

Der Einfluss von Insektiziden und Fraßereignissen bedeutender Forstschadinsekten in Kiefernwäldern auf die Fliegengemeinschaft (Diptera: Brachycera): Prozess der Artbestimmung und Literaturstudie

Frederik Stein* & Nadine Bräsicke

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst (GF), Braunschweig

Abstract: Impact of insecticides and feeding damages on fly communities (Diptera: Brachycera) in pine forests

In the frame of the project, the process of species determination and results of literature study is discussed in terms of investigation purpose. Further information about research design are detailed in the conference proceedings paper of (KÜHNE & al. 2019). To accomplish species determination, morphological and molecular genetic methods are combined to optimise the identification procedure in relation to lack of time and expertise for morphological determination. The possibility of revealing cryptic species and augmenting Barcode of Life Datasystem with species are further benefits. Within in the scope of a literature study relevant parasitoid flies for biological control of potential insect pests in pine forests were identified. They were classified as relevant, if they are able to weaken pest outbreaks and/or contributing to keep most pine insect pests at once in latency phase. Overall, the most relevant family is the Tachinidae, which comprises almost all relevant species. Nonetheless there a few species of Sarcophagidae and Muscidae which have also a relevance.

Key Words: pine stands, pest antagonists, plant protection, insecticides, Brachycera, DNA-Barcoding

* Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig; E-Mail: frederik.stein@julius-kuehn.de

Im Rahmen des BMEL/FNR-Verbundvorhabens zum zukunftsorientierten Risikomanagement in Wäldern (RiMa-Wald) wurden in Kooperation mit dem Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (Landesforst Brandenburg), gezielt Kiefernwälder auf trocken-armen Standorten untersucht. Es stehen die direkten und langfristigen Auswirkungen von Insektiziden sowie von Insektenfraß auf die Nicht-Zielorganismen der Arthropodenfauna im Mittelpunkt, u. a. auf die parasitoiden Familien der Brachycera (Diptera). Als natürliche Schädlingsantagonisten sind innerhalb dieser Unterordnung vor allem die Tachinidae an der Regulation der Populationsentwicklung von Kieferngrößschädlingen (z. B. *Dendrolimus pini* (LINNAEUS, 1785), *Panolis flammea* (DENIS & SCHIFFERMÜHLE, 1776) und *Diprion pini* (LINNAEUS, 1758)) beteiligt (PRIEN 2016). Die Auswertung einer dreijährigen Datenerhebung ist geplant und umfasst die Beschreibung der Familien- und Artenzusammensetzung der Brachycera sowie die Detektion von Risiken bei der luftgestützten Ausbringung von Insektiziden auf die Biodiversität in Kiefernwäldern. Der vorliegende Artikel konzentriert sich auf den Prozess der Artbestimmung und die ersten Ergebnisse einer Literaturanalyse.

Material und Methoden

Die Erhebung der Arthropodenfauna erfolgte in zwei Untersuchungsgebieten in den Jahren 2016 bis 2018 mittels automatischer Fangsysteme. Neben verschiedenen Behandlungs- und Fraßflächen wurden zusätzlich unbehandelte Kontrollflächen untersucht. Eine Zusammenstellung der Versuchsvarianten wird von KÜHNE & al. (2019) im vorliegenden Tagungsband beschrieben.

Ausgangspunkt der wissenschaftlichen Arbeit bildet eine Literaturrecherche, bei der zunächst relevante parasitoiden Familien der Brachycera identifiziert wurden, die zur Regulation der Kieferngrößschädlinge beitragen bzw. die durch ihre parasitoiden Lebensweise als potentielle Antagonisten der Kiefern-Schadinsekten in Betracht kämen.

Die Artbestimmung der Individuen, der als relevant klassifizierten Familien, erfolgt auf Grundlage klassischer Bestimmungsschlüssel morphologisch und/oder molekulargenetisch durch das DNA-Barcoding (HEBERT & al. 2003). Hierbei werden die Primercocktails C_LepFolF und C_LepFolR (HERNÁNDEZ-TRIANA & al. 2014) eingesetzt, weil bereits GEIGER & al. (2016) für die Unterordnung der Fliegen und POHJOISMÄKI & al. (2016) für die Familie der Raupenfliegen (Tachinidae) vergleichsweise großen Erfolg bei der Bestimmung bis zur Art erzielen konnten. Die DNA-Extraktion soll nach Möglichkeit non-destruktiv erfolgen, um die morphologischen Merkmale der Individuen zu erhalten. Die mit Hilfe der Primercocktails in der PCR amplifizierte Cytochrome c oxidase subunit I Fragmente werden sequenziert, editiert und analysiert.

