

Zur Leistungsfähigkeit heimischer Parasitoide bei der Kontrolle der Rosskastanienminiermotte, *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae)

Barbara Jäckel*, Giselher Grabenweger, Hartmut Balder, Hildegard Hopp,
Tanja Koch und Silke Schmolling

*Pflanzenschutzamt Berlin, Technische Fachhochschule Berlin

Abstract: Among other approaches, biological control measures against *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae) are tested in the project BerlinCam (“Possibilities to control the horse chestnut leafminer in Berlin”, financially supported by the Senate Department of Urban Development Berlin and the EU by means of the EFRE funds). During our investigations, we found 21 parasitoid species on *C. ohridella* hosts. These species are generalists and known for attacking a broad range of leafminers in Europe. By far the most abundant species is *Minotetrastichus frontalis*, followed by a second eudominant species, *Pnigalio agraulis*. The structure of the complex and also the parasitism rate is not stable, and we found considerable variations between different generations within one year as well as large variation between the years and the type of habitat in Berlin. Our long-term-monitoring at one location in Berlin shows that parasitism rates are generally very low. The mean parasitism rate of *C. ohridella* measured over five years was $2,4 \% \pm 0,88$, $3,7 \% \pm 2,18$ and $5,3 \% \pm 5,43$ in generation 1, 2 and 3, respectively. The parasitism rate is not dependent on the specific ecosystem. In the project we investigated several aspects of the biology of *P. agraulis*. Our results show that this native parasitoid meets several of the requirements for successful use as a bioagent in the control of *C. ohridella*. The parasitoids’ fecundity, longevity and the speed of development by far exceed those of the pest, enabling the parasitoid population to grow faster than that of the host. Future studies on the host preference of this parasitoid species including quantitative aspects regarding release rates will investigate the potential benefits and risks of releases of *P. agraulis* for the control of *C. ohridella*.

Key words: *Cameraria ohridella*, biological control, urban plant protection parasitoids, *Pnigalio agraulis*

Dr. B. Jäckel, Pflanzenschutzamt Berlin, Mohriner Allee 137, D-12347 Berlin
e-mail: barbara.jaekkel@Senstadt.verwalt-Berlin.de

Einleitung

Einzelne Erzwespenarten aus der Familie Eulophidae haben sich mittlerweile als fester Bestandteil des Parasitoidenkomplexes von *C. ohridella* etabliert. In Berlin wurden im Rahmen eines geförderten Projekts (EFRE- Europäischer Fond für regionale Entwicklung der EU und der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung) 21 Schlupfwespen-Arten als natürliche Gegenspieler nachgewiesen (JÄCKEL & al. 2007). Nach wie vor sind die natürlichen Parasitierungsraten mangelhaft. Dazu wurden während der Projektlaufzeit unterschiedliche Erhebungen mit dem Ziel durchgeführt, Ursachenkomplexe herauszuarbeiten. Die Parasitierungsraten wurden in Abhängigkeit vom Erfassungszeitpunkt, vom Standort der Kastanien in der Stadt, von der Dichte der Kastanien je Flächeneinheit und von der Diversität der Umgebungsvegetation bestimmt. Parallel wurde das Parasitoidenspektrum im Untersuchungszeitraum unter verschiedenen Bedingungen ermittelt. Da keine parasitierungsbegünstigenden Faktoren herausgearbeitet werden konnten, um daraus nützlingsfördernde Maßnahmen abzuleiten, wurde eine geeignete Schlupfwespe aus dem natürlichen Parasitoidenkomplex ausgewählt, um die Möglichkeiten eines gezielten Einsatzes zur Dezimierung der Motte im Freiland zu erarbeiten. Die Biologie von *P. agraulis* wurde im Labor und im Freiland untersucht. Weiterhin wurde durch Freilassung markierter Tiere im Freiland deren Verhalten studiert.

