

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Wald- und Bodenwissenschaft

Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz



Zur Bionomie der endoparasitischen Brackwespe

Glyptapanteles liparidis

Masterarbeit

Mario Wieser, BSc

Betreuerin:

Priv.-Doz. Dr.phil. Christa Schafellner

Wien, 2019

Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner Stelle vorgelegt.

Datum

Unterschrift

Danksagung

Mit diesen kurzen Worten bedanke ich mich aus tiefstem Herzen bei allen, die es mir ermöglicht haben, meine Diplomarbeit im spannenden Arbeitsbereich der Phytomedizin im forstlichen Bereich zu schreiben. Durch diese Option und die intensive Auseinandersetzung mit dem Forschungsthema habe ich neben wichtigen, wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht nur sehr wertvolle Erfahrungen für meinen bevorstehenden Berufseinstieg sondern auch für mein Privatleben gesammelt, was mich insgesamt als angehenden Akademiker reifen hat lassen.

Im Besonderen bedanke ich mich bei meiner Betreuerin Frau Priv.-Doz. Dr.phil. Christa Schafellner, da es mir nur durch ihre kompetente und anspruchsvolle Leitung und Unterstützung gelungen ist, neue Einblicke in die Welt der Forschung zu erlangen und im Rahmen meiner Diplomarbeit zu thematisieren.

Weiters möchte ich Andrea Stradner meinen aufrichtigen Dank aussprechen, weil ihre Arbeit – das Aufrechterhalten der Zuchttiere – einer der wesentlichsten Beiträge zur Durchführung meiner Diplomarbeit darstellte und sie mir außerdem stets mit Rat und Tat zur Seite stand.

Schließlich gilt mein Dank noch allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Instituts für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz, da ich von jeder Seite stets Zeit und Unterstützung erhalten habe, wenn es offene Frage meinerseits zu beantworten gab. Ich sehe das als keine Selbstverständlichkeit! Einen Namen möchte dabei im Speziellen hervorheben: Dipl.-Ing. Peter Zelinka, der mein Büroleben so viel angenehmer gestaltet hat.

Und zu guter Letzt geht ein wirklich großes Dankeschön natürlich an meine Eltern, Hannelore und Wolfgang Wieser, ohne deren Hilfe und Unterstützung ein Leben als Student nie möglich gewesen wäre!

Abstract

The gregarious, endoparasitic braconid wasp *Glyptapanteles liparidis* is an important natural enemy of the gypsy moth (*Lymantria dispar*), which shows periodic mass outbreaks in oak forests especially in warm and dry regions. The aim of this thesis was to compare vitality parameters (longevity and fecundity of adult female wasps as well as offspring development, numbers, sex-ratio and biomass related to the age of the mother wasp) of two laboratory wasp colonies maintained at the Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection (University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna). Population 1 was established in 1989 with insects collected in the field (Burgenland) and population 2 in 2015. For the present study, six 6-7 days old females were separated from the rearing cages and individually kept in small boxes at 15°C under long day photoperiod (16L:8D) and given honey and water as food. Every other day until death, female wasps were offered five third-instar gypsy moth larvae for oviposition. The parasitized caterpillars were kept at 20°C under long day photoperiod and supplied with wheat-germ diet until the parasitoid larvae emerged. Eclosing adult wasps were sexed and their biomass was determined.

Mean longevity of the mother wasps was four weeks, including one week before the experiments started to ensure egg maturation upon eclosion. Female fecundity ended (with few exceptions) 2-4 days before the wasps died. The number of offspring over the whole lifespan was very diverse, females from population 1 produced an average of about 300 offspring, and females from population 2 produced almost 450 offspring per wasp. Offspring sex ratio was clearly male-biased, the percentage of females varied between 6% and 67%. The number of offspring and the proportion of females declined with increasing age of the mother wasps.

No differences in the development time of the wasps' offspring were observed between the two populations. On average endoparasitic development lasted 19-20 days, pupation in the cocoon lasted 8 days and total development 27 days. In both populations, females were always significantly larger than males, but no differences were observed when females or males from both populations were compared. There was no correlation between the number of developing parasitoids per host larva and

the resulting biomass of the adult female wasp.

The data show that the braconid wasp *G. liparidis* parasitizes successfully larvae of the gypsy moth during its entire lifetime, thereby producing several hundred offspring. In laboratory cultures, however, the sex ratio of parasitic wasps often shifts in favor of males. This fact limits the use of *G. liparidis* in biocontrol programs, because a high number of females must be released to establish and maintain the wasp population in the field. Further studies are necessary to determine crucial rearing factors for a more balanced sex ratio.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ziele der Arbeit	1
1.2	Wirt-Parasitoid-Interaktionen.....	2
1.3	Der Schwammspinner, <i>Lymantria dispar</i> (Lepidoptera, Erebidae)	3
1.4	Die Brackwespe <i>Glyptapanteles liparidis</i> (Hymenoptera, Braconidae)	5
2	Material und Methoden	7
2.1	Wirt und Parasitoid.....	7
2.2	Versuchsdesign	8
2.3	Endoparasitische Entwicklung im Schwammspinner	11
2.4	Anzahl, Geschlechterverhältnis und Fitness der parasitischen Wespen....	11
2.5	Statistische Auswertungen.....	12
3	Ergebnisse.....	13
3.1	Reproduktive Fitness.....	13
3.1.1	Lebensspanne und Fekunditätsdauer der Mutterwespen	13
3.1.2	Nachkommen und Geschlechterverhältnis	17
3.2	Endoparasitische Entwicklung im Schwammspinner	45
3.3	Fitness der Nachkommen in Abhängigkeit vom Alter der Mutterwespen	57
3.3.1	Biomasse und Wassergehalt der Nachkommen.....	57
3.3.2	Parasitoide pro Wirtsraupe.....	99
3.3.3	Zusammenhang zwischen Belegungsgrad und Biomasse der Nachkommen.....	100
4	Diskussion.....	102
4.1	Lebensdauer und reproduktive Fitness	102
4.2	Entwicklung und Fitness der Nachkommen.....	107
4.3	Parasitische Wespen in der biologischen Schädlingskontrolle.....	110

5	Zusammenfassung.....	113
6	Literaturverzeichnis	115
7	Anhang.....	119
7.1	Abbildungsverzeichnis.....	119
7.2	Tabellenverzeichnis.....	125

1 Einleitung

1.1 Ziele der Arbeit

Wäre es für einen Organismus theoretisch möglich, die Eigenschaften seines Lebenszykluses so zu optimieren, um ein Maximum an Fitness zu erreichen, würde dieser schnell wachsen, eine frühe sexuelle Reife erhalten, eine hohe Lebenserwartung haben und viele Nachkommen in kurzer Zeit produzieren. Diese Bedingungen sind aber in der Natur auf Grund von metabolischer Begrenztheit, einem Mangel an Ressourcen, ökologischer Heterogenität und anderen Faktoren, wie genetische Herkunft, kaum zu erreichen. Deswegen gehen die meisten Organismen einen Kompromiss ein, wie zum Beispiel zwischen Körpergröße und Entwicklungsdauer oder Fekundität und Langlebigkeit (Harvey 2005).

Parasitoide sind Organismen, die sich auf oder in anderen Organismen entwickeln und sich auf Kosten ihrer Wirte ernähren. Man findet sie in mehreren Insektenordnungen wie zum Beispiel den Hymenopteren (Hautflügler), den Dipteren (Fliegen), den Coleopteren (Käfer), den Lepidopteren (Schmetterlinge) und den Neuropteren (Netzflügler). Die zahlenmäßig häufigsten und wichtigsten gehören zur Superfamilie der Ichneumonoidea, welche die Familie der Brackwespen (Braconidae) und Schlupfwespen (Ichneumonidae) beinhaltet (Hajek 2004). Im Gegensatz zu Prädatoren, die viele Beutetiere nutzen, ist die Nahrungsressource bei den juvenilen Stadien von Parasitoiden auf einen einzigen Wirt beschränkt, der oft auch noch wesentlich kleiner sein kann als das attackierende Parasitoidenweibchen. Die reproduktive Fitness des Parasitoidenweibchens ist deswegen primär bestimmt durch (I) die Zeit, die es zur Paarung braucht, (II) die Dauer, die es benötigt, um ihren Wirt zu finden und zu parasitieren, (III) die Qualität des Wirtes, der parasitiert wird, (IV) die Anzahl und das Geschlecht der Nachkommen und (V) die Fähigkeit der Nachkommenschaft zu überleben und die Entwicklung im Wirt abzuschließen (Harvey 2005).

Ziel dieser Arbeit ist es, zwei Populationen der gregären Brackwespenart *Glyptapanteles liparidis* (Hym., Braconidae) anhand von Fitnessparametern zu beschreiben und zu vergleichen. Als Parameter wurden Langlebigkeit und

Fekundität über die gesamte Lebensspanne der Wespenweibchen und die Anzahl und das Geschlecht der Nachkommen in der F1 Generation bestimmt. Zusätzlich wurde die Dauer des Entwicklungszykluses (endoparasitische Entwicklung, Puppenstadium und Gesamtentwicklung) der F1 Generation dokumentiert und die Frage geklärt, ob sich die Fitness (gemessen anhand der Biomasse und des Wassergehaltes) von Geschwistergruppen in Hinblick auf das Alter der Mutterwespe zum Zeitpunkt der Eiablage unterscheidet. Schlussendlich wurde untersucht, ob sich mit steigender Parasitenzahl im Wirt die Konkurrenz um Nährstoffe auf die Körpergröße der Parasiten auswirkt. Die Untersuchungen wurden mit Raupen des Schwammspinners als Wirt durchgeführt.

1.2 Wirt-Parasitoid-Interaktionen

Die entscheidenden Hindernisse für die Eignung eines Wirtes und wohl auch grundsätzlich für den Übergang zur endoparasitischen Lebensweise stellen die Immunabwehrreaktionen des Wirtes und die gegenüber der Außenwelt stark abweichenden physiologischen Bedingungen im Inneren des Wirtstieres dar. So verfügen Insekten über zelluläre und nicht zelluläre (humorale) Abwehrmechanismen gegenüber Pathogenen und Parasiten. Hämocyten (Blutzellen) sind zur Phagozytose und Einkapselung von Fremdkörpern in der Lage. Die humorale Immunabwehr basiert auf nichtzellulären Bestandteilen (z.B. Enzyme wie die Phenoloxidase). Um der Immunabwehr des Wirtes zu entkommen, haben sich im Laufe der Evolution bei Parasitoiden diverse Mechanismen entwickelt. So scheinen die Eier sowohl durch ihre Oberflächenstruktur als auch durch Sekretproteine aus der Venomdrüse vor einer Einkapselung geschützt zu sein. Das Venomsekret wirkt außerdem paralyisierend und antiseptisch und bietet zumindest einen kurzzeitigen Schutz vor der unmittelbar ausgelösten Immunreaktion. Für den Langzeitschutz dienen bei einigen Parasitoidengruppen der Schlupf- und Brackwespen symbiontische Viren, die aus der Calyxdrüse bei der Parasitierung gemeinsam mit den Eiern in den Wirt injiziert werden. Diese sogenannten Polydnaviren spielen eine wichtige Rolle bei der Unterdrückung der zellulären und humoralen Immunabwehr des Wirtes. Ein weiterer mit der Parasitierung assoziierter Faktor sind sogenannte Teratocyten, das sind Zellen, die sich aus der äußeren Keimhülle (Serosa) des Parasitoideneis beim Schlupf der Parasitenlarven

im Wirt lösen und dort zu enormer Größe heranwachsen. Teratocyten hemmen das Immunsystem des Wirtes, außerdem wirken sie fungistatisch und dürften durch Sekretion und Absorption bestimmter Stoffe für die Ernährung und Entwicklung der Parasitoidenlarven eine wichtige Rolle spielen (Schopf 2007).

Neben der Überwindung der Immunabwehr muss nach dem Schlüpfen der Parasitoidenlarven auch die Nährstoffversorgung durch Abstimmung von Entwicklung und Wachstum mit dem Wirt gesichert werden. So ist in vielen parasitierten Wirtsraupen der Juvenilhormon-III-Titer stark erhöht. Zusammen mit dem Häutungshormon Ecdyson bestimmt das Juvenilhormon die Entwicklung von Insektenlarven. Bei hoher Konzentration verhindert es die Verpuppung des Wirtes und ermöglicht das Ausbohren der Parasitenlarven, solange der Wirt sich noch im Raupenstadium befindet (Schafellner et al. 2004, Schafellner et al. 2007).

1.3 Der Schwammspinner, *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Erebidae)

Der Schwammspinner ist ein polyphager Forstschädling. Den Raupen ist es möglich, an Pflanzenarten aus 54 verschiedenen Gattungen zu fressen und die Entwicklung dabei vollständig abzuschließen. An Arten aus weiteren 34 Gattungen fressen die Raupen zwar, die Verpuppung bleibt jedoch aus. Die Vorzugspflanzen 1. Grades sind *Quercus*-Arten, gefolgt von *Carpinus*, *Fagus*, *Castanea* sowie Obstbäume und schließlich *Betula*, *Populus*, *Salix*, *Acer*, *Tilia*, *Ulmus*, *Alnus* und *Larix* (Schwenke 1982).

Die Flugzeit der Falter liegt in Europa je nach Klima und Witterung zwischen Juli und Anfang September. Männchen und Weibchen schlüpfen gleichzeitig, wobei aber nur die Männchen fliegen und durch den Sexual-Duftstoff (Sexualpheromon) der Weibchen angelockt werden. Nach der Kopula legt das Weibchen die Eier als ein einziges kompaktes Eipaket auf den Stamm oder die unteren Äste des Wirtsbaumes und bedeckt dieses mit seinen Hinterleibshaaren, wodurch das Eigelege wie ein Schwamm aussieht (Name!). Die Anzahl der Eier pro Gelege schwankt zwischen 17 und 2000, wobei das Mittel bei Beginn einer Gradation zwischen 500 und 800 abgelegten Eiern liegen dürfte. Die Embryonalentwicklung ist bereits nach 3-4 Wochen abgeschlossen. Die Raupen in den Eihüllen gehen im Herbst in eine

genetisch bedingte Diapause, die erst im folgenden Frühjahr (April/Mai) beendet wird. Somit kommt es nur zu einer Generation pro Jahr (univoltin). Im Frühjahr besteht im Allgemeinen eine Koinzidenz zwischen dem Austreiben der Knospen und dem Erscheinen der Raupen. Die Raupen ernähren sich von Knospen und Blattwerk. Die männlichen Raupen verpuppen nach 4-5, die weiblichen nach 5-6 Häutungen. Die Puppen sind mit kräftigen Spinnfäden an Zweigen und in Rindenritzen befestigt, die Puppenruhe dauert im Mittel 15 Tage bei den Männchen und 11 Tage bei den Weibchen. Geschlechtsbedingte Unterschiede in der Entwicklungsdauer gleichen sich dadurch aus und es kommt zum synchronen Schlupf der Adulttiere (Schwenke 1982).

Das Gesamtverbreitungsgebiet des Schwammspinners erstreckt sich von Nordafrika (Mittelmeerküstenländer) über Westeuropa, Süd- und Mitteleuropa und ostwärts über Russland bis nach Japan. Im Norden reicht die Verbreitung bis Mittelschweden und Südfinnland (Schwenke 1982). Die Mittelmeer- und Balkanländer gelten als Verbreitungsschwerpunkte; in diesen Regionen treten periodische (alle 7-8 Jahre) Massenvermehrungen (=Kalamitäten) auf. In den gemäßigten Teilen Europas neigen die Schwammspinnerpopulationen nur selten zu Gradationen. In Mitteleuropa ist der Schwammspinner an warme und trockene Standorte gebunden und bevorzugt lichte, sonnige Wälder oder Waldränder sowie Parkanlagen und Obstplantagen (Nierhaus-Wunderwald & Wermelinger 2001). Im Jahre 1869 wurde der Schwammspinner nach Nordamerika (Massachusetts) verschleppt, wo er sich etablieren konnte und auf Grund von ausgedehnten Gradationen immer noch als invasive Art gilt. Durch das Fehlen eines natürlichen Gegenspieler-Komplexes breitet er sich weiterhin nach Westen und Süden aus (McManus & Csóka 2007).

Der Gegenspieler-Komplex des Schwammspinners umfasst eine große Zahl an natürlichen Feinden, von denen viele dazu beitragen, dass eine Massenvermehrung innerhalb weniger Jahre (2-3) wieder zusammenbricht. Während der Latenzphase sorgen sie dafür, dass sich die Schwammspinnerpopulation nicht ungehindert vermehren kann. Zu den natürlichen Feinden gehören Krankheitserreger, wie Viren (z.B. Kernpolyederviren), Bakterien (z.B. *Bacillus thuringiensis*) und Pilze (z.B. *Entomophaga maimaiga*), Parasiten und Parasitoide (z.B. Raupenfliegen,

Brackwespen, Schlupfwespen) und Räuber, wie z. B. der Große Puppenräuber (*Calosoma sp.* [Carabidae]) (McManus & Csóka 2007, Nierhaus-Wunderwald & Wermelinger 2001, Schwenke 1982).

1.4 Die Brackwespe *Glyptapanteles liparidis* (Hymenoptera, Braconidae)

Glyptapanteles liparidis gehört innerhalb der Brackwespen zur Unterfamilie der Microgasterinae. Sie zeichnet sich durch eine endoparasitische, koinobionte und gregäre Lebensweise aus. Durch ihr hohes Vermehrungspotential (bis zu 100 Parasitenlarven pro Wirtsraupe) und ihre weite Verbreitung sind sie bedeutende Antagonisten und Regulatoren des Schwammspinners, v.a. in der Latenzphase (Schopf & Hoch 1997, Schopf 2007).

Mit der Eiablage beginnt die endoparasitische Entwicklung der Wespen im Haemocoel der sich weiter entwickelnden Wirtsraupe. Die Parasitoidenlarven schlüpfen etwa fünf Tage nach der Eiablage, entwickeln sich über zwei endoparasitische Stadien, deren Entwicklung nach circa zwei Wochen abgeschlossen ist. Kurz bevor sich die Parasitoidenlarven aus der Wirtsraupe ausbohren, wandern diese von ihren Fraßplätzen in der Baumkrone an den unteren Stammbereich, um sich dort in Rindenritzen festzuspinnen. Während des nahezu synchronen Ausbohrens der Parasitoidenlarven häuten sich diese in das dritte Stadium und spinnen sich neben dem Raupenkörper in einen charakteristischen weißen Kokon ein. Unter Freilandbedingungen findet dies von Mitte Mai bis Anfang/Mitte Juni statt. Das Puppenstadium dauert etwa eine Woche, danach schlüpfen zuerst die adulten männlichen und ein bis zwei Tage später die adulten weiblichen Wespen. Die Weibchen werden meist direkt nach dem Schlupf begattet und beginnen nach drei bis fünf Tagen der Eireifung (synovigen) mit der Gründung einer neuen Parasitoidengeneration (Schopf 2007).

Da der Schwammspinner nur eine Generation pro Jahr produziert (univoltine Lebensweise), stehen für die frisch geschlüpften Parasitoidenweibchen der Tochtergeneration nur unter besonderen Umständen (z.B. Verzögerung der Entwicklung der Schwammspinnerraupe auf Grund der Witterung) noch geeignete Raupen für die Parasitierung zur Verfügung. Im Gegensatz zu anderen Brackwespen

kann *G. liparidis* nur im Larvenstadium in einer überwinternden Wirtsraupe überleben. Auch dafür kommt der Schwammspinner nicht in Betracht, da dieser als Embryo im Eistadium überwintert. Für das Überleben der Wespen müssen zusätzlich andere Schmetterlingsarten als Zwischen- bzw. Überwinterungswirte gefunden werden, um die Population dieser multivoltinen Brackwespenart am Leben zu erhalten. Es kommen nah verwandte Lymantriiden-Arten wie z.B. *Euproctis chrysorrhoea* und *Euproctis similis* (Marschnig 2013, Fromm 2014), sowie Arten aus der Familie Lasiocampidae, speziell die Kiefernspinner-Arten *Dendrolimus pini* in Europa und *D. spectabilis* in Asien in Betracht (Schopf 2007, Schopf & Hoch 1997). Untersuchungen dazu fehlen jedoch.

2 Material und Methoden

2.1 Wirt und Parasitoid

Die Eigelege des Schwammspinners (*L. dispar*) wurden vom USDA/APHIS Otis Method development Center, Cape Cod, Massachusetts bezogen und die Raupen am Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF) der Universität für Bodenkultur auf einer Weizenkeimdiät (Bell et al. 1981) bei 20°C und Langtagbedingungen (16 Stunden Licht, 8 Stunden Dunkelheit) im Klimaschrank gezüchtet (Tab. 1).

Tabelle 1: Zusammensetzung der Weizenkeimdiät

Zutaten	Menge	Zutaten	Menge
Wasser	814 ml	Chlortetracyclin	0,1 g
Agar	15 g	Eisencitrat	0,1 g
Weizenkeime	120 g	Wesson Salz, ohne Eisen	8 g
Ascorbinsäure	5 g	Sorbinsäure	2 g
Casein	25 g	Vitamin Mixtur Bio-serv	10 g
Methylparaben	1 g		

Die Zucht von *G. liparidis* der Population 1 wurde von parasitierten *L. dispar* Raupen in Österreich isoliert und besteht seit 1989. Sie wurde mehrfach mit Wespen aus dem Freiland ergänzt. Population 2 stammt ebenfalls von parasitierten *L. dispar* Raupen und wurde 2015 gegründet. Die Wespenkokons werden in große Käfige gegeben (Abb.1) und bei Raumtemperatur bis zum Schlupf der adulten Wespen dort belassen. Danach werden ca. 15 Weibchen und ca. 10 Männchen in kleinere Boxen überführt und diese bei 15°C (Licht) bzw. 13°C (Dunkelheit) und Langtagbedingung (16L:8D) gehalten. Sechs bis sieben Tage nach der Paarung werden den Weibchen Schwammspinnerraupen im zweiten oder dritten Larvenstadium (L2-L3) zur Parasitierung (Eiablage) präsentiert. Die parasitierten Raupen werden mit Weizenkeimdiät gefüttert und bei 20°C und Langtagbedingungen (16L:8D) im Klimaschrank gehalten. Nach dem Schlupf der Parasitenlarven und dem Verspinnen in die Kokons werden diese wieder in den Zuchtkäfig überführt.

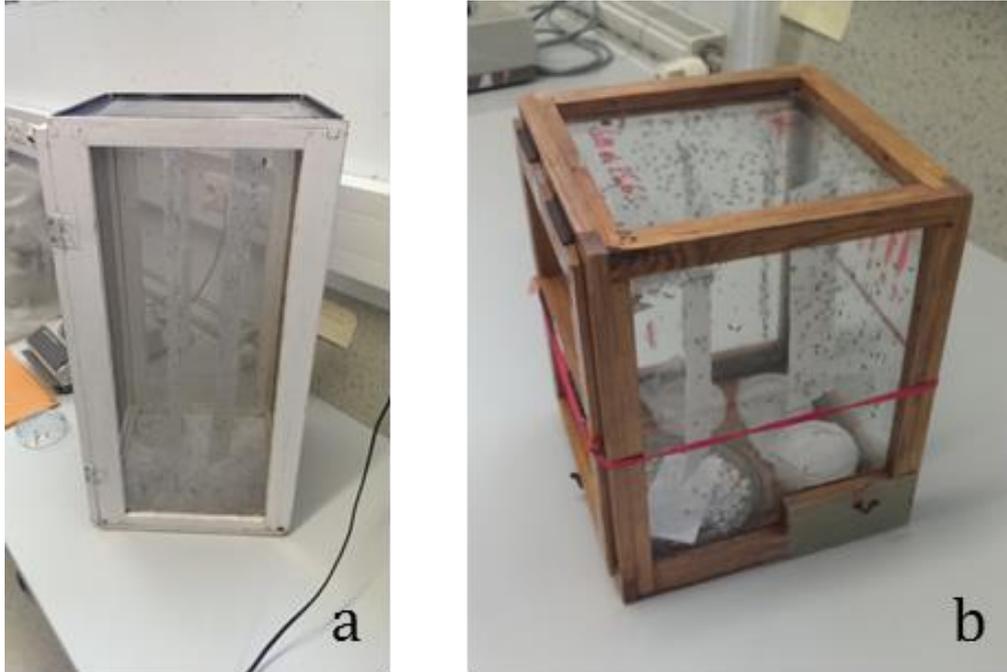


Abbildung 1: (a) Zuchtkäfig mit *G. liparidis* Wespen der Population 1, (b) Zuchtkäfig mit *G. liparidis* Wespen der Population 2. In den Käfigen sieht man Petrischalen mit Wespenkokons, hängendes, mit Honig bestrichenes Filterpapier, Wasserspender sowie die adulten Wespen.

2.2 Versuchsdesign

Für den Versuch wurden jeweils 6 adulte *G. liparidis* Weibchen der Populationen 1 und 2, 5-6 bzw. 9-10 Tage nach dem Schlupf aus den Kokons, aus den Zuchtkäfigen entnommen und einzeln in Plastikboxen gehalten. Die Wespen wurden mit Wasser und Honig gefüttert (Abb.2). Die Boxen mit den Wespen kamen für die gesamte Dauer des Versuchs in einen Klimaschrank (Liebherr, LC 5000) bei konstant 15°C, 60-70% rel. Luftfeuchte und einer Photoperiode von 16 Stunden Licht und 8 Stunden Dunkelheit (16L:8D, Langtag).



Abbildung 2: Mutterwespen in Versuchsboxen, Wasserspender und mit Honig bestrichenes Filterpapier.

Für die Parasitierungsversuche wurden frisch gehäutete L3 Schwammspinner Raupen als Wirte verwendet. Dazu wurden L2 Larven in Vorhäutung zum 3. Larvenstadium (vorgeschobene Kopfkapsel) ausgesucht (Abb. 3a) und innerhalb von 12 Stunden nach der Häutung zur L3 Raupe (Abb. 3b) den Wespen zur Parasitierung angeboten. Parasitierte Raupen wurden bei 20°C unter Langtagbedingung (16L:8D) im Klimaschrank (Memmert, ICP800) gehalten und mit Weizenkeimdiät gefüttert.

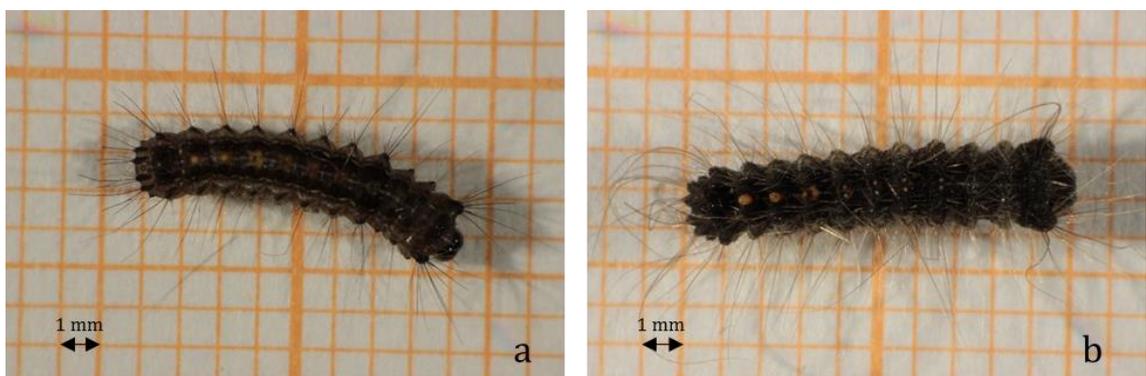


Abbildung 3: (a) *L. dispar*, L2 Raupe in Vorhäutung, (b) *L. dispar*, frisch gehäutete L3 Raupe.

