

TELMA	Band 32	Seite 127 - 139	4 Abb., 4 Tab.	Hannover, November 2002
-------	---------	-----------------	----------------	-------------------------

Vergleichende Untersuchungen zur Entwicklung von *Leptophlebia vespertina* (L., 1767) (Ephemeroptera, Leptophlebiidae) in Hochmoorregenerationsflächen

Comparative studies on the development of *Leptophlebia vespertina*
(L., 1767) (Ephemeroptera, Leptophlebiidae) in regenerating bogs

ELLEN KIEL und DIRK MATZKE

Zusammenfassung

Obwohl natürliche Hochmoore und insbesondere die zur Regeneration ehemals abgetorfter Gebiete dienenden Wiedervernässungsflächen zu wesentlichen Anteilen aquatische Lebensräume sind, liegen kaum Untersuchungen vor, die Angaben über den Erfolg der Renaturierung im Hinblick auf die aquatischen Biozönosen liefern. Die vorliegende Arbeit ist Teil einer vergleichenden Studie zur Besiedlung ehemals industriell abgetorfter Hochmoorflächen in Niedersachsen (Raum Weser-Ems). *Leptophlebia vespertina* war die einzige Eintagsfliege, die in den wiedervernässten Flächen regelmäßig auftrat. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die Besiedlungsdichten mehrerer Flächen verglichen, in denen die Regeneration zwischen 1980 und 1996 initiiert wurde. Die in den Regenerationsflächen ermittelten Besiedlungsdichten von *L. vespertina* stiegen mit dem Flächenalter deutlich an. Die im Verlauf der Regeneration zunehmende Entwicklung des Phytals wird als Ursache dafür angesehen. Den Funddaten zufolge scheint die in älterer Literatur als tyrophophil betrachtete *L. vespertina* relativ euryök. Insbesondere niedrigen pH-Werten gegenüber ist die Art offenbar sehr tolerant. Ihre Entwicklung wird auch bei $\text{pH} < 3,5$ nicht beeinträchtigt. Gegenüber hohen sommerlichen Temperaturen scheint die Art allerdings empfindlich und unterbricht die Entwicklung während des Sommers durch eine Dormanz.

Abstract

Although natural bogs and especially regenerating peatcut areas are characterised by aquatic biotops, the development of these areas and the success in regeneration of the aquatic fauna has been poorly analysed. This study is part of a comparative investigation of the fauna in former industrial peatcut areas in Lower Saxony (Weser-Ems-area). *Leptophlebia vespertina* was the only Ephemeropteran species colonising these habitats. This study compared the colonisation densities of three areas where regeneration was started between 1980 and 1996. Densities of *L. vespertina* increased with time of rege-

neration, a fact which seems to correlate with the vegetation development. According to these data *L. vespertina* appeared to be quite tolerant - developing even at low pH-values ($< \text{pH } 3.5$). However, this species seems to be quite sensitive to high temperatures, because the development is interrupted by dormancy during the summer months.

1. Einleitung

Das regional begrenzte Vorkommen und die in vielerlei Hinsicht besonderen biotischen und abiotischen Faktoren machen Hochmoore zu Lebensräumen mit besonderer Bedeutung für den Naturschutz. Allerdings kann heute keines der großflächigen Hochmoore im Norddeutschen Tiefland mehr als ungestört gelten (EIGNER 1998, VOGTMANN 2001). Seit mehr als 20 Jahren werden deshalb Maßnahmen zur Renaturierung von Hochmooren unternommen. Diese sind in Niedersachsen beispielsweise durch das Niedersächsische Moorschutzprogramm (MELF 1981, 1986) rechtlich verankert.

Die notwendigen technischen Voraussetzungen zur Initiierung dieses Regenerationsprozesses sind inzwischen weitgehend erarbeitet (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM 1997) und eine Vielzahl fundierter Untersuchungen liefern inzwischen Daten, die aus hydrologischer und vegetationskundlicher Sicht Prognosen und Hinweise zum Management geben (AUE 1998, MÜLLER 1998, NICK 2001, TWENHÖVEN 1992).

Obwohl Hochmoore zu mehr als 90% aus Wasser bestehen (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESVERWALTUNGSAMT 1990), ist die Entwicklung der (semi-)aquatischen Teillebensräume nach Beginn des Regenerationsprozesses und die Frage der Reetablierung einer hochmoortypischen aquatischen Fauna in der Vergangenheit kaum bearbeitet worden. Sofern in bisherige Begleituntersuchungen tierökologische Aspekte einfließen, waren sie überwiegend auf Gruppen beschränkt, deren Vertreter mehrheitlich die terrestrischen Teillebensräume präferieren (IRMLER, CZECH & TISCHLER 1998, FRÄMBS 1994, FRÄMBS & NICK 2001) oder wurde lediglich auf die relativ gut untersuchten Hochmoorbesiedler unter den Libellen oder Wasserkäfern bezug genommen. Inwieweit das für viele Regenerationsflächen festgeschriebene Ziel des Erhaltes und der Entwicklung hochmoortypischer Lebensgemeinschaften erreicht wird, kann deshalb nur teilweise und nicht im Hinblick auf die aquatischen Zönosen bewertet werden.

