

Untersuchungen zum Parasitoidenkomplex des
Schwammspinners, *Lymantria dispar* (Lep., Lymantriidae),
in seiner Progradations- und Kulminationsphase

Diplomarbeit der Studienrichtung Forstwirtschaft an der
Universität für Bodenkultur Wien

vorgelegt von

Georg Kalbacher

Wien, Juni 2008

Institut für Forstentomologie,
Forstpathologie und Forstschutz
Universität für Bodenkultur Wien

Danksagung

Nach einer interessanten Studienzeit darf ich mich bei Univ. Prof. Dr. Axel Schopf für seine ruhige und fürsorgliche Betreuung meiner Diplomarbeit recht herzlich bedanken.

Meinem betreuenden Universitätsassistenten Dr. Gernot Hoch ein herzliches Dankeschön für die Unterstützung bei der Vorbereitung und Umsetzung meines Vorhabens, der Hilfe bei den Arbeiten im Freiland sowie der zahlreichen Gespräche und Diskussionen.

Meinen Dank richte ich an die Kolleginnen und Kollegen am Institut, welche mich freundlich in ihren Kreis aufnahmen und mich stets bei meinen Arbeiten unterstützten. Im Speziellen danke ich Frau DI Nina Dobart und Herrn DI Peter Kritsch für die mir entgegengebrachte freundschaftliche Hilfe.

Bedanken darf ich mich beim Waldeigentümer, der Diözese Eisenstadt, sowie dem zuständigen Förster Herrn Ing. Clemens Kugler, für die Erlaubnis die Feldarbeiten durchführen zu dürfen.

Herrn Oberbaurat DI Karl Maracek vom Amt der burgenländischen Landesregierung, Abteilung 9, danke ich für die Bereitstellung der Klimadaten aus Eisenstadt.

Ein herzliches Dankeschön gilt meinen Eltern, die mir aufgrund ihrer finanziellen Unterstützung dieses Studium überhaupt ermöglichten. Meiner lieben Frau Angelika, die mich bei den Arbeiten im Freiland öfters begleitete, danke ich im Besonderen – vor allem für ihr Verständnis und die aufgebrachte Geduld für mein Studentenleben.

1	EINLEITUNG	1
2	MATERIAL UND METHODE	5
2.1	Standort	5
2.2	Ermittlung der Populationsdichte von <i>L. dispar</i> mittels Eigelegezählung	5
2.3	Klimadaten und Phänologie von <i>L. dispar</i>	7
2.4	Die Bestimmung der Parasitierungsrate.....	7
2.4.1	Aufsammlungen der Versuchstiere zur Ermittlung der Parasitierungsrate	7
2.4.2	Laborzucht der gesammelten Versuchstiere	9
2.5	Bestimmung der Parasitoide.....	10
2.5.1	Tachinidae (Diptera)	10
2.5.2	Braconidae	12
2.6	Bestimmung der Puppenmortalität durch Räuber	12
2.7	Statische Auswertung	13
3	ERGEBNISSE	14
3.1	Die Populationsdichte des Schwammspinners	14
3.2	Klimadaten & Phänologie des Schwammspinners.....	15
3.3	Der Parasitoidenkomplex 2003 und 2004	18
3.3.1	Braconidae	23
3.3.2	Tachinidae.....	25
3.4	Puppenmortalität im Vergleich	28
4	DISKUSSION	29
5	LITERATUR	36
6	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	40
7	TABELLENVERZEICHNIS	41

Abstract

The *Lymantria dispar* population in a mixed oak forest near Klingenbach, Austria, increased to the level of a progradation in 2003 after occurring at low density since the mid 1990s. Egg mass density increased from 1.2 egg masses per tree in the season 2002/03 to 9.7 egg masses per tree in the following year. The aim of this study was to quantify the mortality caused by parasitoids in the phase of progradation of its host as well as in the year of culmination. Therefore, 100 larvae of each instar as well as 100 pupae were collected on the study site and transferred to the laboratory. They were reared under controlled conditions and emerging parasitoids were collected and determined. Total mortality caused by parasitoids was low (12.8%) during progradation and even lower during the phase of culmination (7.8%). The tachinid *Parasetigena silvestris* caused highest parasitism; the highest percent parasitism of 23.5 % occurred in larvae collected in 5th and 6th instars in 2003. The tachinid *Blepharipa* sp. caused 8.2% parasitism in pupae collected in 2003. The braconids *Glyptapanteles liparidis* and *Glyptapanteles porthetriae* caused percent parasitism of under 4%. Pupal parasitism was low as well but a high level of mortality (68%), due to unknown reasons occurred in 2004. In the same year, pupae were collected from the lower branches of the crowns and from understory to quantify the impact of the predaceous *Calosoma* spp. (Col., Carabidae). They caused a mortality of 38% in pupae collected from the understory, and 13% in pupae collected from the lower crown. It is concluded that parasitoids play a minor role as regulators of the *Lymantria dispar* population during progradation and culmination. The outbreak was probably terminated by shortage of food due to defoliation of host trees by the larvae.

Kurzfassung

Im Jahr 2003 erhöhte sich die Abundanz von *Lymantria dispar* in einem Eichenmischwald bei Klingebach nach einer Phase der Latenz seit Mitte der 1990er Jahre. Die Eigelegezahl stieg von 1,2 Gelegen/Baum in der Saison 2002/03 auf 9,7 Gelege/Baum in der Saison 2003/04. In der vorliegenden Arbeit wurde die Mortalität durch Parasitoide in Phase der Progradation und im darauf folgenden Jahr in der Kulmination erhoben. Dazu wurden 2003 und 2004 jeweils 100 Raupen pro Larvenstadium am Untersuchungsstandort gesammelt und im Labor unter kontrollierten Bedingungen weiter gezüchtet.

Die Parasitoide verursachten sowohl im Jahr der Progradation als auch im Jahr der Kulmination geringe Mortalität. Die Gesamtparasitierungsrate betrug im Progradationsjahr 2003 12,8% und ging im Kulminationsjahr 2004 auf 7,8% zurück. Die häufigste Parasitoidenart war die Tachine *Parasetigena silvestris*, die höchste Parasitierung durch diese Art trat mit 23,5% im Jahr 2003 auf. Die Tachine *Blepharipa* sp., die vorwiegend alte Raupen parasitierte, verursachte die zweithöchste Mortalität. Ihre maximale Parasitierung lag bei 8,2% in aufgesammelten Puppen im Jahr 2003. Die Braconiden *Glyptapanteles liparidis* und *Glyptapanteles porthetriae* traten mit Parasitierungsraten von unter 4% auf. Im Jahr 2004 wurden Puppen an Zweigen des unteren Kronenbereiches und an der Strauchvegetation gesammelt, um den Einfluss der Fraßaktivität der Carabiden *Calosoma* spp. festzustellen. Diese verursachten eine Mortalität von 38% bei Puppen im Unterwuchs sowie 13% bei Puppen im unteren Kronenbereich.

Die Parasitoide spielten sowohl in der Progradation als auch in der Kulmination nur eine geringe Rolle als Regulatoren der *L. dispar* - Population. Das Ende der Massenvermehrung in der Saison 2004/2005 dürfte hauptsächlich aufgrund des Nahrungsmangels in Folge des Kahlfraßes durch die Raupen eingetreten sein.

1 Einleitung

Der Schwammspinner, *Lymantria dispar*, gehört zur Schmetterlingsfamilie der *Lymantriidae*. Die Falter schlüpfen je nach Klima und Witterung zwischen Mitte Juni und Anfang September (Wellenstein & Schwenke 1978). Die flugunfähigen Weibchen geben Sexual-Pheromone ab, durch welche die flugfähigen Männchen angelockt werden. Unmittelbar nach der Kopulation legt das Weibchen seine Eier in Form eines so genannten Eispiegels an Stämmen, Ästen, Steinen oder auch am Boden ab, und bedeckt diese beim Ablegen mit Haaren des Abdomen (Wellenstein & Schwenke 1978, Altenkirch et al. 2002). Die Eigelege beinhalten je nach Vitalität und Fekundität der Elterngeneration ca. 100 - 800 Eier (Liebhold et al. 1993). Die Embryonen entwickeln sich in den folgenden drei bis vier Wochen zu fertigen Eiraupen, die weiterhin im Ei verbleibend bis zum Frühjahr des folgenden Jahres diapausieren. Diese Diapause wird erst durch eine Kühlperiode von 3-4 Monaten im Winter beendet.

Der Schlupf der behaarten Raupen erfolgt Mitte bis Ende April und steht mit dem Blattaustrieb der Traubeneichen in zeitlicher Koinzidenz. Nach kurzem Verweilen am Eispiegel suchen die Raupen Nahrung und können sich hierbei auch mit Hilfe des Windes an selbstgesponnenen Seidenfäden fortbewegen. So können Eiraupen infolge ihrer langen Haare und des geringen Gewichtes einige Kilometer weit vertragen werden (Wellenstein & Schwenke 1978). Im Zuge ihrer Entwicklung durchlaufen die Larven fünf (Männchen) oder sechs (Weibchen) Larvenstadien. *L. dispar* ist polyphag, frisst bevorzugt an Eiche und Obstbäumen (Wellenstein & Schwenke 1978). Vom ersten bis zum dritten Larvenstadium (L1-L3) fressen die Larven tagsüber in der Krone (Altenkirch et al. 2002). Ab dem vierten Stadium suchen sie bei Einbruch der Morgendämmerung geschützte Ruheplätze, meist Rindenritzen auf, und wandern zur Nahrungsaufnahme nachts wieder in die Krone. Dieses Verhalten soll sich *L. dispar* in seinem angestammten Verbreitungsgebiet in Eurasien aufgrund des geringeren Mortalitätsrisikos am Stamm angeeignet haben (Campell & Sloan 1977). Der Grund dürfte darin liegen, dass die meisten Feinde tagaktiv sind, und nahrungssuchende Vögel sowie eine Vielzahl an Parasitoiden in der Krone nach Beute bzw. Wirten suchen. Je nach Witterung, Nahrungsqualität und Nahrungsquantität dauert die Larvalentwicklung sechs bis zwölf Wochen. Nach dem letzten Larvenstadium spinnt sich die Raupe zumeist am unteren Stamm- oder Astbereich fest, um sich nach zwei bis

drei Tagen zu verpuppen. Nach einer Puppenruhe von ungefähr drei Wochen schlüpfen die Falter (Wellenstein & Schwenke 1978).

Je nach klimatischer Region zeigt dieses Insekt einen sieben- bis zehnjährigen Gradationszyklus. Dieser Massenwechsel dauert meist 2-4 Jahre und setzt sich meist aus 2 Jahre Progradation und 1-2 Jahre Retrogradation zusammen. Trockenheit, Wärme und ausreichendes Licht innerhalb des Bestandes stellen eine wesentliche Grundlage für eine Massenvermehrung dar, die letztlich in den Jahren 2003-2005 auf einem Standort bei Klingbach im Burgenland beobachtet werden konnte.

Schedl (1936) berichtet von einem Vorkommen des Schwammspinners von Nordafrika als südlichstes Verbreitungsgebiet bis an die Ostküste Sibiriens als nördlichstes Verbreitungsgebiet. Der Verbreitungsschwerpunkt dieses Schmetterlings liegt vor allem in Süd- und Südosteuropa, wo für ihn optimale ökologische Voraussetzungen herrschen. Besonders warme und trockene Standorte, auch außerhalb seines Verbreitungsoptimums, begünstigen eine Massenvermehrung (Wellenstein & Schwenke 1978).

In Mitteleuropa war das letzte markante Auftreten von *L. dispar* in den Jahren 1993-95 mehrfach beobachtet worden. So betrug allein 1993 die Befallsfläche in Deutschland mehr als 50.000 ha (Wulf 1993). Lokale Massenvermehrungen, welche rasch zusammenbrachen, sind in Mitteleuropa bekannt (Altenkirch et. al 2002, Bathon 1996, Hoch et. al 2001). Schädigungen durch den Schwammspinner treten in Mitteleuropa meist in Form von Zuwachsverlusten auf. Kahlfraß in Kombination mit Befall von Eichenmehltau am Neuaustrieb der Eichen kann nach mehrjährigen Wirken zum Absterben des Baumes führen (Altenkich et. al 2002).

Welche Bedeutung der natürliche Gegenspielerkomplex bei der Regulation der Massenvermehrung des Schwammspinners hat, lässt sich anhand der Ausbreitung und Kalamitäten vermuten, die der Schmetterling im 19. Jahrhundert nach seiner Einbringung in Nordamerika verursachte. Die enormen Massenvermehrungen werden auf den nicht vorhandenen natürlichen Gegenspielerkomplex zurückgeführt. Trotz erheblicher Anstrengungen für den Nachimport von natürlichen Feinden aus dem europäischen Ursprungsland konnte nur ein Teil der natürlichen Regulatoren in Nordamerika bisher etabliert werden (Reardon 1981). Letzte Aufsammlungen für Massenvermehrungen und

Freilassungen von Antagonisten in Schadgebieten des Schwammspinners in den USA fanden in Österreich 1972-74 und 76-78 während der Retrogradationsphase von *L. dispar* statt (Fuester et al. 1983, Eichhorn 1996).

Der Antagonistenkomplex umfasst neben Parasitoide, Krankheitserreger wie Viren, Bakterien, Mikrosporidien und Pilze auch eine Reihe von Prädatoren. Von den wenigen Vögeln, die behaarte Raupen fressen, sind der Kuckuck, der Wiedehopf sowie der Pirol hervorzuheben (Wellenstein & Schwenke 1978). Unter den räuberischen Arthropoden sind der Vierpunktaaskäfer *Xylodrepa quadripunctata*; Col., Silphidae) und die Puppenräuberarten *Calosoma sycophanta* und *Calosoma inquisitor*, (Col. Carabidae) wichtig. Besonders *C. sycophanta* kann unter bestimmten Umständen bedeutende Mortalität bei der Population des Schwammspinners verursachen (Wellenstein & Schwenke 1978, Hoch et al. 2001). In der Regel treten ab dem Gradationszeitpunkt die genannten Käferarten häufiger auf und können einen Zusammenbruch einer Gradation beschleunigen (Bathon 1993). Auch die Raubmilbe *Allothrobium wolffi* kann aufgrund ihrer Saugtätigkeit an Eiern oder jungen Schwammspinnerraupen einen Einfluss auf die Mortalitätsrate haben (Wellenstein & Schwenke 1978, Hoch et al. 2001, Jahn & Sinreich 1957). Bakterien und vor allem Viren wirken meist stark reduzierend auf die Massenvermehrung einer *L. dispar* - Population und nehmen in der Regel mit dem Fortschreiten einer Gradation zu (Wellenstein & Schwenke 1978, Bogenschütz und Kammerer 1995).

