Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

ARTICULATA 2002 17(2): 51 - 78 ÖKOLOGIE

Habitatwahl, Nahrungswahl und Entwicklung von *B. serricauda* (FABRICIUS, 1798) und *B. constrictus* Brunner von WATTENWYL, 1878 (Phaneropterinae)

Jochen Gottwald, Christian Richter und Matthias Wörner

Abstract

The demands of *B. serricauda* referring to exposure to the sun and temperature are small. For a successful development and reproduction sufficient expose to the sun's rays a few days after hatching and after the adult shedding of skin is necessary.

A tie to certain types of wood as a habitat and cracked bark as egg laying media does not exist. The species is modest regarding habitats and occurs in pure spruce woods. The leaves of *Fagus sylvatica* are not suitable for nourishment. Individuals do not reach the adult phase on copper beech. As an egg laying media soft wood is taken by *B. serricauda* in 100% of the cases in an experiment of selection. In an experiment of selection *B. constrictus* lays eggs into the ground just as the species *B. yersini* and *B. ocskayi* do. There have to be small twigs or stones on the surface to which the animals can cling while boring in the ovipositor.

The ability of *B. serricauda* to spread can be estimated as low. Changing of place occur mainly in the vertical line up to the tree tops. There are only few occurrences regarding changing of place in the horizontal line. Isolated occurrences, especially in non- pure copper beech woods could exist as isolates for decades up to centuries.

The development stages of *B. serricauda* prefer certain species of deciduous trees and herbaceous plants. In an experiment of selection grasses are not eaten. Ligneous plants are eaten twice as much as herbaceous plants. Adult animals use herbaceous plants as one quarter of their nourishment in an experiment of selection. If being fed herbaceous plants exclusively from the first stage on, adult animals will mate and lay eggs. After 2-3 years the next generation will hatch. *B. constrictus* can also be brought up exclusively on herbaceous plants. In an experiment of selection coniferous plants are preferred, but those are not essential for the development of the species. The change between strata of individuals of both species obviously doesn't take place because of a necessary change of nourishment, since the animals can reproduce on herbaceous plants alone. The change between strata probably takes place as a result of better acoustic conditions in the tree tops, since fewer disturbing structures can be found there. The females of the Barbistini respond to the stridulating males with a single syllable to a trigger. Disturbing structures can reduce the quality of acoustic communication in this case.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Three stages of diapause can occur in eggs of both species. Development up to the final diapause is only possible under the influence of high temperatures and an oviposition before the beginning of the first decade of august. Whether the individual development speed of an embryo runs through an initial and/or intermediate diapause depends on environmental influences on the egg, the parental generation and also endogene factors of maternal origin. *B. serricauda* and *B. constrictus* have a development period of 2-3 years, which is only under favourable conditions as short as 1 year. Post-embryonic development proceeds, as with *B. yersini* and *B. ocskayi*, in six stages.

Zusammenfassung

Die Ansprüche von *B. serricauda* an die Besonnung und die Temperatur sind gering. Für eine erfolgreiche Entwicklung und Reproduktion sind ausreichende Besonnung einige Tage nach dem Schlupf und nach der Adulthäutung erforderlich. Eine Bindung an bestimme Waldtypen als Habitat und rissige Borke als Eiablagesubstrat existiert nicht. Die Art ist bezüglich der Habitate anspruchslos und kommt in reinen Fichtenwäldern vor. *B. serricauda* fehlt nur in reinen Rotbuche-Wäldern. Die Blätter von Fagus sylvatica sind als Nahrung ungeeignet. Entwicklungstadien erreichen auf Rotbuche nicht die Adultphase.
Als Eiablagesubstrat wird von *B. serricauda* im Wahlversuch weiches Totholz zu 100% angenommen. *B. constrictus* legt die Eier im Wahlversuch in den Erdboden, ebenso die Arten *B. yersini* und *B. ocskayi*. Auf der Oberfläche müssen kleine Äste oder Steine liegen, an denen sich die Tiere während des Einbohrens der Legeröhre festhalten können.
Die Ausbreitungsfähigkeit von *B. serricauda* ist als gering einzuschätzen. Ortsbewegungen finden überwiegend vertikal bis in die Baumkronen statt.
Horizontale Ortsveränderungen erfolgen nur in geringem Umfang. Isolierte Vorkommen besonders in nicht reinen Rotbuche-Wäldern dürften als Isolate Jahrzehnte bis Jahrhunderte existieren.
Die Entwicklungsstadien von *B. serricauda* präferieren im Wahlversuch einzelne Laubholzarten und krautige Pflanzen. Gräser werden nicht gefressen. Holzgewächse werden doppelt so häufig ausgewählt wie krautige Pflanzen.
Die adulten Tiere nehmen im Wahlversuch 1/4 der Nahrung in Form von krautigen Pflanzen auf. Die ausschließliche Fütterung mit krautigen Pflanzen vom 1. Stadium an führt zu adulten Tieren, die sich paaren und Eier legen. Nach 2-3 Jahren schlüpft dann die nächste Generation.
Auch *B. constrictus* lässt sich allein mit krautigen Pflanzen aufziehen. Im Wahlversuch werden zwar Nadelgehölze bevorzugt, sind aber für die Entwicklung nicht essentiell.
Aus diesen Ergebnissen läßt sich folgern, dass der Stratenwechsel der Individuen beider Arten offensichtlich nicht wegen eines erforderlichen Nahrungswechsels erfolgt. Stattdessen erfolgt der Stratenwechsel findet vermutlich wegen der günstigeren akustischen Bedingungen in der Kronenschicht statt, da hier weniger störende Strukturen vorhanden sind. Bei den Barbistini antworten die Weibchen den stridulierenden Männchen mit einer Einzelsilbe auf einen Trigger. Störende Strukturen könnten hier die akustische Kommunikation beeinträchtigen.

Die Eier beider Arten können in 3 Diapausestadien fallen. Sie können sich nur unter Einwirkung hoher Temperaturen und bei einer Ablage vor dem Ende der ersten Augustdekade zur Finaldiapause entwickeln. Ob die individuelle Entwicklungsgeschwindigkeit eines Embryos über eine Initial- und/oder Medialdiapause verläuft, ist sowohl von auf das Ei sowie die Parentalgeneration einwirkenden Umwelteinflüssen, als auch von endogenen Faktoren maternellen Ursprungs abhängig. *B. serricauda* und *B. constrictus* verfügen über eine ein- im Regelfall zwei- bis dreijährige Entwicklungsdauer der Eier. Die postembryonale Entwicklung verläuft, wie auch bei *B. yersini* und *B. ocskayi*, über sechs Stadien.

Einleitung

Das Spektrum der Habitate von *B. serricauda* ist sehr umfangreich und reicht von Steppen- und Wacholderheiden (DETZEL & DÖLER 1990, ZIMMERMANN & HAFNER 1991) bis zu vernässten, lichten Nadelwäldern (HAFNER 1991, 1993). Eine Zusammenfassung der Habitatangaben in der Bundesrepublik Deutschland findet sich bei DETZEL 1998, KÖHLER 2001, MAAS, DETZEL & STAUDT 2002).
Angaben zu den Lebensraumansprüchen der Entwicklungsstadien von *Barbitistes serricauda* stammen von INGRISCH (1979), ZIMMERMANN & HAFNER (1991) und HAFNER & ZIMMERMANN (1998). Einige Daten zur Embryonal- und Postembryonalentwicklung der Art stammen von INGRISCH (1976, 1988).
Über Biologie, Habitatansprüche und Entwicklung von *B. constrictus* sind wir durch HABER (1953) gut informiert.
Zur Nahrungswahl der in Deutschland nicht seltenen *B. serricauda* liegen mehrere Literaturangaben vor (z.B. BELLMANN 1985, INGRISCH 1976, RAMME 1920, HAFNER & ZIMMERMANN 1998); dass die Individuen der Art auch die Nadeln von KONIFEREN fressen, wurde erst von ZIMMERMANN & HAFNER 1991 und ZIMMERMANN 1993 mitgeteilt. Über die Nahrungswahl von *B. constrictus* sind wir wieder durch HABER (1953) gut unterrichtet.
Von 1990 bis 2001 wurden von uns Entwicklungsstadien von *B. serricauda* in verschiedenen Habitaten erfasst, im Labor wurden die Nahrungspräferenzen beider Arten ermittelt und die Dauer der postembryonalen Entwicklung und die Anzahl der Entwicklungsstadien bestimmt. Zusätzlich wurden das Eiablagesubstrat und die Anzahl der Entwicklungsstadien der beiden südosteuropäischen Arten *B. yersini* und *B. ocskayi* registriert.

Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

Naturräumlich gehört das Untersuchungsgebiet, der Landkreis Göttingen, zum Südniedersächsischen Hügelland. Im Zentrum befindet sich der maximal 9 km breite Leinegraben, der ausschließlich landwirtschaftlich genutzt wird. Westlich und östlich des Grabens befinden sich Laubwälder auf Muschelkalk. Im Westen finden sich artenreiche Eichen-Hainbuchenwälder, während im Osten (Göttinger Wald) die Rotbuche dominiert.
Das nach Osten anschliessende Untereichsfeld ist bis auf Rotbuchenwälder mit unterschiedlich großen Fichtenbeständen im Süden und Osten weitgehend waldfrei. Im Westen schließen sich an die Muschelkalkgebiete der Bramwald und im Süden der Kaufunger Wald an. In beiden Fällen handelt sich es um von

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

der Rotbuche dominierte Mischwälder mit eingestreuten reinen Fichtenbeständen auf Buntsandstein.
Von wenigen Ausnahmen abgesehen, wurden die untersuchten Waldgebiete bereits bei der Preußischen Landesaufnahme 1784 registriert.
Die Erfassung von *B. serricauda* im Untersuchungsgebiet erfolgte über die Entwicklungsstadien, die optisch in den Waldgebieten nachgewiesen wurden. Dabei wurde die Art der Sitzpflanzen ermittelt und im Laufe des Jahres die begleitenden Saltatoria-Arten registriert. Gleichzeitig wurde der Waldtyp erfasst.
In einem Eichen-Hainbuchenwald mit vergleichsweise hoher Individuendichte (zwischen Dransfeld und Ossenfeld=Versuchsfläche) erfolgten Vegetationsaufnahmen und Markierungen einzelner Individuen (Entwicklungsstadien), um horizontale und vertikale Wanderungen und den Wechsel der Fraß- oder Sitzpflanzen registrieren zu können.
Im Labor wurden Nahrungswahlversuche mit Individuen von *B. serricauda* und *B. constrictus* durchgeführt. Die Versuchstiere stammten aus Nachzuchten beider Arten, wobei die Elterngeneration von *B.serricauda* von der Versuchsfläche bei Dransfeld stammten. Die Nachzuchten von *B. constrictus* stammten von Tieren aus dem Thüringer Wald (Luisenthal).
Jeweils 3 Weibchen und 3 Männchen von *B. serricauda* wurden nach dem Schlupf unter folgenden Bedingungen aufgezogen:

A) nur krautige Pflanzen;
B) krautige Pflanzen und Holzgewächse;
C) nur Holzgewächse;
D) Fütterung nur mit Nadelgewächsen;
E) Fütterung nur mit Rotbuche.

