IPSolut – Erforschung von Grundlagen für die Entwicklung eines Verfahrens zur inundativen biologischen Bekämpfung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.)

Anna Lawall

Technische Universität Dresden, Fachrichtung Forstwissenschaften,
Institut für Waldbau und Waldschutz, Professur für Waldschutz

Abstract: In times of increasing forest damage events, currently used methods of bark beetle management in forest protection are reaching their limits. The Norway spruce (*Picea abies* L.) is particularly affected by mass outbreaks of the European spruce bark beetle (*Ips typographus* L. [Coleoptera: Curculionidae]). That is why new, efficient, natural and sustainable regulation methods have to be developed. The aim of the IPSolut project is to decrease the population density of the European spruce bark beetle effectively through inundative biological control by releasing mass-reared parasitoid hymenopterans. After determining naturally occurring parasitoids of *Ips typographus* on Norway spruce in eastern Saxony, six target species for rearing experiments with the original host were identified: *Rhopalicus tutela* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae), *Roptrocerus mirus* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae), *Roptrocerus xylophagorum* Ratz. (Hymenoptera: Pteromalidae), *Coeloides bostrichorum* Gir. (Hymenoptera: Braconidae), *Dendrosoter middendorffii* Ratz. (Hymenoptera: Braconidae) and *Tomicobia seitneri* Ruschk. (Hymenoptera: Pteromalidae). As a basis for these rearing experiments with the target species, a walk-in rearing box with a rotating system for *Ips typographus* was established for permanent host availability. First rearing experiments with *Rhopalicus tutela*, *Roptrocerus* spec. and *Coeloides bostrichorum* showed that parasitoid rearing with the original host *Ips typographus* is possible under controlled conditions. In order to better adapt the rearing methods to the biology and ecology of the target species and to transfer them into a larger scale, a species-specific optimization of the currently used general rearing scheme is required and going to be developed in the following project years. In addition, existing knowledge gaps on bio-ecological aspects of the target species are to be closed in further experiments. After the successful establishment of a functioning rearing of at least one target species, additional field trials will be carried out.

Key Words: Norway spruce, *Picea abies*, bark beetles, *Ips typographus*, antagonists, parasitoid Hymenoptera, biological control, insect rearing, *Rhopalicus tutela, Roptrocerus mirus, Roptrocerus xylophagorum*, *Tomicobia seitneri, Coeloides bostrichorum, Dendrosoter middendorffii*

Anna Lawall, Technische Universität Dresden, Fachrichtung Forstwissenschaften, Institut für Waldbau und Waldschutz, Professur für Waldschutz, Pienner Straße 8, DE- 01737 Tharandt, E-Mail: anna.lawall@tu-dresden.de

Einleitung

Die Gemeine Fichte (*Picea abies* L.) steht aufgrund ihres hohen Waldflächenanteils und ihrer aktuell starken Gefährdung durch vermehrte Trockenperioden, Stürme und dem damit einhergehenden massenhaften Auftreten von Schadorganismen derzeit besonders im Fokus. Besonders phloeophage Borkenkäferarten wie der Buchdrucker (*Ips typgraphus* L., Fam. Curculionidae) zählen zu den wirtschaftlich bedeutendsten Waldschädlingen. Aktuell angewandte Verfahren wie die „saubere Waldwirtschaft“ im Rahmen der integrierten Borkenkäferbekämpfung (Nw-Fva 2015) oder der Einsatz mechanischer Verfahren sowie nichtselektiver Insektizide stoßen gegenwärtig an ihre Grenzen, da sie sehr kontroll-, kosten-, kapazitäts- und zeitintensiv und zudem nur teilweise ökologisch verträglich sind. Es bedarf daher der Bereitstellung von alternativen, effizienten, naturnahen Regulationsverfahren als Ergänzung zu den bereits existierenden Bekämpfungsmethoden.