Material und Methoden

Die Parasitierungsrate wurde stets nach gleichem System vorgenommen. Dazu wurden an verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen ökologischen Bedingungen während eines Zeitraums von knapp vier Jahren zum Ende jeder Generation von *C. ohridella* zufällig Blätter aus dem unteren Kronendrittel gesammelt. Von diesen Blättern wurden zwischen 300 und 500 Minen pro Standort seziiert und der Inhalt der Minen auf Parasitierung überprüft. Die Ergebnisse der Sektion wurden zur quantitativen Ermittlung der Parasitierungsraten verwendet. Das restliche Laub wurde bis zum Schlupf der Parasitoide in Photoelektoren aufbewahrt. Die geschlüpften Parasitoide aus den Elektoren wurden zur qualitativen Ermittlung des Parasitoidenkomplexes verwendet. Für die einzelnen Untersuchungsschwerpunkte wurde die Methode spezifiziert. Im Ergebnis wurden die Parasitierungsraten in Abhängigkeit vom Erfassungszeitpunkt, vom Standort der Kastanien in der Stadt, von der Diversität der Umgebungsvegetation und der Dichte der Kastanienbepflanzung (Monokultur, Baum- und Straucharten-Vielfalt, Standorte ohne Kastanien) ermittelt. Das Parasitoiden-Spektrum konnte für die unterschiedlichen Standorten und Bedingungen teilweise spezifisch erfasst werden.

Zur Freilassung an natürlichen Standorten wurden verschiedene Parasitoidenarten auf ihre Tauglichkeit zur Massenvermehrung und an Hand definierter Voraussetzungen als geeignete Nützlinge untersucht. Sowohl im Handel erhältliche Tiere, wie z.B. die in Gewächshäusern erfolgreich eingesetzte Erzwespe *Diglyphus isaea*, als auch verschiedene im Freiland auf der Kastanienminiermotte vorkommende Parasitoide wie die endoparasitische Erzwespe *Pediobius saulius* und die Ektoparasitoide *Cirrospilus talitzkii* und *P. agraulis* kamen in Versuchen zur Anwendung. Die Bestimmung der biologischen Parameter erfolgte nur für *P. agraulis*, dafür wurden die Untersuchungen auf einzelnen, in Blattkäfigen isolierten Blättern, durchgeführt. Grundlage der Versuche mit allen Parasitoiden bildete die kontinuierliche Zucht von mit Kastanienminiermotten infizierten Rosskastaniensämlingen. Die Versuche wurden in Klimakammern bei 15 und 20 °C, 70% rel. Luftfeuchte. und 16h Licht realisiert.

Für die Untersuchungen zum Verhalten freigesetzter Tiere im Freiland wurden große Mengen von *P. agraulis* mittels eines extra hierfür konstruierten Photoelektors aus gekühltem Rosskastanienfalllaub gewonnen. 6000 Tiere wurden mit Kaninchenimmunglobulin (IgG) markiert. Diese markierte Tiere können, wenn sie nach der Freilassung wieder gefangen werden, mittels ELISA-Test auf das Vorhandensein der Markierungssubstanz getestet und als tatsächlich freigesetzte Tiere wiedererkannt werden. Das Markierungssystem stammt aus den USA (HAGLER & al. 2002) und wurde in Zusammenarbeit mit dem Immunologischen Labor am Institut für Phytomedizin der Gartenbauwissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität optimiert (JANKE & al. 2007). Markierte Parasitoiden wurden 2006 zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten freigesetzt.