In einem weiteren Versuch wurden 19 Individuen des 1. und 2. Stadiums ausschließlich mit Rotbuche gefüttert. 10 mit Laubmischfutter aufgezogene Tiere von *B. serricauda* wurden nach der Adulthäutung nur noch mit Rotbuche gefüttert.
Alle Versuche wurden bei Raumtemperatur (22-25 °C) durchgeführt. Angeboten wurden täglich 1 bis 4 verschiedene Pflanzenarten. Die Futterpflanzen wurden täglich gewechselt und die Fraßfläche bestimmt.
Jeweils 3 Weibchen und Männchen von *B. constrictus* wurden nach dem Schlupf unter folgenden Bedingungen aufgezogen:

A) krautige Pflanzen und Holzgewächse;
B) krautige Pflanzen, Holzgewächse und Nadelgewächse;
C) nur Nadelgewächse.

Die Futterpflanzen wurden täglich gewechselt und die Fraßflächen bestimmt. Bei den Nadelgewächsen wurde nur registriert, ob sie gefressen wurden oder nicht.
Für die Eiablage wurde den verpaarten Weibchen Borke, Totholz, Boden oder Styropor zur Wahl gestellt.
Für die Untersuchung der Embryonalentwicklung wurde Styropor als Ablagesubstrat gewählt. Die Eier wurden nach dem Ablagetag sortiert und bei 15 °C bzw. 25 °C ± 2° gelagert. Im Spätherbst wurde der Entwicklungsstand registriert und die Eier bei 4 °C ± 1 °C überwintert. In den Folgejahren wurden die Eier während der Vegetationsperiode bei 15 °C inkubiert.

Der Entwicklungszustand der Embryonen wurde anhand der Lage des Augenflecks abgeschätzt. Hierzu wurde das von INGRISCH (1984) aufgestellte Schema der Embryogenese in 26 Stadien herangezogen.
Um die Anzahl der postembryonalen Entwicklungsstadien festzustellen, wurden von *B. serricauda* und *B. constrictus* in regelmäßigen Abständen die beiden Tibien des Sprungbeins (soweit vorhanden) von mindestens jeweils fünf weiblichen und fünf männlichen Tiere vermessen. Das vermiforme Stadium blieb bei der Berechnung unberücksichtigt

Ergebnisse

Die Weibchen beider Arten gelten als schwer unterscheidbar, speziell das Museumsmaterial. Als Differentialmerkmal wird das Längenverhältnis Pronotum/Ovipositor herangezogen (BELLMANN 1993). Auf Probleme bei der Artdetermination hat MEINEKE (1990) hingewiesen.
Das uns vorliegende Material an Weibchen beider Arten erlaubt genauere Angaben, die zu einer sicheren Bestimmung führen. Alle Werte beziehen sich auf fixierte (Ethanol) Exemplare. Die Individuen stammen aus dem Göttinger Raum *(B. serricauda)* und Luisental im Thüringer Wald *(B. constrictus)*.

Tab. 1: Längen von Pronotum, Ovipositor und Längenverhältnis Pronotum/Ovipositor der Weibchen von *B. serricauda* und *B. constrictus*

Art	Pronotum-Länge (mm)	Min-Max	Ovipositor-Länge (mm)	Min-Max	Pro. / Ovi.	Min-Max
B. serricauda (n = 31)	4,3±0,2	3,9-4,8	9,0±0,4	8,5-9,9	2,1±0,1	1,9-2,3
B. constrictus (n=19)	3,9±0,2	3,6-4,1	10,1±0,3	9,8-10,5	2,6±0,2	2,4-2,9

Das Längenverhältnis Pronotum/Ovipositor unterscheidet sich bei fixierten Exemplaren eindeutig (Tab 1). Bei Museumsmaterial dürfte allein die Länge des Ovipositors zur sicheren Artdiagnose ausreichen.

Verbreitung von *B. serricauda* im Kreis Göttingen

Die ersten Individuen des 1. Entwicklungsstadiums von *B. serricauda* wurden 1990 am 30.04., 1991 am 23.05. und 1993 am 03.05. registriert. Am 25.04.1994 wurde das erste Individuum am Fundort Alter Bahndamm Ossenfeld registriert. Die Zahl der Nachweise nahm schnell zu und am 03.05.1994 konnten auf einer Strecke von 150 m 30 Exemplare registriert werden.
Die bisher bekannte Verbreitung der Art im Landkreis Göttingen ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Art ist vermutlich in allen Regionen des Gebietes nachweisbar. Gegenwärtig fehlen nur noch Nachweise im Osten des Landkreises. Alle Nachweise erfolgten als Sichtnachweise, fast ausschließlich von frühen Entwicklungsstadien.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Habitate von *B. serricauda* in Südniedersachsen

Die Nachweise auf Fraß- bzw. Sitzpflanzen gehen aus Tabelle 2 hervor. Danach werden die Hasel unter den Holzgewächsen und die Holzgewächse gegenüber krautigen Pflanzen wahrscheinlich? bevorzugt, wobei zu berücksichtigen ist, dass auf den Blättern mancher Arten (z.B. Haselnuss) die frühen Stadien besser zu beobachten sind als auf anderen. Der Terminus Sitzpflanzen wurde gewählt, da diese Pflanzen nicht in jedem Fall auch zum Nahrungsspektrum der Art gehören müssen.

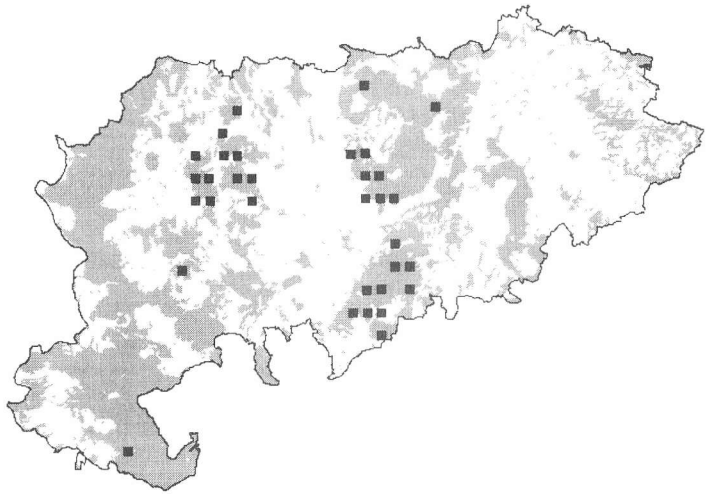

Abb. 1: Nachweiskarte von *B. serricauda* im Landkreis Göttingen, Waldgebiete = ■

Tab. 2: Nachweispflanzen und Häufigkeiten der Entwicklungsstadien von *B. serricauda* im Freiland von 1989 bis 1999

Pflanzenart	Anzahl	Pflanzenart	Anzahl
Corylus avellana (Hasel)	256	*Acer pseudoplatanus* (Bergahorn)	2
Carpinus betulus (Hainbuche)	69	*Cornus sanguinea* (B. Hartriegel)	2
Salix caprea (Salweide)	63	*Evonimus europaea* (Pfaffenhüt.)	1
Fraxinus excelsior (G. Esche)	51	*Prunus spinosa* (Schlehe)	1
Rubus idaeus (Himbeere)	31	*Acer platanoides* (Spitzahorn)	1
Rubus spec. (Brombeere)	29	*Crataegus spec.* (Weißdorn)	1
Rosa rugosa (Kartoffelrose)	10	*Fagus sylvatica* (Rotbuche)	1
Urtica dioica (G. Brennessel)	9	*Mentha spec.* (Minze)	1
Quercus robur (Eiche)	6	*Taraxacum officinale* (Löwenzahn)	1
Rosa spec. (Rose)	3	*Lathyrus vernus* (F.-Platterbse)	1
Betula pendula (G. Birke)	2		

Habitate von *B. serricauda*

Eine grobe Einteilung der Habitate und der Wald- bzw. Forsttypen mit der Nachweiszahl von *B. serricauda* geht aus Tabelle 3 hervor.

Tab. 3: Habitate und Waldgesellschaften der Fundorte von *B. serricauda* im Raum Göttingen

Habitat	Nachweise	Waldgesellschaften	Nachweise
äußere Waldränder	14	Eichen-Hainbuchen-Wald	24
innere Waldränder	18	Laubmischwald von Rotbuche dominiert	22
Hochwälder	7	Nadelwald (Fichte)	15
Lichtungen/Steinbrüche	20	Mischwald (Rotbuche, Fichte)	5
		Gartenanlage	1

Die höchste Nachweiszahl erfolgte in Eichen-Hainbuchen-Wäldern auf Muschelkalk und von der Rotbuche dominierten Laubmischwäldern (46), in Buchen- oder Fichtenforsten auf Buntsandstein 21 Nachweise. Die typische Vegetationsstruktur eines Habitats auf Muschelkalk ist Tabelle 4 zu entnehmen. Über 90% der Nachweise liegen isoliert und die Populationen bestehen aus wenigen beobachteten Individuen (1-3). In von der Rotbuche dominierten Laubmischwäldern wurde die Art nur gelegentlich in oft weit voneinander entfernten extrem kleinräumigen Bereichen angetroffen. Stets sind an solchen Fundorten in der Strauch- und Kronenschicht außer der Rotbuche auch andere Laubholzarten, überwiegend Esche, zu finden. In Laubwäldern, deren Kronenschicht ausschließlich von der Rotbuche gebildet wird fehlt die Art, auch wenn eine artenreiche Kraut- und Strauchschicht vorhanden ist.

Bemerkenswert ist die hohe Nachweiszahl in Fichtenforsten. Hier wurden Individuen oft auf einzelnen Himbeersträuchern am Wegrand registriert. Außer Altfichten kamen hier nur noch vereinzelt Sträucher von *Sambucus racemosa* vor. In Rotbuche-Fichte-Mischwäldern wurde *B. sericauda* auf Sträuchern oder Jungwuchs am Fuße von Altfichten beobachtet.

In einigen artenreichen Mischwaldgebieten, die bereits bei der Preußischen Landesaufnahme von 1784 als Wald ausgewiesen sind, wurde die Art bisher nicht nachgewiesen.

Einige der individuenreichsten Habitate wurden jährlich seit 1990 aufgesucht und die Individuen registriert. Im Jahr 1999 wurden im Untersuchungsgebiet bei Ossenfeld über eine Strecke von ca. 300m keine Individuen gefunden. In den Vorjahren wurden hier bis zu 60 Exemplare registriert.

Von 62 Fundorten liegen Angaben zur Vergesellschaftung von *B. serricauda* mit anderen Saltatoria-Arten vor (Tabelle 5). An 27 Fundorten wurde *B. serricauda* als einzige Art angetroffen, in lichtarmen Hochwäldern, auf schattigen Lichtungen oder an inneren Waldrändern. An 32 Stellen ist die Art mit *Pholidoptera griseoaptera* vergesellschaftet.

