2018 and after 2018. ■ Regular reproduction; ■ occasional reproduction; ■ regular reproductive behaviour; ■ visitor.

Art	Engelsmeer		Hollweger Moor	
	bis 2018	nach 2018	bis 2018	nach 2018
<i>Chalcolestes viridis</i>	■	■	■	■
<i>Lestes dryas</i>	■	■	■	■
<i>L. sponsa</i>	■	■	■	■
<i>L. virens</i>	■	■	■	■
<i>Sympecma fusca</i>	■	■	■	■
<i>Calopteryx splendens</i>	■	■	■	■
<i>Ceriagrion tenellum</i>	■	■	■	■
<i>Coenagrion lunulatum</i>	■	■	■	■
<i>C. puella</i>	■	■	■	■
<i>C. pulchellum</i>	■	■	■	■
<i>Enallagma cyathigerum</i>	■	■	■	■
<i>Erythromma najas</i>	■	■	■	■
<i>E. viridulum</i>	■	■	■	■
<i>Ischnura elegans</i>	■	■	■	■
<i>I. pumilio</i>	■	■	■	■
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	■	■	■	■
<i>Aeshna cyanea</i>	■	■	■	■
<i>A. grandis</i>	■	■	■	■
<i>A. juncea</i>	■	■	■	■
<i>A. mixta</i>	■	■	■	■
<i>A. subarctica</i>	■	■	■	■
<i>A. viridis</i>	■	■	■	■
<i>Anax imperator</i>	■	■	■	■
<i>A. parthenope</i>	■	■	■	■
<i>Brachytron pratense</i>	■	■	■	■
<i>Cordulia aenea</i>	■	■	■	■
<i>Somatochlora metallica</i>	■	■	■	■
<i>Gomphus pulchellus</i>	■	■	■	■
<i>Crocothemis erythraea</i>	■	■	■	■
<i>Leucorrhinia dubia</i>	■	■	■	■
<i>L. pectoralis</i>	■	■	■	■
<i>L. rubicunda</i>	■	■	■	■
<i>Libellula depressa</i>	■	■	■	■
<i>L. quadrimaculata</i>	■	■	■	■
<i>Orthetrum cancellatum</i>	■	■	■	■
<i>Sympetrum danae</i>	■	■	■	■
<i>S. flaveolum</i>	■	■	■	■
<i>S. fonscolombii</i>	■	■	■	■
<i>S. sanguineum</i>	■	■	■	■
<i>S. striolatum</i>	■	■	■	■
<i>S. vulgatum</i>	■	■	■	■

41

37

38

sisch-Oldenburgische Geest ausschließlich südlich der Linie Papenburg – Oldenburg nachgewiesen worden (BAUMANN et al. 2021c: 242); die Moore im nördlichen Geestbereich, somit auch unsere Untersuchungsgebiete, sind unbesiedelt. Zu den hochmoorpräferenten Arten zählen wir *L. sponsa*, *C. tenellum*, *C. lunulatum*, *E. cyathigerum*, *A. juncea*, *L. rubicunda*, *L. quadrimaculata* und *S. danae*, die sämtlich auch in beiden untersuchten Biotopen vorkommen (vgl. BORKENSTEIN & JÖDICKE 2021). Die wichtigsten Arten ohne spezifische Hochmooraffinität sind außerdem: *C. viridis*, *L. dryas*, *L. virens*, *C. puella*, *E. viridulum*, *P. nymphula*, *A. imperator*, *L. pectoralis*. Insgesamt enthalten unsere Artenlisten somit eine regional typische Moorlibellenfauna.

Langjährige Entwicklungsdynamik

Im Vergleich zur 18-jährigen Datenstrecke vom Hollweger Moor ist der Zeitraum der Untersuchungen im Engelsmeer zwar kürzer, umfasst aber auch die Aspekte der Erstbesiedlung. Bereits in der ersten Saison nach den Baggerarbeiten flogen dort 13 Arten. Wenn man bedenkt, dass in nur 3,35 km Entfernung mit den Krickmeeren ein weiteres Moorbiotop existiert und in diesem Radius noch weitere Gartenteiche und sonstige Gewässer vorkommen, wundert die rasche Erstbesiedlung des Engelsmeeres nicht. Im zweiten Jahr flogen sogar 32 und im dritten 31 Arten. Danach ging die Artenzahl auf unter 25 zurück, um sich dann ab dem sechsten Jahr bis 2018 auf 28/29 Arten einzupendeln. Das „Florieren“ der Artenzahl an neugeschaffenen Gewässern wurde bereits von MARTENS (1983) beschrieben und interpretiert sowie von WILDERMUTH (2017) bestätigt. Im Engelsmeer gingen die anfangs hohen Zahlen hauptsächlich auf Arten ohne ausgeprägte Mooraffinität zurück; sie hatten offenbar auf den Strukturereichtum der Neuanlage reagiert, konnten sich in den Folgejahren aber nicht etablieren.

