

Habitat und Vergesellschaftung von *Somatochlora alpestris* und *S. arctica* im Nationalpark Harz (Odonata: Corduliidae)

Kathrin Baumann

eingegangen: 22. Dezember 2000

Summary

Habitat and association of Somatochlora alpestris and S. arctica in the national park "Harz" (Odonata: Corduliidae) – In 2000, thirty moorland pools and the pothole in the "Odersprungmoor" have been analysed in regard to their population of dragonflies by collecting exuviae. In the moorland-pools different data concerning the structure were surveyed in order to compare the habitat selection of the various species. In total, 705 exuviae of 10 species were collected. The species with the highest number of individuals was *Leucorrhinia dubia*. *Somatochlora alpestris* was detected in most of the pools but the populations usually were small. This species and the less frequent *S. arctica* could be found in the smallest and shallowest waterbodies. Both were able to coexist with up to 5 additional species. Larger populations of both *Somatochlora* species and *Leucorrhinia dubia* excluded each other.

Zusammenfassung

Im Jahr 2000 wurden 30 Schlenken und der Kolk des Odersprungmoores durch systematische Exuvien-Aufsammlungen auf ihren Libellenbestand hin untersucht. In den Schlenken wurden verschiedene Strukturdaten erhoben und auf dieser Basis die Ansprüche der unterschiedlichen Arten an ihre Larvalgewässer verglichen. Insgesamt wurden 705 Exuvien von 10 verschiedenen Arten erfaßt. Die individuenstärkste Art war *Leucorrhinia dubia*. *Somatochlora alpestris* wurde in der größten Zahl von Schlenken nachgewiesen, trat dort jedoch meist nur in geringer Anzahl auf. Gemeinsam mit der selteneren *S. arctica* war sie in den kleinsten Schlenken mit den geringsten Wassertiefen zu finden. Beide konnten in ein und dem selbem Gewässer mit bis zu 5 weiteren Arten gemeinsam existieren. Größere Bestände der beiden *Somatochlora*-Arten und von *Leucorrhinia dubia* schlossen sich aus.

Einleitung

Die Moore des Hochharzes mit ihren Schlenken und Kolken beherbergen verschiedene Libellenarten, die als selten und bestandsgefährdet gelten. Dazu gehören auch *Somatochlora alpestris* und *S. arctica*.

S. alpestris ist arktoalpin und boreomontan verbreitet und weist in Europa demzufolge zwei Teilareale auf. Zwischen dem nördlichen Teilareal in Skandinavien, dessen südliche Verbreitungsgrenze stark mit der 14 °C-Juli-Isotherme koinzidiert, und dem südlichen Teilareal befindet sich eine etwa 900 km breite Auslöschungszone (STERNBERG 1990). Die Vorkommen im südlichen Teilareal beschränken sich auf die höheren Lagen von Mittelgebirgen und Gebirgen. In Deutschland kommt die Art nur im Harz (z.B. ALTMÜLLER et al. 1981, DORLOFF & KÖRNER 1981), Thüringer Wald (ZIMMERMANN 1975), Erzgebirge (z.B. BROCKHAUS 1990), Bayerischen Wald (WITTMER 1991), Fichtelgebirge (z.B. NUNNER & STADELMANN 1998), Schwarzwald (z.B. STERNBERG 2000a, b) und in den Alpen (z.B. NUNNER & STADELMANN 1998) vor und gilt als "vom Aussterben bedroht" (OTT & PIPER 1998). MÜLLER (1988) hält die Art für ein Eiszeitrelikt, wogegen STERNBERG (2000a) sie zur postglazialen Invasionsfauna zählt. Die Art ist in Mitteleuropa - mit Ausnahme der Hochlagen der Alpen - eng an Moore gebunden, d.h. es besteht eine regionale Ste-notopie (z.B. STERNBERG 1990).

Das eurosibirische Faunenelement *S. arctica* ist innerhalb Deutschlands weiter verbreitet und kommt auch außerhalb der Gebirge vor. Auf der Roten Liste wird diese Art als "stark gefährdet" geführt (OTT & PIPER 1998). Sie kommt überwiegend in Mooren vor, wurde jedoch vereinzelt auch außerhalb dieser gefunden (z.B. ZIEBELL & KLINGER 1980).

Neben diesen beiden *Somatochlora*-Spezies kommt in Mooren eine Reihe weiterer Libellenarten vor. Die interspezifische Konkurrenz der syntopen Arten wird durch eine Raumaufteilung vermindert (z.B. WILDERMUTH & KNAPP 1996). So gelten *S. alpestris* und *S. arctica* als Arten, die bevorzugt besonders kleinflächige und flache Schlenken besiedeln bzw. innerhalb größerer Gewässer auf die flachsten und am stärksten verwachsenen Bereiche beschränkt bleiben. Ihre Larvalhabitate waren in der Vergangenheit verschiedentlich Gegenstand von Untersuchungen (z.B. WILDERMUTH 1986, 1999, STERNBERG 1990, ELLWANGER 1996, KNAUS 1999).

Im Rahmen von vegetationskundlichen Untersuchungen in diversen Harzmooren während der Jahre 1996 und 1997 wurde anhand von Exuvienfunden mehr oder weniger zufällig festgestellt, daß auch in kleinen Moorschlenken

häufig verschiedene Libellenspezies gemeinsam vorkommen. Da zur Vergesellschaftung von Arten innerhalb definierter Schlenken bislang nur wenige Untersuchungen vorliegen, erschien es lohnend, diesem Phänomen nachzugehen. Die Moore des Nationalparks Harz boten sich für eine entsprechende Untersuchung in besonderem Maße an, da bislang nur wenig über ihre Libellenfauna bekannt war.

Untersuchungsgebiet

Als Hauptuntersuchungsgebiet wurde das Odersprungmoor bei Oderbrück ausgewählt. Dieses 1,1 km lange und 100-300 m breite Sattel-Hochmoor befindet sich auf einer Höhe zwischen 800 und 821 m ü.NN. Von menschlichen Aktivitäten ist es weitgehend unbeeinträchtigt geblieben: Torfstiche fehlen vollständig und Entwässerungsgräben finden sich lediglich außerhalb des offenen Moores im Übergangsbereich zwischen Mineralboden und Torf. Die waldfreie Moorfläche ist 18,5 ha groß, wovon 10,8 ha von Hochmoorvegetation eingenommen werden (JENSEN 1990). Von Nordosten aus dringt auf breiter Front Mineralbodenwasser in das Moor ein (BEUG et al. 1999), so daß in weiten Bereichen ein soligener Einfluß gegeben ist. Im nördlichen Moorteil befindet sich ein rund 500 m² großer Kolk, der laut BEUG et al. (1999) mehr als 2 m tief ist und fast überall ein steil bis auf mindestens 1,40 m Wassertiefe abfallendes Ufer aufweist. Daneben finden sich im Moor weit über 100 Schlenken unterschiedlichster Form, Größe und Vegetation.