Diese Art benötigt im Inneren von Wäldern lediglich wenige Stunden Besonnung pro Tag, fehlt aber an gänzlich schattigen Stellen. Mit *Meconema thalassinum* wurde die Art in 8 Fällen gemeinsam vorgefunden. Es handelte sich stets um Funde in der Krautschicht von Hochwäldern.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Tab. 4: Vegetation des Untersuchungsgebietes (mit Angabe des Deckungsgrades) (+ = spärlich; 1 = -5%; 2 = - 5-25%; 3 = 25-50%; 4 = 25-75%; 5 = 75-100%)

Randstreifen nördlich des Gleiskörpers		**Fortsetzung**	
ACERACEAE		FAGACEAE	
Acer campestre L.	(+)	*Fagus sylvatica L.*	(1)
Acer platanoides L.	(+)	*Quercus robur L.*	(1)
Acer pseudoplatanus L.	(+)	HYPERICACEAE	
APIACEAE		*Hpericum montanum L.*	(+)
Aegopodium podagraria L.	(+)	PINACEAE	
ASTERACEAE		*Larix decidua MILL.*	(1)
Centaurea jacea L.	(+)	*Picea abies (L.) KARST.*	(1)
Senecio ovatus (G.M.SCH.) WILLD.	(+) 9	*Pinus sylvestris L.*	(1)
Solidago canadensis L.	(+)	POACEAE	
CARYOPHYLLACEAE		*Brachypodium pinnatum (L.) P.B. (s.l.)*	(1)
Euonymus europaea L.	(1)	ROSACEAE	
CORYLACEAE		*Crataegus monogyna JACQ.*	(2)
Carpinus betulus L.	(3)	Crataegus oxyacantha L. em. JSCQ.	(2)
Corylus avellana L.	(2)	*Prunus spinosa L.*	(1)
EUPHORBIACEAE		*Rosa spec.*	(1)
Euphorbia cyprissias L.	(+)	SALIACEAE	
FABACEAE		*Salix caprea L.*	(1)
Melilotus alba MED.	(1)	TILIACEA	
Vicia cracca L. ssp. cracca	(+)	*Tilia platyphyllos SCOP.*	(1)

Mobilität der Entwicklungsstadien von *B. serricauda*

Um Aussagen zur Mobilität und zur der Nahrungspflanzenwahl der Entwicklungsstadien machen zu können, wurden alle auf der Versuchsfläche (Länge 50 m) registrierten Individuen farblich auf dem Halsschild markiert. Maximal wurden hier 20, minimal 3 und im Durchschnitt 12 Individuen/Beobachtungstagregistriert.
Die ersten Exemplare (Stadium 1) wurden am 25.04.1994 in Höhen von 10 - 15 cm auf Hainbuche beobachtet. Diese geringe Sitzhöhe des 1. Stadiums, offensichtlich kurz nach dem Schlüpfen, konnte in jedem Jahr festgestellt werden. Vermutlich erfolgte die Ablage der Eier hier in geringer Höhe in die Borke von Bäumen.
Am 02.05.1994 wurden die Tiere in einer durchschnittlichen Sitzhöhe von 24 cm, am 10.05. von 40 cm, am 16.05. von 85 cm und am 22.05. von 150 cm beobachtet (Abb. 2). Zu späteren Terminen im Juni wurden weniger Tiere in Höhen bis zu 1,80 m registriert. Ein Teil der Individuen war offensichtlich bereits in größere Höhen abgewandert. Noch Mitte Juni befanden sich einzelne Exemplare in Höhen von 160 – 170 cm. Das letzte Tier (6. Stadium) wurde am 09.07.1995 in einer Höhe von ca. 170 cm beobachtet. Einige Adulti, vor allem Männchen, ließen sich auch später in der Strauchschicht nachweisen.

Tab. 5: Mit Entwicklungsstadien von *B. serricauda* assoziierte Saltatoria-Arten

Kombinationen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
B. serricauda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M. thalassinum	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Ph. griseoaptera	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
N. sylvestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
T. undulata	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
T. tenuicornis	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
O. viridulus	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Ch. biguttulus	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-
Ch. brunneus	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Ch. parallelus	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Anzahl	27	2	2	22	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Auch die vertikale Mobilität der juvenilen Stadien ist gering. Von 33 markierten Individuen hatten nach 48 h nur 20 % die Sitz- oder Fraßpflanze gewechselt. In einem Fall konnte ein Exemplar über eine Woche auf derselben Sitz- und Fraßpflanze nachgewiesen werden. Im Laufe der Entwicklung konnte eine vertikale Ortsveränderung bis in die Kronenschicht beobachtet werden, während die horizontale Bewegung nur wenige Meter beträgt. Ein Wechsel der Futterpflanzen in vertikaler Richtung erfolgt, wenn die jeweilige Sitz- und/oder Fraßpflanze zu den eher gemiedenen Arten gehört.

Nahrungspräferenz im Wahlexperiment

Im Labor wurden bei Zimmertemperatur Nahrungswahlversuche mit 4 bis 6 Individuen von Entwicklungsstadien und Adulti durchgeführt. Da einzelne Individuen von Entwicklungsstadien auch in der Krautschicht nachgewiesen wurden, wurden neben Holzgewächsen auch krautige Pflanzen angeboten.
Es zeigte sich, dass einzelne Pflanzenarten beider Gruppen deutlich bevorzugt werden. Allerdings hing die Fraßmenge auch davon ab, wie oft oder wie selten bestimmte Pflanzen angeboten werden.

Werden sowohl krautige Pflanzen als auch Holzgewächse im Wahlversuch angeboten, fressen die Entwicklungsstadien von beiden, wobei eine Bevorzugung von Holzgewächsen deutlich wird, ohne dass krautige Pflanzen bis zum 6. Stadium gemieden werden (Tab. 6). Neben einer Bevorzugung bestimmter Arten wie *Corylus avellana, Quercus robur, Geranium robertianum* und *Lamium album* in diesem Wahlversuch erwiesen sich in weiteren Versuchen *Fraxinus excelsior, Betula pendula* oder *Geum urbanum* und *Alliaria petiolata* als präferierte Nahrungspflanzen. Dagegen werden andere Arten nicht oder nur in sehr geringem Umfang gefressen. Gräser, im vorliegenden Versuch wurde *Dactylus glomerata* angeboten, werden gemieden.
Von besonderer Bedeutung aber ist, dass die dominante Baumart in der Bundesrepublik, die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) als Nahrungspflanze gemieden wird oder nur dann in sehr geringem Umfang gefressen wird, wenn die anderen angebotenen Pflanzen noch weniger geeignet erscheinen. Auch die Hainbuche, auf der viele Individuen des ersten Stadiums nachgewiesen wurden, gehört nicht zum engeren Nahrungsspektrum von *B. serricauda*.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

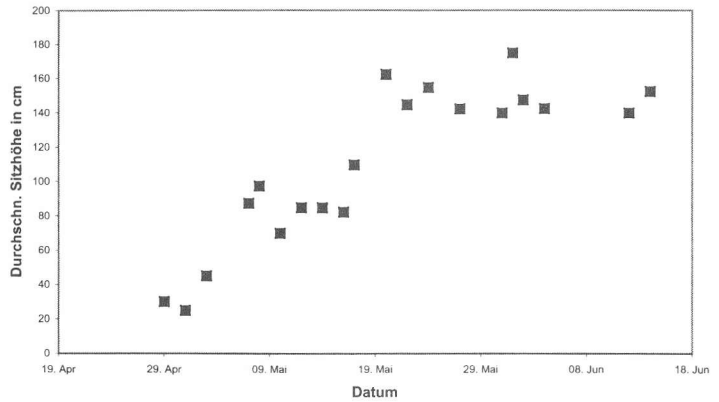

Abb.2: Verteilung der Sitzhöhe in cm der Entwicklungsstadien von *B. serricauda* über die Zeit

In einem weiteren Präferenzversuch wurden den Entwicklungsstadien und den Adulti nur krautige Pflanzen angeboten, um zu testen, ob das Angebot von Laubgehölzen für eine erfolgreiche Entwicklung und Reproduktion erforderlich ist (Tab. 8). Alle Individuen erreichten die Geschlechtsreife, es wurden Eier gelegt ab und im Frühjahr des 2. Jahres schlüpfte die F1 Generation. Es werden auch stets adulte Exemplare beobachtet, die sich in der Vegetation in Höhen zwischen 50 und 150 cm aufhalten.

Tab. 6: Gesamtfraßflächen der Individuen des 2. bis 6. Entwicklungsstadiums von *B. serricauda* im Wahlversuch 1995. Angeboten wurden täglich zwei krautige Pflanzen und zwei Holzgewächse im Wechsel. (A = Angebotshäufigkeit; BF = gefressene Blattfläche; BF/A = gefressene Blattfläche geteilt durch Angebotshäufigkeit)

Krautartige	A	BF/A [mm²]	Holzgewächse	A	BF/A [mm²]
Geranium robertianum	2x	1457	*Corylus avellana*	7x	2449
Lamium album	10x	1015	*Quercus robur*	4x	1567
Urtica dioica	10x	434	*Cornus sanguinea*	1x	919
Geum urbanum	4x	397	*Prunus avium*	2x	793
Rumex spec.	2x	368	*Rubus idaeus*	5x	758
Aegopodium podagraria	2x	364	*Fraxinus excelsior*	4x	520
Taraxacum officinale	1x	363	*Alnus spec.*	2x	499
Alliaria petiolata	5x	227	*Rosa canina*	2x	475
Ranunculus repens	2x	134	*Rubus fruticosus*	3x	386
Stellaria holostea	1x	130	*Lonicera xylosteum*	1x	335
Plantago major	2x	98	*Sorbus aucuparia*	3x	317
Stachys sylvatica	2x	72	*Populus canescens*	1x	277
Ranunculus lanuginosus	2x	53	*Betula pendula*	1x	253
Heracleum sphondylium	2x	43	*Carpinus betulus*	4x	250
Mercurialis perennis	2x	8	*Populus tremula*	1x	159
Arctium spec.	3x	5	*Fagus sylvatica*	4x	115
Fragaria vesca	1x	3	*Acer campestre*	1x	85
Allium ursinum	1x	0	*Prunus spinosa*	1x	79
Lamium purpureum	1x	0	*Sambucus niger*	3x	46
Galium odoratum	1x	0	*Acer platanoides*	2x	25
Dactylis glomerata	1x	0	*Crataegus spec.*	1x	0
			Picea abies	2x	?
	Σ	5.171		Σ	10.057

Tab. 7: Gesamtfraßflächen der Adulti von *B. serricauda* im Wahlversuch 1995. Angeboten wurden täglich zwei krautige Pflanzen und zwei Holzgewächse, wechselnd (A = Angebotshäufigkeit; BF = gefressene Blattfläche; BF/A = gefressen Blattfläche geteilt durch Angebotshäufigkeit)

Krautartige	A	BF/A [mm2]	Holzgewächse	A	BF/A [mm2]
Heracleum sphondylium	1x	2922	*Betula pendula*	1x	9375
Ranunculus repens	1x	2845	*Corylus avellana*	1x	8606
Lamium album	4x	2187	*Acer pseudo-platanus*	1x	5405
Alliaria petiolata	4x	1542	*Euonymus europaea*	1x	3982
Geum urbanum	1x	690	*Quercus robur*	5x	1019
Stachys sylvatica	1x	508	*Salix caprea*	1x	637
Taraxacum officinale	3x	362	*Alnus spec.*	1x	285
Aegopodium podagraria	2x	250	*Cornus sanguinea*	1x	193
Urtica dioica	3x	91	*Carpinus betulus*	4x	179
Geranium robertianum	1x	80	*Rubus fruticosus*	1x	146
Arctium spec.	1x	14	*Acer platanoides*	2x	138
Plantago major	1x	0	*Rosa canina*	1x	1
			Picea abies	2x	?
	Σ	11.491		Σ	29.966