Im sechsten Jahr hatte sich im Engelsmeer also eine ausbalancierte Artenmannigfaltigkeit etabliert, die sich aus den regelmäßigen Vermehrungsarten und immer wieder einfliegenden Gästen zusammensetzte. Im Hollweger Moor pendelten die jährlichen Artenzahlen von 2005 bis 2012 und auch im Jahr 2018 zwischen 24 und 28; saisonale Erfassungslücken in den Jahren 2013 bis 2017 erlauben keine exakte Quantifizierung der Artenbestände. Insgesamt bezogen sich die konsolidierten Phasen vor allem auf die alljährliche Präsenz der häufigen Vermehrungsarten, wohingegen Artzugehörigkeit sowie Zahl der Gäste und Gelegenheitsvermehrter für die Variabilität in den jährlichen Artenzahlen sorgten. Auch CLAUSNITZER et al. (2013), die ein Moor in der Lüneburger Heide während 43 Jahren kontrollierten, berichten von nur wenig Veränderungen in der Libellenfauna während des Zeitraums von 1970 bis 2001; erst danach zeigten sich Neuerungen im Artgefüge (s.u.). Greift man noch weiter zurück und analysiert die niedersächsischen Libellenerfassungen im 19. und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, gewinnt man den Eindruck, dass das Artenspektrum an ökologisch intakten Gewässern trotz erheblicher Lebensraumeinengung weitgehend konstant blieb (JÖDICKE & BAUMANN 2021a: 22). Dieses Szenario mit hoher Kontinuität geriet

seit den 1990er Jahren zunehmend aus den Fugen, weil mit dem Klimawandel mediterrane Faunenelemente einen positiven und holarktische Faunenelemente einen negativen Entwicklungstrend zeigten; außerdem dehnten bisher gebietsfremde, vor allem mediterrane Arten namentlich in den drei jüngsten Jahrzehnten ihr Areal bis nach Niedersachsen aus (JÖDICKE & BAUMANN 2021a: 23). Diese Entwicklung wirkte sich auch auf die Moorlibellenfauna aus; so berichten CLAUSNITZER et al. (2012) von einem deutlichen Anstieg der Artenzahl im Moor durch neue Faunenelemente im Zeitraum zwischen 2001 und 2012.

Bei genauer Analyse unserer Bestandsaufnahme im Engelsmeer und Hollweger Moor lassen sich hinter der vermeintlichen Kontinuität der Libellenfauna doch deutliche Bestandseinbußen erkennen. Es handelt sich dabei vor allem um solche Arten, bei denen wir einen Rückgang bereits vor 2018 erkannten (s. entsprechende Artkapitel). Das gilt für die Situation von *L. sponsa*, allerdings nur im Hollweger Moor. Betroffen sind ebenso *C. lunulatum* nach Daten vom Engelsmeer sowie *S. danae* im Hollweger Moor. In all diesen Fällen deckt sich der negative Trend – wie bereits diskutiert – mit den überregionalen Befunden aus Niedersachsen. Dramatisch ist der Rückgang bei *A. juncea*, die sich – besonders deutlich im Hollweger Moor – von einer häufigen zu einer sehr seltenen Art entwickelte. Auch das entspricht den überregionalen Fakten. Die Areale aller vorgenannten vier Arten entsprechen dem borealen Typ; der Gedanke an einen negativen Einfluss durch die Klimaerwärmung liegt daher nahe. An dieser Stelle muss auch noch *S. flaveolum* erwähnt werden, das sich gelegentlich im Hollweger Moor reproduzierte, wo die Nachweise nach 2009 abrissen. Der drastische Rückgang dieser Art betrifft nicht nur Niedersachsen, sondern ganz Mitteleuropa. Die Ursachen hierfür sind noch weitgehend ungeklärt, doch wird zumindest für Niedersachsen angenommen, dass die früher alljährliche Zuwanderung aus dem Osten in jüngster Zeit ausblieb und sich der heimische Bestand nicht aus eigener Kraft halten konnte (BUCHWALD et al. 2021: 323, 325).