Als Nebenuntersuchungsgebiete fungierten das Brockenfeldmoor und der Schwarze Sumpf, beide ebenfalls Hochmoore. Bei diesen beiden und dem Odersprungmoor handelt es sich um die einzigen Harzmoore, die Kolke aufweisen. Das 73 ha große Brockenfeldmoor befindet sich in einer Höhe von 860-890 m ü.NN knapp 1,5 km nordöstlich des Odersprungmoores. Sein großer Kolk hat eine Fläche von rund 150 m², ist bis etwa 3 m tief und hat teilweise fast senkrechte Ufer (BEUG et al. 1999). Der Schwarze Sumpf schließt sich fast direkt südöstlich an das Odersprungmoor an und liegt auf einer Höhe von 800-810 m ü.NN. Die waldfreie Moorfläche ist nur ca. 4 ha groß. Etwa in ihrem Zentrum befindet sich der rund 200 m² große Kolk, der sich von den Kolken der o.g. Moore morphologisch deutlich unterscheidet: Er ist weniger als 1 m tief und weist eine unregelmäßige Uferlinie mit teilweise nur geringem Gefälle auf. Dementsprechend sind ausgedehnte Verlandungszonen vorhanden, die von *Carex rostrata* dominiert werden.

Alle untersuchten Moore befinden sich im Naturraum Hochharz, der durch ein kühl-feuchtes Klima gekennzeichnet ist. Jährlich fallen rund 1500 mm

Niederschlag, davon im Winter nicht unerhebliche Mengen als Schnee. Fröste treten von Ende September bis Anfang Mai auf, und an mehr als 50 Tagen herrscht Dauerfrost. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei rund 4,5 °C. Sommertage mit Temperaturen über 25 °C treten im langjährigen Mittel weniger als zehn Mal pro Jahr auf (GLÄSSER 1994).

Methoden

Während der Vegetationsperiode des Jahres 2000 wurden 30 Schlenken und der Kolk des Odersprungmoores systematisch nach Exuvien sämtlicher Libellenarten abgesucht. Um Trittschäden und sonstige Störungen im Moor möglichst gering zu halten, wurde die Untersuchung auf das nördliche Drittel des Moores beschränkt. Es wurden lediglich Schlenken untersucht, die deutlich als solche erkennbar und zum Auswahlzeitpunkt am 11. Mai 2000 naß waren, d.h. wenigstens wassergesättigten Torfschlamm, nicht aber zwingend freies Wasser aufwiesen. Die endgültige Auswahl der Schlenken erfolgte nach folgendem Prinzip: Die erste bei Betreten des Moores zufällig erreichte Schlenke wurde als Nr. 1 definiert. Von dieser ausgehend, wurde auf Basis einer Zufallszahl zwischen 1 und 360 die entsprechende Himmelsrichtung (z.B. 90 = Westen, 180 = Süden) eingeschlagen und bis zur nächsten Schlenke (Nr. 2) weiterverfolgt. Von hier aus wurde mit der nächsten Zufallszahl die Schlenke Nr. 3 und bei sinngemäßem Vorgehen schließlich auch die übrigen 27 Schlenken ermittelt. Führte eine dieser Zufallsrichtungen ohne Erreichen einer weiteren Schlenke an den Moorrand, wurde eine neue Zufallszahl herangezogen. Voraussetzung für die Akzeptanz einer Schlenke als Untersuchungsobjekt war jedoch bei sehr kleinen Gewässern ($< 1 \text{ m}^2$) der Fund mindestens einer Exuvie, unabhängig von der Art (zum Zeitpunkt der Schlenkenauswahl waren bereits *Somatochlora alpestris*, *S. arctica*, *Leucorrhinia dubia*, *Libellula quadrimaculata* und *Pyrrhosoma nymphula* geschlüpft). Hiermit sollte vermieden werden, daß sich unter den 30 untersuchten Schlenken eine größere Zahl von Nicht-Larvalgewässern befanden, die potentiell eher unter den Kleinst-Schlenken zu erwarten waren. Tatsächlich wurde im Laufe des Sommers in sämtlichen untersuchten Gewässern $> 1 \text{ m}^2$ mindestens eine Exuvie gefunden, so daß alle 30 untersuchten Schlenken Larvalgewässer von Libellen waren.

Die Exuviensuche erfolgte an neun Terminen zwischen dem 11. Mai und dem 22. September 2000. Die Suchabstände waren unregelmäßig und richteten sich so weit wie möglich nach der Witterung: So wurde angestrebt, die

Exuviensuche stets am Ende längerer Schönwetterperioden vorzunehmen, da dies bei möglichst geringem Zeitaufwand den besten Sucherfolg erwarten ließ. Aus diesem Grund gab es sowohl kurze (11./16. Mai, 9./14. Juni) als auch während des feucht-kühlen Sommers recht lange (30. Juni/1. August) Intervalle. Es ist zu erwarten, daß die Frühjahrsarten (s.o.) nahezu vollständig quantitativ erfaßt worden sind. Aufgrund des schlechten Wetters im Juli gilt das für die späten Arten (*Aeshna subarctica*, *A. juncea*, *A. cyanea*, *Symptetrum danae*) nur eingeschränkt, da einzelne Tage zwar vermutlich ein Schlüpfen zugelassen haben, ein Teil dieser Exuvien jedoch aufgrund von Wind und Regen am nächsten Sammeltermin am 1. August 2000 nicht mehr auffindbar gewesen sein dürfte. Dies betrifft die leichten, zarten Exuvien von *S. danae* in stärkerem Maße als die robusten Exuvien der Aeshniden.

Um die Larvalhabitate der unterschiedlichen Arten besser charakterisieren und vergleichen zu können, wurden verschiedene Strukturmerkmale erhoben sowie die Wasser- und Ufervegetation der Schlenken aufgenommen. Neben der Größe der Schlenken wurde auch die Wassertiefe ermittelt (gemessen jeweils an der tiefsten Stelle, Meßzeitpunkte stimmen mit den Sammelterminen der Exuvien überein, vgl. Tab. 1). Die Neigung der Ufer wurde in drei Klassen differenziert (flach = 0-30°, mittel = 31-60°, steil = 61-90°) und der jeweilige relative Anteil pro Schlenke geschätzt. Ferner wurden Artenspektrum und Deckungsgrad der Wasser- und Ufervegetation aufgenommen, wobei für letztere ein 50 cm breiter Streifen rund um die Schlenke berücksichtigt wurde. Diese Daten werden in Tab. 2 zusammengefaßt. Pflanzenarten der Ufervegetation, die nur an einer einzigen Schlenke vorkommen, werden dort aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Im Brockenfeldmoor und im Schwarzen Sumpf erfolgten in den Schlenken nur stichprobenartige Untersuchungen. Die Kolke beider Moore wurden jeweils am 12. und 16. Mai 2000 intensiv nach Exuvien abgesucht, weitere Untersuchungen erfolgten am 15. Juni und 15. August 2000.

Ergebnisse

Artenspektrum und Populationsgrößen

Von *Somatochlora alpestris* wurden in den Schlenken des Odersprungmoores insgesamt 94 Exuvien gefunden, bei *S. arctica* waren es 20. Die sowohl in den Schlenken (171 Exuvien) als auch im Kolk (116) zahlenmäßig am stärksten vertretene Art war *Leucorrhinia dubia*. Die zweitstärkste Art in den Schlenken (127) war *Symptetrum danae*, die allerdings im Kolk (9) nur mit einem kleinen Bestand vorkam. Mit 62 Exuvien in den Schlenken und weite-

ren 32 im Kolk war *Aeshna juncea* die individuenstärkste Aeshnide. *A. subarctica* trat schwerpunktmäßig in den Schlenken (35) und nur vereinzelt im Kolk (2) auf, wogegen *A. cyanea* insgesamt nur in geringer Zahl vorkam (Schlenken 2, Kolk 7). *Libellula quadrimaculata* wurde nur anhand von 3 Exuvien in den Schlenken nachgewiesen.