Auf diesem Ansatz basiert das Projekt IPSolut, das vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert wird. Idee und perspektivisches Ziel des Projektes sind, die Populationsdichte von *Ips typographus* punktuell durch die Freisetzung von in Massenzucht vermehrten parasitoiden Hymenoptera effektiv zu regulieren. Die Vorteile der hohen Parasitierungs- und Vermehrungsraten dieser Parasitoiden werden bereits in der Schädlingsbekämpfung in Landwirtschaft und Vorratsschutz effektiv genutzt (Ghimire & Phillips 2010, Guerra & al. 1993, Harris & Okamoto 1991, Hassan & Zhang 2001, Jki 2014, Zimmermann & al. 2008). Im Gegensatz dazu existieren zum Borkenkäfermanagement in Wäldern bisher keine derartigen biologischen Pflanzenschutzverfahren. Als mögliche Anwendungsbereiche kämen z. B. Holzlagerplätze, Polter oder Randbereiche von Schutzgebieten in Betracht, da dort eine punktuelle Überschüttung des Borkenkäferbefalls mit Parasitoiden praktisch umgesetzt werden könnte. Durch die Freilassung von adulten Parasitoiden kann zwar keine Besiedelung von lagerndem Holz bzw. lebenden Bäumen durch *Ips typographus* verhindert werden, allerdings kann die Entwicklung bzw. der Ausflug der Nachkommenschaft verhindert und so die Populationsdichte stark reduziert werden.

Methodik, vorläufige Ergebnisse und Ausblick

Im ersten Projektabschnitt wurde das Artenspektrum parasitoider Hymenoptera an *Picea abies* mit *Ips typographus*-Befall analysiert. Neben vorhandenen Fallenfängen des Drittmittelprojektes bioProtect wurden Fichtensegmente aus Stehendbefall im Rahmen der Drittmittelprojekte EIVES und IPSolut untersucht. Die analysierten Proben stammten aus den Jahren 2017 bis 2022 und wurden an 19 Standorten aus 8 Revieren des Staatsbetriebes Sachsenforst in Ostsachsen gewonnen. Die ca. 1 m langen und 20 – 30 cm dicken Fichtensegmente wurden in Schlupfeklektoren gelagert, sodass die aus den Hölzern schlüpfenden Insekten lebend oder tot abgefangen werden konnten.

Um potenzielle Zielarten für die Zucht parasitoider Hymenoptera zu ermitteln, wurde das Artenspektrum der o.g. Proben nach parasitoiden Hymenoptera, die eindeutig mit *Ips typographus* an Fichte assoziiert sind, selektiert, mit den Anforderungen an die gesuchten Zielarten verglichen und eine Auswahl in Frage kommender Arten getroffen. Voraussetzungen für die Eignung einer Art als Zielart waren: ein autochthones Vorkommen, die Verfügbarkeit von lebenden Individuen für Versuche, die Parasitierung von Eiern oder Larven von *Ips typographus*, eine starke Wirtsspezifikation, eine hohe Mobilität, hohe natürliche Parasitierungsraten und große Vermehrungsraten als Potenzial für eine künstliche Massenvermehrung. Nach dem bisherigen Untersuchungsstand sind sechs parasitoide Arten aus der Ordnung Hymenoptera vielversprechend:

Rhopalicus tutela Walker 1836, Fam. Pteromalidae
Roptrocerus mirus Walker 1834, Fam. Pteromalidae
Roptrocerus xylophagorum Ratzeburg 1844, Fam. Pteromalidae
Tomicobia seitneri Ruschka 1924, Fam. Pteromalidae
Coeloides bostrichorum Giraud 1872, Fam. Braconidae
Dendrosoter middendorffii Ratzeburg, 1848, Fam. Braconidae

