

Geradflügler (Dermaptera, Blattoptera, Saltatoria) und ihre Mobilität im Kronendach eines mitteleuropäischen Mischwaldes – Beobachtungen aus einer Krangondel

Roman Asshoff und Erwin Amstutz

Abstract

The Orthopteran fauna of a representative Central European deciduous forest canopy is described using the Swiss Canopy Crane (SCC) at Hofstetten (canton Solothurn, Switzerland). A total of seven species (*Chelidurella guentheri*, *Ectobius sylvestris*, *Barbitistes serricauda*, *Leptophyes punctatissima*, *Meconema meridionale*, *Meconema thalassinum*, *Tetrix subulata*), nymphs as well as adults, were found on different tree species. Most Orthopteran species were observed on *Carpinus betulus*, *Quercus* sp. and *Tilia platyphyllos*, with significantly less abundance on *Fagus sylvatica*. The most abundant Orthoptera found was *M. thalassinum*, followed by *M. meridionale*, *C. guentheri*, and *B. serricauda*. We did not find a significant correlation between tree height and grasshopper abundance, suggesting that bush-crickets are not bound to a certain canopy area. A different distribution in the canopy of males and females of *Meconema* sp. during the vegetation period suggests that there is a sex-specific mobility. Stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$) studies revealed that there is a highly significant correlation between *Meconema* L1/2-larvae with the leaf tissue on which the bush-cricket was found, suggesting that young larvae of *Meconema* and their prey are not very mobil. This correlation vanished when comparing leaf tissue with adult *Meconema* individuals. Hence, we conclude, that *Meconema* imagos have a certain horizontal mobility in a forest canopy while larvae stay on the trees where they hatched.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel beschreiben wir die Orthopterenfauna eines typischen europäischen Mischwaldes. Wir nutzten hierzu den Swiss Canopy Crane (SCC) bei Hofstetten (Solothurn, Schweiz), der einen leichten Zugang in die Kronenregion ermöglicht. Von den sieben gefundenen Orthopterenarten waren die Eichenschrecken *Meconema meridionale* und *Meconema thalassinum* am häufigsten. Bei den vier untersuchten Baumarten wurden *Carpinus betulus*, *Quercus* sp. und *Tilia platyphyllos* bevorzugt besiedelt, wohingegen *Fagus sylvatica* weitgehend gemieden wurde. Mit Hilfe stabiler Isotope ($\delta^{13}\text{C}$) versuchten wir Rückschlüsse auf die Mobilität der Eichenschrecken im Kronendach zu gewinnen. Es zeigte sich, dass Larven (L2) weitgehend ortstreu sind, was bei adulten Tieren nicht mehr der Fall war.

Einleitung

In der Biodiversitätsforschung wird den Kronendächern ein immer grösseres Gewicht beigemessen (OZANNE et al. 2003).

Arbeiten über Orthopteren liegen zwar aus tropischen Regenwäldern vor (z.B. FLOREN et al. 2001), fehlten aber bislang für Mitteleuropa, da hier die Zahl der in Baumkronen lebenden Arten sehr gering ist. Hier liegen die Schwerpunkte insektenbezogener Kronendachforschung auf dominanteren oder artenreicheren Taxa (SCHUBERT 1998, FLOREN & SCHMIDL 1999, KRAUS & FLOREN 2002). Zudem existierte die Möglichkeit, ein ganzes Kronendach mit unterschiedlichsten Baumarten der Forschung zugänglich zu machen, bislang noch nicht. Eine solche ist der auf verschiedenste Forschungsfragen ausgerichtete Swiss Canopy Crane (SCC), mit einem Schwerpunkt auf der CO₂-Forschung (KÖRNER 2000, PEPIN & KÖRNER 2002). So konnte z.B. in einer Studie über die Arthropodenfauna im Kronendach gezeigt werden, dass die Insekten-Diversität auf Bäumen, die einer erhöhten CO₂-Konzentration ausgesetzt sind, insgesamt geringer ist, dieses Muster aber Frassgilden spezifisch ist (ALTERMATT 2003). Unabhängig von der CO₂-Forschung bietet der SCC hier eine einmalige Gelegenheit, die Orthopterenfauna eines Mischwaldes genauer unter die Lupe zu nehmen. Auch wenn man aufgrund verschiedener Fang- (z.B. Farbschalen, Photoelektoren) und Erfassungsmethoden (Ultraschall-Detektor), durchaus um das Vorkommen von Orthopteren an Bäumen weiss (VORWALD 1996, SCHLUMPRECHT & STRÄTZ 1999, KÖHLER 2000, KÖHLER & RENKER 2001), so fallen diese Arten augenscheinlich nur bei Massenvermehrungen auf und werden dann thematisiert (z.B. NOLTE 1939, THORENS & ANTOGNOLI 1996, ASSHOFF et al. 1999). Im vorliegenden Artikel wird dargestellt, welche Orthopteren in einem repräsentativen mitteleuropäischen Mischwald nachgewiesen wurden und auf welchen Baumarten sie bevorzugt anzutreffen waren. Es wird ferner die Frage gestellt, wie mobil diese Arten im Kronendach sein können.