Anschließend werden die Sequenzen mit der Datenbank „Barcode of Life Data Systems“ (BOLD) abgeglichen. Bei diesem Prozess ist die Zuordnung der jeweiligen Sequenz zu einer Barcode Index Number (BIN) (RATNASINGHAM & HEBERT 2013) und der hinterlegte Nachweis zweier Arbeiten, in denen unabhängig voneinander die Art zur Sequenz morphologisch bestimmt wurde, Voraussetzung für die abschließende Artbestimmung. In Fällen bei denen diese Voraussetzungen nicht gegeben sind, wird die Determination morphologisch unter Betreuung von Experten durchgeführt sowie bei ausreichender Individuenzahl eine neue BIN editiert und die COI Sequenzen mit dem Artnamen in BOLD neu eingegeben.

Ergebnisse der Literaturrecherche und Diskussion

Mit der Literaturrecherche können verschiedene Spezies der drei Familien Tachinidae (SCHWENKE 1978), Sarcophagidae (JAHN 1964) und Muscidae (WIEGAND 1957) als relevante parasitoide Antagonisten von Kieferngrößschädlingen benannt werden (Tab. 1). Die recherchierten Arten parasitieren jeweils die Larven der relevanten Kiefernchadinsekten (STIREMAN & al. 2006).

Bei den Kieferngrößschädlingen *Lymantria monacha* (LINNAEUS, 1758) und *Bupalus piniaria* (HARTIG, 1838) tragen die Spezialisten *Parasetigena silvestris* (TERESHKIN 2015 (1988)) und *Blondelia piniariae* (SIBLER & MAJUNKE 2000) entscheidend zu der Eindämmung von Gradationen bei. Alle weiteren parasitoiden Spezialisten der Brachycera von den oben genannten Kiefernchädlingen spielen diesbezüglich eine untergeordnete Rolle. So tritt der Spezialist *Diplostichus janitrix* zwar konstant aber mit nennenswert geringeren Parasitierungsraten bei *Diprion pini* auf als die generalistischen Tachinidae *Drino gilva* und *D. inconspicua* (EICHORN 1977). Beide Generalisten befallen weitere Kieferngrößschädlinge (Tab.1) mit geringen Parasitierungsraten (SCHIMITSCHEK 1943; WIEGAND 1957; TERESHKIN 2015 (1988); SACHTLEBEN 1929) und können somit „dauernd bei der Niederhaltung von Schädlingen unter der Schadensgrenze“ beitragen (SCHWENKE 2011). Ähnliche Sachverhalte lassen sich für die Generalisten *Panzeria rudis* und *Exorista larvarum*, die Massenvermehrungen von *Panolis flamma* eindämmen (SACHTLEBEN 1929) und im geringeren Umfang bei weiteren Kieferngrößschädlingen (Tab.1) auftreten (WIEGAND 1957; BAER 1921; TERESHKIN 2015 (1988); SACHTLEBEN 1929; SCHIMITSCHEK 1943), feststellen. Weniger eindeutige Angaben liegen für *Dendrolimus pini* vor. So werden *Agria affinis* (FALLÉN, 1817) (Sarcophagidae) und *Exorista fasciata* (FALLÉN, 1820) (Tachinidae) als wichtigste Brachycera bei der Eindämmung von Massenvermehrungen von JAHN (1964) genannt, während WIEGAND (1957) die Arten *Blepharipa pratensis* (MEIGEN, 1824) (Tachinidae), *Agria affinis* (FALLEN, 1817) (Sarcophagidae) und *Muscina prolapsa* (HARRIS, 1780) (Muscidae) als wesentlich beschreibt. Die Sarcophagidae *Agria affinis* ist die einzige konstant genannte Art.