Kleinlibellen waren lediglich mit 2 Arten vertreten: *Pyrrhosoma nymphula* war am Kolk häufig, wurde jedoch nur an einer einzigen Schlenke festgestellt, wogegen von *Lestes sponsa* überhaupt nur eine einzige Exuvie am Kolk gefunden wurde.

Phänologie

Von allen im Odersprungmoor erfaßten Großlibellen war *Somatochlora alpestris* im Jahr 2000 die früheste Art (Tab. 1). Am ersten Untersuchungstag, dem 11. Mai 2000, wurden bereits 46 % der Exuvien dieser Art gezählt, und bis zum 16. Mai 2000 waren bereits fast 80 % aller Imagines geschlüpft. Die letzte Exuvie wurde am 14. August 2000 gefunden. *S. arctica* trat demgegenüber leicht verzögert auf: So waren es am 11. Mai 2000 zunächst nur 25 %, und fünf Tage später wurden weitere 40 % der Exuvien erfaßt.

Exuvien von *Leucorrhinia dubia* wurden schwerpunktmäßig am 11. und 16. Mai 2000 gefunden. Diese Art steht phänologisch zwischen *S. alpestris* und *S. arctica*. Zu den frühen Arten gehörten ferner *Libellula quadrimaculata* und *Pyrrhosoma nymphula*.

Exuvien der Aeshniden wurden erstmals am 9. Juni gefunden. *Aeshna juncea* trat bis zum 14. August, ihrem letzten Fundtermin, zeitlich recht gleichmäßig verteilt auf. Larvenhäute von *A. subarctica* waren im gleichen Zeitraum zu finden, wiesen jedoch am 30. Juni 2000 (43 %) ein deutliches Maximum auf. *A. cyanea* trat mit nur wenigen Individuen von Juni bis Mitte August 2000 auf.

Die eindeutig späteste Art im Odersprungmoor war *Sympetrum danae*. Ihre Exuvien wurden ausschließlich im August gesammelt, wobei sich am 14. August 2000 mit 82 % ein deutlicher Schwerpunkt abzeichnete. Am letzten Kontrolltermin, dem 22. September 2000, waren von keiner Art mehr Exuvien vorhanden.

Larvalgewässer

Somatochlora alpestris: Diese Art war in den kleinsten Gewässern zu finden: 75 % waren kleiner als 4 m² (vgl. Abb. 1). Insgesamt reichte das Spektrum von 0,4-15,8 m². Die maximale Wassertiefe der Schlenken lag zwischen 12 und 44 cm, wobei ein deutlicher Schwerpunkt im Bereich zwischen 17 und 27 cm erkennbar war. Die minimale Wassertiefe schwankte von 1-22 cm und hatte ihren Schwerpunkt bei 10-15 cm. *S. alpestris* besiedelte zusammen mit *S. arctica* die Schlenken mit den geringsten Wassertiefen. Die Ufer der Schlenken hatten dagegen vergleichsweise große steile und nur geringe flache Anteile.

Die Wasserfläche konnte sowohl fast vegetationsfrei als auch vollständig von Moosen bzw. Algen bedeckt sein. Eine nennenswerte Torfmoosbedeckung war dabei nur in wenigen Fällen gegeben; drei Viertel der Schlenken waren auf höchstens 2 % ihrer Fläche von Sphagnum bedeckt. Vergleichsweise häufig waren dagegen Schlenken vertreten, deren Wasseroberfläche von Algen überzogen wurde. Ein Algenüberzug kam in mehr als der Hälfte der Larvalgewässer vor und konnte bis zu 97 % der Wasserfläche bedecken. Hinsichtlich der Moos- bzw. Algenbedeckung zeigten sich deutliche Parallelen lediglich zu den Gewässern von *S. arctica*. Sauergräser konnten innerhalb des Wassers fehlen oder einen Deckungsgrad bis zu 20 % aufweisen. Dieses Strukturmerkmal unterschied sich im Vergleich aller Arten von sämtlichen betrachteten Faktoren mit Abstand am wenigsten.

Die Ufervegetation wies im Vergleich ebenfalls keine Besonderheiten auf, sondern war bei allen Schlenken recht ähnlich: *Sphagnum magellanicum* war in fast allen Fällen das dominante Moos, und mit geringerer Deckung traten häufig *S. rubellum* und *S. papillosum* auf. Unter den Phanerogamen waren *Trichophorum cespitosum*, *Vaccinium oxycoccus*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia* und *Eriophorum vaginatum* die fast überall präsenten Arten. Die größten Deckungsgrade wurden in den meisten Fällen von *Trichophorum* erreicht. 16 der Larvalgewässer befanden sich im Wachstumskomplex und jeweils eines im Regenerationskomplex, Stillstandskomplex und *Eriophorum angustifolium*-Niedermoor-Stufenkomplex.

Insgesamt wurden Exuvien von *S. alpestris* in 19 Schlenken gefunden. Ihre Zahl pro Schlenke schwankte zwischen 1 und 14, wobei in fünf Fällen mindestens 10 Exuvien registriert wurden (vgl. Tab. 2). Die zugehörigen Schlenken wiesen mit quasi das gesamte ermittelte Größenspektrum auf und waren auch hinsichtlich ihrer Vegetation vielgestaltig. Eine für eine größere Population optimale Schlenkenbeschaffenheit war demzufolge nicht erkennbar.

Tab. 1: Phänologie der wichtigsten Libellenarten des Odersprungmoores im Jahr 2000. Angegeben sind in der oberen Zeile die absolute Zahl der am jeweiligen Tag gesammelten Exuvien und in der unteren Zeile die prozentualen Emergenzsummen. – Tab. 1: Phenology of the most important species in 2000. Given are the absolute number of collected exuviae (upper line) and the total of emerging population in per cent (lower line).

	11.05.	16.05.	09.06.	14.06.	30.06.	01.08.	14.08.	30.08.	22.09.
<i>Somatochlora alpestris</i>	44 46 %	30 78 %	9 87 %	9 97 %	0 97 %	2 99 %	1 100 %	0 100 %	0 100 %
<i>Somatochlora arctica</i>	5 25 %	7 60 %	2 70 %	5 95 %	1 100 %	0 100 %	0 100 %	0 100 %	0 100 %
<i>Leucorrhinia dubia</i>	67 39 %	52 70 %	16 79 %	28 95 %	6 99 %	1 99 %	1 100 %	0 100 %	0 100 %
<i>Aeshna juncea</i>	0 0 %	0 0 %	10 16 %	14 38 %	10 54 %	18 83 %	11 100 %	0 100 %	0 100 %
<i>Aeshna subarctica</i>	0 0 %	0 0 %	4 11 %	4 23 %	15 66 %	4 77 %	8 100 %	0 100 %	0 100 %
<i>Sympetrum danae</i>	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	14 11 %	105 93 %	8 100 %	0 100 %

Die Art war an keinem der drei untersuchten Kolke nachzuweisen. In den Schlenken des nicht systematisch untersuchten Brockenfeldmoores und des Schwarzen Sumpfes trat sie dagegen wie auch im Odersprungmoor recht regelmäßig auf.

