

---

# I. Einführung und aktuelle Gefährdungssituation

---

Moderation: Dr. M. Hommes, Julius Kühn-Institut, Braunschweig

## Die Prozessionsspinner Mitteleuropas - Ein Überblick

*The Processionary Moths of Central Europe - An Overview*

**Dr. Nadine Bräsicke**

Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Germany, nadine.braesicke@jki.bund.de

DOI 10.5073/jka.2013.440.001

### Zusammenfassung

Die Auswirkungen des Klimawandels lassen sich bereits auch in Deutschland beobachten. Dabei werden die Waldökosysteme in besonderer Weise betroffen. Waldstandorte sind stärker trockenen Bedingungen ausgesetzt, die zusammen mit höheren Vegetationszeittemperaturen eine erhöhte Stressanfälligkeit der Bäume verursachen. Bei den Insekten beeinflusst eine erhöhte Temperatur u. a. die Entwicklungsdauer, die Populationsdichte und die Verwertbarkeit der Wirtspflanzen als Nahrung (BMLFUW 2003, PETERCORD et al. 2008). Es ist zu erwarten, dass die Wachstumsrate und die Entwicklung der Insektenarten beeinflusst wird (NETHERER & SCHOPF 2009), die aufgrund eines relativ hohen Populationswachstums und hoher Mobilität durch Migration oder Adaption auf veränderte Klimabedingungen rascher reagieren (HARRINGTON et al. 2001). Bei einigen Schädlingen zeichnet sich eine solche Entwicklung bereits ab. Unter ihnen befinden sich humanpathogene Arten, die zunehmend auch zum Forstschädling avancieren und die Waldbestände existenziell gefährden. Der Eichenprozessionsspinner gehört zu diesen Arten. Ebenfalls relevant für Mitteleuropa sind *Thaumetopoea pinivora* und *Th. pityocampa*, die mit dem Beitrag näher betrachtet werden.

**Stichwörter:** Prozessionsspinner, *Thaumetopoea processionea*, *Th. pinivora*, *Th. pityocampa*

### Einleitung

Der Klimawandel, ist neben der Globalisierung und dem stetig ansteigenden Bevölkerungswachstum, ein entscheidender Faktor, der die Verbreitung von Arthropoden bedingt. Ein Blick auf die weltweiten Messstationen zeigt, dass sich das globale Klima bereits verändert hat. Seit Anfang des letzten Jahrhunderts ist die mittlere Erdtemperatur um 0,76°C angestiegen und die Dekade von 2001 bis 2010 erwies sich als die wärmste seit Aufzeichnungsbeginn 1880 (WMO 2011). Auch in Deutschland ist dieser Klimatrend zu beobachten. Am Beispiel der Lufttemperatur im Sommer (Normalwerte 1961-1990) bestätigt der Deutsche Wetterdienst (DWD) eine Abweichung von max. 2,6 °C bis 8 °C für das Jahr 2010. Diese Entwicklung der Lufttemperatur ist auch maßgeblich für die Abgrenzung von Vegetations- und Ruheperioden. So wurde in 2010 eine Verfrühung phänologischer Phasen bei Pflanzen beobachtet, d.h. der Blattaustrieb begann 10 bis 16 Tage früher im Jahr, als noch im Zeitraum von 1961-1990 (DEUTSCHER WETTERDIENST 2012). Damit ist der Klimawandel auch in Deutschland bereits spürbar und wird Folgen auch für die langlebigen Wald-Ökosysteme haben.

