20. Juli 2020

Torfmooskultivierungsflächen als neuer Lebensraum für Moorlibellen

Lotta Zoch[1] und Michael Reich[2]

[1)] Institut für Umweltplanung, Herrenhäuser Str. 2, D-30419 Hannover,
zoch@umwelt.uni-hannover.de
[2)] reich@umwelt.uni-hannover.de

Abstract

Sphagnum cultivation sites provide new habitats for peatland dragonflies – The cultivation of peat moss *Sphagnum* spp. ('*Sphagnum farming*') is considered as a new, climate-friendly and sustainable alternative to drained peatland-agriculture. By rewetting the sites and establishing peat moss, potential habitats for typical peatland species are created. In 2015 and 2016 two cultivation sites were established in Lower Saxony, Germany, in cooperation with the substrate company Klasmann-Deilmann GmbH. The dragonfly fauna was investigated on the two cultivation sites, and additionally on a 10-year-old rewetted site and two near-natural raised bogs in 2017 and 2018. In total 31 species were recorded on all sites. Some characteristic peatland species *(Aeshna juncea, Leucorrhinia rubicunda)* have already been observed with reproductive behavior on the cultivation sites as well as first species (*Ceriagrion tenellum, Libellula quadrimaculata, Sympetrum danae*) with exuviae. Therefore, the cultivation sites are suitable as reproduction habitat for some dragonfly species after only two years, but are not equivalent to natural raised bogs, at least in the short term.

Zusammenfassung

Torfmooskultivierung gilt als eine neue, klimaschonende und nachhaltige Nutzungsmöglichkeit von degradierten Hochmoorstandorten. Mit der Wiedervernässung und der Etablierung von Torfmoosen (*Sphagnum* spp.) werden im Rahmen der Torfmooskultivierung potenzielle Lebensräume für typische Arten der Hochmoore geschaffen. In dem hier vorgestellten Projekt wurden, in Zusammenarbeit mit der Substratfirma Klasmann-Deilmann GmbH, in den Jahren 2015 und 2016 zwei Kultivierungsflächen im Landkreis Emsland bei Twist (Niedersachsen) angelegt. In den Jahren 2017 und 2018 erfolgte die Erfassung der Libellenfauna auf den Kultivierungsflächen sowie vergleichend auf einer rund zehn Jahre alten Wiedervernässungsfläche und zwei naturnahen Moorflächen. Insgesamt wurden auf allen Flächen 31 Libellenarten nachgewiesen. Es zeigt sich, dass die Kultivierungsflächen bereits nach zwei Jahren als Lebensraum für einige Libellenarten geeignet sind. So wurden bereits einzelne charakteristische Moorlibellen (*Aeshna juncea, Leucorrhinia rubicunda*) mit Reproduktionsverhalten beobachtet und erste Arten (*Ceriagrion tenellum, Libellula quadrimaculata, Sympetrum danae*) auch mit Exuvien nachgewiesen. Die Kultivierungsflächen sind jedoch, zumindest nach diesem kurzen Zeitraum, nicht gleichwertig mit naturnahen Moorflächen.

Einleitung

Torfmooskultivierung gilt als eine neue, klimaschonende und nachhaltige Nutzungsmöglichkeit von landwirtschaftlich vorgenutzten Hochmoorstandorten oder ehemaligen Torfabbauflächen (Gaudig et al. 2014; Pouliot et al. 2015). Bei der Kultivierung werden Torfmoos-Fragmente auf einen offenen Torfkörper ausgebracht. Aufgrund ihrer hohen Regenerationsfähigkeit treiben sie aus allen Pflanzenteilen neu aus und bilden bei konstanter Wasserversorgung geschlossene, erntefähige Torfmoosrasen (Quinty & Rochefort 2003; Gaudig et al. 2014; Pouliot et al. 2015). Durch die naturnahen hydrologischen und somit torferhaltenden Bedingungen sind bei der Torfmooskultivierung enorme Einsparungen an Treibhausgasemissionen im Vergleich zu entwässerungsbasierten Nutzungen von Hochmoorstandorten möglich (Günther et al. 2017).

Bei der Vermehrung von Torfmoosen (*Sphagnum* spp.) werden unterschiedliche Ziele verfolgt. Pflanzenbauliche Versuche zeigen, dass die Torfmoosbiomasse als alternativer Substratausgangsstoff für den Erwerbsgartenbau geeignet ist und aufgrund ähnlicher physikalischer und chemischer Eigenschaften auch mit dem schwer ersetzbaren Weißtorf mithalten kann (Grantzau & Gaudig 2005; Emmel 2008). Neben der Nutzung als Substrat werden Torfmoose auch gezielt vermehrt, um sie in Renaturierungsprojekten auszubringen. Dadurch kann die Wiederansiedlung der typischen Hochmoorvegetation ermöglicht und beschleunigt werden (Caporn et al. 2018; Hugron & Rochefort 2018; Raabe et al. 2018).

In Deutschland sind heute aufgrund der Entwässerung für die land- und forstwirtschaftliche Kultivierung, die Nutzbarmachung als Siedlungsraum und den industriellen Torfabbau rund 99 % der naturnahen Moore stark degradiert oder zerstört (Joosten & Couwenberg 2001; LLUR 2012). Durch die Wiedervernässung und Etablierung von Torfmoosen im Rahmen der Torfmooskultivierung werden ständig nasse, saure und nährstoffarme Bedingungen geschaffen und somit potenzielle Lebensräume für typische und heute meist gefährdete Pflanzen- und Tierarten der Hochmoore (Muster et al. 2015; Gaudig & Krebs 2016). Für die Libellenfauna sind insbesondere die zur Be- und Entwässerung genutzten Grabensysteme (sogenannte Grüppen) als potenzielle Fortpflanzungsgewässer zu prüfen. Auch zeitweise überstaute Moosflächen könnten geeignet sein. Inwieweit diese Potenziale tatsächlich genutzt werden, ist jedoch noch weitgehend unbekannt, da es weltweit bisher nur wenige Pilotflächen zur Torfmooskultivierung gibt. Diese Pilotflächen wurden vor allem in Deutschland und in Kanada angelegt (Landry & Rochefort 2009; Gaudig et al. 2014; Pouliot et al. 2015; Graf et al. 2017; Gaudig et al. 2018). Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Libellengemeinschaften von Torfmooskultivierungsflächen vergleichend zu naturnahen und wiedervernässten Hochmoorstandorten zu erfassen und die Bedeutung der Kultivierungsflächen als potenziellen Lebensraum für die Libellenfauna zu bewerten.

Tabelle 1: Lage und Wassereigenschaften der Untersuchungsgebiete. – **Table 1.** Location and water characteristics of the study sites, **NHN** Höhe über Meeresspiegel, height above mean sea level; **EC** Elektrische Leitfähigkeit, electric conductivity.

Flächentyp	Name	Lage (Gemeinde)	Koordinaten	NHN [m]	pH	EC [µS/cm]
Kultivierung	Drenth	Twist	52.685248N, 7.082778E	17	4,4–8,6	68–301
Kultivierung	Provinzialmoor	Twist	52.666667N, 7.1075E	16	3,6–5,4	55–145
Naturnah	Wildes Moor	Papenburg	53.045833N, 7.495833E	6	4,1–4,3	52–56
Naturnah	Meerkolk	Geeste	52.633611N, 7.138611E	19	4,0–4,5	36–58
Wieder-vernässung	Dreieck	Twist	52.668056N, 7.100556E	16	4,1–4,2	39–50

Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungsgebiete liegen in Niedersachsen im Landkreis Emsland in der naturräumlichen Region „Ostfriesisch-Oldenburgische Geest". Die Landschaft ist stark von Landwirtschaft, wenigen Waldflächen und ausgedehnten, heute überwiegend kultivierten oder in Abtorfung befindlichen Mooren geprägt (Drachenfels 2010). Es wurden zwei Torfmooskultivierungsflächen, zwei naturnahe Hochmoorflächen und eine Wiedervernässungsfläche untersucht (Tab. 1). In allen Untersuchungsgebieten wurde eine Fläche von rund 3 ha für die Erfassungen abgegrenzt.