Jeden zweiten Tag wurden den einzelnen Mutterwespen maximal 5 *L. dispar* Raupen zur Parasitierung mit einer Federpinzette angeboten, bis ein Anstich beobachtet wurde. Diese Prozedur wurde so lange wiederholt, bis die Mutterwespen die Parasitierung verweigerten oder starben.

Zwei Tage nach dem Schlupf der Parasitenlarven aus den Wirtsraupen wurden die Kokons in Mikrotiterplatten überführt und diese mit Parafilm verschlossen (Abb. 4c). Die Wells der Mikrotiterplatten wurden mit maximal 10 Kokons einer Mutterwespe bestückt. Gab es mehr als 10 ausgebohrte Parasitenlarven pro Wirtsraupe, wurden die Kokons auf mehrere Wells aufgeteilt. Die Kokons wurden bei $20,2 \pm 0,4^\circ\text{C}$ und Langtagbedingung (16L:8D) im Klimaschrank inkubiert, bis alle Wespen aus ihren Kokons geschlüpft waren. Mittels Skalpell wurde ein Schlitz in den Parafilm über den einzelnen Vertiefungen der Mikroplatten geschnitten und die Wespen mit einer Federpinzette in 1,5 ml Eppendorf Gefäße überführt. Die abgesammelten Wespen wurden für spätere Untersuchungen tiefgefroren. Danach wurde die Platte mit neuem Parafilm verschlossen und das Prozedere so lange [9]

wiederholt, bis alle Wespen geschlüpft waren.

Der Versuch wurde in 2 Serien durchgeführt. Bei der ersten Serie mit drei Wespen der Population 1 (*G. lip.#1*, *G. lip.#2*, *G. lip.#3*) und drei Wespen der Population 2 (*G. lip.#7*, *G. lip.#8*, *G. lip.#9*), befand sich jede Mutterwespe 4 Stunden lang zusammen mit einem Männchen in den Versuchsboxen; dieses wurde vor dem Beginn des Versuches entfernt. Bei der zweiten Serie mit den Wespen der Population 1 (*G. lip.#4*, *G. lip.#5*, *G. lip.#6*) und Population 2 (*G. lip.#10*, *G. lip.#11*, *G. lip.#12*) wurden die Mutterwespen einzeln mittels einer Schwammspinnerraupe aus dem Zuchtkäfig gelockt.

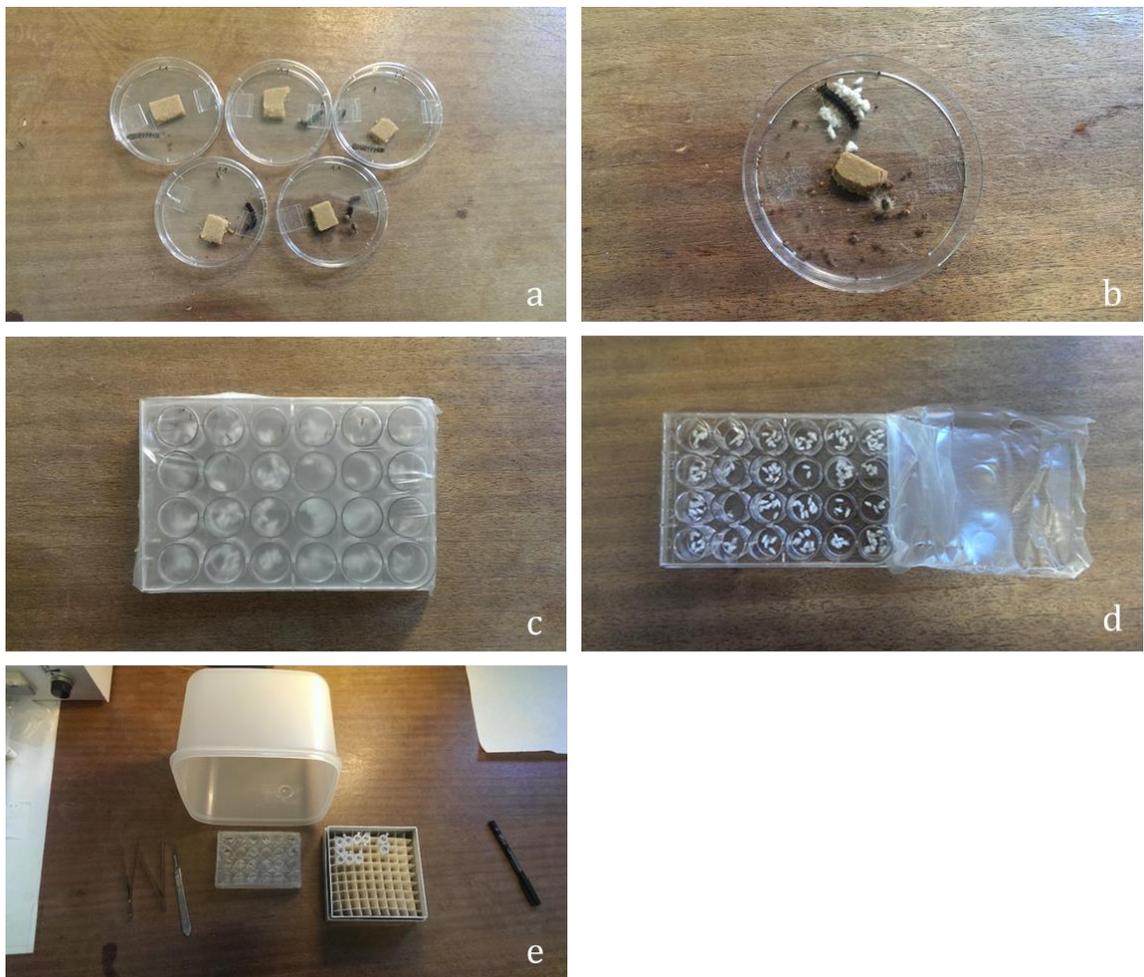


Abbildung 4: (a) 5 parasitierte *L. dispar* Raupen mit Weizenkeimdiät in Petrischalen, (b) Kokons mit Parasitoiden, (c) Kokons in Mikrotiterplatte verschlossen mit Parafilm, (d) Mikrotiterplatte mit Kokons, geöffnet, (e) adulte Wespen in Eppendorf Gefäßen.

2.3 Endoparasitische Entwicklung im Schwammspinner

Um die Dauer der Entwicklung der Wespen festzuhalten, wurde das Parasitierungsdatum, das Datum des Parasitenschlupfes aus der Wirtsraupe und das Datum des Wespenschlupfes aus den Kokons notiert. Da der Schlupf der adulten Wespen, die aus einer Wirtsraupe stammten, in der Regel nicht am selben Tag stattfand, wurde der Wert gemittelt.

2.4 Anzahl, Geschlechterverhältnis und Fitness der parasitischen Wespen

Die adulten Wespen wurden unter dem Binokular (Wild M8) nach Geschlecht getrennt (Legestachel vorhanden = Weibchen, Abb.5a), gezählt und das Frischgewicht aller Weibchen wurde mit einer Mikrowaage (Mettler Toledo, MTd) (Abb.5b) bestimmt. Die Wespen wurden danach für eine Woche gefriergetrocknet (Lyophilisator Lyvac GT 2)(Abb.5c) und anschließend nochmals gewogen (Trockengewicht). Das Frisch- und Trockengewicht der Männchen wurde nur stichprobenartig bestimmt (Grollnig, Bachelorarbeit 2019). Hierfür wurden für Population 1 *G. lip.*#3 (Parasitierungstage 3, 9 und 17), *G. lip.*#4 (Parasitierungstage 1, 11 und 23) und für *G. lip.*#5 (Parasitierungstage 1, 13 und 31) herangezogen, für Population 2 *G. lip.*#10 (Parasitierungstage 1, 13 und 29), *G. lip.*#11 (Parasitierungstage 1, 11 und 29) und *G. lip.*#12 (Parasitierungstage 1, 17 und 33). Pro Parasitierungstag wurden willkürlich 6 Männchen ausgewählt.



Abbildung 5: (a) Weibliche Wespe mit Ovipositor (blauer Kreis), (b) Mikrowaage (Mettler Toledo, MT5), (c) Lyophilisator (Lyovac GT2)

2.5 Statistische Auswertungen.

Alle statistischen Tests (ANOVA, Scheffé-Test, T-test für unabhängige Stichproben, Korrelationskoeffizient nach Pearson) wurden mit der Statistiksoftware IBM SPSS Statistics 21 durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 gesetzt. T-test und ANOVA wurden zweiseitig durchgeführt. Die Abbildungen 8-29 (Nachkommen und Geschlechterverhältnis) wurden mit MS Excel generiert, alle anderen mit IBM SPSS Statistics 21.

Bei der Berechnung der Lebensspanne und der Dauer der Fekundität wurden die 5-6 bzw. 7-9 Tage (durch Ersetzen der frühzeitig gestorbenen Mutterwespen *G. lip.#5*, *G. lip.#10* und *G. lip.#12*) im Zuchtkäfig nicht mit einberechnet. Die Fekundität endet mit dem Tag, an dem die letzten Nachkommen produziert wurden. In etlichen Fällen war es so, dass bei den Wespen nach dem Ende der Fekunditätsdauer noch eine Parasitierung beobachtet wurde, sich aber keine Parasitenlarven aus den Wirtsraupen ausbohrten.

3 Ergebnisse

Die 6 *G. liparidis* Mutterwespen aus Population 1 parasitierten in Summe 195 *L. dispar* Raupen, bei den 6 *G. liparidis* Mutterwespen aus Population 2 waren es 193 Wirtsraupen, davon kam es bei 152 Raupen zu einem Schlupf von Parasitenlarven bei Population 1 und bei Population 2 bei 150 Raupen. Bei ungefähr einem Viertel aller parasitierten Raupen bohrten sich keine Parasitenlarven aus, die Wirtsraupen verpuppten sich oder starben an Häutungsdefekten. Neun Wirtsraupen starben noch im L3 Stadium. Diese traten bei *G. lip.#4* am Parasitierungstag 19 (1 Raupe), bei *G. lip.#6* am Parasitierungstag 15 (2 Raupen) bei *G. lip.#10* an den Parasitierungstagen 5 und 11 (je 1 Raupe) sowie bei *G. lip.#11* an den Parasitierungstagen 7 (1 Raupe) sowie 13 (1 Raupe) und 17 (2 Raupen) auf.

3.1 Reproduktive Fitness

3.1.1 Lebensspanne und Fekunditätsdauer der Mutterwespen

Abbildung 6 und 7 zeigen die Lebensspanne und Fekunditätsdauer der Mutterwespen. Als Lebensspanne wurde der Zeitraum von Parasitierungstag 1 bis zum Todestag der Wespe genommen; die Fekunditätsdauer wurde als Zeitraum von Parasitierungstag 1 bis zu jenem Parasitierungstag berechnet, an dem das letzte Mal erfolgreich Nachkommen produziert wurden. Die Zeitspanne, die die Wespen im Zuchtkäfig verbrachten wurde nicht berücksichtigt. Die Wespen *G. lip.#7* und *#9* wurden beim Vergleich der Fekunditätsdauer (t-test) nicht berücksichtigt (Abb. 7), weil sie keine oder nur wenige Nachkommen produzierten. Die durchschnittliche Lebensspanne der Wespen aus Population 1 lag bei 21 ± 8 Tagen, die aus Population 2 bei 22 ± 12 Tagen. Die Fekunditätsdauer lag bei Population 1 im Mittel bei 19 ± 8 Tagen, die von Population 2 bei 27 ± 11 Tagen. Das höhere Mittel der Fekunditätsdauer von Population 2 gegenüber der Lebensspanne ergibt sich durch die Streichung von *G. lip.#7* und *#9* aus der Mittelwertsberechnung der Fekunditätsdauer. Die Wespen aus Population 1 lebten im Minimum 11 Tage, im Maximum 35 Tage, die Fekunditätsdauer betrug mindestens 11 Tage und maximal 33 Tage. Bei Population 2 lag die Lebensspanne zwischen 11 und 35 Tagen, die

Fekunditätsdauer (mit Ausnahme von *G. lip.*#7 und #9) zwischen 11 und 33 Tagen. *G. lip.*#7 produzierte keine, *G. lip.*#9 nur an einem Parasitierungstag Nachkommen (Tab. 2 und 3). Die Lebensspanne ($t(10) = -0,223$, $p=0,828$) und die Fekunditätsdauer ($t(8) = 1,288$, $p=0,234$) der 6 Mutterwespen von Population 1 und 6 bzw. 4 Mutterwespen von Population 2 unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

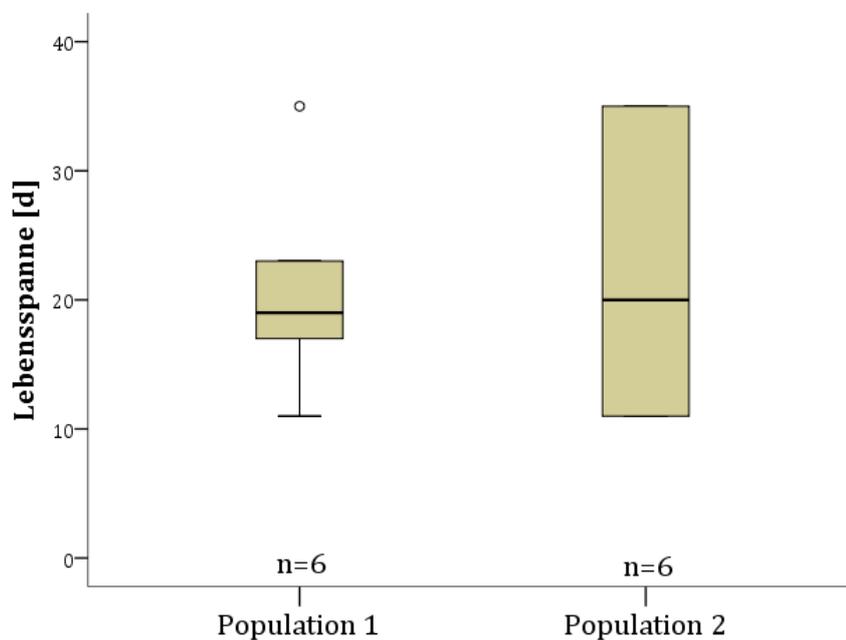


Abbildung 6: Lebensspanne (Tage, d) der 6 Mutterwespen von Population 1 und Population 2. 50 % der Werte liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linien gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise außerhalb sind Ausreißer.

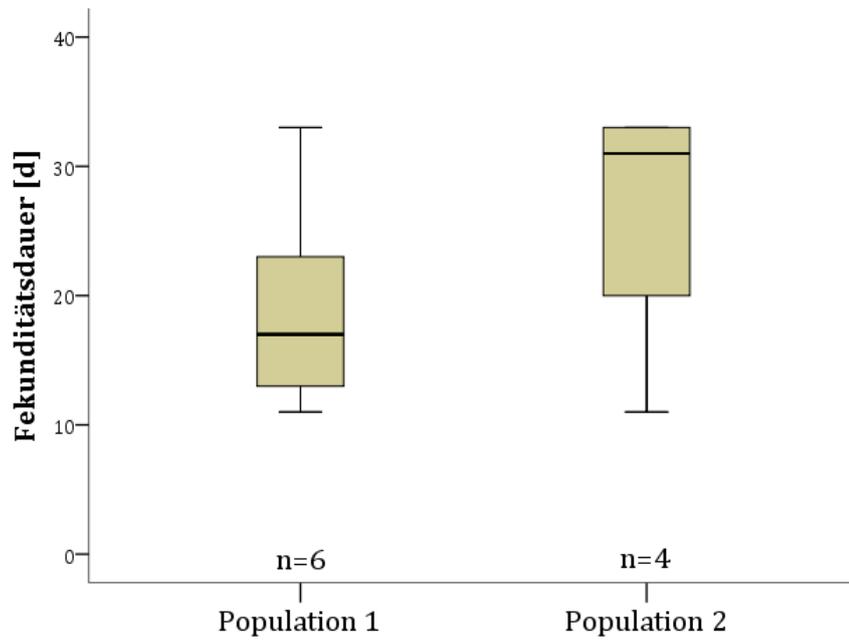


Abbildung 7: Fekunditätsdauer (Tage, d) der 6 bzw. 4 Mutterwespen von Population 1 und Population 2. 50 % der Werte liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linien gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an.

Tabelle 2: Population 1, Lebensspanne (Tage, d) und Fekunditätsdauer (Tage, d), Anzahl aller Nachkommen, Summe der Weibchen (♀) und Männchen (♂) und Geschlechterverhältnis (♀:♂). MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung, Σ= Summe.

<i>G. lip.</i>	Lebensspanne [d]	Fekunditätsdauer [d]	Σ Nachkommen	Σ Weibchen	Σ Männchen	♀ : ♂
# 1	11	11	197	57	140	1:2,5
# 2	19	13	71	28	43	1:1,5
# 3	19	17	288	103	185	1:1,8
# 4	23	23	457	89	368	1:4,1
# 5	35	33	559	33	526	1:15,9
# 6	17	17	98	17	81	1:4,8
MW ± SD	20,7 ± 8	19 ± 8	278 ± 196	55 ± 34	224 ± 186	1:4,1

Tabelle 3: Population 2, Lebensspanne (Tage, d) und Fekunditätsdauer (Tage, d), Anzahl aller Nachkommen, Summe der Weibchen (♀) und Männchen (♂) und Geschlechterverhältnis (♀:♂). MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung, Σ= Summe.

<i>G. lip.</i>	Lebensspanne [d]	Fekunditätsdauer [d]	Σ Nachkommen	Σ Weibchen	Σ Männchen	♀ : ♂
# 7	11	0*	0*	0*	0*	-
# 8	11	11	17*	3*	14*	1:4,7
# 9	11	1*	3*	2*	1*	1:0,5
# 10	35	33	565	87	478	1:5,5
# 11	29	29	425	0	425	0:425
# 12	35	33	406	74	332	1:4,5
MW ± SD	22,0 ± 12,2	26,5 ± 10,5	465 ± 87	54 ± 47	412 ± 74	1:7,7

Die mit * markierten Werte wurden aus der Berechnung des Mittelwertes genommen.

3.1.2 Nachkommen und Geschlechterverhältnis

Die Abbildungen 8-29 zeigen die Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen und das Geschlechterverhältnis pro Parasitierungstag, sowie die kumulative Anzahl an Nachkommen der Mutterwespen aus Population 1 und Population 2. Die Tabellen 4-14 geben die Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven, die Anzahl der Kokons, die Anzahl der geschlüpften weiblichen und männlichen adulten Wespen sowie das Verhältnis von Weibchen zu Männchen und den prozentuellen Anteil an Weibchen in der Nachkommenschaft der einzelnen Mutterwespen. Die Werte beziehen sich auf alle Nachkommen, die sich in den max. 5 Wirtsraupen, die jeden 2. Tag zur Parasitierung angeboten wurden, entwickelten. *G. lip.#7* produzierte keine Nachkommen und wurde deswegen nicht in die Grafiken und Tabellen miteinbezogen. In den Übersichtstabellen 2 und 3 sieht man die Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen sowie das Geschlechterverhältnis zusammen mit der Lebensspanne und der Fekunditätsdauer der einzelnen Mutterwespen.

Die Anzahl aller Nachkommen schwankte zwischen 71 und 559 bei den Wespen aus Population 1, bei den Wespen aus Population 2 zwischen 0 und 565, wobei die minimale Anzahl an weiblichen Nachkommen 17 bei Population 1 und 0 bei Population 2 betrug, das Maximum lag bei 103 bzw. 87. Die Anzahl an Männchen schwankte zwischen 43 und 526 bei Population 1 und zwischen 0 und 478 bei Population 2. Das Verhältnis von weiblichen zu männlichen Nachkommen lag zwischen 1:1,5 und 1:15,9 bei Population 1, bei Population 2 zwischen 1:0,5 und 1:4,7 (*G. lip.#7* hatte keine Nachkommen, *G. lip.#11* nur männliche Nachkommen). Zur Berechnung der gesamten weiblichen und männlichen Nachkommen wurden die Wespen *G. lip.#7*, #8 und #9 auf Grund der geringen Reproduktion nicht in die Mittelwertberechnung miteinbezogen.

Die Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven war immer größer als die Zahl der Kokons und der adulten Wespen (Tab. 4-14). Gründe dafür waren, dass nicht alle geschlüpften Parasitenlarven sich in einen Kokon einspinnen und verpuppten. Außerdem schlüpfen nicht alle adulten Wespen aus ihren Kokons, einige Wespen entkamen auch während des Absammelns aus den Mikrotiterplatten. Das Verhältnis

von Weibchen zu Männchen war in der Regel (mit einzelnen Ausnahmen) zu Gunsten der Männchen verschoben.

G. lip.#1 starb am Parasitierungstag 13, die Fekundität endete 2 Tage davor. Die Anzahl an Nachkommen pro Parasitierungstag nahm mit zunehmenden Alter der Mutterwespe stark ab (Abb. 8). Insgesamt bohrten sich 271 Larven aus den Wirtsraupen aus (Abb. 9), davon verpuppten sich 229, 197 adulte Wespen schlüpften aus den Kokons. Der Anteil an Weibchen lag bei knapp über 28 %. An den Parasitierungstagen 7 und 9 war das Geschlechterverhältnis zu Gunsten der weiblichen Nachkommen verschoben, allerdings bei insgesamt nur 3 bzw. 9 Nachkommen an diesen Tagen (Tab. 4).

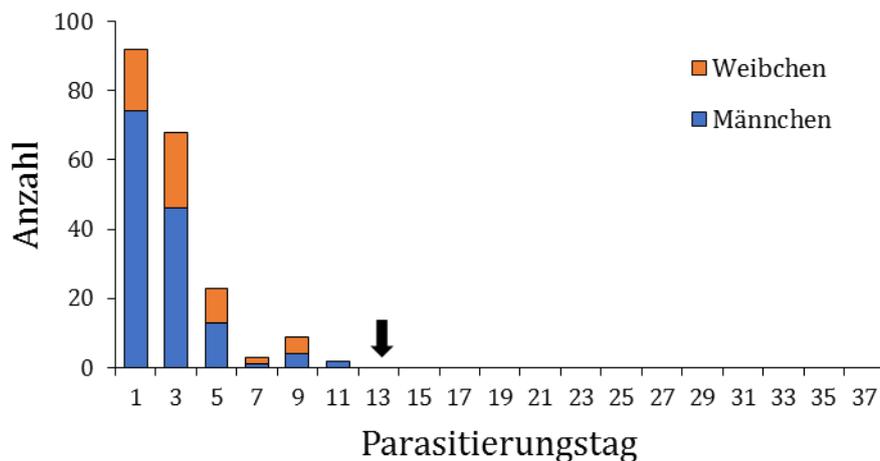


Abbildung 8: *G. lip.#1*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

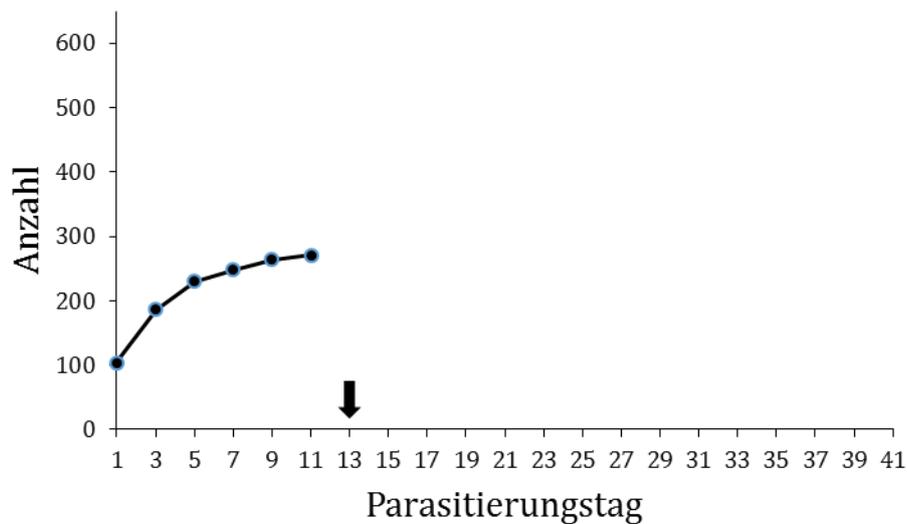


Abbildung 9: *G. lip.#1*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 4: *G. lip.#1*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#1</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	104	104	18	74	1: 4,1	19,6
Tag 3	82	79	22	46	1: 2,1	32,4
Tag 5	44	30	10	13	1: 1,3	43,5
Tag 7	18	3	2	1	1: 0,5	66,7
Tag 9	16	11	5	4	1: 0,8	55,6
Tag 11	7	2	0	2	-	0,0
Tag 13	tot					
Summe	271	229	57	140	1: 2,5	28,9

G. lip.#2 starb am Parasitierungstag 21, die Fekundität endete 8 Tage davor. In Bezug auf das Alter der Mutterwespe schwankte die Anzahl an Nachkommen pro Parasitierungstag, es war aber kein abnehmender Trend bemerkbar (Abb. 10). Insgesamt schlüpfen 97 Parasitenlarven aus allen Wirtsraupen (Abb. 11), davon verpuppten sich 76 und 71 adulte Wespen wurden abgesammelt. Der Anteil der Weibchen an der Nachkommenschaft lag bei knapp 40%. Am Parasitierungstag 5 war das Geschlechterverhältnis zu Gunsten der Weibchen verschoben (Tab. 5).

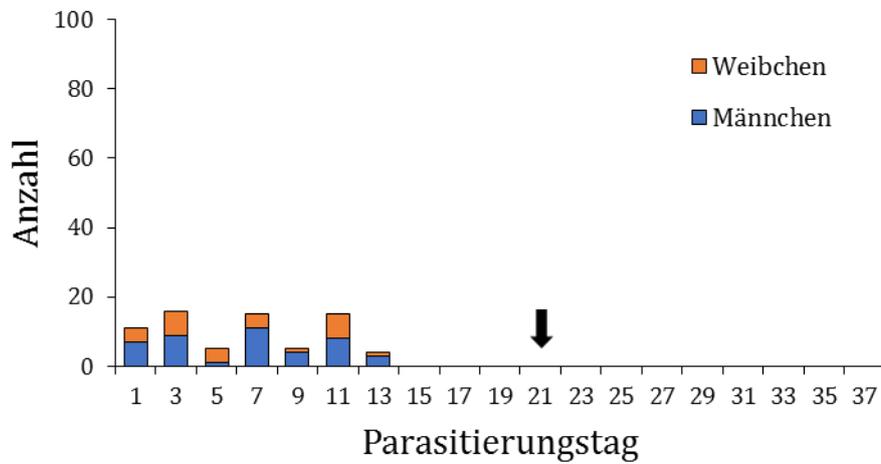


Abbildung 10: *G. lip.#2*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

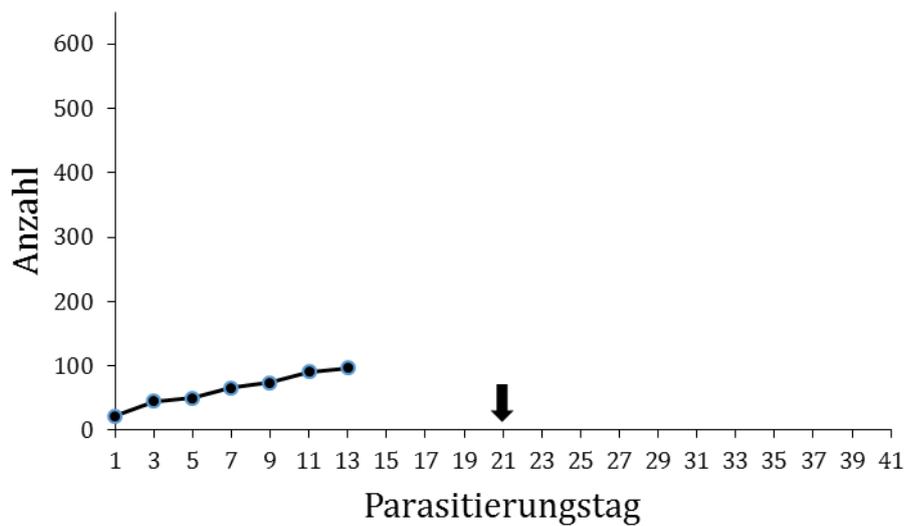


Abbildung 11: *G. lip.#2*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 5: *G. lip.#2*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#2</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	22	12	4	7	1: 1,8	36,4
Tag 3	23	19	7	9	1: 1,3	43,8
Tag 5	5	5	4	1	1: 0,3	80,0
Tag 7	16	16	4	11	1: 2,8	26,7
Tag 9	8	5	1	4	1: 4,0	20,0
Tag 11	17	15	7	8	1: 1,1	46,7
Tag 13	6	4	1	3	1: 3,0	25,0
Tag 15	0	0	0	0	-	-
Tag 17	0	0	0	0	-	-
Tag 19	0	0	0	0	-	-
Tag 21	tot					
Summe	97	76	28	43	1: 1,5	39,4

G. lip.#3 starb am Parasitierungstag 21, die Fekundität endete 4 Tage davor. Am Parasitierungstag 1 kam es trotz beobachteter Parasitierung zu keinem Ausbohren von Parasitenlarven. Mit zunehmendem Alter der Mutterwespen nahm die Anzahl an Nachkommen ab (Abb. 12). Insgesamt schlüpften 332 Parasitenlarven (Abb. 13), davon verpuppten sich 324, es wurden aber nur 288 adulte Wespen abgesammelt. Der Anteil an Weibchen lag bei etwa 35 %. Am Parasitierungstag 17 war das Geschlechterverhältnis knapp zu Gunsten der Weibchen verschoben (Tab. 6).