Material und Methode

Die Versuchsfläche liegt bei Hofstetten (15 km südlich von Basel, Kanton: Solothurn, Schweiz) in einer Höhe von 550 m ü.NN. Der hier aufgestellte Kran (SCC) hat einen Drehbereich von 60 Metern und gewährt mit Hilfe einer Gondel Zugang zu etwa 70 Bäumen (ca. 80 Jahre alt) von 35 bis 38 Meter Höhe (Abb. 1). Der mit dem Kran erreichbare Teil des Mischwaldes repräsentiert mit 11 Baumarten das typische europäische Artenspektrum: (*Fagus sylvatica*) (14 Bäume), *Quercus petraea* (13), *Quercus robur* (3), *Carpinus betulus* (11), *Tilia platyphyllos* (3), *Acer campestre* (4), *Prunus avium* (3), *Larix decidua* (13), *Picea abies* (9), *Pinus sylvestris* (5) und *Abies alba* (1) (KÖRNER 2000). Weitere Arten in unmittelbarer Nachbarschaft sind *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* und *Sorbus aria*. Auch eine reiche Bestand von *Hedera helix* bis in die höchsten Kronen zählt zur Gehölzflora. Im Rahmen von am SCC durchgeführten Arbeiten achteten die Verfasser in den Jahren 2002 und 2003 eher beiläufig auch auf die Orthopterenfauna dieses Mischwaldes. Die Zahl der im Laufe des Arbeitstages gesichteten Orthopteren wurde notiert, zum Teil auch nur abgeschätzt, da einzelne Heuschre-

cken-Individuen wohl auch mehrfach an einem Ast sitzend beobachtet wurden (zu verschiedenen Tageszeiten). Zudem sind einige Tiere auch nur aus der Gondel heraus "im Vorbeifahren" wahrgenommen worden. Diese Beobachtungen besitzen somit eher Zufalls-Charakter und sind statistisch nicht auszuwerten. Aufgrund dessen wurden an zwei Terminen im Jahre 2003 (30. Mai und 19. August) systematisch mit einem Klopfschirm an jeweils zwei bis drei Ästen pro Baum Insekten im oberen Kronendachbereich gesammelt, hierunter auch Orthopteren. Das Insektensammeln beschränkte sich auf die häufigeren Baumarten im Bestand: *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Quercus* sp. und *Tilia platyphyllos*. An beiden Terminen wurden jeweils 27 Bäume beprobt. Die am 30. Mai gesammelten Larven wie auch die am 19. August gefundenen Imagines (vorwiegend *Meconema*) wurden aussortiert, getrocknet und für die Bestimmung des $\delta^{13}\text{C}$ -Gehaltes im Massenspektrometer verwendet. Von den Imagines wurden Geschlecht und Postfemurlängen bestimmt. Die Massenspektrometer-Analysen fanden am Paul-Scherrer-Institut (CH-Villigen) statt (zur genauen Methode/Funktionsweise und Fragestellungen, vgl. u.a. SAURER et al 1997, SIEGWOLF et al. 2001). In unserer Studie stand die Frage im Mittelpunkt, ob es einen Zusammenhang zwischen dem $\delta^{13}\text{C}$ -Gehalt der Heuschrecke und dem $\delta^{13}\text{C}$ -Gehalt des Baumes (Laub), auf dem sie gefunden wurde, gab. Mit Hilfe dieser Methode erhofften sich die Autoren, Aussagen über die Mobilität der Eichenschrecken treffen zu können.