Torfmooskultivierungsflächen

In Zusammenarbeit mit der Substratfirma Klasmann-Deilmann GmbH wurden 2015 und 2016 zwei Torfmooskultivierungsflächen mit jeweils rund 2,5 ha reiner Torfmoosfläche auf stark zersetztem und industriell abgebautem Schwarztorf bei Twist angelegt (Graf et al. 2017).

Die Kultivierungsfläche Drenth wurde direkt nach Fertigstellung der Abtorfung 2015 eingerichtet. Dabei wurden auf einem rund 1.000 m langen und 50 m breiten Streifen sieben Polder (jeweils ca. 0,4 ha) angelegt. Die Polder waren zur Be- und Entwässerung entweder mit offenen Grüppen (ca. 0,3 m tiefe und 0,3 m bis 0,7 m breite Gräben) oder mit unterirdisch verlegten Drainagerohren und oberirdischen Tröpfchenschläuchen ausgestattet (Abb. 1). Das dafür erforderliche Wasser stammte aus einem regengespeisten Teich, der bei Bedarf aus einem Grundwasserbrunnen nachgefüllt werden konnte, sodass auch bei wenig Niederschlägen dauerhaft Wasser vorhanden war (Graf et al. 2017). Die Zuführung von Grundwasser führte jedoch auch zu höheren pH-Werten und einer hö-

heren elektrischen Leitfähigkeit (Tab. 1). Die automatische Bewässerungspumpe war mit einem Filter ausgestattet, sodass keine Libellen-Larven mit eingespült werden konnten. Zwischen den Poldern befanden sich offene Torfdämme, die zur Bewirtschaftung genutzt wurden. Auf den umgebenden Flächen fand während der Untersuchungen noch Abtorfung statt.

Im Gegensatz zu Drenth wurde die Kultivierungsfläche Provinzialmoor auf einer bereits 2008 wiedervernässten Abtorfungsfläche im gleichnamigen Naturschutzgebiet (NSG) angelegt. Bei der Anlage in den Jahren 2015 und 2016 wurde das Wasser im zuvor überstauten Polder abgelassen und die Fläche (150 × 150 m) zur Be- und Entwässerung mit Grüppen ausgestattet (Abb. 2). Zur Bewässerung konnte Wasser aus den benachbarten, überstauten Wiedervernässungspoldern eingeleitet werden. Die Überläufe aus Bogenrohren wurden manuell gesteuert und waren nicht mit einem Filter versehen. Aus einem Graben, der aktuelle Abtorfungsflächen entwässert, konnte zusätzlich Wasser gepumpt werden.

Beide Kultivierungsflächen wurden hauptsächlich mit den Bult-Torfmoosen *Sphagnum papillosum* und *S. palustre* von vier verschiedenen Spenderflächen beimpft (Graf et al. 2017). Zur Verbesserung des Mikroklimas in der Initialphase wurden die Moosflächen bei der Anlage mit Schattiervlies oder Stroh abgedeckt. Während das Schattiervlies nach etwa einem halben Jahr wieder entfernt wurde, hat sich das Stroh zersetzt, wurde verweht oder von den Torfmoosen überwachsen. Auf den Flächen haben sich auch Gefäßpflanzen wie Schmalblättriges Wollgras *Eriophorum angustifolium*, Pfeifengras *Molinia caerulea*, Weißes Schnabelried *Rhynchospora alba,* Flatter-Binse *Juncus effusus* und Glockenheide *Erica tetralix* etabliert. Die Flächen wurden bis zu zweimal im Jahr gemäht, um den Konkurrenzdruck durch die Gefäßpflanzen zu verringern. In den Grüppen und den zeitweise überstauten Moosflächen hat sich emerse und submerse Vegetation ausgebreitet, darunter z.B. das Spieß-Torfmoos *S. cuspidatum*. Durch die Wassereinleitung hatten die Grüppen einen relativ konstanten Wasserstand und waren temporär langsam fließende Gewässer. Aufgrund der Verschlämmung wurden die Grüppen bei Bedarf geräumt, wobei dies nur in kleinen Abschnitten einmal im Jahr durchgeführt wurde.

Während der Untersuchungen hat auf den Kultivierungsflächen noch keine Torfmoosernte stattgefunden. Diese kann theoretisch alle drei bis fünf Jahre erfolgen, wobei maschinell (z.B. mit einem Balkenmäher oder einem Bagger mit Fangkorb) zwischen 2–10 cm der obersten Torfmoosschicht abgeschnitten werden (Gaudig et al. 2018). Der Torfmoosrasen kann sich nach der Ernte regenerieren.

Naturnahe Hochmoorflächen

Bei den naturnahen Hochmoorflächen Wildes Moor und Meerkolk handelt es sich um Restbestände von nie oder nur in geringem Maße abgetorften und nur im geringen Umfang entwässerten Hochmooren. Im Landschaftsschutzgebiet (LSG) „Wildes Moor“ wurde eine Fläche erfasst, die als feuchteres Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium beschrieben werden kann. Auf der Fläche existieren gut erhaltene Torfmoospolster aus Bult-Torfmoosen, durchsetzt mit Schlenken.

Abbildung 1: Torfmooskultivierungsfläche Drenth, 13.10.2017. – **Figure 1.** *Sphagnum* cultivation site Drenth, 13-x-2017. Photo: Klasmann-Deilmann GmbH

Abbildung 2: Torfmooskultivierungsfläche Provinzialmoor, 13.10.2017. – **Figure 2.** *Sphagnum* cultivation site Provinzialmoor, 13-x-2017. Photo: Klasmann-Deilmann GmbH

Außerdem wird die Fläche von ehemaligen Entwässerungsgräben durchzogen, die jedoch 1985 gestaut wurden und seitdem bereits stark verlandet sind. Auf der Fläche befindet sich zudem ein rund 100 m^2 großer und rund 1,6 m tiefer Weiher (Abb. 3). An das Untersuchungsgebiet grenzen Wälder und abgetorfte Wiedervernässungflächen an.

Im NSG „Meerkolk“ erfolgte die Untersuchung auf dem Teilbereich eines Torfmoos-Schwingrasens (Abb. 4). Auf dem Schwingrasen finden sich umfangreiche Schlenken mit flutenden Torfmoosen. Im Randbereich des Untersuchungsgebiets liegen zudem bis zu 1 m tiefe, dauerhaft wasserführende Gewässerstrukturen. Das Untersuchungsgebiet ist von Wiedervernässungsflächen und Agrarlandschaft umgeben.

Wiedervernässungsfläche

Bei der Wiedervernässungsfläche Dreieck handelt es sich um einen 2008 wiedervernässten dreieckigen Polder auf einer Abtorfungsfläche im NSG „Provinzialmoor“ in der näheren Umgebung zur Torfmooskultivierungsfläche Provinzialmoor. Während der Polder im Winter flächig überstaut ist (bis zu 0,5 m), trocknet er im Sommer in der Regel bis auf kleine Wasserstellen aus (Abb. 5, 6). Aufgrund eines relativ unebenen Reliefs ist die Wasserfläche in mehrere Teilbereiche gegliedert und von Vegetation durchzogen. Die Fläche wird von Schmalblättrigem Wollgras *E. angustifolium*, Pfeifengras *M. caerulea*, Flatter-Binse *J. effusus* und dem zum Teil flutenden Spieß-Torfmoos *S. cuspidatum* dominiert. Der umgebende Damm ist mit Moor-Birken *Betula pubescens* bestanden. An die Fläche grenzen weitere Wiedervernässungspolder an.