Arten mediterranen Ursprungs, wie *E. viridulum* oder *A. imperator*, aber auch das atlanto-mediterrane *C. tenellum*, haben ihre Bestände in Niedersachsen im Zuge der Klimaerwärmung spätestens seit Beginn der 1990er Jahre (BAUMANN et al. 2021: 76, 123, 185) enorm vergrößert. Unsere Datenreihen lassen allerdings keine weitere Steigerung dieses Trends während des Untersuchungszeitraums erkennen. Offenbar hatten diese drei Arten die westniedersächsischen Moore bereits zur Jahrtausendwende in breiter Form als geeigneten Biotop angenommen und sich auch in unseren Untersuchungsgebieten direkt nach der Erstbesiedlung optimal etabliert. Auch gibt es in den Mooren keine Ansiedlung von Neubürgern, denen der Klimawandel eine Arealausweitung bis Niedersachsen ermöglicht. Zwar ließ sich im Laufe der Jahre gelegentlich die Wanderart *S. fonscolombii* oder der aus dem Osten vordringende *A. parthenope* blicken, aber selbst die nach Norden expandierende *Crocothemis erythraea*, die sich vorübergehend während des ersten Jahrzehnts nach 2000 in einigen Mooren der Umgebung etablieren konnte (JÖDICKE & FUHRMANN 2011; LOHR 2021: 258), wurde zwar bei der Eiablage, nicht aber beim Schlupf beobachtet.

Dürreperioden

Das konstant feuchte Klima der Nacheiszeit im nordwestdeutschen Tiefland war die wichtigste Voraussetzung für die Entstehung der Hochmoore. »Die Niederschlagsmenge muss größer sein als der Wasserverlust durch Abfluss und Verdunstung; auch ist es notwendig, dass sich die Niederschläge annähernd gleichmäßig über das Jahr verteilen« (POTT 1999: 27). Das Niedersächsische Moorschutzkonzept zur Regeneration von abgetorften Flächen setzt auf einen konstanten Fortbestand dieser klimatischen Verhältnisse: Über das Jahr gleichmäßig verteilter Niederschlag soll die entwässerten und abgetorften Flächen wieder fluten, Grabenverschlüsse sollen einen Abfluss verhindern. Tatsächlich gelangen vielerorts Vernässungen solcher Moorrelikte, die nicht der Landwirtschaft zum Opfer gefallen waren. Mit diesem Programm konnte sich die Situation der mooraffinen Arten verbessern; so blieb das niedersächsische Spektrum der Moorlibellen bis in die jüngste Zeit erhalten (BAUMANN et al. 2021b).

Was dann im Hochsommer 2018 passierte, bezeichnen BAUMANN et al. (2021a: 349) als Zäsur in unserer Klimawahrnehmung. Ungewöhnlich heißes Wetter traf mit ausbleibendem Regen zusammen. Bereits im August trockneten landesweit viele Gewässer völlig aus. Besonders schlimm waren die abgetorften und dann gefluteten Hochmoorrelikte betroffen, bei denen nicht nur der Wasserkörper, sondern auch der durch die verbliebene Resttorfschicht gebildete Gewässerboden ausdörrte. Die trocken-heiße Phase wiederholte sich auch in den beiden Folgejahren, und nach nur einem vergleichsweise nassen Jahr trockneten die Moore im Hochsommer 2022 schon wieder weitgehend ab. Diese klimatische Zäsur musste sich drastisch auf die ökologischen Verhältnisse der an konstante Vernässung angepassten Moorlibellen auswirken.

Im Rückblick können wir tatsächlich gravierende Änderungen beschreiben. Unsere Erfassung hat bei den meisten Arten einen Zusammenbruch der Bestände demonstriert. Dabei sind in einem ausgetrockneten Moor zwei Faktoren wirksam: Zum einen ist es letal für alle Larvenstadien, zum anderen ist es ungeeignet und unattraktiv als Rendezvous-Platz und Eiablageort für mature Libellen. Somit führt vollständiges Abtrocknen zu einem Abriss in der Generationenfolge.