Begünstigt durch die Klimaveränderungen können neben gebietsfremden, invasiven Arten auch einheimische Arten ihr Verbreitungsareal erweitern. Der Eichenprozessionsspinner, *Thaumetopoea processionea* (Lepidoptera: Notodontidae) gehört zu diesen Arten. Besiedelt werden bevorzugt Eichenwälder und lichte Kiefernwälder mit einem hohen Anteil an Eiche (*Quercus* spp.), aber auch besonnte Einzelbäume in öffentlichen Erholungsbereichen werden sehr gern angenommen. Somit birgt die wärmeliebende Schmetterlingsart nicht nur Probleme für die Forstwirtschaft, sondern gefährdet auch die Gesundheit von Mensch und Tier. Grund sind die Spiegelhaare, die ab dem dritten Larvenstadium gebildet werden und das Nesselgift Thaumetopoein enthalten. Der Hautkontakt oder das Einatmen dieser Härchen führt u.a. zu pseudo-allergischen Reaktionen und Atembeschwerden. Neben dem Eichenprozessionsspinner ist auch der Kieferprozessionsspinner (*Th. pinivora*) in Deutschland beheimatet. Zudem kann mit dem Klimawandel auch dem Pinienprozessionsspinner (*Th. pityocampa*) die Einwanderung ermöglicht werden.

## Stellung im System

In der Vergangenheit wurden die Prozessionsspinner oft als eigenständige Familie, die der „Thaumetopoiidae“, aufgefasst. Nach der Systematik zählen die Prozessionsspinner jedoch zur Familie der Notodontidae (Zahnspinner) (FAUNA EUROPAEA 2011), zu denen mehrere 1000 Arten gehören. In Europa und Nordafrika sind insgesamt sechs Arten der Gattung *Thaumetopoea* verbreitet (DE FREINA & WITT 1987), die sich anhand des Stirnfortsatzes unterscheiden lassen (Abb. 1). Diese Chitinleiste ist bei dem Eichen- (*Th. processionea*) sowie Pistazienprozessionsspinner (*Th. solitaria*) beulenartig verdickt und bei dem Kiefern- (*Th. pinivora*), Pinien- (*Th. pityocampa*) sowie Herkulesprozessionsspinner (*Th. herculeana*) gezähnt. Nach Literaturangaben dient die gezähnte Chitinleiste zum Öffnen des Kokons bzw. für den Aufbruch des Bodens beim Schlüpfvorgang (GÄBLER 1954). Die Familie Notodontidae umfasst außer den Prozessionsspinnern u.a. noch die Unterfamilie der Phalerinae, zu der u.a. der Mondvogel (*Phalera bucephala*) gehört (GÄBLER 1954). Darüber hinaus besteht auch eine enge verwandtschaftliche Beziehung zu den Erebiidae (Lymantriinae: z.B. Goldafter – *Euproctis chrysorrhoea*, Schwammspinner – *Lymantria dispar*) und Lasiocampidae (Lasiocampinae: Wollafter – *Eriogaster lanestris*) (Abb. 1). Bei einigen dieser genannten Arten, wie *Euproctis chrysorrhoea* und *Eriogaster lanestris*, bilden die Larven ebenfalls Härchen, die empfindliche Hautentzündungen auslösen können (WEIDNER 1937).