Weitere relevante Generalisten mit geringeren Parasitierungsraten sind die Tachinidae *Blondelia nigripes* (FALLÉN, 1810) und *Phryxe vulgaris* (FALLÉN, 1810) (WIEGAND 1957; SCHIMITSCHEK 1943; TERESHKIN 2015 (1988)), die dazu beitragen mehrere Spezies von Kiefernchadinsekten in der Latenzphase zu halten (SCHWENKE 1982, 2011). Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Familie der Tachinidae innerhalb der Brachycera die bedeutendste Rolle als natürliche Antagonisten von Kiefernchädlingen einnehmen. Des Weiteren sind die einzelnen Arten der Sarcophagidae und Muscidae zu berücksichtigen. Zugleich ergeben sich Herausforderungen bei der Determination, weil a) wissenschaftliche Artnamen aus sehr alten Quellen stammen, die heutigen Artnamen nicht mehr eindeutig zugeordnet werden können und b) die Imagines nahe verwandter Arten morphologisch nicht immer zu unterscheiden sind, sondern durch die Wahl ihres Wirtes differenziert werden können (DOWDEN 1933; TSCHORSNIG & HERTING 1994).

Dieser Sachverhalt wirft die Frage nach den „Cryptic Species“ (HEBERT & al. 2004) auf, die perspektivisch durch das DNA-Barcoding gelöst werden könnten.

Tab. 1: Einordnung relevanter Familien der Brachycera als Antagonisten von potentiellen Kieferngrößschädlingen (X: artspezifische Bedeutung bei der Eindämmung von Massenvermehrungen, x: Bedeutung in der Latenzphase)

Diptera: Brachycera Familie/Art nach Tschorsnig (2013)	Erstbeschreiber nach Tschorsnig (2013)	Kieferngrößschädlinge				
		<i>Dendrolimus pini</i>	<i>Panolis flammea</i>	<i>Diprion pini</i>	<i>Lymantria monacha</i>	<i>Bupalus piniaria</i>
Tachinidae						
<i>Blondelia nigripes</i>	(FALLÉN, 1810)	x	–	x	x	x
<i>Drino gilva</i>	(HARTIG, 1838)	x	–	X	–	–
<i>Drino inconspicua</i>	(MEIGEN, 1830)	x	x	X	x	x
<i>Panzeria rudis</i>	(FALLÉN, 1820)	x	X	x	x	–
<i>Exorista larvarum</i>	(LINNAEUS, 1758)	x	X	x	x	–
<i>Phryxe vulgaris</i>	(FALLÉN, 1810)	x	x	x	x	–
<i>Diplostichus janithrix</i>	(HARTIG, 1838)	–	–	x	–	–
<i>Parasetigena sylvestris</i>	(ROBINEAU- DESVOIDY, 1836)	–	–	x	–	–
<i>Blondelia piniariae</i>	(HARTIG, 1838)	–	–	–	–	X
Sarcophagidae						
<i>Agria affinis</i>	(FALLÉN, 1817)	X	–	–	–	–

Dank

Das Verbundvorhaben wird vom BMEL und der FNR gefördert.

Ohne die tatkräftige Unterstützung zahlreicher Menschen wäre die Umsetzung undenkbar gewesen. Hierzu zählen insbesondere die Mitarbeiter/-innen der Abteilung Waldschutz des Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) sowie die Mitarbeiterinnen der AG Forstentomologie, des Julius Kühn-Institutes.

Literatur

- BAER, W. (1921): Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. ihre Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und systematische Kennzeichnung – Paul Parey, Berlin.
- DOWDEN, P.B. (1933): *Lydella nigripes* and *L. piniariae*, fly parasites of certain tree defoliation caterpillars. – Journal of Agricultural Research **46**(11): 963-995.
- EICHHORN, O. (1977): Autökologische Untersuchungen an Populationen der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* (L.) (Hym.: Diprionidae). II. Zur Kenntnis der Larvenparasiten und ihrer Synchronisation mit dem Wirt. – Zeitschrift für Angewandte Entomologie **83** 1-4): 15-36.
- GEIGER, M.F., MORINIERE, J., HAUSMANN, A., HASZPRUNAR, G., WÄGELE, W., HEBERT, P.D.N. & RULIK, B. (2016): Testing the Global Malaise Trap Program - How well does the current barcode reference library identify flying insects in Germany? – Biodiversity data journal (**4**): e10671.
- HEBERT, P.D.N., CYWINSKA, A., BALL, S.L. & DEWAARD, J.R. (2003): Biological identifications through DNA barcodes. – Proceedings of the Royal Society Biological sciences **270**(1512): 313–321.
- HEBERT, P.D.N., PENTON, E.H., BURNS, J.M., JANZEN, D.H. & HALLWACHS, W. (2004): Ten species in one. DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. – PNAS **101** 41): 14812-14817.
- HERNÁNDEZ-TRIANA, L.M., PROSSER, S.W., RODRÍGUEZ-PÉREZ, M.A., CHAVERRI, L.G., HEBERT, P.D.N. & GREGORY, T.R. (2014): Recovery of DNA barcodes from blackfly museum specimens (Diptera: Simuliidae) using primer sets that target a variety of sequence lengths. – Molecular Ecology Resources **14**(3): 508-518.