Tatsächlich gehen wir von einem Totalverlust der Larven aus, zumindest in der eingangs beschriebenen Austrocknungsstufe 3. Eine solche Einschätzung wird gestützt durch die fehlenden Schlupfnachweise bei Arten, die sich sonst regelmäßig fortgepflanzt haben. Dazu gehörten *C. tenellum*, *C. lunulatum*, *E. cyathigerum*, *P. nymphula* und *L. rubicunda*, vermutlich mit *E. viridulum*, allen *Aeshna*-Arten sowie *L. dubia* und *L. pectoralis* auch solche, die wir nicht oder nur selten beim Schlüpfen beobachtet hatten. Bei den Larvenverlusten spielt nicht nur das unmittelbare Austrocknen des Lebensraumes eine Rolle, sondern offensichtlich auch ein hoher Prädationsdruck, wie unsere regelmäßigen Beobachtungen nahrungssuchender Limikolen in den Restpfützen zeigen. Die Einzeltiere von *L. rubicunda*, die trotz der vorausgegangenen Trockenheit erfolgreich schlüpften, müssen als Larve in den tiefsten Senken bei noch ausreichender Durchfeuchtung überlebt

haben; wir konnten in beiden Gebieten solche Stellen identifizieren (s.o.). Hier überdauerte vermutlich auch *L. quadrimaculata* im Larvenstadium. Über die Austrocknungsresistenz der heimischen Libellenlarven, vor allem der Moorarten, ist bis heute kaum etwas bekannt; wir wissen im Prinzip nicht mehr als das, was bereits ROBERT (1959: 35) andeutete. Vermutlich kommen Libellenlarven auch in noch feuchtem Torfschlamm um, wenn sich bei hoher Sonneneinstrahlung im dunklen Substrat Temperaturen von über 40°C entwickeln (H. Wildermuth pers. Mitt.). Die aktuellen Erfahrungen mit den Dürrejahren zeigen jedenfalls auf, dass der Verträglichkeit gegenüber Trockenheit in Moorbiotopen deutliche Grenzen gesetzt sind.

Chalcolestes viridis, *L. sponsa* und *S. danae* haben einen ähnlichen Entwicklungszyklus: Sie sind univoltin, überwintern im Eistadium und schlüpfen im Sommer. Nach unseren Beobachtungen hat es zumindest ein Teil der Larven geschafft, jeweils vor dem sommerlichen Austrocknen des Wasserkörpers zu schlüpfen. Ihr Bestand ist während der Trockenjahre also nicht zusammengebrochen. Auch *L. dryas* und *L. virens* zeigen den gleichen Entwicklungszyklus; sie werden weiter unten als Profiteure der Trockenheit diskutiert.

Beobachtungen maturer Libellen während der Trockenmonate haben vor allem zwei Kriterien gemeinsam: Es sind weniger Arten und sehr viel weniger Individuen zu sehen. Die übliche Konzentration der Libellen am Ufer und über dem offenen Wasser entfällt weitgehend, lediglich in den Übergangsphasen fliegen sie über den Restpfützen. Ausgetrocknete Gewässer passen offensichtlich nicht in das Habitatspektrum der meisten Libellenarten im Moor. Der größte Teil der gesichteten Individuen kann nicht im Gebiet geschlüpft sein, sondern hat seinen Ursprung in Gewässern der Umgebung mit ausreichender Wasserversorgung. Das gilt wohl in besonderem Maß für *A. imperator* oder auch *O. cancellatum*, die beide noch über den letzten Wasserresten patrouillierten. Lediglich das vorgenannte Trio, das sich trotz Trockenheit reproduzierte, dürfte nach dem Schlupf und der Reifungsphase an die Brutgewässer zurückgekehrt sein. Die Eiablage von *C. viridis* erfolgte unabhängig vom Wasserstand in verholzte Pflanzen, auch haben wir *L. sponsa* bei der Eiablage in Binsenhalme gesehen, die im Trocken standen. Erst nach Niederschlägen und ansteigenden Wasserständen im Herbst konnte *S. danae* seine Eier ablegen.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Arten gibt es aber auch zwei Gewinner infolge der Dürreperiode. Als Spezialist für sommertrockene Gewässer siedelte sich *L. dryas* während der trockenen Jahre spontan in beiden Gebieten an. Er wird vermutlich bei anhaltenden sommerlichen Regendefiziten und Hitzeperioden ein konstantes Faunenelement der Moorrelikte. Auch *L. virens* hat während der Trockenheit einen großen Bestand gebildet und dabei in beiden Gebieten die Individuenzahlen von *L. sponsa* überboten. Eine mögliche Konkurrenz zwischen beiden Arten wurde bereits diskutiert. Mit Spannung wird zu verfolgen sein, wie sich sein Bestand in den nächsten Jahren entwickeln wird. Auch die zuletzt gesehenen Individuen von *S. flaveolum* saßen bezeichnenderweise alle auf den abgestorbenen Torfmoospolstern (Abb. 13). Diese Art ist zwar an periodisch austrock-

nende Gewässer angepasst, dennoch ist ihr niedersächsischer Bestand seit 2010 drastisch zusammengebrochen (BUCHWALD et al. 2021: 323).