Ergebnisse

C. ohridella wird in Berlin von einem Komplex an Parasitoiden attackiert, der als typisch für die heimische Fauna bezeichnet werden kann. Viele der bis jetzt festgestellten 21 Parasitoidenarten in Berlin sind auf vielen anderen Miniermotten bekannt (NOYES 2002). Die Parasitierungsraten der Kastanienminiermotte waren jedoch niedrig. Generell zeigte sich über die drei Generationen ein Trend zu einer leichten Erhöhung der Parasitierung innerhalb eines Jahres. Ein anhaltender Trend zu einer Verbesserung der Parasitierung konnte jedoch während der Projektlaufzeit nicht nachgewiesen werden (Abbildung 1). Die Parasitierungsraten in Abhängigkeit vom Erfassungszeitpunkt, vom Standort der Kastanien in der Stadt, von der Diversität der Umgebungsvegetation und der Dichte der Kastanienbepflanzung zeigten kein eindeutiges Ergebnis, möglicherweise aufgrund der teilweise sehr geringen Parasitierungsraten bzw. aufgrund der hohen Variabilität der Werte an ein und demselben Standort (JÄCKEL & al. 2006)

Die Erwartung, dass der Parasitoidenkomplex in absehbarer Zeit einen Effekt auf den Miniermottenbefall der Rosskastanien haben würde, war durchaus berechtigt, hat sich jedoch, wie unsere Untersuchungen zeigen, nicht erfüllt. Offensichtlich verhindern mehrere Gründe eine erfolgreiche Adaption der Parasitoide an diese eingeschleppte Wirtsart (GRABENWEGER 2004, GRABENWEGER & al. 2007). Auch wenn in dieser Hinsicht noch viele Fragen offen sind, lässt sich anhand der vorliegenden Daten feststellen, dass in den nächsten Jahren, vielleicht auch Jahrzehnten, keine nennenswerte Erhöhung der Parasitierung zu erwarten ist. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden zur Unterstützung der biologischen Kontrolle von *C. ohridella* Maßnahmen

zum gezielten Einsatz von Parasitoiden untersucht. Aus dem natürlichen Parasitoidenspektrum Berlins wurde die zweithäufigste Art *P. agraulis* ausgewählt, da sie streng primärparasitisch und auch im gesamten europäischen Befallsgebiet von *C. ohridella* verbreitet ist. Im Labor ließ sich diese ektoparasitisch lebende Erzwespe unkompliziert und kontinuierlich an mit Kastanienminiermotten infizierten Pflanzen vermehren und auch längerfristig ohne wesentliche Qualitätseinbußen kühl lagern. Insgesamt wurden für Versuche zur Bestimmung der biologischen Parameter und der Lebensweise 8244 Erzwespen-Exemplare untersucht. *P. agraulis* führt an den jungen Larvenstadien bis L2 ausschließlich Host-feeding durch und nur ältere Larvenstadien werden zur Parasitierung und damit zur Eigenvermehrung genutzt (Abbildung 2). In der Tabelle 1 sind die Parameter zusammengestellt. Der Vergleich der Leistungsparameter mit Gegenspielern, die seit Jahren bereits erfolgreich zur Schädlingsdezimierung angewendet werden, zeigt, dass *P. agraulis* aufgrund seiner Eigenschaften erfolgversprechende Perspektiven bei der Reduzierung der Motte haben könnte.

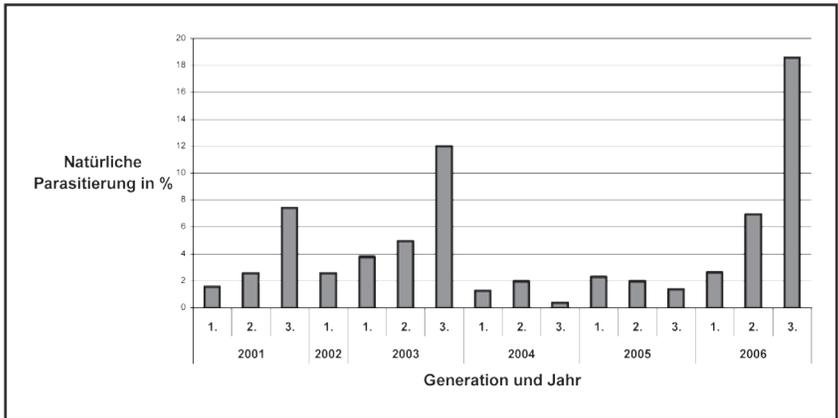


Abb. 1: Langjährige Erhebung der Parasitierungsraten an einem Standort in Berlin-Lichtenberg. Pro Jahr wurden bis zu drei Proben (parallel zum Entwicklungszyklus der Motten) genommen; dargestellt ist der Anteil parasitierter Larven und Puppen aus einer Stichprobe von jeweils 500 Minen in Prozent.