Die hier präsentierten Ergebnisse sind Teil einer Studie zur Besiedlung wiedervernässter Hochmoorgebiete durch aquatische Makroinvertebraten. Da *Leptophlebia vespertina* (L., 1767) als einzige Art der Ephemeroptera auf wiedervernässten, ehemals industriell abgetorften Hochmoorflächen auftrat, war fraglich, welche Habitatbindungen sie aufweist und welche Populationsdichten in Flächen mit unterschiedlicher Regenerationsdauer erreicht werden.

L. vespertina ist nach HAYBACH (1998) eine in Nord- und Zentraleuropa verbreitete Art, die vermutlich aus eisfreien Refugialgebieten entlang des Urals stammt. Sie besiedelt fließende und stehende Gewässer und scheint physiologisch angepasst an die Entwicklung in kalten Klimaten (HAYBACH 1998). Über das Vorkommen von Eintagsfliegen in Hochmoorgewässern liegen im Schrifttum unterschiedliche Angaben vor. Während BURMEISTER (1990) davon ausgeht, dass Ephemeroptera in offenen Hochmoorgewässern fehlen, erwähnen verschiedene Autoren zumindest für *L. vespertina* das Vorkommen in huminstoffreichen Seen (BRITAIN & NAGELL 1981), in Mooren allgemein (PUTHZ 1978) oder auch in Hochmooren (BRINKMANN & REUSCH 1998, KROGERUS 1960). PEUS (1932) stufte die Art für Norddeutschland sogar als tyrophophil ein. Informationen über Vorkommen, die Habitatbindung und Populationsentwicklung von *L. vespertina* sind aus naturschutzfachlicher Sicht von großem Wert. Zum einen scheint ihre Bestandssituation regional nicht unproblematisch (REUSCH & HAASE 2000), zum anderen tragen vergleichende Untersuchungen zum Auftreten dieser und anderer Makroinvertebraten dazu bei, die biozönotische Entwicklung in Hochmoorregenerationsflächen zu beschreiben und für Prognosen und Management zu nutzen.

2. Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet „Goldenstedter Moor/Dreiecksmoor“ liegt im Nordwesten der Diepholzer Moorniederung (Niedersachsen, Raum Weser-Ems, TK 1:25.000 Goldenstedt 3216). Nach SUCCOW & JESCHKE (1990) zählen diese Moorkomplexe zum Nordwestmitteleuropäischen Regenmoorgebiet. Das Goldenstedter Moor ist durch industriellen Torfabbau geprägt, eine Nutzung, die bis zum Jahr 2015 fortgesetzt wird. Im Zuge des Niedersächsischen Moorschutzprogrammes wurde das Gebiet 1987 unter Naturschutz gestellt, mit dem Ziel der Regeneration hochmoortypischer Lebensgemeinschaften. Im Untersuchungsgebiet befinden sich auf engem Raum unterschiedlich „alte“ Flächen, d.h. abgetorfte Bereiche auf denen die Regeneration vor unterschiedlich langer Zeit initiiert wurde. Dazu wurden die Flächen nach Ende des Abbaues eingeebnet und von Wällen umgeben, die eine Stauregulierung des sich sammelnden Regenwassers gestatten.

Insgesamt wurde im Untersuchungszeitraum (April 2000 bis Dezember 2001) an 19 Terminen qualitative (2000) und quantitative (2001) Probenahmen zur Erfassung des Vorkommens von *L. vespertina* durchgeführt. Die Untersuchungen umfassten im Jahr 2000 qualitative Kescherproben im Freiwasser und in den Schlenken sowie im Bereich der Moospolster. Die Proben wurden zunächst im Labor unter dem Binokular, anschließend mit Hilfe eines Extraktionsapparates nach BAERMANN (vgl. JOGER 1989; Extraktionsdauer: 48 Std) ausgelesen. Aufgrund der im Jahresverlauf schwankenden Wasserstände, die eine standardisierbare Entnahme von Kescherproben erschwerte, wurde 2001 auf diese Untersuchungsform verzichtet. Stattdessen wurden an jeweils zwei zufällig verteilten Standorten pro Untersuchungsfläche definierte Moosproben entnommen. Zur

Entnahme wurde ein scharfkantiger, Trichter (obere Öffnung: $d = 10$ cm), dessen untere Öffnung durch Gaze verschlossen war, seitlich unter die Moospolster geschoben. Das durchschnittliche Frischgewicht der auf diese Weise entnommenen Moosproben betrug 60 g, das durchschnittliche Trockengewicht schwankte zwischen 6 g und 8 g. Die Proben wurde jeweils in eine verschließbare Plastiktüte überführt, in einer Kühltasche ins Labor transportiert und unter dem Binokular ausgewertet. Zur Normierung des Wasserghaltes der Moosproben vor der Bestimmung des Frischgewichtes wurde jede Probe vor der Einwaage tropfnass zwischen grobmaschige Siebgetitter gelegt und für 5 Minuten mit definiertem Druck (6 kg) belastet.