Parasitoide können einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung des Populationszyklus von *L. dispar* haben (Wellenstein & Schwenke 1978, Maier und Bogenschütz 1988 und 1990). Eiparasiten, wie *Anastatus disparis* und *Ooencyrtus kuwanae*, traten bisher in Österreich selten auf (Hoch et al. 2001). Zubrik & Novotny(1997) konnten im Jahr 1995 eine durch *A. disparis* verursachte Parasitierung in der Höhe von 10% feststellen. Die Larvenparasitoide können dagegen hohe Mortalitäten verursachen. Die von ihnen bewirkten Parasitierungsraten wurden aber häufig nur während Massenvermehrungen in Österreich untersucht. Spezifische Larvenparasitoide aus der Familie der Ichneumoniden, wie *Phobocampe* spp., können in Schwammspinnerpopulationen eine Mortalität über 10 % verursachen (Hoch et al. 2001).

Die Braconidenarten, *Glyptapanteles liparidis*, *Glyptapanteles porthetriae*, *Cotesia melanoscela*, *Cotesia ocnariae*, stechen vor allem Wirtstiere des ersten bis zum dritten Raupenstadium an und legen ihre Eier in die Larve ab. *G. porthetriae* ist ein solitärer

Endoparasitoid von *Lymantria dispar*, der für seine Entwicklung einen Alternativwirt für die Überwinterung benötigt. *Dendrolimus pini* und *Euproctis chrysorrhoea* sind in Europa sowie *Dendrolimus spectabilis* in Asien sind als Überwinterungswirte bekannt (Burgess & Crossman 1929, Capek 1988). Die Entwicklung der Parasitenlarven erfolgt im Wirtstier und nach vollkommener Entwicklung bohren sich die Parasitoidenlarven aus dem Wirtstier aus.

Die Tachinenarten *Parasetigena silvestris* und *Blepharipa* spp. sind bekannte Parasitoide des Schwammspinner (Maier & Bogenschütz 1990). Die Larven treten meist aus älteren Wirtsraupen (L5-L6) oder Puppen aus. *P. silvestris* legt ihre macrotypen Eier direkt auf dem Wirtsraupenkörper ab. Aus den Eiern schlüpfen nach zwei bis sieben Tagen die Larven, die sich umgehend in den Wirt einbohren (Herting 1960). Häutet sich die Raupe während dieser Zeit, kann das ungeschlüpfte Ei abgestreift werden.

Die *Blepharipa*-Arten und *Zenilia libatrix* legen ihre microtypen Eier auf Blätter ab, welche bei Fraß durch die Raupen aufgenommen werden. Im Darm des Wirts schlüpfen in Folge die Maden und nisten sich im Muskelgewebe ein. Hat der Wirt das letzte Larvenstadium erreicht, entwickelt sich der Parasitoid im Inneren der Wirtslarve und bohrt sich meist erst im Puppenstadium des Wirtes aus. Die Tachine, *Zenilia libatrix*, war bei den bisherigen Untersuchungen in Österreich nicht von Bedeutung (Schedl 1936, Fuester et al. 1983). Eine ebenfalls geringe Bedeutung hatten die Puppenparasitoide, wie die Chalcididae *Brachymeria intermedia* und die Ichneumonidae *Theronia atalante* (Hoch et al. 2001).

Die Eichenwälder Ostösterreichs wurden mehrmals hinsichtlich des Antagonistenkomplexes des Schwammspinner untersucht (Füster et al. 1983, Eichhorn 1996, Hoch et al. 2001). Diese Untersuchungen fanden zur Zeit der Kulmination oder Retrogradation der Schwammspinnerpopulation statt. In der Studie von Hoch et al. (2001) wurde zuletzt der Vergleich des Antagonistenkomplexes von *L. dispar* in unterschiedlichen Populationsdichten untersucht.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Antagonistenkomplex mit dem Schwerpunkt der Parasitoide in der Progradationsphase des Schwammspinner zu erfassen. Die Untersuchungen sollen damit eine Ergänzung zu den Untersuchungen von Hoch et al. (2001) darstellen. Darüber hinaus sollte untersucht werden, inwiefern der unterschiedliche Verpuppungsort der Schwammspinnerraupen – am unteren Teil des Baumstammes oder im Blattbereich der unteren Äste – einen Einfluss auf die Mortalität durch natürliche Gegenspieler hat.

2 Material und Methode

2.1 Standort

In einem Eichenbestand bei Klingebach (Siegendorfer Bischofswald) wurde eine Untersuchungsfläche ausgewählt. Diese Fläche grenzt unmittelbar an jene Flächen im selben Bestand an, die in den Jahren 1993-1995 für die Untersuchung des Parasitoiden- und Pathogenkomplexes in der Gradationsphase (Hoch et. al. 2001) sowie die der Puppenmortalität des Schwammspinners in der Latenzphase diente (Gschwantner et al. 2002). Der Bestand hat ein Alter von ca. 50-70 Jahren. Die vorkommenden Hauptbaumarten sind Zerreichen (*Quercus cerris*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*). Als Mischbaumart tritt die Hainbuche (*Carpinus betulus*) auf. Die Strauchschicht besteht zum überwiegenden Teil aus *Q. cerris*, *Q. petraea*, *Rubus fruticosus*, *Prunus avium*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana* und *Crataegus monogyna*. Nach Süden ist die Probefläche durch einen Jungwuchs, nach Westen durch eine landwirtschaftlich genutzte Fläche begrenzt, nach Norden und Osten schließt Wald von ähnlicher Vegetation und Struktur an.

2.2 Ermittlung der Populationsdichte von *L. dispar* mittels Eigelegezählung

Die Abundanz des Schwammspinners am Untersuchungsstandort wurde seit der letzten Gradation in den 1990er-Jahren jährlich mittels Eigelegezählung im Winterhalbjahr erhoben (Hoch & Schopf, unveröffentlichte Daten) erhoben. Die verwendete Methode nach Turcek (1956) (Abb. 1) ist eine baumbezogene Zählmethode. Als Ausgangspunkt diente der Mittelpunkt der Probenfläche. Von dort ausgehend wurden in den 4 Himmelsrichtungen, die nächsten 50 Bäume bis in eine Höhe von 4 m auf Eigelege abgesucht (Abb. 2). Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser <8 cm wurden in die Probe nicht aufgenommen. Es wurden die Gelege der jeweils aktuellen (diesjährigen) Schwammspinnergeneration erhoben, die im vorherigen Sommer abgelegt worden waren.

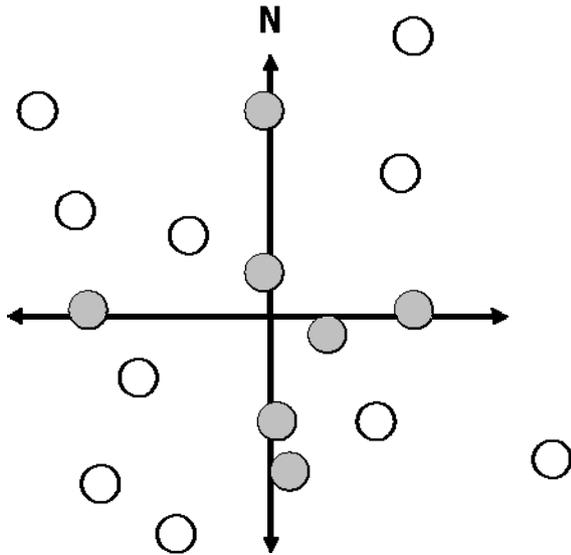


Abb. 1 Schematische Darstellung der Eigelegzählung, Methode nach Turcek (1956). Die grau markierten Bäume in den vier Himmelsrichtungen werden untersucht. (Illustration: G. Hoch, IFFF BOKU)



Abb. 2 Mehrere abgelegte Eispiegel von *Lymantria dispar* auf der Untersuchungsfläche bei Klingebach. Das Weibchen legt alle Eier in der Regel in einem Gelege ab und bedeckt dieses mit gelblicher Afterwolle. (Foto: G. Hoch, IFFF BOKU)

2.3 Klimadaten und Phänologie von *L. dispar*

Um die Phänologie des Schwammspinners im Zusammenhang mit den vorausgegangenen und herrschenden Witterungsbedingungen vergleichen zu können, wurden die entsprechenden meteorologische Daten verschiedener Jahre gegenübergestellt. Für die Rekonstruktion der Phänologie von *L. dispar* am Untersuchungsstandort wurde bei den Probensammlungen die vorhandenen Larvenstadien im Freiland notiert. Die Temperatur- und die Niederschlagswerte wurden von dem Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abteilung 9, Wasser- und Abfallwirtschaft, zur Verfügung gestellt. Die durchschnittliche Tagestemperatur wurde aus drei Messwerten (7.00 Uhr; 14.00 Uhr; 21.00 Uhr) arithmetisch gemittelt. Der Tagesniederschlag wurde täglich um 7.00 Uhr als Niederschlag der letzten 24 Stunden gemessen.

2.4 Die Bestimmung der Parasitierungsrate

2.4.1 Aufsammlungen der Versuchstiere zur Ermittlung der Parasitierungsrate

Die Parasitierungsrate wurde definiert als jene Anzahl der Larven einer Sammelprobe, aus denen sich Parasitoide ausbohrten. Für die Stadien L1-L4 wurde eine Sammelprobe wie folgt definiert: Die Anzahl jener Larven, die im selben Larvenstadium, gesammelt wurden, auch wenn die Sammlung an unterschiedlichen Terminen erfolgte. Da die Larven der Sammelstadien L5 und L6 schwer zu unterscheiden sind, wurden diese in einer Probe zusammengefasst. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich jeweils auf diese Sammelprobe. Um die Beobachtungen mit denen von Hoch et. al. (2001) vergleichen zu können, wurden die Ergebnisse von jeweils zwei Larvenstadien für den Vergleich nachträglich zusammengefasst (L1+2; L3+4, L5+6). Der gewählte Stichprobenumfang betrug jeweils 100 Raupen pro Larvenstadium. Die Wahl der Sammeltermine (Tab. 1) wurden nach der Witterung und dem vermuteten, dominierenden Entwicklungsstadium der Larven im Freiland kurzfristig festgelegt.

Tab. 1 Sammeltermine der jeweils gesammelten Larvenstadien L1-L6 und des Puppenstadiums (Pu) von *Lymantria dispar* in den Jahren 2003 und 2004

	2003	2004
L1	25. Apr	02. Mai
L1	28. Apr	
L2	02. Mai	02. Mai
L2	06. Mai	08. Mai
L3	06. Mai	08. Mai
L3	10. Mai	14. Mai
L4	16. Mai	26. Mai
L5&L6	24. Mai	
L5&L6	30. Mai	07. Jun
L5&L6	04. Jun	16. Jun
Pu	15. Jun	30. Jun
Pu		21. Jul

Aufgrund der hohen Populationsdichte des Schwammspinners in den beiden Untersuchungsjahren war es kein Problem, eine ausreichende Raupenanzahl eines bestimmten Entwicklungsstadiums zu finden. Die Proben der Stadien L1 - L3 wurden teilweise mit dem Klopfschirm aus der noch vom Boden zu erreichenden Krone geworben. Die älteren Larvenstadien waren leicht auf den Zweigen des Unterwuchses und den Stämmen sowie am Boden zu finden. Die Raupen folgten dem normalen Fraßrhythmus, d.h., sie waren bis zum dritten Raupenstadium tagaktiv und ab dem vierten nachtaktiv (Wellenstein & Schwenke 1978).

Um die Parasitierungsrate im Puppenstadium festzustellen, wurden die Puppensammlungen im Jahr 2003 am 15. Juni und im Jahr 2004 am 30. Juni und am 21. Juli durchgeführt. Sie wurden so wie die Raupen in 40 ml Kunststoffbecher bis zum Ausschlüpfen der Falter bzw. der Parasitoiden aufbewahrt.

2.4.2 Laborzucht der gesammelten Versuchstiere

Um Entwicklung und Mortalität der Schwammspinnerlarven und den etwaigen Schlupftermin ihrer Parasitoiden genau untersuchen zu können, wurden die im Freiland gesammelten Larven in Klimaschränken weitergezüchtet. Die Zucht wurde unter kontrollierten Bedingungen bei 20°C Dauertemperatur und Langtagbedingungen (16 h Licht, 8 h Dunkelheit) durchgeführt.

Die Larven des ersten und zweiten Stadiums (L1, L2) wurden unmittelbar nach der Sammlung in Gruppen zu 10 Stück in Kunststoffbehältern mit einem Volumen von 250 ml auf Weizenkeimdiät (Bell et al. 1981) gesetzt. Ab dem dritten Larvenstudium wurden sie einzeln in Kunststoffbechern mit einer Größe von 40 ml gehalten. Die im Freiland gesammelten Larven der Stadien L3 bis L6 wurden sofort einzeln in diese Becher gegeben. Larven des fünften und sechsten Sammelstadiums wurden, sofern sie die Weizenkeimdiät nicht annahmen – was bei ca. 70% der Fall war - mit frischem Eichenlaub versorgt. Die Versuchstiere wurden 2003 täglich und 2004 zweimal pro Woche kontrolliert. Das Futter wurde bei Bedarf erneuert. Die Aufzucht wurde bis zum Tod der Larven, dem Schlupf von Parasitoiden bzw. bis zum Schlupf der Schwammspinnerimagines durchgeführt. Tiere, die vorzeitig starben, wurden noch mehrere Tage aufbewahrt, um ein etwaiges Ausbohren eines Parasitoiden fest zu stellen. Erfolgte kein Parasitoidenschlupf, wurden diese Tiere der Gruppe „unbestimmter Mortalität“ zugerechnet.

Die gesammelten Puppen wurden ohne Futter in Kunststoffbehältern mit einer Größe von 40 ml bis zum Falterschlupf bzw. Parasitoidenschlupf aufbewahrt. Puppen, aus denen nach 8 Wochen weder Falter noch Parasitoide austraten, wurden der Gruppe „unbestimmte Mortalität“ hinzugerechnet.