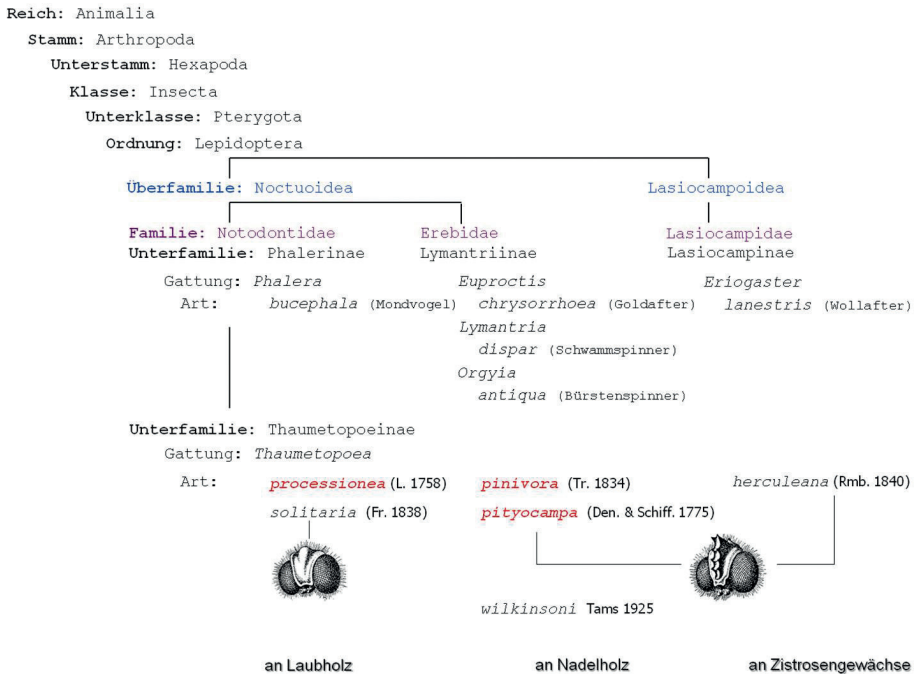


Abb. 1: Klassifikation der Unterfamilie Thaumetopoeinae (Quelle: FAUNA EUROPAEA 2011; Abbildungen: DE FREINA & WITT 1987)

## Relevante Arten der Prozessionsspinner

In Mitteleuropa sind insgesamt drei *Thaumetopoea*-Arten verbreitet – *Th. processionea* (Tab. 1), *Th. pinivora* (Tab. 2) und *Th. pityocampa* (Tab. 3). Als ausgesprochene Baumbewohner gehören vor allem Waldgebiete (besonnte Waldränder) zu ihrem bevorzugten Lebensraum. Auch mit Bäumen bestandene Alleen, Parkanlagen und Gärten zählen dazu (GÜNTHER et al. 1974). Besonders charakteristisch für alle drei Arten sind das gesellige Leben der Larven in Familienverbänden und ihre Wanderungen in langen ein- bis mehrreihigen Prozessionen zu den Fraßplätzen in der Baumkrone. Zudem werden arttypische Gespinstnester angelegt. Die Raupen aller drei Arten entwickeln ab dem 3. Larvenstadium nesselnde Raupenhaare, die in Anzahl und Länge mit jeder Häutung zunehmen und auf dorsalen Spiegelfeldern sitzen (SCHEIDTER 1934). Diese mikroskopisch kleinen, mit Widerhaken versehenen Spiegelhaare (WEIDNER 1937) führen bei Mensch und Tier zu Entzündungen von Haut, Schleimhäuten und Augen (LAMY 1990), aufgrund des gebildeten Thaumetopoeins (MAKSYMOW 1978). Über den Falterschlupf hinaus, bleiben die Gespinstnester mit Raupenhärchen und -kot erhalten. Die darin befindlichen Spiegelhaare verlieren nicht ihre allergische Wirkung. Ältere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Nesselhaare von *Th. pityocampa* auch nach 12 Jahren die gleiche gesundheitsschädigende Wirkung besitzen (HASE 1939). Nach Angaben von HASE gilt dies auch für Raupenhaare des Eichen- und Kiefernprozessionsspinners.

Tab. 1: Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*)

(Informationen nach GROENEN & MEURISSE 2011, SCHMIDT 1990, 1989, DOUMA-PETRIDOU 1989, DE FREINA & WITT 1987, ROUGEOT & VIETTE 1983, MAKSYMOW 1978, GÄBLER 1954)