Tab. 1: Kennzeichen der Untersuchungsflächen.
Characteristics of the studied areas.

Fläche	Vernäsung	Untersuchungszeitraum	Probenamen	Pflanzenbedeckung (geschätzt)	Strukturelle Merkmale
A4	1996	25.04.- 05.12.2001	10 (etwa 14tägig)	50%	Ansätze zur Bulten-Schlenkenbildung, größere Wasserflächen z.T. mit flutendem <i>Sphagnum cuspidatum</i> , unterschiedlicher Wassertiefen, z.T. aufschwimmende Torfstücke
B10	1990	27.04.- 29.09.2000 und 25.04.- 05.12.2001	19 (etwa 14tägig)	70%	Strukturreich, größere Bulten-Schlenken-Komplexe, Reste offener Wasserflächen mit flutendem <i>Sphagnum cuspidatum</i> , Schwingrasenbildung
B20	1980	27.04.- 29.09.2000 und 25.04.- -05.12.2001	19 (etwa 14tägig)	80%	Sehr strukturreiche, größere Bulten-Schlenken-Komplexe, Reste offener Wasserflächen mit flutendem <i>Sphagnum cuspidatum</i> , Schwingrasenbildung

Im Falle der ältesten, hier in beiden Jahren in die Untersuchung einbezogenen Flächen (Tab. 1), wurden die Wiedervernässungen 1980 (B20) bzw. 1990 (B10) durchgeführt. Im Untersuchungsjahr 2001 wurde eine weitere, „jüngere“ Fläche (A4) zum Vergleich herangezogen. Die Wiedervernässung hatte hier 1996 begonnen (Tab. 1). In beiden Untersuchungszeiträumen wurden parallel zu jeder faunistischen Untersuchung Wasserproben zur Erfassung der hydrochemischen Kennwerte entnommen. Folgende Parameter wurden analysiert: pH, elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung, Gesamt-Stickstoff, Gesamt-Phosphat, Grad deutscher Härte und Calciumgehalt (vgl. HÜTTER 1994).

3. Ergebnisse

Das Wasser war in allen Untersuchungsflächen äußerst weich und die mittleren pH-Werte der verschiedenen Flächen lagen in beiden Untersuchungszeiträumen zwischen pH 3,6 und pH 4,2 (Tab. 2). Temporär traten in allen Flächen Minima von pH 3,4 auf.

Die mittleren Leitfähigkeiten lagen zwischen 62 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fläche B20/2001) und 104 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fläche B10/2001) (Tab. 2). Die älteste Fläche (B20) wies in beiden Jahren und zu allen Probenahmeterminen die niedrigsten Leitfähigkeitswerte auf. Größte Schwankungen ergaben sich bei B10. Hier stiegen die Werte insbesondere im August bis auf 157 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an.

Tab. 2: Mittlere Werte der Calciumgehalte, Härtegrade, pH-Werte und elektrischen Leitfähigkeiten im Untersuchungszeitraum 2001 (A4) bzw. 2000/ 2001 (B10, B20).

Average values for the Ca-concentration, °dH, pH, and electrical conductivity in 2001 (A4) and 2000/2001 (B10, B20) respectively .

	A4	B10	B20
°dH	0,35	0,47	0,45
Ca (mg/l)	0,90	1,30	1,73
pH-Werte	3,7	3,6	3,8
$\mu\text{S}/\text{cm}$	84	104	62

Die Nährstoffgehalte des Wassers wiesen in allen Untersuchungsflächen hohe Durchschnittswerte und erhebliche Schwankungen auf (Abb. 1). Die mittleren Konzentrationen betragen 3 mg/l Gesamt-N und 0,1 mg/l Ges.-P, Maxima überschritten 7 mg/l Ges-N und 0,3 mg/l Ges-P.

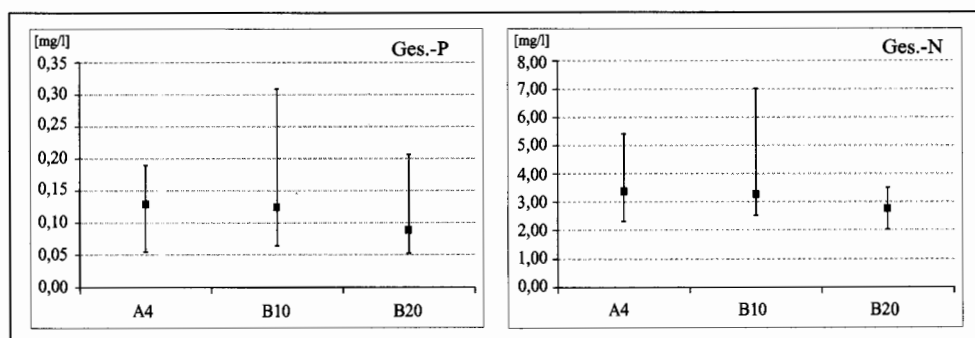


Abb. 1: Durchschnittswerte der Ges.-P- und Ges.-N-Konzentrationen im Untersuchungszeitraum 2001 (A4) bzw. 2000/2001 (B10, B20).