Methoden

In den Jahren 2017 und 2018 erfolgte eine flächendeckende Erfassung der Libellenfauna in den fünf Untersuchungsgebieten. Die Untersuchungen wurden im Zeitraum von Mai bis September an acht bzw. neun Terminen bei möglichst günstigen Witterungsbedingungen durchgeführt. Dabei erfolgte sowohl eine Erfassung der Imagines als auch der Exuvien. Die Imagines wurden durch Kescherfang bzw. Sicht- und Fotonachweise erfasst, wobei auch das Reproduktionsverhalten (Kopula, Tandem, Eiablagen, frisch geschlüpfte Imagines) aufgenommen wurde. Gefangene Imagines wurden nach der Bestimmung vor Ort wieder freigelassen. Die Exuviensuche fand flächendeckend statt. Dabei wurden hauptsächlich die Anisopteren-Exuvien gesammelt. Während des massenhaften Schlupfes von *Sympetrum danae* auf der Wiedervernässungsfläche Dreieck erfolgte die Abundanz-Schätzung anhand der frisch geschlüpften und adulten Imagines, die *Sympetrum*-Exuvien wurden an diesen Tagen nur stichprobenartig zur Artbestimmung mitgenommen. Die Abundanz der Arten wurde entsprechend der geschätzten Tagesmaxima an beobachteten Individuen oder (falls diese höher war) anhand der Anzahl von insgesamt nachgewiesenen Exuvien bzw. Emergenzen in Klassen eingeteilt (Tab. 2).

Abbildung 3: Naturnahe Hochmoorfläche Wildes Moor, 01.08.2016. – **Figure 3.** Near-natural raised bog Wildes Moor, 01-viii-2016. Photo: LZ

Abbildung 4: Naturnahe Hochmoorfläche Meerkolk, 21.05.2018. – **Figure 4.** Near-natural raised bog Meerkolk, 21-v-2018. Photo: LZ

Abbildung 5: Wiedervernässungsfläche Dreieck im Winter, 04.04.2017. – **Figure 5.** Rewetted site Dreieck during winter, 04-iv-2017. Photo: LZ

Abbildung 6: Wiedervernässungsfläche Dreieck im Sommer, 22.06.2017. – **Figure 6.** Rewetted site Dreieck during summer, 22-vi-2017. Photo: LZ

Tabelle 2: Zuordnung der maximalen Beobachtungszahl von Imagines an einem Erfassungstag bzw. der Gesamtzahl an Exuvien/Emergenzen zu Abundanzklassen. – **Table 2.** Allocation of the maximum number of observations of imagines on a recording day or the total exuviae/emergences to abundance classes.

Klasse	Beschreibung	Anzahl
I	Einzelfund	1
II	selten	2–5
III	häufig	6–30
IV	sehr häufig	31–100
V	massenhaft	> 100

Die Bodenständigkeit der Arten wurde anhand der folgenden Kriterien eingeordnet:

- Sicher bodenständig: Nachweis von Exuvien und/oder Beobachtung von Emergenz
- Wahrscheinlich bodenständig: Beobachtung von Fortpflanzungsverhalten (Kopula, Tandem, Eiablage), juvenilen Imagines und/oder Zygoptera mit hoher Abundanz (mindestens Klasse III)

Ergebnisse

Insgesamt wurden in beiden Untersuchungsjahren auf allen Flächen 31 Libellenarten nachgewiesen. Auf den beiden Kultivierungsflächen wurden zusammen 21 Arten erfasst, davon 18 Arten in Drenth und 17 Arten im Provinzialmoor (Tab. 3). Darunter waren mit *Orthetrum coerulescens* eine nach der Roten Liste von Niedersachsen und Bremen (Altmüller & Clausnitzer 2010) stark gefährdete Art sowie mit *Ceriagrion tenellum* eine Art mit Gefährdung unbekannten Ausmaßes und mit *Lestes virens* und *Leucorrhinia rubicunda* zwei Arten der Vorwarnliste. Die ebenfalls auf der Kultivierungsfläche Provinzialmoor beobachtete *S. fonscolombii* gilt in Niedersachsen als extrem selten. Von den erfassten Arten konnten in Drenth für 13 und im Provinzialmoor für zwölf Arten ein Nachweis von sicherer oder wahrscheinlicher Bodenständigkeit erbracht werden (Tab. 3, 4). Exuvien konnten auf beiden Flächen von *Libellula quadrimaculata* und *S. danae,* in Drenth zudem von *Ischnura pumilio* und *S. striolatum* und im Provinzialmoor von *Lestes sponsa, C. tenellum* und *Enallagma cyathigerum* nachgewiesen werden (Tab. 5). Auch charakteristische Moorarten wie *Aeshna juncea* und *L. rubicunda* waren wahrscheinlich bodenständig. *Orthetrum coerulescens* wurde ausschließlich auf den beiden Kultivierungsflächen und nicht in einem der anderen Untersuchungsgebiete nachgewiesen, wobei in Drenth auch eine Eiablage der Art beobachtet wurde und deshalb eine Bodenständigkeit wahr-

Tabelle 3: Anzahl der insgesamt nachgewiesenen Libellenarten, der sicher oder wahrscheinlich bodenständigen Arten sowie auf der Roten Liste von Niedersachsen (Altmüller & Clausnitzer 2010) geführte Arten (RL 1, 2, 3, G, V) in den Untersuchungsgebieten. – **Table 3.** Number of total Odonata species, certainly and probably autochthonous species and Red List species of Lower Saxony recorded on the study sites.

Artenzahl	Drenth	Provinzial-moor	Wildes Moor	Meerkolk	Dreieck
Gesamt	18	17	20	21	22
Sicher bodenständig	4	5	10	7	9
Wahrscheinlich bodenständig	9	7	5	9	6
RL-Arten	3	4	6	8	5

scheinlich war. Insgesamt ähnelten sich die Artenzusammensetzung und die Beobachtungszahlen der beiden Flächen stark. Während in Drenth sehr häufige Beobachtungen von *L. quadrimaculata* gemacht wurden, waren im Provinzialmoor *L. sponsa, E. cyathigerum* und *S. danae* dominant. Auch die meisten Exuvien stammten in Drenth von *L. quadrimaculata* und im Provinzialmoor von *S. danae.* In der Artenzusammensetzung (abgesehen von Einzelsichtungen) unterschieden sich die beiden Flächen hauptsächlich im Vorkommen von *Chalcolestes viridis*, *S. sanguineum* und *S. vulgatum* in Drenth und dem Vorkommen von *L. virens* im Provinzialmoor.

Im Vergleich zu den Kultivierungsflächen wurden auf den naturnahen Moorflächen Wildes Moor und Meerkolk und der Wiedervernässungsfläche Dreieck mehr Arten nachgewiesen, darunter auch mehr Rote Liste-Arten und mehr Arten mit einem sicheren Bodenständigkeitsnachweis (Tab. 3). Während im Dreieck mit 22 Arten die meisten Arten insgesamt nachgewiesen wurden, waren auf den naturnahen Moorflächen, insbesondere im Meerkolk, die meisten Rote Liste-Arten vorhanden. In den drei Gebieten wurden *E. cyathigerum, L. quadrimaculata* und *S. danae* sehr häufig bzw. massenhaft beobachtet (Tab. 4). Im Wilden Moor war zudem *L. rubicunda* sehr häufig, hier wurden in beiden Jahren über 30 Exuvien gefunden (Tab. 5). Im Dreieck wurde zusätzlich *L. sponsa* massenhaft und *C. tenellum* sehr häufig beobachtet.