Da bei der Erfassung von *B. serricauda* im Kreis Göttingen das Fehlen der Art in reinen Rotbuchen-Beständen aufgefallen war, wurden in weiteren Versuchen Exemplare ab dem 1.-2. Entwicklungsstadium nur mit Rotbuche gefüttert.
Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 dargestellt. Der Versuch wurde mit 19 Exemplaren begonnen und bereits am 5. Tag waren nur noch 6 Tiere vorhanden. Die geringe Fraßleistung deutet darauf hin, dass die Tiere verhungerten. Ein Tier überlebte noch bis zum 22.07.2000 erreichte aber nicht die Adultphase. Die Aufzucht bis zur Adulthäutung gelingt z.B. mit Haselnuß oder Pfaffenhütchen als einziger Futterpflanze

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Tab. 8: Gesamtfraßflächen der Entwicklungsstadien und der Adulti von *B. serricauda* im Wahlversuch 1995. Angeboten wurden täglich 3 krautige Pflanzen, wechselnd (A = Angebotshäufigkeit einer Pflanzenart; BF/A= gefressene Gesamtfläche geteilt durch Angebotshäufigkeit)

Entwicklungsstadien 2 bis 6	A	BF/A [mm²]	Adulti	A	BF/A [mm²]
Chaerophyllum spec.	4x	2233	*Lamium album*	3x	5267
Stachys sylvatica	2x	2011	*Rumex spec.*	1x	2516
Lamium album	8x	1573	*Aegopodium podagraria*	7x	2225
Geranium robertianum	1x	1139	*Heracleum sphondylium*	2x	1780
Geum urbanum	5x	731	*Geum urbanum*	4x	1775
Rumex spec.	6x	648	*Alliaria petiolata*	3x	1691
Ranunculus repens	5x	604	*Ranunculus repens*	2x	1080
Galium odoratum	1x	558	*Stachys sylvatica*	2x	1069
Urtica dioica	6x	326	*Urtica dioica*	5x	543
Aegopodium podagraria	7x	320	*Taraxacum officinale*	4x	116
Alliaria petiolata	4x	296	*Plantago major*	2x	100
Lathyrus vernus	1x	180	*Mercurialis perennis*	1x	21
Trifolium pratense	1x	156	*Arcticum spec.*	1x	0
Plantago major	4x	92	*Lamium purpureum*	1x	0
Pulmonaria officinalis	1x	61	*Dactylus glomerata*	1x	0
Arctium spec.	2x	48			
Galium silvaticum	3x	39			
Viola reichenbachiana	1x	31			
Lamium purpureum	3x	6			
Mercurialis perennis	4x	2			
Taraxacum officinale	3x	0			
Heracleum sphondylium	1x	0			
Tussilago farfara	2x	0			
Lamium galeobdolon	1x	0			
Arum maculatum	1x	0			
Chelidonium majus	2x	0			
Convallaria majalis	1x	0			
Impatiens nolitangere	1x	0			
Dactylis glomerata	1x	0			

In einem weiteren Versuch wurden ab dem 09.06.2000 zehn mit Laubmischfutter aufgezogene Tiere als Adulti nur noch mit Rotbuche gefüttert. Bei hoher Mortalität in der Anfangsphase überlebte ein Tier bis zum 12.07.2000 (Abb 3).
Entsprechende Versuche erfolgten auch mit Fichte als einziger Nahrungspflanze. Auch in diesem Ansatz mit Entwicklungsstadien (ab 1.-2. Stadium) war die Mortalität am Anfang hoch. Es überlebten aber von 20 Individuen 7 Tiere, die sich erfolgreich bis zum Schlupf der F1 Generation entwickelten. In einem Kontrollansatz mit Laubgehölzen überlebten 8 Tiere.

Da im Freiland in Fichtenwäldern die Entwicklungsstadien 1-2 auf Laubgewächsen nachgewiesen wurden, erfolgte in einem weiteren Versuchsansatz der Futterpflanzen-Wechsel von Laub- zu Nadelhölzern nach einer Woche. Von 20 Individuen beendeten 7 ihre Entwicklung erfolgreich bis zum Schlupf der F1 Generation. Mit *B. constrictus* wurden keine Untersuchungen zur Habitatstruktur und Habitatbindung durchgeführt. Die ca. 50 Individuen (1.-2. Stadium), die dem Zuchtaufbau dienten entstammen einer Population an der Ohratalsperre bei Luisenthal im Thüringer Wald. Es handelt sich um einen nord-nordwest exponierten Fichten-Hangwald. Neben Fichten unterschiedlichen Alters kommen als Laubbäume in der Strauchschicht Birke, Erle, Vogelbeere und Rotbuche vor. Auch mit *B. constrictus* wurden Versuche zur Nahrungspräferenz durchgeführt. Jeweils 6 Individuen ab dem 2. Entwicklungsstadium wurden in einem Ansatz nur Laubholzgewächse und krautige Pflanzen angeboten. In einem Parallelansatz wurden Laub- und Nadelhölzer sowie krautige Pflanzen angeboten. Wie aus Tab. 10 hervorgeht, wurden Lärche, Fichte und Kiefer zwar gefressen, die Fläche konnte aber nicht bestimmt werden. Beim Vergleich der Fraßflächen (Ansatz I mit II) ergibt sich, dass die Tiere mit Nadelgewächsen im Futterangebot entsprechend ca. 12.000 mm² Nadeln gefressen haben müssten.

Tab. 9: Entwicklung der Individuenzahlen der Entwicklungsstadien und Fraßflächen von *B. serricauda* in der Zeit vom 12.05. bis 12.06.2000 auf Rotbuche

Datum	Anzahl der Tiere	Fläche in mm2	∅ Fläche pro Tier	Datum	Anzahl der Tiere	Fläche in mm2	∅ Fläche pro Tier
12.05.00	19	38	2	12.06.00	3	12	4
13.05.00	19	19	1	13.06.00	3	5	1,7
14.05.00	17	5	0,3	14.06.00	3	69	23
15.05.00	11	7	0,6	15.06.00	3	15	5
16.05.00	6	0	0	16.06.00	2	2	1
17.05.00	6	10	1,7	17.06.00	1	1	1
18.05.00	6	10	1,7	18.06.00	1	28	28
19.05.00	6	10	1,7	19.06.00	1	173	173
20.05.00	6	1	0,2	20.06.00	1	9	9
21.05.00	6	13	2,2	21.06.00	1	8	8
22.05.00	6	84	14	22.06.00	1	27	27
23.05.00	6	59	9,8	23.06.00	1	20	20
24.05.00	6	51	8,5	24.06.00	1	15	15
25.05.00	5	26	5,2	25.06.00	1	17	17
26.05.00	5	49	9,8	26.06.00	1	26	26
27.05.00	5	1	0,2	27.06.00	1	7	7
28.05.00	5	0	0	28.06.00	1	78	78
29.05.00	5	5	1	29.06.00	1	3	3
30.05.00	4	6	1,5	30.06.00	1	3	3
31.05.00	3	3	1	01.07.00	1	27	27
01.06.00	3	7	2,3	02.07.00	1	90	90

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

02.06.00	3	23	7,7	03.07.00	1	47	47
03.06.00	3	94	31,3	04.07.00	1	3	3
04.06.00	3	47	15,7	05.07.00	1	2	2
05.06.00	3	22	7,3	06.07.00	1	90	90
06.06.00	3	5	1,7	07.07.00	1	430	430
07.06.00	3	78	26	08.07.00	1	245	245
08.06.00	3	10	3,3	09.07.00	1	41	41
09.06.00	3	10	3,3	10.07.00	1	50	50
10.06.00	3	14	4,7	11.07.00	1	50	50
11.06.00	3	13	4,3	12.07.00	0	0	0

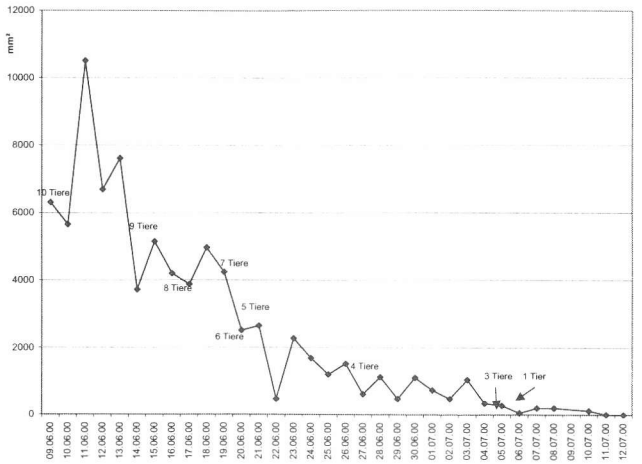

Abb. 3: Gesamtfraßfläche Adulti auf Rot-Buche mit Verringerung der Individuenzahl

Paarung, Eiablage und Entwicklung

Bei einigen Teilgruppen der Saltatoria entwickelte sich konvergent ein Antwortgesang der Weibchen. Auch bei den Phaneropterinae antworten die Weibchen auf den Werbegesang der Männchen.

Bei *B. serricauda* antwortet das Weibchen auf die erste Silbe des Männchengesangs. Beide Geschlechter zeigen Phonotaxis Bei *B. constrictus* antwortet das Weibchen auf einen zeitlich abgesetzten einsilbigen Trigger mit einer Silbe (STUMPNER & MEYER 2001).

Das Weibchen reagiert auf den Männchengesang auf eine Entfernung von 25 – 30 m (STUMPNER mündl.).

Im Experiment begannen die Männchen ca. 1-3 Tage nach der Adulthäutung mit der Stridulation. Die Weibchen reagieren erst ca. 8 Tage nach der Häutung auf die Männchen. Eine Woche nach der Verpaarung begannen die Weibchen mit der Eiablage. Im Wahlexperiment wurden rissige Borke (Eiche), weiches Totholz

und das Kunstsubstrat Styropor angeboten. Etwa 3/4 der Eier wurden in die Borke, ca. 1/5 in Totholz und einige Eier in Styropor gelegt.

Tab. 10: Gesamtfraßflächen ab dem 2. Entwicklungsstadium von *B. constrictus* im Wahlversuch.
Ansatz I: Täglich 4 Laubgewächse oder krautige Pflanzen;
Ansatz II: Täglich 4 Laubgewächse, Nadelhölzer oder krautige Pflanzen.
(A = Angebotshäufigkeit einer Pflanze; BF/A = Quotient aus gefressener Gesamtblattfläche und Angebotshäufigkeit)

Ansatz I: Laubgewächse oder krautige Pflanzen	A	BF/A [mm2]	Ansatz II: Laubgewächse, Nadelgewächse oder krautige Pflanzen	A	BF/A [mm2]
Fraxinus excelsior	9	4510	*Fraxinus excelsior*	8	2699
Corylus avellana	11	3311	*Rubus idaeus*	7	1518
Rubus spec. (Brombeere)	6	2052	*Alliaria petiolata*	1	1408
Betula pendula	9	1988	*Betula pendula*	8	1244
Salix caprea	6	1971	*Sorbus aucuparia*	5	1044
Sorbus aucuparia	5	1771	*Rubus spec. (Brombeere)*	9	853
Lamium album	18	1594	*Corylus avellana*	15	851
Rubus idaeus	9	1395	*Alnus spec.*	1	710
Rumex spec.	4	1187	*Salix caprea*	4	613
Alliaria petiolata	15	966	*Quercus robur*	1	584
Taraxacum officinale	2	926	*Crataegus spec.*	3	262
Geum urbanum	12	880	*Rosa spec.*	7	176
Quercus spec.	1	521	*Lamium album*	2	118
Rosa canina	8	505	*Cerasus avium*	4	40
Crataegus spec.	4	378	*Carpinus betulus*	9	30
Cerasus avium	3	373	*Geum urbanum*	1	28
Plantago major	7	224	*Acer pseudoplatanus*	1	4
Carpinus betulus	6	212	*Fagus sylvatica*	5	2
Alnus glutinosa	1	201	*Picea abies*	28	?
Stachys sylvatica	2	10	*Larix decidua*	17	?
Fagus sylvatica	2	4	*Pinus sylvestris*	6	?
Impatiens noli-tangere	1	3			
	Σ	24.982		Σ	12.184

B. constrictus wurde rissige Borke und ein Gemisch aus gesiebtem Kompost und Sand als Ablagesubstrat angeboten. Abgesehen von sehr wenigen Ausnahmen, die sich in Borke fanden, wurden die Eier in den Boden abgelegt.