Average values for total-P- and total-N-concentrations in 2001 (A4) and 2000/ 2001 (B10, B20) respectively .

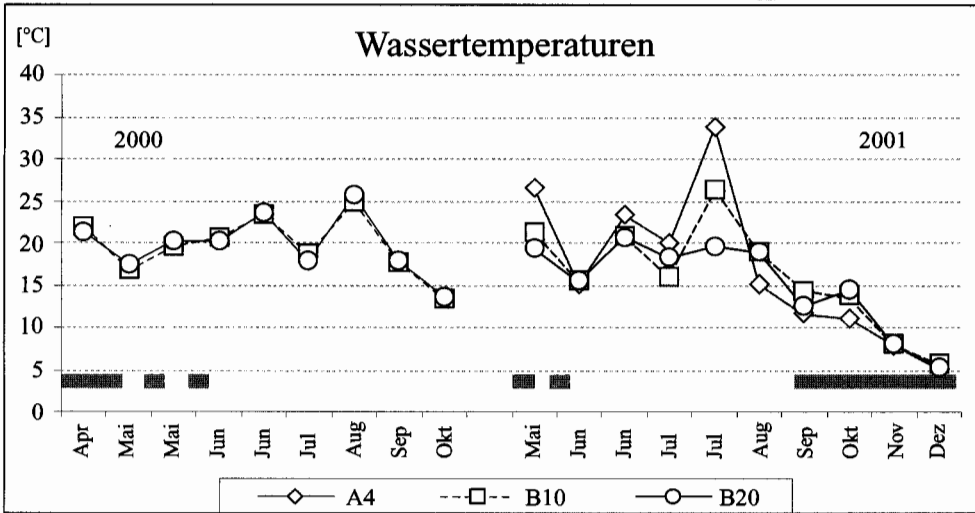


Abb. 2: Wassertemperaturen 2000/2001. Waagerechte Balken markieren den Zeitraum der Larvenfunde von *L. vespertina*.
 Water temperatures in 2000/2001. Vertical bars indicate the period when larvae of *L. vespertina* were found.

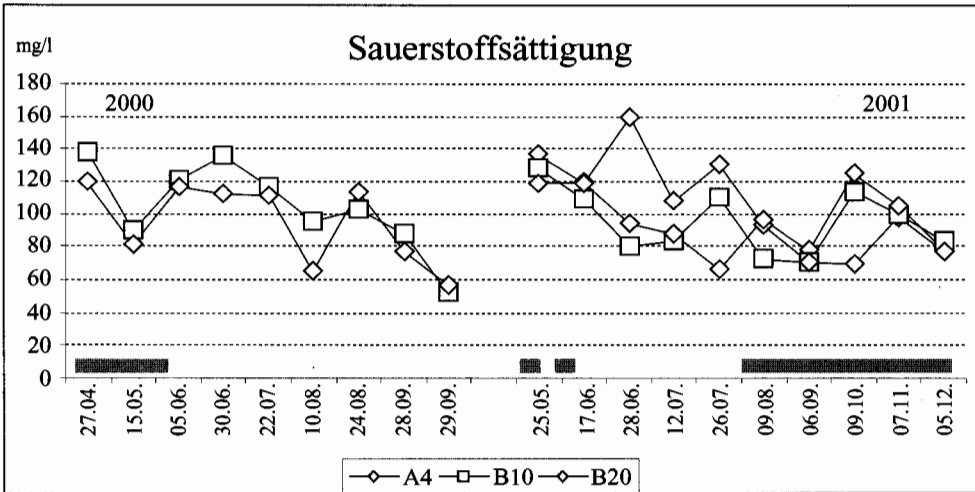


Abb. 3: Sauerstoffsättigung in 2000/2001. Waagerechte Balken markieren den Zeitraum der Larvenfunde von *L. vespertina*.
 Oxygen saturation of the water in 2000/2001. Vertical bars indicate the period when larvae of *L. vespertina* were found.

Die Wiedervernässungsflächen wiesen nur geringe Unterschiede in den Wassertemperaturen auf (Abb. 2). In allen Flächen wurden Minima von 5 °C gemessen. Bereits im Mai traten in Fläche A4 Temperaturen > 26 °C auf, die Höchstwerte lagen hier bei 34 °C.

Die Sauerstoffsättigungen (Abb. 3) schwankten im Jahresverlauf erheblich, waren aber in den einzelnen Flächen relativ ähnlich. Minimale Werte um 50% wurden in beiden Jahren im Spätherbst (August/September) gemessen. Die stärksten Übersättigungen traten erwartungsgemäß im Sommer (Juni und Juli) auf.

Das Hauptauftreten der präimaginalen Stadien von *L. vespertina* fällt offenbar in die kühlere Jahreszeit. Ab Mitte Juni fehlen die Larven völlig. Im August traten lediglich erste Einzelfunde der neuen Generation auf (Abb. 2).