Ausschließlich auf den naturnahen Moorflächen wurden *Coenagrion puella, Cordulia aenea, Leucorrhinia pectoralis* sowie die charakteristischen Moorarten *L. dubia* und *Somatochlora arctica* nachgewiesen. *Leucorrhinia dubia* und *S. arctica* waren im Wilden Moor sicher und im Meerkolk wahrscheinlich bodenständig (Tab. 4). Als weitere Moorart war *A. subarctica* im Meerkolk wahrscheinlich und im Dreieck sicher bodenständig. Zudem war *C. lunulatum* im Wilden Moor und im Dreieck wahrscheinlich bodenständig. Die Fortpflanzung der beobachteten Arten fand auf den naturnahen Moorflächen vor allem in den tieferen Randgewässern statt, nur von *A. subarctica* und *S. arctica* wurden Beobachtungen von Eiablagen

Tabelle 4: In den Jahren 2017 und 2018 in den Untersuchungsgebieten nachgewiesene Libellenarten. – **Table 4.** In 2017 and 2018 recorded Odonata species on the study sites, **I–V** Abundanzklassen (siehe Tab. 2), Abundance classes (see Tab. 2); **DT** Drenth, **PM** Provinzialmoor, **WM** Wildes Moor, **MK** Meerkolk, **DK** Dreieck; ****** sicher bodenständig, certainly autochthonous, ***** wahrscheinlich bodenständig, probably autochthonous.

	DT	PM	WM	MK	DK
Chalcolestes viridis	II		I		
Lestes sponsa	II*	IV**	III*	III*	V**
Lestes virens		III		II**	III**
Sympecma fusca					III**
Ceriagrion tenellum	III*	III**	III**	III*	IV**
Coenagrion lunulatum			II*	II	III*
Coenagrion puella			III*	III*	
Coenagrion pulchellum					II
Enallagma cyathigerum	III*	IV**	V**	IV**	V**
Ischnura elegans	III*	II		I	III*
Ischnura pumilio	III**	II*			I
Pyrrhosoma nymphula		I	III**	III*	I
Aeshna cyanea	I		I**	I**	II
Aeshna juncea	II*	III*	I	II*	I*
Aeshna mixta	II*	I*			I
Aeshna subarctica				II*	III**
Anax imperator	I	I	II*	II	II*
Cordulia aenea			I**		
Somatochlora arctica			II**	I*	
Crocothemis erythraea					II*
Leucorrhinia dubia			II**	II*	
Leucorrhinia pectoralis			I	II	
Leucorrhinia rubicunda	II	II*	IV**	III**	III**
Libellula quadrimaculata	IV**	III**	III**	IV**	IV**
Orthetrum cancellatum	II*	II*	II	III**	II*
Orthetrum coerulescens	II*	II			
Sympetrum danae	III**	IV**	III**	IV**	V**
Sympetrum fonscolombii		I			
Sympetrum sanguineum	II				
Sympetrum striolatum	III**	III*	II*	III*	II
Sympetrum vulgatum	II		I	I	I

oder Exuvien ausschließlich in den flachen Schlenken gemacht. Auf der Wiedervernässungsfläche Dreieck wurden 2017 insgesamt 31 Exuvien von *A. subarctica* in einem Teilbereich der Fläche gefunden, der fast flächendeckend mit dem Spieß-Torfmoos *S. cuspidatum* bewachsen war.

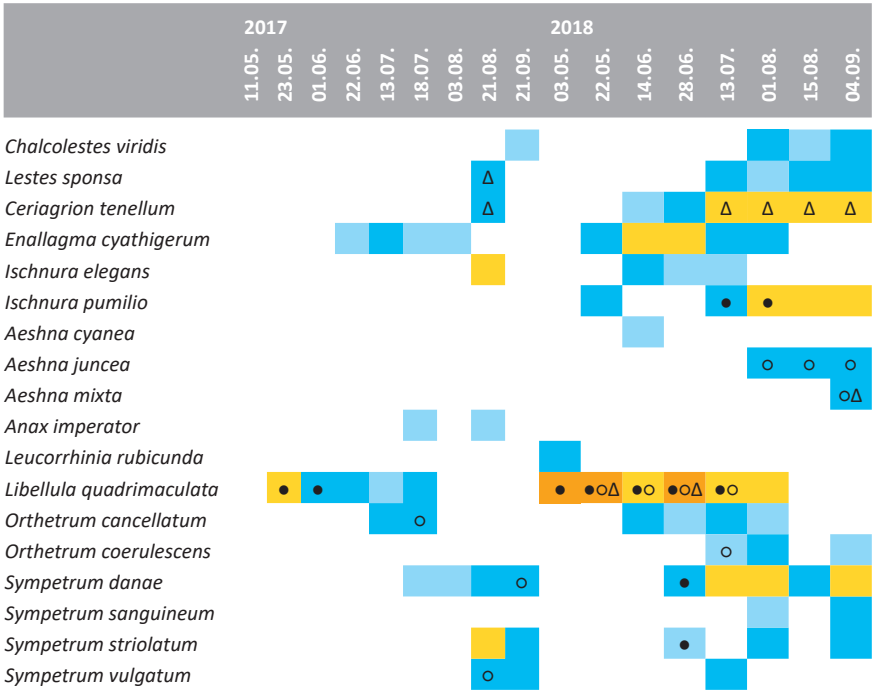
Tabelle 5: Anzahl der 2017 und 2018 gefundenen Exuvien bzw. beobachteten Emergenzen (Anzahl 2017 | Anzahl 2018). – **Table 5.** Number of exuviae or emergences in 2017 and 2018 (number in 2017 | number in 2018), **DT** Drenth, **PM** Provinzialmoor, **WM** Wildes Moor, **MK** Meerkolk, **DK** Dreieck.

	DT	PM	WM	MK	DK
Lestes sponsa		0 | 3			3 | 16
Lestes virens				0 | 1	1 | 20
Sympecma fusca					0 | 6
Ceriagrion tenellum		0 | 1	1 | 1		0 | 1
Enallagma cyathigerum		0 | 1	0 | 4	0 | 2	0 | 2
Ischnura pumilio	0 | 5				
Pyrrhosoma nymphula			1 | 0		
Aeshna cyanea			0 | 1	1 | 0	
Aeshna subarctica					31 | 1
Cordulia aenea			0 | 1		
Somatochlora arctica			2 | 1		
Leucorrhinia dubia			6 | 2		
Leucorrhinia rubicunda			38 | 34	0 | 1	13 | 0
Libellula quadrimaculata	13 | 50	1 | 1	1 | 2	6 | 8	22 | 8
Orthetrum cancellatum				1 | 0	
Sympetrum danae	0 | 3	1 | 11	1 | 1	5 | 2	32 | 120
Sympetrum striolatum	0 | 1				

Ausschließlich im Dreieck wurden *C. pulchellum, Sympecma fusca* und *Crocothemis erythraea* beobachtet, wobei es sich bei *C. pulchellum* nur um zwei und bei *C. erythraea* um drei Beobachtungen (einmal mit Eiablage) handelt. Dagegen war *S. fusca* im Dreieck sicher bodenständig und wurde häufig beobachtet.

Auf den Kultivierungsflächen konnte im Verlauf der zwei Erfassungsjahre eine zunehmende Besiedlung mit einer erhöhten Stetigkeit und wachsenden Bestandsgrößen festgestellt werden (Tab. 6, 7). Auf beiden Kultivierungsflächen wurden 2018 mehr Arten als 2017 nachgewiesen. Außerdem nahmen die Beobachtungen von Imagines, von Fortpflanzungsverhalten oder von Exuvien bei fast allen Arten zu. Von *C. tenellum* konnte beispielweise 2017 im Provinzialmoor nur jeweils eine Einzelbeobachtung an zwei Terminen gemacht und in Drenth ein Paarungsrad an einem Termin erfasst werden. Im darauf folgenden Jahr 2018 wurde die Art dagegen im Provinzialmoor von Mitte Juni bis Anfang August und in Drenth von Mitte Juni bis zum Ende der Erfassungen Anfang September an allen Terminen nachgewiesen. Die maximale Beobachtungszahl von *C. tenellum* an einem Tag lag 2018 im Provinzialmoor bei 21 und in Drenth bei 23 Beobachtungen. Außerdem

Tabelle 6: Phänologie und Abundanzen der nachgewiesen Arten auf der Kultivierungsfläche Drenth. – **Table 6.** Phenology and abundance of the recorded species on the cultivation site Drenth, Einzelfund, single record; selten, rare; häufig, frequent; sehr häufig, abundant; ● Exuvien, exuviae; ○ Eiablage, oviposition; Δ Tandems/Kopulae, tandems/copulae.



wurden regelmäßig Paarungsräder und im Provinzialmoor auch Eiablagen und eine Emergenz von *C. tenellum* beobachtet (Tab. 6, 7).
Aufgrund der extremen Trockenheit 2018 konnte die Kultivierungsfläche Provinzialmoor im Laufe des Sommers nicht mehr bewässert werden, sodass ab Anfang August die Grüppen kein Wasser mehr geführt haben. Ab diesem Zeitpunkt wurden auch nur noch zwei Eiablagen von *A. juncea* beobachtet, die Eier in die Torfwände der ausgetrockneten Grüppen ablegte (Tab. 7). Von anderen späten Arten wie *Aeshna mixta* und *S. striolatum* wurde 2018, anders als 2017, keine Eiablage im Provinzialmoor beobachtet.