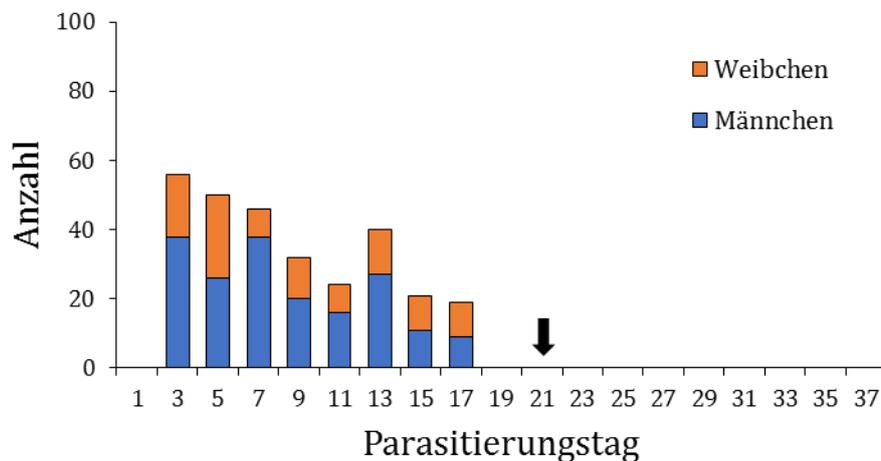


Abbildung 12: *G. lip.#3*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

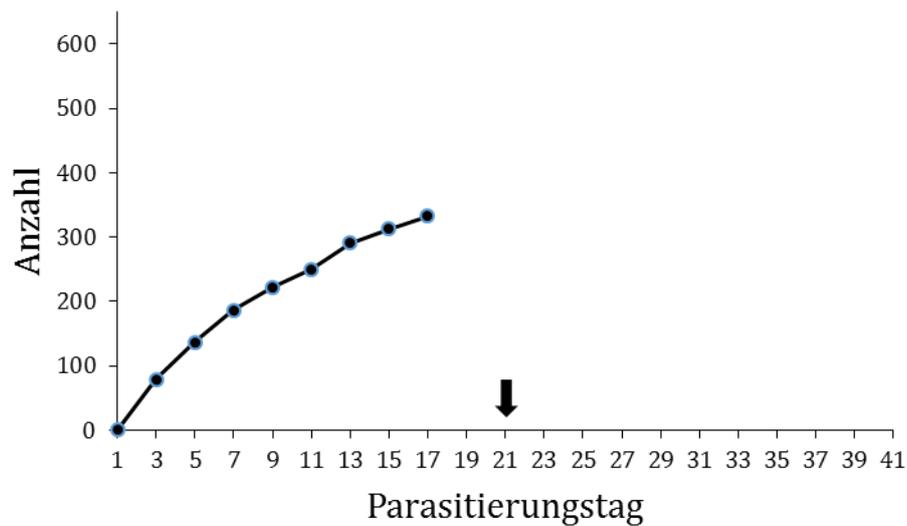


Abbildung 13: *G. lip.#3*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 6: *G. lip.#3*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#3</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	0	0	0	0	-	-
Tag 3	79	79	18	38	1: 2,1	32,1
Tag 5	58	55	24	26	1: 1,1	48,0
Tag 7	49	49	8	38	1: 4,8	17,4
Tag 9	36	33	12	20	1: 1,7	37,5
Tag 11	28	26	8	16	1: 2,0	33,3
Tag 13	41	41	13	27	1: 2,1	32,5
Tag 15	22	22	10	11	1: 1,1	47,6
Tag 17	19	19	10	9	1: 0,9	52,6
Tag 19	0	0	0	0	-	-
Tag 21	tot					
Summe	332	324	103	185	1: 1,8	35,8

G. lip.#4 starb am Parasitierungstag 25, die Fekundität endete 2 Tage davor. Am Parasitierungstag 1 gab es die meisten Nachkommen, mit zunehmendem Alter der Mutterwespe war ein abnehmender Trend bei der Zahl der Nachkommen zu beobachten (Abb. 14). Insgesamt schlüpften 489 Parasitenlarven (Abb. 15), davon verpuppten sich 480 und es wurden 457 adulte Wespen abgesammelt. Der Anteil der Weibchen lag bei knapp 20% (Tab. 7).

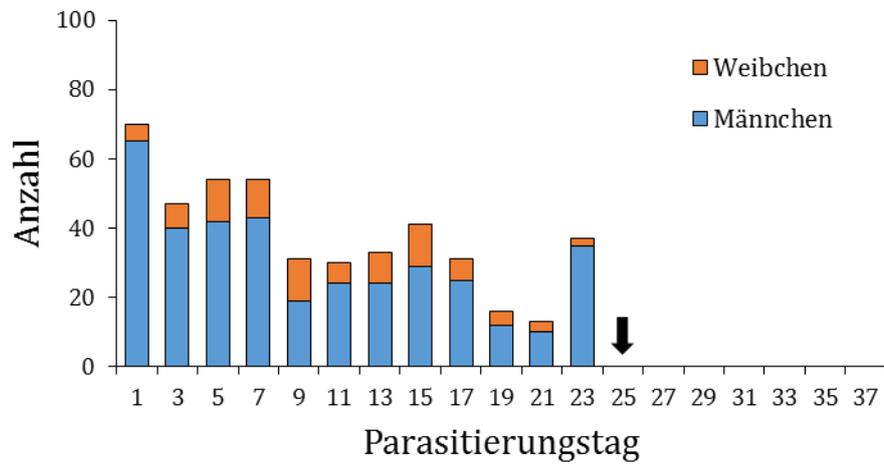


Abbildung 14: *G. lip.#4*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

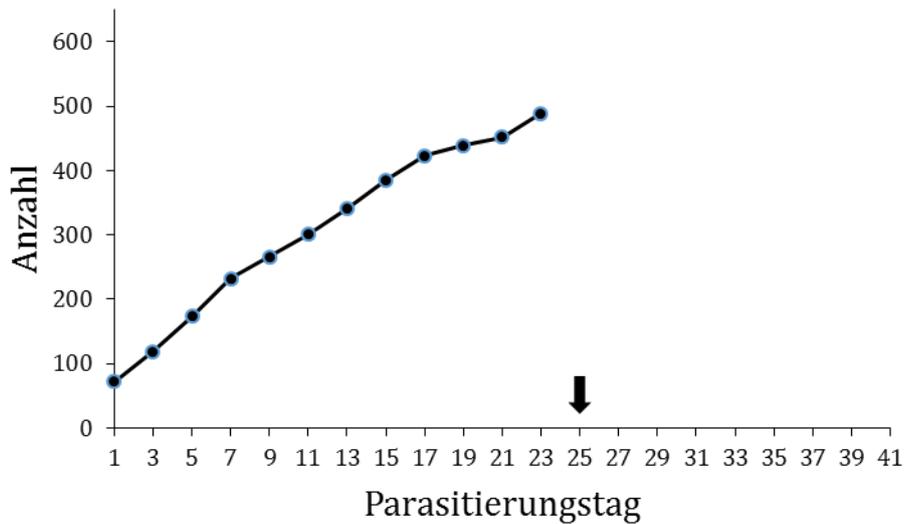


Abbildung 15: *G. lip.#4*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 7: *G. lip.#4*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#4</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	72	72	5	65	1: 13,0	7,1
Tag 3	47	47	7	40	1: 5,7	14,9
Tag 5	54	54	12	42	1: 3,5	22,2
Tag 7	59	59	11	43	1: 3,9	20,4
Tag 9	34	33	12	19	1: 1,6	38,7
Tag 11	35	31	6	24	1: 4,0	20,0
Tag 13	39	38	9	24	1: 2,7	27,3
Tag 15	45	42	12	29	1: 2,4	29,3
Tag 17	38	38	6	25	1: 4,2	19,4
Tag 19	16	16	4	12	1: 3,0	25,0
Tag 21	13	13	3	10	1: 3,3	23,1
Tag 23	37	37	2	35	1: 17,5	5,4
Tag 25	tot					
Summe	489	480	89	368	1: 4,1	19,5

G. lip.#5 starb am Parasitierungstag 37, die Fekundität endete 4 Tage davor. Am Parasitierungstag 1 gab es die meisten Nachkommen, danach nahm die Anzahl an Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe ab (Abb. 16). Insgesamt schlüpfen 603 Parasitenlarven (Abb. 17), davon verpuppten sich 591 im Kokon und es wurden 559 adulte Wespen abgesammelt. Der Anteil an Weibchen lag bei knapp 6%. Vom Parasitierungstag 11 schlüpfen nur Männchen (Tab. 8).

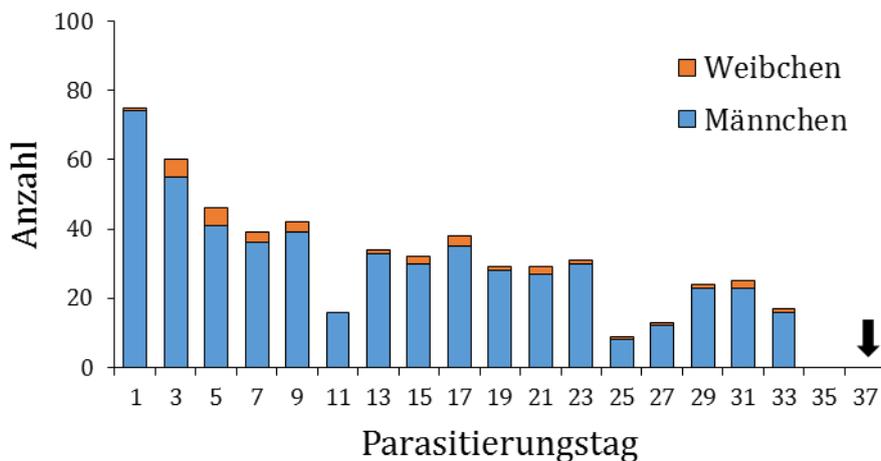


Abbildung 16: *G. lip.#5*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

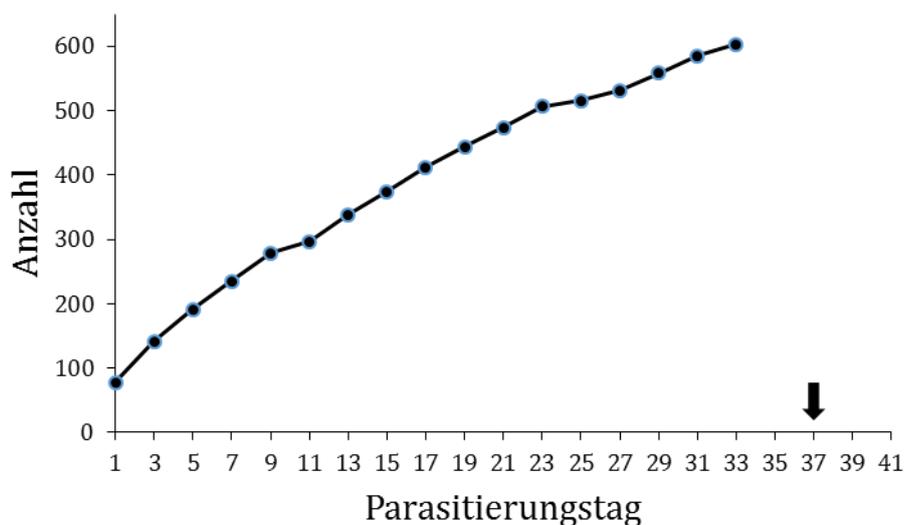


Abbildung 17: *G. lip.#5*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 8: *G. lip.#5*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#5</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	78	77	1	74	1: 74,0	1,3
Tag 3	63	63	5	55	1: 11,0	8,3
Tag 5	50	50	5	41	1: 8,2	10,9
Tag 7	44	44	3	36	1: 12,0	7,7
Tag 9	44	44	3	39	1: 13,0	7,1
Tag 11	18	18	0	16	0: 16,0	0,0
Tag 13	41	35	1	33	1: 33,0	2,9
Tag 15	36	33	2	30	1: 15,0	6,3
Tag 17	38	38	3	35	1: 11,7	7,9
Tag 19	32	31	1	28	1: 28,0	3,4
Tag 21	30	30	2	27	1: 13,5	6,9
Tag 23	32	31	1	30	1: 30,0	3,2
Tag 25	9	9	1	8	1: 8,0	11,1
Tag 27	16	16	1	12	1: 12,0	7,7
Tag 29	27	27	1	23	1: 23,0	4,2
Tag 31	27	27	2	23	1: 11,5	8,0
Tag 33	18	18	1	16	1: 16,0	5,9
Tag 35	0	0	0	0	-	-
Tag 37	tot					
Summe	603	591	33	526	1: 15,9	5,9

G. lip.#6 starb am Parasitierungstag 19, die Fekundität endete 6 Tage davor. Die meisten Nachkommen schlüpfen vom Parasitierungstag 5 und 7, mit zunehmendem Alter der Mutterwespe war kein Trend zu einer geringeren Anzahl an Nachkommen zu erkennen (Abb. 18). Insgesamt schlüpfen 114 Parasitenlarven (Abb. 19), davon verpuppten sich 101 und 98 adulte Wespen wurden abgesammelt. Der Anteil an Weibchen lag bei knapp 17%, von den Parasitierungstagen 9 und 13 stammten nur Männchen (Tab. 9).

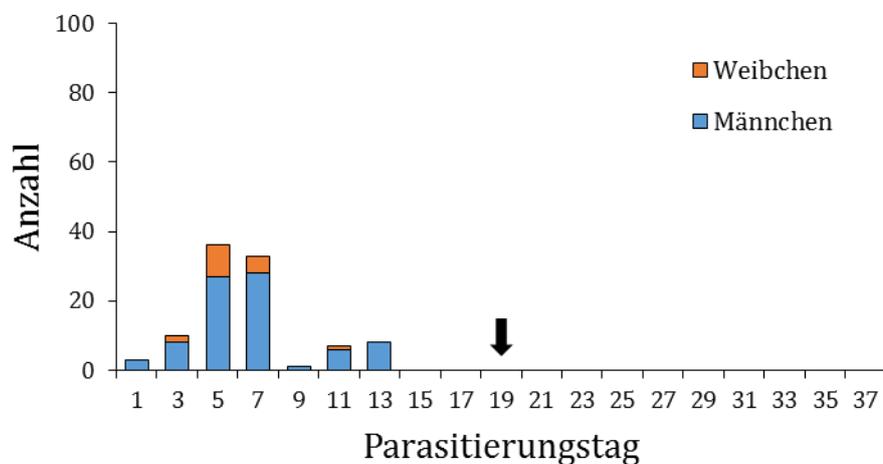


Abbildung 18: *G. lip.#6*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

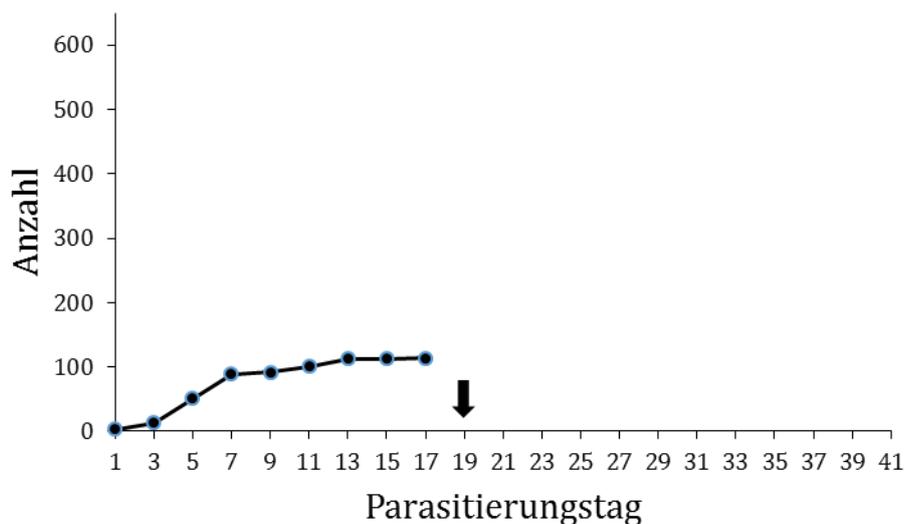


Abbildung 19: *G. lip.#6*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 9: *G. lip.#6*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#6</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	3	3	0	3	0: 3,0	0,0
Tag 3	10	10	2	8	1: 4,0	20,0
Tag 5	38	38	9	27	1: 3,0	25,0
Tag 7	38	33	5	28	1: 5,6	15,2
Tag 9	3	1	0	1	0: 1,0	0,0
Tag 11	9	7	1	6	1: 6,0	14,3
Tag 13	12	8	0	8	0: 8,0	0,0
Tag 15	0	0	0	0	-	-
Tag 17	1	1	0	0	-	-
Tag 19	tot					
Summe	114	101	17	81	1: 4,8	17,3

G. lip.#8 starb am Parasitierungstag 13, die Fekundität endete 2 Tage davor. Es wurden kaum Nachkommen produziert. Ein Maximum an Nachkommen (n=15) gab es am Parasitierungstag 7. Insgesamt schlüpften nur 27 Parasitenlarven (Abb. 21), davon verpuppten sich 20 und 17 adulte Wespen wurden abgesammelt. Der Anteil an Weibchen lag bei knapp über 17 % (Tab. 10). Ein Trend in Bezug auf das Alter der Mutterwespe war nicht zu erkennen (Abb. 20).

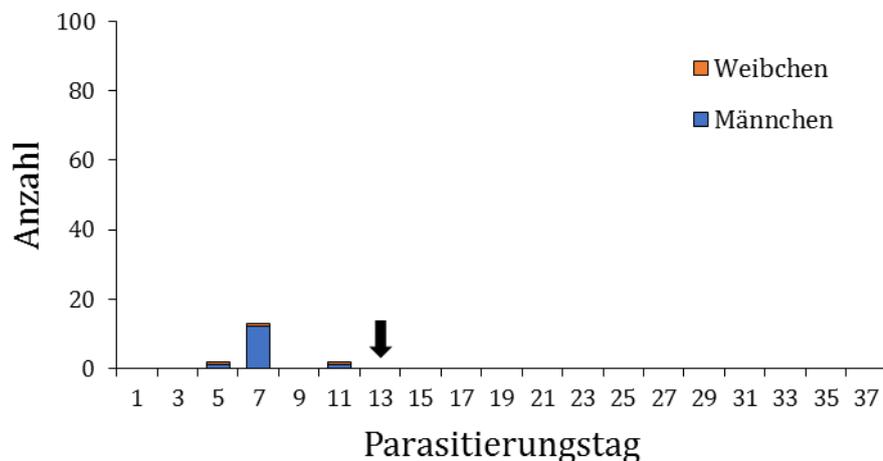


Abbildung 20: *G. lip.#8*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

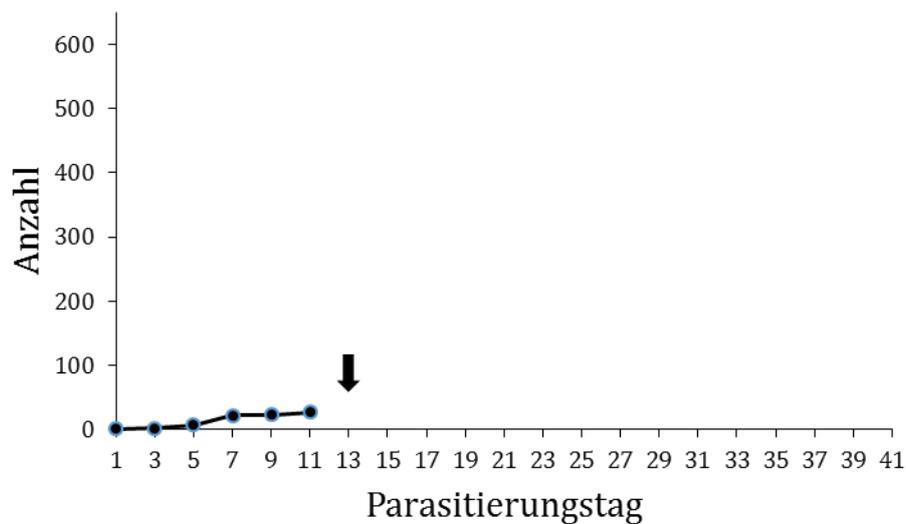


Abbildung 21: *G. lip.#8*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 10: *G. lip.#8*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#8</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	1	1	0	0	-	-
Tag 3	1	0	0	0	-	-
Tag 5	5	2	1	1	1: 1,0	50,0
Tag 7	15	15	1	12	1: 12,0	7,7
Tag 9	1	0	0	0	-	-
Tag 11	4	2	1	1	1: 1,0	50,0
Tag 13	tot					
Summe	27	20	3	14	1: 4,7	17,6

G. lip.#9 starb am Parasitierungstag 13. Trotz beobachteter Parasitierung an allen Parasitierungstagen, entwickelten sich Nachkommen nur vom Parasitierungstag 1 (Abb.22). Es schlüpften 9 Larven (Abb. 23), 8 verpuppten sich und 3 adulte Wespen wurden abgesammelt, davon 2 Weibchen (Tab. 11).

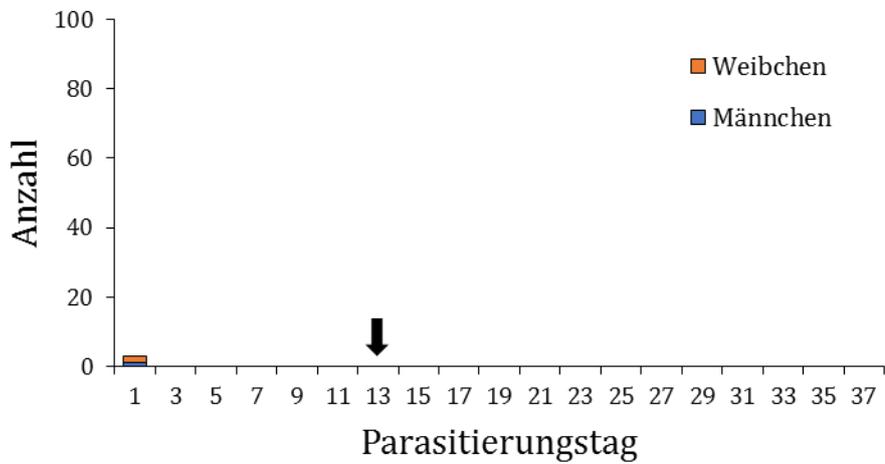


Abbildung 22: *G. lip.#9*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

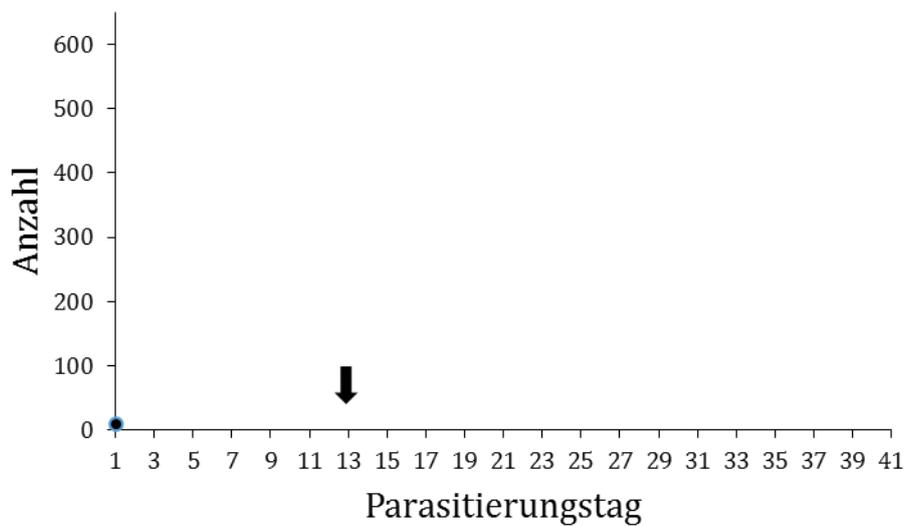


Abbildung 23: *G. lip.#9*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 11: *G. lip.#9*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#9</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	9	8	2	1	1: 0,5	66,7
Tag 3	0	0	0	0	-	-
Tag 5	0	0	0	0	-	-
Tag 7	0	0	0	0	-	-
Tag 9	0	0	0	0	-	-
Tag 11	0	0	0	0	-	-
Tag 13	tot					
Summe	9	8	2	1	1: 0,5	66,7

G. lip.#10 starb am Parasitierungstag 37, die Fekundität endete 4 Tage davor. Am Parasitierungstag 1 gab es die meisten Nachkommen, danach war mit zunehmendem Alter der Mutterwespe eine abnehmende Zahl an Nachkommen zu beobachten (Abb. 24). Insgesamt schlüpften 601 Parasitenlarven (Abb. 25), davon verpuppten sich 596 und 565 adulte Wespen wurden abgesammelt. Der Anteil an Weibchen lag bei knapp über 15 %. An den Parasitierungstagen 19, 23, 27 und 33 schlüpften nur Männchen (Tab. 12).