Tab. 3: Gesamtzahl der Larven von *L. vespertina* in Moosproben im Untersuchungszeitraum 2000/2001.

Total number of larvae of *L. vespertina* found in moss-samples in 2000/2001.

	Individuen gesamt	
	2000	2001
A4		44
B10	88	352
B20	166	629

Larven von *L. vespertina* wurden in allen Untersuchungsflächen angetroffen (Tab. 3). Weitere Arten der Ephemeroptera traten in keiner Fläche auf. Die Gesamtzahl der je Regenerationsfläche gefangenen Individuen unterschied sich deutlich: In der Fläche B20 wurden im Untersuchungszeitraum 2000 mehr als doppelt so viele Individuen gefangen wie in der Fläche B10 und im Untersuchungszeitraum 2001 stieg die Zahl der Fänge von 44 in Fläche A4, auf 352 in B10 und 629 in B20 (Tab.3). Offenbar besteht eine Tendenz zu steigenden Populationsdichten von *L. vespertina* mit zunehmendem Flächenalter.

Die trotz gleicher Probenahmetechnik vorhandenen quantitativen Unterschiede der absoluten Zahl von *L. vespertina* in 2000 bzw. 2001 (Tab. 3) dürften methodisch bedingt sein: während 2000 von Mai bis Juni beprobt wurde, erstreckten sich der Untersuchungszeitraum im Jahr 2001 auf die Monate Juni bis Dezember.

Die Larvalentwicklung von *L. vespertina* ist in den Hochmoorflächen offenbar Ende April/Anfang Mai weitgehend beendet (Tab. 4). Vereinzelt Larven wurden 2000 bis Anfang Juni gefangen, der Emergenz Gipfel liegt aber spätestens im April. Während des Sommers wurden keine Larven von *L. vespertina* gefangen; Einzelfunde der neuen Generation traten Ende August auf. Eine nennenswerte Anzahl der zu diesem Zeitpunkt wenige Millimeter großen Tiere trat frühestens Ende September auf.

Tab. 4: Anzahl der Individuen von *L. vespertina* je Monat.
Number of larvae of *L. vespertina* per month.

	Individuen gesamt	
	2000	2001
Apr	118	
Mai	2	
Jun	2	30
Jul	1	4
Aug	14	0
Sep	151	0
Okt		662
Nov		179
Dez		106

Die Besiedlungsdichten (Abb. 4) erreichten im Untersuchungsjaar 2001 Werte zwischen 40 und > 110 Indiv. pro Gramm Trockengewicht der Torfmoose. Höchste Dichten traten in den Flächen B10 und B20 auf. In der Fläche A4 blieben die Werte stets weitaus niedriger. Dichtemaxima scheinen in Fläche B20 früher aufzutreten als in den anderen Flächen. Sie wurden dort bereits im Oktober festgestellt, in B10 und A4 hingegen erst im November.

Leptophlebia vespertina - Besiedlungsdichte

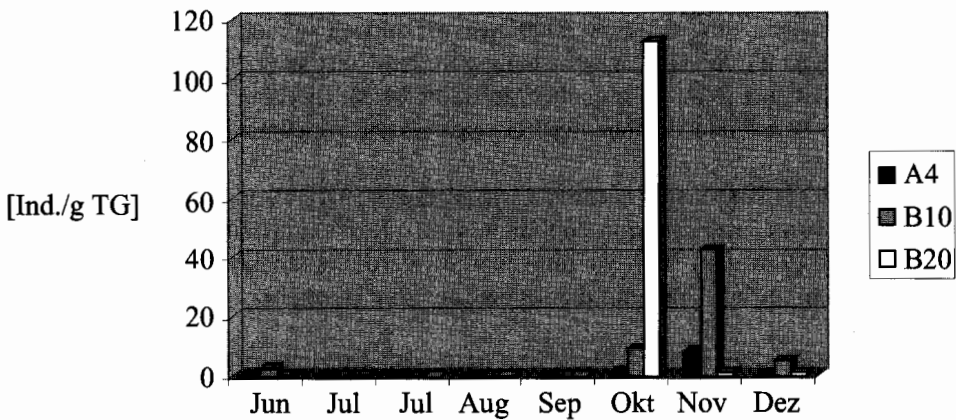


Abb. 4: Besiedlungsdichten von *Leptophlebia vespertina* (bezogen auf 1 g Trockengewicht der Moose) im Untersuchungszeitraum 2001.
Larval density (per 1 g dry weight of sphagnum-mosses) in 2001.

4. Diskussion

Im Zuge der Regeneration ehemaliger Torfabbauggebiete entstehen z.T. großflächig aquatische Biotope, deren Entwicklung sich in vielen Fällen über Jahrzehnte ohne weitere anthropogene Eingriffe vollzieht. Über die im Verlauf der Sukzession dieser Lebensräume sich einstellenden abiotischen und biotischen Faktoren sowie die dort siedelnde aquatische und semiaquatische Fauna liegen kaum Angaben vor.