***Somatochlora arctica*:** Diese Art kam nur in 10 der untersuchten Schlenken des Odersprungmoores vor und fehlte wie *S. alpestris* in sämtlichen Kolken. In sieben Fällen wurde lediglich eine einzige Exuvie gefunden, in den übrigen Schlenken waren es 2, 3 bzw. 8 Exemplare (Tab. 2). Da 80 % der Larvalgewässer von *S. arctica* mit denen von *S. alpestris* identisch waren, ergab sich für die meisten untersuchten Faktoren ein sehr ähnliches Bild. (Abb. 1). Unterschiede zeigten sich jedoch bei der Schlenkengröße: 50 % der Gewässer hatten eine Fläche von 4-10 m² und waren damit insgesamt größer als die von *S. alpestris*. Beim Gewässer Nr. 18, in dem mit 8 Exemplaren die größte Zahl an Exuvien gefunden wurden, handelte es sich um eine 7,4 m² große, vergleichsweise reich strukturierte Schlenke mit vielfältiger Wasservegetation und unterdurchschnittlicher Wassertiefe.

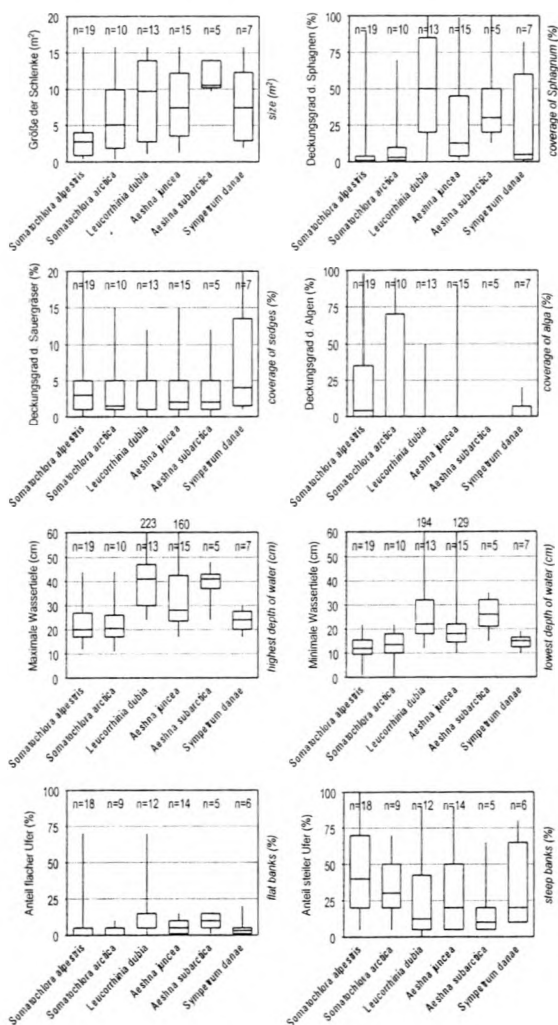


Abb. 1: Vergleich der Struktur der Larvalgewässer der wichtigsten Libellen-Arten des Odersprungmoores. Bei den Boxplots geben die Strichenden das jeweilige Minimum bzw. Maximum, die Kästen den Quartilabstand und der Querstrich den Median an. – Fig. 1: Comparison of the moorland pool structures with exuviae records of the most important Anisoptera species in the Odersprungmoor. Box and whisker plots with maximum value, 25th percentile, median value, 75th percentile and minimum value.

Tab. 2: Übersicht der Libellenfauna, Struktur und Vegetation der untersuchten Schlenken des Odersprungmoores. –
 Tab. 2: Table of dragonfly fauna, structure and vegetation of surveyed moorland pools in the Odersprungmoor.

Schlenke Nr.	9	10	15	13	14	8	7	1	17	18	12	28	16	3	4	5	25	27	29	26	20	23	21	19	11	24	6	30	22	2	
Zahl der Exuvien - number of exuviae																															
<i>Somatoclora alpestris</i>	14	13	13	12	10	8	5	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1													
<i>Somatoclora arctica</i>	2	1		1		1		3	1	8			1							1	1										
<i>Leuconrhina dubia</i>	2			1		3										12						64	35	23	11	10	6	2	1	1	
<i>Sympetrum danae</i>	19		6			46	1			47	6																	2			
<i>Aeshna juncea</i>	12	3	2	1		2			1	1											6	5	4	10	5		8	1	2		
<i>Aeshna subarctica</i>																						5	3	6		4	17				
<i>Aeshna cyanea</i>		1				1																									
<i>Libellula quadrimaculata</i>										2					1																
<i>Pyrithosoma nymphula</i>																														2	
Struktur - structure																															
Größe (m²)	16	4,2	2,8	2,8	0,5	14	1,9	1,9	9,9	7,4	3,1	1,0	0,8	2,8	3,8	0,6	1,7	0,4	0,8	0,4	5,9	14	11	14	5,3	9,7	10	1,3	1,8	1,1	
max. Wassertiefe (cm)	26	22	23	44	28	30	17	18	19	17	29	20	16	25	36	20	12	14	14	11	24	48	41	37	47	43	24	28	160	223	
min. Wassertiefe (cm)	19	17	14	22	14	18	11	12	12	10	15	9	7	16	17	12	8	1	2	0	17	35	32	10	22	26	15	12	129	194	
Anteil flache Ufer (%)	5	2	1	5	0		20	5	0	5	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	10	15	10	15	5	5	1	5	0	30	
Anteil mittlere Ufer (%)	30	70	19	90	0		60	65	50	75	90	25	30	80	15	80	30	50	20	50	70	80	70	80	90	30	89	80	10	70	
Anteil steile Ufer (%)	65	28	80	5	99		20	30	50	20	10	75	70	20	15	20	70	50	80	50	20	5	20	5	5	65	10	15	90	0	
freies Wasser (%)	30	5	90	55	2	98	60	25	92	60	5	97	5	85	0	98	90	99	55	99	70	68	80	20	0	0	40	0	93	0	

Übrige Arten: Hinsichtlich Schlenkengröße und -tiefe und Uferform war die Besiedlung durch *Sympetrum danae* derer der *Somatochlora*-Arten am ähnlichsten. *Aeshna subarctica* war dagegen eher im anderen Extrem, d.h. in den größten und tiefsten Schlenken mit gleichzeitig den größten Anteilen an flachen Ufern zu finden. Auch *Leucorrhinia dubia* tendierte eher in Richtung von *A. subarctica*, während die Schlenken von *A. juncea* ungefähr in der Mitte des Spektrums angesiedelt waren. In den insgesamt im stärksten Maße von Torfmoosen bedeckten Schlenken kam *Leucorrhinia dubia* vor. *A. subarctica* war jedoch die einzige Art, die ausschließlich in Schlenken mit einer Wasservegetation aus Torfmoosen unterschiedlicher Deckungsgrade zu finden war. Im Gegensatz zu den *Somatochlora*-Arten waren sämtliche übrigen Spezies in den Kolken der drei Moore bodenständig.