Die hohe Artenzahl und maximalen Tageswerte, die im letzten Untersuchungsjahr wieder dokumentiert wurden, sprechen auf den ersten Blick für eine rasante Erholung der Libellenfauna nach den trockenen Jahren. Tatsächlich haben einige Arten, allen voran die univoltinen mit überwinternden Eiern, die Dürrephase überstanden. Wir haben auch gesehen, dass offenbar ein ständiger Zuflug von Individuen stattfindet, die in noch wasserführenden Gewässern der Umgebung geschlüpft sind. Dieses oft unterschätzte Dispersal der Libellen hat in erster Linie für die hohe Artenzahl gesorgt – ein Umstand, der bereits bei der Erstbesiedlung des Engelsmeeres festgestellt wurde. Die hohe Anzahl schlüpfender Individuen, vor allem bei *L. quadrimaculata* und *S. danae*, ist vermutlich durch das Fehlen der sonst üblichen Konkurrenz bei einer ausbalancierten Larvengemeinschaft zu erklären. Es darf aber auch nicht übersehen werden, dass *C. lunulatum* bis 2022 nicht wieder Fuß fassen konnte und z.B. auch *E. cyathigerum* im Engelsmeer noch völlig fehlte. Vor allem aber die im Juli/August 2022 beobachtete Tendenz zum neuerlichen Abtrocknen der Wasserkörper erinnert daran, dass die vorher erlebte mehrjährige Dürrephase sicherlich keine Ausnahme war, sondern den Trend der Zukunft aufzeigt.

Das Austrocknen von Gewässern ist für die Libellenfauna nicht grundsätzlich katastrophal. Dieser Effekt ist auch ohne Klimawandel ein bekannter und gut studierter Umweltfaktor, der vor allem bei Tümpeln (z.B. SCHIEL 2016) oder bei zeitweise abgelassenen Fischteichen (z.B. CLAUSNITZER 1974, 1983) eine angepasste, univoltine Artengemeinschaft selektiert, welche die Trockenheit als Imago und z.T. auch als Ei überlebt. Wie bereits erörtert, wirkt das Austrocknen eines Moores aber letal auf Libellenlarvenstadien und unattraktiv für mature Libellen. Die meisten der Arten, die sich im Moor reproduzieren, sind weder an gelegentliches noch periodisches Trockenfallen angepasst. Ein früher Bericht über den trockenen Sommer 1959 und seine Auswirkungen auf die Libellen eines Moorgebietes bei Hannover stammt von SCHUMANN (1962). Nach normalem Frühjahr und Frühsommer trockneten die Gewässer im Hochsommer aus und minimierten die Emergenz der Spätsommerarten der Gattungen *Lestes*, *Aeshna* und *Sympetrum*. Im wieder feuchten Folgejahr fehlten die *Leucorrhinia*-Arten völlig, während *L. virens*, alle *Coenagrion*-Arten, *P. nymphula* und *L. quadrimaculata* stark minimiert waren. Der Bestand von *L. sponsa* schien nur wenig beeinflusst, während *S. danae* sogar zahlreicher schlüpfte als in den Jahren von der Trockenheit (SCHUMANN 1962). So knapp diese Mitteilung auch sein mag, entsprechen die Reaktionen der erwähnten Arten – bis auf *L. virens* – weitgehend den von uns beobachteten Entwicklungen. Die Verhältnisse in der Schweizer „Drumlinlandschaft Zürcher Oberland“ während des heißen Sommers 2003 werden von WILDERMUTH (2004) geschildert. Sein Untersuchungsgebiet ist ein Komplex verschiedener Biotoptypen, in dem abgetorfes Moor und Torfweiher eine wichtige Rolle spielen. Nur manche Gewässer trockneten völlig aus, andere blieben dagegen noch feucht oder – im Bereich von Sickerquellen – sogar nass. Im Folgejahr waren die

Libellenbestände wieder weitgehend erholt, auch wenn die Individuenzahlen bei einigen Arten geringer ausfielen als sonst; vermutlich konnten Larven aller autochthonen Arten in Biotopen mit Restwasser überleben. Insgesamt erwies sich dieses Trockenjahr als nicht so katastrophal wie das von 1976, als *Nehalennia speciosa* im Gebiet ausstarb (WILDERMUTH 2004).