Fünf verpaarte Weibchen von *B. serricauda* legten 397 Eier, was einem Durchschnitt von ca. 79 Eiern pro Tier entspricht. Der Ablagezeitraum reichte im Labor von Mitte Juni bis Anfang September. Im Freiland dürfte die Eiablage nur in warmen Jahren Ende Juli beginnen und im September enden.

Nach einer Wärmebehandlung (25 °C ± 2°) befanden sich 54% der Eier in der Finaldiapause, 7% in der Medialdiapause und 19% in der Initialdiapause. 20% waren abgestorben. Aus der Abb. 4 wird ersichtlich, dass sich Eier bis zur Finaldiapause nur entwickeln konnten, wenn sie bis Ende der ersten Augustdekade abgelegt waren. Medial- und Initialdiapausestadien verteilen sich unregelmäßig über den gesamten Eiablagezeitraum.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

In Abb. 5 ist der Entwicklungsstand der Eier von *B. constrictus* nach einem Jahr zu erkennen, nachdem die Eier während der Vegetationsperiode bei 15 °C inkubiert wurden. Bei dieser Temperatur entwickeln sich im Ablagejahr auch die Eier nicht bis zur Finaldiapause, die vor der ersten Augustdekade abgelegt wurden.

Medial- und Initialdiapause verteilen sich über den ganzen Ablagezeitraum. Im ersten Jahr nach der Ablage wird die Entwicklung nach der Kältebehandlung fortgesetzt. Final- und Medialdiapausestadien verteilen sich nach der Wärmebehandlung ungleichmäßig über den ganzen Ablagezeitraum. Einige wenige Eier können überliegen. Diese brauchen in der Regel länger als drei Jahre für die Entwicklung oder sterben ab.

Zur Ermittlung der embryonalen Entwicklungsgeschwindigkeit wurden bei 25 °C inkubierte Eier separierter Weibchen von *B. serricauda* betrachtet. Jedes Tier legte Eier ab, die sich am Ende der Wärmebehandlung in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befanden. Beispielhaft wird die Entwicklung der Eier von zwei Weibchen dargestellt. Das Weibchen A legte 33 Eier ab. Nach der Inkubation befanden sich 13 Eier in der Finaldiapause, 6 in der Medialdiapause und 4 in der Initialdiapause (10 Eier starben ab). Die abgelegten Eier wiesen eine unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeit auf: alle Diapausestadien waren über den Versuchszeitraum verteilt. An 6 Tagen legte das Tier mehrere Eier, die, obwohl am gleichen Tag abgelegt, sich unterschiedlich entwickelten (Abb. 6).

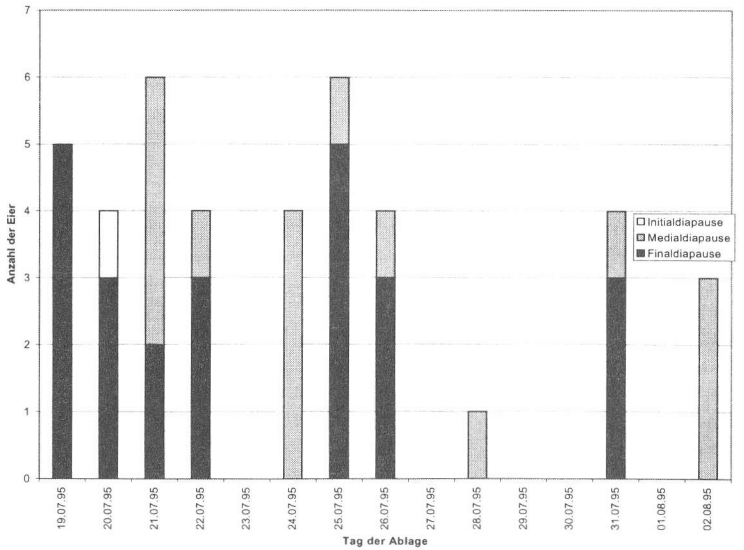

Abb.5: Entwicklungsstand der Eier nach einem Jahr und einer Inkubation bei 15 °C (*B. constrictus*)

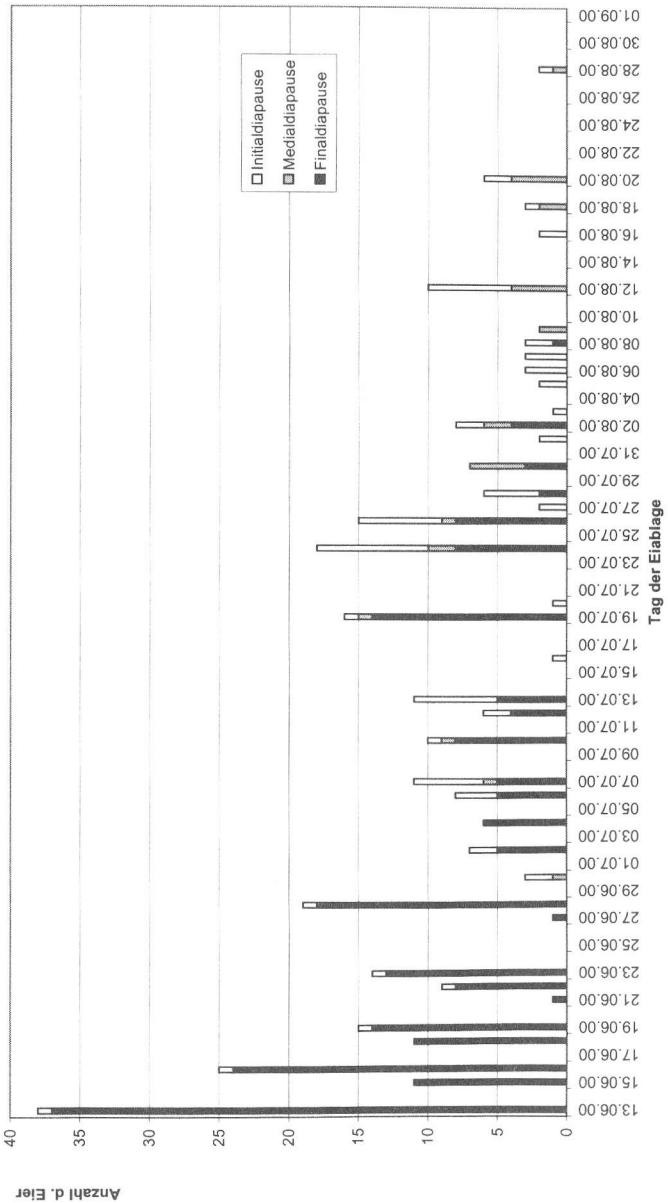

Abb.4: Entwicklungsstand der Eier im Spätherbst des Ablagejahres, Inkubation bei 25 °C (*B. serricauda*)

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

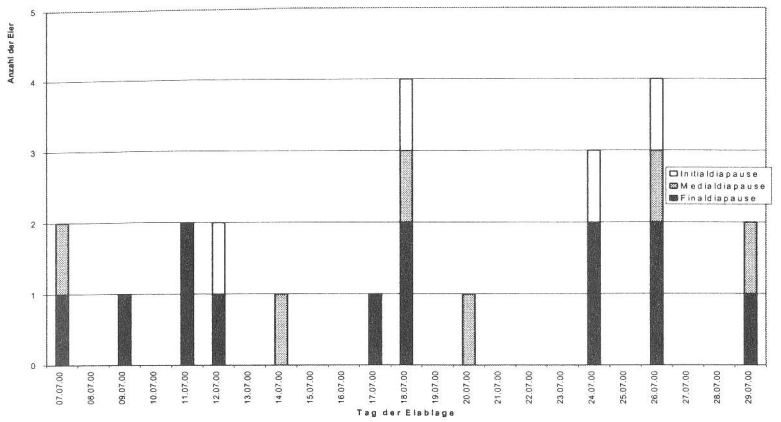

Abb.6: Entwicklung der Eier des Weibchen A von *B. serricauda*

Ein entsprechendes Resultat ergab sich beim Weibchen B (Abb. 7). Bei diesem Tier entwickelten sich nur bis zum 08.08.2000 abgelegte Eier (15) zum Finaldiapausestadium. Das Medialdiapausestadium erreichten 7 Eier, das Initialdiapausestadium 21. Die letzten beiden Stadien waren unregelmäßig über den Eiablagezeitraum verteilt.

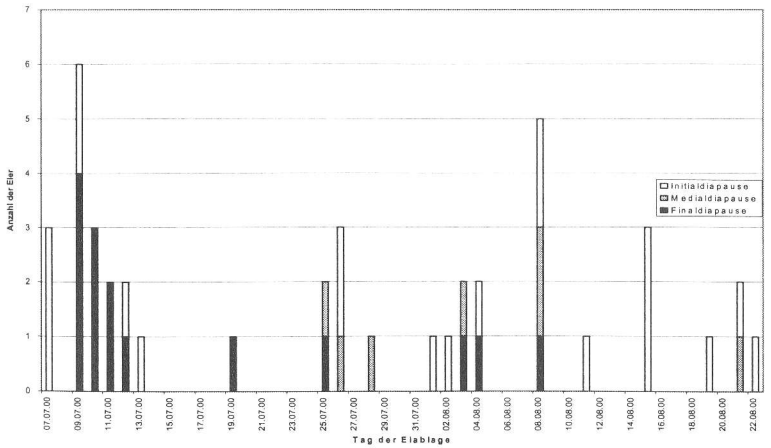

Abb. 7: Entwicklung der Eier des separierten Weibchens B von *B. serricauda*

Anzahl der postembryonalen Entwicklungsstadien von *B. serricauda* und *B. constrictus*

Um die Anzahl der Entwicklungsstadien von *B. serricauda* und *B. constrictus* zu ermitteln, wurde die Posttibia verschiedener Größenklassen gemessen.

Tab. 11: Mittelwerte mit Standardabweichung für die Posttibia der Entwicklungsstadien von *B. serricauda* [mm]

Entwicklungsstadium	1. ES	2. ES	3. ES	4. ES	5. ES	6. ES
Anzahl der Tibien (n)	11	8	8	11	12	10
Mittelwert	4,4	6,06	7,76	9,9	12,29	15,64
Standardabweichung	0,2	0,35	0,12	0,29	0,24	0,21

Tab. 12: Mittelwerte mit Standardabweichung für die Posttibia der Entwicklungsstadien von *B. constrictus* [mm]

Entwicklungsstadium	1. ES	2. ES	3. ES	4. ES	5. ES	6. ES
Anzahl der Tibien (n)	33	46	19	14	28	15
Mittelwert	3,98	5,81	7,61	9,49	11,84	14,81
Standardabweichung	0,04	0,27	0,29	0,47	0,68	0,35

In den Tabellen (11 und 12) sind die gemittelten Längenwerte mit Standardabweichung angegeben. In den Abb. 8 und 9 sind die Mittelwerte der Posttibiamaße von *B. serricauda* und *B. constrictus* aufgetragen. Die Werte für beide Arten unterscheiden sich deutlich.