Vergesellschaftung

In 9 (30 %) der untersuchten Schlenken wurde lediglich eine Libellenart nachgewiesen, in 7 (23 %) zwei Arten, in 8 (27 %) drei Arten, in 4 (13 %) vier Arten und in jeweils einer Schlenke 5 bzw. 6 Arten. Im Kolk des Odersprungmooses wurden insgesamt 7 bodenständige Arten festgestellt. Zwischen der Zahl der Arten und der Größe der Schlenke besteht eine positive Korrelation ($r=0,71$, $p<0,05$). Weitere Beziehungen zwischen Artenzahl und Strukturmerkmalen der Larvalgewässer wurden jedoch nicht festgestellt.

Die größte Exuvienzahl pro Schlenke betrug 74, wovon allein auf *Leucorrhinia dubia* 64 Larvenhäute entfielen. In 7 meist kleinen Schlenken wurde lediglich eine einzige Exuvie registriert. Auch Exuvienzahl und die Schlenkengröße waren positiv korreliert ($r=0,84$, $p<0,05$), weitere Beziehungen waren auch hier nicht gegeben.

***Somatochlora alpestris*:** Sie war in 7 der 19 von ihr besiedelten Schlenken die einzige Libellenart. Vergesellschaftet war sie am häufigsten mit *S. arctica*, ferner mit *Aeshna juncea*, *Sympetrum danae*, *Leucorrhinia dubia*, *Libellula quadrimaculata* und *Aeshna cyanea* (Reihenfolge nach abnehmender Häufigkeit, Tab. 3). Keine gemeinsamen Vorkommen bestanden mit *Aeshna subarctica* und *Pyrrhosoma nymphula*, wobei letztere Art ohnehin nur in einer einzigen Schlenke festgestellt wurde. In jeweils einem Fall trat *S. alpestris* gemeinsam mit 4 bzw. 5 weiteren Arten in einer Schlenke auf.

Schlenken mit einer größeren Zahl an Exuvien dieser Art waren in vielen Fällen arten- und auch teilweise auch insgesamt individuenreich (Tab. 2). Vor allem *Sympetrum danae* und in geringerem Umfang auch *Aeshna juncea* bil-

deten gemeinsam mit *Somatochlora alpestris* individuenreiche Bestände. Größere Vorkommen von *S. alpestris* und *Leucorrhinia dubia* schlossen sich jedoch aus: Lediglich in einem Fall wurde in einer Schlenke mit mehr als 5 *Leucorrhinia*-Exuvien auch *S. alpestris* (mit allerdings nur einer Exuvie) nachgewiesen.

***Somatochlora arctica*:** Diese Art war an einer der 10 von ihr besiedelten Schlenken die einzige Libelle. Am häufigsten war sie mit *Somatochlora alpestris* vergesellschaftet (Tab. 3). Daneben kam sie gemeinsam mit *Aeshna juncea*, *Leucorrhinia dubia*, *Sympetrum danae* und *A. cyanea* vor. Wie *S. alpestris* war auch sie in jeweils einem Fall mit 4 bzw. 5 weiteren Spezies vergesellschaftet. Das individuenstärkste Vorkommen von *S. arctica* mit 8 Exuvien wurde in einer Schlenke ermittelt, in der gleichzeitig *S. alpestris*, *A. juncea* und ein ausgesprochen großes Vorkommen von *Sympetrum danae* auftraten.

Übrige Arten: *Leucorrhinia dubia* war in 4 Schlenken mit *S. alpestris* und in 3 Schlenken mit *S. arctica* vergesellschaftet. Am häufigsten trat sie gemeinsam mit *Aeshna juncea* und *A. subarctica* auf, sie kam aber vereinzelt auch zusammen mit *Sympetrum danae*, *Libellula quadrimaculata*, *A. cyanea* und *Pyrrosoma nymphula* vor (Tab. 3). In einer Schlenke war sie die einzige Art.

Alle weiteren Spezies traten in keinem Fall allein auf. *A. juncea* kam mit insgesamt 7 Arten syntop vor, am häufigsten mit *L. dubia*, *S. arctica*, *S. alpestris* und *S. danae*. *A. subarctica* trat lediglich mit *L. dubia*, *A. juncea* und *S. danae* gemeinsam auf. Letztere schließlich kam syntop mit sämtlichen häufigeren Arten der Schlenken des Odersprungmoores vor (Tab. 3).

L. dubia und *S. danae* kamen in einigen Schlenken mit individuenreichen Beständen mit mehr als 20 Exuvien vor, schienen sich dabei allerdings auszuscheiden (vgl. Tab. 2): In sämtlichen 6 Gewässern, in denen mindestens 10 *Leucorrhinia*-Exuvien gezählt wurden, fehlte *S. danae* vollständig. Andererseits fehlte *L. dubia* in den *Sympetrum*-reichen Schlenken bzw. trat dort nur mit sehr wenigen Individuen auf.

Tab. 3: Vergesellschaftung der wichtigsten Arten in den Schlenken des Odersprungmoores. Angegeben sind die absolute Zahl der ermittelten Koexistenzen (obere Zeile) und der relative Anteil von der insgesamt ermittelten Zahl der Vorkommen (untere Zeile). – Tab. 3: Association of the most important species in the moorland pools. Given are the absolute number of the determined coexistences (upper line) and their share of the total number of occurrence (lower line).

	Ohne weitere Arten	<i>Somatochlora alpestris</i>	<i>Somatochlora arctica</i>	<i>Leucorrhinia dubia</i>	<i>Sympetrum danae</i>	<i>Aeshna juncea</i>	<i>Aeshna subarctica</i>	<i>Aeshna cyanea</i>	<i>Libellula quadrimaculata</i>	<i>Pyrhosoma nymphula</i>
<i>Somatochlora alpestris</i>	7 32 %		8 42 %	4 21 %	6 32 %	7 37 %	0 0 %	2 11 %	2 11 %	0 0 %
<i>Somatochlora arctica</i>	1 10 %	8 80 %		3 30 %	3 30 %	7 70 %	0 0 %	2 20 %	0 0 %	0 0 %
<i>Leucorrhinia dubia</i>	1 8 %	4 31 %	3 23 %		3 23 %	10 69 %	5 39 %	1 8 %	1 8 %	1 8 %
<i>Sympetrum danae</i>	0 0 %	6 86 %	3 43 %	3 43 %		5 71 %	1 14 %	1 14 %	1 14 %	0 0 %
<i>Aeshna juncea</i>	0 0 %	7 40 %	7 47 %	10 67 %	5 33 %		4 27 %	1 7 %	1 7 %	1 7 %
<i>Aeshna subarctica</i>	0 0 %	0 0 %	0 0 %	5 100 %	1 20 %	4 80 %		0 0 %	0 0 %	0 0 %

Diskussion

Artenspektrum und Populationsgrößen

***Somatochlora alpestris*:** Der Bestand von *S. alpestris* innerhalb des Odersprungmoores ist mit 94 gezählten Exuvien als groß einzustufen, zumal nur ein kleiner Teil der Schlenken untersucht wurde. Für die Größe der Population spricht auch, daß die Art in 19 der 30 zufällig ausgewählten Schlenken (63 %) bodenständig ist. Die *S. alpestris*-Populationen im Brockenfeldmoor und im Schwarzen Sumpf sind ebenfalls als groß anzusehen, da die stichprobenartige Untersuchung von Schlenken dieser Moore ebenfalls zu zahlreichen Exuvienfunden dieser Art führte.

