

# Erstnachweis des insektenpathogenen Pilzes *Entomophaga maimaiga* in Populationen des Schwammspinner in Österreich

Gernot Hoch, Daniela Pilarska, Margarita Georgieva, Georgi Georgiev, Plamen Mirchev und Christa Schafellner

**Kurzfassung** | Im Sommer 2019 wurde der aus Ostasien stammende, insektenpathogene Pilz *Entomophaga maimaiga* erstmals in zwei Populationen des Schwammspinner (*Lymantria dispar*) nachgewiesen. Die lichtmikroskopische Untersuchung von toten *L. dispar*-Raupen, die in einem kahlgefressenen Wald bei Eggenburg (Niederösterreich) gesammelt wurden, zeigten in 64,8 % der Fälle Infektionen mit *E. maimaiga*. Untersuchte tote Raupen aus einem Wald bei Ebergassing (Niederösterreich) waren zu 100 % infiziert. Die auf dieser Fläche gefundenen Kadaver zeigten darüber hinaus die für eine *E. maimaiga*-Infektion typischen, makroskopischen Symptome. Bei Untersuchungen im Jahr 2018 war der Pilz auf keinem der beiden Standorte gefunden worden. Kühl-regnerisches Wetter im Mai 2019 dürfte ideale Bedingungen für die Infektion von Schwammspinnerraupen gebracht haben. Der ab 1999 mehrmals in Bulgarien freigelassene Pilz hat sich rasch über den Balkan nach Mitteleuropa ausgebreitet. *E. maimaiga* dürfte zukünftig als ein weiterer, sehr wirksamer natürlicher Gegenspieler merkbare Auswirkungen auf die Populationsdynamik von *L. dispar* in Österreichs Eichenwäldern haben.

**Schlüsselworte** | *Lymantria dispar*, natürliche Gegenspieler, entomopathogene Pilze, *Entomophaga maimaiga*, biologische Schädlingskontrolle

Nach dem Zusammenbruch der letzten Massenvermehrungen im Jahr 2005 war der Schwammspinner (*Lymantria dispar*) in Österreich unauffällig, bis es 2018 wieder zu ausgedehntem Blattfraß durch dessen Raupen kam. Wie Untersuchungen aus den 2000er Jahren sowie bei der großen Massenvermehrung in den frühen 1990er Jahren zeigten, begegnet dem Schwammspinner in Ostösterreich ein umfangreicher Komplex natürlicher Gegenspieler (Räuber, Parasitoide und Pathogene), die sowohl einen bedeutenden Anteil an der Beendigung von Gradationen als auch bei der nachfolgenden Unterdrückung der Population in den ersten Jahren der Latenz haben (Hoch et al. 2001, Hoch et al. 2006). Der insektenpathogene Pilz *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae), der zur biologischen

Kontrolle von *L. dispar* in Bulgarien erstmals 1999 freigelassen wurde und sich rasch über die Balkanhalbinsel ausbreitete (Pilarska et al. 2016), war in Österreich bisher nicht Teil des Gegenspielerkomplexes.

## ***Entomophaga maimaiga* in der biologischen Schädlingskontrolle**

*Entomophaga maimaiga* demonstrierte in den letzten Jahrzehnten seine Wirksamkeit als Antagonist von *L. dispar* in Nordamerika. Der aus Japan stammende Pilz wurde im Rahmen eines klassischen, biologischen Schädlingskontrollprogrammes im frühen 20. Jahrhundert in den USA freigelassen, jedoch bis in die 1980er Jahre nicht wieder festgestellt. Seit 1989 werden regelmäßig Epidemien dieses insektenpathogenen Pilzes beobachtet, der nun eine zentrale Rolle in der Popu-

## **Abstract**

### **First record of the entomopathogenic fungus *Entomophaga maimaiga* in gypsy moth populations in Austria**

The entomopathogenic fungus *Entomophaga maimaiga*, a native of East Asia, was recorded in gypsy moth (*Lymantria dispar*) populations in Austria for the first time in summer 2019. Light microscopic examination of dead *L. dispar* larvae, collected in a forest near Eggenburg (Lower Austria) that suffered complete defoliation, showed a prevalence of *E. maimaiga* of 64.8 %. Prevalence in dead larvae collected in a forest near Ebergassing (Lower Austria) was 100 %. These larvae also showed the typical macroscopic symptoms of *E. maimaiga* infections. Surveys on these two sites in 2018 did not reveal the presence of the fungus. Cool and rainy conditions in May 2019 were probably optimal for infections of gypsy moth larvae. *E. maimaiga* has been spreading quickly from the Balkan Peninsula to Central Europe since its first introduction to Bulgaria in 1999 and consecutive releases. The fungus will likely become a further effective natural enemy of *L. dispar* in the oak forests of Austria that will have marked impact on the population dynamics of this defoliator.