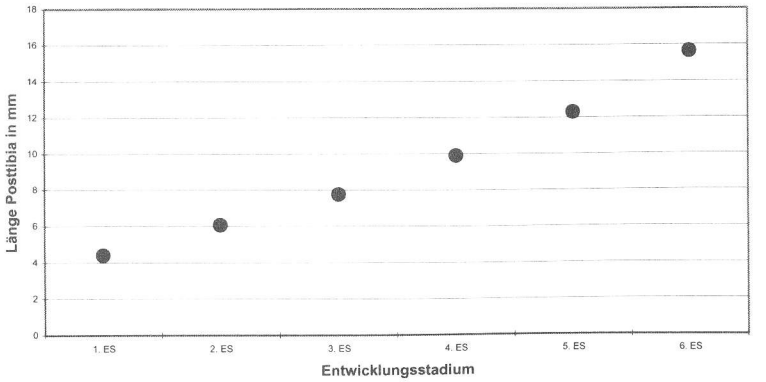

Abb. 8: Gemittelte Länge der Posttibia von *B. serricauda* [mm]

Auch für die Arten *B. yersini* und *B. ocskayi* wurde die Stadienzahl mit 6 bestimmt.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Postembryonale Entwicklungsgeschwindigkeit bei B. serricauda

Im Freiland vergingen 70 Tage vom Erscheinen der ersten bis zum Auftreten des 6. Stadium.

Im Labor (15 °C) entwickeln sich die Tiere etwa genauso schnell wie im Freiland. Im Labor werden vom 6. Stadium bis zur Häutung zum Adultus durchschnittlich 18 Tage benötigt. Im Freiland werden damit vom Schlupf Ende April bis Anfang/Mitte Mai bis zum Erscheinen der Adulten ca. 90 Tage benötigt. Mit den ersten singenden Männchen ist deshalb in Südniedersachsen frühestens zwischen Mitte und Ende Mai zu rechnen.

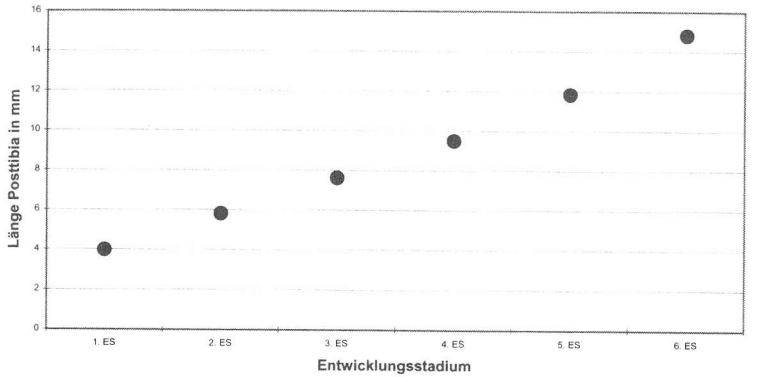

Abb. 9: Gemittelte Länge der Posttibia von *B. constrictus* [mm]

Diskussion

Die erste Angabe einer Art der Gattung *Barbitistes* im Untersuchungsgebiet stammt von ZACHER (1917) als *B. constrictus* mit der Angabe: „ Duderstadt, 10./9. 1894 (DR. BRAUNS Mus. Hamburg), 1 ♀ , das eher zu dieser Art paßt." WEIDNER (1938) stellt das Exemplar nach einer Überprüfung zu *B. serricauda*. Ein weiteres Weibchen von Bad Sachsa (Harz) aus dem Museum Halle dagegen zu *B. constrictus*, da er die Kopfbreite im Verhältnis zum Halsschild für das bessere Unterscheidungsmerkmal hält (vergl. MEINEKE 1990). Nach Literaturangaben wird dagegen das Verhältnis der Pronotumlänge zur Länge des Ovipositors als Unterscheidungsmerkmal der Weibchen beider Arten angegeben. WEIDNER (1938) gibt Meßwerte von Individuen beider Arten von verschiedenen Fundorten an: Erzgebirge, Dresdner Heide, Bad Sachsa und Österreich für *B. constrictus*; Simplon, Niederösterreich, Duderstadt und Passendorfer Wiesen für *B. serricauda*. Während *B. serricauda* ein längeres Pronotum hat als *B. constrictus*, wobei die eigenen Meßwerte mit den Angaben von HARZ (1969) übereinstimmen, gibt WEIDNER (1938) für *B. serricauda* einen längeren Ovipositor an. Diese Meßwerte von WEIDNER (1938) stimmen weder mit den Angaben von HARZ (1969) noch mit den hier vorliegenden Ergebnissen überein. Der Ovipositor von *B. constrictus* ist signifikant länger als der von *B. serricauda*.

Für das Weibchen von Bad Sachsa gibt WEIDNER (1938) 4,1 mm Pronotumlänge und 8,9 mm Länge des Ovipositors an, für das Weibchen von Duderstadt 4,6 mm und 8,9 mm. Daraus ergibt sich ein Verhälnis Halsschild zu Legeröhre von 1: 2,2 (Bad Sachsa) und 1 : 1,9 (Duderstadt). Beide Werte liegen im Variationsbereich von *B. serricauda*. Im Jahr 2002 wurden von einem der Autoren mehrere Exemplare von *B. serricauda* in einem an den Wald grenzenden Garten in Bad Lauterberg gefunden. Dieser Ort am Südharz ist nur 6-7 km von Bad Sachsa entfernt.

Im Gegensatz zu den Angaben von MEINEKE (1990) wird hier davon ausgegangen, dass Vorkommen von *B. constrictus* für den Harz nicht belegt sind.

Wärmebedürfnis von *B. serricauca*

Nach HARZ (1957) und KÖHLER (1988) bevorzugt die Art trockene, warme Lagen im Mittelgebirge. HAFNER & ZIMMERMANN (1998) bezeichnen die Art als heliophile und thermo-mesohygrophile Art. KÖHLER (2001) bezeichnet *B. serricauda* als xerophil bis leicht mesophil.

Nach der Einführung der Erfassung der Männchen mit Hilfe von Detektoren (FROEHLICH & HOLTZEM 1987) hat sich die Zahl der Fundorte in Deutschland erheblich erhöht (FROEHLICH 1994).

In Südniedersachsen wurde die Art auffallend oft als einzige Art in der Kraut und Strauchschicht von Hochwäldern oder an völlig schattigen inneren Waldrändern registriert. Sie kommt damit in Bereichen vor, die selbst für die sonst, was Wärme und Besonnung betrifft, wenig anspruchsvolle *Pholidoptera griseoaptera* nicht geeignet sind. Mit *Meconema thalassinum* wurde die Art an 8 Stellen gemeinsam angetroffen. Nach INGRISCH (1978, 1979) liegt die Vorzugstemperatur von *M. thalassinum* zwischen 24-30 °C. Damit gehört die Art zum kühl-stenothermen Reaktionstyp. Die geringe Nachweiszahl gemeinsamer Vorkommen beider Arten im Untersuchungsgebiet ist sehr wahrscheinlich methodisch bedingt, da nicht ausreichend nach der noch schwerer zu erfassenden *M. thalassinum* gesucht wurde oder die Art sich später bereits in anderen Strata befand.

Wurden im Experiment Tiere im 3. oder 4. Entwicklungsstadium in die Thermokammer bei 15 °C überführt und ihnen die Möglichkeit genommen, sich direkter Sonneneinstrahlung auszusetzen, kam es zur Paarung und Eiablage. Besonders wichtig ist die Sonneneinstrahlung demnach offensichtlich für die ersten Entwicklungsstadien.

Wenn im Frühjahr aufgrund des Temperaturanstiegs der Schlupf beginnt, sind die Baumkronen noch nicht belaubt. Die ersten Entwicklungsstadien können sich somit direkter Sonneneinstrahlung exponieren, die essentiell für eine erfolgreiche Individualentwicklung ist.

Die im Freiland gelungenen häufigen Nachweise an völlig schattigen Stellen in Hochwäldern finden ihre Erklärung in der Tatsache, dass die Individuen in den ersten Lebenswochen etwa ab Ende April bis Anfang Mai die Möglichkeit haben, besonnte Plätze aufzusuchen, da zu diesem Zeitpunkt das Blätterdach der Bäume noch nicht voll ausgebildet ist.

Wenn die Tiere später die Kronenschicht der Bäume erreicht haben, können sie wieder Sonnenplätze einnehmen.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Daraus lässt sich folgern, dass die Art offensichtlich nur phasenweise auf direkte Sonneneinstrahlung angewiesen ist und kein größeres Wärmebedürfnis hat.

Habitatbindung von *B. serricauda*

Nach INGRISCH (1976, 1979) existiert eine Bindung an Eichen-Hainbuchenwälder, die einerseits aus der Bevorzugung von Eichen- und Hainbuchenblättern als Nahrungspflanzen und andererseits aus der Bevorzugung rissiger Rinde (z.B. Eiche) als Eiablagesubstrat resultiert. Die Bindung an einen bestimmten Waldtyp wurde von weiteren Autoren nicht bestätigt. Die Art kommt in Wäldern, an Waldrändern, Brachen und gehölzreichen Heiden vor (MAAS, DETZEL & STAUDT 2002). In Südniedersachsen wurde die Art oft (15 x) in reinen Fichtenwäldern mit wenigen Himbeerbüschen am Wegrand nachgewiesen. Da das Nahrungsspektrum der Art relativ groß ist, kann sie in fast allen Waldtypen vorkommen und sich von den Blättern verschiedener Baum- und Straucharten ernähren. Eine Ausnahme sind die reinen Rotbuchenbestände, in denen sie fehlt. *B. serricauda* kommt zwar in Rotbuchen-Wäldern vor, aber nur an Stellen, wo Strauch- Kraut- und Kronenschicht von anderen Arten gebildet werden. Nahrungspflanze ungeeignet ist. In solchen Wäldern kann die Art über weite Strecken (einige 100 m) fehlen, ist dann aber bei geeigneter Vegetation wieder nachzuweisen.

Eiablagesubstrate von *B. serricauda* und *B. constrictus*

Im Wahlexperiment wurde den Weibchen von *B. serricauda* rissige Borke (Eiche), weiches Totholz und das Kunstprodukt Styropor angeboten. Mit etwa ¾ der Eier wurde Borke eindeutig bevorzugt. Wurden nur weiches Totholz und Styropor angeboten, fand die Eiablage nur in Totholz statt. Borke ist also keine notwendige Voraussetzung für die Existenz von *B. serricauda* in einem Biotop.
B. constrictus wurde rissige Borke und ein Gemisch aus gesiebtem Kompost und Sand angeboten, da HABER (1953) eine Ablage der Eier in den Boden angibt. Auch NIKLAS (1939) nennt den Boden als Eiablagesubstrat. Abgesehen von sehr wenigen Ausnahmen in Borke, wurden die Eier in den Boden abgelegt. HABER (1953) beschreibt sehr ausführlich, dass die Adulti ab der 2. Julihälfte von den Bäumen auf den Boden kommen und dort ihre Eier ablegen. Die Tiere müssen die Gelegenheit haben, sich mit ihren Tarsalkrallen festzuhalten, wenn sie die Legeröhre in den Boden schieben. Im Experiment versuchten sie sich am Gefäßrand festzuhalten. Gelang ihnen das nicht, konnten sie nach mehreren Versuchen auf Borke überwechseln. Mit Sicherheit ist die Eiablage in Borke die absolute Ausnahme. Auch die Arten *B. yersini* und *B. ocskayi* legen die Eier in den Boden ab.