Chronik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1826 erstmals in Deutschland (Nordrhein-Westfalen) nachgewiesen</li> <li>- 1840 deutsche Namensgebung durch Julius T. Ch. Ratzeburg (*1801, †1871; Forstentomologe)</li> <li>- 1936-1938 / 1950-1953 Massenvermehrung im Elbe-Havel-Land</li> <li>- 1984-1988 Massenvermehrung in Südwestdeutschland</li> <li>- ab 1993 verstärktes Auftreten in Deutschland, anfänglich in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Sachsen-Anhalt</li> </ul>											
Habitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lichte Eichenwälder (auch Eichen-Hainbuchenwälder, Kiefern-Eichenwälder)</li> <li>- neigt zum Forstschädling bei Massenvermehrung oder in Kombination mit weiteren Eichenschädlingen</li> <li>- häufig auch an Einzelbäumen (z. B. an Straßenrändern und im urbanen Bereich)</li> <li>- Wirtspflanze: <i>Quercus</i> spp. (u.a. Stieleiche: <i>Q. robur</i>, Traubeneiche: <i>Q. petraea</i>), auch andere Laubhölzer werden im Notfall angenommen, vereinzelt auch Nadelhölzer</li> </ul>											
Biologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eiablage als längliche Platten an ein- bis zweijährigen Trieben in der Krone</li> <li>- ab L5 Anlage von Gespinstnestern am Stamm, in Astgabelungen</li> <li>- insgesamt 6 Larvenstadien, Puppenruhe 3-6 Wochen bzw. Diapause 1-2 Jahre</li> </ul>											
	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
	Ei		Raupe			Puppe	Falter	Ei				
	Überwinterung		Blattfraß			Gespinst am Baum	Begattung, Eiablage	Überwinterung				
Quarantänemaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notmaßnahme UK (Art. 16 (3) der RL 2000/29/EG) mit Auflagen für die Verbringung von Eichen nach Großbritannien</li> <li>- Aufnahme des Schädlings in RL 2000/29/EG und Ausweisung von Schutzgebieten in Großbritannien</li> </ul>											
Verbreitung												
	Abb. 2: Verbreitung in Mitteleuropa (Quelle: FAUNA EUROPAEA 2011)						Abb. 3: Verbreitung in Deutschland (Nachweise von 2007 bis 2011 in Waldgebieten, Quellen: WALDSCHUTZ-DIENSTSTELLEN DER LÄNDER 2007 – 2011)					

Tab. 2: Kiefernprozessionsspinner (*Thaumetopoea pinivora*)

(Informationen nach BATTISTI et al. 2006, BATTISTI et al. 2005, SCHMIDT 1990, 1989, DOUMA-PETRIDOU 1989, DE FREINA & WITT 1987, ROUGEOT & VIETTE 1983, MAKSYMOW 1978, GÄBLER 1954, GÄBLER 1951)

Chronik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1756 erstmals in Deutschland (Dresden) nachgewiesen</li> <li>- 1834 Erstbeschreibung von Georg F. Treitschke (*1776, †1842; Lepidopterologe)</li> <li>- 1902 Nachweis in Brandenburg</li> <li>- 1947-1949 Massenvermehrung in Sachsen (Hoyerswerda), Schadfläche: 2500 ha</li> </ul>											
Habitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bevorzugt trocken-sandige Kiefernwälder schlechtwüchsiger Standorte, z.B. Dünenaufforstungen</li> <li>- neigt zum Forstschädling bei Massenvermehrung oder in Kombination mit weiteren Kieferschädlingen</li> <li>- Wirtspflanze: <i>Pinus</i> spp. (z. B. Gemeine Kiefer: <i>P. silvestris</i>)</li> </ul>											
Biologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eiablage in dichten Manschetten um die Kiefernadel</li> <li>- Entwicklungsdauer ist temperaturabhängig</li> <li>- ab L1 Anlage von Gespinnstestern in sonnenexponierten Kronenbereichen</li> <li>- Verpuppung erfolgt im Boden, in 8-20 cm Tiefe</li> <li>- insgesamt 5 Larvenstadien, Puppenruhe 5 Monate bzw. Diapause 1-3 Jahre</li> </ul>											
	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
	Puppe gesellig im Boden			Falter Begattung, Eiablage			Ei Überwinterung					
Ei Überwinterung			Raupen Nadelfraß/ Gespinst			Puppe gesellig im Boden						
Quarantänemaßnahmen	- keine Regelungen (Stand: März 2012)											
Verbreitung												
	Abb. 4: Verbreitung in Mitteleuropa (Quelle: FAUNA EUROPAEA 2011)	Abb. 5: Verbreitung in Deutschland (Nachweise von 1750 bis 2010, Quellen: WALDSCHUTZ-DIENSTSTELLEN DER LÄNDER 2008 -2010, SCHWENKE 1982, GÄBLER 1954)										