STERNBERG (1990) hat in 21 (von 26) Schwarzwaldmooren, in denen die Art vorkommt, lediglich "etwa ein Dutzend oder weniger" Individuen pro Jahr

festgestellt; die höchste von ihm in einem Moor ermittelte Exuvienzahl beträgt 219. ELLWANGER (1996) zählte in 25 Schlenken in verschiedenen Mooren am Brocken innerhalb von drei Jahren insgesamt 102 Exuvien. Eine deutlich größere Population ermittelte dagegen KNAUS (2000) auf einer rund 45 000 m² großen gewässerreichen Alpweide in der subalpinen Stufe der Zentralalpen mit 674 während eines Jahres gesammelter Exuvien.

Obgleich *S. alpestris* in den untersuchten Harzmooren als recht häufig gelten kann, ist sie dort nicht die individuenstärkste Art (s.u.). Anders ist dies im Bayerischen Wald, wo sie von WITTMER (1991) als häufigste Moorlibellenart des Nationalparks bezeichnet wird.

***Somatochlora arctica*:** Diese Spezies scheint in den untersuchten Mooren in deutlich geringerer Zahl vorzukommen als *S. alpestris*. Am Brocken scheint sie sogar erheblich seltener zu sein, wie den Untersuchungen von ELLWANGER (1996) zu entnehmen ist. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, daß dieser Eindruck täuscht: Wenn die Larven dieser Art - wie häufig beschrieben (vgl. S. 65) - auch in den Harzmooren in kaum erkennbaren Kleinst-Schlenken oder sogar in lediglich durchrieselten Torfmoospartien leben sollten, dann sind diese Habitate im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht mit erfaßt worden (vgl. Definition im Kapitel Methoden).

Im Schwarzwald hat STERNBERG (1990) festgestellt, daß die Art bei gleichzeitigem Vorkommen von *S. alpestris* mindestens die doppelte Individuenzahl hervorbringt; zudem ist sie im Schwarzwald die "bei weitem verbreitetste", nicht aber die häufigste Moorlibellenart. Allerdings werden nach STERNBERG (2000b) die Biotope von *S. arctica* in höheren Lagen (Schwarzwald ab 1100 m ü.NN, Bayerischer Wald – vermutlich – ab 800 m ü.NN) zunehmend von *S. alpestris* übernommen. Ob dies auch für den Harz zutrifft, ist nicht ganz klar. Die geringe Präsenz von *S. arctica* am Brocken (ELLWANGER 1996) könnte jedoch dafür sprechen, daß diese Art auch in den untersuchten Mooren des Westharzes mit ihren Meereshöhen oberhalb 800 m nur noch suboptimal vorkommt und demzufolge tatsächlich deutlich seltener ist als *S. alpestris*.

Übrige Arten: Die individuenstärkste Art in allen drei betrachteten Harzmooren ist *Leucorrhinia dubia*. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von STERNBERG (1990) in den Schwarzwaldmooren. In den vom eigenen Untersuchungsgebiet (UG) nur wenige Kilometer entfernten Mooren am Brocken scheinen dagegen andere Verhältnisse zu herrschen: ELLWANGER (1996)

nennt *Aeshna juncea* als häufigste Art. *A. subarctica*, im Odersprungmoor regelmäßig anzutreffen, wies er am Brocken nicht nach.

Auffällig ist die geringe Präsenz von Kleinlibellen in den untersuchten Mooren: Lediglich *Pyrrhosoma nymphula* kommt an den Kolken recht häufig vor, und *Lestes sponsa* wurde nur durch eine einzige Exuvie nachgewiesen. Von der in Mooren allgemein häufig auftretenden *Enallagma cyathigerum* wurde am Kolk im Brockenfeldmoor ein einzelnes Männchen beobachtet, ein Bodenständigkeitsnachweis konnte für keines der Moore erbracht werden. Auch in den Brockenmooren scheinen diese Arten sehr selten zu sein (ELLWANGER 1996), ebenso in flachen Schlenken des Schwarzwaldes (STERNBERG 1990) und in den höheren Lagen der Alpen (WILDERMUTH 2001, in litt.). STERNBERG (1990) hält es für möglich, daß die Armut der Kleinlibellenfauna in Hochmooren in der fehlenden Toleranz gegenüber winterlichem Sauerstoffdefizit bzw. Durchfrieren der Schlenken begründet sein könnte. Zu dieser Vermutung paßt, daß Exuvien von *Pyrrhosoma nymphula* lediglich in einer einzigen, 160 cm tiefen und demzufolge nicht durchfrierenden Schlenke des Odersprungmoores und in den ebenfalls nicht durchfrierenden Kolken gefunden wurden.

Phänologie

Der Schlüpfbeginn von *Somatochlora alpestris* und *S. arctica* im Jahr 2000 war außergewöhnlich früh. Da am ersten Untersuchungstag, dem 11. Mai, bereits zahlreiche Exuvien gefunden wurden – von *S. alpestris* sogar fast die Hälfte der in diesem Jahr insgesamt registrierten Anzahl – ist sogar von einem noch um einige Tage früheren Beginn des Schlüpfens auszugehen. Zu erklären ist der frühe Aktivitätsbeginn mit dem ungewöhnlich warmen und sonnenreichen Frühjahr des Jahres 2000. Die Tagesmitteltemperaturen der Monate April und Mai lagen um rund 2,5 °C über dem langjährigen Durchschnitt (DEUTSCHER WETTERDIENST 2000), und die Schneedecke hatte sich im Bereich der untersuchten Moore bereits im März vollständig aufgelöst.

Am Brocken hat ELLWANGER (1996) die ersten *S. alpestris*-Exuvien im Jahr 1993 am 25. Mai, 1994 am 15. Juni und 1995 am 23. Juni gefunden; die Hauptschlüpfzeit gibt er für Mitte Juni an. Zu diesem Zeitpunkt hat im Jahr 2000 der Schlüpfschwerpunkt im Odersprungmoor bereits um einen Monat zurückgelegen. Daß die beiden *Somatochlora*-Arten bereits im Mai massiv schlüpfen, ist offenbar eher ungewöhnlich. Meist werden Schlüpfbeginn und -schwerpunkt auf den Juni datiert (z.B. ZIMMERMANN 1975, STERNBERG 1989, 1990, KNAUS 2000), teilweise sogar erst auf Juli oder August (LEH-

MANN 1983). Lediglich bei NUNNER & STADELMANN (1998) finden sich für Bayern Angaben zu einem Schlüpfbeginn bereits Mitte Mai.

Auf einen synchronisierten Schlupf bei *S. alpestris* weist KNAUS (2000) hin; die Hälfte der von ihm untersuchten Population ist innerhalb von 5 - 6 Tagen geschlüpft. Hiermit stimmen die eigenen Beobachtungen gut überein. Auch auf eine leichte zeitliche Verzögerung des Aktivitätsbeginns von *S. arctica* gegenüber *S. alpestris* finden sich Hinweise in der Literatur: STERNBERG (2000b) spricht von einem um 1-2 Wochen späteren Flugbeginn bei *S. arctica*. Die eigenen Untersuchungen im Harz belegen einen um einige Tage früheren Schlüpfschwerpunkt bei *S. alpestris*.