**Keywords** | *Lymantria dispar*, natural enemies, entomopathogenic fungi, *Entomophaga maimaiga*, biological control

**Abbildung 1:** Fundorte von *Entomophaga maimaiga* in Österreich, Juni 2019 (graue Punkte) und nächstgelegene publizierte Fundorte in Nachbarländern (weiße Punkte; aus Zubrik et al. 2016).

**Figure 1:** Sites where *Entomophaga maimaiga* was detected in Austria in June 2019 (grey dots) and nearest published recordings in neighboring countries (white dots; from Zubrik et al. 2016).



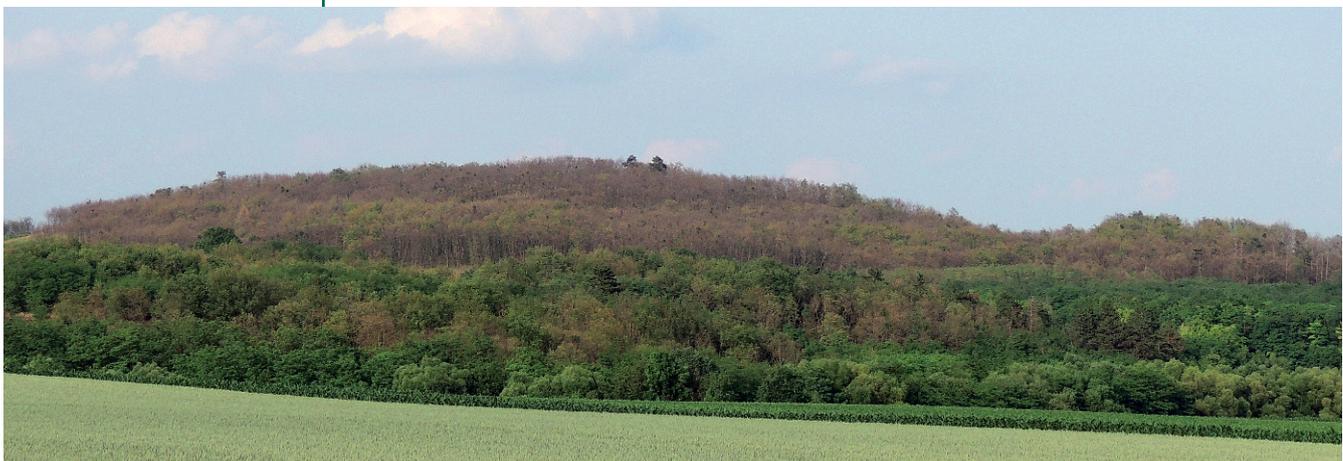
lationsdynamik des in Nordamerika invasiven Schwammspinners spielt (Hajek 1999). Labor- und Feldstudien zeigen eine hohe Wirtsspezifität dieses Pathogens (Hajek 1999, Hajek et al. 2004). In Bulgarien wurde *E. maimaiga* erstmals 1999 freigesetzt, weitere Ausbringungen an verschiedenen Orten im Land folgten. Untersuchungen ergaben, dass sich das Pathogen gut etablierte und an der Unterdrückung einiger Massenvermehrungen von *L. dispar* beteiligt war (Pilarska et al. 2016). Die von Schwammspinnerfraß betroffene Fläche ist seit der Freilassung des Pilzes signifikant kleiner als in den Jahren davor. *E. maimaiga* verbreitete sich rasch auf der Balkanhalbinsel nach Norden und Westen. 2013 wurde das Pathogen in Ungarn und in

der Slowakei nachgewiesen. Die Österreich nächst gelegene, bekannte Fundstelle lag ca. 100 km östlich der Staatsgrenze (Pilarska et al. 2016, Zubrik et al. 2016). Screenings in ostösterreichischen Eichenwäldern 2014 und 2018 erbrachten keinen Hinweis auf *E. maimaiga* (Hoch et al. 2019). Wir vermuten, dass die niedrigen Populationsdichten von *L. dispar* seit Mitte der 2000er Jahre einer Ausbreitung des Pathogens hinderlich waren. Im Sommer 2018 wurde Kahlfraß auf einer Fläche von über 4000 ha beobachtet (Steyrer et al. 2019).