Diese Arten weisen Unterschiede in ihrer Biologie und Ökologie auf, welche eine unterschiedliche Eignung für Zuchtversuche mit sich bringen (Tabelle 1). Alle Arten sind autochthone Spezies mit hoher Mobilität. Eine Bewertung der artspezifischen Parasitierungs- und Vermehrungsraten kann erst nach genauerer Untersuchung vorgenommen werden. Die beiden Arten *Tomicobia seitneri*, ein Imaginalparasitoid, und *Dendrosoter middendorffii*, die in der Region nur selten vorkommt und daher kaum für Versuche verfügbar ist, wurden in den nachfolgenden Untersuchungen vorerst ausgeklammert und der Fokus auf die anderen vier Arten gesetzt. Die makroskopische Unterscheidung der beiden *Roptrocerus*-Arten ist im lebenden Zustand nicht möglich, weshalb die verwendeten Versuchsindividuen zunächst als *Roptroceus* spec. geführt wurden. Abbildung 1 zeigt beispielhaft Individuen der genannten Zielarten.

Tabelle 1: Wesentliche Eigenschaften der ausgewählten potenziellen Zielarten parasitoider Hymenoptera mit Assoziation zu *Ips typographus* (++ = sehr häufig verfügbar, + = regelmäßig verfügbar, – = selten verfügbar)

Art	Parasitierung	Wirtsspektrum	Lebend-verfügbarkeit
Rhopalicus tutela	Ektoparasitoid an Larven durch Rinde	*Ips typographus* / *Dendroctonus* spec., *Ips* spec., *Pityogenes* spec., *Pityokteines* spec., *Tomicus* spec., *Scolytus* spec., *Polygraphus* spec.	++
Roptrocerus mirus *Roptrocerus xylophagorum*	Ektoparasitoid an Larven in Larvengängen	*Ips typographus*/*Ips* spec., *Cryphalus* spec., *Dendroctonus* spec., *Orthotomicus* spec., *Pityogenes* spec., *Pityokteines* spec., *Pityophtorus* spec., *Polygraphus* spec., *Scolytus* spec., *Tomicus* spec.	++
Tomicobia seitneri	Endoparasitoid an Imagines	*Ips typographus* / *Ips* spec.	+
Coeloides bostrichorum	Ektoparasitoid an Larven durch Rinde	*Ips typographus* / *Cryphalus* spec., *Ips* spec., *Pityogenes* spec., *Pityokteines* spec., *Tomicus* spec.	++
Dendrosoter middendorffii	Ektoparasitoid an Larven durch Rinde	*Ips typographus* / *Ips* spec., *Orthotomicus* spec., *Cryphalus* spec., *Dendroctonus* spec., *Polygraphus* spec., *Pityogenes* spec., *Pityokteines* spec., *Tomicus* spec., *Pityophthorus* spec.	–

Als zweiter Projektabschnitt und Grundlage für die Zuchtversuche mit Parasitoiden wurde der Aufbau einer Wirtszucht mit *Ips typographus* verfolgt. Dazu wurde im Frühjahr 2022 in Anlehnung an die Methodik von Bridges & Moser (1983) eine 2 m x 3 m große, begehbare Zuchtbox, die „Casa IPSolut“, im Keller der Professur für Waldschutz gebaut. In dieser Zuchtbox ist es möglich, verschiedene Lichtregime zu simulieren, die Temperatur mittels Heizung zu regulieren und einzelne Teilbereiche abzugrenzen. Ab Mai 2022 wurde in der Casa IPSolut wöchentlich eine Besiedelung von ein bis zwei zuvor präparierten Fichten-Stammstücken (ca. 1 m lang, 20 – 30 cm Durchmesser) mit ca. 100 lebenden *Ips typographus* durchgeführt. Die Zuchtindividuen wurden aus dem Lebendschlupf der Artdetermination sowie aus einer mit Pheroprax® bestückten Trichterfalle gewonnen und ggf. bei 5 °C im Kühlschrank in Boxen mit Rindensandwiches zwischengelagert, bevor sie in der Casa IPSolut ausgesetzt wurden. Immer wenn ein neuer Stamm und neue Käfer in die Casa IPSolut gebracht wurden, wurden die bereits vorhandenen Stämme um einen Platz weiter gerückt, sodass nach einigen Wochen ein rotierendes System etabliert war, in welchem zu jeder Zeit alle Stadien von *Ips typographus* verfügbar waren. Zudem wurde durch eine einseitige Lichtquelle und das „Nach-hinten-Rücken“ der Stammstücke ein bestandesähnliches Lichtregime simuliert (Abbildung 2). Bis Oktober 2022 konnten so mehrere Generationen von *Ips typographus* parallel gezüchtet werden.