Tab. 3: Pinienprozessionsspinner (*Thaumetopoea pityocampa*)

(Informationen nach HÓDAR et al. 2003, BREUER & DEVKOTA 1990, DEVKOTA & SCHMIDT 1990, MASUTTI & BATTISTI (1990), SCHMIDT 1990, 1989, DOUMA-PETRIDOU 1989, DE FREINA & WITT 1987, ROUGEOT & VIETTE 1983, MAKSYMOW 1978, GÄBLER 1954)

Habitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- das potenzielle Verbreitungsgebiet wird durch Klimafaktoren bestimmt: <ul style="list-style-type: none"> <li>jährl. Sonnenscheindauer min. 1800 h; mittlere Minimaltemperatur im Jan. &gt;-4°C</li> </ul> </li> <li>- Verbreitung der Art gilt als Folge der Klimaerwärmung</li> <li>- bevorzugt trockene Kiefernwälder</li> <li>- Wirtspflanze: <i>Pinus</i> spp. (Gemeine Kiefer: <i>P. silvestris</i>) und auch <i>Cedrus</i> spp.</li> </ul>																																				
Biologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eiablage in dichten Manschetten am Grund eines Nadelpaares</li> <li>- ab L1 Anlage von Gespinnstnestern an Zweigspitzen im Wipfelbereich</li> <li>- Nester dienen der Wärmespeicherung: 1,5°C/h Sonneneinstrahlung</li> <li>- Raupen können Temperaturen von -10°C über 10 Std. ertragen</li> <li>- Verpuppung erfolgt bei einer Bodentemperatur von 20-22°C, in 5-20 cm Tiefe</li> <li>- insgesamt 5 Larvenstadien, Puppenruhe 5-6 Monate bzw. Diapause 1-2 Jahre</li> <li>- Entwicklungsdauer ist temperaturabhängig</li> </ul>																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jan.</th> <th>Feb.</th> <th>März</th> <th>Apr.</th> <th>Mai</th> <th>Jun.</th> <th>Jul.</th> <th>Aug.</th> <th>Sept.</th> <th>Okt.</th> <th>Nov.</th> <th>Dez.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #1f4e79; color: white;">Falter/ Ei</td> <td></td> <td colspan="4" style="background-color: #1f4e79; color: white;">Raupe Fraß/ Gespinst am Baum</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #1f4e79; color: white;">Raupe ...</td> <td colspan="4" style="background-color: #1f4e79; color: white;">Puppe im Boden</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.							Falter/ Ei		Raupe Fraß/ Gespinst am Baum				Raupe ...		Puppe im Boden								
Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.																										
						Falter/ Ei		Raupe Fraß/ Gespinst am Baum																													
Raupe ...		Puppe im Boden																																			
Quarantäne- maßnahmen	- keine Regelungen (Stand: März 2012)																																				
Verbreitung																																					
	Abb. 6: Verbreitung in Mitteleuropa (Quelle: FAUNA EUROPAEA 2011)	keine Nachweise für Deutschland																																			

### Natürliche Gegenspieler

Die häufigsten Gegenspieler sind u.a Raupen- und Puppenparasitoide wie Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae), Schlupf- (Hymenoptera: Ichneumonidae) und Brackwespen (Hym.: Braconidae) (Tab. 4). Auch räuberisch lebende Insekten, wie Waldameisen (Hym.: Formicidae), Puppenräuber (Coleoptera: Carabidae) und Raubwanzen (Hemiptera: Reduviidae) gehören zu den Antagonisten (Tab. 4). Fledermäuse und Vögel erbeuten vorwiegend Falter. Nur wenige Vogelarten verzehren auch die Raupen der Prozessionsspinner. So werden in der Literatur (MAKSYMOW 1978, BLOTZHEIM 1994) die Arten Häherkuckuck (*Clamator glandarius*, nicht in Deutschland verbreitet) und Wiedehopf (*Upupa epops*, vereinzelte Vorkommen in Deutschland) als Prädatoren erwachsener Raupen genannt sowie die Kohlmeise (*Parus major*), die jungen Raupen nachstellt (SCHMIDT et al. 1989).