2.5 Bestimmung der Parasitoide

2.5.1 Tachinidae (Diptera)

Tachinen, die sich aus *L. dispar* Larven oder Puppen ausbohrten, wurden anhand ihrer Puparien bestimmt. Dazu wurde der Schlüssel von Zubrik (1998) angewendet. Das Hauptunterscheidungsmerkmal der Tachinen sind die Stigmenplatten am apikalen Pol sowie die Anordnung und Anzahl der Stigmen. Ein weiteres Kriterium ist der „unterstigmale Auswuchs“, der entsprechend der jeweiligen Tachinenart eine bestimmte Form aufweist (Abb. 3, Abb. 4, Abb. 5). Weiters wird die Größe, die Form und Farbe des Pupariums für die Unterscheidung herangezogen. Anhand der vorliegenden Puparien wurden drei Arten, *Parasetigena sylvestris*, *Blepharipa* sp. und *Zenilia libatrix* bestimmt. Die Tachinenmaden durchdringen meist die Intersegmentalhäute, wenn sie aus dem Puppenstadium des Wirtes auskriechen und verursachen so ein ovales Ausbohrloch am Wirtskörper.

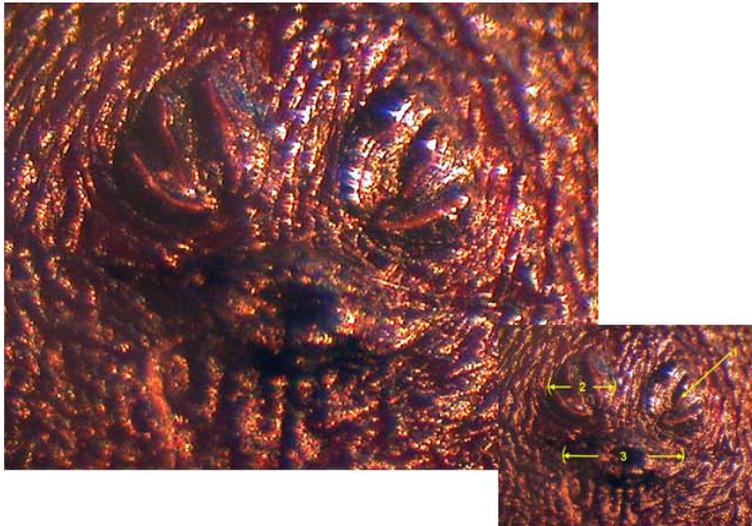


Abb. 3 Apikaler Pol des Puppenpupariums von *P. silvestris* mit Stigmenplatten (2). Die Stigmenfäden (1) gehen von einem Plättchen fadenförmig aus. Die 3 Stigmenfäden sind deutlich abgegrenzt. Der unterstigmale Auswuchs (3) ist lippenförmig und gut erkennbar.

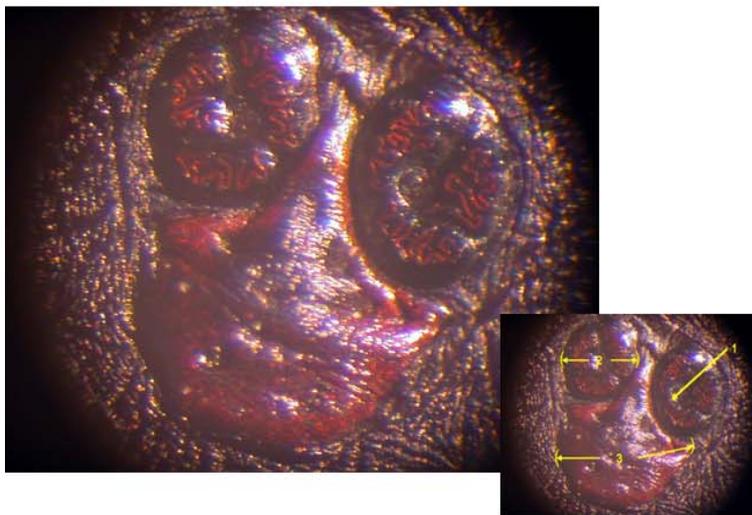


Abb. 4 Apikaler Pol des Puppenpupariums von *Blepharipa sp.* mit Stigmenplatten (2). Die deutlich abgesetzten Stigmenplatten mit verschlungenen Stigmen (1) und einem drei-zackigen unterstigmalen Auswuchs (3), der oft längsseitig auseinander gezogen ist. Der innere Bereich des unterstigmalen Auswuchses ist lippenförmig geformt und hat im Zentrum eine Vertiefung.

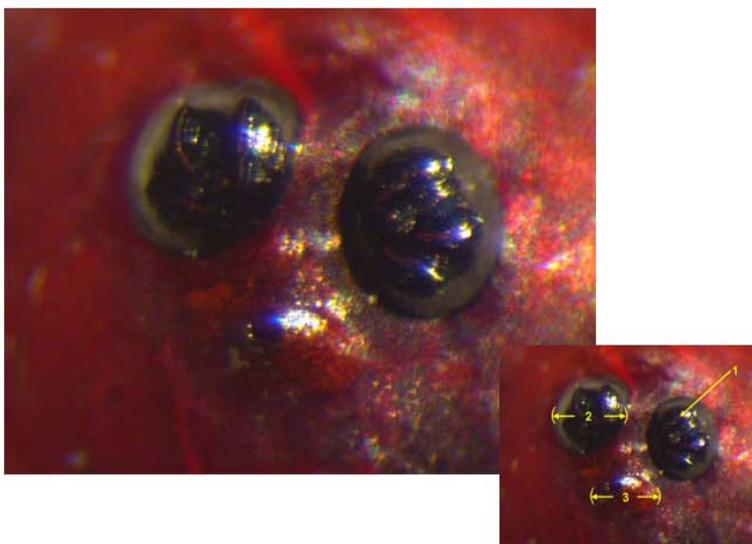


Abb. 5 Apikaler Pol des Puppenpupariums *Zenilia libatrix* mit Stigmentplatten (2) mit unscheibaren Stigmen (1). Die Stigmen-plättchen sind dunkelbraun bis schwarz und erwecken den Eindruck einer aufgesetzten Schale auf der Puppe. Der unterstigmale Auswuchs (3) ist klein, rund und hat in der Mitte ein Loch.

2.5.2 Braconidae

Die Brackwespenlarven bohren sich nach ihrer endoparasitischen Entwicklung aus dem Wirt aus und bilden direkt am Wirt oder daneben ihre charakteristischen Verpuppungskokons. Die Bestimmung der vorkommenden Braconiden erfolgte anhand der Anzahl (solitär/gregär), und der Farbe der gebildeten Kokons (Tab. 2). Die Mortalität durch parasitische Hymenopteren ist anhand eines kleinen Ausbohrloches an der Dorsalseite der Puppe charakterisiert.

Tab. 2 Bestimmungsmerkmale, der aus parasitierten Schwammspinnerraupen zu erwartenden Braconidenkokons

Braconidenart	Typ	Kokonfarbe
<i>G. liparidis</i>	gregär	weiß
<i>G. porthetriae</i>	solitär	weiß
<i>C. ocneriae</i>	gregär	gelb
<i>C. melanoscela</i>	solitär	gelb

2.6 Bestimmung der Puppenmortalität durch Räuber

Im Jahr 2004 wurde zusätzlich die Puppenmortalität von *L. dispar*, die durch den Fraß der Kletterlaufkäferarten *Calosoma sycophanta* und *C. inquisitor* verursacht wurde, erhoben. Zu diesem Zweck wurden - verteilt in der Untersuchungsfläche und unabhängig von der Puppendichte und dem Puppenzustand (beschädigt oder unbeschädigt) - ca. 300 Stück Puppen gesammelt. Der Sammeltermin (21. Juli) wurde so gewählt, dass der Großteil der Falter bereits aus unbefallenen Puppen geschlüpft war.

Die Aufsammlung der Puppen erfolgte in zwei Bereichen, in den denen sich der Großteil Schwammspinnerraupen verpuppte. Diese waren einerseits der Unterwuchs und andererseits die Zweige und Blätter des unteren Kronenbereichs der Bäume. Eine Sammlung der Puppen vom Baumstamm konnte nicht durchgeführt werden, da interessanterweise im Gegensatz zur letzten Massenvermehrung 1993 (Hoch et al. 2001) kaum Puppen an Baumstämmen vorhanden waren.

Fraßschäden an Puppen wurden nach Gschwantner et al. (2002) determiniert. Der charakteristische Fraß von Larven der *Calosoma*-Arten zeichnet sich durch eine lange Fraßöffnung am Abdomen oder am Übergangsbereich von Abdomen und Thorax aus. Der Rand der Fraßöffnungen ist meist fein gezähnt. Der Adultfraß von *Calosoma* zeichnet sich durch die meist durchgehende Fraßöffnung vom Caput bis zum Abdomenende aus.

2.7 Statische Auswertung

Die relativen Häufigkeiten der Parasitoide aus den Jahren 2003 und 2004 wurden mittels Vierfelder χ^2 -Test verglichen. Ebenso wurden diese Daten mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Hoch et al. (2001), welche in den Jahren 1993 und 1994 mit einer sehr ähnlichen Methode durchgeführt wurden, gegenübergestellt.

Ebenfalls mit dem Vierfelder χ^2 -Test wurden unterschiedliche Mortalitätsraten im Unterwuchs und im Kronenansatz im Gradationjahr 2004 auf Signifikanz geprüft.

Der Begriff der Gesamtparasitierungsrate ist als die relative Parasitierung aller Versuchstiere eines Beobachtungsjahres definiert. Unter stadienspezifische Parasitierung wird, die Parasitierung pro Wirtsstadium verstanden (Ausnahme Probe L5&6).

3 Ergebnisse

3.1 Die Populationsdichte des Schwammspinners

Die Abundanz des Schwammspinners auf der Untersuchungsfläche Klingebach wurde jährlich mittels der Eigelegezählung nach Turcek (1956) festgestellt. Nach dem Zusammenbruch der Massenvermehrung 1992 – 1994 war *L. dispar* acht Jahre auf der Versuchsfläche latent vorhanden (Abb. 6). Ab dem Winter 1999/2000 wurde ein langsamer Anstieg der Eigelegedichte festgestellt.

Der Massenwechsel von *L. dispar*, der 2004 kumulierte, baute sich ab der Saison 2000/2001 langsam auf. Aufgrund der deutlichen Zunahme der Eigelegedichte von 2001 auf 2002 konnte eine beginnende Massenvermehrung prognostiziert werden. Die Eigelegeanzahl erhöhte sich um das Achtfache von 0,14 Gelege pro Baum im Jahr 2001/2002 auf 1,2 Eigelege/Baum im Herbst 2002. Die gleiche Steigerung erfolgte im darauffolgenden Jahr 2003, wobei im Durchschnitt 9,7 Eigelege pro Baum festgestellt wurden. Die Eigelege der Jahre 2002 und 2003 unterschieden sich nicht in ihrer Größe mit ca. 4 cm und einem geschätzten Eivorrat von 500 Eiern bei dieser Größe.

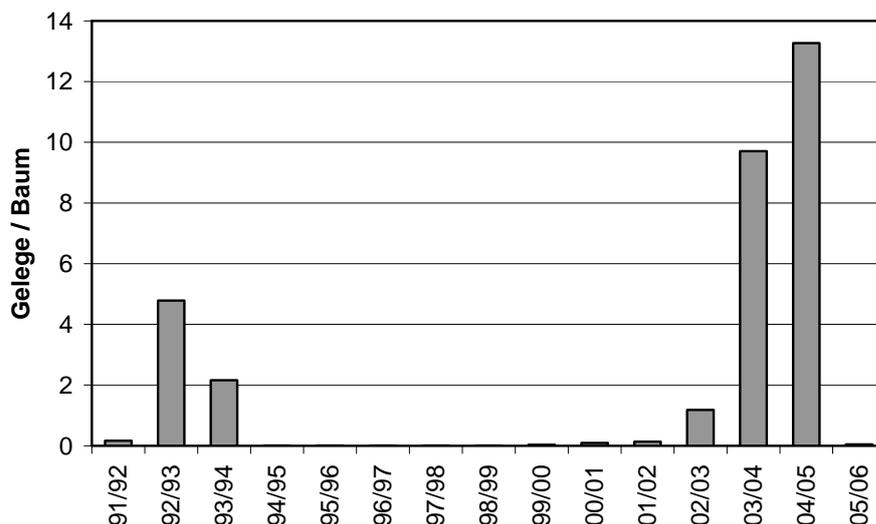


Abb. 6 Durchschnittliche Eigelegeanzahl von *L. dispar* pro Baum (Stamm BHD $\varnothing > 8$ cm; Eigelegezählung am Stamm bis 4m Höhe. Die Eigelegedichten wurden an 200 Bäumen erhoben. Die Jahreszahlen auf der x-Achse bezeichnen die Wintersaison der Erhebung. Die Angaben für 1991/92 bis 1994/95 aus Hoch et al. (2001), für 1995/96 bis 2001/02 nach Hoch und Schopf (unveröffentlicht).

Im Jahr 2004 wurde eine weitere Erhöhung der Eigelegeanzahl festgestellt (13,3 Gelege/Baum). Diese Gelege wiesen aber eine um mehr als die Hälfte kleinere Größe als jene der beiden vorjährigen auf. Der Gelegeinhalt wurde auf ca. 200 Eier geschätzt. Der endgültige Zusammenbruch der Population erfolgte im Jahr 2005 (vgl. Abb. 6).

Bei der Eigelegezählung im Winter 2005/2006 konnte festgestellt werden, dass die Population wieder auf das Latenzniveau zurückgegangen war.

3.2 Klimadaten & Phänologie des Schwammspinners

Für die Entwicklung der Schwammspinnerlarven ist die Witterung von Ende April Kalenderwoche (KW) 17 bis Ende Juni (KW 26) von wesentlicher Bedeutung. Die durchschnittlichen Monatstemperaturen und Monatsniederschläge geben eine Möglichkeit in Kombination mit den Beobachtungen der Larvenstadien am Versuchsstandort, den Einfluss von auffälligen Witterungswechseln auf die Entwicklung der *L. dispar* - Raupen aufzuzeigen. In der Abb. 7 sind Tagesmittelwerte der durchschnittlichen Tagestemperatur und der Tagessumme der Niederschläge von April bis August 2003 und 2004 gegenübergestellt.