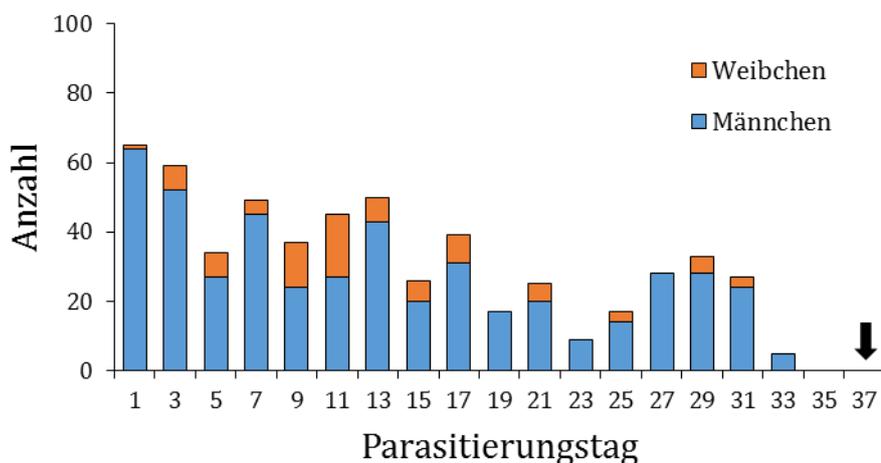


Abbildung 24: *G. lip.#10*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

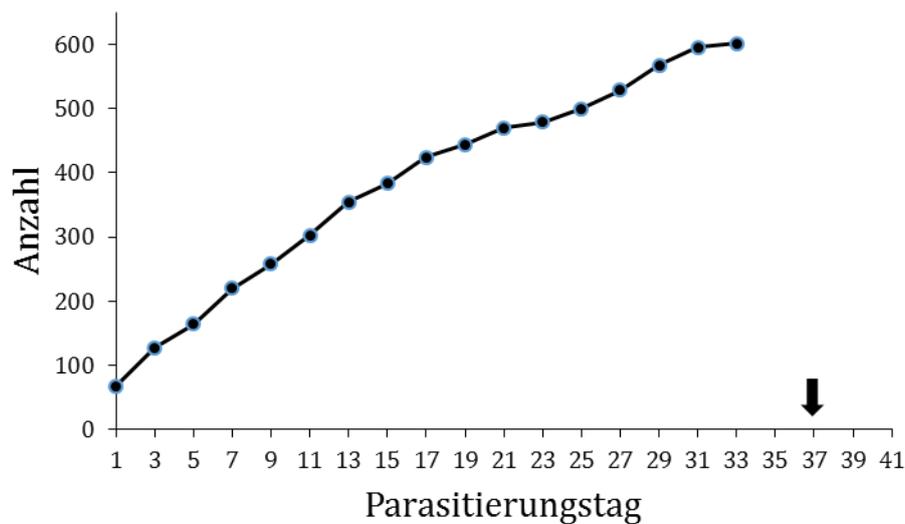


Abbildung 25: *G. lip.#10*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 12: *G. lip.#10*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#10</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	68	68	1	64	1: 64,0	1,5
Tag 3	60	60	7	52	1: 7,4	11,9
Tag 5	37	37	7	27	1: 3,9	20,6
Tag 7	55	55	4	45	1: 11,3	8,2
Tag 9	38	38	13	24	1: 1,8	35,1
Tag 11	45	45	18	27	1: 1,5	40,0
Tag 13	52	51	7	43	1: 6,1	14,0
Tag 15	28	28	6	20	1: 3,3	23,1
Tag 17	41	41	8	31	1: 3,9	20,5
Tag 19	20	19	0	17	0: 17,0	0,0
Tag 21	26	26	5	20	1: 4,0	20,0
Tag 23	9	9	0	9	0: 9,0	0,0
Tag 25	21	21	3	14	1: 4,7	17,6
Tag 27	29	28	0	28	0: 28,0	0,0
Tag 29	38	38	5	28	1: 5,6	15,2
Tag 31	28	27	3	24	1: 8,0	11,1
Tag 33	6	5	0	5	0: 5,0	0,0
Tag 35	0	0	0	0	-	-
Tag 37	tot					
Summe	601	596	87	478	1: 5,5	15,4

G. lip.#11 starb am Parasitierungstag 31, die Fekundität endete 2 Tage davor. Am Parasitierungstag 5 gab es die meisten Nachkommen (n=66), danach nahm mit zunehmendem Alter der Mutterwespe die Zahl der Nachkommen tendenziell ab. Am Parasitierungstag 9 entstanden nur 5 Nachkommen, an den Parasitierungstagen 15 und 17 gab es keine Nachkommen, wobei am Parasitierungstag 17 zwei parasitierte Wirtsraupen noch im L3 Stadium starben (Abb. 26). Insgesamt schlüpfen 476 Parasitenlarven (Abb. 27), davon verpuppten sich 444 und 425 adulte Wespen wurden abgesammelt. Über die gesamte Lebensspanne wurden nur Männchen produziert (Tab. 13).

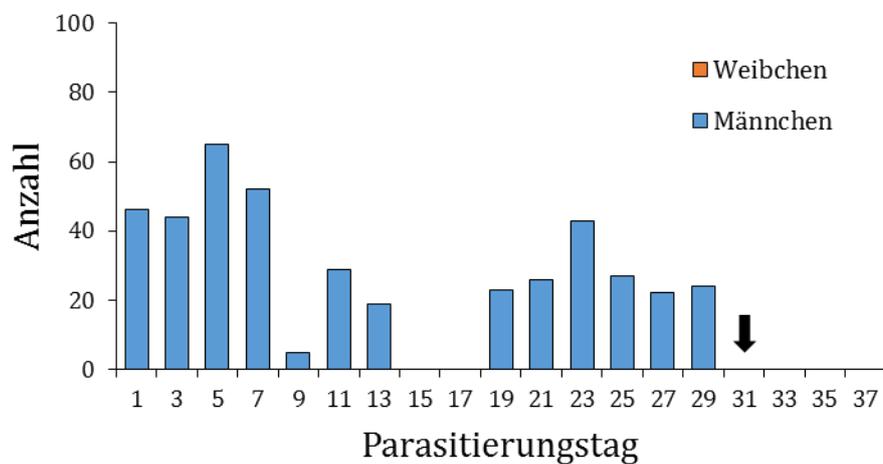


Abbildung 26: *G. lip.*#11: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

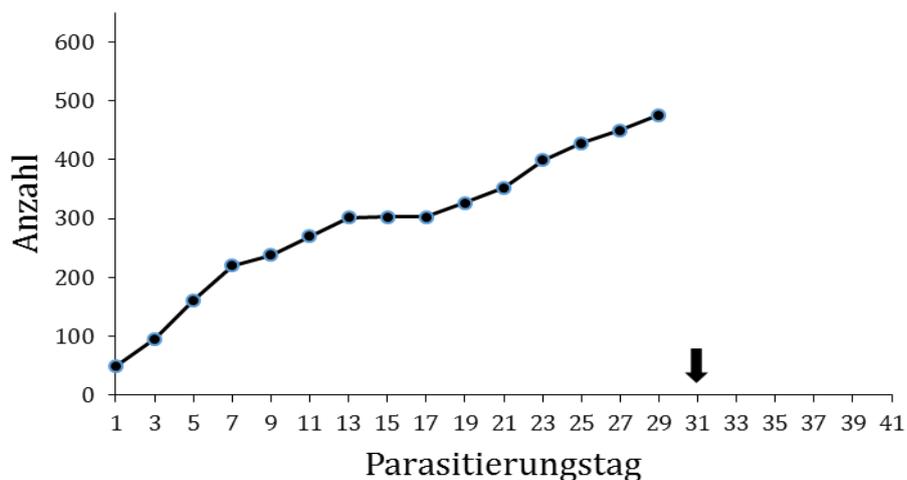


Abbildung 27: *G. lip.*#11: Kumulative Anzahl an geschlüpfen Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 13: *G. lip.#11*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#11</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	49	48	0	46	0: 46,0	0,0
Tag 3	47	46	0	44	0: 44,0	0,0
Tag 5	66	66	0	65	0: 65,0	0,0
Tag 7	58	55	0	52	0: 52,0	0,0
Tag 9	18	5	0	5	0: 5,0	0,0
Tag 11	32	30	0	29	0: 29,0	0,0
Tag 13	32	23	0	19	0: 19,0	0,0
Tag 15	1	0	0	0	-	-
Tag 17	0	0	0	0	-	-
Tag 19	24	23	0	23	0: 23,0	0,0
Tag 21	26	26	0	26	0: 26,0	0,0
Tag 23	46	46	0	43	0: 43,0	0,0
Tag 25	29	29	0	27	0: 27,0	0,0
Tag 27	22	22	0	22	0: 22,0	0,0
Tag 29	26	25	0	24	0: 24,0	0,0
Tag 31	tot					
Summe	476	444	0	425	0: 425,0	0,0

G. lip.#12 starb am Parasitierungstag 37, die Fekundität endete vier Tage davor. Am Parasitierungstag 1 gab es die meisten Nachkommen, danach nahm mit zunehmendem Alter der Mutterwespe die Zahl der Nachkommen ab (Abb. 28). An den Parasitierungstagen 11, 13 und 15 wurden nur sehr wenige Nachkommen produziert. Insgesamt schlüpften 469 Parasitenlarven (Abb. 29), davon verpuppten sich 428 und 406 adulte Wespen wurden abgesammelt. Der Anteil an Weibchen lag bei knapp über 18%. Vom Parasitierungstag 13 stammten nur Männchen (Tab. 14).

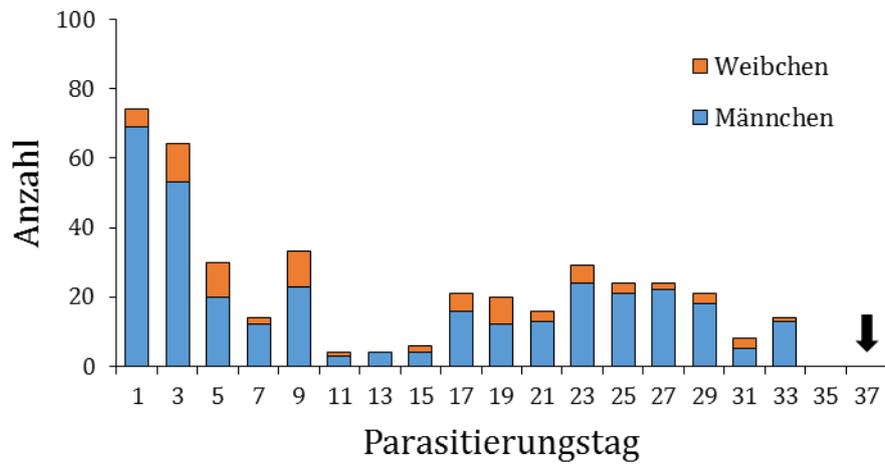


Abbildung 28: *G. lip.#12*: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

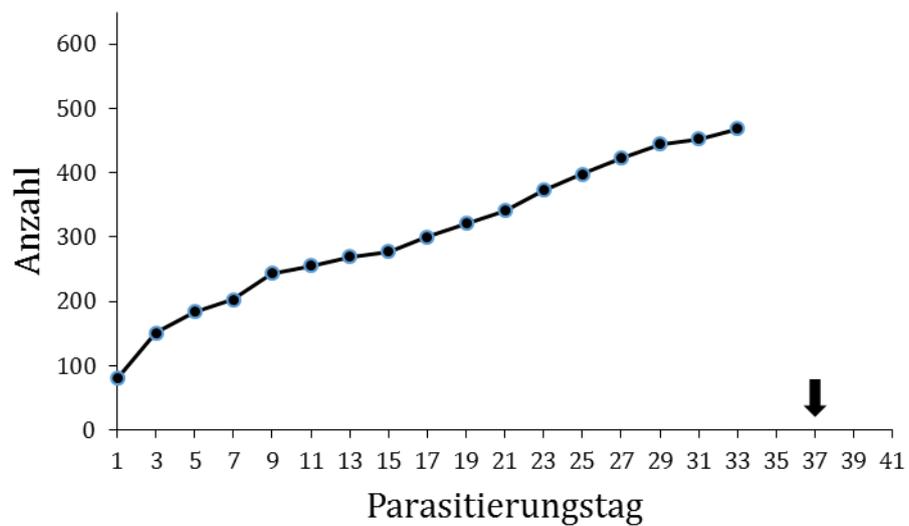


Abbildung 29: *G. lip.#12*: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 14: *G. lip.#12*: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.

<i>G. lip.#12</i>	Larven	Kokons	Weibchen	Männchen	♀ : ♂	Weibchen [%]
Tag 1	81	81	5	69	1: 13,8	6,8
Tag 3	70	70	11	53	1: 4,8	17,2
Tag 5	33	32	10	20	1: 2,0	33,3
Tag 7	19	15	2	12	1: 6,0	14,3
Tag 9	41	34	10	23	1: 2,3	30,3
Tag 11	12	4	1	3	1: 3,0	25,0
Tag 13	14	4	0	4	0: 4,0	0,0
Tag 15	8	6	2	4	1: 2,0	33,3
Tag 17	22	22	5	16	1: 3,2	23,8
Tag 19	21	21	8	12	1: 1,5	40,0
Tag 21	20	16	3	13	1: 4,3	18,8
Tag 23	32	31	5	24	1: 4,8	17,2
Tag 25	25	24	3	21	1: 7,0	12,5
Tag 27	25	24	2	22	1: 11,0	8,3
Tag 29	22	21	3	18	1: 6,0	14,3
Tag 31	8	8	3	5	1: 1,7	37,5
Tag 33	16	15	1	13	1: 13,0	7,1
Tag 35	0	0	0	0	-	-
Tag 37	tot					
Summe	469	428	74	332	1: 4,5	18,2

In den Abbildungen 30 und 31 ist die Anzahl aller geschlüpften Larven pro Parasitierungstag für die jeweilige Population zusammengefasst und als Mittelwert und Standardfehler abgebildet. Die Wespe *G. lip.#7* produzierte keine Nachkommen und wurde nicht in die Darstellung miteinbezogen (Abb. 31). Die Maxima der Mittelwerte lagen bei beiden Wespenarten an den ersten beiden Parasitierungstagen, danach ist ein zwar schwankender, aber grundsätzlich abnehmender Trend in der Anzahl der Nachkommen erkennbar. Die Fekundität der Wespen dauerte bis zu 33 Tage.

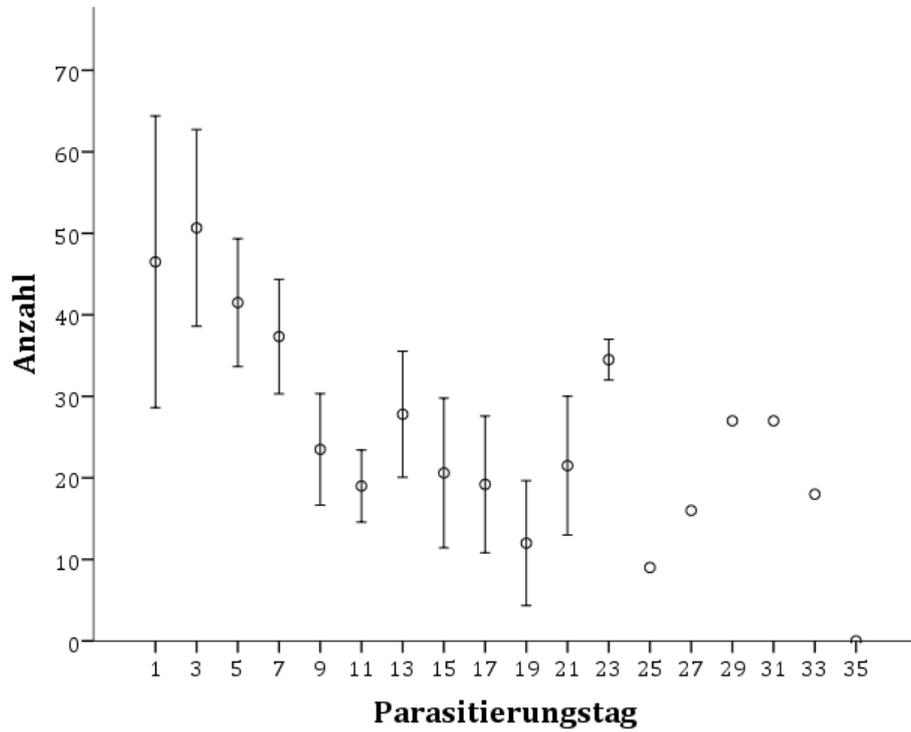


Abbildung 30: Population 1, Anzahl an Parasitenarven aller Mutterwespen, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. (Mittelwerte und Standardfehler).

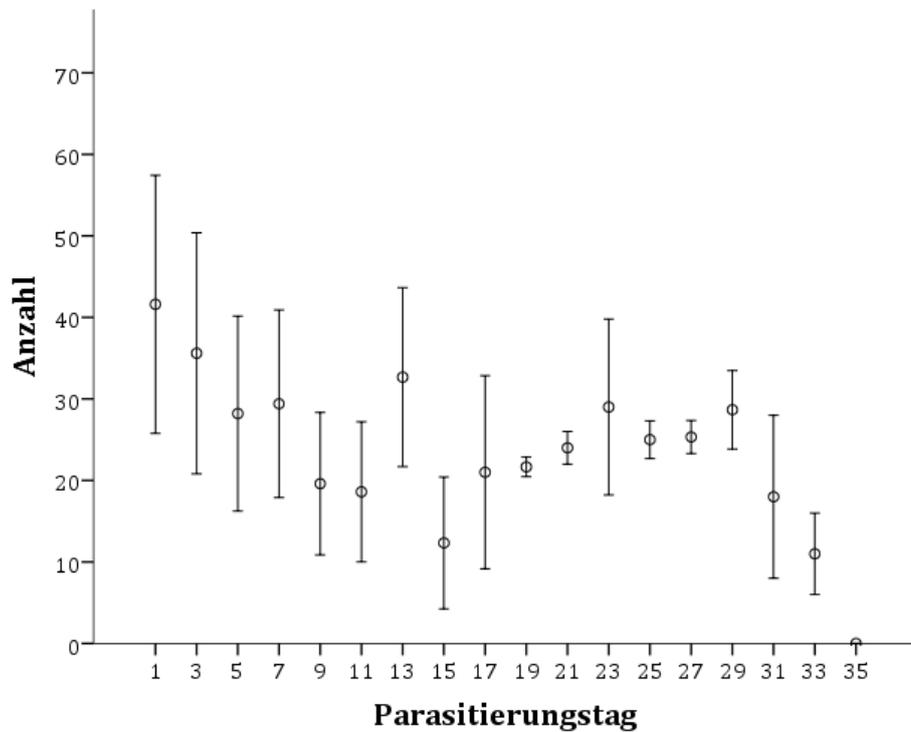


Abbildung 31: Population 2, Anzahl an Parasitenarven aller Mutterwespen, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten. (Mittelwerte und Standardfehler).

In den Abbildungen 32-35 wurden alle Nachkommen einer Art zusammengefasst und dem jeweiligen Alter der Mutterwespen zugeordnet. Diese wurden in drei Kategorien unterteilt; „junge“ entspricht dem Alter der Mutterwespen von Parasitierungstag 1-9, „mittel“ entspricht dem Alter der Mutterwespen von Parasitierungstag 11-19 und „alt“ entspricht dem Alter der Mutterwespen von Parasitierungstag 21-29. Wespen ab Parasitierungstag 31 wurden mangels ausreichender Grundgesamtheit vor der Auswertung (ANOVA) entfernt. Die Grafiken zeigen die durchschnittliche Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen, sowie die Gesamtzahl an Nachkommen pro Parasitierungstag in den 3 Altersklassen der Mutterwespen (jung, mittel, alt). Die Wespe *G. lip.*#7 wurde nicht miteinbezogen, weil sie keine Nachkommen produzierte.

Bei Population 1 gab es einen signifikanten Unterschied in der Anzahl der Männchen pro Parasitierungstag, die von unterschiedlich alten Mutterwespen stammten ($p=0,028$). Junge Mutterwespen hatten signifikant mehr männliche Nachkommen als mittelalte ($p=0,028$). Die Anzahl der männlichen Nachkommen von alten Mutterwespen unterschieden sich nicht signifikant von jenen junger und mittelalter Mutterwespen (jung-mittel $p=0,695$, mittel-alt $p=0,666$). Bei den Weibchen sank die Zahl der Nachkommen von jungen, mittelalten zu alten deutlich ab. Junge Mutterwespen hatten signifikant mehr weibliche Nachkommen als alte Mutterwespen ($p=0,044$). Beide Gruppen unterschieden sich jedoch nicht signifikant von der Nachkommenzahl von mittelalten Mutterwespen (jung-mittel $p=0,056$, mittel-alt $p=0,632$) (Abb. 32). Bei der Gesamtzahl an Nachkommen pro Parasitierungstag, die von unterschiedlich alten Mutterwespen stammten, gab es einen signifikanten Unterschied bei Population 1 ($p=0,012$). Junge Mutterwespen hatten signifikant mehr Nachkommen als mittelalte Mutterwespen ($p=0,014$). Junge und alte bzw. alte und mittelalte Mutterwespen unterschieden sich wiederum nicht signifikant (jung-alt $p=0,374$; mittel-alt $p=0,866$) (Abb. 35).

Bei Population 2 konnte weder bei der Zahl der männlichen Nachkommen ($p=0,225$), noch bei den weiblichen ($p=0,608$), noch bei der gesamten Nachkommenschaft ($p=0,315$) ein signifikanter Unterschied zwischen den Altersklassen der Mutterwespen festgestellt werden (Abb. 33 und 35).

Tabelle 13 gibt einen Überblick über die durchschnittliche Anzahl an männlichen

und weiblichen Nachkommen pro Parasitierungstag, sowie die Gesamtzahl an Nachkommen pro Parasitierungstag in den 3 Altersklassen der Mutterwespen (jung-mittel-alt) von Population 1 und Population 2. Im Durchschnitt produzierten die Mutterwespen aus Population 1 und Population 2 gleich viele männliche und weibliche Nachkommen. Lediglich in der Gruppe der jungen Mutterwespen war die Zahl der Weibchen bei Population 1 signifikant höher als bei Population 2 ($t(53)=2,892, p=0,006$).

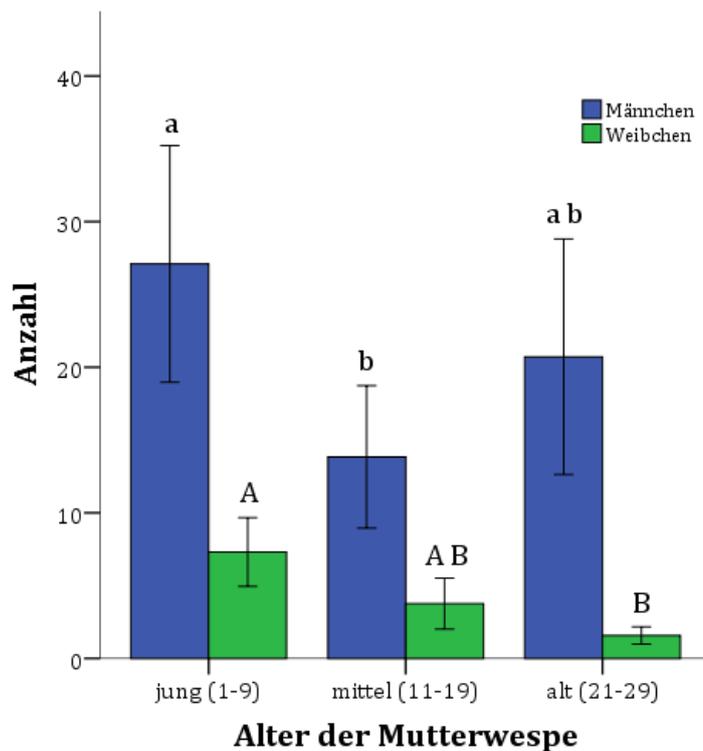


Abbildung 32: Population 1: Durchschnittliche Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen ($n=6$) pro Parasitierungstag. Der Fehlerindikator entspricht dem zweifachen Standardfehler. Unterschiedliche Klein- bzw. Großbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede zwischen Männchen bzw. Weibchen unterschiedlich alter Mutterwespen an (ANOVA, post hoc Scheffé $p<0,05$).

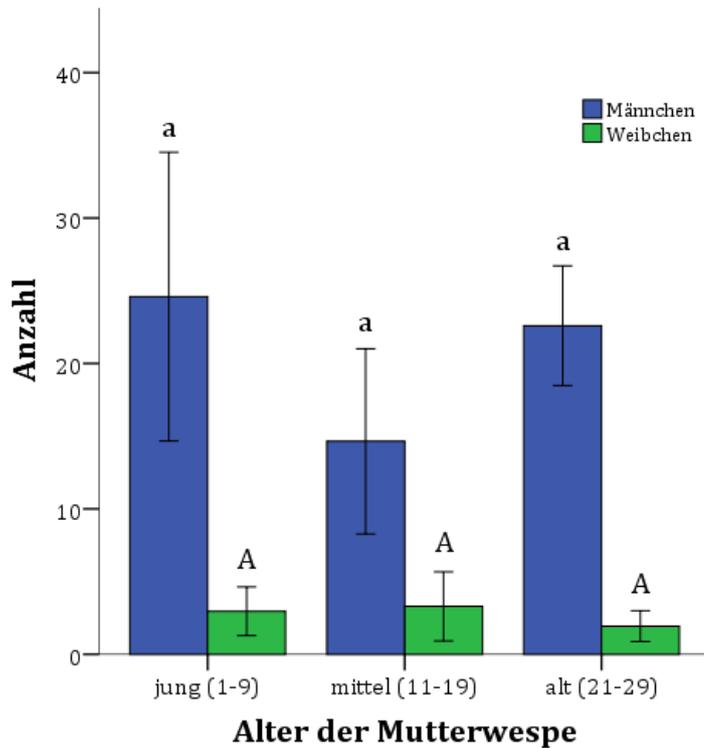


Abbildung 33: Population 2: Durchschnittliche Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (n=6) pro Parasitierungstag. Der Fehlerindikator entspricht dem zweifachen Standardfehler. Unterschiedliche Klein- bzw. Großbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede zwischen Männchen bzw. Weibchen unterschiedlich alter Mutterwespen an (ANOVA, post hoc Scheffé $p < 0,05$).

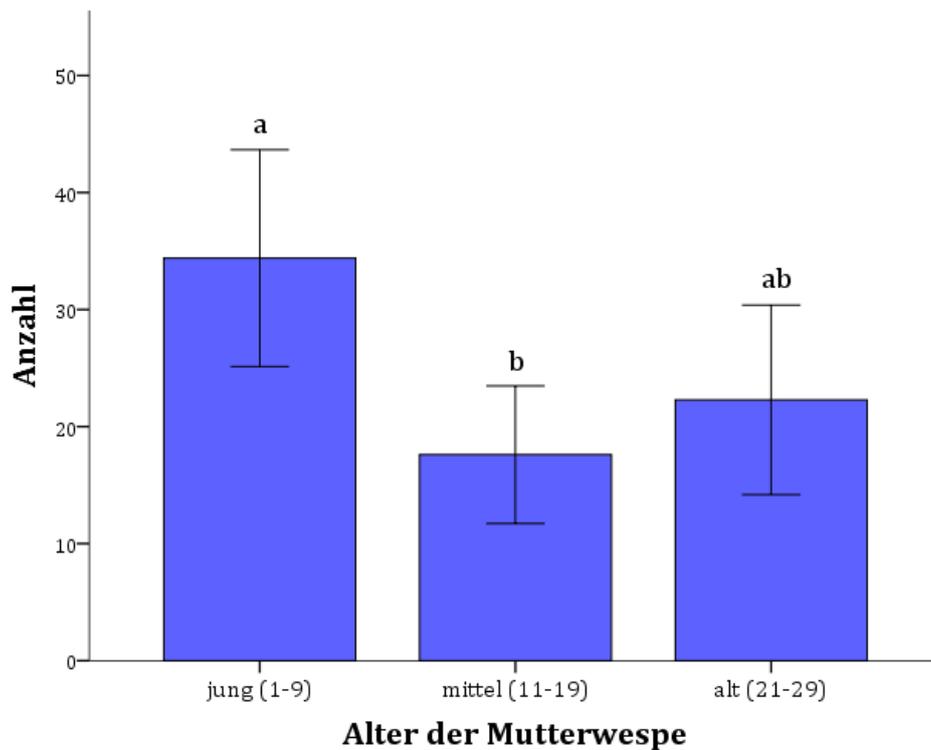


Abbildung 34: Population 1: Durchschnittliche Anzahl an Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (n=6) pro Parasitierungstag. Der Fehlerindikator entspricht dem zweifachen Standardfehler. Unterschiedliche Kleinbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede (ANOVA, post hoc Scheffé $p < 0,05$).