Im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchungen zur Makroinvertebratenfauna in Regenerationsflächen des Goldenstedter Moores (Niedersachsen) wurden z.T. hohe Dichten von *Leptophlebia vespertina* festgestellt. *L. vespertina* siedelt sonst vorwiegend im Litoral stehender Gewässer und im Metapotamal der Flüsse. *L. vespertina* scheint allerdings auch eine der wenigen, eventuell die einzige Ephemeroptere zu sein, die saure, dystrophe Gewässer bis in Bereiche von $\text{pH} < 5$ dauerhaft zu besiedeln vermag (HARMANEN 1980, KJELLBERG 1972, SCHULTE & WEINZIERL 1990). In den hier untersuchten Flächen gelingt *L. vespertina* offenbar zumindest in gewissen Phasen der Regeneration die Etablierung relativ großer Populationen. Bei genauerer Kenntnis ihrer Habitatbindung wäre die Art möglicherweise ein geeigneter Indikator für die Entwicklung moortypischer aquatischer Lebensräume im Verlauf der Hochmoorregeneration.

Die vorgelegten Daten liefern in einem ersten Ansatz Angaben zu den Bedingungen unter denen sich die Entwicklung von *L. vespertina* in den Wiedervernässungsflächen vollzieht. Zumindest einige der Faktoren scheinen dabei durchaus hochmoortypisch: so liegen in allen Untersuchungsflächen sowohl niedrige Kalziumgehalte und geringe Wasserhärten, als auch relativ niedrige Leitfähigkeiten und hochmoortypische pH-Werte vor. Mit 0,9 bis 1,7 mg/l Ca war der Kalziumgehalt in oder sogar unter den sonst üblichen Spannen, die nach Angaben in SUCCOW & JOOSTEN (2001) bis 4,6 mg/l Ca im Alpenvorland und bis 12 mg/l im Tiefland betragen. Ähnliches gilt auch für die Wasserstoffionenkonzentration und die elektrische Leitfähigkeit. Mit Werten zwischen pH 3,5 und 4,3 und einer Leitfähigkeit im Bereich von 49 bis 157 $\mu\text{S}/\text{cm}$ traten ebenfalls Spannen auf, wie sie für andere Hochmoore des Tieflandes typisch scheinen (SUCCOW & JOOSTEN 2001).

Demgegenüber überschreiten die Nährstoffparameter allerdings jene Grenzwerte, die die für ein natürliches Hochmoor typische Mangelsituation kennzeichnen würden: bei Gesamt-N-Gehalten von maximal 7 mg/l sind alle hier untersuchten Flächen als eutroph einzustufen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Nährstoffgehalt erheblichen Einfluss auf das Wachstum und die Artenzusammensetzung der Sphagnen hat. SUCCOW & JESCHKE (1990) nennen z.B. für oligotrophe Moore 0,25 mg/l Ges.-N und für eutrophe Moore 1,0 mg/l Ges.-N im Moorwasser – Werte, die hier in allen Fällen weit überschritten wurden. Allerdings korrespondieren die in allen Untersuchungsflächen auftretenden, relativ ähnlichen Schwankungen der abiotischen Parameter nicht mit den Unterschieden der Besiedlungsdichte von *L. vespertina*. Selbst die für viele Makroinvertebraten als extrem

niedrig einzustufenden pH-Werte (<pH 3,5) und die z.T. erheblichen Sauerstoffzehrungen traten sowohl in der von *L. vespertina* dünn besiedelten Fläche A4 als auch in den recht dicht besiedelten B-Flächen auf. Sie scheinen in allen Fällen im Toleranzbereich dieser Art zu liegen.

Bemerkenswert ist die Rolle des Faktors Temperatur. Angaben von BRITAIN & NAGELL (1981) zufolge ist *L. vespertina* eine univoltine, winterentwickelnde und kalt-adaptierte Art. Der äußerst niedrige Entwicklungsnullpunkt und die Eigenschaft, selbst bei Temperaturen unter 1 °C aktiv zu bleiben und dabei anoxische Zustände befristet zu ertragen, sichern offenbar die ohne reguläre Diapause verlaufende Winterentwicklung. Hohe Temperaturen scheinen für *L. vespertina* hingegen kritisch. KJELLBERG (1972) stellte fest, dass ihre Vorzugstemperaturen im Bereich von 5 °C bis 20 °C liegen. Bei Werten >25 °C zeigten die Larven in seinen Versuchen deutliche Hyperaktivität, bei etwa 30 °C war die Letaltemperatur erreicht. Da Hochmoore allgemein Wärmeinseln darstellen, werden insbesondere in den Sommermonaten relativ hohe Wassertemperaturen und Sauerstoffzehrungen erreicht. Dies scheint insofern auf den ersten Blick unproblematisch, als die vorliegenden Daten zur Phänologie von *L. vespertina* auf ein Emergenzmaximum im späten Frühjahr und eine neue Generation in der kühleren Jahreszeit schließen lassen.