Ausbreitungsverhalten von *B. serricauda*

MAAS, DETZEL & STAUDT (2002) schätzen das Ausbreitungsverhalten der flugunfähigen Art als „mittel" ein und vermuten, dass die Larven wandern. In der vorliegenden Arbeit wurde gezeigt, dass die Vertikalbewegung früh einsetzt und bis in die Kronen der Bäume führt. Dagegen ist die horizontale Ausbreitung gering einzuschätzen, wie die Beobachtung markierter Individuen ergab. Im Landkreis Göttingen ließen sich in einigen isolierten Waldgebieten mit geeigneter Vegetation keine Tiere von *B. serricauda* nachweisen. In einigen Fällen wäre

eine Besiedlung über Hecken möglich, ist aber offensichtlich nicht erfolgt. D
Hauptuntersuchungsgebiet liegt an einer ehemaligen Bahnlinie, die durch ein
Eichen-Hainbuchenwald führt. Nur eine Strecke von ca. 1,5 km führt durch lar
wirtschaftlich genutzte Flächen. Die Ränder sind aber mit geeigneten Futt
pflanzen (Bäume und Sträucher) bestanden. Auf dieser Strecke fehlt
serricauda kommt aber sonst entlang der gesamten Bahnlinie vor, solange die
durch Wald führt. Offensichtlich ist die Waldbindung im Gebiet sehr eng u
selbst kleinere Strecken werden nicht überwunden. Die Art kommt
Rotbuchewäldern oft an über hunderte von Metern voneinander entfernt
Stellen vor. Trotz intensiver Nachsuche wurden in den Zwischenbereichen kei
Tiere gefunden. Die Ausbreitungsfähigkeit wird deshalb als gering eingeschätzt

Nahrungspräferenz von *B. serricauda* und *B. constrictus*

Angaben zu Nahrungspflanzen beider Arten haben in den letzten Jahren sta
zugenommen und Zusammenfassungen lassen sich bei DETZEL (1998) für
constrictus und bei HAFNER & ZIMMERMANN (1998) für *B. serricauda* finden. D
Nahrungspflanzenspektrum beider Arten ist nach den Literaturangaben groß. D
Stratenwechsel von *B. serricauda* wird mit einem Nahrungswechsel in Zusa
menhang gebracht (HAFNER & ZIMMERMANN 1998) Dieser Wechsel der Na
rungspflanzen z. B. von Arten der Krautschicht zu Arten der Strauch oder Bau
schicht müsste dann obligatorisch sein. Die Präferenzversuche in dieser Arb
zeigen jedoch, dass von *B. serricauda* und *B. constrictus* bei einer Aufzucht au
schließlich mit krautartigen Pflanzen die Entwicklung vollendet wird und die F
Generation nach 2 oder 3 Jahren schlüpft. Es hat sich gezeigt, dass eini
Pflanzenarten von den juvenilen und den adulten Exemplaren bevorzugt werd
(Tab. 7), wesentlich wichtiger aber ist, dass andere Arten, vor allem
Rotbuche von *B. serricauda* nicht vertragen werden und die Aufnahme
Nahrung zum Tod der Tiere führt oder die Tiere keine Nahrung aufnehmen u
verhungern. Das Fehlen der Art in reinen Rotbuchebeständen findet so ei
Erklärung. Fichte, Kiefer oder Lärche erwiesen sich als nicht optimale Nahru
für *B. serricauda*, sind aber dennoch geeignete Nahrungspflanzen. Die Versuc
ergaben auch, dass *B. constrictus* nicht auf Nahrungsgehölze angewiesen i
Die beobachtete Bindung an Nadelwälder hat deshalb vermutlich ande
Ursachen.
Für den Stratenwechsel der Arten bietet sich eine andere Erklärung an. Bei
Geschlechter sind bemüht, erhöhte Singwarten zu besetzen und richten si
nach erfolgter akustischer Kontaktaufnahme zum Geschlechtspartner hin au
Am Boden oder in Bodennähe wird die Schallausbreitung durch Reflexion u
Absorption an Boden und Bodenvegetation beeinträchtigt (MICHELS
1978).Vermutlich sind die akustischen Bedingungen in der Kronenschic
günstiger und ursächlich für den Stratenwechsel.

Embryonalentwicklung von *B. serricauda* und *B. constrictus*

INGRISCH & KÖHLER (1998) stufen die Geschwindigkeit der Embryonalentwicklu
von *B. serricauda* als langsam ein. Er stellt für die Art eine Initialdiapause, der
Bedingungen noch nicht geklärt sind, sowie eine Finaldiapause beim vollständ
entwickelten Embryo (Stadium 23/24) fest. Eine Medialdiapause fehlt bei *B. se*

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

cauda. Nach INGRISCHS (1986a) Einteilung der Schlupftypen fällt *B. serricauda* mit zwei bis dreijähriger Entwicklung im Freiland unter die Kategorie 3.
Unter Langtagbedingungen werden von den meisten Tettigoniidae Eier abgelegt, die sich direkt entwickeln. Unter Kurztagbedingungen hingegen fallen die Embryonen in Initialdiapause. Bei *Tettigonia caudata* wurde von INGRISCH (1986b) ein Zusammenhang zwischen Alter des Weibchens und der Entwicklung der Eier festgestellt: junge Weibchen legen Eier ohne Initialdiapause; sind die Weibchen älter als 2 Wochen legen sie bis an ihr Lebensende Eier mit Initialdiapause. Die Diapausestadien sind eine Anpassung sich langsam entwickelnder Spezies an ungünstige Klimate. Die Diapause wird kontrolliert durch die Photoperiode, Feuchtigkeit und Temperatur.
Bei der vorliegenden Untersuchung hatten alle Eier während der Versuchsdauer die Möglichkeit, Wasser aufzunehmen, so dass der Faktor Feuchtigkeit keinen Einfluss auf die Entwicklung hatte. Die Photoperiode hat grundsätzlich keinen signifikanten Einfluss auf die Embryonalentwicklung (HELFERT 1980). Die Temperatur war unter den gegebenen Versuchsbedingungen der einzig relevante Parameter, welcher in den Versuchsreihen variiert wurde.
Da die Eier sich nur bis zu einem bestimmten Ablagedatum zur Finaldiapause entwickeln können, muss der Faktor Licht eine ausschlaggebende Rolle spielen (INGRISCH 1986b). Nach HELFERT (1980) ist eine Beeinflussung von Manifestation und Intensität der Diapause durch die photoperiodischen Aufzuchtsbedingungen der Parentalgeneration gegeben und für die unterschiedliche Entwicklungszeit der von ihr untersuchten Tettigoniidenarten (neben der Temperatur) mitverantwortlich. Maßgeblich ist dabei die Tageslänge, unter der Ovogenese und Eiablage erfolgt sind. Dennoch scheinen weitere Faktoren, unabhängig von den Umweltbedingungen, die Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier zu beeinflussen: nicht alle Eier, die bei 25 °C inkubiert und bis zum Ende der ersten Augustdekade abgelegt wurden, erreichten die Finaldiapause, sondern befanden sich zum Teil in der Initial- oder Medialdiapause.
In der vorliegenden Untersuchung wurde für *B. serricauda* auch eine Medialdiapause festgestellt. Initial- und Medialdiapausestadium sind offensichtlich nicht im gleichen Maße durch den Lichtfaktor bestimmt wie das Finaldiapausestadium. Sie traten bei sämtlichen Tieren über den gesamten Eiablagezeitraum auf. Kurztagbedingungen haben keinen Einfluss auf das Auftreten von Initial- und Medialdiapausestadien. Auch das Alter der Tiere scheint für die Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier keinen ausschlaggebenden Faktor darzustellen. Unabhängig vom Alter der Tiere traten Eier in der Initial- und Medialdiapause unregelmäßig nebeneinander auf. Da die separierten Weibchen und deren abgelegte Eier jeweils den gleichen Umweltbedingungen ausgesetzt waren, müssen endogene Faktoren maternellen Ursprungs die Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier beeinflussen. Darauf deutet auch hin, dass mehrere zum gleichen Zeitpunkt abgelegte Eier eines Weibchens eine unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeit aufwiesen. Da sich auch nach einer Kälteperiode die Eier mit unterschiedlicher Geschwindigkeit entwickeln, scheint der maternelle Einfluss vermutlich der wesentliche Faktor für die individuelle Entwicklungsdauer zu sein, der lediglich durch den Faktor Temperatur moduliert werden kann: sowohl Initial- als auch Medialdiapause können von einigen Individuen unter günstigen klimatischen Bedingungen übersprungen werden, während eine oder auch beide Diapausestadien für andere Individuen obligat sind. Nur in der Finaldiapause verharren alle Embryonen nach einer Wärmebehandlung. Auf individuelle Unterschiede in der embryonalen Entwicklungsgeschwindigkeit wiesen schon HELFERT (1980), INGRISCH (1986b), HARTLEY (1990) hin.

Weibliche Tiere sind etwa eine Woche nach der Häutung zum adulten Tier fähig zur Paarung, Männliche schon nach 1-3 Tagen. Die Eiablage der Weibchen beginnt unter Laborbedingungen frühestens acht Tage nach der Verpaarung und endet ca. eine Woche vor dem Tod des Tieres.
Da im Freiland die ersten Adulti in den meisten Jahren ab Mitte Juli erscheinen, kann die Eiablage erst Ende Juli/Anfang August beginnen. Die Zeitspanne im Jahr der Eiablage, in der eine Entwicklung möglich ist, sowie der späte Ablagezeitpunkt lassen in den kühl-gemäßigten Breiten eine Entwicklung bis zur Finaldiapause nicht zu. Hier liegt in der Regel eine zwei- bis dreijährige Entwicklung vor. In wärmeren Gebieten mit entsprechend schnellerer Entwicklung könnte unter extrem günstigen Witterungsbedingungen auch ein einjähriger Entwicklungszyklus auftreten.
Für Polen gibt HABER (1953) einen 2-jährigen Entwicklungszyklus an, vermutet aber, dass in besonders warmen Jahren auch schon ein Schlupf im Folgejahr möglich wäre. In den Jahren von 1921 bis 1945 war *B. constrictus* alle zwei Jahre häufig. Bei den vorliegenden Untersuchungen entwickelten sich die Eier der Art in zwei- bis dreijährigem Zyklus, wie bei *B. serricauda*.