Andere Studien belegen negative Auswirkungen des Eichenprozessionsspinners (EPS) auf die Vogelwelt. Nach SKATULLA & LOBINGER (2006) werden in Befallsflächen des EPS höhlenbrütende Singvögel vertrieben bzw. Jungvögel sterben infolge der Vertreibung der Elterntiere oder durch die Spiegelhaare der Raupen ab.

Tab. 4: Natürliche Antagonisten der Prozessionsspinner (TIBERI 1990, TSANKOV 1990, MAKSYMOW 1978)

	Arten	Ordnung/ Familie	Th. <i>pityocampa</i>	Th. <i>proccessionea</i>	Th. <i>pinivora</i>
Ei- parasitoide	<i>Ooencyrtus pityocampae</i>	Hym., Encyrtidae	X		
	<i>Ooencyrtus telenomicida</i>	Hym., Encyrtidae	X		
	<i>Eutetrastichus servadeii</i>	Hym., Eulophidae	X		
	<i>Anastatus bifasciatus</i>	Hym., Eupelmidae	X	X	
	<i>Trichogramma</i> spp.	Hym., Trichogrammatidae	X		
	<i>Charitophilus</i> spp.	Hym., Eupelmidae	X		
Larval- parasitoide	<i>Phryxe caudata</i>	Dipt., Tachinidae	X		
	<i>Phryxe semicaudata</i>	Dipt., Tachinidae		X	
	<i>Erigorgus femorator</i>	Hym., Ichneumonidae	X		
	<i>Exorista segregata</i>	Dipt., Tachinidae	X		
	<i>Compsilura concinnata</i>	Dipt., Tachinidae	X	X	
	<i>Carcelia processioneae</i>	Dipt., Tachinidae		X	X
	<i>Blondelia nigripes</i>	Dipt., Tachinidae			X
Pupal- parasitoide	<i>Villa brunnea</i>	Dipt., Bombyliidae	X		
	<i>Coelichneumon rudis</i>	Hym., Ichneumonidae	X		
	<i>Conomorium eremita</i>	Hym., Pteromalidae	X		
	<i>Pimpla instigator</i>	Hym., Ichneumonidae		X	
Pathogene (Larven/Puppen)	<i>Paecilomyces farinosus</i>	Eurotiales			X
	<i>Beauveria bassiana</i>	Hypocreales	X		
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Hypocreales	X		
	<i>Paecilomyces farinosus</i>	Eurotiales	X		
Prädatoren (Ei)	<i>Ephippiger ephippiger</i>	Orthopt., Tettigoniidae	X		
Prädatoren (Larven)	<i>Xanthandrus comtus</i>	Dipt., Syrphidae	X		
	<i>Forficula auricularia</i>	Dermapt., Forficulidae	X		
	<i>Chrysoperla carnea</i>	Neuropt., Chrysopidae	X		
	<i>Calosoma sycophanta</i>	Coleopt., Carabidae		X	
	<i>Calosoma inquisitor</i>	Coleopt., Carabidae		X	
	<i>Xylodrepa quadripunctata</i>	Coleopt., Silphidae		X	
	<i>Troilus luridus</i>	Heteropt., Pentatomidae		X	
	<i>Rhinocoris iracundus</i>	Heteropt., Reduviidae		X	
	<i>Rhinocoris annulatus</i>	Heteropt., Reduviidae		X	

Die Bedeutung der Räuber bei der Regulation von Phytophagen-Populationen ist jedoch beschränkt, da eine Reihe von ökologischen Einflussfaktoren das Populationswachstum von Räuber und Beute beeinflussen (ALTENKIRCH et al. 2002). Im Regelfall können sie nicht den Populationszuwachs bei einer starken Vermehrungsrate bremsen, da sie erst mit einer Zeitverzögerung von mehreren Jahren auf die Beutepopulation reagieren. Die Bedeutung der Räuber liegt darin, bei geringen bis mittleren Beutedichten den Bestand niedrig zu halten und damit einen Populationsanstieg zu verzögern bzw. auch zu verhindern (EKSCHMITT et al. 1997).