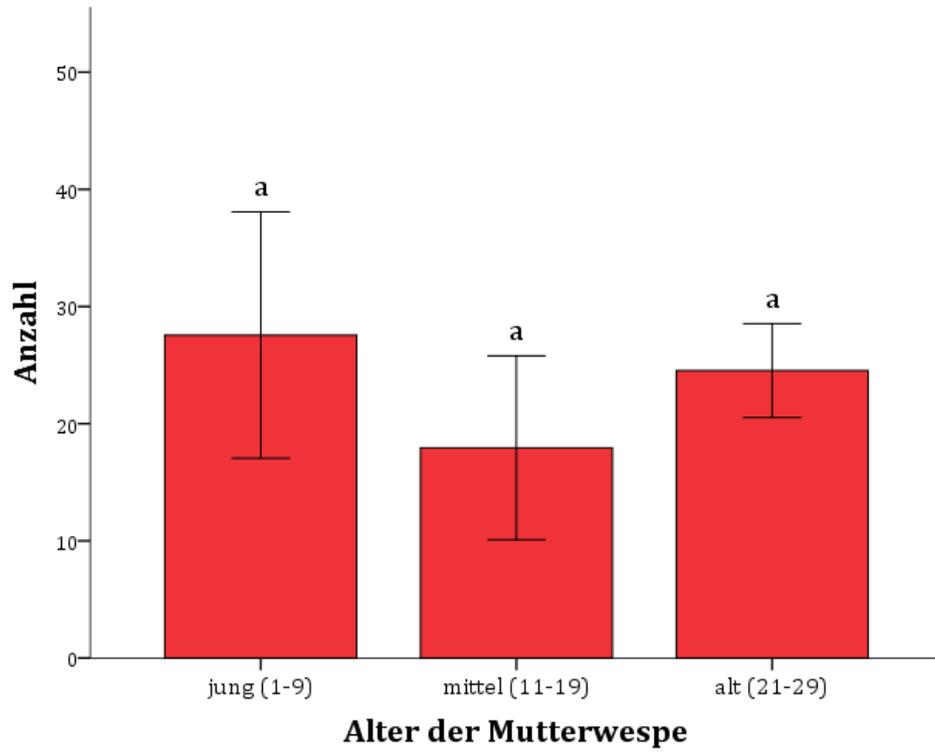


Abbildung 35: Population 2: Durchschnittliche Anzahl an Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen ($n=6$) pro Parasitierungstag. Der Fehlerindikator entspricht dem zweifachen Standardfehler. Unterschiedliche Kleinbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede (ANOVA, post hoc Scheffé $p<0.05$).

Tabelle 15: Durchschnittliche Anzahl an weiblichen und männlichen Nachkommen pro Parasitierungstag für die Altersklassen jung, mittel und alt der Mutterwespen (Population 1 n=6, Population 2 n=5) sowie Unterschiede zwischen den Populationen innerhalb der Altersklassen (t-test, $p < 0,05$). Bei mit * markierten Tests besteht keine Varianzhomogenität der Versuchsgruppen. Die Zahlen in Klammern geben die Parasitierungsfrage für die Altersgruppen (jung, mittel, alt) der Mutterwespen an.

Alter der Mutterwespe	Nachkommen Männchen			Nachkommen Weibchen			Nachkommen Gesamt		
	Pop. 1 MW±SE	Pop. 2 MW±SE	Signifikanz	Pop. 1 MW±SE	Pop. 2 MW±SE	Signifikanz	Pop. 1 MW±SE	Pop. 2 MW±SE	Signifikanz
Jung	27,1±4,06 (1-9)	24,6±4,966 (1-9)	p=0,695	7,3±1,17 (1-9)	3,0±0,838 (1-9)	p=0,006	34,4±4,63 (1-9)	27,6±5,26 (1-9)	p=0,332
Mittel	13,8±2,45 (11-19)	14,6±3,182 (11-19)	p=0,840	3,8±0,874 (11-19)	3,3±1,187 (11-19)	p=0,748	17,6±2,94 (11-19)	17,9±3,92 (11-19)	p=0,944
Alt	20,7±4,05 (21-29)	22,6±2,061 (21-29)	p=0,648	1,6±0,297 (21-29)	1,9±0,530 (21-29)	p=0,558*	22,3±4,05 (21-29)	24,5±2,00 (21-29)	p=0,581

Die Abbildungen 36 und 37 zeigen den durchschnittlichen prozentuellen Anteil an weiblichen Nachkommen (Mittelwert und Standardfehler) pro Parasitierungstag für Population 1 und Population 2. Die Wespe *G. lip.#7* wurde in die Auswertung nicht miteinbezogen, weil sie keine Nachkommen produzierte. Population 1 zeigte während der drei ersten Parasitierungstage einen Anstieg des prozentuellen Anteils an Weibchen bis auf knapp 40%, danach fiel der Prozentsatz kontinuierlich ab auf unter 10%. Bei Population 2 war kein derartiger Trend zu beobachten. Insgesamt war aber der Anteil an Weibchen der Parasitierungstage 1 -15 höher, als der Anteil zwischen Parasitierungstagen 17-33. Nach dem Parasitierungstag 33 gab es weder bei Population 1 noch bei Population 2 weibliche Nachkommen.

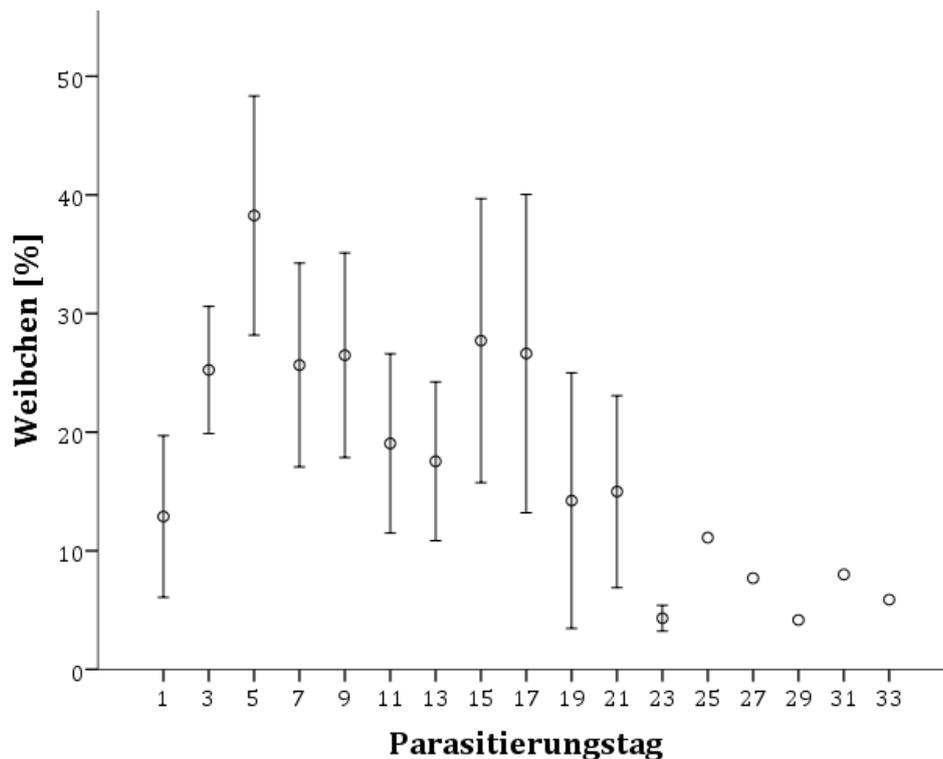


Abbildung 36: Population 1, prozentueller Anteil (MW±SE) an weiblichen Nachkommen aller Mutterwespen (n=6), die sich aus maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag entwickelten.

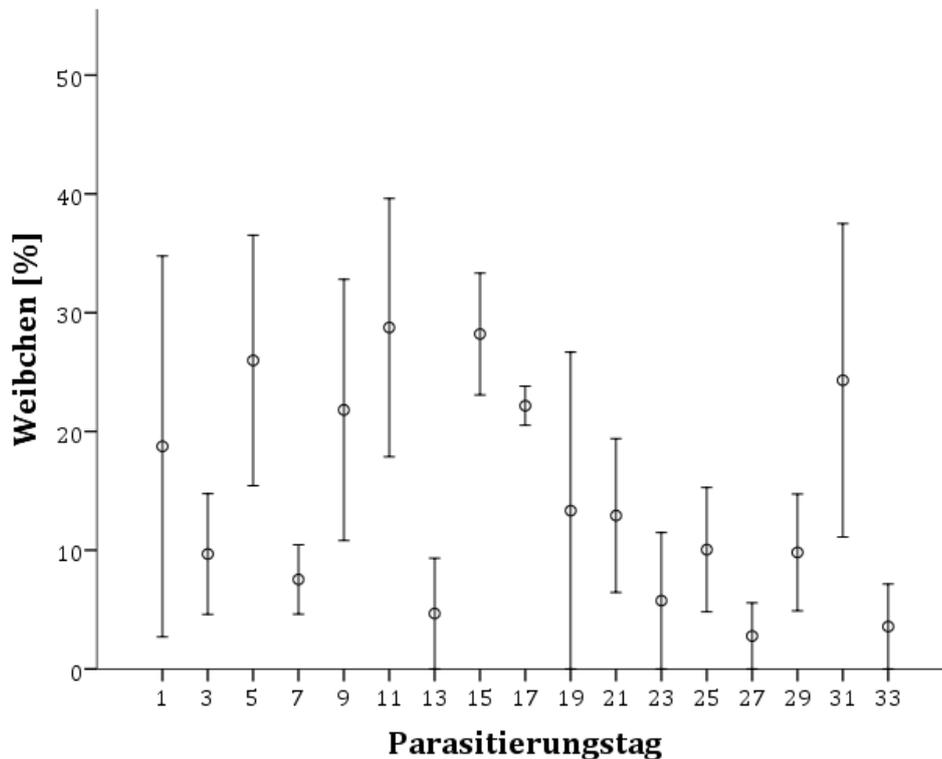


Abbildung 37: Population 2, prozentueller Anteil (MW±SE) an weiblichen Nachkommen aller Mutterwespen (n=5), die sich aus maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag entwickelten.

Die Tabellen 16 und 17 zeigen die Korrelation zwischen Lebensspanne und Fekundität der Mutterwespen mit der Anzahl an Nachkommen bzw. der Anzahl an weiblichen Nachkommen von Population 1 und Population 2. Die Lebensspanne von Population 1 korreliert mit der Fekunditätsdauer ($r=0,958$; $p=0,003$) und der Anzahl der Nachkommen ($r=0,787$; $p=0,063$). Keine Korrelation war zwischen der Lebensspanne und der Anzahl an Weibchen zu erkennen ($r=-0,107$). Auch die Fekunditätsdauer korreliert stark mit der Anzahl an Nachkommen ($r=0,876$; $p=0,022$), nicht aber mit der Anzahl an weiblichen Nachkommen ($r=-0,033$; $p=0,951$). Die Anzahl aller Nachkommen korrelierte nicht mit der Anzahl an weiblichen Nachkommen ($r=0,368$; $p=0,473$) (Tab. 16).

Bei Population 2 waren Lebensspanne und Fekunditätsdauer ($r=0,966$; $p=0,002$) bzw. Lebensspanne und Anzahl aller Nachkommen ($r=0,976$; $p=0,001$) hoch korreliert. Auch die Fekunditätsdauer korreliert hoch mit der Anzahl aller Nachkommen ($r=0,956$; $p=0,003$). Die Anzahl an Weibchen korreliert mit der Lebensspanne ($r=0,809$; $p=0,051$), der Fekunditätsdauer ($r=0,739$; $p=0,093$) und

der Anzahl aller Nachkommen ($r=0,757$; $p= 0,081$), die p-Werte lagen jedoch alle knapp über dem Signifikanzniveau (Tab. 17).

Tabelle 16: Pearson-Korrelationskoeffizient (r), Signifikanz (p) und Stichprobenanzahl (n) zwischen der Lebensspanne, der Fekunditätsdauer, der Summe aller Nachkommen, sowie die Summe aller weiblichen Nachkommen aller Mutterwespen von Population 1. Σ = Summe.

Population 1	Lebensspanne [d]	Fekunditätsdauer [d]	Σ Nachkommen	Σ Weibchen
Lebensspanne [d]		$r=0,958$ $p=0,003$ $n=6$	$r=0,787$ $p=0,063$ $n=6$	$r=-0,107$ $p=0,840$ $n=6$
Fekunditätsdauer [d]	$r=0,958$ $p=0,003$ $n=6$		$r=0,876$ $p=0,022$ $n=6$	$r=-0,033$ $p=0,951$ $n=6$
Σ Nachkommen	$r=0,787$ $p=0,063$ $n=6$	$r=0,876$ $p=0,022$ $n=6$		$r=0,368$ $p=0,473$ $n=6$
Σ Weibchen	$r=-0,107$ $p=0,840$ $n=6$	$r=-0,033$ $p=0,951$ $n=6$	$r=0,368$ $p=0,473$ $n=6$	

Tabelle 17: Pearson-Korrelationskoeffizient (r), Signifikanz (p) und Stichprobenanzahl (n) zwischen der Lebensspanne, der Fekunditätsdauer, der Summe aller Nachkommen, sowie die Summe aller weiblichen Nachkommen aller Mutterwespen von Population 2. Σ = Summe.

Population 2	Lebensspanne [d]	Fekunditätsdauer [d]	Σ Nachkommen	Σ Weibchen
Lebensspanne [d]		$r=0,966$ $p=0,002$ $n=6$	$r=0,976$ $p=0,001$ $n=6$	$r=0,809$ $p=0,051$ $n=6$
Fekunditätsdauer [d]	$r=0,966$ $p=0,002$ $n=6$		$r=0,956$ $p=0,003$ $n=6$	$r=0,739$ $p=0,093$ $n=6$
Σ Nachkommen	$r=0,976$ $p=0,001$ $n=6$	$r=0,956$ $p=0,003$ $n=6$		$r=0,757$ $p=0,081$ $n=6$
Σ Weibchen	$r=0,809$ $p=0,051$ $n=6$	$r=0,739$ $p=0,093$ $n=6$	$r=0,757$ $p=0,081$ $n=6$	

3.2 Endoparasitische Entwicklung im Schwammspinner

Abbildungen 38-40 und Tabelle 18 zeigen einen Vergleich der Dauer der endoparasitischen Entwicklung in Raupen des Schwammspinners, der Dauer des Puppenstadiums und der gesamten Entwicklungsdauer von Population 1 und Population 2 bei konstant 20°C und Langtagbedingung. Da die adulten Wespen, die aus einer Wirtsraupe stammten, in der Regel nicht am selben Tag aus den Kokons schlüpften, sondern sich der Schlupf über 2-3 Tage verteilte, wurde der Wert gemittelt.

Bei konstant 20°C dauerte die Gesamtentwicklung von der Eiablage (Parasitierung) bis zum Schlupf der adulten Wespen bei beiden Populationen im Durchschnitt 27 ± 3 Tage. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Populationen ($t(284) = -0,606$, $p=0,545$). Die endoparasitische Entwicklung, also die Zeit von der Eiablage bis zu Schlupf der Parasitenlarven aus der Wirtsraupe, dauerte im Durchschnitt 19 ± 3 Tage bei Population 1 bzw. 20 ± 4 Tage bei Population 2. Auch hier unterschieden sich die beiden Populationen nicht ($t(300) = -0,260$, $p=0,795$). Das Puppenstadium, also die Zeit vom Parasitenschlupf aus der Wirtsraupe bis zum Schlupf der adulten Wespen aus den Kokons, dauerte im Durchschnitt 8 ± 1 Tage. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Populationen ($t(284) = -1,310$, $p=0,191$). Alle Entwicklungsstadien dauerten tendenziell bei Population 2 etwas länger als bei Population 1 (Tab. 18).

Tabelle 18: Dauer (Tage, d) der Entwicklung von Population 1 und Population 2 (Mittelwert \pm Standardabweichung) (t-test, $p < 0,05$). Die Zahlen in Klammern geben die Anzahl an Wirtsraupen, die in die Berechnungen einbezogen wurden, an.

Entwicklungsdauer	Population 1 MW \pm SD	Population 2 MW \pm SD	Signifikanz
Endoparasitische Entw. [d]	19,4 \pm 3,2 (152)	19,5 \pm 3,8 (150)	$p=0,795$
Puppenstadium [d]	8,0 \pm 0,5 (143)	8,1 \pm 0,6 (143)	$p=0,191$
Gesamtentwicklung [d]	27,0 \pm 2,7 (143)	27,2 \pm 3,4 (143)	$p=0,545$

Insgesamt wurde die endoparasitische Entwicklung von Population 1 in 152 und von Population 2 in 150 Schwammspinnerraupen ausgewertet. Die kürzeste bzw. längste Entwicklung dauerte bei Population 1 15 bzw. 33 Tage, bei Population 2 15

bzw. 38 Tage. Der Median ist zum niedrigeren Wert verschoben (Abb. 38).

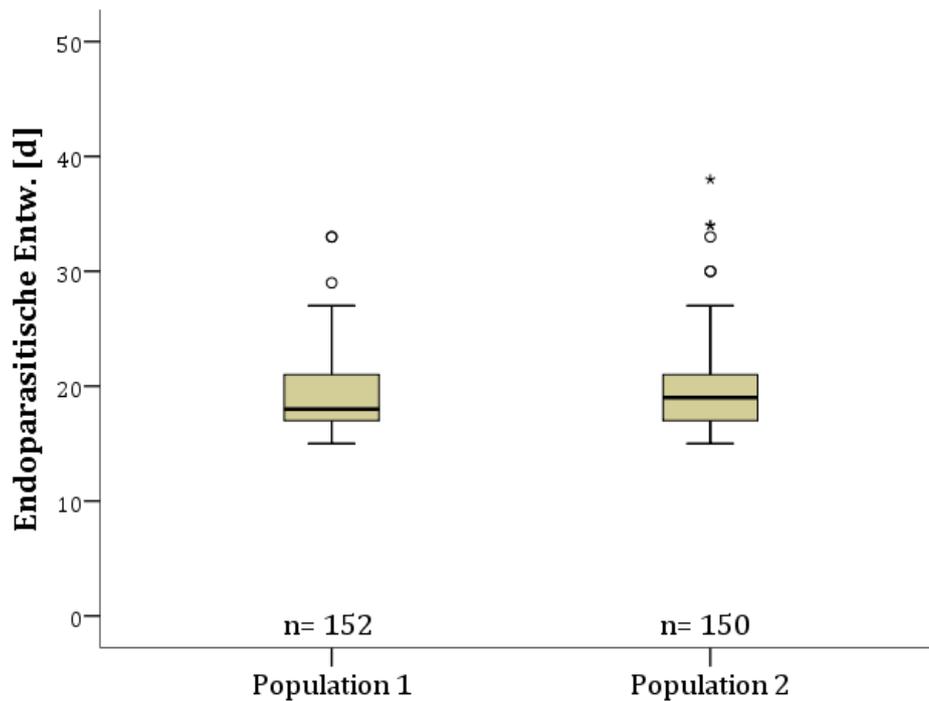


Abbildung 38: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung von Population 1 und Population 2 in Raupen des Schwammspinners bei 20°C. 50 % der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linien gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Milde (Kreise) und extreme (Sternchen) Ausreißer sind gekennzeichnet. n bezieht sich auf die Anzahl an ausgewerteten Wirtsraupen.

Insgesamt wurde die mittlere Dauer des Puppenstadiums von Population 1 in 143 und von Population 2 in 143 Schwammspinnerraupen ausgewertet. Da der Schlupf der adulten Wespen, die aus einer Wirtsraupe stammten, in der Regel nicht am selben Tag stattfand, wurde der Wert gemittelt. Die schnellste und langsamste Entwicklung dauerte bei Population 1 7 bzw. 10 Tage, bei Population 2 6 bzw. 10 Tage (Abb. 39).

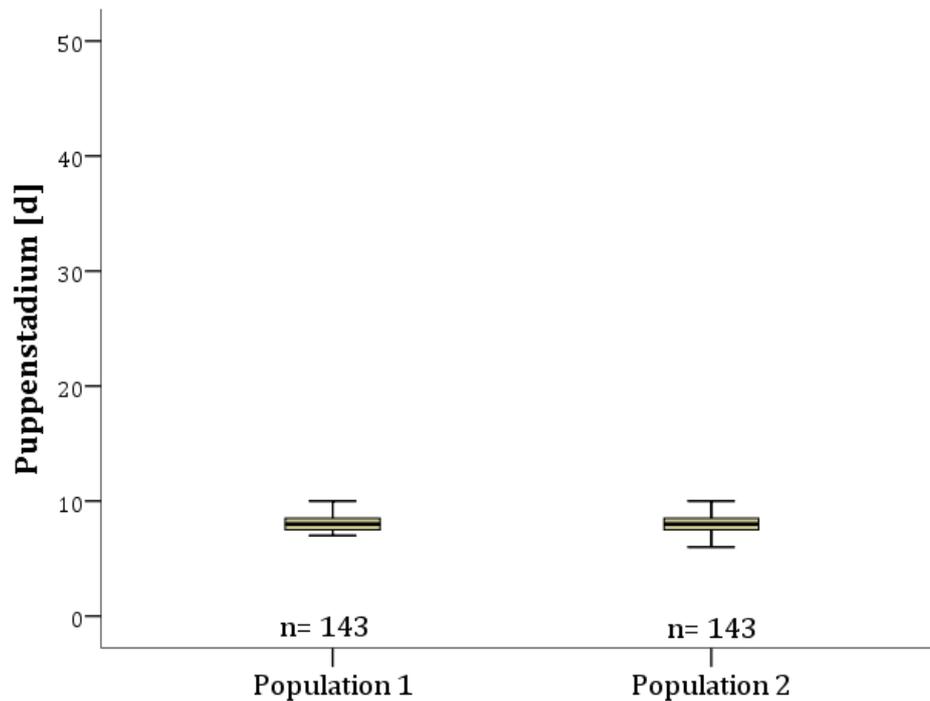


Abbildung 39: Dauer (Tage, d) des Puppenstadiums von Population 1 und Population 2 in Raupen des Schwammspinners bei 20°C. 50 % der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linien gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. n bezieht sich auf die Anzahl an ausgewerteten Wirtsraupen.

Für die Berechnung der Gesamtentwicklungsdauer wurden Daten der Wespen aus je 143 (Population 1 und Population 2) Schwammspinnerraupen herangezogen. Die schnellste und langsamste Entwicklung dauerte bei Population 1 24 bzw. 37 Tage, bei Population 2 24 bzw. 47 Tage. Der Median ist zum niedrigeren Wert verschoben (Abb. 40).

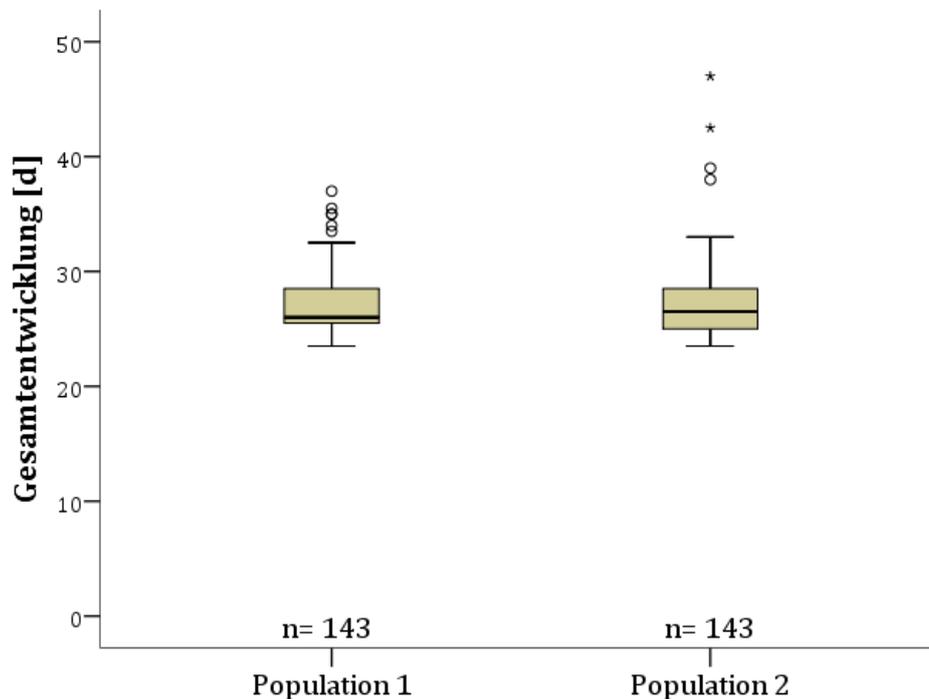


Abbildung 40: Dauer (Tage, d) der Gesamtentwicklung (Ei- adulte Wespe) von Population 1 und Population 2 in Raupen des Schwammspinners bei 20°C. 50 % der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linien gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Milde (Kreise) und extreme (Sternchen) Ausreißer sind gekennzeichnet. n bezieht sich auf die Anzahl an ausgewerteten Wirtsraupen.

Die Tabellen 19-29 geben die Dauer (Tage, d) der endoparasitische Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung für alle Tage an, an denen die Mutterwespen erfolgreich maximal 5 Schwammspinnerraupen parasitierten. Da der Schlupf der adulten Wespen, die aus einer Wirtsraupe stammten, in der Regel nicht am selben Tag stattfand, wurde der Wert gemittelt (Kommastellen bei Einzelwerten). Auf Grund des geringen Stichprobenumfangs pro Tag (n=1-5) wurde auf eine ANOVA verzichtet. Ab und an fielen Wespen im Puppenstadium aus, was zu einer Reduktion der Stichprobenanzahl führte. Fiel diese auf 1 wurde keine Standardabweichung angegeben. Fiel die Stichprobenanzahl auf 0, wurde kein Wert angegeben. Standardabweichungen mit dem Wert 0 bedeuten, dass es mehrere Messungen mit demselben Ergebnis gab (keine Streuung um den Mittelwert). Die Daten für die Wespe *G. lip.#7* scheinen nicht auf, weil die Wespe keine Nachkommen produzierte.

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#1* zwischen 18 und 21 Tagen, das Puppenstadium dauerte knapp 8 Tage und die Gesamtentwicklungen zwischen 26 und 29 Tage. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Nach Tag 11 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 19).

Tabelle 19: *G. lip.#1*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#1* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #1</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	18,60 \pm 0,894	7,80 \pm 0,274	26,40 \pm 0,822
Tag 3	17,60 \pm 0,894	8,25 \pm 0,750	25,60 \pm 1,245
Tag 5	19,50 \pm 1,291	7,83 \pm 0,289	26,83 \pm 1,258
Tag 7	20,50 \pm 0,707	7,50 \pm 0,707	28,00 \pm 1,414
Tag 9	19,67 \pm 2,082	7,50 \pm 0,500	27,17 \pm 1,607
Tag 11	21,00	7,50	28,50

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#2* zwischen 18 und 24 Tagen, das Puppenstadium dauerte 8-9 Tage und die Gesamtentwicklung zwischen 25 und 30 Tage. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Auffallend war die hohe Standardabweichung am Tag 3 bei der endoparasitischen Entwicklung; diese kam durch eine extrem langsame Entwicklung der Parasitenlarven in einer von insgesamt drei Wirtsraupen zustande. Nach Tag 13 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 20).