Ergebnisse

Artenspektrum und bevorzugte/gemiedene Baumarten

Insgesamt acht Orthopterenarten in verschiedenen Entwicklungsstadien konnten in den Jahren 2002 und 2003 im Kronendach nachgewiesen werden. Die am häufigsten beobachtete Art war *Meconema thalassinum*, gefolgt von *Meconema meridionale*, *Chelidurella guentheri*, *Barbitistes serricauda* und *Ectobius sylvestris*. *Leptophyes punctatissima*, *Tettigonia viridissima* und *Tetrix subulata* wurden nur als Einzeltiere gefunden (Tab. 1). Insgesamt sind die meisten Funde auf den Baumarten *Tilia*, *Carpinus* und *Quercus* erzielt worden; auf der bestandsdominierenden Rotbuche (*Fagus*) wurden am wenigsten Orthopteren gefunden wurden.

Zum Sammeltermin am 30. Mai 2003 fanden sich ausschliesslich *Meconema*-Larven, die im untersuchten Kronendach bevorzugt auf *Tilia*- und *Carpinus*-Bäumen (100% aller Baumindividuen besetzt), relativ häufig auch noch auf *Quercus* (71%) und am seltensten auf *Fagus* (50%) saßen. Auf *Tilia* konnten signifikant mehr Individuen als auf *Quercus* oder *Fagus* (beide $P = 0.03$) nachgewiesen werden, während der Vergleich von *Carpinus* mit *Tilia*, *Quercus* und *Fagus* nicht signifikant ist. Auch die höchste Individuenzahl von *Meconema*-Larven fand sich auf *Tilia* (19) und *Carpinus* (21). Dieses Muster blieb bei *Meconema*-Imagines erhalten (19. August 2003), auch wenn die Gesamtzahl der gefundenen Tiere sich deutlich verringerte und die Präsenz auf *Carpinus* diesmal geringer als auf *Quercus* war (Tab. 1). Interessanterweise wurden Mitte August nur Weibchen sowohl von *M. thalassinum* als auch *M. meridionale* im Kronendach gefunden. Dagegen war bei genauer bestimmten L1/2-Larven auch männliche Tiere zu finden (30.05.03, Tab. 2). Ein Männchen von *M. meridionale* fand

sich erst wieder am 14.10.03 im Kronendach. Eine lineare Regression mit der Anzahl von *Meconema*-Individuen (Larven) pro Baum gegen die Baumhöhe (25 bis 35 Meter) ergab keinen Zusammenhang ($R^2 = 0.00$, $P = 0.69$).

Tab. 1: Liste der nachgewiesenen Orthopteren im Kronendach eines Mischwaldes bei Hofstetten/Schweiz in den Jahren 2002 und 2003 (Zufallsbeobachtungen und Sammeltermine 30.05. und 19.08. 2003). L: Larven, I: Imagines.

Art	Baumart	Status	Zeit	Σ Individuen
<i>Chelidurella guentheri</i>	<i>C. betulus</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>T. platyphyllos</i>	L 4	– August	9
<i>Ectobius sylvestris</i>	<i>Q. petraea</i>	L	– August	3
<i>Barbitistes serricauda</i>	<i>C. betulus</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>T. platyphyllos</i> , <i>Picea abies</i> (c.f.)	L 2/3	I Mai (L), Juli– August (I)	7
<i>Leptophyes punctatissima</i>	<i>Q. robur</i>	–	I August	1
<i>Meconema meridionale</i>	<i>C. betulus</i> , <i>F. sylvatica</i> , <i>T. platyphyllos</i>	L 1/2	I Mai (L), Juli– September (I)	ca. 10*
<i>Meconema thalassinum</i>	<i>F. sylvatica</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>T. platyphyllos</i> , <i>P. avium</i>	L 1/2	I Mai (L), Juli– September (I)	ca. 40*
<i>Tettigonia viridissima</i>	<i>C. betulus</i>		I August	1
<i>Tetrix subulata</i>	<i>T. platyphyllos</i>	–	I Juni	1

* *Meconema*-Larvenfunde vom 30. Mai 2003 nicht berücksichtigt, da nicht auf Artebene bestimmt.

Die Postfemora war bei *M. thalassinum* im Vergleich zu *M. meridionale* signifikant kleiner (9.6 ± 0.5 zu 11.4 ± 1.3 , $P = 0.007$, vgl. INGRISCH 1977).

Von den 12 gefundenen *Meconema*-Individuen gehörten fünf (42%) zu *M. meridionale* und sieben (58%) zu *M. thalassinum* (19.08.2003).