Die Populationsdichten von *L. dispar* waren also nach einigen Jahren wieder auf hohem Niveau, und damit war das Angebot an Wirtstieren für natürliche Gegenspieler günstig.

**Abbildung 2:** Kahlfraß an Eichen durch *Lymantria dispar* in Eggenburg im Juni 2018.

**Figure 2:** Defoliation of oaks by *Lymantria dispar* in Eggenburg in June 2018.



### Erstnachweis von *E. maimaiga* in Österreich

Im Juni 2019 wurden zwei Eichenmischwälder mit bekannten Schwammspinervorkommen aufgesucht, um Larven für ein Screening nach *E. maimaiga* einzusammeln (Abbildung 1). Am 17.6.2019 wurden in einem Wald bei Eggenburg (Bezirk Horn, Niederösterreich), der sowohl 2018 als auch 2019 Kahlfraß durch den Schwammspinner erlitt (Abbildung 2), 165 tote *L. dispar*-Larven mit makroskopisch unklarer Symptomatik gesammelt. Darüber hinaus wurden 159 lebende Larven aus dem Befallsgebiet im Labor für 10-14 Tage auf Eichenlaub gezüchtet. Von diesen starben 89 Individuen vor der Verpuppung. Diese wurden lichtmikroskopisch untersucht.

Am 19.6.2019 wurde eine Waldfläche bei Ebergassing (Bezirk Bruck/Leitha, Niederösterreich) kontrolliert, die keinen auffälligen Blattfraß aufwies, obwohl zahlreiche Schwammspinnerraupen im vorletzten oder letzten Larvenstadium an den Baumstämmen vorhanden waren. Die Eigelegedichte (Eiablage im Sommer 2018) betrug 0,44 pro Baum, die Gelege waren gut entwickelt (über 500 Eier pro Gelege). Zahlreiche tote Raupen waren am unteren Stammbereich anzutreffen, die für *E. maimaiga*-Infektionen typische Symptome aufwiesen: Sie hingen mit dem Kopf nach unten an der Rinde, die



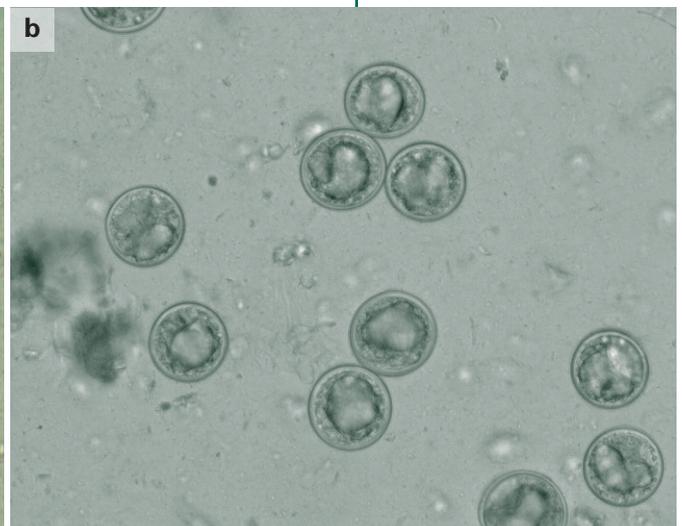
Bauchbeine zur Seite abgespreizt; manche wirkten ausgezehrt, und mit der Lupe war ein zartes Myzel an der Körperoberfläche zu sehen (Abbildung 3). In Ebergassing wurden 151 tote und 11 lebende Raupen gesammelt.

**Abbildung 3:** Tote *Lymantria dispar*-Larve, infiziert mit *Entomophaga maimaiga*.

**Figure 3:** Dead *Lymantria dispar* larva, infected with *Entomophaga maimaiga*.

**Abbildung 4:** (a) Konidien und (b) Dauersporen (Azygosporen) von *Entomophaga maimaiga* aus einer in Ebergassing gesammelten, toten *Lymantria dispar*-Larve.