Im Ergebnis der ersten gezielten Freisetzung von ca. 4000 markierten Tieren Ende April, zu dem Zeitpunkt, an dem auch der natürliche Schlupf der Erzwespen aus dem Rosskastanienfalllaub im Freiland stattfindet, konnten trotz intensiven Käscherns keine markierten *P. agraulis* eingefangen werden. Nach der zweiten Freisetzung von ca. 2000 markierten Tieren (Mitte Juni, zu einem Zeitpunkt, an dem sich die Larven von *C. ohridella* in einem für die Parasitierung geeigneten Stadium befanden) konnten über vier Wochen regelmäßig Parasitoide der Kastanienminiermotte gefangen werden, darunter auch 55 *P. agraulis*, von denen sich die Hälfte als markierte (und daher als freigesetzte) Tiere erwiesen. Ohne Ausnahme wurden alle *P. agraulis* nur an Rosskastanien gefangen, die markierten stammten zudem aus einem Umkreis von nur 15m rund um den Freisetzungspunkt.

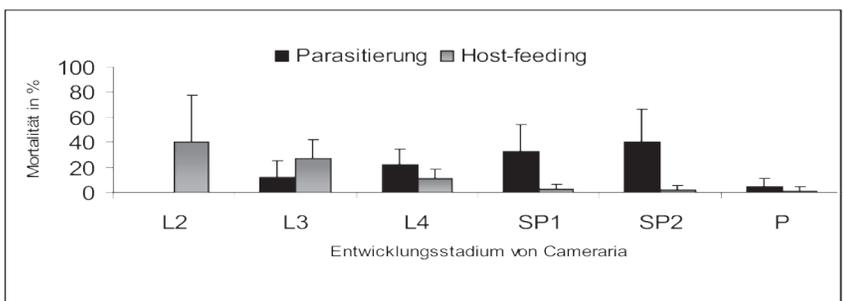


Abb. 2: Mortalität verschiedener präimaginaler Entwicklungsstadien der Kastanienminiermotte nach Parasitierung und Host-Feeding durch die Erzwespe *Pnigalio agraulis*.

Tab. 1: Biologische Parameter von *Pnigalio agraulis* auf der Kastanienminiermotte bei zwei unterschiedlichen Temperaturstufen im Labor (Mittelwerte \pm Stabw.)

Temperatur	15 °C	20 °C
Lebensdauer ♀ (Tage)	57,9 \pm 16,14	29,8 \pm 11,99
Ovipositionszeit ♀ (Tage)	45 \pm 14,89	23,2 \pm 11,30
Anzahl Eier/W	65,5 \pm 36,99	67,8 \pm 28,62
Anzahl Eier/Tag	1,4 \pm 0,69	3,7 \pm 2,25
max Eier/Tag	8	12
Geschlecht Nachkommen (♂: ♀)	1 : 0,5	1 : 0,3
Entwicklungsdauer ♂ gesamt in Tagen	29,7 \pm 2,69	15,67 \pm 1,55
Entwicklungsdauer ♀ gesamt in Tagen	32,64 \pm 2,5	17,67 \pm 2,45