Eine weitere Untersuchung austrocknender Moore fand, wie bei uns, im Zeitraum 2017 – 2020 im Hochharz statt und konzentrierte sich auf die Auswirkungen auf *A. juncea*, *A. subarctica*, *S. alpestris*, *S. arctica* und *L. dubia* (BAUMANN 2021). Vor allem die Extremtrockenheit im Sommer 2018 führte zu drastischen Einbußen, denn in den beiden Folgejahren wurden bei vier der Arten nur noch wenige oder gar keine Exuvien mehr gefunden; allein *S. arctica* überstand die Periode ohne Einbruch, allerdings mit deutlichen Einbußen bei der Schlupfabundanz. Die Bilanz dieser Studie ist düster: Die einzigartige Libellenfauna der Moore im Hochharz wird auf Dauer Opfer des Klimawandels werden, vor allem *S. alpestris* wird sich bei anhaltend heißen und trockenen Sommern nicht halten können (BAUMANN 2021).

Obwohl die hier erörterte Dürrephase 2018 – 2020 nicht auf Niedersachsen beschränkt blieb, sondern sich als Problem für ganz Mitteleuropa erwies, sind bisher offenbar kaum weitere Analysen über ihre Auswirkung auf die Libellenfauna veröffentlicht worden. Eine Ausnahme ist die Studie von WILDERMUTH (2021) an einem Wiesenweiher im Schweizer Mittelland. Bereits im zweiten Jahr nach dem Extremsommer 2018 hatte sich die Artengemeinschaft weitgehend wieder erholt; auch hier gab es Arten, die ihre Entwicklung vor dem Austrocknen abschließen konnten, und Zuflug von Individuen aus nicht ausgetrockneten Gewässern der Umgebung (WILDERMUTH 2021). Um eine Vorstellung der künftigen Bestandsentwicklung von Moorlibellen bei anhaltendem Klimawandel zu entwickeln, brauchen wir mehr Wissen über die Situation in Moorbiotopen. Für die niedersächsischen Moore wird der Einfluss der Dürrephase aktuell als »verheerend« eingeschätzt (BAUMANN et al. 2021b). Unter dem Eindruck der nahezu libellenfreien Sommersituation in unseren Gebieten können wir dem vollständig zustimmen. Die rasche Rückbesiedlung, von der wir berichten, könnte versöhnlich stimmen. Wenn man aber davon ausgeht, dass der Klimawandel anhält, werden auch weitere Moorbiotope im Sommer austrocknen und dann für den von uns oft erwähnten Zuflug aus der Umgebung ausfallen. Der Libellenatlas für Niedersachsen/Bremen (BAUMANN et al. 2021a) weist eine Reihe von Arten mit überwiegend borealer Verbreitung aus, die seit dem Klimawandel unter großen Bestandseinbußen leiden. Modellhaft sei hier *C. lunulatum* aufgeführt, dessen letzte Vorkommen sich in den Jahren vor der Dürrephase auf die westniedersächsischen Moore beschränkten und das in unseren Untersuchungsgebieten nach der Dürre nicht mehr Fuß fassen konnte. Gezielte Nachsuchen im Jahr 2022 (AB, RJ unpubl.) haben gezeigt, dass die Art auf der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest zwar noch vorkommt, aber seit der Dürre vielerorts im Bestand eingebrochen ist. Bei anhaltendem Klimawandel wird die Art aller Voraussicht nach aus Niedersachsen – und damit auch aus Deutschland (s.o.) – verschwinden. Solche Verluste sind

unwiederbringlich und können nicht mit neuen Faunenelementen im Moor, wie *L. dryas*, aufgerechnet werden. Zusammenfassend zeigt unsere Untersuchung an zwei niedersächsischen Mooren, dass der Klimawandel vor allem Verlierer unter den Libellen dieses Biotoptyps haben wird. Der Lebensraum Moor steht gerade in seiner zweiten Krise: erst seine Trockenlegung, Torfausbeutung und überwiegende Umwandlung in Wirtschaftsfläche, jetzt die Austrocknungstendenz der wiedervernässten Relikte durch sommerliche Hitze und Regendefizite. Zunehmende Eutrophierung des Wassers, rasante und flächige Ausbreitung der Flatterbinse in allen Flachwasserzonen sowie die ungehinderte Verbuschung der Trockenzonen verändern den ursprünglichen Biotopcharakter drastisch. Die hier exemplarisch am Beispiel der Moorlibellen gezeigten Veränderungen in der Moorfauna werden erfahrungsgemäß auch an anderen Organismengruppen nachzuweisen sein. Der Traum vom niedersächsischen Moorschutz droht zu platzen.