- JAHN, E. (1964): Zum Kiefernspinnerauftreten 1962/1963 im Steinfeld in Niederösterreich. – Zeitschrift für angewandte Entomologie **54**(1-4): 108-118.
- KÜHNE, B., FÖRSTER, A., STEIN, F. & BRÄSICKE, N. (2020): Waldökologische Forschung zu den Effekten von Insektizidmaßnahmen und natürlichen Störungen auf die Arthropodenzönose in Kiefernwäldern: Vorstellung des Teilvorhabens. – Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie **22**: 295-298.
- POHJOISMAKI, J.L.O., KAHANPÄÄ, J. & MUTANEN, M. (2016): DNA Barcodes for the Northern European Tachinid Flies (Diptera: Tachinidae). – PLoS one **11**(11): e0164933.
- PRIEN, S. (2016): Ökologischer Waldschutz. Für eine biozidfreie Waldwirtschaft – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 336pp.
- RATNASINGHAM, S. & HEBERT, P.D.N. (2013): A DNA-based registry for all animal species: the barcode index number (BIN) system. – PLoS one **8**(7): e66213.
- SACHTLEBEN, H. (1929): Die Foreule - *Panolis flammea* Schiff. Mit 35 Abbildungen im Text und einer mehrfarbigen Tafel – Verlag von Julius Springer, Berlin: 162pp.
- SCHIMITSCHEK, E. (1943): Untersuchungen über Parasitenreihen. – Mitteilungen der Akademie der deutschen Forstwissenschaften **3**: 272-305.
- SCHWENKE, W. (1978): Schmetterlinge. 1. Aufl. – Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin: 467pp.
- SCHWENKE, W. (1982): Hautflügler und Zweiflügler. 1. Aufl. – Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin: 392pp.
- SCHWENKE, W. (2011): Heimliche Helfer. Schlupfwespen und Schlupffliegen – Books on Demand, Nordstedt: 155pp.
- SIBLER, V. & MAJUNKE, C. (2000): Die Parasitoidengemeinschaft von Kiefernspannerpuppen (*Bupalus pinarius* L.) in den Jahren 1998 und 1999 im Land Brandenburg. – Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie **34**(4): 175-180.
- STIREMAN, J.O., O'HARA, J.E. & WOOD, D.M. (2006): Tachinidae: evolution, behavior, and ecology. – Annual Review of Entomology **51**: 525-555.
- TERESHKIN, A.M. (2015 (1988)): Паразиты-энтомофаги шелкопряда-монашенки (*Lymantria monacha* L.) в Белоруссии (в период вспышки массового размножения 1976-1984 гг.). [Entomophagous parasites of nun moth (*Lymantria monacha* L.) in Byelorussia (in the period of outbreak of mass reproduction in 1976-1984)] – Tereshkin, A.M., Minsk-Nowosibirsk: 177pp.
- TSCHORSNIG, H.-P. (2013): Fauna Europaea: Tachinidae. – In: BEUCK P. & PAPE T. (Hrsg.): Fauna Europaea: Brachycera. – Fauna Europaea version 2017.06, <https://fauna-eu.org>.
- TSCHORSNIG, H.-P. & HERTING, B. (1994): Die Raupenfliegen (Diptera; Tachinidae) Mitteleuropas. Bestimmungstabellen und Angaben zur Verbreitung und Ökologie der einzelnen Arten. – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Seria A (Biologie) **506**: 1-170.
- WIEGAND, H. (1957): Gradologische Untersuchungen über den Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.). 3. Beitrag (Schluß). – Zeitschrift für Angewandte Zoologie **44**: 129-172.