Für die ersten Versuche zur Zucht parasitoider Hymenoptera an *Ips typographus* wurden Parasitoide genutzt, die lebend aus den Schlupfeklektoren gefangen werden konnten. Die Parasitoiden wurden nach Arten getrennt, aber Geschlechtern gemischt in Aufbewahrungs- bzw. Paarungsboxen mit Wasser, Honiglösung und Zellstoffhabitat umgesiedelt, alle zwei bis drei Tage frisch versorgt und bis zur Verwendung im Kühlschrank bei 5 °C gelagert. Zwischen Juli und Oktober wurden zehn Zuchtversuche mit drei Arten von parasitoiden Hymenoptera durchgeführt. Dazu wurde die Casa IPSolut genutzt, in der zuvor die Zucht von *Ips typographus* etabliert wurde. Die mittlere Temperatur innerhalb der Box betrug 22,3 °C, die mittlere relative Luftfeuchte 58,3 % und es wurden Langtagbedingungen mit einem Lichtregime 16 : 8 LD simuliert. Ab dem Zeitpunkt, an dem Stämme mit dem dritten Larvenstadium von *Ips typographus* aus der Zucht verfügbar waren, wurden einzelne, mit *Ips typographus* besiedelte Fichtenstammstücken innerhalb der Casa IPSolut in Aerarien separiert und Individuen parasitoider Hymenoptera hinzugegeben. Dazu wurde eine der Aufbewahrungsboxen mit einer abgezählten Menge an Parasitoiden sowie Futter und Habitat geöffnet in ein Aerarium gestellt.

Je nach Überlebensdauer der Hymenoptera wurde der besiedelte Stamm nach ein bis zwei Wochen in einen Schlupfeklektor überführt und die schlüpfenden Insekten wurden abgefangen. In Abbildung 2 wird das Prinzip des Verfahrens schematisch dargestellt. So fanden fünf Zuchtversuche mit insgesamt 246 Individuen von *Coeloides bostrichorum*, drei Zuchtversuche mit 34 Individuen von *Rhopalicus tutela* und zwei Zuchtversuche mit 20 Individuen von *Roptrocerus* spec. statt. In vier der Versuche konnten tatsächlich einzelne Individuen von *Coeloides bostrichorum* (zwei Weibchen) und *Rhopalicus tutela* (zwei Weibchen und ein Männchen) gezüchtet werden, was zeigt, dass eine Zucht von parasitoiden Hymenotera an *Ips typographus* prinzipiell möglich erscheint. Diese ersten Zuchtversuche erfolgten jedoch nach einem pauschalisierten Ablaufschema und haben verdeutlicht, dass v. a. die Regulierung des Temperatur-, Luftfeuchte- und Lichtregimes sowie die Synchronisation der Wirts- und Parasitoid-Zucht entscheidend sind. Hier gibt es aktuell noch Optimierungsbedarf. Anhand einer weiterführenden Literaturrecherche zu den Zielarten sollen im Projektjahr 2023 artspezifische Zuchtverfahren entwickelt werden, die besser als das bisherige pauschale Zuchtschema auf die Biologie und Ökologie der Zielarten abgestimmt sind und sich letztlich auch in einen größeren Maßstab übertragen lassen.