Die Wirkung der Parasitoiden wird als höher eingeschätzt, weil ihre Spezialisierung auf bestimmte Wirtsarten stärker ausgeprägt ist, als bei vielen Räubern. Eine regulierende Wirkung ist bei ihnen in der Latenz- und Retrogradationsphase (70 bis 80%) gegeben, bei den Räubern ist es auf die Latenzphase begrenzt.

## Literatur

- ALTENKIRCH, W., C. MAJUNKE, B. OHNESORGE (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Ulmer Fachbuch, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 434 S.
- BATTISTI, A., STASTNY, M., BUFFO, E. & LARSSON, S. (2006): A rapid altitudinal range expansion in the pine processionary moth produced by the 2003 climatic anomaly. - *Global Change Biology* 12: 662 – 671.
- BATTISTI, A., STASTNY, M., NETHERER, S., ROBINET, C. & SCHÖPF, A. (2005): Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased wintertemperatures. - *Ecological Applications* 15/ 6: 2084 – 2096.
- BLOTZHEIM V., G., (HRSG.); BAUER, K. M. (BEARB.) (1994): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 9. Columbiformes – Piciformes. 2. durchgesehene Auflage. AULA-Verlag GmbH. Wiesbaden.
- BREUER, M. & DEVKOTA, B. (1990): Studies on the importance of nest temperature of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.). - *J. Appl. Ent.* 109: 331 -335.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2003): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Tierwelt – Derzeitiger Wissensstand, fokussiert auf den Alpenraum und Österreich, Endbericht, URL: <http://www.boku.ac.at/met/klima/berichte/tiere.pdf>
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2012): Deutscher Klimaatlas des Deutschen Wetterdienstes, [www.dwd.de/Klimaatlas](http://www.dwd.de/Klimaatlas).
- DEVKOTA, B. & SCHMIDT, G.H. (1990): Larval development of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) from Greece as influenced by different host plants under laboratory conditions. - *J. Appl. Ent.* 109: 321 – 330.
- DOUMA-PETRIDOU, E. (1989): European *Thaumetopoea* species (Lep.,Thaumetopoeidae): Characteristics and life-cycles. - *Proc. Thaumetopoea Symp. Neustadt*: 12 - 19.
- EKSCHMITT, K., V. WOLTERS & M. WEBER (1997): Spiders, Carabids and Staphylinids: The ecological potential of predatory Macroarthropods. – In: Benckiser, G. (Hrsg.): *Fauna in Soil Ecosystems. Recycling Processes, Nutrient Fluxes and Agricultural Production*. Dekker, New York, Basel, 307-362.
- ENGEL, H. (1957): *Mitteleuropäische Insekten*. Kronen Verlag E. Cramer, Hamburg.
- Fauna Europaea, Zoological Museum Amsterdam/ University of Amsterdam (2011): Webseite: [www.fauna-eur.org](http://www.fauna-eur.org).
- FREINA DE, J. J. & WITT, T. J. (1987): *Die Bombyces und Sphinges der Westpalaearktis*. - EFW Edition Forschung und Wissenschaft Verlag GmbH, München, 7085.
- GÄBLER, H. (1951): Beobachtungen über den Kiefernprozessionsspinner. - *Pflanzenerkrankung und Pflanzenschutz* 92 - 96.
- GÄBLER, H. (1954): Die Prozessionsspinner. - *Die neue Brehm-Bücherei*, A. Ziemsen Verlag 137: 1 – 38.
- GROENEN, F. & MEURISSE, N. (2011): Historical distribution of the oak processionary moth *Thaumetopoea processionea* in Europe suggests recolonization instead of expansion. - *Agricultural and Forest Entomology*, DOI: 10.1111/j.1461-9563.2011.00552.x
- GÜNTHER, K. (1974): *Urania Tierreich Insekten*. - Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin, 571 – 587.
- HARRINGTON, R., FLEMMING, R. A. & WOIWOD, I. P. (2001): Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: can they be predicted? - *Agricultural and Forest Entomology* 3: 233 – 240.