Dank

Engelsmeer: Carsten Friedrich Streufert vom Niedersächsischen Forstamt Neuburg realisierte seine Vision von einer Wiederherstellung des historischen Engelsmeeres als Moorbiotop; Udo Borkenstein machte die Luftbildaufnahme bei einem Überflug (2017) und organisierte mit seinem Regionalen Umweltzentrum die Entkusselung von Birkenaufwuchs durch Schulklassen. Hollweger Moor: Der Ortsbürgerverein Hollwege e.V. plante und realisierte in Zusammenarbeit mit dem Landkreis Ammerland die Wiedervernässung abgetorfener Flächen. Die Untere Naturschutzbehörde genehmigte die Libellenuntersuchung und gab Informationen zum Vernässungsprozess. Hartmut Ahlers machte die Luftfotos (2022) mit einer Drohne. Natia Berdzenishvili und Asmus Schröter ergänzten unsere Daten für das Jahr 2022. Hansruedi Wildermuth und Werner Burkart halfen, unseren Entwurf zur Druckreife zu führen. Ihnen allen gilt unser Dank.

Literatur

BAUMANN K. (2021) Können intakte Gebirgsmoore in Zeiten des Klimawandels Refugien für seltene Libellenarten (Odonata) sein? Untersuchungen im Nationalpark Harz von 2017–2020. *Libellula Supplement* 16: 35–66

BAUMANN K. & A. BORKENSTEIN (2021) *Pyrrosoma nymphula* – Frühe Adonislibelle. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Nieder-

sachsen/Bremen: 139–145. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichterorth

BAUMANN K. & R. JÖDICKE (2021) *Leucorhina pectoralis* – Große Moosjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 276–281. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Nie-

dersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

BAUMANN K. & A. PIX (2021) *Leucorrhinia dubia* – Kleine Moosjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 272–275. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) (2021a) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

BAUMANN K., F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, R. JÖDICKE & U. QUANTE (2021b) Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Libellen mit Gesamtartenverzeichnis. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 40: 3–37

BAUMANN K., H.-J. CLAUSNITZER & T. BENKEN (2021c) *Somatochlora arctica* – Arktische Smaragdlibelle. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 242–248. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

BORKENSTEIN A. & R. JÖDICKE (2017) *Chalcolestes viridis* im Raureif. *Mitteilungen der AG Libellen in Niedersachsen und Bremen* 3: 12–17

BORKENSTEIN A. & R. JÖDICKE (2020) Body posture in *Sympetrum striolatum* at low temperatures in the absence of direct solar irradiation (Odonata: Libellulidae). *Notulae odonatologicae* 9: 209–217

BORKENSTEIN A. & R. JÖDICKE (2021) Libellen im Naturpark Moor: 80–91. In: HAVERKAMP M. (Ed.) Ein Glücksfall – Artenspektrum im

Moor. Kartierungen der vorhandenen Flora und Fauna in den Naturschutzgebieten des Naturpark Moor. Fromm + Rasch, Osnabrück

BORKENSTEIN A. & R. JÖDICKE (2022a) Thermoregulatory behaviour of *Sympetrum striolatum* at low temperatures with special reference to the role of direct sunlight (Odonata: Libellulidae). *Odonatologica* 51: 1–27

BORKENSTEIN A. & R. JÖDICKE (2022b) Färbungsvielfalt niedersächsischer Coenagrion lunulatum (Odonata: Coenagrionidae). *Mitteilungen der AG Libellen in Niedersachsen und Bremen* 4: 3–18

BORKENSTEIN A., R. JÖDICKE & K. BAUMANN (2021) *Coenagrion lunulatum* – Mond-Azurjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 90–93. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

BUCHWALD R. & R. JÖDICKE (2021) *Lestes dryas* – Glänzende Binsenjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 36–40. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

BUCHWALD R., A. PIX & R. JÖDICKE (2021) *Sympetrum flaveolum* – Gefleckte Heidelibelle. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 321–325. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

CLAUSNITZER H.-J. (1974) Die ökologischen Bedingungen für Libellen (Odonaten) an intensiv bewirtschafteten Fischteichen. *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens* 27 (45): 7890

CLAUSNITZER H.-J. (1983) Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Libellenbestand eines Teiches. *Libellula* 2: 84–86

CLAUSNITZER H.-J., C. CLAUSNITZER & R. HENGST (2013) Veränderungen der Libellenfauna in 43 Jahren im NSG Breites Moor bei Celle, Niedersachsen (Odonata). *Libellula* 32: 31–42

JÖDICKE R. (2001) Die Libellen der Diana-seen (Insecta: Odonata). *Drosera* 2001: 117–125