Um noch bestehende Wissenslücken über die Biologie und Ökologie der Zielarten zu schließen, werden außerdem eine Reihe von Versuchen umgesetzt, in denen z. B. die Rolle der Habitatausstattung oder bestimmter Futterpflanzen für das Überleben von Imagines sowie Überwinterungsstrategien und Möglichkeiten zur Lagerung von adulten Parasitoiden untersucht werden sollen. Des Weiteren soll das regulatorische Potenzial der Zielarten zunächst unter Laborbedingungen und letztlich auch in Freilandversuchen, bei denen gezüchtete Parasitoide ausgebracht werden sollen, ermittelt werden. Dies wird jedoch allein wegen der zwingend erforderlichen Verfügbarkeit von ausreichend Versuchsindividuen erst nach Etablierung einer funktionierenden Zucht von mindestens einer parasitoiden Hymenoptera-Zielart möglich sein.

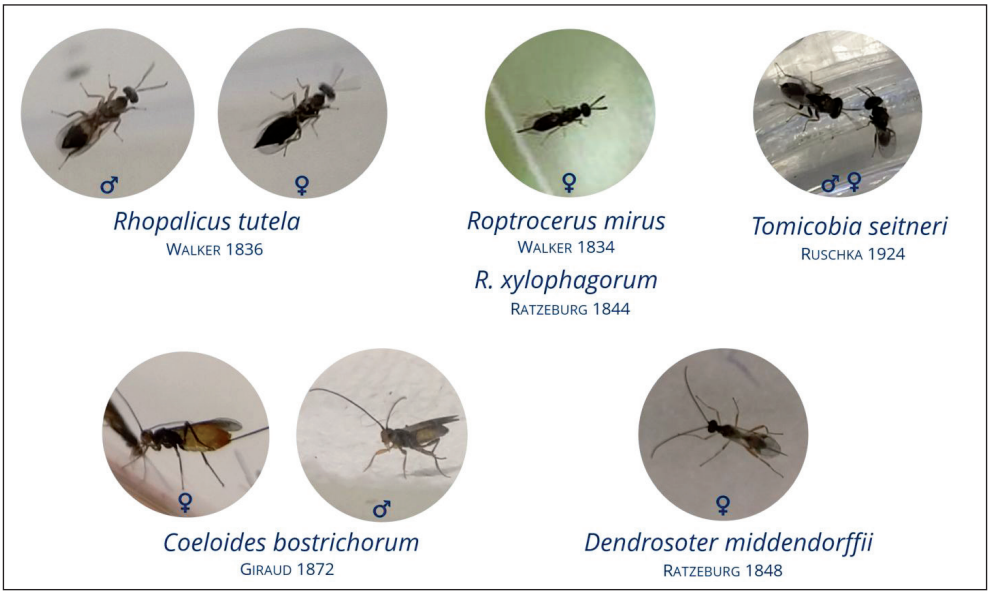

Abb. 1: Zielarten des Projektes IPSolut

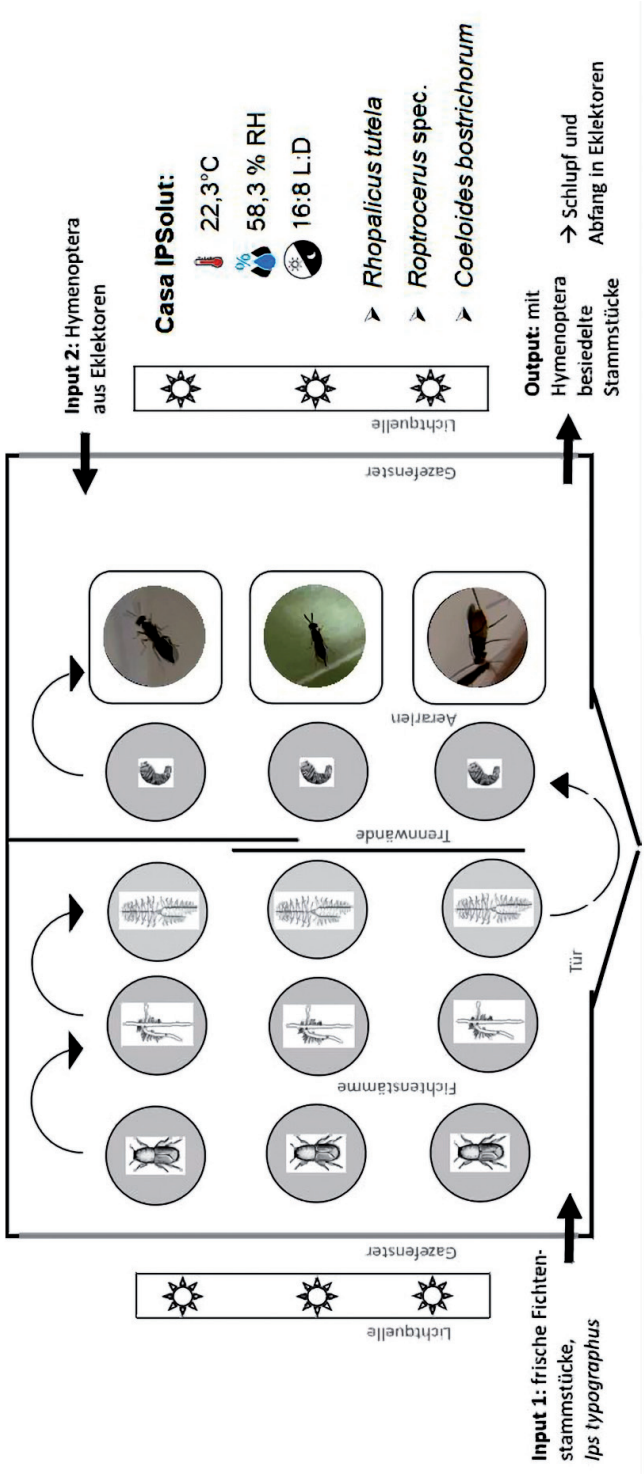

Abb. 2: Schematische Darstellung des Zuchtversuchaufbaus für *Ips typographus* und parasitoide Hymenoptera in der Zuchtbox Casa IPSolut

Literaturverzeichnis

Bridges, J.R. & Moser, J.C. (1983): A Continous Mass-rearing Technique for the southern Pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). – Journal of the Georgia Entomological Society, **19**(4): 481-483.

Ghimire, M.N. & Phillips, T.W. (2010): Mass rearing of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) on larvae of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): effects of host density, parasitoid density, and rearing containers. – Journal of Stored Products Research **46**(4): 214-220.