Tabelle 20: *G. lip.#2*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#2* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #2</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	23,75 \pm 3,594	8,00	29,00
Tag 3	23,67 \pm 8,327	8,75 \pm 0,354	27,75 \pm 3,182
Tag 5	20,00 \pm 1,414	7,75 \pm 0,354	27,75 \pm 1,768
Tag 7	17,00 \pm 1,414	7,50 \pm 0,000	24,50 \pm 1,414
Tag 9	21,50 \pm 0,707	7,50 \pm 0,707	29,00 \pm 1,414
Tag 11	18,33 \pm 2,517	8,00 \pm 0,500	26,33 \pm 2,363
Tag 13	21,00	8,50	29,50

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#3* zwischen 16 und 21 Tagen, das Puppenstadium dauerte um die 8 Tage und die Gesamtentwicklung schwankte zwischen 25 und 30 Tagen. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Nach Tag 17 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 21).

Tabelle 21: *G. lip.#3*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#3* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #3</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 3	17,40 \pm 0,894	8,00 \pm 0,000	25,40 \pm 0,894
Tag 5	20,00 \pm 0,000	7,67 \pm 0,289	27,67 \pm 0,289
Tag 7	17,75 \pm 0,957	8,50 \pm 0,408	26,25 \pm 0,866
Tag 9	20,50 \pm 2,121	8,00 \pm 0,000	28,50 \pm 2,121
Tag 11	19,50 \pm 2,121	7,50	25,50
Tag 13	17,50 \pm 2,121	8,25 \pm 1,061	25,75 \pm 3,182
Tag 15	21,00	8,50	29,50
Tag 17	16,00	8,50	24,50

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#4* zwischen 17 und 24 Tagen, das Puppenstadium dauerte um die 8 Tage und die Gesamtentwicklung schwankte zwischen 25 und 32 Tagen. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Auffallend war die hohe Standardabweichung am Tag 9 bei der endoparasitischen Entwicklung; diese kam durch eine längere Entwicklung der Parasitenlarven in zwei von insgesamt vier Wirtsraupen zustande. Nach Tag 23 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 22).

Tabelle 22: *G. lip.#4*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#4* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #4</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	20,25 \pm 1,500	8,13 \pm 0,629	28,38 \pm 2,056
Tag 3	18,80 \pm 1,643	8,00 \pm 0,354	26,80 \pm 1,956
Tag 5	16,75 \pm 0,957	8,38 \pm 0,479	25,13 \pm 0,854
Tag 7	17,50 \pm 1,291	8,13 \pm 0,479	25,63 \pm 0,854
Tag 9	24,00 \pm 4,243	8,38 \pm 1,250	32,38 \pm 4,956
Tag 11	19,00 \pm 1,414	8,00 \pm 0,707	27,00 \pm 2,121
Tag 13	18,50 \pm 2,121	8,00 \pm 0,707	26,50 \pm 1,414
Tag 15	21,00 \pm 1,000	8,17 \pm 0,577	29,17 \pm 1,528
Tag 17	19,33 \pm 2,309	8,00 \pm 0,500	27,33 \pm 2,754
Tag 19	19,00	7,50	26,50
Tag 21	19,00	8,50	27,50
Tag 23	16,50 \pm 0,707	8,25 \pm 0,354	24,75 \pm 1,061

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#5* zwischen 16 und 25 Tagen, das Puppenstadium dauerte 8-9 Tage und die Gesamtentwicklung schwankte zwischen 24 und 32 Tagen. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Nach Tag 33 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 23).

Tabelle 23: *G. lip.#5*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#5* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #5</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	16,00 \pm 0,000	7,70 \pm 0,274	23,70 \pm 0,274
Tag 3	17,40 \pm 0,894	7,90 \pm 0,652	25,30 \pm 0,570
Tag 5	20,60 \pm 2,966	7,90 \pm 0,548	28,50 \pm 3,000
Tag 7	19,33 \pm 2,082	8,50 \pm 1,000	27,83 \pm 1,155
Tag 9	17,00 \pm 0,000	8,50 \pm 0,000	25,50 \pm 0,000
Tag 11	24,00 \pm 1,414	8,00 \pm 0,707	32,00 \pm 2,121
Tag 13	19,67 \pm 2,082	8,33 \pm 0,289	28,00 \pm 2,179
Tag 15	20,00 \pm 1,414	7,75 \pm 0,354	27,75 \pm 1,061
Tag 17	20,33 \pm 2,517	8,00 \pm 0,500	28,33 \pm 2,363
Tag 19	16,00 \pm 1,000	8,00 \pm 0,707	24,00 \pm 0,707
Tag 21	18,50 \pm 0,707	8,50 \pm 0,707	27,00 \pm 0,000
Tag 23	16,00 \pm 0,000	7,50 \pm 0,000	23,50 \pm 0,000
Tag 25	17,00	8,50	25,50
Tag 27	25,00	7,50	32,50
Tag 29	17,50 \pm 0,707	8,25 \pm 0,354	25,75 \pm 1,061
Tag 31	17,50 \pm 0,707	8,00 \pm 0,707	25,50 \pm 0,000
Tag 33	18,50 \pm 0,707	7,50 \pm 0,707	26,00 \pm 0,000

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#6* zwischen 18 und 27 Tagen, das Puppenstadium dauerte um die 8 Tage und die Gesamtentwicklung schwankte zwischen 25 und 34 Tagen. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Auffallend war die hohe Standardabweichung an den Tagen 5, 11 und 13 bei der endoparasitischen Entwicklung. Am Tag 5 kam es zu einer längeren Entwicklung der Parasitenlarven in einer von insgesamt drei Wirtsraupen, und an den Tagen 11 und 13 zu einer längeren Entwicklung der Parasitenlarven in jeweils einer von insgesamt je zwei Wirtsraupen. Am Tag 15 wurde zwar eine Parasitierung beobachtet, es schlüpfen jedoch keine Parasitenlarven aus den Wirtsraupen. Die Nachkommen vom Tag 17 entwickelten sich bis zum Puppenstadium, es schlüpfen aber keine adulten Wespen aus den Kokons. Nach Tag 17 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 24).

Tabelle 24: *G. lip.#6*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#6* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #6</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	18,00	7,50	25,50
Tag 3	23,00 \pm 0,000	8,25 \pm 0,354	31,25 \pm 0,354
Tag 5	20,00 \pm 6,083	7,83 \pm 0,289	27,83 \pm 6,212
Tag 7	17,33 \pm 0,577	7,67 \pm 0,289	25,00 \pm 0,5
Tag 9	26,00	8,00	34,00
Tag 11	25,50 \pm 10,607	8,00	26,00
Tag 13	22,00 \pm 7,071	8,25 \pm 0,354	30,25 \pm 6,718
Tag 15	-	-	-
Tag 17	27,00	-	-

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#8* zwischen 19 und 30 Tagen, das Puppenstadium dauerte um die 8 Tage und die Gesamtentwicklung schwankte zwischen 27 und 32 Tagen. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Die Nachkommen der Parasitierungstage 1, 3 und 9 starben im Puppenstadium. Am Tag 11 sank die Zahl an ausgewerteten Raupen auf n=1 nach der endoparasitischen Entwicklung, weil das Puppenstadium nur von Wespen aus einer von insgesamt zwei Wirtsraupen erfolgreich abgeschlossen wurde. Nach Tag 11 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 25).

Tabelle 25: *G. lip.#8*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#8* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #8</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	19,00	-	-
Tag 3	26,00	-	-
Tag 5	24,00	7,50	31,50
Tag 7	19,00	7,50	26,50
Tag 9	30,00	-	-
Tag 11	23,50 \pm 3,536	8,00	29,00

Der Mittelwert der endoparasitischen Entwicklung lag bei *G. lip.#9* bei 23 Tagen, das Puppenstadium dauerte knapp 9 Tage und die Gesamtentwicklung dauerte 33 Tagen. Da nur am Tag 1 Nachkommen produziert wurden, kann kein Trend in Bezug auf das Alter der Mutterwespe angegeben werden (Tab. 26).

Tabelle 26: *G. lip.#9*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#9* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #9</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	23,00 \pm 1,414	8,50	32,50

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#10* zwischen 16 und 24 Tagen, das Puppenstadium dauerte knapp 8-9 Tage und die Gesamtentwicklung schwankte zwischen 24 und 33 Tagen. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Nach Tag 33 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 27).

Tabelle 27: *G. lip.#10*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#10* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #10</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	16,60 \pm 2,510	8,40 \pm 1,025	25,00 \pm 2,236
Tag 3	16,80 \pm 0,837	7,90 \pm 0,418	24,70 \pm 0,758
Tag 5	19,00 \pm 2,160	8,50 \pm 0,000	27,50 \pm 2,160
Tag 7	19,20 \pm 1,924	7,90 \pm 0,418	27,10 \pm 2,219
Tag 9	17,25 \pm 0,957	7,88 \pm 0,479	25,13 \pm 1,109
Tag 11	20,50 \pm 0,577	8,13 \pm 0,479	28,63 \pm 0,629
Tag 13	18,20 \pm 0,837	8,40 \pm 0,224	26,60 \pm 0,742
Tag 15	16,50 \pm 0,707	8,00 \pm 0,707	24,50 \pm 1,414
Tag 17	18,25 \pm 2,217	8,25 \pm 0,500	26,50 \pm 1,826
Tag 19	17,67 \pm 1,528	8,00 \pm 0,500	25,67 \pm 1,041
Tag 21	18,00 \pm 1,414	8,25 \pm 0,354	26,25 \pm 1,768
Tag 23	16,67 \pm 0,577	8,00 \pm 1,000	24,67 \pm 0,577
Tag 25	16,00	8,00	24,00
Tag 27	24,00 \pm 0,000	8,75 \pm 0,354	32,75 \pm 0,354
Tag 29	17,00 \pm 1,000	7,83 \pm 0,577	24,83 \pm 1,528
Tag 31	22,25 \pm 0,500	7,63 \pm 0,629	29,88 \pm 1,109
Tag 33	18,50 \pm 0,707	7,50 \pm 0,707	26,00 \pm 0,000

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#11* zwischen 16 und 34 Tagen, das Puppenstadium dauerte knapp 8-9 Tage und die Gesamtentwicklung schwankte zwischen 24 und fast 43 Tagen. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Die Nachkommen von Tag 15 starben im Puppenstadium, am Tag 17 wurden trotz beobachteter Parasitierung keine Nachkommen produziert. Mit Tag 29 endete die Fekundität der Mutterwespe (Tab. 28).

Tabelle 28: *G. lip.#11*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#11* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #11</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	18,80 \pm 0,837	7,90 \pm 0,822	26,70 \pm 1,440
Tag 3	17,00 \pm 0,816	8,00 \pm 0,577	25,00 \pm 0,577
Tag 5	16,50 \pm 0,577	8,50 \pm 0,000	25,00 \pm 0,577
Tag 7	17,50 \pm 1,291	7,88 \pm 0,479	25,38 \pm 0,854
Tag 9	34,00 \pm 3,266	8,50 \pm 0,500	42,50 \pm 4,500
Tag 11	20,00 \pm 1,414	8,00 \pm 0,000	28,00 \pm 1,414
Tag 13	20,50 \pm 0,707	8,75 \pm 0,354	29,25 \pm 1,061
Tag 15	27,00	-	-
Tag 17	-	-	-
Tag 19	21,00 \pm 4,243	8,25 \pm 0,354	29,25 \pm 4,596
Tag 21	20,00	8,00	28,00
Tag 23	16,00 \pm 1,000	8,50 \pm 0,500	24,50 \pm 0,500
Tag 25	19,00	8,00	27,00
Tag 27	16,00	8,00	24,00
Tag 29	19,00	7,50	26,50

Die Mittelwerte der endoparasitischen Entwicklung schwankten bei *G. lip.#12* zwischen 17 und 26 Tagen, das Puppenstadium dauerte 7-8 Tage und die Gesamtentwicklung schwankte zwischen 25 und 33 Tagen. Es war kein Trend in der Dauer der Entwicklung der Nachkommen mit zunehmendem Alter der Mutterwespe (Parasitierungstag) zu erkennen. Nach Tag 33 wurden keine Nachkommen mehr produziert (Tab. 29).

Tabelle 29: *G. lip.#12*: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe *G. lip.#12* in Abhängigkeit vom Parasitierungstag. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Werte beziehen sich auf jeweils maximal 5 Wirtsraupen, die von der Wespe pro Tag parasitiert wurden (n=1-5).

<i>G. lip. #12</i>	Endoparas. Entw. [d] (n=1-5)	Puppenstadium [d] (n=1-5)	Gesamtentw. [d] (n=1-5)
Tag 1	17,60 \pm 2,191	8,20 \pm 0,274	25,80 \pm 2,253
Tag 3	16,60 \pm 0,894	8,10 \pm 0,652	24,70 \pm 1,037
Tag 5	21,50 \pm 2,887	8,38 \pm 0,250	29,88 \pm 2,689
Tag 7	20,33 \pm 3,215	8,50 \pm 0,500	28,83 \pm 2,754
Tag 9	18,60 \pm 1,517	8,60 \pm 0,652	27,20 \pm 1,956
Tag 11	23,50 \pm 0,707	8,50 \pm 0,707	32,00 \pm 1,414
Tag 13	21,00 \pm 1,414	7,50 \pm 0,707	28,50 \pm 0,707
Tag 15	22,50 \pm 0,707	7,75 \pm 0,354	30,25 \pm 0,354
Tag 17	21,00 \pm 1,414	8,00 \pm 0,000	29,00 \pm 1,414
Tag 19	18,00 \pm 1,000	8,17 \pm 0,764	26,17 \pm 1,607
Tag 21	19,67 \pm 0,577	7,50 \pm 0,500	27,17 \pm 0,764
Tag 23	18,33 \pm 2,309	8,00 \pm 0,500	26,33 \pm 2,363
Tag 25	17,50 \pm 0,707	8,00 \pm 0,707	25,50 \pm 0,000
Tag 27	19,00 \pm 0,000	7,75 \pm 0,354	26,75 \pm 0,354
Tag 29	18,50 \pm 0,707	8,50 \pm 0,000	27,00 \pm 0,707
Tag 31	20,00	8,50	28,50
Tag 33	26,00 \pm 9,899	6,75 \pm 1,061	32,75 \pm 8,839

In den Tabellen 30 und 31 sind die Dauer der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der gesamten Entwicklung für die einzelnen Mutterwespen von Population 1 bzw. Population 2 zusammengefasst.

Bei Population 1 schwankte die endoparasitische Entwicklung der Nachkommen aller 6 Mutterwespen zwischen 19 und 22 Tagen, das Puppenstadium dauerte um die 8 Tage und die Gesamtentwicklung zwischen 26 und 28 Tagen. Bei Population 2 dauerte die endoparasitische Entwicklung der Nachkommen zwischen 18 und 24 Tage, das Puppenstadium 8 Tage und die Gesamtentwicklung 27 Tage. Ausnahmen mit einer etwas längeren Gesamtentwicklung von 29 bzw. 33 Tagen waren *G. lip. #8* und *#3*. *G. lip.#7* produzierte keine Nachkommen.

Bei beiden Populationen war die Dauer des Puppenstadiums sehr einheitlich um 8 Tage und auch die Standardabweichung war im Vergleich zur Dauer der endoparasitischen Entwicklung sehr gering (um 0,5). Die Variabilität der Gesamtentwicklungsdauer geht daher mit der Variabilität der endoparasitischen Entwicklung einher. In beiden Fällen beträgt der Schwankungsbereich etwa 2 bis 5

Tage.

Tabelle 30: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der einzelnen Mutterwespen von Population 1. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Zahl in der Klammer gibt die Anzahl an ausgewerteten Wirtsraupen an.

Population 1	Endoparas. Entw.	Puppenstadium	Gesamte Entw.
#1	19,0 \pm 1,5 (20)	7,8 \pm 0,5 (19)	26,7 \pm 1,4 (19)
#2	21,1 \pm 4,3 (17)	8,0 \pm 0,6 (13)	27,3 \pm 2,3 (13)
#3	18,5 \pm 1,8 (20)	8,1 \pm 0,6 (19)	26,5 \pm 1,7 (19)
#4	19,3 \pm 2,8 (35)	8,1 \pm 0,6 (35)	27,4 \pm 3,0 (35)
#5	18,6 \pm 2,6 (45)	8,0 \pm 0,5 (44)	26,6 \pm 2,6 (44)
#6	21,6 \pm 5,3 (15)	7,9 \pm 0,3 (13)	28,2 \pm 4,3 (13)

Tabelle 31: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der einzelnen Mutterwespen von Population 2. Angegeben sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung. Die Zahl in der Klammer gibt die Anzahl an ausgewerteten Wirtsraupen an.

Population 2	Endoparas. Entw.	Puppenstadium	Gesamte Entw.
#7	-	-	-
#8	23,6 \pm 4,1 (7)	7,7 \pm 0,3 (3)	29,0 \pm 2,5 (3)
#9	23,0 \pm 1,4 (2)	8,5 (1)	32,5 (1)
#10	18,4 \pm 2,3 (58)	8,1 \pm 0,6 (58)	26,5 \pm 2,3 (58)
#11	20,2 \pm 5,6 (35)	8,2 \pm 0,5 (33)	27,7 \pm 5,2 (33)
#12	19,5 \pm 3,1 (48)	8,1 \pm 0,6 (48)	27,6 \pm 2,9 (48)

3.3 Fitness der Nachkommen in Abhängigkeit vom Alter der Mutterwespen

3.3.1 Biomasse und Wassergehalt der Nachkommen

Die Abbildungen 41-71 zeigen das durchschnittliche Frisch- und Trockengewicht und den prozentuellen Wassergehalt der adulten weiblichen und männlichen Nachkommen pro Parasitierungstag für alle Mutterwespen von Population 1 und Population 2. Für die Messungen wurden alle Weibchen herangezogen, bei den Männchen wurde nur eine Stickprobe von je 6 Männchen an einem frühen Parasitierungstag (Tag 1-3), an einem mittleren (Tag 9-17) und an einem späten Parasitierungstag (Tag 17-33) willkürlich ausgewählt. Die Daten der männlichen Nachkommen stammen bei Population 1 von den Wespen #3, #4 und #5, bei Population 2 von den Wespen #10, #11 und #12. In den Tabellen 32-42 sind Frisch- und Trockengewichte sowie der Wassergehalt der adulten Nachkommen der Mutterwespen für jeden Parasitierungstag aufgelistet. Die adulten Wespen

bekamen nach dem Schlüpfen aus den Kokons keine Nahrung und wurden nach dem Absammeln gleich tiefgefroren.

Alle weiblichen Nachkommen (insgesamt 56 Wespen) der Wespe *G. lip.#1* hatten ein annähernd gleiches Frischgewicht von knapp unter 1,5 mg, egal von welchem Parasitierungstag die Wespen stammten. Das Trockengewicht der Nachkommen war für die ersten drei Parasitierungstage (1, 3 und 5) deutlich höher (um 0,5 mg) als das von Nachkommen späterer Parasitierungstage (7 und 9) (0,25 mg). Entsprechend komplementär verhielt es sich mit dem Wassergehalt der adulten Weibchen. Dieser lag an den ersten 3 Parasitierungstagen bei knapp über 60% und stieg bei den Weibchen der folgenden beiden Parasitierungstage auf annähernd 80%. Die Streuung um den Mittelwert war beim Frischgewicht etwas größer als beim Trockengewicht (Abb. 41-43). Es wurden von Wespe *G. lip.#1* keine Daten von adulten Männchen ausgewertet.

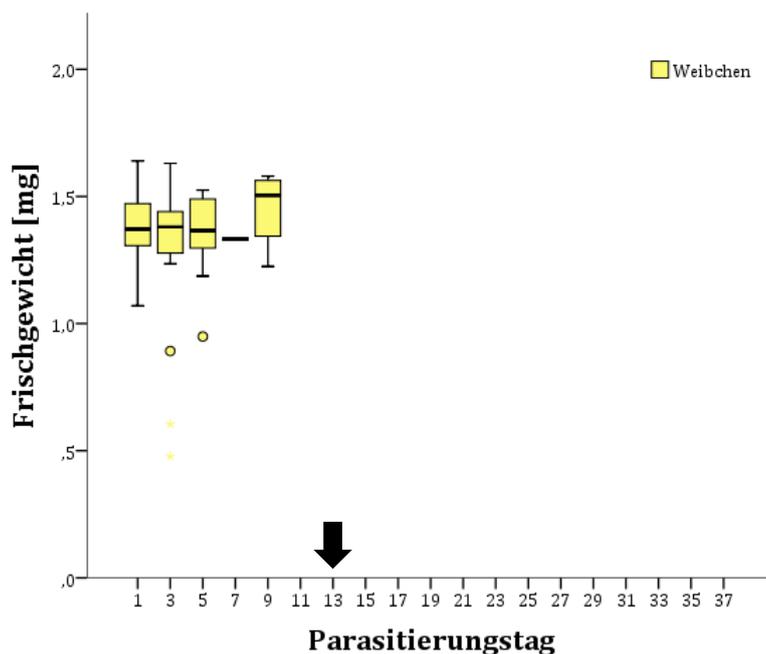


Abbildung 41: *G. lip.#1*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

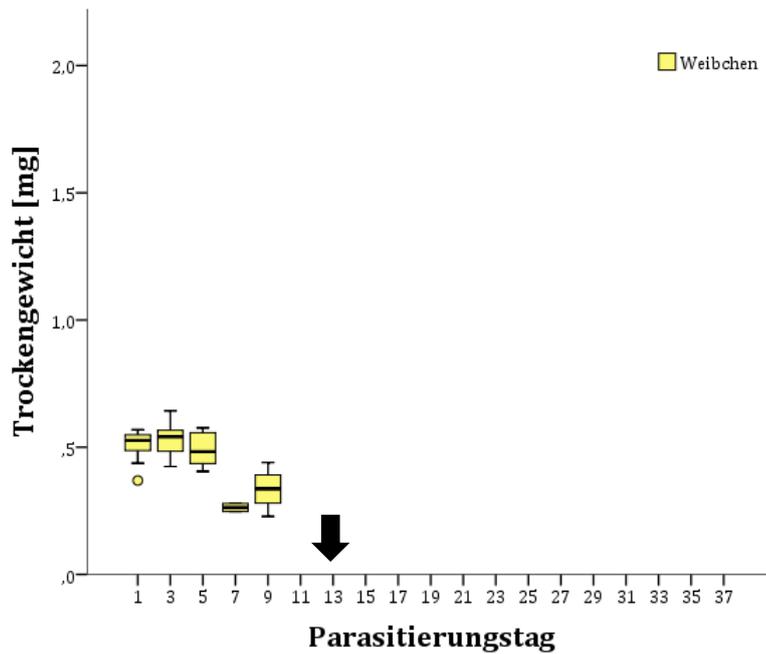


Abbildung 42: *G. lip.#1*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

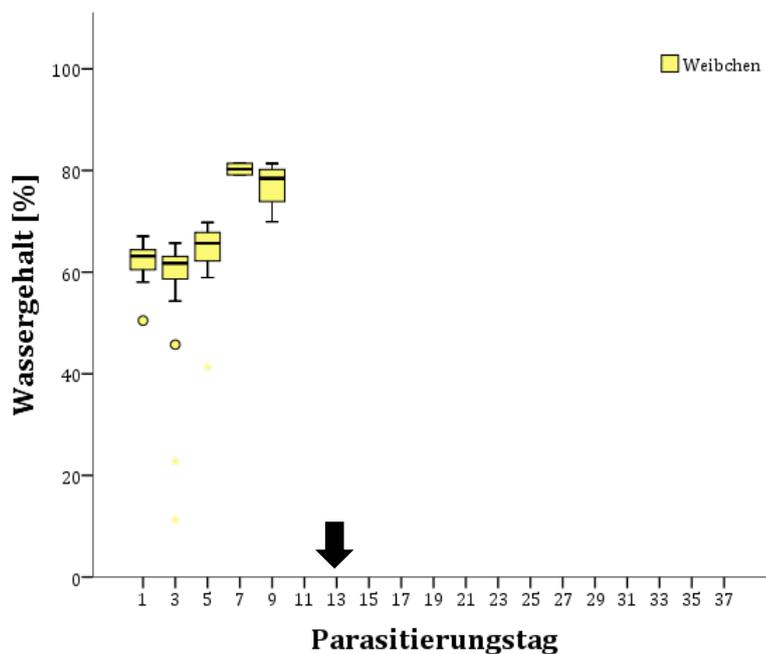


Abbildung 43: *G. lip.#1*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 32: *G. lip.*#1: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

<i>G. lip.</i> #1	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%] Männchen
Tag 1	18		1,3663 ± 0,0345	-	0,5126 ± 0,0119	-	62,3 ± 0,90	-
Tag 3	22		1,3085 ± 0,0615	-	0,5314 ± 0,0119	-	56,7 ± 2,85	-
Tag 5	10		1,3416 ± 0,0515	-	0,4881 ± 0,0186	-	62,9 ± 2,46	-
Tag 7	2		1,3325 ± 0,0032	-	0,2630 ± 0,0113	-	80,3 ± 0,80	-
Tag 9	4		1,4535 ± 0,0693	-	0,3355 ± 0,0375	-	77,0 ± 2,15	-
Tag 11			-	-	-	-	-	-
Tag 13	tot							
MW	Σ56		1,3605 ± 0,0440	-	0,4261 ± 0,0183	-	67,8 ± 1,83	-

Von den Nachkommen von *G. lip.#2* wurden Daten von 103 Weibchen ausgewertet. Die weiblichen Nachkommen von den ersten vier Parasitierungstagen (1, 3, 5 und 7) hatten ein annähernd gleiches Frischgewicht von knapp unter 1,5 mg und waren somit leichter als die Weibchen von den Parasitierungstagen 9 und 11 (über 1,5 mg). Am Parasitierungstag 13 fiel das Frischgewicht wieder auf unter 1,5 mg. Das Trockengewicht der Nachkommen war von allen Parasitierungstagen in etwa gleich um die 0,5 mg, auffallend ist die höhere Streuung von Parasitierungstag 11. Ebenso war der Wassergehalt relativ konstant bei 60%. Am Parasitierungstag 5 gab es eine höhere Streuung als an den anderen Tagen. Die Streuung um den Mittelwert war beim Frischgewicht etwas größer als beim Trockengewicht (Abb. 44-46). Es wurden von Wespe *G. lip.#2* keine Daten von adulten Männchen ausgewertet.