**Figure 4:** (a) Conidia and (b) resting spores (azygospores) of *Entomophaga maimaiga* from a dead *Lymantria dispar* larva collected in Ebergassing.



**Tabelle 1:** Ergebnisse der lichtmikroskopischen Untersuchung von *Lymantria dispar*-Larven aus Eggenburg und Ebergassing. Von beiden Standorten wurden tote und lebende Raupen gesammelt. Die Lebenden wurden im Labor in Gruppen auf Eichenlaub gezüchtet. Bei der Zucht eingegangene Raupen wurden mikroskopisch untersucht. Ergebnisse der Untersuchung: *E. maimaiga* = *E. maimaiga*-Dauersporen und/oder Konidien; NPV = Kernpolyedervirus-Einschlusskörper; o. Bef. = ohne Befund.

**Table 1:** Results of light microscopic examination of *Lymantria dispar* larvae collected in Eggenburg and Ebergassing. From each site, larvae were collected dead (= tot gesammelt) or alive (= lebend gesammelt). The latter were reared in the laboratory in groups on oak foliage; larvae that died were inspected. Results of microscopic examination: *E. maimaiga* = resting spores and/or conidia of *E. maimaiga* present; NPV = occlusion bodies of the *L. dispar* nucleopolyhedrosis virus present; o. Bef. = no pathogens detected.

		<i>E. maimaiga</i>		NPV		o. Bef.	
		n	%	n	%	n	%
Eggenburg	tot gesammelt	107	64,8	7	4,2	51	30,9
	lebend gesammelt	2	2,2	52	58,4	35	39,3
Ebergassing	tot gesammelt	151	100	0	0	0	0
	lebend gesammelt	10	90,9	0	0	1	9,1

Die toten Raupen wurden im Labor untersucht. Ein Ausstrich des Körperinhalts wurde angefertigt und im Lichtmikroskop auf Konidien und Dauersporen (resting spores) von *E. maimaiga* untersucht (Abbildung 4). Von den in Eggenburg gesammelten toten Larven enthielten 64,8 % *E. maimaiga*-Konidien und/oder Dauersporen. Das *L. dispar*-Kernpolyedervirus (LdNPV), ein bei hohen Populationsdichten oft bedeutender Mortalitätsfaktor, wurde in 4,2 % der Larven gefunden (Tabelle 1). Von den 89 bei der Laborzucht verstorbenen Raupen waren nur 2,2 % von *E. maimaiga* infiziert, 58,4 % dagegen mit LdNPV. Wir vermuten, dass es in diesem Fall zu einer Übertragung der Virusinfektion aufgrund der Haltungsbedingungen im Labor gekommen ist.

In den restlichen Kadavern wurden keine Pathogene nachgewiesen. Von den in Ebergassing gesammelten toten Raupen wiesen 100 % Konidien und/oder Dauersporen von *E. maimaiga* auf. Von den lebend gesammelten Raupen starben acht noch im Larvenstadium – alle wiesen Dauersporen auf; zwei der drei verpuppten Individuen enthielten ebenfalls Dauersporen.

### Diskussion

Beide Standorte waren schon früher auf *E. maimaiga* untersucht worden. Im Juni 2018 wurden in Eggenburg 469 Raupen gesammelt, von denen 1,3 % mit LdNPV infiziert waren, *E. maimaiga* wurde damals nicht gefunden. In Ebergassing wurden sowohl 2014 als auch 2018 Bodenproben entnommen und im Labor getestet, ohne dass *E. maimaiga* nachgewiesen wurde. Im Zuge der Untersuchungen in diesen beiden Jahren waren

insgesamt 10 bzw. 5 Eichenwälder in Ostösterreich beprobt worden – alle ohne Nachweis auf den Pilz (Hoch et al. 2019). Zwei Faktoren waren im Frühjahr 2019 günstig für die Entwicklung von *E. maimaiga*: Schon 2018 waren die Schwammspinnerpopulationen erhöht, im Falle von Eggenburg bereits extrem hoch, sodass ein reichliches Wirtsangebot für den Pilz vorhanden war. Darüber hinaus war der Mai 2019 kühl und regnerisch. In Wien (Hohe Warte) etwa fielen im Mai 147 mm Niederschlag, was zirka dem Doppelten des langjährigen Mittels entspricht (ZAMG 2019). Aus Nordamerika ist gut dokumentiert, dass die Höhe der Mortalität durch *E. maimaiga* mit dem Niederschlag im Frühjahr korreliert und nicht mit der Populationsdichte von *L. dispar* (Elkinton et al. 1991, Webb et al. 1999). Im Jahr der Entdeckung des ersten epidemischen Auftretens des Pilzes wurden Rekordniederschläge in den nordöstlichen USA verzeichnet (Andreadis und Weseloh 1990).