- HASE, A. (1939): Über den Pinienprozessionsspinner und über die Gefährlichkeit seiner Raupenhaare. - Anzeiger für Schädlingkunde 121: 133 – 142.
- HÓDAR, J. A., CASTRO, J. & ZAMORA, R. (2003): Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict mediterranean scots pine forests under climatic warming. - Biological Conservation 110: 123 – 129.
- LAMY, M. (1990): Contact dermatitis (erucism) produced by processionary caterpillars (Genus *Thaumetopoea*). - J. Appl. Ent. 110: 235 – 437.
- MAKSYMOW, J.K. (1978): In Schwenke (Hrsg.): Die Forstschädlinge Europas (Schmetterlinge), Bd.3: Thaumetopoeidae, Prozessionsspinner, Paul Parey, Hamburg und Berlin, 391 – 403.
- MASUTTI, L. & BATTISTI, A. (1990): *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in Italy: Bionomics and perspectives of integrated control. - J. Appl. Ent. 110: 229 – 234.
- NETHERER, S. & SCHOPF, A. (2010): Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests - general aspects and the pine Processionary moth as specific example. - Forest Ecology and Management 259: 831 – 838.
- PETERCORD, R., H. VEIT, H. SCHRÖTER (2008): Forstinsekten im Klimawandel – alte Bekannte mit neuem Potenzial? FVA Einblick: 01/ 08: 34-37.
- ROUGEOT, P. C. & VIETTE, P. (1983): Die Nachtfalter Europas und Nordafrikas, 1. Teil: Schwärmer und Spinner. Erich Bauer Verlag, S. 106 - 111.
- SCHIEDTER, F. (1934): Auftreten der „Gifthaare“ bei den Prozessionsspinnern in den einzelnen Stadien. - Forstbiologische Beiträge 223 - 226, 362 - 365.
- SCHMIDT, G. H. (1990): On the Biology and Control of *Thaumetopoea* spp. Proceedings of the *Thaumetopoea*-Symposium 5-7 July 1989 at Neustadt a. Rbge near Hannover, University of Hannover: 137 S.
- SCHMIDT, G.H. (1989): Life cycles of *Thaumetopoea* species distributed in different region of Europe, north Africa and near east. - Proc. Thaumetopoea Symp. Neustadt: 20 – 34.
- SCHMIDT, G.H., BREUER, M., DEVKOTA, B. & BELLIN, S. (1989): Life cycle and natural enemies of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in Greece. - Proc. Thaumetopoea Symp. Neustadt: 38 - 40.
- SCHWENKE (1982): Die Forstschädlinge Europas. Ein Handbuch in 5 Bänden, Band 3: Schmetterlinge, Hamburg und Berlin: 467 S.
- SKATULLA, U., G. LOBINGER (2006): Erfahrungen mit der Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners in Wäldern und öffentlichem Grün. Augsburgs Baumpflegetage, Bernhard Thalacker Verlag, S. 136-141.
- TIBERI, R. (1990): Egg parasitoids of the pine processionary caterpillar, *Thaumetopoea pityocampa* (Den.&Schiff.) (Leb., Thaumetopoeidae) in Italy: distribution and activity in different areas. - J. Appl. Ent. 110: 14 – 18.
- TSANKOV, G. (1990): Egg parasitoids of the processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Leb., Thaumetopoeidae) in Bulgaria: Species, importance, biology and behaviour. - J. Appl. Ent. 110: 7 – 13.
- WEIDNER, H. (1937): Beiträge zu einer Monographie der Raupen mit Gifthaaren. - Entomologie 23: 433 – 484.
- WELTORGANISATION FÜR METEOROLOGIE (2011): WMO- Bericht zum Zustand des globalen Klimas 2010, Nr. 1074.