JÖDICKE R. (2021) *Lestes sponsa* – Gemeine Binsenjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 41–44. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

JÖDICKE R. & K. BAUMANN (2021a) Die Libellen in Niedersachsen und Bremen. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 21–26. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

JÖDICKE R. & K. BAUMANN (2021b) *Lestes virens* – Kleine Binsenjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 45–49. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

JÖDICKE R. & A. BORKENSTEIN 2021. Der lange Tag der *Leucorrhinia rubicunda* (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 40: 77–92

JÖDICKE R. & K. FUHRMANN (2011) Die Libelle *Crocothemis erythraea* (Insecta: Odonata) ist Neubürger zwischen Weser und Ems. *Drosera* 2010: 109–115

JÖDICKE R. & A. PIX (2021) *Sympetrum danae* – Schwarze Heidelibelle. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 312–315. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

JÖDICKE R., K. BAUMANN, A. BORKENSTEIN & W. BURKART (2021a) *Ceragrion tenellum* – Zarte Rubinjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 74–80. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

JÖDICKE R., K. BAUMANN, A. PIX & A. BORKENSTEIN (2021b) *Leucorrhinia rubicunda* – Nordische Moosjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 282–286. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

KASTNER F. & K. BAUMANN (2021) *Coenagrion puella* – Hufeisen-Azurjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 103–106. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

LOHR M. (2021) *Crocothemis erythraea* – Westliche Feuerlibelle. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 257–260. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

MARTENS A. (1983) Besiedlung von neugeschaffenen Kleingewässern durch Libellen

(Insecta: Odonata). *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 1: 591–601

MARTENS A. & R. JÖDICKE (2021) *Erythromma viridulum* – Kleines Granatauge. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 122–125. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

PIX A., U. QUANTE & K. BAUMANN (2021) *Aeshna juncea* – Torf-Mosaikjungfer. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 160–164. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

POTT R. (1999) Nordwestdeutsches Tiefland zwischen Ems und Weser. Eugen Ulmer, Stuttgart

QUANTE U. & V. BROCK (2021) *Libellula quadrimaculata* – Vierfleck. In: BAUMANN K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Ed.) Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen: 294–297. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband. NIBUK, Ruppichteroth

ROBERT P.-A. (1959) Die Libellen. Odonaten. Kümmerly & Frey, Bern

SCHIEL F.-J. (2016) Larvalökologie von Libellen astatischer Gewässer unter temperaten Klimabedingungen. Dissertation Universität Oldenburg

SCHUMANN H. (1962) Die Wirkungen des trockenen Sommers 1959 auf den Libellenbestand eines Mooregebietes bei Hannover. In: MEYER K.O. für die ARBEITSGEMEINSCHAFT NORDWESTDEUTSCHER ENTOMOLOGEN (Ed.) Bericht von der 11. Jahrestagung in Lübeck am 29. Oktober 1961. *Bombus* 2 (Suppl. 2): 11–12

STERNBERG K. (1993) Bedeutung der Temperatur für die (Hoch-)Moorbindung der Moorlibellen (Odonata: Anisoptera). *Mitteilungen der Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 8: 521–527

STERNBERG K. (1994) Temperature stratification in bog ponds. *Archiv für Hydrobiologie* 129: 373–382

WILDERMUTH H. (2004) Wie haben die Libellen den trocken-heißen Sommer 2003 überstanden? *Mercuriale* 4: 29–31

WILDERMUTH H. (2017) Die Libellenfauna (Odonata) zweier neu angelegter Wiesenweiher – Sukzession, Prädation, Manipulation. *Libellula* 36: 109–134

WILDERMUTH H. (2021) Auswirkungen des trocken-heissen Sommers 2018 auf die Libellenfauna eines Wiesenweiher im östlichen Schweizer Mittelland. *Entomo Helvetica* 14: 33–44

WILDERMUTH H. & A. MARTENS (2019) Die Libellen Europas. Quelle & Myer, Wiebelsheim

WILDERMUTH H., A. BORKENSTEIN & R. JÖDICKE (2018) Verhaltensgesteuerte Thermoregulation bei *Leucorrhinia pectoralis* und *L. rubicunda* (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 37: 97–134

WILDERMUTH H., A. BORKENSTEIN & R. JÖDICKE (2019) Robert's watercolour of *Sympetrum striolatum* and the ambiguity of the thermoregulatory obelisk posture (Odonata: Libellulidae). *Notulae odonologicae* 9: 83–90

Manuskripteingang: 26. Dezember 2022