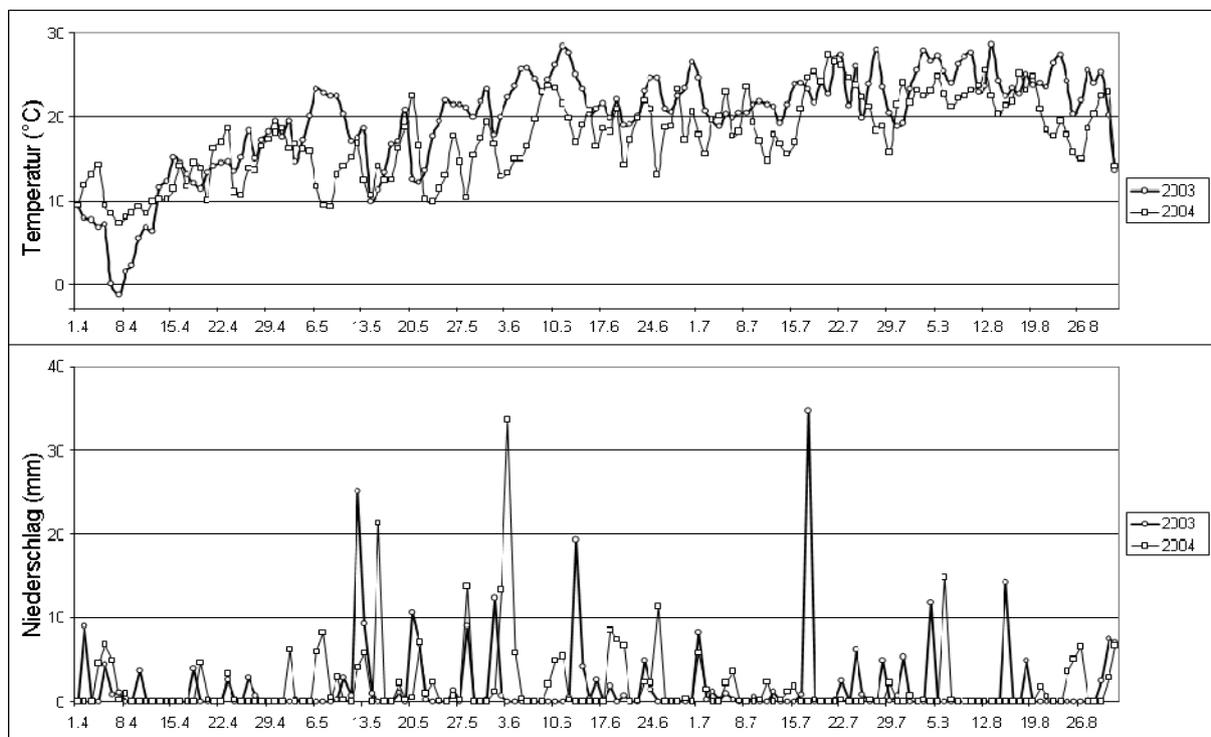


Abb. 7 Tagesmittelwerte der Temperatur von April bis August der Jahre 2003 und 2004

Der Monat März im Jahr 2003 war mit 7,4°C durchschnittlich warm. Die letzte Woche in diesem Monat war mit 14,2°C auffallend wärmer. Der April 2003 entsprach mit 10,8 °C der beiden Jahre zuvor. Auch der Monat Mai war mit 18,4 °C fast gleich warm wie 2001 und 2002. Der Juni 2003 war mit 22,9°C um 1,1°C wärmer als das Jahr zuvor, der Juli im Jahr 2003 dagegen mit 22,1°C um 0,7°C kühler als im Jahr 2002 (Abb. 8).

Die durchschnittliche Wochentemperatur stieg im Jahr 2003 ab Mitte April kontinuierlich stark an und betrug 21,2°C in der KW 19 (5.-11. Mai). In der KW 20 erfolgte ein Temperatursturz auf 14,9°C. Ab dieser Woche erhöhte sich die Wochentemperatur wieder kontinuierlich auf 25,1°C in der KW 24 (9.-15. Juni). Die folgende Woche hatte wieder nur mehr eine durchschnittliche Temperatur von 20,4°C.

Der Niederschlag im März 2003 war mit 9 mm sehr gering. Im Monat April entsprach die Höhe des Gesamtniederschlages mit 29 mm dem Durchschnitt der Vergleichsmonate der Jahre davor. Im Mai 2003 war der Monatsniederschlag mit 69 mm doppelt so hoch wie im Jahr zuvor, wobei fast die Hälfte des Monatsniederschlages am 12. und 13. Mai fiel. Die Niederschläge der Monate Juni (49 mm) und Juli (70 mm) entsprachen in ihrer Höhe den Niederschlägen der Vergleichsmonate von 2002 (Abb. 9).

Der Monat März im Jahr 2004 war mit 4,9°C sehr kühl. Der April hingegen war mit 12,3°C überdurchschnittlich warm. Die Monate Mai, Juni und Juli waren wesentlich kühler als im Jahr 2003, der Mai mit 14,5°C um 3,9°C, der Juni mit 18,6°C um 4,3°C und der Juli mit 20,5°C um 1,6°C.

Der Niederschlag im März 2004 war mit 78 mm sehr hoch, der im April mit 26 mm fast gleich hoch wie im Jahr 2003. Sehr hohe Niederschlagswerte traten dann in den Monaten Mai (83mm) und Juni (106mm) wieder auf, wobei die Hälfte des Juniniederschlags in der ersten Juniwoche fiel (KW 23). Der Monatsniederschlag im Juli mit 21 mm betrug nur ein Drittel des Niederschlags von Juli 2003.

Der Zeitraum von Ende April bis Ende Juni (KW 17- KW 26) war im Jahr 2004 um 3,8°C kühler als 2003. Auffallend war die KW 19 (3. - 9. Mai.2004), die um 8°C kühler als 2003 war. Auch die KW 22 (14,3°C) und die KW 23 (15,5°C) waren um 6,7°C bzw. 8°C wesentlich kühler als 2003.

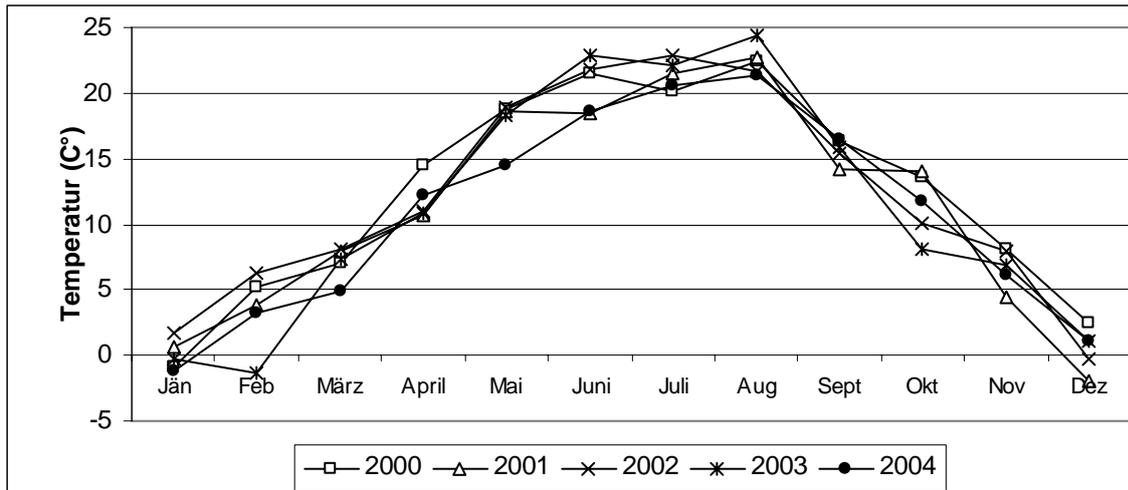


Abb. 8 Temperaturverlauf der Monatsmittel der Jahre 2000-2004

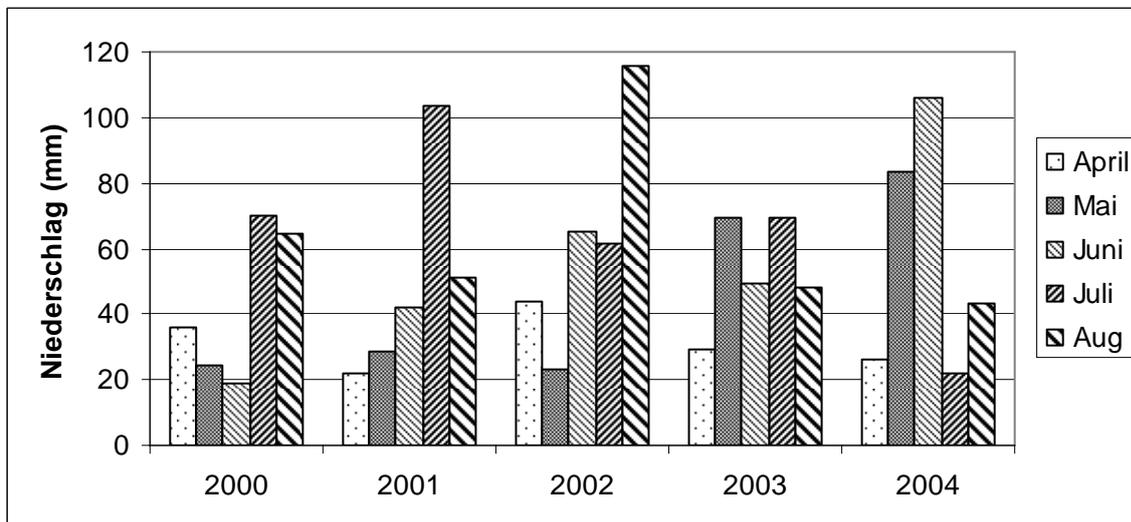


Abb. 9 Monatsniederschläge (NS) von 2000-2004 (in mm)

Die Untersuchungsjahre 2003 und 2004 waren hinsichtlich ihrer Witterung sehr unterschiedlich. Dies hatte auch einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Schwammspinnerpopulation.

In den Jahren 2003 und 2004 schlüpfen die Raupen in der KW 17 (Abb. 10). Die Larven des ersten Stadiums entwickelten sich in beiden Jahren ähnlich schnell. Im Jahr 2004 verzögerte sich die Entwicklung der Raupen ab dem zweiten Raupenstadium. Es ist anzunehmen, dass der Temperatursturz, der Mitte Mai 2004 von 16,3°C (KW 18) auf durchschnittlich 13,5°C erfolgte, die verzögerte Entwicklung verursachte. Das zweite Larvenstadium verlängerte sich in dieser Zeit um ca. 10 Tage, das dritte Larvenstadium dann nochmals eine Woche gegenüber 2003. Raupen des vierten Larvenstadiums traten dementsprechend später im Jahr

2004 auf und brauchten auch wesentlich länger, um sich weiter zu entwickeln. Ebenso wurden die Tiere des fünften und sechsten Larvenstadiums sieben Tage später vorgefunden als im Vorjahr. Im Jahr 2003 verpuppten sich die ersten Larven in der 23. Woche, im Jahr 2004 erst in der 25. KW. Die Entwicklung der Raupen im Jahre 2003 war gleichmäßig rasch, hingegen konnte im Jahr 2004 eine sehr verzettelte Larvalentwicklung beobachtet werden (Abb. 10). Während im Jahr 2003 keine Fraßschäden beobachtet wurden, traten im folgenden Jahr aufgrund der viel höheren Abundanz von *L. dispar* Anfang Juni Lichtfraß und Mitte Juni Kahlfraß auf.

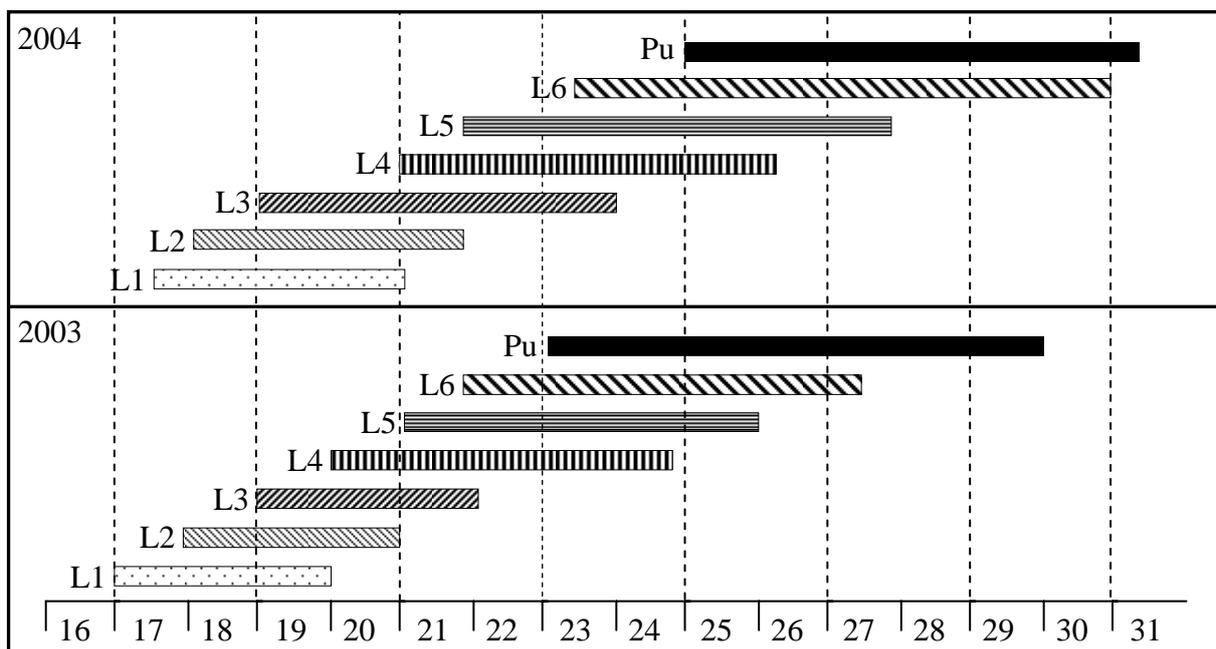


Abb. 10 Larvenentwicklung in den Untersuchungsjahren 2003 und 2004 in Klingenbach

3.3 Der Parasitoidenkomplex 2003 und 2004

Der Parasitoidenkomplex des Schwammspinners am Standort Klingenbach war in den Jahren 2003 und 2004 nur sehr spärlich vorhanden und setzte sich lediglich aus drei Tachinenarten, zwei Braconidenarten und einer Chalcididae zusammen (Tab. 3). Vertreter aus der Familie der Ichneumonidae traten in keiner Probe auf. Der Parasitoidenkomplex unterschied sich in den Jahren 2003 und 2004 nur gering, jedoch veränderte sich die Häufigkeit der einzelnen Parasitoidenarten teilweise signifikant.