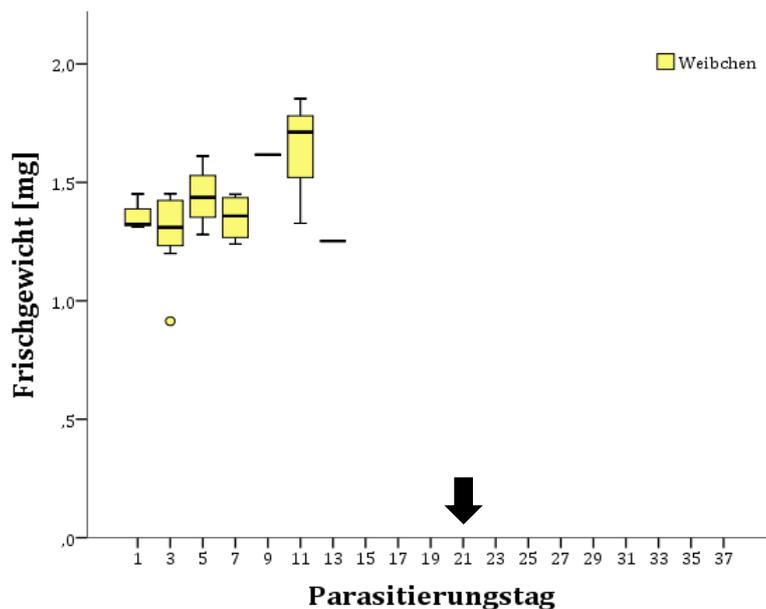


Abbildung 44: *G. lip.#2*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

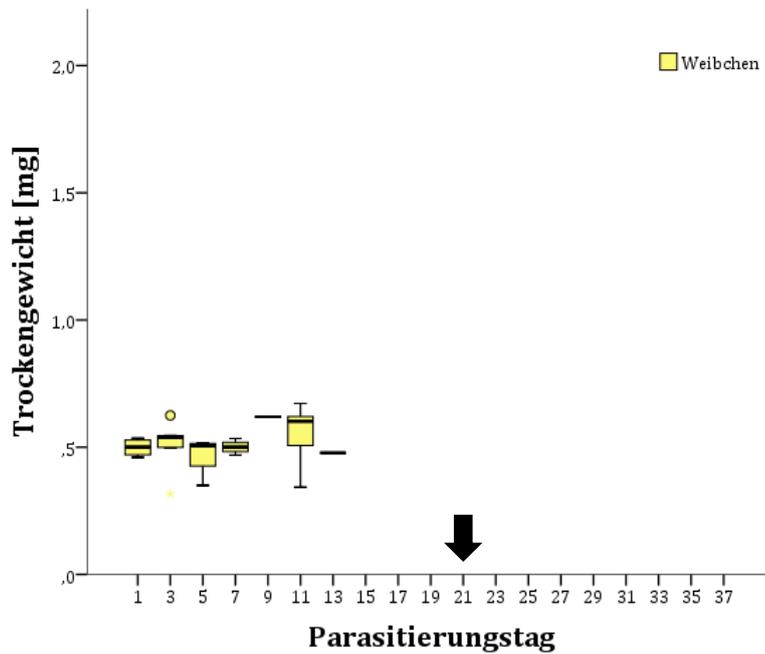


Abbildung 45: *G. lip.#2*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

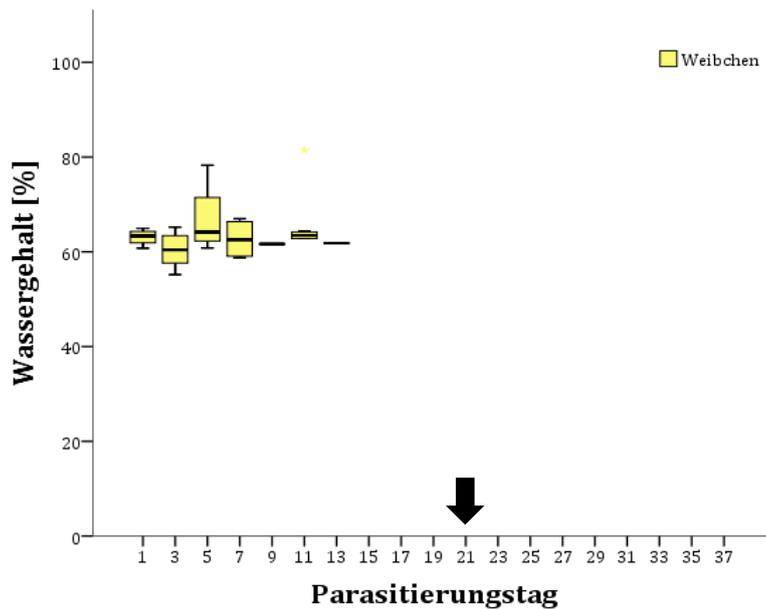


Abbildung 46: *G. lip.#2*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 33: *G. lip.*#2: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

<i>G. lip.</i> #2	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%]Männchen
Tag 1	4		1,3528 ± 0,0285	-	0,4993 ± 0,0151	-	63,1 ± 0,76	-
Tag 3	7		1,2843 ± 0,0660	-	0,5101 ± 0,0331	-	60,4 ± 1,33	-
Tag 5	4		1,4410 ± 0,0587	-	0,4703 ± 0,0348	-	66,9 ± 3,37	-
Tag 7	4		1,3515 ± 0,0434	-	0,5010 ± 0,0116	-	62,7 ± 1,84	-
Tag 9	1		1,6170	-	0,6200	-	61,7	-
Tag 11	7		1,6423 ± 0,0697	-	0,5530 ± 0,0390	-	66,0 ± 2,40	-
Tag 13	1		1,2520	-	0,4780	-	61,8	-
Tag 15			-	-	-	-	-	-
Tag 17			-	-	-	-	-	-
Tag 19			-	-	-	-	-	-
Tag 21	tot							
MW	Σ28		1,4201 ± 0,0380	-	0,5188 ± 0,0191	-	63,2 ± 1,39	-

Von den Nachkommen von *G. lip.#3* wurden Daten von 103 Weibchen und 18 Männchen ausgewertet. Beim Frischgewicht, Trockengewicht und Wassergehalt der Nachkommen ließ sich kein Trend in Bezug auf den Parasitierungstag und somit zum Alter der Mutterwespe feststellen. Die Frischgewichte der Weibchen lagen mit ca. 1,3 mg höher als die der Männchen (ca. 1 mg), bei den Trockengewichten war der Unterschied nicht so klar zu erkennen (0,5 zu 0,4 mg). Der Wassergehalt der Männchen von frühen Parasitierungstagen (Tage 3 und 9) war deutlich geringer als bei den Weibchen, beim späteren Parasitierungstag 17 gab es keine Unterschiede mehr zwischen Männchen und Weibchen (Abb. 47-49).

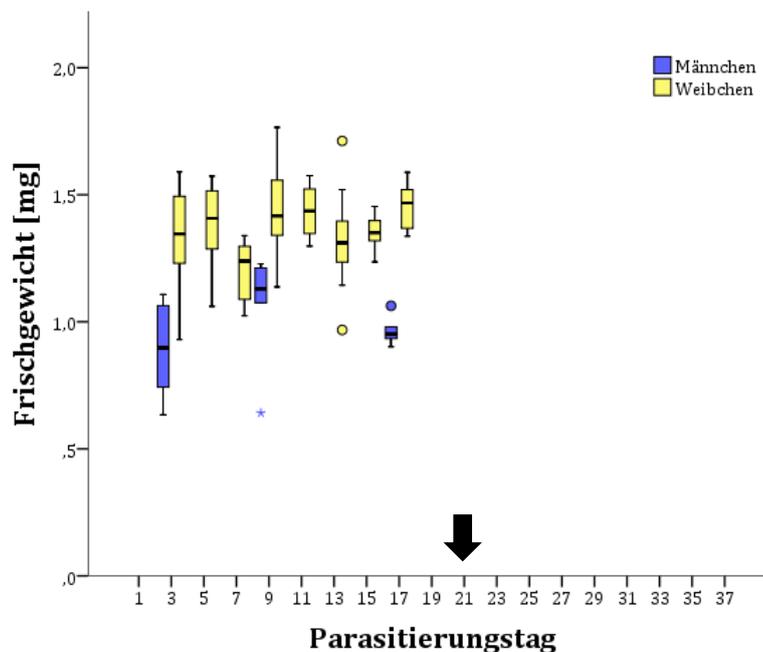


Abbildung 47: *G. lip.#3*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

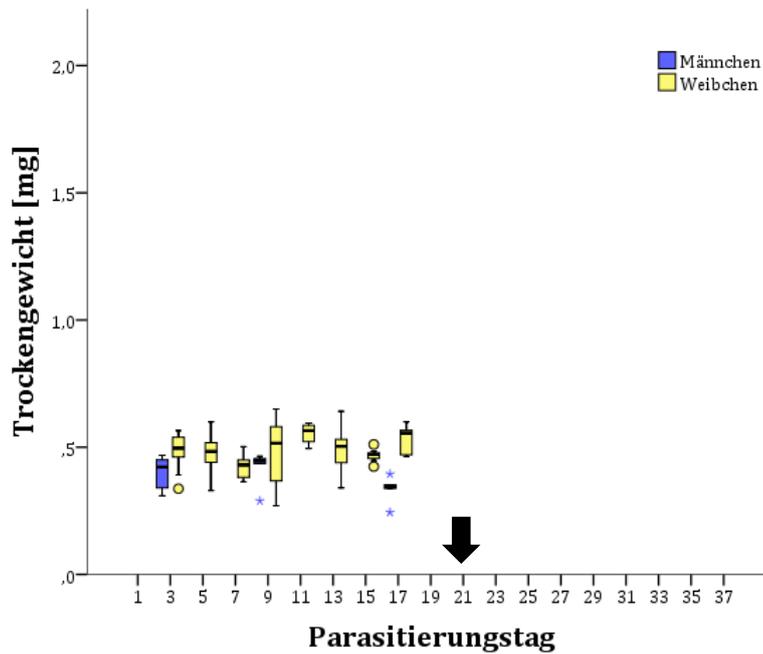


Abbildung 48: *G. lip.#3*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

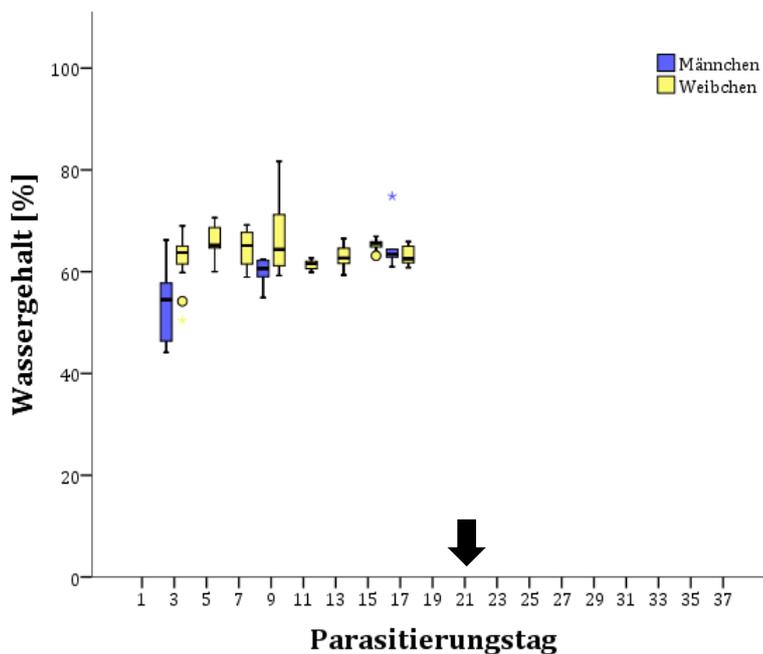


Abbildung 49: *G. lip.#3*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 34: *G. lip.*#3: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀) und Männchen (♂), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

G. lip. #3	♀ n	♂ n	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%] Männchen
Tag 1			-	-	-	-	-	-
Tag 3	18	6	1,3179 ± 0,0441	0,8908 ± 0,0743	0,4881 ± 0,0142	0,4018 ± 0,0259	62,7 ± 0,99	53,9 ± 3,37
Tag 5	24		1,3894 ± 0,0293	-	0,4742 ± 0,0130	-	65,9 ± 0,55	-
Tag 7	8		1,2016 ± 0,0402	-	0,4236 ± 0,0154	-	64,6 ± 1,21	-
Tag 9	12	6	1,4372 ± 0,0470	1,0692 ± 0,0889	0,4789 ± 0,0357	0,4230 ± 0,0271	66,8 ± 2,13	60,0 ± 1,17
Tag 11	8		1,4358 ± 0,0340	-	0,5546 ± 0,0134	-	61,4 ± 0,31	-
Tag 13	13		1,3201 ± 0,0484	-	0,4922 ± 0,0224	-	62,8 ± 0,54	-
Tag 15	10		1,3505 ± 0,0193	-	0,4683 ± 0,0069	-	65,3 ± 0,33	-
Tag 17	10	6	1,4569 ± 0,0263	0,9638 ± 0,0229	0,5386 ± 0,0156	0,3372 ± 0,0204	63,1 ± 0,55	65,0 ± 2,03
Tag 19			-	-	-	-	-	-
Tag 21	tot							
MW	Σ103	Σ18	1,3637 ± 0,0361	0,9746 ± 0,0620	0,4898 ± 0,0171	0,3873 ± 0,0245	64,1 ± 0,83	59,6 ± 2,19

Von den Nachkommen der Wespe *G. lip.#4* wurden Daten von insgesamt 89 Weibchen und 18 Männchen ausgewertet. Beim Frischgewicht, Trockengewicht und Wassergehalt der Nachkommen ließ sich kein Trend in Bezug auf den Parasitierungstag und somit zum Alter der Mutterwespe feststellen. Die drei Parameter blieben über die gesamte Lebensspanne hinweg relativ konstant. Das Frischgewicht (ca. 0,8 mg) bzw. das Trockengewicht (ca. 0,3 mg) der Männchen lag immer weit unter jenem der Weibchen (ca. 1,4 bzw. 0,5 mg); beide wiesen ähnlich breite Streuungen um den Mittelwert auf. Vergleicht man die Streuung von Frisch- und Trockengewicht, war die der Trockengewichte weit geringer als jene der Frischgewichte. Die Wassergehalte der Weibchen (ca. 65%) lagen deutlich über denen der Männchen (um 50%), die Streuung um die Mittelwerte war bei den Männchen um ein Vielfaches größer als bei den Weibchen (Abb. 50-52).

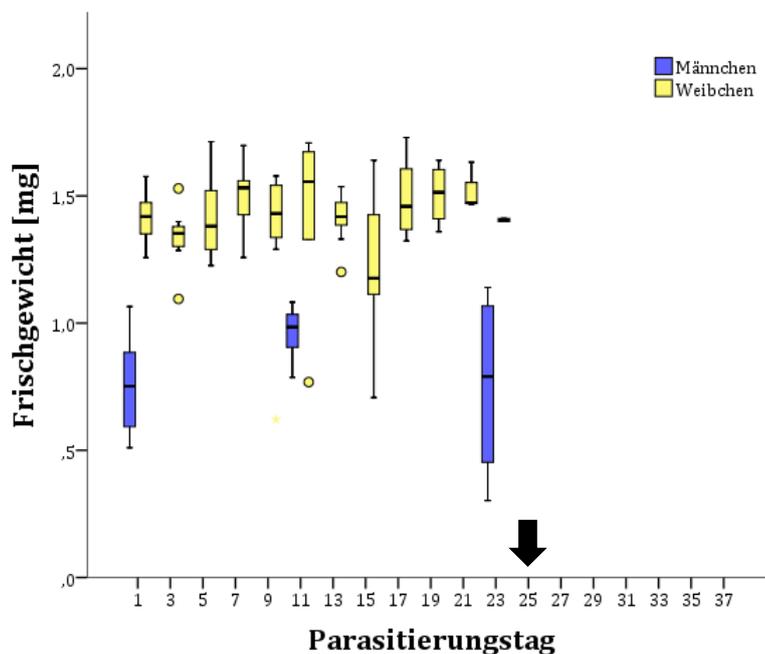


Abbildung 50: *G. lip.#4*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

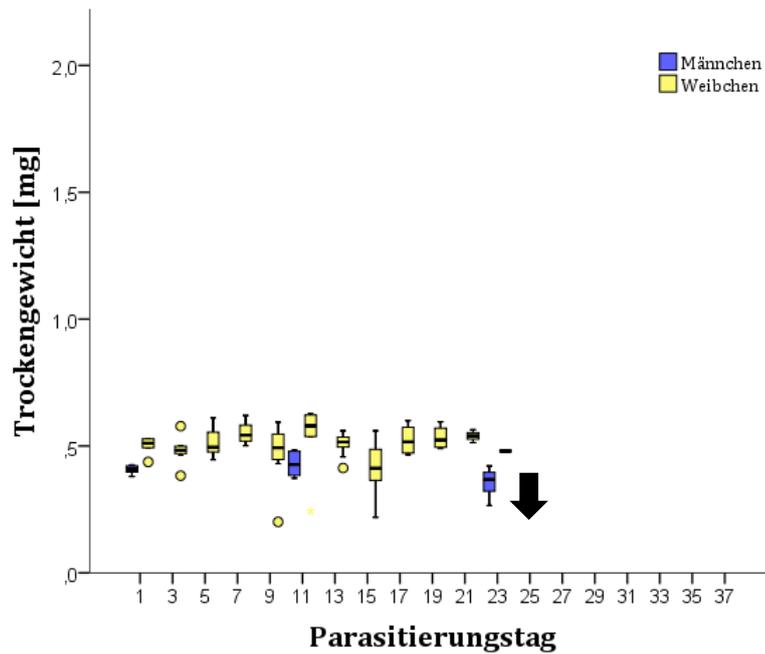


Abbildung 51: *G. lip.#4*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

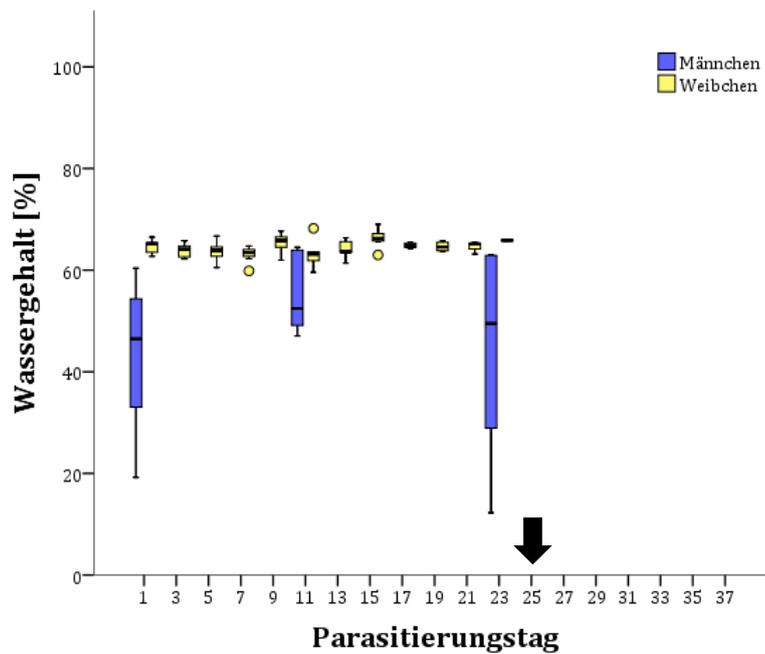


Abbildung 52: *G. lip.#4*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 35: *G. lip.#4*: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀) und Männchen (♂), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

G. lip. #4	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%] Männchen
Tag 1	5	6	1,4154 ± 0,0484	0,7595 ± 0,0815	0,4996 ± 0,0152	0,4067 ± 0,0069	64,7 ± 0,61	43,3 ± 6,16
Tag 3	7		1,3341 ± 0,0459	-	0,4831 ± 0,0202	-	63,8 ± 0,48	-
Tag 5	12		1,4196 ± 0,0458	-	0,5135 ± 0,0151	-	63,8 ± 0,48	-
Tag 7	11		1,5001 ± 0,0365	-	0,5516 ± 0,0113	-	63,2 ± 0,39	-
Tag 9	12		1,3763 ± 0,0709	-	0,4798 ± 0,0285	-	65,3 ± 0,46	-
Tag 11	6	6	1,4317 ± 0,1320	0,9627 ± 0,0428	0,5315 ± 0,0547	0,4287 ± 0,0200	63,3 ± 1,06	54,9 ± 3,07
Tag 13	9		1,4153 ± 0,0331	-	0,5070 ± 0,0146	-	64,2 ± 0,50	-
Tag 15	12		1,2309 ± 0,0737	-	0,4156 ± 0,0269	-	66,4 ± 0,41	-
Tag 17	6		1,4905 ± 0,0566	-	0,5242 ± 0,0200	-	64,8 ± 0,18	-
Tag 19	4		1,5068 ± 0,0532	-	0,5328 ± 0,0208	-	64,6 ± 0,43	-
Tag 21	3		1,5237 ± 0,0443	-	0,5390 ± 0,0120	-	64,6 ± 0,59	-
Tag 23	2	6	1,4050 ± 0,0042	0,7570 ± 0,1476	0,4800 ± 0,0021	0,3567 ± 0,0231	65,8 ± 0,05	44,4 ± 8,88
Tag 25	tot							
MW	Σ89	Σ18	1,4208 ± 0,0537	0,8264 ± 0,0906	0,5048 ± 0,0201	0,3974 ± 0,0167	64,5 ± 0,47	47,5 ± 6,04

Von den Nachkommen der Wespe *G. lip.#5* wurden Daten von insgesamt 33 Weibchen und 18 Männchen ausgewertet. Beim Frischgewicht, Trockengewicht und Wassergehalt der Nachkommen ließ sich kein Trend in Bezug auf den Parasitierungstag und somit zum Alter der Mutterwespe feststellen. Die drei Parameter blieben über die gesamte Lebensspanne hinweg relativ konstant. Das Frischgewicht (1,2 mg) bzw. das Trockengewicht (0,4 mg) der Männchen lag immer weit unter jenem der Weibchen (ca. 1,4 bzw. 0,5 mg); beide wiesen ähnlich breite Streuungen um den Mittelwert auf. Vergleicht man die Streuung von Frisch- und Trockengewicht, war die der Trockengewichte weit geringer als jene der Frischgewichte. Alle Wassergehalte lagen konstant um die 65% (Abb. 53-55).

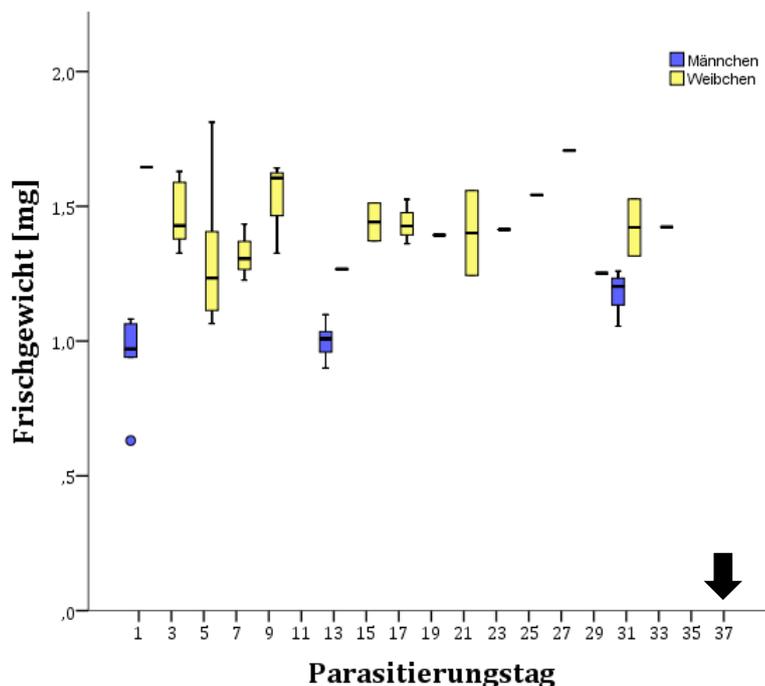


Abbildung 53: *G. lip.#5*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

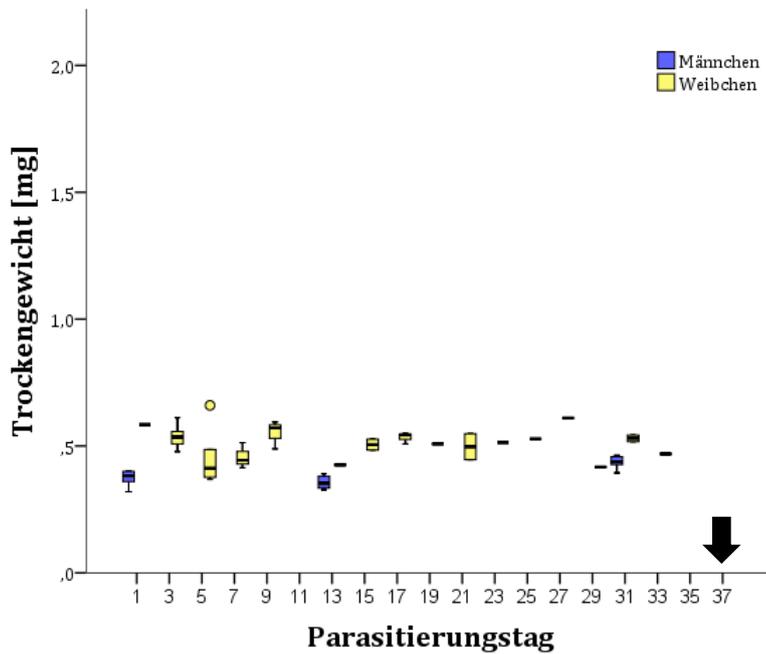


Abbildung 54: *G. lip.#5*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

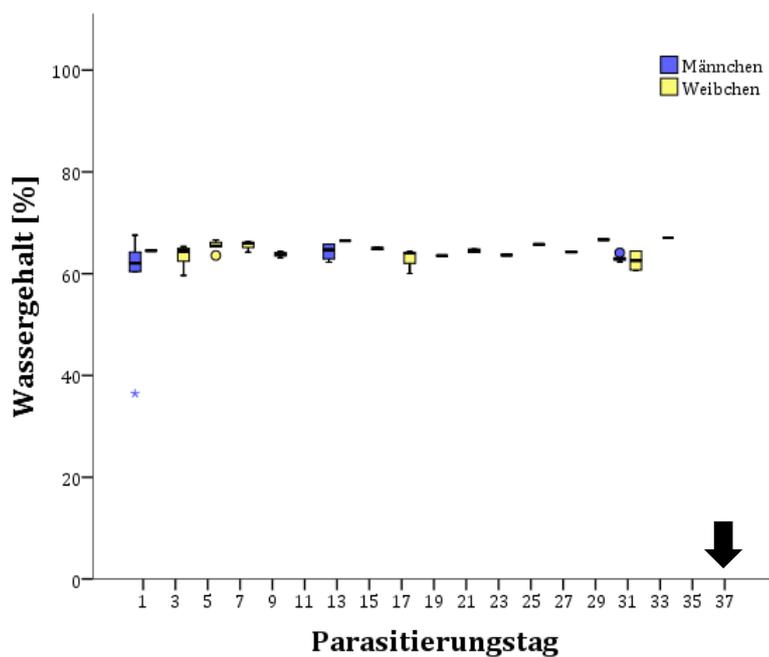


Abbildung 55: *G. lip.#5*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 36: *G. lip.*#5: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀) und Männchen (♂), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

G. lip. #5	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%] Männchen
Tag 1	1	6	1,6450	0,9432 ± 0,0667	0,5840	0,3743 ± 0,0125	64,5	58,8 ± 4,58
Tag 3	5		1,4702 ± 0,0530	-	0,5380 ± 0,0203	-	63,4 ± 0,94	-
Tag 5	5		1,3262 ± 0,1207	-	0,4608 ± 0,0482	-	65,4 ± 0,46	-
Tag 7	3		1,3220 ± 0,0495	-	0,4570 ± 0,0239	-	65,5 ± 0,52	-
Tag 9	3		1,5243 ± 0,0814	-	0,5513 ± 0,0260	-	63,8 ± 0,31	-
Tag 11	0		-	-	-	-	-	-
Tag 13	1	6	1,2670	1,0015 ± 0,0275	0,4250	0,3568 ± 0,0104	66,5	64,4 ± 0,63
Tag 15	2		1,4420 ± 0,0495	-	0,5055 ± 0,0152	-	64,9 ± 0,15	-
Tag 17	3		1,4380 ± 0,0391	-	0,5337 ± 0,0105	-	62,8 ± 1,14	-
Tag 19	1		1,3930	-	0,5080	-	63,5	-
Tag 21	2		1,4010 ± 0,1110	-	0,4970 ± 0,0361	-	64,5 ± 0,24	-
Tag 23	1		1,4140	-	0,5140	-	63,6	-
Tag 25	1		1,5420	-	0,5280	-	65,8	-
Tag 27	1		1,7070	-	0,6100	-	64,3	-
Tag 29	1		1,2520	-	0,4170	-	66,7	-
Tag 31	2	6	1,4215 ± 0,0746	1,1810 ± 0,0312	0,5300 ± 0,0092	0,4363 ± 0,0102	62,6 ± 1,32	63,0 ± 0,25
Tag 33	1		1,4230	-	0,4690	-	67,0	-
Tag 35			-	-	-	-	-	-
Tag 37	tot							
MW	Σ33	Σ18	1,4368 ± 0,0362	1,0419 ± 0,0418	0,5080 ± 0,0118	0,3891 ± 0,0110	64,7 ± 0,32	62,1 ± 1,82

Von den Nachkommen der Wespe *G. lip.#6* wurden die Daten aller 17 Weibchen, aber keine von den Männchen ausgewertet. Die Wespe produzierte insgesamt wenige Nachkommen. Beim Frischgewicht, Trockengewicht und Wassergehalt der Nachkommen ließ sich kein Trend in Bezug auf den Parasitierungstag und somit zum Alter der Mutterwespe feststellen. Die Nachkommen vom späten Parasitierungstag waren insgesamt leichter als die der frühen Parasitierungstage 2, 5 und 7, der Wassergehalt dafür tendenziell höher (Abb. 56-58).