Betrachtet man die Individuenzahlen und die Geschlechter-Verteilung der anderen nachgewiesenen Orthopteren zeigt sich, dass beim Waldohrwurm, in abnehmender Häufigkeit auf *Carpinus*, *Quercus* und *Tilia* (nicht auf *Fagus*) vorkommend, überwiegend nur männliche Individuen gefunden (78%) wurden.

Die Laubholz-Säbelschrecke (*B. serricauda*, Abb. 2) wurde sowohl als Larve als auch Imago im Kronendach nachgewiesen, allerdings in sehr geringer Anzahl. Die meisten Beobachtungen wurden auf *Carpinus* erzielt; hier wurde diese Art aber meist nur als Einzeltier erfasst. Daneben fanden sich auch in Bodennähe (1 m Höhe) zwei L1/2-Larven auf *Carpinus* (2. Mai 2003). Am 30 April 2004 konnte eine L2-Larve in selber Höhe auf *Acer* sp. beobachtet werden.

Eine adultes Weibchen von *Tettigonia viridissima* konnte vom Zweitautor dann erstmals am 10. August 2004, auf *Carpinus* sitzend, nachgewiesen werden.



Abb. 1: Blick über die Versuchsfläche mit dem Forschungskran (SCC), Foto: C. Körner.



Abb. 2: *Barbitistes serricauda* auf Hainbuche in 35 Meter Höhe sitzend (Sommer 2001), Foto: P. Cezch.

Tab. 2: Orthopteren-Verteilung in einem Mischwald bei Hofstetten/Schweiz an den zwei Sammelterminen (30.5.2003 und 19.08. 2003).

Meconema (L1/2)						
Baumgattung	Bäume (n)	Höhe (m)	Präsenz	Präsenz (%)	Σ Individuen	Individuen/Baum
<i>Carpinus</i>	7	21–30	7	100	21	0.3
<i>Tilia</i>	3	27–35	3	100	19	1.3
<i>Quercus</i>	7	25–29	5	71	8	0.6
<i>Fagus</i>	10	25–36	5	50	14	0.2
Meconema (Imagines)						
Baumgattung	Bäume (n)	Höhe (m)	Präsenz	Präsenz (%)	Σ Individuen	Individuen/Baum
<i>Tilia</i>	3	27–35	3	100	4	1.3
<i>Quercus</i>	7	25–29	4	57	4	0.6
<i>Carpinus</i>	7	21–30	2	29	2	0.3
<i>Fagus</i>	10	25–36	1	10	2	0.2
Chelidurella guentheri (L4)						
Baumgattung	Bäume (n)	Höhe (m)	Präsenz	Präsenz (%)	Σ Individuen	Individuen/Baum
<i>Carpinus</i>	7	21–30	3	43	5	0.7
<i>Tilia</i>	3	27–35	1	33	1	0.3
<i>Quercus</i>	7	25–29	2	29	2	0.3
<i>Fagus</i>	10	25–36	0	0	0	0.0

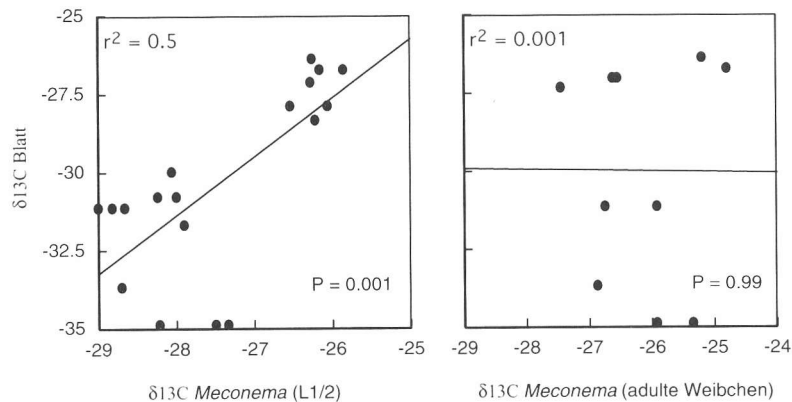


Abb. 3: Korrelation des $\delta^{13}\text{C}$ -Gehaltes des Blattes mit dem $\delta^{13}\text{C}$ -Gehalt der darauf gefundenen *Meconema*-Individuen.