Die insgesamt 93 Exuvien auf den Kultivierungsflächen wurden ausschließlich an den Ufern der Grüppen oder in maximal 2,5 m Entfernung davon gefunden (Abb. 7). Außerdem wurden die Exuvien nur in Bereichen der Kultivierungsflächen nachgewiesen, die mindestens zwei Jahre alt waren. Eine Ausnahme ist eine

Tabelle 7: Phänologie und Abundanzen der nachgewiesen Arten auf der Kultivierungsfläche Provinzialmoor. – **Table 7.** Phenology and abundance of the recorded species on the cultivation site Provinzialmoor, Einzelfund, single record; selten, rare; häufig, frequent; sehr häufig, abundant; ● Exuvien, exuviae; ○ Eiablage, oviposition; Δ Tandems/Kopulae, tandems/copulae.

	2017									2018							
	11.05.	24.05.	06.06.	22.06.	14.07.	18.07.	02.08.	22.08.	21.09.	04.05.	21.05.	13.06.	27.06.	12.07.	01.08.	15.08.	05.09.
Lestes sponsa					Δ		Δ					●	Δ	Δ	Δ		
Lestes virens																	
Ceriagrion tenellum												●		○Δ	Δ		
Enallagma cyathigerum		Δ	Δ			Δ	Δ				●Δ		●	Δ			
Ischnura elegans																	
Ischnura pumilio													Δ				
Pyrrhosoma nymphula																	
Aeshna juncea														○	○Δ		
Aeshna mixta								○									
Anax imperator																	
Leucorrhinia rubicunda										Δ							
Libellula quadrimaculata		●								●	●						
Orthetrum cancellatum			○									○					
Orthetrum coerulescens																	
Sympetrum danae					●○	●	Δ	○				●	●○Δ	○Δ			Δ
Sympetrum fonscolombii																	
Sympetrum striolatum								○									

Exuvie von *S. danae* im Provinzialmoor in einem rund ein Jahr alten Bereich. Allerdings ist, im Gegensatz zu Drenth, auch ein Einwandern der Larve aus dem älteren Teil oder ein Einschwemmen mit dem Bewässerungswasser aus den umgebenden Poldern möglich.

Von Eiablagen wurden auf den beiden Kultivierungsflächen 21 Beobachtungen an Grüppen und neun Beobachtungen auf überstauten Moosflächen gemacht (Abb. 7). So fanden in Drenth auch Eiablagen in Poldern statt, in denen keine Grüppen vorhanden sind (Abb. 7). Arten, deren Eiablagen ausschließlich an Grüppen beobachtet wurden, sind *C. tenellum*, *L. quadrimaculata* und *O. coerulescens*. Bei *A. juncea, A. mixta, S. danae* und *O. cancellatum* fanden Eiablagen sowohl an Grüppen als auch auf überstauten Moosflächen statt, wobei die Eiablage von *A. mixta* nicht direkt in die Grüppe, sondern in das Synthetik-Gewebe eines Bewässerungsschlauches stattfand. Von *S. vulgatum* und *S. striolatum* wurden jeweils nur ein bis zwei Eiablagen auf überstauten Flächen erfasst.

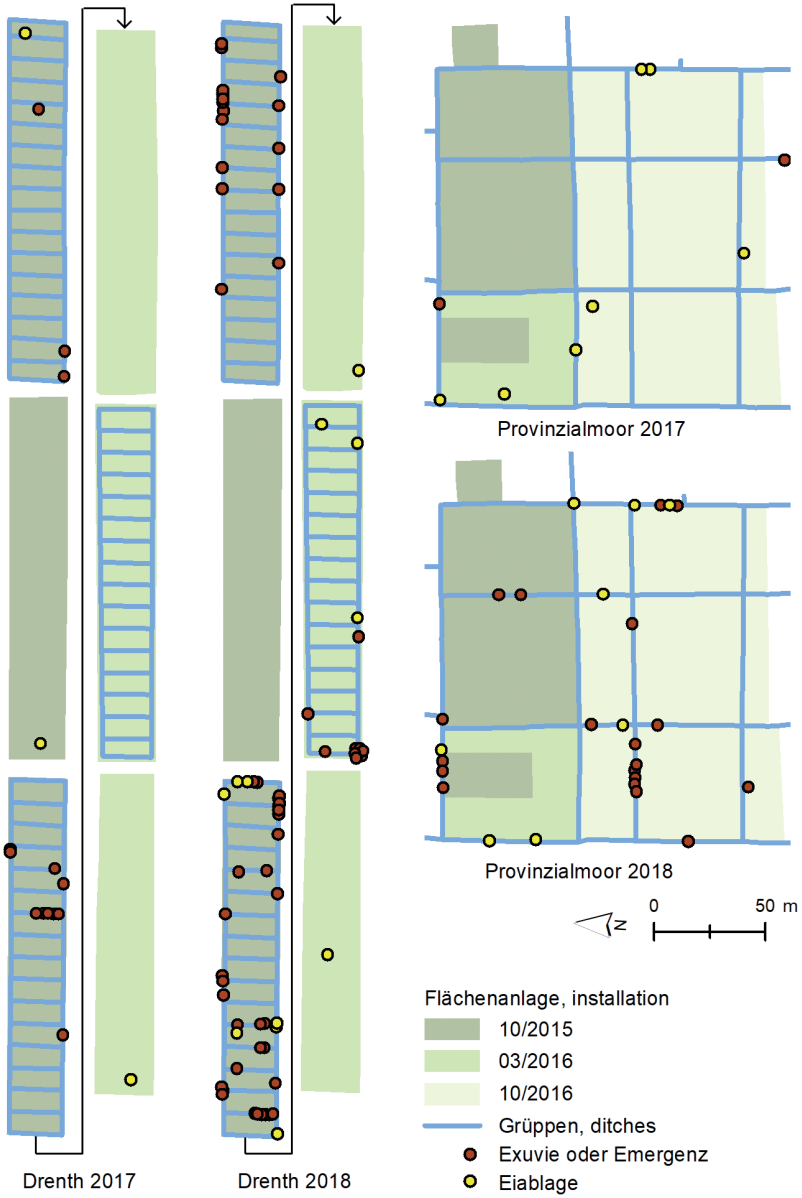


Abbildung 7: Beobachtungspunkte von Exuvien/Emergenz und Eiablagen auf den Kultivierungsflächen Drenth (Polder 2 bis 7) und Provinzialmoor in den Jahren 2017 und 2018. – **Figure 7.** Observations of exuviae and egg depositions on the cultivation sites Drenth and Provinzialmoor in 2017 and 2018, ● Exuvien, exuviae; ● Eiablage, oviposition.