Entsprechend der Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren ist zu erwarten, dass *E. maimaiga* nicht – wie die meisten anderen Parasitoide oder Pathogene – dichteabhängig, sondern dichteunabhängig und stochastisch auftritt. Im Falle der beobachteten Epidemie in Ebergassing deuten Häufigkeit und Größe der Schwammspinner-Eigelege auf eine in Progradation befindliche Population hin (vgl. Hoch et al. 2001). Wie die hohe Mortalität auf der Fläche vermuten lässt, könnte dieser Anstieg durch *E. maimaiga* – nicht zuletzt aufgrund der Witterung im Mai – gestoppt worden sein. Die Zahl der im Sommer 2019 abgelegten Eigelege ging auf 0,02 pro Baum zurück.

Umfangreiche Studien in Nordamerika zeigen eine hohe Wirtsspezifität von *E. maimaiga* (Hajek 1999, Hajek et al. 2004). Dies wird auch durch Untersuchungen in Bulgarien unterstützt: Die mikroskopische Untersuchung von fast 1500 Larven (38 Schmetterlings- und zwei Hautflügler-Arten), die in Wäldern mit *E. maimaiga*-Vorkommen gesammelt wurden, gab keinen Hinweis auf Infektionen (Georgieva et al. 2014). Auch eine größere Studie, in der über 4000 Larven (104 Schmetterlings-, Hautflügler- und Käferarten) in Eichenwäldern in Bulgarien, Ungarn und der Slowakei gesammelt wurden, zeigte keine Infektionen

durch *E. maimaiga* (Zubrik et al. 2018). Es ist also zu hoffen, dass die aus Amerika bekannte hohe Wirtsspezifität des Pilzes auch in Europa nicht anders ist, sodass keine direkten negativen Wirkungen von *E. maimaiga* auf die reiche, heimische Schmetterlingsfauna in den Eichenwäldern – mit Ausnahme des Schwammspinners – zu erwarten sind. Es bleibt abzuwarten, welche Effekte das neu eingewanderte Pathogen auf andere Arten des Gegenspielerkomplexes und damit auch auf die Populationsdynamik des Schwammspinners in Ostösterreich hat.



## Literatur

Andreadis, T.G., Weseloh, R.M. 1990: Discovery of *Entomophaga maimaiga* in North American gypsy moth, *Lymantria dispar*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 87: 2461-2465.

Elkinton, J.S., Hajek, A.E., Boettner, G.H., Simons, E.E. 1991: Distribution and apparent spread of *Entomophaga maimaiga* (Zygomycetes: Entomophthorales) in gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) populations in North America. Environ. Entomol. 20: 1601-1605.

Georgieva, M., Takov, D., Georgiev, G., Pilarska, D., Pilarski, P., Mirchev, P., Humber, R. 2014: Studies on non-target phyllophagous insects in oak forests as potential hosts of *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) in Bulgaria. Acta Zool. Bulg. 66: 115-120.

Hajek, A.E. 1999: Pathology and epizootiology of *Entomophaga maimaiga* infections in forest Lepidoptera. Microbiol. Molec. Biol. Rev. 63: 814-835.

Hajek, A.E., Strazanac, J.S., Wheeler, M.M., Vermeylen, F.M., Butler, L. 2004: Persistence of the fungal pathogen *Entomophaga maimaiga* and its impact on native Lymantriidae. Biol. Contr. 30: 466-473.

Hoch, G., Kalbacher, G., Schopf, A. 2006: Gypsy moth revisited – studies on the natural enemy complex of *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae) during an outbreak in a well known gypsy moth area. Mitt. dtsh. Ges. Allg. Angew. Ent. 15: 201-204.