Geht man davon aus, dass die Eientwicklung bereits bei 10-15 °C nur ca. 3 Wochen dauert (BRITAIN 1972), eine nennenswerte Zahl von Junglarven aber erst ca. 3 Monate nach Auftreten des Emergenzpeaks festgestellt wurden, scheint die Vermutung von BRITAIN (1972) zutreffend, dass *L. vespertina* in den Sommermonaten in Dormanz geht. Da die Auswertung der Proben unter dem Binokular erfolgte, also auch kleinste Larven entdeckt worden wären, ist anzunehmen, dass es sich dabei um eine Ei-Dormanz handelt. Dadurch wird vermieden, dass ein Schlupf der Larven während einer Zeit erfolgt, in der die Vorzugstemperaturen mit großer Wahrscheinlichkeit deutlich überschritten werden. Andererseits war auffällig, dass Temperaturen außerhalb des von KJELLBERG (1972) ermittelten Vorzugsbereiches z.T. bereits im Frühjahr, also noch vor Abschluss der Emergenz auftraten (vgl. Abb. 2). Welchen Einfluss dies auf die Entwicklung und den Schlupf der Tiere hat, muss offen bleiben. Da aber auch diese kritischen Temperaturen sowohl in den älteren Flächen (B10, B20) auftraten, als auch in der Fläche A4, ergibt sich daraus nach bisherigem Erkenntnisstand kein Hinweis auf die Ursachen der Besiedlungsunterschiede zwischen den Flächen unterschiedlichen Alters.

Als mögliche Ursache für Besiedlungsunterschiede kommen neben den abiotischen aber auch biotische Faktoren in Betracht. Über die konkrete Bindung von *L. vespertina* an spezielle Strukturen liegen wenig Angaben vor. KJELLBERG (1972) erwähnt das Vorkommen der Larven auf Torf und Holz. HAYBACH (1998) gibt eine Präferenz für das Phytal bzw. für Feindetritus im Wurzelraum oder am Boden der Gewässer an. Holz liegt in größerem Maße nur in Fläche B20 vor. Dort wurde einige Jahre zuvor eine größere

Anzahl von Birkenstämmen versenkt. Nackter Torf hingegen ist in allen Flächen vorhanden, hat aber nur in der Fläche A4 einen hohen Anteil, da zumindest in den älteren Regenerationsflächen Moospolster und Schwingrasen immer größere Flächen bedecken. Zwar wurden Larven von *L. vespertina* in allen Flächen und Bereichen beobachtet, allerdings korrespondiert die Zunahme der Besiedlungsdichten deutlich mit dem Flächenalter. Die in der Literatur vermerkte Präferenz der Larven von *L. vespertina* für das Phytal scheint der einzige Zusammenhang, der diese Entwicklung und damit die Unterschiede in den Besiedlungsdichten der Untersuchungsgebiete erklären könnte: Lediglich in A4 hatten Freiwasserflächen ohne oder mit nur geringer Moosentwicklung einen relativ hohen Anteil. Mit zunehmender Regenerationsdauer verringerte sich die offene Wasserfläche zugunsten des Phytals. Schwingrasen und Bulten-Schlenken-Strukturen nahmen einen immer höheren Flächenanteil ein und flutende Rasen von *Sphagnum cuspidatum* gemischt mit Algen der Gattung *Batrachospermum*, füllen quasi den gesamten Freiwasserraum. Diese im Verlauf der Regeneration forcierte Entwicklung des Phytals, scheint den präimaginalen Entwicklungsstadien von *L. vespertina* zunehmend bessere Bedingungen zu bieten.

5. Danksagung

Für die engagierte Assistenz und ihren tatkräftigen Einsatz auch unter widrigen Umständen möchten wir uns ganz herzlich bei Frau Esther Timmermann und Frau Franziska Goile bedanken. Zahlreiche Informationen, Karten, Genehmigungen und spontane Hilfen, die für die Geländearbeit unerlässlich waren, lieferten Herr Dr. Aue (Bezirksregierung Weser-Ems), Herr Morlok (Untere Naturschutzbehörde Kreis Vechta), Herr Neubert (Niedersächsische Moorverwaltung, Meppen) und Herr Wübbeler (Goldenstedt), denen wir an dieser Stellen ebenfalls herzlich danken. Unser Dank gilt weiterhin Frau Nicole Som und Herrn Jan Schlake, die uns bei der Auswertung der Proben von *L. vespertina* unterstützten.

6. Literaturverzeichnis

- AUE, B. (1998): Hydrologische Situation im regenerierenden Dosenmoor. Kap. 8 in: IRMLER, U., MÜLLER, K. & EIGNER, J., Das Dosenmoor – Ökologie eines regenerierenden Hochmoores: 169-170. - Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft; Kiel.
- BRINKMANN, R. & REUSCH, H. (1998): Zur Verbreitung der aus dem norddeutschen Tiefland bekannten Ephemeroptera- und Plecoptera-Arten (Insecta) in verschiedenen Biotoptypen. – Braunsch. Naturkundl. Schr. 5(3): 531-540.
- BRITAIN, J. E. (1972): The life cycles of *Leptophlebia vespertina* (L-) and *L. marginata* (L.) (Ephemeroptera) in Llyn Dinas, North Wales. - Freshwater Biology 2: 271-277.