Guerra, A.A., Robacker, K.M. & Martinez, S. (1993): In vitro rearing of *Bracon mellitor* and *Catolaccus grandis* with artificial diets devoid of insect components. – Entomologia Experimentalis et Applicata **68**(3): 303-307.

Harris, E.J. & Okamoto, R.Y. (1991): A Method for Rearing *Biosteres arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) in the Laboratory. – Journal of Economic Entomology **84**(2): 417-422.

Hassan, S.A. & Zhang, W.Q. (2001): Variability in Quality of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from Commercial Suppliers in Germany. Biological Control **22**(2): 115-121.

Jki Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (2014): Nützlinge zu kaufen. Liste der in Deutschland kommerziell erhältlichen Nützlinge mit Anwendungsmöglichkeiten und Bezugsquellen auch für Hobby- und Kleingärtner. Online verfügbar unter https://www.julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/Flyer/Nuetzlinge_zu_kaufen.pdf: 2 (zuletzt geprüft am 16.03.2022).

Nw-Fva Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (2015): Integrierte Bekämpfung rindenbrütender Borkenkäfer. – Praxis-Information zu aktuellen Waldschutzfragen **1**: 32.

Zimmermann, O., Wührer, B. & Bathon, H. (2008): Die biologische Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in Deutschland: Einsatzmöglichkeiten von *Trichogramma* spp. und Schlupfwespen anderer Gattungen. – Mitteilungen der DGaaE **16**: 287-290.