Larvalgewässer und Vergesellschaftung

Somatochlora alpestris: Bei den Larvalgewässern dieser Art handelt es sich offenbar in den meisten Fällen um eher kleine Moorschlenken. STERNBERG (1990) hat im Schwarzwald eine relative Häufung in 2-3,5 m² großen und 8-12 cm tiefen Schlenken ermittelt, WITTMER (1991) im Bayerischen Wald eine Bevorzugung 0,5-5 m² großer und weniger als 30 cm tiefer Gewässer festgestellt. Die von ELLWANGER (1996) am Brocken untersuchten Larvalgewässer sind 1,3-48,4 m² (Mittelwert 10,6 m²) groß und im Durchschnitt 22 cm tief. Mit diesen Angaben stimmen die eigenen Beobachtungen recht gut überein. Anders als in der Literatur verschiedentlich geschildert (z.B. STERNBERG 1989, 1990, ELLWANGER 1996), trockneten die Schlenken des Untersuchungsgebietes während des Sommerhalbjahres 2000 jedoch nicht aus; in anderen Jahren, insbesondere mit wärmeren, trockeneren Sommern, mag dies allerdings anders aussehen. Die Larven überdauern derartige Trockenperioden im Torfschlamm vergraben oder unter *Sphagnum*-Bulten versteckt (STERNBERG 2000a). Die im Odersprungmoor festgestellte geringe Präsenz in stark mit Torfmoosen bewachsenen Schlenken wird auch von STERNBERG (1990) für die Schwarzwaldmoore erwähnt.

Die großen Kolke der untersuchten Harzmoore sind keine Reproduktionsgewässer von *S. alpestris*. Daß diese Art jedoch auch an größeren Gewässern vorkommt, belegen WILDERMUTH & KNAPP (1996) und WILDERMUTH (1999) aus den Schweizer Alpen. Hier bleibt die Art allerdings auf flache Gewässerbereiche mit dichtem Pflanzenbewuchs beschränkt. Daß die Kolke der Harzmoore von dieser Art nicht besiedelt werden, dürfte zumindest im Fall des Odersprung- und Brockenfeldmoores in der einförmigen Struktur der Kolke begründet sein, die nicht genügend unterschiedliche Kleinhabitate aufweisen und für diese Arten insgesamt zu tief sind. Offenbar entspricht auch der rei-

cher strukturierte und flachere Kolk im Schwarzen Sumpf nicht dem Habitat-schema von *S. alpestris*.

Die Habitatwahl ist letztlich eine Folge interspezifischer Konkurrenz, die stammesgeschichtlich zu einer unterschiedlichen Einnischung infolge der Habitatselektion führte und auch aktuell im Falle limitierter Ökoparameter wirksam sein kann. Die Exuvienfunde im Harz belegen allerdings, daß interspezifische Konkurrenz keineswegs zum Ausschluß einer Koexistenz verschiedener Arten innerhalb ein und derselben (auch sehr kleinen) Schlenke führen muß. Die Larven von *S. alpestris* haben auch in Gewässern ihre Entwicklung erfolgreich durchlaufen, in denen sich gleichzeitig Larven von bis zu 5 weiteren Arten entwickelt haben.

Auffällig ist, daß sich hohe Emergenzsummen von *S. alpestris* und *L. dubia* in ein und derselben Schlenke ausgeschlossen haben. Vor allem in Schlenken mit weniger tiefem Wasser wurde eine größere Zahl von *Somatochlora*- und gleichzeitig nur wenige oder keine *Leucorrhinia*-Exuvien gefunden. Diese flachen Schlenken können während trockener Sommer nicht nur austrocknen, sondern sie neigen im Winter auch zum vollständigen Durchfrieren. Beides ertragen zwar die Larven von *S. alpestris*, nicht aber die von *L. dubia* (STERNBERG 1990, JOHANSSON & NILSSON 1991). Andererseits wurde eine größere Zahl von *L. dubia*-Exuvien in größeren und tieferen Schlenken gezählt, in denen keine Exuvien von *S. alpestris* zu finden waren. Dies kann sowohl auf einer weitgehenden Meidung derartiger Schlenken durch *S. alpestris* bei der Eiablage beruhen, als auch ein Resultat ungünstigerer Entwicklungsmöglichkeiten für die Larven und/oder ihrer Dezimierung durch die Larven von *L. dubia* durch Prädation sein.

***Somatochlora arctica*:** STERNBERG (1990) hat beim Vorkommen beider *Somatochlora*-Arten innerhalb eines Moores hochsignifikante Unterschiede bei verschiedenen Gewässerparametern festgestellt, d.h. beide Spezies nischen sich bei gemeinsamem Auftreten in ein und demselben Moor unterschiedlich ein, sofern beide in hohen Abundanzen auftreten und ein von beiden beanspruchter Ökoparameter limitiert ist. So zeigt STERNBERG, daß die durch Konkurrenz hervorgerufene Einnischung der beiden "ökologisch sich prinzipiell sehr nahe stehenden" Spezies überwiegend durch Veränderungen der Habitatpräferenzen bei *S. arctica* erfolgt: Diese Art ist offenbar unterlegen und weicht auf die kleineren, häufiger austrocknenden und vegetationsärmeren Schlenken mit steileren Ufern aus. WILDERMUTH (1989) weist ebenfalls auf die Überlegenheit von *S. alpestris* hin und vermutet, daß die Konkurrenz in erster Linie zwischen den Imagines besteht.

In den untersuchten Schlenken des Odersprungmoores wurde *S. arctica* nicht in den kleineren Schlenken gefunden (vgl. Abb. 1), allerdings läßt die geringe Zahl an Exuvienfunden diesbezüglich kaum Aussagen zu. Zudem sind aufgrund des Suchschemas für die Untersuchungsgewässer (vgl. Kapitel "Methoden") im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch möglicherweise nicht alle Larvalhabitate von *S. arctica* erfaßt worden, so daß bezüglich Einnischung bzw. Habitatpräferenz ein falscher Eindruck entstehen könnte. STERNBERG (1990) erwähnt das Vorkommen der Larven in kleinsten, nur 10x10 cm messenden Schlenken sowie in winzigen Rinnsalen, "die bis dato nicht als Fortpflanzungsgewässer für *S. arctica* erkannt worden waren". BROCKHAUS (1990) spricht von einer Präferenz für "kleinste, stark verwachsene Wasserflächen" im Erzgebirge, und WITTMER (1991) charakterisiert die Larvalhabitate im Bayerischen Wald als "kleine und kleinste (<0,5 m²) und flachste (<15 cm) Gewässer..., die häufig nur von Wasser durchrieselt werden". All diese Beobachtungen könnten dafür sprechen, daß *S. arctica* im Harz auch in anderen Gewässertypen vorkommt, als im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelt wurde.