- BRITAIN, J. E. & NAGELL, B. (1981): Overwintering at low oxygen concentrations in the mayfly *Leptophlebia vespertina*. – OIKOS 36: 45-50.
- BURMEISTER, E.-G. 1990: Die Tierwelt der Moore (speziell der Hochmoore) (29-49). In GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- EIGNER, J. (1998): Einführender Überblick. In: IRMLER, U., MÜLLER, K. & EIGNER, J., Das Dosenmoor – Ökologie eines regenerierenden Hochmoores: 13-24. - Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft; Kiel.
- FRÄMBS H. (1994): The importance of habitatstructure and foodsupply for carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in peat bogs. – Memoires of the Entomological Society of Canada 169: 145-159.
- FRÄMBS, H. & NICK, K.-J. (2001): Multivariate Analyse der Vegetation im Leegmoor. - Moorregeneration im Leegmoor/Emsland nach Schwarztorfabbau und Wiedervernässung. - Angewandte Landschaftsökologie 38 (Kap. 6): 91-106.
- HARMANEN, M. (1980): Der Einfluß saurer Gewässer auf den Bestand der Ephemeriden- und Plecopterenfauna. – Gewässer und Abwässer 66/67: 130-136.
- HAYBACH, A. (1998): Die Eintagsfliegen (Insecta, Ephemeroptera) von Rheinland-Pfalz. Unveröff. Diss. Univ. Mainz.
- HÜTTER, L. A. (1994): Wasser und Wasseruntersuchung. Frankfurt, Aarau, Salzburg: Salle und Sauerländer.
- IRMLER, U., CZECH, T. & T. TISCHLER (1998): Käfer (Coleoptera). Kap. 10.1.5. in: IRMLER, U., MÜLLER, K. & EIGNER, J., Das Dosenmoor – Ökologie eines regenerierenden Hochmoores: 224-235. - Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft; Kiel.
- JOGER, U. (Hrsg.) (1989): Praktische Ökologie. Laborbücher. Frankfurt, Aarau, Salzburg: Diesterweg und Sauerländer.
- KJELLBERG, G. (1972): Autökologiska studier över *Leptophlebia vespertina* (Ephemeroptera) i en mindre skogstjärn 1966-1968. – Entomologisk Tidskrift 93: 1-29.
- KROGERUS (1960): Ökologische Studien über Moorarthropoden. Societas Scientiarum Fennica. - Commentationes Biologicae 11(3), 238 S.
- MELF (1981): Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1981): Niedersächsisches Moorschutzprogramm – Teil I. Hannover.
- MELF (1986): Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1986): Niedersächsisches Moorschutzprogramm - Teil II. Hannover.
- MÜLLER, K. (1998): Auswirkungen einer verbesserten hydrologischen Situation. Kap. 9.3.1. in: IRMLER, U., MÜLLER, K. & EIGNER, J., Das Dosenmoor – Ökologie eines regenerierenden Hochmoores: 103-119. - Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft; Kiel.
- NICK, K.-J. (2001): Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Wiedervernässung des Leegmoores. – Moorregeneration im Leegmoor/Emsland nach Schwarztorfabbau und Wiedervernässung. – Angewandte Landschaftsökologie 38 (Kap. 8): 163-204.

- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESVERWALTUNGSAMT (Hrsg.) (1990): Entwicklung von Hochmoorflächen nach Torfabbau. Informationsdienst **3/90**, Naturschutz in Niedersachsen.
- NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (1997): Umweltmonitoring von Zustand und Nutzung der Hochmoore. Hannover.
- PEUS, F. (1932): Die Tierwelt der Moore. In: Handbuch der Moorkunde 3. Berlin (Verlag Gebrüder Borntraeger).
- PUTHZ, V. (1978): Ephemeroptera. – In: ILLIES, J. (Hrsg.): Limnofauna Europaea, S. 256-263. London, New York (Gustav Fischer Verlag).
- REUSCH, H. & HAASE, P. (2000): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Eintags-, Stein- und Köcherfliegenarten mit Gesamtverzeichnis. – Inform. d. Naturschutz Niedersachsen **20(4)**: 182-200.
- SCHULTE, H. & WEINZIERL, A. (1990): Beiträge zur Faunistik einiger Wasserinsektenordnungen (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera) in Niederbayern. – *Lauterbornia* **6**: 1-83.
- SUCCOW, M. & JESCHKE, L. (1990): Moore in der Landschaft.- 2. Aufl.; Leipzig, Jena, Berlin (Urania-Verlag).
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde.- 2. Aufl., 622 S.; Stuttgart (E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung).
- TWENHÖVEN, F. L. (1992): Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg **44**.
- VOGTMANN, H. (2001): Moorregeneration im Leegmoor/Emsland nach Schwarztorfabbau und Wiedervernässung - Vorwort. *Angewandte Landschaftsökologie* **38**: 7.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. E. Kiel
D. Matzke
Hochschule Vechta
Institut für Naturschutz und Umweltbildung,
Driverstr. 22
D-49377 Vechta

Manuskript eingegangen am 4. März 2002