δ 13C Studie

Der $\delta^{13}\text{C}$ Gehalt der L1/2-*Meconema*-Larven korreliert gut mit dem $\delta^{13}\text{C}$ -Gehalt der Blätter jener Bäume, auf denen die Heuschrecken gefunden wurden ($P = 0.001$). Diesen Zusammenhang findet man allerdings nicht mehr bei den weiblichen Imagines ($P = 0.99$) (Abb. 3).

Diskussion

Das Artenspektrum im Kronendach des untersuchten Mischwaldes entspricht weitgehend den Erwartungen. Allerdings wäre noch mit dem Vorkommen von *Forficula auricularia*, *Pholidoptera griseoptera* oder der Bernstein-Waldschabe (*Ectobius vittiventris*) zu rechnen gewesen (GHARADJEDAGHI 1994, KÖHLER 2000, BAUR et al. 2004). Auch *Leptophyes punctatissima* würde bei gezielter Suche wohl häufiger im Kronendach zu finden sein. Alle hier genannten Orthopteren sind im untersuchten Gebiet regelmäßig anzutreffen (THORENS & NADIG 1997), auch wenn sie noch nicht in der unmittelbaren Baumkrone beobachtet wurden.

Die beiden zoophagen *Meconema*-Arten sind schon auf einer Vielzahl von Baumarten nachgewiesen worden, wobei den *Quercus*-Arten wohl die grösste Bedeutung zukommt (HEIDEMANN 1979, FROELICH 1990, OSCHMANN 1991, KÖHLER 2000). Zeitlich stimmt das Auftreten von *Meconema*-L1-Larven zu Mitte/Ende Mai mit Angaben bei KÖHLER (2000) überein. So fanden sich in von J. Weipert installierten Stammeklektoren an einer einzeln stehenden Eiche in Thüringen fast ausschliesslich L1- und L5-Larven, während die Stadien dazwischen fehlten. Es ist davon auszugehen, auch wenn das in vorliegender Studie nicht genau dokumentiert werden konnte, dass sich die Larven wohl die meiste Zeit im Kronendach aufhalten (vgl. VORWALD 1996). GHARADJEDAGHI (1994) fand Ende Mai Junglarven in Stammeklektoren und im August dann erst wieder ein Vielzahl von Imagines (mit einem höheren Männchen-Anteil). Die Fänge von Larven waren insgesamt aber gering. Interessant ist die Beobachtung, dass Ende August ausschliesslich adulte Weibchen im Kronendach auftreten, was möglicherweise auf eine geschlechtsspezifische Mobilität hinweist. So erwähnt KÖHLER (2000) Ende August in den genannten Stammeklektoren doppelt so viele Männchen wie Weibchen, später im September/Oktober ausschliesslich Weibchen. Es muss daher angenommen werden, dass sich die *Meconema*-Weibchen im August im Kronendachbereich aufhalten und horizontal mobil sind, wohingegen sich die Männchen eher in tiefer gelegenen Schichten des Kronendaches, im Stammbereich oder im ständigen Wechsel zwischen den Schichten auf Paarungssuche befinden (GHARADJEDAGHI 1994). Aufgrund der Ernährungsweise der Art (wohl meist Aphiden) kann davon ausgegangen werden, dass sie nicht unmittelbar an eine bestimmte Baumart oder an eine bestimmte Laubqualität gebunden ist. So findet man Eichenschrecken auch auf *Fagus*, wenn auch in geringerer Zahl.

Die phytophage *Barbitistes serricauda* findet sich sowohl auf Laub- als auch Nadelhölzern, bevorzugt besiedelt sie jedoch Eichen-Hainbuchenwälder (HARZ 1957, HEIDEMANN 1979, GREIN 1991, FROELICH 1994, LAUBMANN 1995, INGRISCH & KÖHLER 1998, DETZEL 1998, WAEBER & STRÄTZ 2003). In unserer Studie wurde *Barbitistes* nie auf *Fagus* nachgewiesen. Dies verdeutlicht, dass Nahrungsquellen für Heuschrecken in reinen Buchenwäldern stark limitiert sind.