Von insgesamt 688 gesammelten Raupen und Puppen im Jahr 2003, waren 88 Raupen (12,8%) erfolgreich parasitiert. Im Jahr 2004 konnte eine Parasitierung bei 54 (7,8%) von 696 Raupen und Puppen beobachtet werden. Der Rückgang der beobachteten Gesamtparasitierung war hoch signifikant ($\chi^2=9,5$; $P<0,001$).

Tab. 3 Die vorkommenden Parasitoide mit ihrer Häufigkeit im groben Überblick

	2003	2004
Tachinidae		
<i>Parasetigena silvestris</i> (Robineau-Desvoidy)	xx	xx
<i>Blepharipa</i> sp. (Meigen)	xx	xx
<i>Zenilia libatrix</i> (Panzer)	x	
Braconidae		
<i>Glyptapanteles liparidis</i> (Bouché)	x	x
<i>Glyptapanteles porthetriae</i> (Muesebeck)	x	x
Calcicididae		
<i>Brachymeria intermedia</i> (Nees)	x	x
x.....Parasitierung unter 5%		
xx...Parasitierung über 5%		

Die Braconiden parasitierten nur junge (L1, L2) und mittelalte (L3, L4) Larven. Im Jahr 2003 wurden 15 (2,1%) und im Jahr 2004 lediglich vier Wirtstiere (0,6%) von Braconiden erfolgreich parasitiert (Tab. 4).

Die Parasitierung der Raupen durch Tachinen war deutlich höher als die durch Braconiden. Im Jahr 2003 bohrten sich aus 72 Wirtstieren (9%) Tachinen aus. 2004 wurde eine Parasitierung durch Tachinen bei 49 (7%) *L. dispar* - Raupen festgestellt. Dies bedeutet einen signifikanten Rückgang der Parasitierung gegenüber dem Vorjahr ($\chi^2=5,1$; $P<0,05$) (Tab. 4). Lediglich ein Exemplar der Chalcididae *B. intermedia* bohrte sich in beiden Jahren aus je einer Schwammspinnerpuppe aus.

L. dispar - Raupen oder - Puppen, welche aus ungeklärter Ursache eingegangen waren, wurden unter der Kategorie "unbestimmte Mortalität" zusammengefasst. Im Jahr 2003 betrug die "unbestimmte Mortalität" insgesamt 8,9%, im Jahr 2004 betrug sie 25,4%.

Im Jahr 2004 wurden eine *L. dispar* - Larve im ersten Larvenstadium von *G. porthetriae* und drei des dritten Larvenstadiums (L3) von *G. liparidis* erfolgreich parasitiert. Tachinen bohrten sich aus einer Wirtslarve der Probe L3 und aus neun Wirtstieren der Probe L4 aus. Die Tachinenmaden konnten 33 Raupen der Probe L5&6 (16,5%) und 6 (6%) der Probe "Puppe" erfolgreich verlassen. Ein Exemplar der Chalcididae *B. intermedia* bohrte sich aus einer Puppe aus.

In den Larvenstadien L1 und L2 gingen über ein Viertel der gesammelten Larven ohne eindeutigen Grund ein. Die mittleren Stadien (L3-L4) wiesen mit 9,1% und 5,1% die niedrigste unbestimmte Mortalität im Jahr 2004 auf. 68% der gesammelten Puppen konnten sich aus diesem Stadium nicht weiterentwickeln. Bei 25,4% aller Versuchstiere wurde im Jahr 2004 keine eindeutige Todersursache festgestellt werden. Dieser Anstieg ist zu 2003 signifikant ($\chi^2=66,7$ $P<0,001$).

Tab. 4 Die Parasitierungsraten und Parasitoidenarten der einzelnen Schwammspinner-Raupenstadien und des Puppenstadiums in den Jahren 2003 und 2004.

2003	Sammelst.		L1	L2	L3	L4	L5&6	Pu
	Datum	25. u. 28.4.						
<i>G. liparidis</i>	-	-	-	3,0	3,0	2,0	-	-
<i>G. porthetriae</i>	-	1,0	-	4,0	1,0	1,0	-	-
<i>P. silvestris</i>	-	-	-	-	1,0	10,2	23,5	3,1
<i>B. sp.</i>	-	-	-	-	-	-	1,5	8,2
<i>Z. libatrix</i>	-	-	-	-	-	-	0,5	-
<i>B. intermedia</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,0
unb. Mortalität	-	8,2	8,1	8,1	3,0	5,1	14,3	9,2
n	-	98,0	99,0	99,0	99,0	98,0	196,0	98,0

2004	Sammelst.		L1	L2	L3	L4	L5&6	Pu
	Datum	2.5.						
<i>G. liparidis</i>	-	-	-	-	3,0	-	-	-
<i>G. porthetriae</i>	-	1,0	-	-	-	-	-	-
<i>P. silvestris</i>	-	-	-	-	1,0	9,1	8,5	-
<i>Blepharipa sp.</i>	-	-	-	-	-	-	8,0	6,0
<i>Z. libatrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. intermedia</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,0
unb. Mortalität	-	25,5	26,0	26,0	9,1	5,1	22,0	68,0
n	-	98,0	100,0	100,0	99,0	99,0	200,0	100,0

Im Jahr 2003 hatten die Tachinen einen Anteil von 81% an der beobachteten Gesamtparasitierung (Abb. 11). Dabei dominierte deutlich die Tachine *P. silvestris*, die aus insgesamt 50 Wirtstieren schlüpfte und damit einen Anteil von fast 70% an der beobachteten Parasitierung hatte. *Blepharipa* sp. konnte in der Probe L5&L6 sowie in der Probe Puppe je 11 Wirtstiere verlassen.

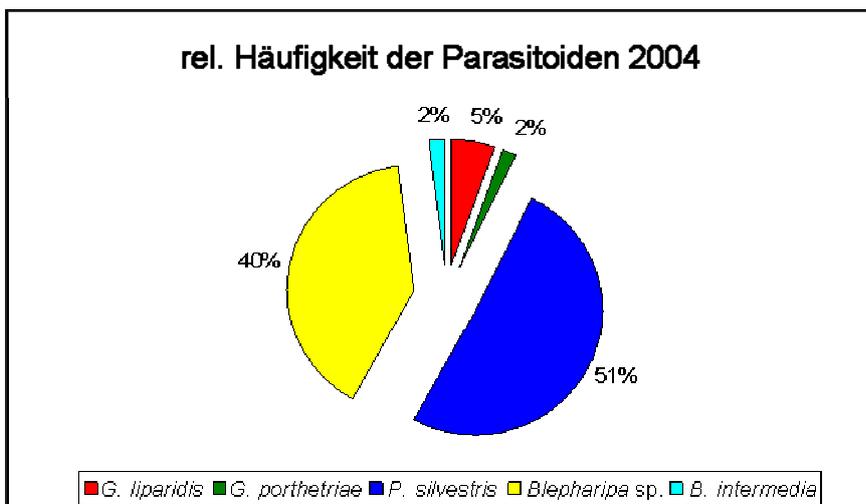
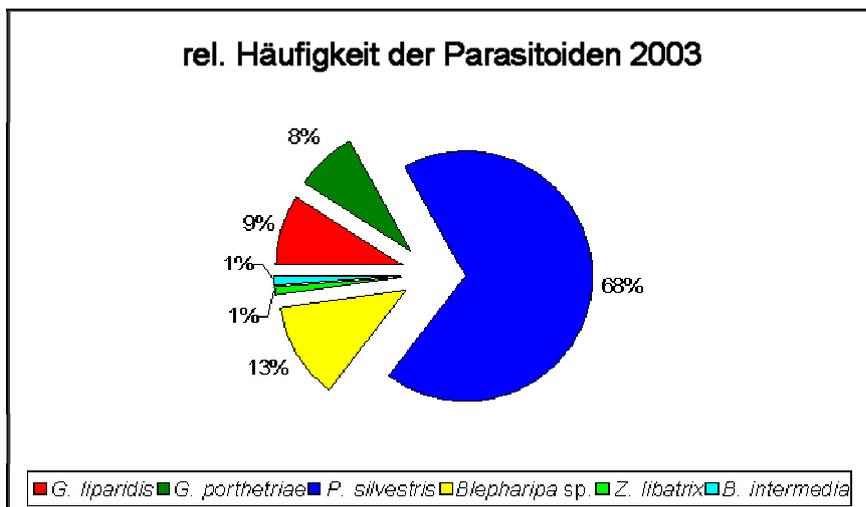


Abb. 11 Anteil der einzelnen Parasitoidenarten an der Gesamtparasitierung der Schwammspinner-Raupen und -Puppen in den Jahren 2003 und 2004

Im Jahr 2004 stieg der Anteil der Tachinen an der beobachteten Parasitierung, auf 90% während der Anteil der beiden Braconidenarten *G. liparidis* und *G. porthetriae* auf 6% bzw. 2% (Abb. 11) schrumpfte.

3.3.1 Braconidae

Im Jahr 2003 wurden in Summe acht *L. dispar* Larven von *G. liparidis* und sieben Wirtstiere und von *G. porthetriae* parasitiert (Abb. 12). Die Braconidenlarven verließen 2003 von 11. Mai bis 28. Mai ihre Wirtstiere. *G. porthetriae* bohrte sich jeweils in der ersten Maihälfte aus jüngeren Raupen aus. Die Braconiden traten nur in den Sammelstadien L1-L4 auf.

Im Jahr 2004 war die Parasitierung durch die Braconiden mit vier parasitierten Wirtstieren noch geringer als im Jahr zuvor. *G. porthetriae* trat erst in der zweiten Maihälfte auf und bohrte sich aus nur einer Larve aus, welche im ersten Raupenstadium gesammelt wurde (Abb. 13). *G. liparidis* bohrte sich in der vorletzten Maiwoche aus drei Wirtstieren aus, die sich im dritten Larvenstadium befanden.

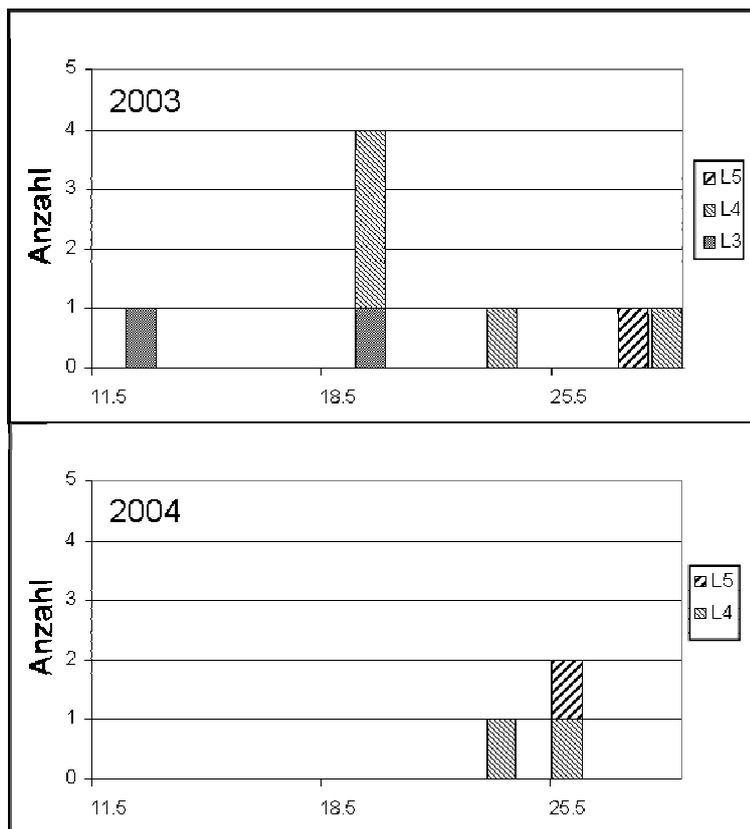


Abb. 12 Ausbohrtermine von *G. liparidis* und Stadien der verlassenen Wirtsraupen in den Jahren 2003 und 2004

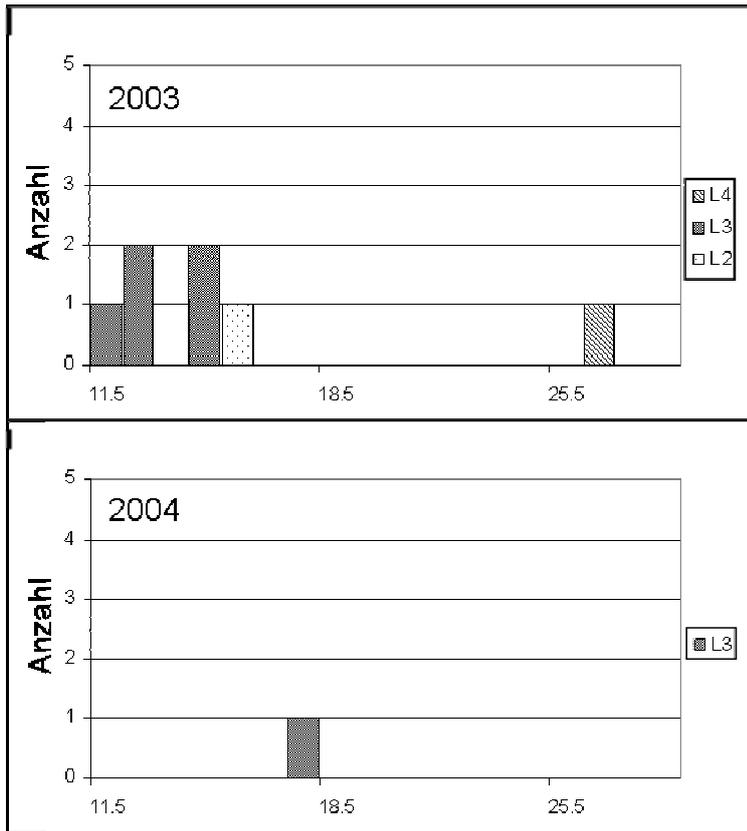


Abb. 13 Ausbohrtermine von *G. porthebiae* und Stadien der verlassenen Wirtsraupen in den Jahren 2003 und 2004

3.3.2 Tachinidae

Die Tachinen waren die am häufigsten vorkommenden Parasitoide in beiden Untersuchungsjahren. *P. silvestris* trat in beiden Jahren mit dem höchsten Parasitierungsanteil bezogen auf die Gesamtparasitierung auf. In Summe bohrten sich 2003 aus 72 Wirtstieren (10,4 %) Tachinenmaden aus. Die Tachinen parasitierten im Jahr 2003 18% der Wirtstiere L4-Pu. Im Jahr 2004 ging die Parasitierung durch Tachinen signifikant auf 12% zurück ($\chi^2=5,22$; $P<0,05$).