Diskussion

P. agraulis ist ein heimischer Parasitoid von Miniermotten und Fliegen. Nach NOYES (2002) sind 42 Wirte bekannt. Die Erzwespe ist streng primärparasitisch, d. h. sie ist nicht in der Lage, andere Gegenspieler zu parasitieren. In den verschiedenen Untersuchungen zum Parasitenspektrum in Berlin konnte sie als zweithäufigste Art nachgewiesen werden, ihr Anteil am Gesamtspektrum kann bis zu 25 % betragen. Dieser Parasitoid überwintert wie auch die Mottenpuppen im Laub und schlüpft vor der Kastanienminiermotte im April. *P. agraulis* ist damit bereits ein Element im Naturkreislauf unserer Stadtbäume, somit hat eine gezielte Freisetzung keine Faunenverfälschung zur Folge. Anhand der Leistungsparameter ist ersichtlich, dass der Parasitoid dem Wirt überlegen ist, und die Grundvoraussetzung für den Erfolg einer biologischen Kontrollmaßnahme gegeben ist. Überdies zeigten erste Freilandversuche, dass *P. agraulis* bei einem Einsatz zum optimalen Zeitpunkt über mehrere Wochen hinweg am Zielort verbleibt und den anvisierten Schadorganismus als Wirt akzeptiert. Für eine terminlich optimierte Freisetzung wurde auch eine quantitative Schätzung durchgeführt. Die erforderlichen Nützlingsmengen und damit der künftige Preis für ein biologisches Verfahren ist direkt von der Befallsstärke durch *C. ohridella* abhängig. Das bedeutet, dass ein effektiver Nützlingseinsatz bei geringem Befallsdruck sowohl an alten als auch jungen Bäumen möglich erscheint. Aufgrund dieser Ergebnisse ist *P. agraulis* ein aussichtsreicher Kandidat für einen gezielten Einsatz gegen die Kastanienminiermotte zu sein. Von einer „Produktreife“ ist die Art jedoch noch weit entfernt, deshalb wäre für einen künftigen Einsatz eine Verfahrensentwicklung notwendig.

Danksagung

Das Projekt wurde durch die Europäische Gemeinschaft, dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung und die Stadt Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung gefördert.

Literatur

- GRABENWEGER, G. (2004): Poor control of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae), by native European parasitoids: a synchronisation problem. – European Journal of Entomology **101**, 189-192.
- GRABENWEGER, G., HOPP, H.; SCHMOLLING, S.; KOCH, T.; BALDER, H. & JÄCKEL, B. (2007): Impact of poor host-parasitoid synchronisation on parasitism of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae). – Eur. J. Entomol. **104**: 153-158.
- HAGLER, J.R., JACKSON, C.G., HENNEBERRY, T.J. & GOULD, J.R. (2002): Parasitoid Mark-Release-Recapture techniques – II. Development and application of a protein marking technique for *Eretmocerus* spp., parasitoids of *Bemisia argentifolii*. – Biocontrol Science and Technology **12**, 661 – 675.
- JÄCKEL, B.; BALDER, H.; GRABENWEGER, G., HOPP, H.; KOCH, T. & SCHMOLLING, S. (2006): Standortabhängiges Parasitierungsverhalten von Gegenspielern der Rosskastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) in Berlin. – Mitt. Dtsch.Ges.Allg.Angew.Ent. **15**, 81-84.
- JÄCKEL, B.; BALDER, H.; GRABENWEGER, G., HOPP, H.; KOCH, T. & SCHMOLLING, S. (2007): Integrierte Konzepte zur Bekämpfung der Kastanienminiermotte in Berlin. – Jahrbuch der Baumpflege 2007.
- JANKE, J., BANDTE, M.; GRABENWEGER, G.; JÄCKEL, B.; BALDER, H. & BÜTTNER, C. (2007): Markierung von Erzwespen (*Pnigalio agraulis*) für Untersuchungen zu deren Ausbreitungs- und Parasitierungsverhalten.– Jahrbuch der Baumpflege 2007.
- NOYES, J. (2002): Interactive catalogue of world Chalcidoidea. CD-ROM published by Taxapad, Vancouver.