Diskussion

Bei der Einordnung der Ergebnisse dieser Untersuchung muss bedacht werden, dass die Kultivierungsflächen nicht nur einen neuen Lebensraumtyp darstellen, sondern dass die untersuchten Flächen sich auch noch in einem frühen Entwicklungsstadium befanden. Die Vegetation und die Zusammensetzung der Fauna werden sich über die Jahre noch verändern. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass das Grüppensystem der Kultivierungsflächen bereits nach zwei Jahren als Reproduktionsgewässer für einige Libellenarten geeignet war, wenn auch nur wenige Exuvien gefunden wurden.

Die Eignung von Kultivierungsflächen als Habitat für die Libellenfauna hängt vor allem von der Form der Bewässerung ab. Bisher fand die Larvenentwicklung in Drenth und im Provinzialmoor wahrscheinlich nur in den Grüppen statt, da nur hier Exuvien gefunden wurden. Zusätzlich zu den Grüppen entstanden durch Überstauungen temporäre flache Gewässer auf den Moosflächen, die jedoch im Verlauf des Sommers größtenteils austrockneten. In solchen zeitweise überstauten Moosflächen wurden bereits Eiablagen beobachtet, nicht jedoch eine Emergenz. Eine Reproduktion erscheint hier fraglich. Bei den auf Moosflächen gefundenen Exuvien handelt es sich vermutlich um Larven, die aus den Grüppen stammen, die in unmittelbarer Nähe zu den Fundorten vorhanden waren. Es bleibt deshalb abzuwarten, ob sich auch in Moosflächen ohne Grüppen in den nächsten Jahren Larven entwickeln können.

Die auf den Vergleichsflächen (Wiedervernässung und naturnahe Flächen) nachgewiesenen Emergenz- und Exuvienzahlen fallen ebenfalls relativ gering aus. Dies könnte sowohl auf die zum Teil eingeschränkte Begehbarkeit der Flächen (z.B. Schwingrasen im Meerkolk, überstauter und aufgequollener Torfkörper im Dreieck) als auch auf qualitative Defizite der Gebiete als Reproduktionshabitate (z.B. wenig Gewässerstrukturen im Wilden Moor, starke Wasserstandsschwankungen im Dreieck) zurückzuführen sein.

Die in allen Untersuchungsgebieten nachgewiesenen 31 Arten umfassen das Libellen-Artenspektrum der Moore West-Niedersachsens nahezu vollständig (vgl. Altmüller & Clausnitzer 2010; Baumann et al. in Vorb.). In der differenzierten Betrachtung der Untersuchungsgebiete lassen sich sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede hinsichtlich der Libellenfauna erkennen.

Während in Drenth *L. quadrimaculata* am häufigsten nachgewiesen wurde, waren im Provinzialmoor *L. sponsa, E. cyathigerum* und *S. danae* dominant. Diese Arten besiedeln in Norddeutschland typischerweise Moorgewässer und zählen hier oft zu den häufigsten Arten (Jödicke 1997; Sohni & Finch 2004; Fiebig & Lohr 2013; Brauner et al. 2015; Drews 2015). Es zeigt sich der Einfluss der umgebenden Landschaft auf die Besiedlung der Flächen. Die Kultivierungsfläche Provinzialmoor ist unmittelbar von Wiedervernässungsflächen umgeben, zu denen auch das Dreieck gehört (ca. 150 m Entfernung). Das ist wahrscheinlich der Grund, warum die im Dreieck häufigsten Arten auch im Provinzialmoor dominant waren, obwohl sich die Gewässerstruktur stark unterscheidet (schmale Grüppen im

Vergleich zu einer großen überstauten Fläche). Die Kultivierungsfläche Drenth ist hingegen von Abtorfungs- und Landwirtschaftsflächen umgeben, sodass für die Besiedlung größere Strecken überwunden werden müssen. Die nächsten Moorgewässer liegen in rund 2 km Entfernung (Naturpark „Bargerveen" in den Niederlanden und NSG „Provinzialmoor"). Die in Drenth dominante Art *L. quadrimaculata* kann jedoch schnell neu angelegte Moorgewässer besiedeln (Drews 2015).

Auf beiden Kultivierungsflächen wurden bereits die Hochmoore präferierenden Arten *C. tenellum, A. juncea* und *L. rubicunda* nachgewiesen*. Leucorrhinia rubicunda* und *A. juncea* besiedeln ein breites Spektrum an Moorgewässern und können ebenfalls relativ schnell neu angelegte Gewässer mit nur wenig flutenden Torfmoosen besiedeln (Sternberg 1990; Pudwill 2000; Fiebig & Lohr 2013). Für *A. juncea* bieten die Kultivierungsflächen günstige Eiablageplätze, solange die Grüppen nicht zu stark zugewachsen und somit offene, steile Torfkanten an den Ufern vorhanden sind (vgl. Sternberg 1990). So wurden von allen Untersuchungsgebieten die meisten Eiablagen von *A. juncea* auf den Kultvierungsflächen beobachtet. *Ceriagrion tenellum* gehört in Westniedersachsen ebenfalls zu den häufigen Moorlibellen und zeigt hier eine Präferenz für saure, oligo- bis mesotrophe Torfmoosgewässer (Jödicke 2007; Clausnitzer 2015). Auffällig ist, dass *C. tenellum* auf beiden Kultivierungsflächen bereits 2017 mit einzelnen Individuen und 2018 mit über 20 Beobachtungen an einem Tag und Reproduktion nachgewiesen wurde, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die Grüppen der Kultivierungsflächen geeignete Lebensräume darstellen.

Erwähnenswert ist zudem der Nachweis von *O. coerulescens*, der auf beiden Kultivierungsflächen, nicht jedoch in einem der anderen Untersuchungsgebiete, erbracht werden konnte. *Orthetrum coerulescens* besiedelt in Nordwest-Deutschland primär Heidemoore mit flachen, ganzjährig wasserführenden Rinnsalen sowie langsam fließende, begradigte Bäche und Gräben des Offenlandes (Olthoff 2019; Baumann et al. in Vorb.). Die zeitweise langsam fließenden Gräben der Torfmooskultivierungsflächen könnten also den Ansprüchen der in Niedersachsen in Ausbreitung befindlichen Art (vgl. Baumann et al. in Vorb.) entsprechen.

Der bisher ohne Reproduktionsverhalten im Provinzialmoor nachgewiesene *L. virens* spezialisiert sich im Nordwesten zunehmend auf Torfmoosgewässer (Jödicke 1997). Die Art ist im Dreieck häufig und sicher bodenständig, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die im Provinzialmoor beobachteten Individuen aus den umgebenden Wiedervernässungsflächen stammen. Die mit einem Individuum beobachtete *S. fonscolombii* besiedelt als mediterrane Wanderart hauptsächlich anthropogene Gewässer, darunter auch wiedervernässte Hochmoor-Abtorfungsflächen (Voss 2015). Deshalb ist ein bodenständiges Vorkommen auf einer der benachbarten Wiedervernässungsflächen im Provinzialmoor nicht auszuschließen, wobei im Dreieck kein Nachweis erbracht werden konnte. Bei den weiteren auf beiden Kultivierungsflächen nachgewiesenen Arten handelt es sich um typische Pionierarten wie *I. pumilio und S. striolatum,* die wahrscheinlich von den zu Beginn vegetationsarmen Gewässern angezogen wurden, oder um häufige Arten wie z.B. *A. mixta, O. cancellatum* und *S. vulgatum*.