Im Jahr 2003 wurden 60 Wirtstiere (8,7%) von *P. silvestris* verlassen, welche eine Parasitierungsrate von 5,6% in der Probe L3&4, 23,5 % in der Probe L5&6 und 3,1% in der Probe Puppe verursachte.

31 Raupen (15,6%), die im Jahr 2003 im Stadium L5&L6 am 4. Juni gesammelt wurden, waren mit Tachineneiern belegt. Erfolgreich konnten sich die Maden von *P. silvestris* aus nur 25 der mit Eiern belegten *L. dispar* Raupen ausbohren. Sechs Raupen, die mit Tachineneiern belegt waren, starben, ohne dass sich eine Parasitoidenlarve ausbohrte.

P. silvestris – Maden schlüpften auch aus drei Wirtstieren (3,1%) der Probe “Puppe“ aus.

Im Jahr 2004 war mit insgesamt 4% das Vorkommen von *P. silvestris* war in diesem Jahr wesentlich geringer als 2003 ($\chi^2=13,5$; $P<0,001$).

Während die Parasitierung der Probe L3&4 durch *P. silvestris* in den beiden Jahren 2003 und 2004 gleich war (5,5% bzw. 5,1%) reduzierte sie sich höchst signifikant von 25,5 % im Jahr 2003 auf 16,5% im Jahr 2004 ($\chi^2=18,9$ ($P=0.001$)). In der Probe “Puppe“ wurde hingegen kein Ausschlupf von *P. silvestris* beobachtet.

Die Maden von *P. silvestris* bohrten sich aus den Wirtslarven, fand im Jahr 2003 von Anfang Juni bis in die erste Juliwoche, im Jahr 2004 von 15. Juni bis 30. Juni. 34 Larven (56,7%) dieser Tachine verließen die Wirtstiere, während des Präpuppenstudiums (PP), 19 Maden (31,7%) während des fünften oder sechsten Larvenstadiums, sieben während des Puppenstadiums (Abb. 14)

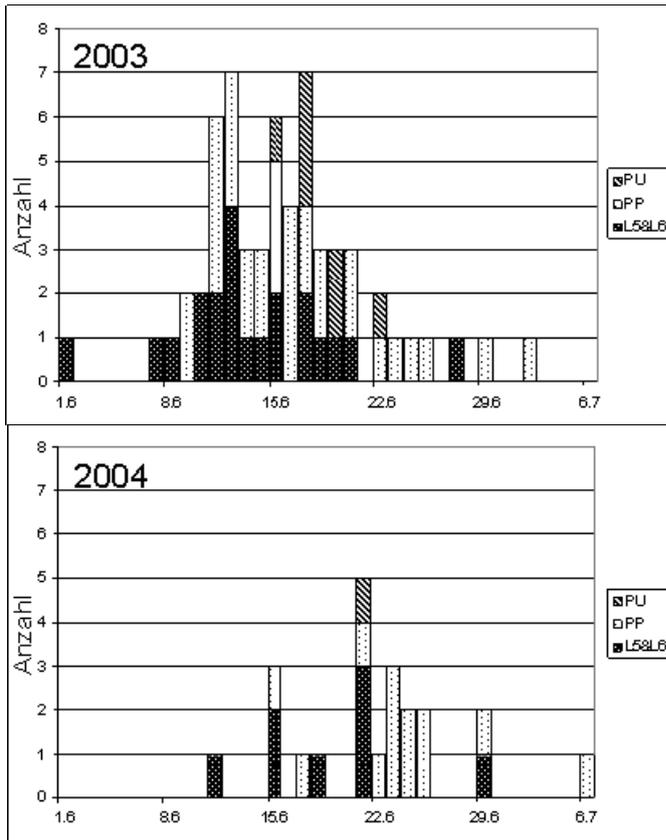


Abb. 14 Ausbohrtermine von *P. silvestris* und Stadien der verlassenen Wirtsraupen in den Jahren 2003 und 2004

Die ebenfalls endoparasitische, aber microtype Eier ablegende, Tachinenart, *Blepharipa* sp. war 2003 seltener anzutreffen als *P. silvestris*. Im Jahr 2003 wurden nur insgesamt 11 Wirtstiere (2 %) erfolgreich von dieser Tachine parasitiert, deren Maden sich in den Sammelstadien der Probe L5&6 (1,5 %) und der Probe "Puppe" (8,2 %) befanden. Das Ausbohren der *Blepharipa* - Maden erfolgte ausschließlich aus dem Präpuppen - (3) oder Puppenstadium (8) der Wirtstiere am 16. Juni (1 Larve) und zwischen 22. und 25. Juni (10 Larven).

Der Anteil der von *Blepharipa* sp. parasitierten Wirtstiere der Stadien L5&6-Pu stieg von 3,7% im Jahr 2003 auf 7,3% nicht signifikant ($\chi^2=3,6$; $P>0,05$). Die Probe L5&L6 wurde im Jahr 2003 stärker parasitiert als 2004 ($\chi^2=4,8$; $P<0,05$). Die Probe "Puppe" wurden in beiden Jahren gleich stark parasitiert ($\chi^2=1,72$ $P>0,05$). Während 21 Tachinenmaden ihre Wirtstiere im Jahr 2004 erst im Puppenstadium verließen, bohrte sich eine Made der Probe L5&6 bereits im Präpuppenstadium des Wirtes aus. Das Ausbohren aus den Wirtstieren erfolgte hauptsächlich in der ersten Juliwoche. Insgesamt wurden 16 Wirtstiere der Probe L5&6 (8,0%) und 6 der Probe Pu (6%) erfolgreich verlassen.

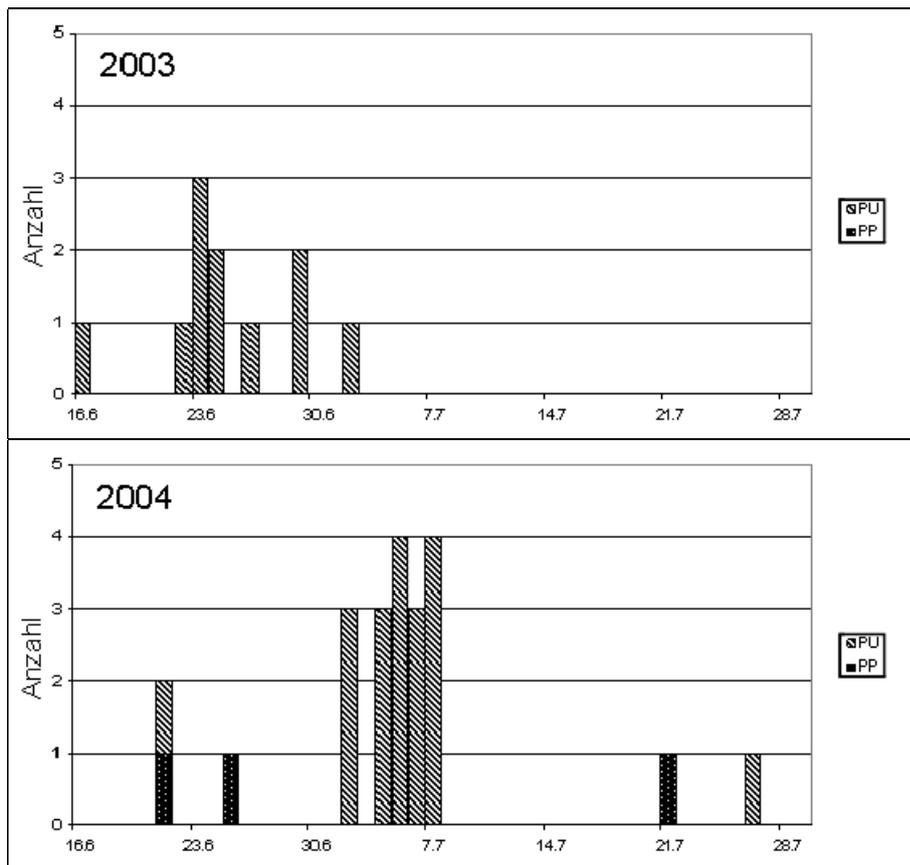


Abb. 15 Ausbohrtermine von *B. pratensis* und Stadien der verlassenen Wirtsraupen in den Jahren 2003 und 2004

Die Tachine *Z. libatrix*, trat im Jahr 2003 lediglich bei einer *L. dispar*-Raupe der Probe L5&6 auf und bohrte sich aus dem verpuppten Wirtstier aus. Im folgenden Jahr konnte diese Tachine nicht mehr festgestellt werden.

3.4 Puppenmortalität im Vergleich

Im Jahr 2004 wurde die Mortalität der Puppen an unterschiedlichen Bereichen in der Vegetation erhoben. Die Proben wurden von den Zweigen und dem Unterwuchs genommen (Abb. 16). Am Stamm wurden auf der ganzen Fläche trotz intensiver Suche nur drei Puppen gefunden. Diese wurden somit nicht als eigene Probe erfasst.

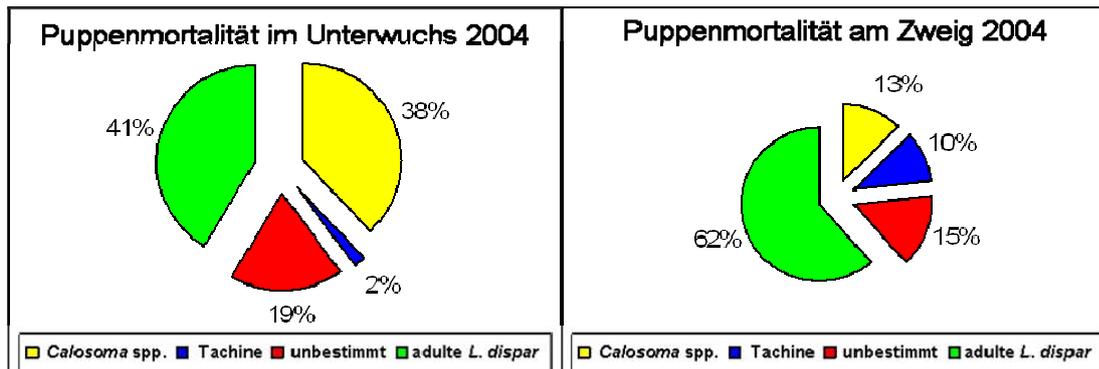


Abb. 16 Mortalität von *L. dispar* Puppen und erfolgreiche Entwicklung zu Imagines in Abhängigkeit vom Verpuppungsort. Die Mortalität wurde anhand von Fraßspuren bestimmt.

Fraß durch *Calosoma* spp. erwies sich als bedeutendster Mortalitätsfaktor der *L. dispar* - Puppen. Die Käfer verursachen im Unterwuchs eine signifikant höhere Mortalitätsrate an den Schwammspinnerpuppen als an den Zweigen der Baumschicht auf ($\chi^2=24,8$; $P<0,001$). Dagegen wurden höhere Parasitierungsraten, der an den Zweigen gesammelten Puppen, durch Tachinen festgestellt ($\chi^2=9,2$; $P<0,001$). Der Anteil der Puppen mit unbestimmter Mortalitätsursache unterschied sich nicht zwischen den beiden Aufsammlungsorten ($\chi^2=0,26$; $P>0,05$). Die Untersuchungen ergaben, dass die Schlüpfrate der Falter am Zweig signifikant höher war als im Unterwuchs ($\chi^2=11,9$; $P<0,001$).

4 Diskussion

In den Jahren 1993-1996 untersuchten Hoch et al. (2001) den Antagonistenkomplex von *Lymantria dispar* im Burgenland bei Klingenbach und der Slowakei in unterschiedlichen Phasen des Massenwechsels. Die Untersuchungen begannen im Jahr der Kulmination und erstreckten sich über drei Jahre der Retrogradation. Da in der Progradation der Parasitoidenkomplex nicht genauer studiert wurde, sollten mit der vorliegenden Arbeit diese fehlenden Daten ergänzt werden. Die Aufnahmen wurden im Jahr 2003 und 2004 durchgeführt, in denen ein Übergang von der Progradation in die Kulmination der Schwammspinnerpopulation am Standort Klingenbach beobachtet wurde.