In Hessen fanden GOTTWALD et al. (2002) *B. serricauda* meist auf *Corylus avellana* und *Carpinus betulus* sitzend, was sich allerdings nicht zwingend mit der Nahrungspräferenz der Art decken muss. In einem Nahrungswahl-Versuch waren u.a. zwar *Corylus* aber auch *Quercus* die bevorzugte Futterpflanze. Ferner zeigten GOTTWALD et al. (2002), dass die Rotbuche von *Barbitistes* weitgehend gemieden wird und die Hainbuche auch nicht zum engeren Nahrungsspektrum zählt. Larven, die ausschliesslich mit Rotbuche gefüttert wurden, entwickelten sich nicht bis zur Imago, was erklärt, warum die Art in reinen *Fagus*-Beständen nicht auftritt. INGRISCH (1976) gibt neben Laub von *Quercus* allerdings auch das Laub von *Carpinus* als bevorzugte Futterpflanze an. Die generell geringe Präsenz von Orthopteren auf *Fagus* lässt sich ferner wohl auch durch mangelnde Eiablagemöglichkeiten an der glatten Rinde erklären.

Dass auch der flugunfähige Waldohrwurm im Kronendach gefunden wurde, war überraschend. FRANKE (1985) vermutet bei dieser Art keinen intensiven Stratenwechsel, führt allerdings selbst an, dass er zur Zeit des stärksten Laubfalls auch grosse Mengen von Ohrwürmern in den Laubsammlern gefunden hat, was die Präsenz dieser Art in der Baumkrone durchaus wieder möglich erscheinen lässt.

Der einmalige Fund von *Tetrix subulata* in ca. 35 Meter Höhe gibt einen Einblick in die mögliche Mobilität oder das Flugvermögen dieser Art, auch wenn passive Einflüsse (Windverfrachtung) möglich sind.

Zusammenfassend lassen unsere Ergebnisse vermuten, dass die Lebensgemeinschaft der Orthopteren in einem Mischwald ein sehr dynamisches System darstellt. So wird die Eiablage wohl in verschiedensten Stammhöhen erfolgen (*Meconema*, VORWALD 1996). Die sich andeutende unterschiedliche Männchen/Weibchen-Verteilung lässt den Schluss einer vertikalen Mobilität zu, die sicher auch auf den Waldohrwurm zutrifft. Geht man davon aus, dass im Bereich des Stammes die höchsten Schlupfraten (*Meconema*, *Barbitistes*) anzutreffen sind, bleibt unter Berücksichtigung einer vertikalen Mobilität allerdings offen, inwieweit Orthopteren sich wirklich auch horizontal im Kronendach bewegen, oder ob sie ihre gesamte Lebensspanne über eher an ein Baumindividuum gebunden sind.

Die verschiedenen Baumarten und die darauf gefundenen Heuschrecken haben spezifische $\delta^{13}\text{C}$ -Signaturen. Betrachtet man den $\delta^{13}\text{C}$ -Gehalt der *Meconema*-Larven mit dem $\delta^{13}\text{C}$ -Gehalt des Baumlaubes, auf der sie gefunden wurde, gibt es einen guten Zusammenhang. Wir schliessen daraus, dass die Heuschrecken in der Juvenilphase sehr baumtreu sind und höchstwahrscheinlich auch in diesem Kronendachbereich geschlüpft sind. Allerdings kann es auch sein, dass die L1/2-Larven aus der Stammregion in das unmittelbare Kronendach klettern und dort als Larven verweilen. Bei den Imagines findet sich diese Korrelation nicht mehr. Wir schließen daraus, entweder dass die Tiere als Adulte oder im Verlauf ihrer späten Larvalentwicklung auf anderen Baumarten gefressen haben müssen, oder, dass die carnivore Eichenschrecke sich von Insekten ernährt hat, die von anderen Bäumen stammen (und auf diesem Wege die $\delta^{13}\text{C}$ -Signatur der Heuschrecke ändern). Allerdings ist anzunehmen, dass, wenn die Beutetiere der Larven ortstreu sind, auch die der Imagines es sein sollten (z.B. Aphiden), was wiederum für eine aktive Mobilität der Eichenschrecke im Kronendach spricht.

Danksagung

Armin Coray (Basel) bestimmte die Ohrwurmfunde und Günter Köhler (Jena) korrigierte eine erste Manuskriptfassung, ebenso wie Christian Körner (Basel). Patrick Czech (Basel) stellte Abb. 1 zur Verfügung, Christian Körner Abb. 2. Sonja Keel (Basel) übernahm die $\delta^{13}\text{C}$ -Bestimmung der Heuschrecken und Blattproben am Massenspektrometer am Paul Scherrer Institut (CH-Villigen, Gruppenleiter: Rolf Siegwolf).