Das größte Vorkommen von der charakteristischen Hochmoorart *A. subarctica* wurde im Dreieck nachgewiesen. Voraussetzung für die Eignung der Wiedervernässungsfläche als Fortpflanzungshabitat ist wahrscheinlich die leichte Unterteilung der Fläche durch ein Relief. Durch die Strukturierung wird der Wellenschlag verringert und es können sich Torfmoose großflächig ausbreiten, auf die *A. subarctica* angewiesen ist (vgl. Sternberg 1990). Trotz der großen räumlichen Nähe wurde *A. subarctica* bisher nicht auf den Kultivierungsflächen beobachtet. Auf einer anderen Torfmooskultivierungsfläche in Rastede wurde *A. subarctica* dagegen in einem 2011 eingerichteten Bereich nach sechs Jahren mit Exuvien nachgewiesen (J. Packmor pers. Mitt.). Die ebenfalls über Grüppen bewässerten Kultivierungsflächen in Rastede haben in den älteren Bereichen bereits sehr stark mit Torfmoosen bewachsene Ufer, die für *A. subarctica* anziehend wirken können (vgl. Sternberg 1990). Dagegen fehlt auf den Flächen in Rastede *A. juncea*, die in jüngeren Sukzessionsstadien auftritt und u.a. offene Torf-Ufer, wie sie im Provinzialmoor und in Drenth zu finden sind, zur Eiablage nutzt. Auf einem 2016 eingerichteten Flächenteil in Rastede wurde zudem nach zwei Jahren *L. pectoralis* mit einer Exuvie nachgewiesen (J. Packmor pers. Mitt.). Neben regionalen Unterschieden hängt die Artenzusammensetzung von Kultivierungsflächen somit wahrscheinlich auch vom Flächenalter ab. Die im Dreieck wahrscheinlich bodenständige *C. lunulatum* ist in West-Niedersachsen überwiegend an Moorgewässern zu finden (Borkenstein et al. in Vorb.), wurde bisher jedoch nicht auf den Kultivierungsflächen nachgewiesen. Dennoch ist aufgrund ihrer Lebensraumansprüche davon auszugehen, dass die Flächen genutzt werden könnten.

Die ebenfalls stark spezialisierten Moorarten *S. arctica* und *L. dubia* wurden weder auf den Kultivierungsflächen noch auf der Wiedervernässungsfläche nachgewiesen (ebenfalls kein Nachweis in Rastede, J. Packmor pers. Mitt.). Dabei sind Spenderpopulationen von beiden Arten im NSG „Meerkolk“ und dem Naturpark „Bargerveen“ in 2 bis 7 km Entfernung zu den untersuchten Kultivierungsflächen vorhanden (van Duinen et al. 2000; Manger & Mekkes 2019). Ob auch Torfmooskultivierungsflächen zukünftig einen Lebensraum für die in Niedersachsen vom Aussterben bedrohte *S. arctica* bieten können, bleibt abzuwarten. *Somatochlora arctica* bevorzugt kleine und flache Schlenken und kann sich auch in wasserdurchtränkten Torfmoosflächen mit weniger als 1 cm Wassertiefe reproduzieren (Sternberg 1990). Deshalb könnte *S. arctica* weniger in den Grüppen der Kultivierungsflächen, als in den zeitweise überstauten Moosflächen, in denen sich kleinflächig Wasser sammelt, geeignete Reproduktionsstrukturen finden. Die fast amphibisch lebenden Larven könnten auch ein zeitweises Austrocknen der Flächen überstehen (vgl. Sternberg 1990). *Leucorrhinia dubia* kann eigentlich schnell neu angelegte Moorgewässer mit wenig Torfmoosen besiedeln, ist jedoch sehr empfindlich gegenüber der Austrocknung ihrer Larvalhabitate und deshalb häufig in tieferen Gewässern zu finden (Sternberg 1990; Fiebig & Lohr 2013). Das deutet darauf hin, dass *L. dubia* im Dreieck aufgrund der starken Wasserstandschwankungen nicht vorkommt. Die Kultivierungsflächen könnten dagegen bei permanenter Wasserführung zukünftig geeignet sein.

Ausblick

Aus Sicht des Artenschutzes können Torfmooskultivierungsflächen neue Lebensräume oder Trittsteinbiotope für Moorarten darstellen, auch wenn sie naturnahe Flächen nicht ersetzen können (Muster et al. 2015; Gaudig & Krebs 2016). Trotz der nachgewiesenen Eignung als potenzielle Reproduktionshabitate für die Libellenfauna handelt es sich bei den Kultivierungsflächen auch um bewirtschaftete Flächen mit den damit verbundenen Eingriffen. Die Flächen werden regelmäßig gemäht, damit höhere Gefäßpflanzen keine Konkurrenz für die Torfmoose darstellen (Graf et al. 2017; Gaudig et al. 2018). Eine Mahd kann allerdings für Kleinlibellen oder frisch geschlüpfte Imagines, die in der Vegetation Schutz suchen, tödlich enden (Sternberg & Sternberg 2004). Außerdem benötigen einige Arten wie *O. coerulescens* ufernahe Vegetation als Paarungs- oder Reifehabitat (Sternberg & Buchwald 2000). Die Bewirtschaftungsdämme werden ebenfalls freigehalten, sodass hier auch kein Gehölzaufwuchs stattfindet, wie es dagegen bei Wiedervernässungsflächen der Fall ist. Deshalb sind die Flächen sehr windexponiert. Des Weiteren werden die Grüppen zur Pflege teilweise ausgeräumt (vgl. Gaudig et al. 2018) und damit auch Libellenlarven entnommen. Auch bei einer Torfmoosernte könnten in den Moosen lebende Larven beschädigt oder entnommen werden. Für eine Verbesserung der Lebensraumbedingungen auf den Kultivierungsflächen wären deshalb eine nur abschnittsweise Durchführung von Arbeiten wie Mahd, Grüppenpflege oder Torfmoosernte zu empfehlen. Außerdem sollte auf nicht genutzten Teilflächen die Sukzession zugelassen werden, damit sich Gehölze als Windschutz und Ruhehabitat entwickeln können.

Bisher existieren nur wenige Pilotprojekte zur Torfmooskultivierung und für die großflächige Etablierung zur Substratherstellung muss neben der technischen Weiterentwicklung auch eine Umstellung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen erfolgen (Gaudig et al. 2018). Für die Renaturierung von Abtorfungsflächen wird zunehmend die Bedeutung der Beimpfung mit Torfmoosen erkannt, sodass die Nachfrage an Spendermaterial steigt und eine Zunahme von Torfmoosvermehrungen in Naturschutzprojekten zu beobachten ist (Caporn et al. 2018; Hugron & Rochefort 2018; Raabe et al. 2018). Insbesondere in Nordwest-Deutschland bieten landwirtschaftlich vorgenutzte Hochmoorstandorte und ehemalige Torfabbauflächen ein enormes Flächenpotenzial für die Torfmooskultivierung und somit auch als neue Lebensräume für Moorlibellen.

Danksagung

Die Untersuchung wurde aus der Finanzierung der Projekte „KlimDivMoos“ und „MoosKult“ durch das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) ermöglicht. Wir bedanken uns zudem beim Landkreis Emsland, der Stadt Papenburg und der Staatlichen Moorverwaltung für die erteilten Genehmigungen und bei der Klasmann-Deilmann GmbH für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

Altmüller R. & H.-J. Clausnitzer (2010) Rote Liste der Libellen Niedersachsens und Bremens – 2. Fassung, Stand 2007. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 30: 211–238

Baumann K., A. Borkenstein, W. Burkart, R. Jödicke, F. Kastner, U. Quante & T. Spengler (Ed.) (in Vorb.) Verbreitungsatlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen*

Baumann K., A. Pix & R. Buchwald (in Vorb.) Orthetrum coerulescens – Kleiner Blaupfeil. In: Baumann K., A. Borkenstein, W. Burkart, R. Jödicke, F. Kastner, U. Quante & T. Spengler (Ed.) (in Vorb.) Verbreitungsatlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen*

Borkenstein A., R. Jödicke & K. Baumann (in Vorb.) Coenagrion lunulatum – Mond-Azurjungfer. In: Baumann K., A. Borkenstein, W. Burkart, R. Jödicke, F. Kastner, U. Quante & T. Spengler (Ed.) Verbreitungsatlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen*

Brauner O., M. Olthoff & T. Brockhaus (2015) Sympetrum danae (Sulzer, 1776). Schwarze Heidelibelle. In: Brockhaus, T., H.-J. Roland, T. Benken, K.-J. Conze, A. Günther, K.G. Leipelt, M. Lohr, A. Martens, R. Mauersberger, J. Ott, F. Suhling, F. Weihrauch & C. Willigalla (Ed.) Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata). *Libellula Supplement* 14: 302–305