Im Winter 2002/03 wurden dort 1,2 Eigelege/Baum gezählt, welche eine geschätzte Länge von ca. 4 cm hatten. Aufgrund der Größe wurde die darin enthaltene Eizahl nach Liebhold et al. 1993 mit 500 Eiern angenommen. In dem Jahr 2003 konnte noch keine merkliche Entlaubung der Eichen festgestellt werden. Auffällig war lediglich der Kahlfraß an einer Gruppe unterständiger Hainbuchen. In der folgenden Saison 2003/04 wurde ein deutlicher Anstieg der Populationsdichte auf 9,7 Eigelege pro Baum festgestellt. Die Eispieggellänge war mit ca. 4 cm unverändert. Aufgrund des starken Anstiegs der Eispieggellänge und der Beibehaltung der gleichen Größe war mit Kahlfraß im Jahr 2004 zu rechnen. Die kritischen Werte nach Wellenstein und Schwenke (1978) betragen bei einer 50-jährigen Eiche 1100 Eier/Baum, das entspricht etwa 2-3 Eigelege pro Baum. Im Jahr 1993 kam es bei 4,8 Eigelegen pro Baum zu einer völligen Entlaubung der Eichen am Standort Klingenbach (Hoch et al. 2001), ebenfalls erfolgte Kahlfraß Mitte Juni 2004, wie erwartet bei einer Eigelegezahl von 9,7 Gelege/Baum. In der folgenden Saison 2004/2005 erhöhte sich zwar die Gelegeanzahl nochmals auf 13,3 Eigelege/Baum, diese Gelege waren aber mit nur ca. 2 cm Länge wesentlich kleiner als jene der beiden vorherigen Jahre. Die Schätzungen der Eidichten liegen bei 100 bis 250 Eier pro Gelege bei dieser Größe (Liebhold et al. 1993). Eine geringe Eispiegelgröße, ist ein Anzeichen für eine beginnende Retrogradation (Liebhold et al. 1993; Hoch et al. 2001, Wellenstein & Schwenke 1978). Im Juni 2004 trat aufgrund des frühzeitigen Kahlfraßes massiver Nahrungsmangel auf. Die Schwammspinnerweibchen sind proovigen – d. h., die Eier werden vor dem Schlüpfen der Weibchen bereits im Puppenstadium gebildet und ihre Anzahl ist daher wesentlich von der Ernährungssituation der Larven abhängig. Ein Nahrungsmangel wirkt sich somit direkt auf eine geringe Fekundität der Weibchen aus. Lance et al. (1986) sind der Meinung, dass auch die Qualität der Nahrung, die

durch vorzeitige Entlaubung beeinflusst wird, sich in weiterer Folge negativ auf die Populationsdichte von *L. dispar* auswirkt. Im Winter 2005/2006 wurden nur mehr 0,05 Eigelege pro Baum festgestellt. Die Eigelege hatten wieder eine Länge von ca. 4 cm. Die *L. dispar* – Population war wieder in Latenz.

Die warme Witterung im Frühjahr 2003 hatte offensichtlich eine rasche Entwicklung der *L. dispar* - Larven begünstigt. Der Mai war mit 18,4°C deutlich wärmer und mit 83 mm Niederschlag normal feucht. Der Juni war mit 22,9°C deutlich wärmer und mit 106mm relativ feucht. Es ist bekannt, dass warme und trockene Jahre einen günstigen Einfluss auf eine Schwammspinnergradation haben (Hoch et al. 2001; Schopf & Hoch, 1997; Bogenschütz & Kammerer 1995; Altenkirch et al. 2002). Im Jahr 2004, in dem die Population von *L. dispar* kulminierte, war die Entwicklung aufgrund der um 4°C kühleren Witterung im Monat Mai sehr verzettelt.

Im Vergleich mit der Untersuchung 1992/93 zeigt sich, dass die Witterung im Frühjahr 1992 niederschlagsarm und warm war und so die *L. dispar* – Population vermutlich positiv in ihrer Entwicklung förderte. Im Jahr 1993 kumulierte damals die Schwammspinnerpopulation. Im darauf folgenden Jahr, in welchem der Mai mit 119 mm sehr niederschlagsreich war, dürfte auch der Einfluss auf die Population von *L. dispar* sehr negativ gewesen sein. Ähnlich war der kühle und feuchte Mai 2004 für die verzögerte Entwicklung der Raupen verantwortlich. Solche Witterungsbedingungen haben generell einen negativen Effekt auf die Populationsdichte von Herbivoren, da diese Raupen länger den Antagonisten zur Parasitierung oder Verzehr vorliegen (Schopf & Hoch 1997). Darüber hinaus litt der Großteil der *L. dispar* – Population ab Anfang Juni 2004 unter zunehmender Nahrungsverknappung, was letztendlich zu Notverpuppungen führte und wohl die Ursache für den gedämpften Zusammenbruch dieser Massenvermehrung war.

Sowohl im Progradationsjahr 2003 als auch im Kulminationsjahr 2004 wurde nahezu das gleiche Parasitoidenspektrum erhoben. Der Parasitoidenkomplex war kleiner als bei der letzten Massenvermehrung im Gradationsjahr 1992/93 (Hoch et al. 2001). Bei meinen Untersuchungen zeigte sich, dass der Einfluss der wenigen Parasitoiden einen Teil, der für den Populationsrückgang verantwortlichen Faktoren war, aber sicher nicht die Hauptursache. Die Gesamtparasitierungsrate im Jahr 2003 war mit 12,8% gering. Ein Rückgang auf 7,8% wurde im Jahr 2004 bei den geworbenen Proben beobachtet. Am Höhepunkt der letzten Gradation 1993 war die Parasitierung in Klingebach mit 7,0% gleich wie 2004 ($\chi^2=0,19$;

$P > 0,05$). Die geringe Gesamtparasitierung, die auf der von mir untersuchten Fläche auftrat, zeigt, dass die Parasitoiden nicht in der Lage waren, eine Massenvermehrung zu verhindern. Hoch et al. (2001) gaben an, dass die Parasitoiden vor allem in der Retrogradation der Schwammspinnerpopulation wesentlich zur Reduktion beitragen können.

In den Jahren 1993-94 war das Auftreten von *L. dispar* in seiner absoluten Dichte höchst unterschiedlich zu den Ergebnissen meiner Untersuchung (Hoch et al. 2001). Im Kulminationjahr 1993 erhöhte sich die Eigelegezahl um ca. das 30fache von 0,17 auf 4,79 Eigelege/Baum mit einer durchschnittlichen Eizahl von 534 Eier/Gelege. Diese Zahl ging im folgenden Jahr auf 2,2 Gelege/Baum mit einer durchschnittlichen Eizahl von 192 Eier/Gelege zurück. Aufgrund der langjährigen Beobachtungen der Eigeledichte ist ersichtlich, dass sich die Massenvermehrung 2004 seit der Saison 1999/2000 langsam aufbaute und sich die Population 2003 in einem Progradationsjahr befand. Die im Vergleich mit 1992/93 doppelt so hohe Eigelegezahl im Winter 2003/2004 mit 9,7 Eigelege/Baum ließ einen entsprechend schnellen Kahlfraß in der kommenden Vegetationsperiode erwarten. Die ungünstige Witterung im Frühjahr 2004 verbunden mit häufigem Niederschlag verzögerte die Entwicklung der Raupen und damit auch den Kahlfraß.

In den beiden Untersuchungsjahren 2003 und 2004 waren die beiden Tachinenarten, *P. silvestris* und *Blepharipa* sp., die am stärksten vertretenen Parasitoide. Die von den Tachinen insgesamt verursachte Parasitierungsrate im Kulminationsjahr 2004 entsprach mit 9,8% der untersuchten Wirtstiere (L3-Pu) den Ergebnissen, die 1993 am Gipfel der Massenvermehrung mit 10,5% in Klingebach festgestellt wurden (Hoch et al. 2001). Im Retrogradationsjahr 1994 stieg die Parasitierungsrate durch Tachinen mit 33,8% in den Stadien L3-L6 noch deutlich gegenüber dem Jahr 1993 an und lag damit auch signifikant über dem Kulminationsjahr 2004 ($\chi^2=9,6$; $P < 0,01$).

Das Auftreten der Tachinen war bei meinen Beobachtungen im Jahr 2004 mit durchschnittlich 9,8% (L3-PU) wesentlich geringer als 1993 am Standort St. Margarethen im Burgenland (26,3%). *P. silvestris* war dort mit einer Parasitierungsrate von 50% in der Probe L5&L6 am stärksten vorkommend. Zwar war auch 2004 *P. silvestris* die zahlenmäßig bedeutendste Tachinenart, doch betrug die Parasitierungsrate der Tachinen in Klingebach nur 16,5%. Diese war damit deutlich niedriger als im Progradationsjahr 2003 (23,5%).

Die maximale Parasitierung durch die Tachine *Blepharipa* sp. betrug 8,2% in der Sammelprobe "Puppe" im Jahr 2003. Im folgenden Jahr war die höchste Parasitierungsrate in der Probe L5&6 8,0%. *Blepharipa* sp. trat bei den Untersuchungen von Hoch et al. (2001)

sowohl in Klingenbach als auch in St. Margarethen auf. In St. Margarethen, wo die *L. dispar* - Population 1993 auf niedrigem Niveau kumulierte, trat die höchste Parasitierung durch *Blepharipa* sp. mit 15,7 % bei gesammelten Puppen auf. Diese relativ geringen Parasitierungsraten stehen im Gegensatz zu anderen Beobachtungen, in denen die Parasitierung durch den Tachinenkomplex zu einem Zusammenbruch der Massenvermehrung führte (Bathon 1993, Maier & Bogenschütz 1990). So stellten Bogenschütz & Kammerer (1995) Parasitierungsraten von bis zu 90% durch *P. silvestris* an der Gesamtparasitierung der Schwammspinnergradation im Jahr 1994. In der Retrogradation beobachtete Maier (1990) bei seinen Untersuchungen in Südwestdeutschland Parasitierungsraten von bis zu 97% durch *P. silvestris*. Fuester et al. (1983) stellten bei ihren Untersuchungen im Burgenland in den 1970er Jahren Parasitierungsraten bis zu 44% durch *P. silvestris* in der Retrogradation bei mittleren und hohen Wirtsdichten fest.

Mehrere Arten der Braconiden sind bekannte Parasitoide des Schwammspinners, die vor allem in latenten Populationen von Bedeutung sind (Hoch et al. 2001, Eichhorn 1996). Die beiden Braconidenarten *G. liparidis* und *G. porthetriae*, sind Endoparasitoiden vor allem von jungen Raupen des ersten bis dritten Larvenstadiums der Schwammspinners (Schopf & Hoch 1997). Die Wirtsraupe wird dann zwei bis drei Wochen später, meist in einem mittleren Stadium (L3 oder L4), von der fertig entwickelten Parasitoidenlarven verlassen. Die beiden genannten Braconidenarten verursachten bei den Raupen in den Stadien L1-L4 im Progradationsjahr 2003 eine Parasitierung von 3,8% und im Jahr 2004 von nur 1,0%. Im vergleichbaren Kulminationsjahr 1993 erreichte die Parasitierung der Braconiden 2,5%, im Jahr 1994, dem 1. Retrogradationsjahr, konnte dagegen in Klingenbach eine Parasitierungsrate von 20,9% in der Probe L3&4 festgestellt werden, wobei *G. liparidis* allein für 18,2% Parasitierung verantwortlich war (Hoch et al. 2001). Auf dem slowakischen Gradationsstandort, Paravske Haje, wurde im Jahr 1994, in dem die Schwammspinnerpopulation kumulierte, überhaupt keine Parasitierung der Raupen durch die beiden Braconidenarten festgestellt (Hoch et al. 2001).

G. porthetriae wurde in den Jahren 2003 und 2004 in geringem Ausmaß beobachtet. In Aulhausen (Südhessen) hatte vor allem diese Braconide im Jahr 1994 bei geringer Wirtsdichte einen bedeutenden Anteil an der Parasitierung (Bathon 1996). In Klingenbach trat *G. porthetriae* im Gradationsjahr 1993 gar nicht auf, und verursachte im ersten Retrogradation eine Parasitierung mit 5,4% in der Probe "L1&L2" (Hoch et al. 2001). Die beiden *Glyptapanteles*-Arten sind in ihrem Generationszyklus auch auf Alternativwirte zur

Überwinterung angewiesen. Wie bedeutend diese sind, zeigt sich in Nordamerika, wo mehrere Einbürgerungsversuche von *G. liparidis* fehlschlagen. was auf fehlende Alternativwirte zurückgeführt wird (Raffa 1977).

C. melanoscela ist im Gegensatz zu den beiden Glyptapanteles – Arten auf die Schwammspinnerraupen spezialisiert. *Cotesia melanoscela*, die in der Latenzphase in den 1970er Jahren im Burgenland eine erhebliche Mortalität bei *L. dispar*-Raupen verursachte (Eichhorn 1996), kam in keinem der beiden Untersuchungsjahre in den von mir gesammelten Raupen vor. *Cotesia melanoscela* konnte bei der Massenvermehrung in den 90er Jahren im Burgenland erst im Jahr nach der Kulmination beobachtet werden (Hoch et al. 2001).

Als endophage Larvenparasitoide konnten bei Untersuchungen im Burgenland in den 1990er Jahren regelmäßig auch Arten aus der Fam. der Ichneumonidae beobachtet werden (Hoch et al. 2001). In meinen Untersuchungen trat keine Parasitierung durch Schlupfwespen dieser Familie auf. Auf dem Vergleichsstandort in Klingenbach wurde allerdings im Kulminationsjahr 1993 ebenfalls lediglich ein Exemplar der Gattung *Phobocampe* gefunden. Hoch et al. (2001) beobachteten bei ihren Untersuchungen im Jahr 1994 eine Parasitierung durch diesen spezifischen Larvenparasitoiden von über 10% auf dem Standort St. Margarethen. Auch in einem Latenzstandort in Siegendorf trat 1994 bei exponierten Raupen des Schwammspinners eine Parasitierung durch *Phobocampe* spp. bis zu 13,1 % auf (Hoch et al. 2001). Die verwandten *Hyposoter* spp. wurde bei den Untersuchungen am Gradationsstandort in Klingenbach im Jahr 1994 nach der Kulmination in der Probe L3+L4 aus drei Wirtstieren gewonnen (Hoch et al. 2001). Bei meinen Beobachtungen trat sie weder 2003 noch 2004 auf.

Auffallend ist, dass von den vier beobachteten Puppenparasitoiden - Arten, die bei der letzten Gradation 1993-1996 jeweils geringe Parasitierung verursachten, bei meinen Untersuchungen nur *B. intermedia* auftrat. Sowohl 2003 als auch 2004 bohrte sich jeweils nur ein Exemplar aus einer gesammelten Puppe aus. Die Puppenparasitoide aus der Familie der Ichneumoniden, *Theronia atalantae*, *Lymantrichneumon disparis* und *Pimpla hypochondriaca*, traten in keinem der beiden Untersuchungsjahre auf.