Verfasser:

Roman Asshoff und Erwin Amstutz
Botanisches Institut der Universität Basel
Schönbeinstrasse 6
CH-4056 Basel, Schweiz
E-Mail: Roman.Asshoff@unibas.ch

Literatur

- ALTERMATT, F. (2003): Potential negative effects of atmospheric CO_2 -enrichment on insect communities in the canopy of a mature deciduous forest in Switzerland. – Mitteilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft 76: 191–199.
- ASSHOFF, R., KÖHLER, G. & SCHWEINGRUBER, F.H. (1999): Dendroökologische Untersuchungen an Linden (*Tilia* sp.) in einem Gradationsgebiet der Tessiner Gebirgsschrecke *Miramella formosanta* (Fruhstorfer, 1921) (Acrididae: Catantopinae). – Mitteilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft 72: 329–339.
- BAUER, B. (1979): *Chelidurella acanthopygia* GENE ist nicht nur ein Bodentier (Dermaptera). – Articulata 1 (12): 113–114.
- BAUR, H., LUSCHER, I.L., MÜLLER, G., SCHMIDT, M. & CORAY, A. (2004): Taxonomy of the field-dwelling cockroach *Ectobius vittiventris* (A. Costa, 1847) (Blattodea: Blattellidae) and its distribution in Switzerland. – Revue Suisse de Zoologie 111: 395–424.
- DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden Württembergs. – Ulmer, Stuttgart, 550 S.
- ENGEL, H. (1941): Beiträge zur Faunistik der Kieferkronen in verschiedenen Bestandstypen. – Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 12 (4): 334–361.
- FLOREN, A. & SCHMIDL, J. (1999): Faunistisch-ökologische Ergebnisse eines Baumkronen-Benehlungsprojektes in einem Eichenhochwald des Steigerwaldes (Coleoptera: Xylobionta, Phytobionta). – Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik 3:179–195.
- FLOREN A., RIEDE K. & INGRISCH, S. (2001): Diversity of Orthoptera from Bornean lowland rain forest trees. – Ecotropica 7: 33–42.
- FRANKE, U. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 7. Der Waldohrwurm *Chelidurella acanthopygia*. – Carolea 43: 105–112.
- FROEHLICH, C. (1990): Verbreitung und Gefährdungssituation der Heuschrecken (Insecta: Saltatoria) im Regierungsbezirk Koblenz. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 6: 5–200.
- FROEHLICH, C. (1994): Analyse der Habitatpräferenzen von Heuschreckenarten (Orthoptera: Saltatoria) in einem Mittelgebirgsraum unter Berücksichtigung regionaler Differenzierungen. – Articulata: Beiheft 4: 1–176.
- GHARADJEDAGHI, B. (1994): Orthopteren aus Baumphotoeklektoren an Grauerle (*Alnus incana*) und Schwarzerle (*A. glutinosa*). – Articulata 9: 83–90.