Hoch, G., Zubrik, M., Novotny, J., Schopf, A. 2001: The natural enemy complex of the gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lep., Lymantriidae) in different phases of its population dynamics in eastern Austria and Slovakia – a comparative study. J. Appl. Ent. 125: 217-227.

Pilarska, D., Georgiev, G., Golemansky, V., Pilarski, P., Mirchev, P., Georgieva, M., Tabakovic-Tošić, M., Todorov, M., Takov, D., Pernek, M., Hrasovec, B., Milotic, M., Dautbasic, M., Mujezinovic, O., Naceski, S., Papazova-Anakieva, I., Matova, M.,

Vafeidis, P. 2016: *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) in Balkan Peninsula – an overview. Silva balcanica 17: 31-40.

Pilarska, D., Schafellner, C., Georgiev, G., Georgieva, M., Mirchev, P., Zelinka, P., Grollnigg, K., Goertz, D., Linde, A., Hoch, G. 2020: *Entomophaga maimaiga*, an introduced pathogen of the gypsy moth, *Lymantria dispar*, in Europe: A joint study in Bulgaria and Austria. Mitt. dtsh. Ges. Allg. Angew. Ent.: in Druck.

Steyrer, G., Cech, T.L., Fürst, A., Perny, B., Hoch, G. 2019: Waldschutzsituation 2018 in Österreich. AFZ-Der Wald 7/2019: 53-56.

Webb, R.E., White, G.B., Thorpe, K.W., Talley, S.E. 1999: Quantitative analysis of a pathogen-induced premature collapse of a „leading edge“ gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) population in Virginia. J. Entomol. Sci. 34: 84-100.

ZAMG 2019: Klimamonitoring: Station Wien-Hohe Warte, Aufsummierte Tagessummen des Niederschlags für Mai 2019. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/klimamonitoring/?station=5904&param=rr&period=period-ym-2019-05&ref=3> [Zugriff: 13.9.2019].

Zubrik, M., Hajek, A., Pilarska, D., Špilda, I., Georgiev, G., Hrašovec, B., Hirka, A., Goertz, D., Hoch, G., Barta, M., Saniga, M., Kunca, A., Nikolov, C., Vakula, J., Galko, J., Pilarski, P., Csóka, G. 2016: The potential for *Entomophaga maimaiga* to regulate gypsy moth *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Erebidae) in Europe. J. Appl. Entomol. 140: 565-579.

Zubrik, M., Pilarska, D., Kulfan, J., Barta, M., Hajek, A.E., Bittner, T.D., Zach, P., Takov, D., Kunca, A., Rell, S., Hirka, A., Csóka, G. 2018: Phytophagous larvae occurring in Central and Southeastern European oak forests as a potential host of *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) – A field study. J. Invertebr. Pathol. 155: 52-54.

Gernot Hoch,  
Bundesforschungszentrum für  
Wald, Institut für Waldschutz,  
Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
1131 Wien, Österreich,  
Tel.: +43-1-87838 1155,  
gernot.hoch@bfw.gv.at

Daniela Pilarska,  
New Bulgarian University,  
Department of Natural Sciences,  
21, Montevideo Blvd.,  
1618 Sofia,  
Bulgaria und Institute of  
Biodiversity and Ecosystem  
Research, Bulgarian Academy  
of Sciences, 1, Tzar Osvoboditel  
Blvd., 1000 Sofia, Bulgaria,  
dpilarska@yahoo.com

Margarita Georgieva,  
Georgi Georgiev,  
Plamen Mirchev,  
Bulgarian Academy of Science,  
Forest Research Institute,  
132, St. Kliment Ohridski Blvd.,  
1756 Sofia, Bulgaria  
margaritageorgiev@gmail.com  
ggeorgiev.fri@gmail.com  
plmirchev@hotmail.com

Christa Schafellner,  
Universität für Bodenkultur  
Wien, Department für Wald-  
und Bodenwissenschaften,  
Peter-Jordan-Straße 82/I,  
1190 Wien,  
christa.schafellner@boku.ac.at

**Finanzierung dieses  
Kooperationsprojektes** durch  
OeAD Agentur für Bildung und  
Internationalisierung /  
Bundesministerium für Bildung,  
Wissenschaft und Forschung  
(Project BG 08/2017) und  
Bulgarian National Science  
Fund (Project DNTS/Austria  
01/12/2017)