Wie bei *S. alpestris* sind auch die Larven von *S. arctica* in der Lage, die vorübergehende Austrocknung ihrer Gewässer zu ertragen. So hat STERNBERG (1989) 75-80 % aller Exuvien in regelmäßig austrocknenden Gewässern gefunden. Zudem vermutet STERNBERG (2000b) aufgrund mehrmaliger Beobachtungen größerer Larven an Land, daß diese offenbar ihre Gewässer verlassen und in benachbarte, mehrere Meter entfernte Habitate überwechseln können. Demnach müßte der Fundort einer Exuvie nicht zwangsläufig mit dem jeweiligen Eiablageort identisch sein.

80 % der im Odersprungmoor erfaßten *S. arctica*-Schlenken waren gleichzeitig auch Larvalhabitate von *S. alpestris*. Explizite Aussagen über eine erfolgreiche Entwicklung beider Arten in ein und demselben Gewässer finden sich in der Literatur nur vereinzelt und spiegeln dann ganz andere Verhältnisse wider: In der gesamten Schweiz hat WILDERMUTH (1989) dies lediglich für drei Gewässer festgestellt, obgleich dort beide Arten an insgesamt 20 Lokalitäten syntop vorkommen. Im Schwarzwald ist das häufiger der Fall: Aus STERNBERG (2000b) geht hervor, daß von 259 *S. arctica*-Gewässern 98 gleichzeitig Habitate von *S. alpestris* sind. Der hohe Grad der Vergesellschaftung im Odersprungmoor kann jedoch wiederum eine Folge der Methodik sein (s.o.); die gezielte Kontrolle von potentiellen *S. arctica*-Gewässern wäre diesbezüglich sicher aufschlußreich.

Danksagung

Der Nationalparkverwaltung Harz danke ich für die unbürokratische Erteilung der Genehmigung für das Betreten der Moore und die Entnahme von Exuvien. Herzlicher Dank geht auch an Dr. Klaus Sternberg (Stutensee) und Dr. Hansruedi Wildermuth (Rüti) für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Literatur

- ALTMÜLLER, R., J. BÄTER & G. GREIN (1981): Zur Verbreitung von Libellen, Heuschrecken und Tagfaltern in Niedersachsen (Stand 1980). *Natursch. Landschaftspfl. Niedersachsen*, Beih. 1: 1-244
- BEUG, H.-J., I. HENRION & A. SCHMÜSER (1999): *Landschaftsgeschichte im Hochharz. Die Entwicklung der Wälder und Moore seit dem Ende der letzten Eiszeit*. Verlag Papierflieger, Clausthal-Zellerfeld
- BROCKHAUS, T. (1990): Zum Vorkommen von *Somatochlora alpestris* (Sel.) und *Somatochlora arctica* (Zett.) im Erzgebirge (Insecta, Odonata: Corduliidae). *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 17: 97-100
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2000): *Witterungsreport*. Nr. 1-8 (2000)
- DORLOFF, F. & R. KÖRNER (1981): Odonatenfauna des Harzes. *Libellula* 1: 39-41.
- ELLWANGER, G. (1996): Zur Ökologie von *Somatochlora alpestris* Sélys (Anisoptera: Corduliidae) am Brocken im Hochharz (Sachsen-Anhalt). *Libellula* 15: 101-129
- GLÄSSER, R. (1994): *Das Klima des Harzes*. Kovac, Hamburg
- JENSEN, U. (1990): Die Moore des Hochharzes. Spezieller Teil. *Natursch. Landschaftspfl. Niedersachsen* 23: 1-116
- JOHANSSON, F. & A.N. NILSSON (1991): Freezing tolerance and drought resistance of *Somatochlora alpestris* (Selys) larvae in boreal temporary pools (Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica* 20: 245-252
- KNAUS, P. (1999): *Untersuchungen zur Emergenz, zur Mobilität und zum Paarungssystem an einer Metapopulation von Somatochlora alpestris (Selys 1840) in den Zentralalpen (Anisoptera: Corduliidae)*. Diplomarbeit Univ. Zürich
- KNAUS, P. (2000): Emergenzstudien an *Somatochlora alpestris* in den Zentralalpen (Odonata: Corduliidae). *Libellula* 19: 117-142
- LEHMANN, G. (1983): Die Libellen zweier montaner Sphagnum-Moore und ihrer Randbereiche im Bezirk Kufstein/Tirol. *Libellula* 2: 77-83
- NUNNER, A. & H. STADELMANN (1998): Alpen-Smaragdlibelle - *Somatochlora alpestris* (Sély 1840). In: KUHN, K. & K. BURBACH (Bearb.): *Libellen in Bayern*. Ulmer, Stuttgart: 150-151
- MÜLLER, J. (1988): Ökologisch-zoogeographische Bemerkungen zum rezenten Vorkommen von *Somatochlora alpestris* (Sély 1840). *Libellula* 7: 53-58
- OTT, J. & W. PIPER (1998): Rote Liste der Libellen (Odonata). In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. *Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch.* 55: 260-263

- STERNBERG, K. (1989): Ergebnisse quantitativer Exuvienaufsammlungen in einigen Mooren des südlichen Hochschwarzwaldes, Bundesrepublik Deutschland: Eine vorläufige Bewertung (Odonata). *Opusc. zool. flumin.* 34: 21-26
- STERNBERG, K. (1990): *Autökologie von sechs Libellenarten der Moore und Hochmoore des Schwarzwaldes und Ursachen ihrer Moorbindung*. Diss. Univ. Freiburg
- STERNBERG, K. (2000a): *Somatochlora alpestris*. In: STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (Hrsg.): *Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen (Anisoptera), Literatur*. Ulmer, Stuttgart: 236-250
- STERNBERG, K. (2000b): *Somatochlora arctica*. In: STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (Hrsg.): *Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen (Anisoptera), Literatur*. Ulmer, Stuttgart: 251-264
- WILDERMUTH, H. (1986): Zur Habitatwahl und zur Verbreitung von *Somatochlora arctica* (Zetterstedt) in der Schweiz (Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica* 15: 185-202
- WILDERMUTH, H. (1989): Zur Verbreitung und zur Ökologie von *Somatochlora arctica* (Zett.) und *S. alpestris* (Sél.) in der Schweiz (Odonata: Corduliidae). *Opusc. zool. flumin.* 34: 30-32
- WILDERMUTH, H. (1996): Niche overlap, niche segregation and habitat selection in *Somatochlora arctica* (Zett.) an *S. alpestris* (Sél.) in Switzerland (Anisoptera: Corduliidae). *Notul. odonatol.* 4: 136
- WILDERMUTH, H. (1999): *Somatochlora alpestris* (Selys, 1840) in den Schweizer Alpen: Eine Verbreitungs- und Habitatanalyse (Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica* 28: 399-416
- WILDERMUTH, H. & E. KNAPP (1996): Räumliche Trennung dreier Anisopterenarten an einem subalpinen Moorweiher. *Libellula* 15: 57-73
- WITTMER, M. (1991): Moorlibellen im Nationalpark Bayerischer Wald. *Nationalpark* 70: 22-25
- ZIEBELL, S. & P.U. KLINGER (1980): Zur Ökologie von *Somatochlora arctica* (Zetterstedt 1840) (Odonata). *Drosera* '80: 17-24
- ZIMMERMANN, W. (1975): Zum Vorkommen seltener Libellenarten in Thüringen (Odonata, Anisoptera). *Entomol. Ber.* 1975: 23-26