Dormanz in der Embryogenese

Die hier vorliegenden Ergebnisse zur Entwicklung von *Barbitistes serricauda* können die Ergebnisse zur Dormanz von INGRISCH & KÖHLER (1998) ergänzend bestätigen. Zwei der drei hier festgestellten Diapausestadien erfüllen allerdings nicht die Definition einer Diapause i.e.S. nach MÜLLER (1992), da der Auslöser einer Diapause i.e.S. immer die Photoperiode sein muss, die Länge jedoch durch eine Periode niedriger Temperatur determiniert wird. Bei *B. serricauda* fallen einige Eier aus nicht erkennbaren Gründen in eine Initialdiapause. Sie entwickeln sich dann erst nach einer Kältebehandlung weiter. Andere, zum Teil von demselben Tier an demselben Tag abgelegte Eier können sich zur Medial- oder Finaldiapause entwickeln. Die Medialdiapause kann von den Embryonen, die bis zur Finaldiapause gelangen, völlig übersprungen werden. Andere Eier verharren in der Medialdiapause. Nach der Kältebehandlung weisen sowohl Eier, die sich in der Initial- als auch in der Medialdiapause befinden, unter gleichen Umweltbedingungen eine unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeit auf. Lediglich die Finaldiapause scheint ein obligatorisches Ruhestadium für die Embryonen zu sein, die sich bis zum 23./24. Stadium entwickelt haben, da sie selbst bei günstigen Umweltbedingungen nicht schlüpfen. Hierbei könnte es sich um eine Parapause handeln, wie sie von HELFERT (1980) schon bei Tettigoniidae gefunden wurde.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Anzahl der postembryonalen Entwicklungsstadien von *B. serricauda* und *B. constrictus*

INGRISCH (1977) geht bei der gesamten Gattung Barbitistes von 5 Stadien aus. Auch für *B. serricauda* gibt er 5 [bzw. 5-(6) Entwicklungsstadien an (INGRISCH & KÖHLER 1998)], obwohl ihm bei seiner Untersuchung nicht alle Stadien zur Verfügung standen. HABER (1953) stellt für *B. constrictus* 5 Entwicklungsstadien fest, hat in seiner Messreihe allerdings aufgrund der zu langen Zeiträume zwischen den Messungen ein Stadium (das 2.) übersehen.
Nach den vorliegenden Ergebnissen verläuft die Entwicklung sowohl bei *B. serricauda* wie auch bei *B. constrictus* über sechs Stadien. Eine Entwicklung über sechs Stadien kann für alle Arten der Gattung Barbitistes angenommen werden, da auch *B. yersini* und *B. ocskayi* eine Entwicklung über sechs Stadien durchlaufen, wie wir nachweisen konnten.

Entwicklungsgeschwindigkeit von *B. serricauda*

Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Tiere war im Freiland etwa so hoch wie in einer Thermokammer bei 15 °C. Bei den in der Thermokammer aufgezogenen Tieren kam es jedoch weder zu Stridulation bei den Männchen noch zur Paarung und Eiablage. Diese Tiere hatten keine Möglichkeit, gezielt Besonnung aufzusuchen.
Wurden die Tiere jedoch erst im 3. oder 4. Entwicklungsstadium in die Thermokammer bei 15 °C überführt und ihnen die Möglichkeit genommen, sich direkter Sonneneinstrahlung auszusetzen, kam es zur Paarung und Eiablage. Besonders wichtig ist die Sonneneinstrahlung demnach für die ersten Entwicklungsstadien.
Wenn im Frühjahr die Embryonen im Finaldiapausestadium aufgrund des Temperaturanstiegs schlüpfen, sind die Baumkronen noch nicht belaubt. Die ersten Entwicklungsstadien können sich somit direkter Sonneneinstrahlung exponieren, die essentiell für eine erfolgreiche Individualentwicklung ist.
Im Freiland gelangen Nachweise in schattigen Hochwäldern. Diese Individuen haben in den ersten Lebenswochen etwa ab Ende April bis Anfang Mai die Möglichkeit, besonnte Plätze aufzusuchen, da zu diesem Zeitpunkt das Blätterdach der Bäume noch nicht voll ausgebildet ist.

Danksagung

Wir danken Frau Ch. Förster und Frau G. Vogel für die Betreuung der Zuchten und die Auszählung der Fraßflächen.

Verfasser:
Dr. Jochen Gottwald
Christian Richter
Matthias Wörner
Institut für Zoologie und Anthropologie
Der Universität Göttingen
Berliner Str. 28
37073 Göttingen
jgottwa@gwdg.de

Literatur

BELLMANN, H. (1985): Heuschrecken beobachten- bestimmen. (Neumann-Neudamm), 1. Aufl., Melsungen; 216 S.

BELLMANN, H. (1993): Heuschrecken beobachten- bestimmen. (Naturbuch Verlag), 2. Aufl., Augsburg; 349 S.

DETZEL, P. & DÖLER, H.-P. (1990): Heuschreckenvorkommen im Oberen Donautal, Verbreitung – Bewertung – Schutz. – Articulata 5(2): 13-29.

DETZEL, P. (1998): Barbitistes constrictus. In: DETZEL, P.(Hrsg.): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. (Ulmer), Stuttgart; 204-206.

FROEHLICH, C. (1994): Analyse der Habitatpräferenzen von Heuschreckenarten (Orthoptera: Saltatoria) in einem Mittelgebirgsraum unter Berücksichtigung regionaler Differenzierungen. - Articulata Beiheft 4: 1-176.

FROEHLICH, C. & HOLTZEM. E. (1987): Neue Methoden zum Auffinden und Bestimmen vonn Heuschrecken (Saltatoria) im Freiland. - Z. f. angew. Zool. 74(4): 501-503.

HABER, A. (1953): Opaślik sosnowiec *Barbitistes constrictus* Br. Watt. (Locustidae Orth.). - Ministerstwo Leśnictwa Instytut Badawczy Leśnictwa.

HAFNER, A. (1991): Missen im Landkreis Calw (1) – Floristisch-faunistische Erhebungen im „Heselwasen".). – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 62: 1-123.

HAFNER, A. (1993): Heuschrecken der Oberreichenbacher Missen und deren Einnischung (Nordschwarzwald). In: Missen im Landkreis Calw (2). – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 73: 435-448.

HAFNER, A. & ZIMMERMANN, P. (1998): *Barbitistes serricauda* (Fabricius, 1798). In: DETZEL, P.(Hrsg.): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. (Ulmer), Stuttgart; 207-213.

HARTLEY, J. C. (1990): Egg biology of the Tettigoniidae. In: BAILEY, W. J. & D. C. F. RENTZ (eds): The Tettigoniidae: Biology, Systematics and Evolution. (Springer). Berlin et al.; 41-70.

HARZ, K.(1957): Die Geradflügler Mitteleuropas. (Gustav Fischer), Jena; 494 S.

HARZ, K.(1969): Die Orthopteren Europas I (Unterord. Ensifera). (Dr. W. Jung N. V.), Den Haag; 749 S.

HELFERT, B.(1980): Die regulative Wirkung der Photoperiode und Temperatur auf den Lebenszyklus ökologisch unterschiedlicher Tettigoniiden-Arten (Orthoptera, Saltatoria). 2. Teil: Embryogenese und Dormanz der Filialgeneration. - Zool. Jb. Syst., Jena 107: 449-500.

INGRISCH, S. (1976): Vergleichende Untersuchungen zum Nahrungsspektrum mitteleuropäischer Laubheuschrecken (Saltatoria: Tettigoniidae). - Entomolog. Zeitschrift, 86. Jg. Nr. 20: 217-224.INGRISCH, S. (1977): Beitrag zur Kenntnis der Larvenstadien mitteleuropäischer Laubheuschrecken (Orthoptera: Tettigoniidae). - Z. f. angew. Zool. N. F. 64: 459-501.

INGRISCH, S. (1978): Zum Verhalten mitteleuropäischer Laubheuschrecken (Orthoptera: Tettigoniidae) in Temperatur- und Feuchtegradienten sowie gegenüber visuellen Reizen. – Dtsch. Ent. Z., N. F. 25: 349-360.

INGRISCH, S. (1979): Experimentell-ökologische Freilanduntersuchungen zur Monotopbindung der Laubheuschrecken (Orthoptera: Tettigoniidae) im Vogelsberg. – Beitr. Naturkde. Osthessen 15: 33-95.

INGRISCH, S. (1984): Embryonic development of *Decticus verricuvorus* (Orthoptera: Tettigoniidae). - Entomol. Gener. 10: 1-9.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/
INGRISCH, S. (1986a): The plurennial life cycles of the European Tettigoniidae (Insecta: Orthoptera). 1. The effect of temperature on embryonic development and hatching. - Oecologia 70: 606-616.

INGRISCH, S. (1986b): The plurennial life cycles of the European Tettigoniidae (Insecta: Orthoptera). 2. The effect of photoperiod on the induction of an initial diapause. - Oecologia 70: 617-623.

INGRISCH, S. (1988): Wasseraufnahme und Trockenresistenz der Eier europäischer Laubheuschrecken (Orthoptera: Tettigoniidae). – Zool. Jb. Physiol. 92: 117-170.

INGRISCH, S. & KÖHLER, G.(1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. (Westarp Wissenschaften), Magdeburg; 460 S.

KÖHLER, G. (2001): Fauna der Heuschrecken Ensifera et Caelifera) des Freistaates Thüringen. In: Naturschutzreport 17.

KÖHLER, G. (1988): Zur Heuschreckenfauna der DDR – Artenspektrum, Arealgrenzen, Faunenveränderung (Insecta: Orthoptera: Saltatoria). – Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden 16: 1-21.

MAAS, S., DETZEL, P. & STAUDT, A. (2002): Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands. (Bundesamt für Naturschutz), Bonn-Bad Godesberg; 399 S.

NIKLAS, O.-F. (1939): Die Nadelwald-Heuschrecke (*Barbitistes constrictus* BR.) und ihre Lebensgewohnheiten. - Natur und Volk 69: 465-468.

MEINEKE, T. (1990): Kritische Sichtung der Literaturangaben zur Geradflügler-Fauna des Naturraumes Harz (Orthoptera, Dictyoptera, Dermaptera). – Göttinger Naturkundl. Schriften 2: 17-39.

MICHELSEN, A. (1978): Sound reception in different environments. In: ALI, A. (ed.):Sensory Ecology, Review and Perspectives. (Plenum Press), New York; 345-373.

MÜLLER, H. J. (1992): Dormanz bei Arthropoden. (Gustav Fischer), Jena; 298 S.

RAMME, W. (1920): Orthopterologische Beiträge. – Archiv f. Naturgeschichte Abt. A, 86(12): 81-166.

STUMPNER, A & MEYER, S. (2001): Songs and the function of song-elements in four duetting bushcricket species (Ensifera, Phaneropteridae, Barbitistes). - J Insect Behav 4:511-534.WEIDNER, H. (1938): Die Geradflügler (Orthoptera und Blattoidea) Mitteldeutschlands. - Z. f. Naturwiss. 92. 123-181.

WEIDNER, H. (1940): Nachträge zur Orthopterenfauna Mitteldeutschlands. – Ztschr. Naturwiss. 94: 123-181.

ZACHER, F. (1917): Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. (Gustav Fischer), Jena; 287 S.

ZIMMERMANN, P. & HAFFNER, A. (1991): Neufunde der Laubholz-Säbelschrecke *Barbitistes serricauda* in Baden-Württemberg. - Carolinea 49: 136-138.

ZIMMERMANN, P. (1993): Verbreitung der Heuschrecken in den Missen des Landkreises Calw. In: Missen im Landkreis Calw (2). – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 73: 235-278.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Articulata - Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V. DGfO

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: 17_2_2002

Autor(en)/Author(s): Gottwald Jochen, Richter Christian, Wörner Matthias

Artikel/Article: Habitatwahl, Nahrungswahl und Entwicklung von B. serricauda (FABRICIUS, 1798) und B. constrictus Brunner von WATTENWYL, 1878 (Phaneropterinae) 51-78