- GOTTWALD, J., RICHTER, CH. & WÖRNER, M. (2002): Habitatwahl, Nahrungswahl und Entwicklung von *B. serricauda* (Fabricius, 1798) und *B. constrictus* Brunner von Wattenwyl, 1878 (Phaneropterinae). – *Articulata* 17: 51–78.
- GREIN, G. (1991): Zum Vorkommen der Laubholz-Säbelschrecke *Barbitistes serricauda* (Fabricius, 1794) in Niedersachsen. – *Articulata* 6: 35–45.
- HARZ, K. (1957): Die Geradflügler Mitteleuropas. – VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 494 S.
- HEIDEMANN, H. (1979): Die Eichenschrecke *Meconema thalassinum* DEG. an Kiefer (Saltator, Tettigoniidae). – *Articulata* 1: 143.
- INGRISCH, S. (1977): Beitrag zur Kenntnis der Larvenstadien mitteleuropäischer Laubheuschrecken (Orthoptera: Tettigoniidae). – *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 64: 459–501.
- INGRISCH, S. (1976): Vergleichende Untersuchungen zum Nahrungsspektrum mitteleuropäischer Laubheuschrecken (Saltatoria: Tettigoniidae). – *Entomologische Zeitschrift* 86: 217–224.
- INGRISCH, S. & KÖHLER, G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. – Magdeburg, Westarp Wissenschaften, 460 S.
- KÖHLER, G. (2000): Die Gemeine Eichenschrecke, *Meconema thalassinum* (DE GEER, 1773), und andere Ensifera-Arten in ungewöhnlichen Fallen. – *Thüringer Faunistische Mitteilungen* 7: 163–173.
- KÖHLER, G. & RENKER, C. (2001): Beitrag zur Fauna der Ohrwürmer (Insecta: Dermaptera) Thüringens. – *Thüringer Faunistische Abhandlungen VIII*: 63–81.
- KÖRNER, C. (2000): Baumkronenforschung: abgehoben oder von hoher Warte? – *GAIA* 9: 165–169.
- KRAUS, M. & FLOREN, A. (2002): Pflanzenwespen (Hymenoptera, Symphyta) und Stechimmen (Chrysididae, Pompilidae, Sphecidae) aus Baumkronenbeneblungen (Fogging) von Eichen und Rotbuchen in Bayern (Unterfranken), Thüringen (Hainich), Slovenien und Rumänien. – *Galathea Supplement* 11: 93–102.
- LAUBMANN, H. (1995): Zum Vorkommen von *Barbitistes constrictus* BR und *Barbitistes serricauda* (FABR.) in den Fichtenwäldern des nördlichen Tertiär-Hügellandes (Südbayern). – *Articulata* 10: 11–19.
- NOLTE, H.W. (1939): Die Laubheuschrecke *Barbitistes constrictus* Brunn. als Forstschädling. – *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 25: 642–646.
- OSCHMANN, M. (1991): Verbreitung und Lebensweise der Eichenschrecke *Meconema thalassinum* (DE GEER) (Saltatoria, Tettigoniidae). – *Entomologische Nachrichten und Berichte* 35: 105–107.
- OZANNE, C.M.P., ANHUF, D., BOULTER, S.L., KELLER, M., KITCHING, R.L., KÖRNER, C., MEINZER, F.C., MITCHELL, A.W., NAKASHIZUKA, T., SILVA DIAS, P.L., STORK, N.E., WRIGHT, S.J. & YOSHIMURA, M. (2003): Biodiversity meets the atmosphere: a global view of forest canopies. – *Science* 301: 183–186.
- PEPIN, S. & KÖRNER, C. (2002): Web-Face. A new canopy free-air CO₂ enrichment system for tall trees in mature forests. – *Oecologia* 133: 1–9.
- SAUERER, M., BORELLA, S., SCHWEINGRUBER, F. & SIEGWOLF, R. (1997): Stable carbon isotopes in tree rings of beech: climatic versus site-related influences. – *Trees* 11: 291–297.
- WAEBER, G. & STRÄTZ, C. (2003): Laubholz-Säbelschrecke – *Barbitistes serricauda* (Fabricius, 1798) – In: SCHLUMPRECHT, H. & WAEBER, G. (2003): Heuschrecken in Bayern. – Ulmer, Stuttgart 78–81.

- SCHUBERT, H. (1998): Untersuchungen zur Arthropodenfauna in Baumkronen – Ein Vergleich von Natur- und Wirtschaftswäldern (Araneae, Coleoptera, Heteroptera, Neuropteroidea; Hienheimer Forst, Niederbayern). – *Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin*, 154 S.
- SIEGWOLF, R.T.W., MATYSSEK, R., SAUER, M., MAURER, S., GÜNTHARDT, M.S., SCHMUTZ, P. & BUCHER, J. (2001): Stable isotope analysis reveals differential effects of soil nitrogen and nitrogen dioxide on the water use efficiency in hybrid polar leaves. – *New Phytologist* 149: 233–246.
- STRÄTZ, C. & H. SCHLUMPRECHT (1999): Verbreitung ausgewählter "Kryptischer Heuschrecken" in Oberfranken – Plumpschrecke, Laubholz- und Nadelholz-Säbelschrecke. – 73. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg: 107–124.
- THORENS, P. & ANTOGNOLI, C.A. (1996): Pullation de criquets à Cantine di Gandria (TI). – Neuchâtel und Bellinzona: Bureau Insecta, 12 S. + Anhang.
- THORENS, P. & NADIG, A. (1997): Atlas de distribution des orthopteres de suisse – Sauterelles, Grillons, Criquets (Orthoptera), Mante religieuse (Mantodea). – *Dokumenta Faunistica Helvetiae* 16, Neuchâtel, 236 S.
- VORWALD, J. (1996): Zum Eiablageverhalten von *Meconema thalassinum* (DE GEER, 1773). – *Articulata* 11: 73–80.