Caporn S.J., A.E. Rosenburgh, A.T. Keightley, S.L. Hinde, J.L. Riggs, M. Buckler & N.A. Wright (2018) Sphagnum restoration on degraded blanket and raised bogs in the UK using micropropagated source material: a review of progress. *Mires and Peat* 20: 1–17

Clausnitzer H.-J. (2015) Ceriagrion tenellum (de Villers, 1789). Zarte Rubinjungfer, Späte Adonislibelle, Scharlachlibelle. In: Brockhaus, T., H.-J. Roland, T. Benken, K.-J. Conze, A. Günther, K.G. Leipelt, M. Lohr, A. Martens, R. Mauersberger, J. Ott, F. Suhling, F. Weihrauch & C. Willigalla (Ed.) Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata). *Libellula Supplement* 14: 54–57

Drachenfels O. von (2010) Überarbeitung der Naturräumlichen Regionen Niedersachsens. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 30: 249–252

Drews A. (2015) Vierfleck – Libellula quadrimaculata (Linnaeus, 1758). In: Arbeitskreis Libellen Schleswig-Holstein (Ed.) Die Libellen Schleswig-Holsteins: 337–342. Natur + Text, Rangsdorf

Emmel M. (2008) Growing ornamental plants in Sphagnum biomass. *ISHS Acta Horticulture – Proceedings of the International Symposium on Growing Media* 779: 173–178

Fiebig I. & M. Lohr (2013) Libellengemeinschaften oligotroph-saurer Sekundärgewässer im Solling, Süd-Niedersachsen. *Libellula* 32: 115–139

Gaudig G., F. Fengler, M. Krebs, A. Prager, J. Schulz, S. Wichmann & H. Joosten (2014) Sphagnum farming in Germany – a review of progress. *Mires and Peat* 13: 1–11

Gaudig G. & M. Krebs (2016) Torfmooskulturen als Ersatzlebensraum. *Biologie in unserer Zeit* 46: 251–257

Gaudig G., M. Krebs, A. Prager, S. Wichmann, M. Barney, S.J.M. Caporn, M. Emmel, C. Fritz, M. Graf, A. Grobe, S. Gutierrez Pacheco, S. Hogue-Hugron, S. Holzträger, S. Irrgang, A. Kämäräinen, E. Karofeld, G. Koch, J.F. Köbbing, S. Kumar, I. Matchutadze, C. Oberpaur, J. Oestmann, P. Raabe, D. Rammes, L. Roche-

fort, G. Schmilewski, J. Sendžikaitė, A. Smolders, B. St-Hilaire, B. van de Riet, B. Wright, N. Wright, L. Zoch & H. Joosten (2018) Sphagnum farming from species selection to the production of growing media: a review. *Mires and Peat* 20: 1–30

Graf M., B. Bredemeier, A. Grobe, J.F. Köbbing, M. Lemmer, J. Oestmann, D. Rammes, M. Reich, G. Schmilewski, B. Tiemeyer & L. Zoch (2017) Torfmooskultivierung auf Schwarztorf: ein neues Forschungsprojekt in Niedersachsen. *Telma* 47: 109–128

Grantzau E. & G. Gaudig (2005) Torfmoos als Alternative. *TASPO Magazin* 3: 8–10

Günther A., G. Jurasinski, K. Albrecht, G. Gaudig, M. Krebs & S. Glatzel (2017) Greenhouse gas balance of an establishing Sphagnum culture on a former bog grassland in Germany. *Mires and Peat* 20: 1–16

Hugron S. & L. Rochefort (2018) Sphagnum mosses cultivated in outdoor nurseries yield efficient plant material for peatland restoration. *Mires and Peat* 20: 1–6

Jödicke R. (2007) Die Verbreitung von Ceriagrion tenellum in Deutschland, mit Hinweisen auf sein aktuelles Vorkommen in Westniedersachsen (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 26: 161–188

Jödicke R. (1997) Die Binsenjungfern und Winterlibellen Europas. Westarp Wissenschaften, Magdeburg

Joosten H. & J. Couwenberg (2001) Zur anthropogenen Veränderung der Moore: Bilanzen zum Moorverlust: Das Beispiel Europa. In: Succow M. & H. Joosten (Ed.) Landschaftsökologische Moorkunde: 406–408. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

Landry J. & L. Rochefort (2009) Experimental Sphagnum Farming Station Shippagan. Université Laval, New Brunswick

LLUR-Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume Schleswig-Holstein (Ed.) (2012) Eine Vision für Moore in Deutschland: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz: Gemeinsame Erklärung der Naturschutzbehörden. *LLUR Sh – Natur* 20, Flintbek

Manger R. & J.J. Mekkes (2019) Discovery of populations of Somatochlora arctica in Drenthe and its distribution in the Netherlands. *Brachytron* 20 (1): 18–25

Muster C., G. Gaudig, M. Krebs & H. Joosten (2015) Sphagnum farming: the promised land for peat bog species? *Biodiversity and Conservation* 24: 1989–2009

Olthoff M. (2019) Die Odonatenfauna der Sandabgrabung Borkenberge (Kreis Coesfeld, Nordrhein-Westfalen) – unter besonderer Betrachtung von Orthetrum coerulescens (Insecta: Odonata). *Libellula Supplement* 15: 131–146

Pouliot R., S. Hugron & L. Rochefort (2015) Sphagnum farming: A long-term study on producing peat moss biomass sustainably. *Ecological Engineering* 74: 135–147

Pudwill R. (2000) Die Neubesiedlung und Populationsdynamik der Libellenfauna eines neu angelegten Moorweihers (Odonata). *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 6: 57–67

Quinty F. & L. Rochefort (2003) Peatland restoration guide. 2. Aufl., Canadian Sphagnum Peat Moss Association and New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, Québec

Raabe P., T. Kleinebecker, K.-H. Knorr, N. Hölzel & G. Gramann (2018) Vermehrung und Ansiedlung von Bulttorfmoosen in der Hochmoorrenaturierung – erste Ergebnisse eines Pilotprojekts im Landkreis Vechta (Niedersachsen). *Telma* 48: 71–80

Sohni V. & O.-D. Finch (2004) Die Libellen eines regenerierten Restmoores in Nordwestdeutschland (Insecta: Odonata). *Drosera* 2004: 119–135

Sternberg K. (1990) Autökologie von sechs Libellenarten der Moore und Hochmoore des Schwarzwaldes und Ursachen ihrer Moorbindung. Dissertation. Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg

Sternberg K. & R. Buchwald (2000) Orthetrum coerulescens (Fabricius, 1798). Kleiner Blaupfeil. In: Sternberg K. & R. Buchwald (Ed.) Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: 506–523. Ulmer, Stuttgart

Sternberg K. & M. Sternberg (2004) Veränderung der Artenzusammensetzung und erhöhte Abwanderrate bei Libellen durch die Mahd der Uferwiesen zweier Fließgewässer (Odonata). *Libellula* 23: 1–43

van Duinen G.-J., L. de Bruijn, D. Hanzen, H. van Kleef, J. Kuper, D. Scarse & H. Esselink (2000) Do restoration measures help to restore dragonfly communities in raised bog remnants? *Proceedings Experimental and Applied Entomology* 11: 151–158

Voss K. (2015) Frühe Heidelibelle – Sympetrum fonscolombii (Selys, 1840). In: Arbeitskreis Libellen Schleswig-Holstein (Ed.) Die Libellen Schleswig-Holsteins: 386–391. Natur + Text, Rangsdorf

Manuskripteingang: 23. Dezember 2019

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Libellula

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Zoch Lotta, Reich Michael

Artikel/Article: Torfmooskultivierungsflächen als neuer Lebensraum für Moorlibellen 27-48