Pathogene wurden bei meinen Untersuchungen nicht speziell untersucht. Da weder im Freiland noch im Labor die charakteristisch schlaff hängenden, bei Berührung den flüssigen, braunen Körperinhalt freigebenden Raupen beobachtet wurden, kann angenommen werden, dass Kernpolyederviren (NPV) keine große Bedeutung als Mortalitätsfaktoren von Raupen in

den beiden Untersuchungsjahren hatten. Dagegen stellten Bogenschütz & Kammerer (1995) bei ihren Untersuchungen im Jahr 1994 in Baden-Württemberg (BRD) ein massives Auftreten des NPV fest, welches über 50% Mortalität verursachte. In der Kulmination 1993 war die NPV-Infektion in Klingebach mit 12,4% wesentlich höher als im ersten Retrogradationsjahr 1994 (4,7%) (Hoch et al. 2001).

Im Jahr 2003 wurde eine unbestimmte Mortalität bei den gesammelten Raupen und Puppen des Schwammspinner in der Höhe von 6,8 % beobachtet. 2004 erhöhte sich dieser Anteil auf 22,2%. Der hohe Mortalitätsanteil der Larven der ersten beiden Larvenstadien (25%) im Jahr 2004 ist auffallend. Ob dieser Anteil aufgrund des Umsetzens der Raupen, vom natürlichen Fraß an Eichenblätter auf eine künstliche Nahrung bedingt war, kann nicht ausgeschlossen werden. Allerdings war die Mortalität vergleichbarer Raupen im Jahr 2003 gering. Eventuell hatte die kühle Witterung 2004 zusätzlich bereits die Vitalität der Raupen negativ beeinflusst. Auffallend war auch der hohe Mortalitätsanteil von 68% in der Probe "Puppe" im Jahr 2004. Dieser kann zumindest zu einem Teil auf die ungünstigen Nahrungsbedingungen aufgrund des Kahlfraßes zurückgeführt werden, sodass zwar sich die Raupen das Puppenstadium erreichen konnten, ein erfolgreicher Abschluss der Metamorphose aber nicht mehr möglich war. Ungünstige Nahrungsqualität kann zu erhöhter Mortalität in Puppenstadien führen (Schopf et al. 1999, Klaus 1999).

Räuberische Insekten trugen neben Parasitoiden zu einer weiteren Dezimierung der Schwammspinnerpopulation bei. Im Jahr 2003 konnte der Puppenräuber, *C. sycophanta*, vereinzelt beim Fraß von *L. dispar* - Raupen auf der Untersuchungsfläche beobachtet werden. Im Jahr 2004 wurden nicht nur Adulte, sondern vor allem sehr viele Larven unterschiedlicher Größe von *Calosoma* sp. beim Fraß von Schwammspinner-Raupen beobachtet. Weiters wurde der Vierpunktaaskäfer, *Xylodrepa quadripunctata*, in beiden Jahren regelmäßig, wenn auch nicht so zahlreich wie die vorher genannte Käferart, beobachtet.

Im Jahr 2004 war auffallend, dass sich *L. dispar* meist im Unterwuchs und im unteren Kronenbereich an kahlgefressenen Zweigen oder an Blättern von nicht geeigneten Fraßpflanzen verpuppte. An Baumstämmen wurden dagegen keine Puppen gefunden. Aus diesem Grund wurden Puppenproben aus dem Unterwuchs und dem unteren Kronenbereich gewonnen, um den Einfluss des Verpuppungsortes auf *Calosoma* sp. – Fraßaktivitäten festzustellen. Warum keine Puppen am Baumstamm zu finden waren, bleibt ungeklärt. Dass der Verpuppungsort für das Überleben der Schwammspinnerpuppe von Bedeutung ist, haben Campell et al. (1977) bereits festgestellt. Bei meinen Beobachtungen im Jahr 2004 wurde im

Unterwuchs eine Mortalität in der Höhe von 38% der *L. dispar* - Puppen durch *Calosoma* sp. registriert, welche signifikant höher war als jene im unteren Kronenbereich mit 12,6% ($\chi^2=24,8$; $P<0,001$). Kleinsäuger, wie Mäuse, wirken als Räuber vor allem in latenten Populationsphasen des Schwammspinners reduzierend (Campbell & Sloan 1977, Gschwantner et al. 2002). Ob diese Räuber auch in der Kulmination effizient sind, konnte in meinen Aufsammlungen nicht untersucht werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass in den Untersuchungsjahren 2003 und 2004 der Anstieg der Populationsdichte des Schwammspinners nicht durch den Parasitoidenkomplex wesentlich beeinflusst wurde. Das Überschreiten der Kulminationsphase und der Rückgang der Populationsdichte waren letztendlich durch eine interspezifische Konkurrenz um die vorhandenen Nahrungsressourcen bedingt. Wie aus den Ergebnissen weiterhin zu schließen ist, bedarf es für Untersuchungen der Effizienz des natürlichen Gegenspielerkomplexes des Schwammspinners, auch die Erhebung und Einbeziehung anderer Biozönosemitglieder, die z. B. als Alternativwirte wichtige Auswirkungen auf das Pflanzenfresser-Gegenspieler-Verhältnis haben. Leider war dies im Rahmen meiner Arbeit nicht möglich.

5 Literatur

Altenkirch, W., Majunke, C., Ohnesorge, B. 2002: Waldschutz auf ökologischer Grundlage. E. Ulmer, Stuttgart. 434 S.

Bathon, H. 1993: Biologische Bekämpfung des Schwammspinner: Räuber und Parasitoide. Wulf, A., Berendes, K.-H. (Hrsg.): Schwammspinnerkalamität im Forst. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin. Heft 293: 117-124

Bathon, H. 1996: Zur Bedeutung der Parasitoide beim Zusammenbruch der Schwammspinner-Gradation in Südhessen. Mitteilungen der Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin, Heft 322: 74-90

Bell, R.A., Owens, C.D., Shapiro, M., Tardif, J.R. 1981: Development of mass rearing technology - In: Doane, C.C & McManus, M.L. (Ed): The Gypsy Moth: Research Toward Integrated Pest Management. U.S. Dept. Agr. Techn. Bull. 1584: 599-633

Bogenschütz, H., Kammerer, M. 1995: Untersuchungen zum Massenwechsel des Schwammspinners, *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae), in Baden-Württemberg, Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 10: 113-117

Burgess, A.F. & Crossman, S.S. 1929: Imported Insect Enemies of the Gypsy Moth and the Brown-Tail Moth. U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 86: 147 S.

Campbell R. W., Sloan R. J. 1977: Natural regulation of innocuous gypsy moth populations. Environ. Entomol. 6: 315-322

Campbell, R.W., Sloan, R.J.; Biazak, C.E. 1977: Sources of mortality among late instar gypsy moth larvae in sparse populations. Environ. Entomol. 6: 865-871

Capek, M. 1988: The Braconidae (Hymenoptera) as parasitoids of the gypsy moth, *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera). Acta Inst. Forestalis Zvolensis: 79-91

- Eichorn, O. 1996: Experimental studies upon the parasitoid complex of the gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) (Lep., Lymantriidae) in low host populations in eastern Austria. J. Appl. Ent. 120: 205-212
- Fuester, R.W., Drea, J.J., Gruber, F., Hoyer, H., Mercadier, G. 1983: Larval parasites and other natural enemies of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) in Burgenland, Austria, and Würzburg, Germany. Environ. Entomol. 12: 724-737
- Gschwantner, T., Hoch, G., Schopf, A. 2002: Impact of predators on artificially augmented populations of *Lymantria dispar* L. pupae (Lep., Lymantriidae). J. Appl. Ent.: 126, 66-73
- Herting, B. 1960: Biologie der westpläarktischen Raupenfliegen Dipt., Tachinidae. Monogr. Ang. Ent. 16, Paul Parey, Berlin, 188 S.
- 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
- Jahn, E. & Sinreich, A. 1957: Beobachtungen zum Auftreten des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.) und des grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) in Niederösterreich und im Burgenland in den Jahren 1952 bis 1956, Anzeiger f. Schädlingskunde 30: 139-146
- Klaus, A. 1999: Zum Einfluss der Nahrungsqualität auf die Entwicklung und die pathogen bedingte Mortalität von *Lymantria dispar* L. – Diplomarbeit, Universität Wien. 64 S.
- Lance, D. R., Elkinton, J. S., Schwalbe, C.P. 1986: Components of density-related stress as potential determinants of populations quality in the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). Environ. Entomol. 15: 914-918
- Liebhold, A.M., Simons, E.E., Sior, A., Unger, J.D 1993: Forecasting defoliation caused by the gypsy moth from field measurements. Environ. Entomol. 22: 26-32

Maier, K. 1990: Beitrag zur Biologie primärer und sekundärer Parasitoide von *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae). J. Appl. Ent. 110: 167-182

Maier, K., Bogenschütz, H. 1988: Die Bedeutung der Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae) beim Zusammenbruch einer Massenvermehrung von *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae). Mitt. Dtsch. Ges. allg. ang. Ent. 6: 164-168

Maier, K., Bogenschütz, H. 1990: Massenwechsel von *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantridae) und die Regulation durch Parasitoide während einer Gradation in Südwestdeutschland 1984-86. Z.PflKrankh. 97: 381-393

Raffa, K. 1977: Potential alternate hosts of the gypsy moth parasites *Apanteles porthetriae*. Environ. Entomol. 6: 57-59

Reardon, R.C. 1981: Alternative controls: 6.1. Parasites. In: Doane, C.C., McManus, M. L. (Hrsg.) The gypsy moth: Research toward integrated Pest Management U.S. Department of Agriculture Forest Service. Washington. Tech. Bull. 1584: 299-421

Schedl, K.E.. 1936: Der Schwammspinner (*Porthetria dispar* L.) in Eurasien, Afrika und Neuengland. Monogr. Ang. Ent. 12, Paul Parey, Berlin: 242 S.

Schopf, A., Hoch, G. 1997: Zur Bionomie und Bedeutung von *Glyptapanteles liparidis* (Hym., Braconidae) als Regulator von *Lymantria dispar* (Lep., Lymantriidae) in Gebieten mit unterschiedlichen Populationsdichten. J. Appl. Ent. 121: 195-203

Schopf, A., Hoch, G., Klaus, A., Schafellner, C. 1999: Suitability of two oak species, *Quercus petraea* and *Q. cerris*, for development and growth of gypsy moth larvae.- IOBC/wprs Bull. 22(3): 95-100

Turcek, J. F. 1956: Mniska velkohlava. Bratislava: SVPL, 57 S.

Wellenstein, G., Schwenke, W. 1978: *Lymantria dispar* L., Schwammspinner. In: Schwenke W. (Hrsg): Die Forstschädlinge Europas, Bd. 3. Paul Parey, Hamburg und Berlin: 335-349

Wulf, A. 1993: Schwammspinnerkalamität 1993 – Resümee und Ausblick. In Wulf, A., Berendes, K.-H. (Hrsg.): Schwammspinnerkalamität im Forst. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin. Heft 293: 278-280

Zúbrik, M.(1998): Beitrag zur Morphologie der Puparien der im Schwammspinner, *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) parasitierenden Raupenfliegen (Diptera, Tachinidae) in der Slowakei. Forestry Journal 44(4): 275-285

Zúbrik, M.; Novotny, J.; (1997): Egg parasitization of *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Lymantriidae) in Slovakia. Biologia (Bratislava) 52: 343-350

6 Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1 Schematische Darstellung der Eigelegezählung, Methode nach Turcek (1956).....</i>	<i>6</i>
<i>Abb. 2 Mehrere abgelegte Eispiegel von <i>Lymantria dispar</i> auf der Untersuchungsfläche bei Klingebach.....</i>	<i>6</i>
<i>Abb. 3 Apikaler Pol des Puppenpupariums von <i>P. silvestris</i> mit Stigmenplatten.....</i>	<i>11</i>
<i>Abb. 4 Apikaler Pol des Puppenpupariums von <i>Blepharipa</i> sp. mit Stigmenplatten.....</i>	<i>11</i>
<i>Abb. 5 Apikaler Pol des Puppenpupariums <i>Zenilia libatrix</i> mit Stigmenplatten.....</i>	<i>11</i>
<i>Abb. 6 Durchschnittliche Eigelegeanzahl von <i>L. dispar</i> pro Baum.</i>	<i>14</i>
<i>Abb. 7 Tagesmittelwerte der Temperatur von April bis August der Jahre 2003 und 2004.....</i>	<i>15</i>
<i>Abb. 8 Temperaturverlauf der Monatsmittel der Jahre 2000-2004</i>	<i>17</i>
<i>Abb. 9 Monatsniederschläge (NS) von 2000-2004 (in mm)</i>	<i>17</i>
<i>Abb. 10 Larvenentwicklung in den Untersuchungsjahren 2003 und 2004 in Klingebach</i>	<i>18</i>
<i>Abb. 11 Anteil der einzelnen Parasitoidenarten an der Gesamtparasitierung der Schwammspinner-Raupen und -Puppen in den Jahren 2003 und 2004.....</i>	<i>22</i>
<i>Abb. 12 Ausbohrtermine von <i>G. liparidis</i> und Stadien der verlassenen Wirtsraupen.....</i>	<i>23</i>
<i>Abb. 13 Ausbohrtermine von <i>G. porthetriae</i> und Stadien der verlassenen Wirtsraupen</i>	<i>24</i>
<i>Abb. 14 Ausbohrtermine von <i>P. silvestris</i> und Stadien der verlassenen Wirtsraupen in den Jahren 2003 und 2004</i>	<i>26</i>
<i>Abb. 15 Ausbohrtermine von <i>B. pratensis</i> und Stadien der verlassenen Wirtsraupen in den Jahren 2003 und 2004</i>	<i>27</i>
<i>Abb. 16 Mortalität von <i>L. dispar</i> Puppen und erfolgreiche Entwicklung zu Imagines in Abhängigkeit vom Verpuppungsort.....</i>	<i>28</i>

7 Tabellenverzeichnis

<i>Tab. 1 Sammeltermine der jeweils gesammelten Larvenstadien L1-L6 und des Puppenstadiums (Pu) von <i>Lymantria dispar</i> in den Jahren 2003 und 2004.....</i>	8
<i>Tab. 2 Bestimmungsmerkmale, der aus parasitierten Schwammspinnerraupe zu erwartenden Braconidenkokons</i>	12
<i>Tab. 3 Die vorkommenden Parasitoide mit ihrer Häufigkeit im groben Überblick.....</i>	19
<i>Tab. 4 Die Parasitierungsraten und Parasitoidenarten der einzelnen Schwammspinner-Raupenstadien und des Puppenstadiums in den Jahren 2003 und 2004.....</i>	21