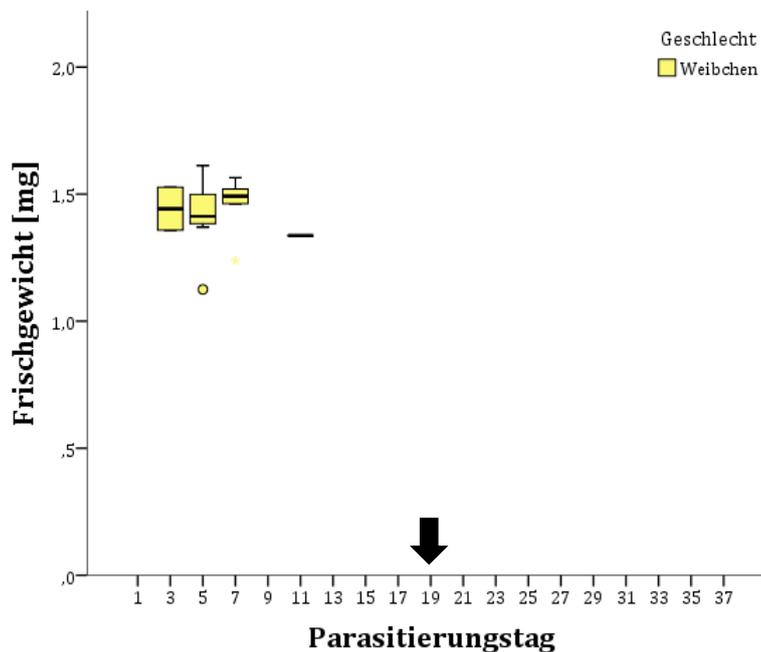


Abbildung 56: *G. lip.#6*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

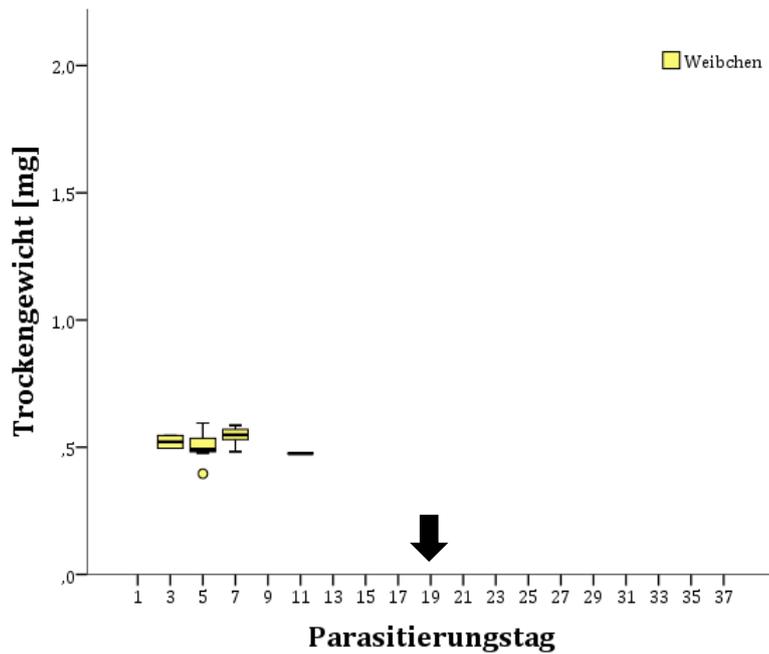


Abbildung 57: *G. lip.#6*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

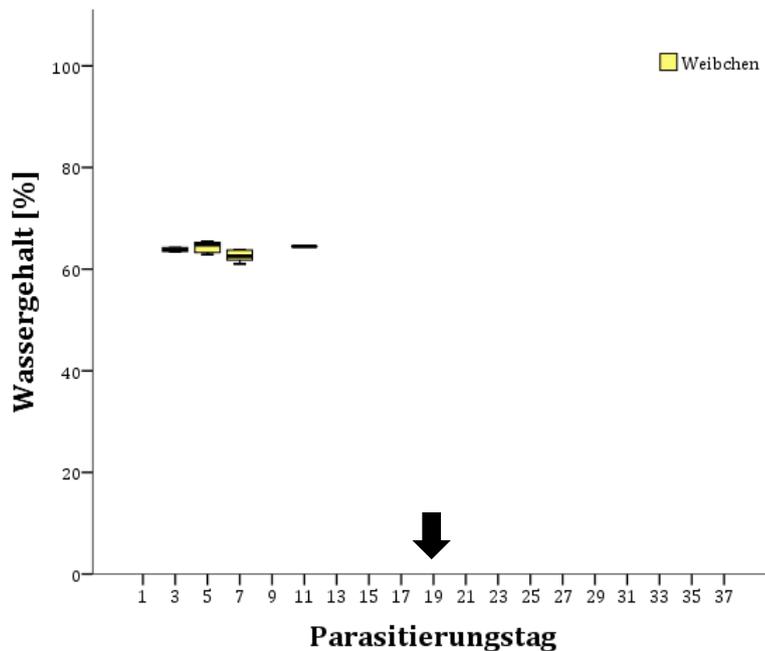


Abbildung 58: *G. lip.#6*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 37: *G. lip.*#6: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

G. lip. #6	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%] Männchen
Tag 1			-	-	-	-	-	-
Tag 3	2		1,4425 ± 0,0598	-	0,5210 ± 0,0177	-	63,9 ± 0,27	-
Tag 5	9		1,4223 ± 0,0441	-	0,5063 ± 0,0185	-	64,4 ± 0,33	-
Tag 7	5		1,4556 ± 0,0508	-	0,5436 ± 0,0160	-	62,6 ± 0,49	-
Tag 9			-	-	-	-	-	-
Tag 11	1		1,3370	-	0,4750	-	64,5	-
Tag 13			-	-	-	-	-	-
Tag 15			-	-	-	-	-	-
Tag 17			-	-	-	-	-	-
Tag 19	tot							
MW	Σ17		1,4144 ± 0,0386	-	0,5115 ± 0,0130	-	63,8 ± 0,28	-

Die Wespe *G. lip.#8* produzierte lediglich 3 weibliche Nachkommen, jeweils ein Weibchen am 5., 7. und 11. Parasitierungstag. Die Daten dieser Tiere flossen in die Auswertungen ein. Männchen wurden nicht ausgewertet. Das Frischgewicht der Weibchen nahm von Parasitierungstag zu Parasitierungstag zu, d.h. am schwersten war die Wespe von Parasitierungstag 11, am leichtesten jene von Parasitierungstag 5. Ein ähnliches Bild ergab sich für das Trockengewicht. Beim Wassergehalt der Nachkommen ließ sich kein Trend in Bezug auf den Parasitierungstag und somit zum Alter der Mutterwespe feststellen (Abb. 59-61).

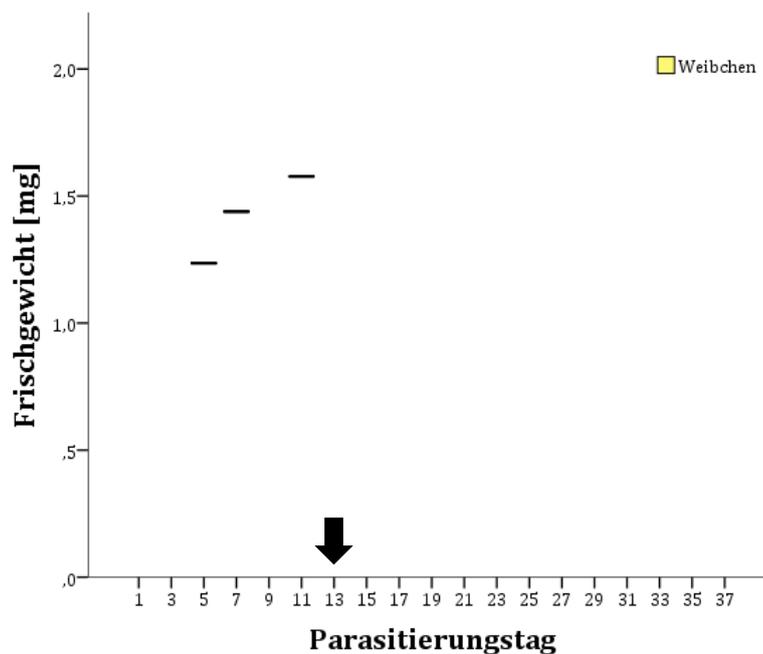


Abbildung 59: *G. lip.#8*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

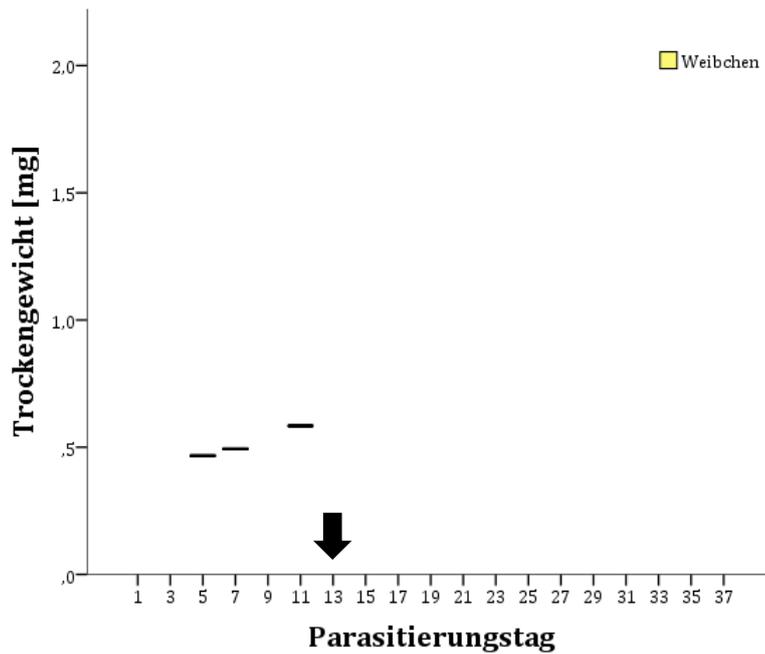


Abbildung 60: *G. lip.#8*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

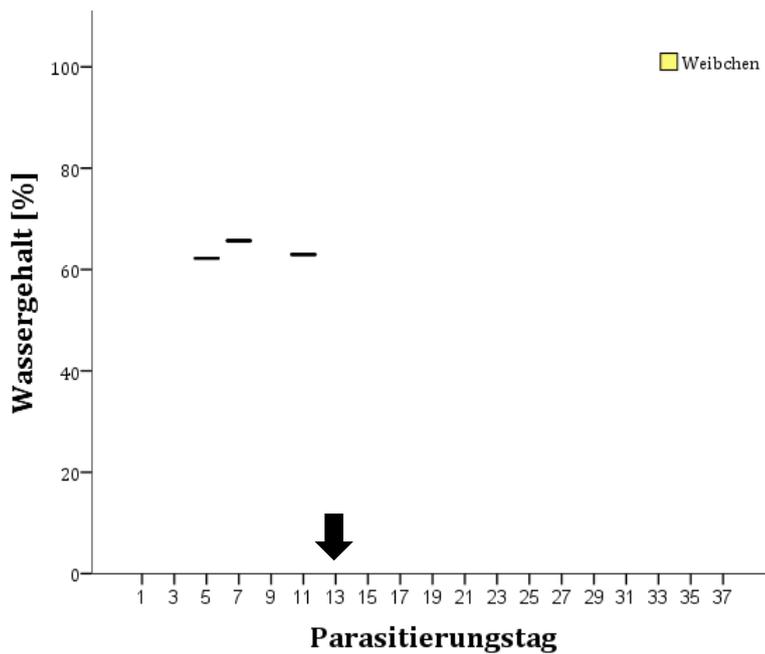


Abbildung 61: *G. lip.#8*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 38: *G. lip.*#8: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

<i>G. lip.</i> #8	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%] Männchen
Tag 1			-	-	-	-	-	-
Tag 3			-	-	-	-	-	-
Tag 5	1		1,2360	-	0,4670	-	62,2	-
Tag 7	1		1,4390	-	0,4940	-	65,7	-
Tag 8			-	-	-	-	-	-
Tag 11	1		1,5770	-	0,5840	-	63,0	-
Tag 13	tot							
MW	Σ3		1,4173 ± 0,9903	-	0,5150 ± 0,3537	-	63,6 ± 1,06	-

Für *G. lip.*#9 gab es nur am Parasitierungstag 1 Nachkommen, davon zwei Weibchen. Aussagen über einen Einfluss des Alters der Mutterwespe auf die Parameter Frisch- und Trockengewicht sowie Wassergehalt können daher nicht getroffen werden. Männchen wurden nicht ausgewertet (Abb. 62-64).

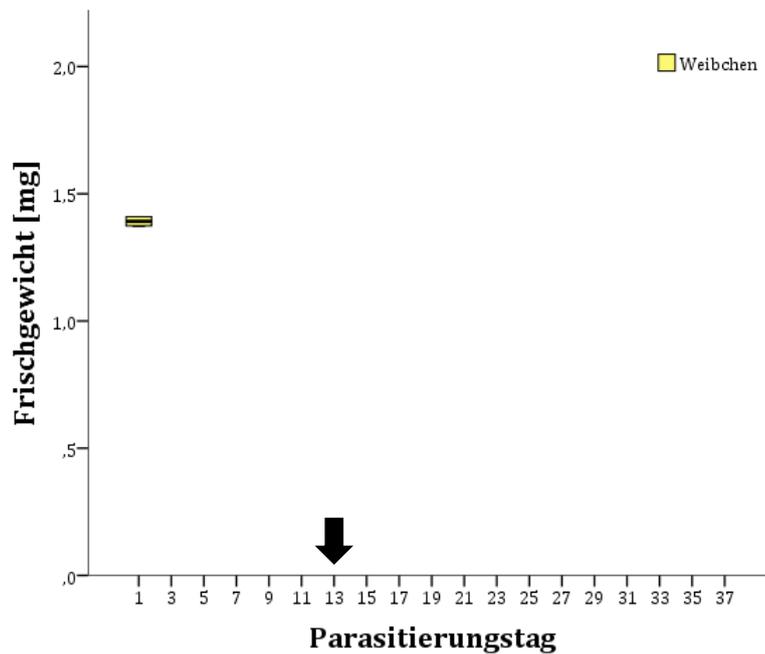


Abbildung 62: *G. lip.*#9, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

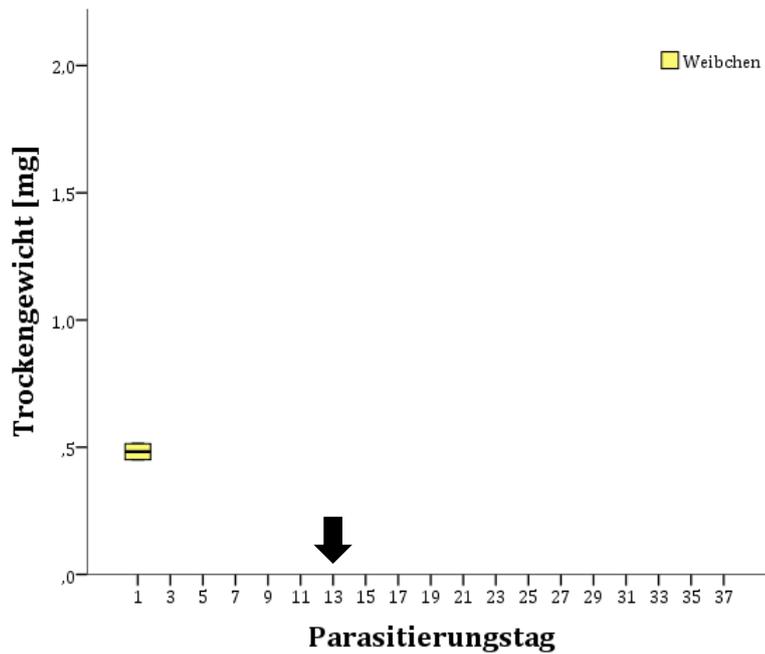


Abbildung 63: *G. lip.#9*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

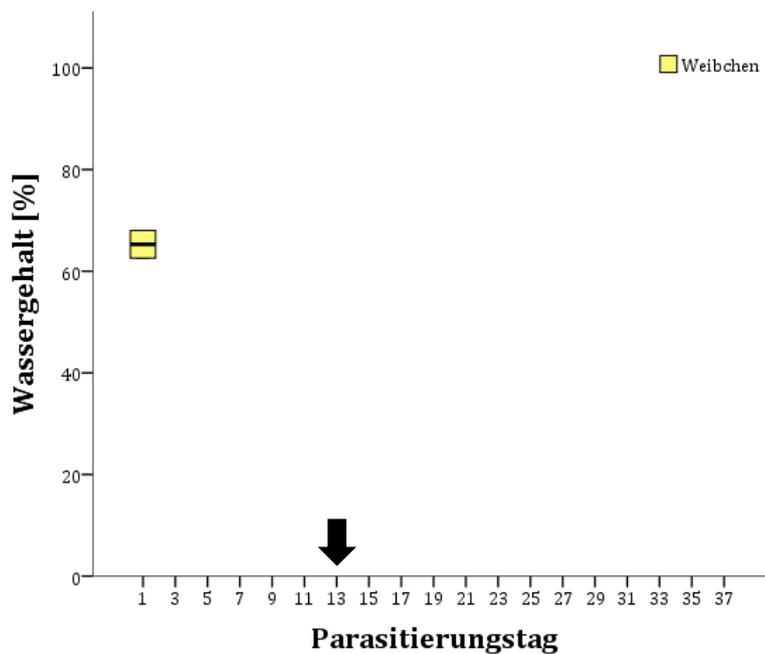


Abbildung 64: *G. lip.#9*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 39: *G. lip.*#9: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

<i>G. lip.</i> #9	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%]Männchen
Tag 1	2		1,3920 ± 0,0127	-	0,4825 ± 0,0223	-	65,3 ± 1,92	-
Tag 3			-	-	-	-	-	-
Tag 5			-	-	-	-	-	-
Tag 7			-	-	-	-	-	-
Tag 9			-	-	-	-	-	-
Tag 11			-	-	-	-	-	-
Tag 13	tot							
MW	Σ2		1,3920 ± 0,0127	-	0,4825 ± 0,0223	-	65,3 ± 1,92	-

Von den Nachkommen der Wespe *G. lip.#10* wurden die Daten aller 87 Weibchen und einer Auswahl von 18 Männchen ausgewertet. Die Mutterwespe lebte extrem lange und produzierte bis zum Tag 31 Nachkommen. Mit Ausnahme des Frischgewichtes der Männchen, ließ sich bei den drei Parametern kein Trend in Bezug auf den Parasitierungstag und somit zum Alter der Mutterwespe feststellen. Das Frischgewicht der Männchen stieg vom frühesten bis zum spätesten Parasitierungstag an. Davon abgesehen blieben die drei Parameter über die gesamte Lebensspanne hinweg relativ konstant. Das Frischgewicht (ca. 0,9 mg) bzw. das Trockengewicht (ca. 0,4 mg) der Männchen lag immer weit unter jenem der Weibchen (ca. 1,0 bzw. 0,5 mg); beide wiesen ähnlich breite Streuungen um den Mittelwert auf. Vergleicht man die Streuung von Frisch- und Trockengewicht, war die der Trockengewichte weit geringer als jene der Frischgewichte. Mit Ausnahme der Männchen von Parasitierungstag 1, lagen alle Wassergehalte relativ konstant um die 65%. Die Männchen am Parasitierungstag 1 wiesen einen geringeren Wassergehalt auf, dieser war auch sehr weit gestreut (30-65%) (Abb. 65-67).

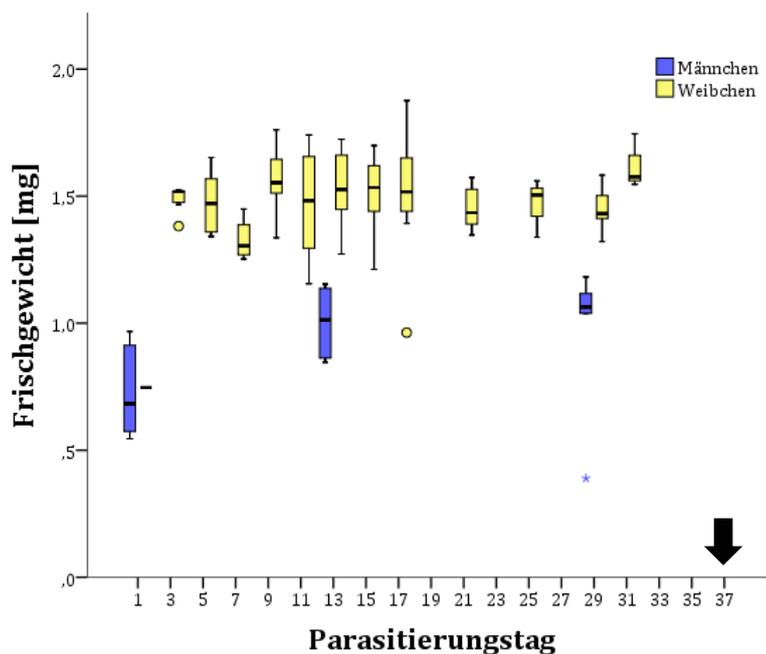


Abbildung 65: *G. lip.#10*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

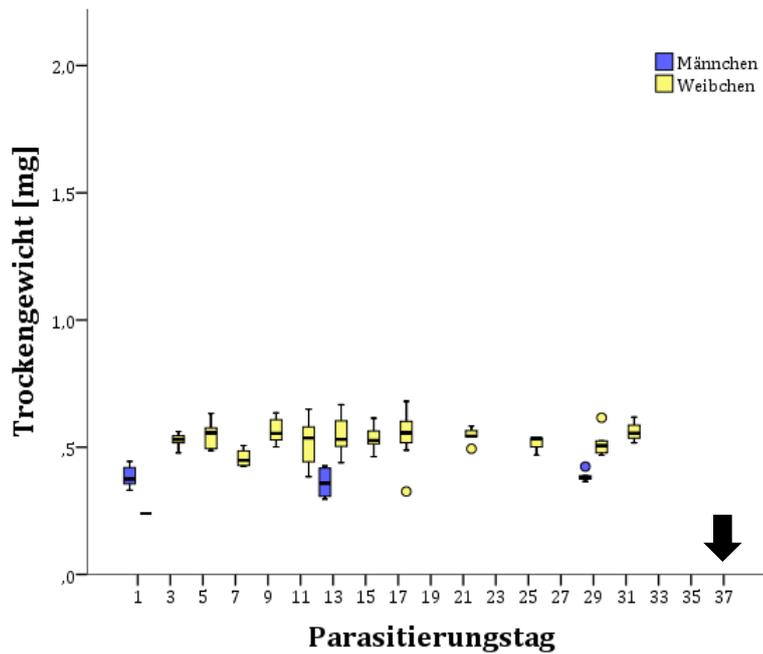


Abbildung 66: *G. lip.#10*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

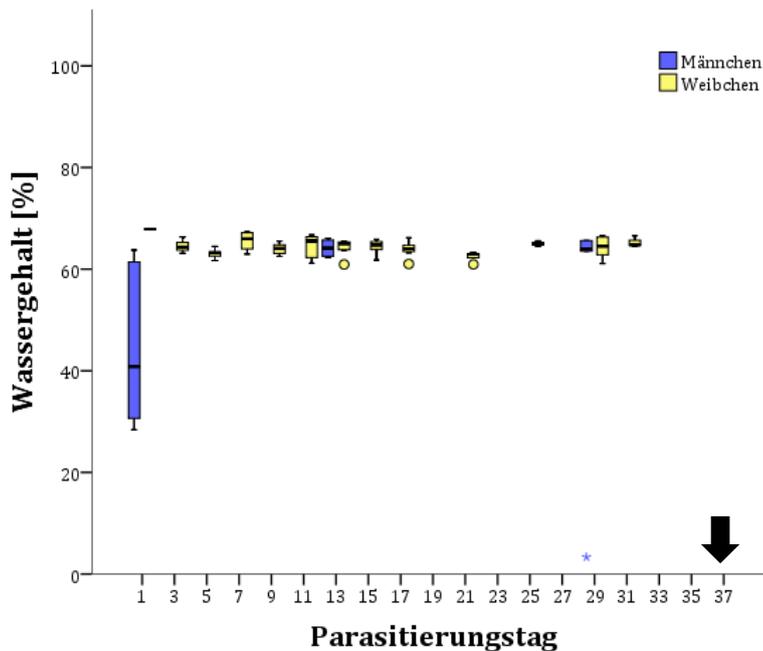


Abbildung 67: *G. lip.#10*, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 40: *G. lip.*#10: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀) und Männchen (♂), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

<i>G. lip.</i> #10	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%] Männchen
Tag 1	1	6	0,7470	0,7275 ± 0,0732	0,2400	0,3837 ± 0,0170	67,9	44,3 ± 6,2
Tag 3	7		1,4879 ± 0,0180	-	0,5276 ± 0,0096	-	64,5 ± 0,39	-
Tag 5	7		1,4740 ± 0,0438	-	0,5451 ± 0,0193	-	63,1 ± 0,32	-
Tag 7	4		1,3278 ± 0,0373	-	0,4570 ± 0,0162	-	65,6 ± 0,87	-
Tag 9	13		1,5735 ± 0,0326	-	0,5656 ± 0,0127	-	64,1 ± 0,27	-
Tag 11	18		1,4670 ± 0,0425	-	0,5238 ± 0,0191	-	64,4 ± 0,48	-
Tag 13	7	6	1,5343 ± 0,0571	1,0042 ± 0,0602	0,5501 ± 0,0279	0,3607 ± 0,0243	64,3 ± 0,57	64,1 ± 0,64
Tag 15	6		1,5063 ± 0,0630	-	0,5348 ± 0,0190	-	64,4 ± 0,55	-
Tag 17	8		1,5066 ± 0,0888	-	0,5448 ± 0,0347	-	63,9 ± 0,49	-
Tag 19			-	-	-	-	-	-
Tag 21	5		1,4544 ± 0,0376	-	0,5454 ± 0,0134	-	62,5 ± 0,38	-
Tag 23			-	-	-	-	-	-
Tag 25	3		1,4673 ± 0,0544	-	0,5133 ± 0,0181	-	65,0 ± 0,26	-
Tag 27			-	-	-	-	-	-
Tag 29	5	6	1,4498 ± 0,0394	0,9760 ± 0,1190	0,5188 ± 0,0235	0,3857 ± 0,0083	64,3 ± 0,94	54,4 ± 10,21
Tag 31	3		1,6223 ± 0,0506	-	0,5633 ± 0,0240	-	65,3 ± 0,51	-
Tag 33			-	-	-	-	-	-
Tag 35			-	-	-	-	-	-
Tag 37	tot							
MW	Σ87	Σ18	1,4322 ± 0,0435	0,9026 ± 0,0841	0,5010 ± 0,0183	0,3767 ± 0,0165	64,6 ± 0,46	54,3 ± 5,68

Die Wespe *G. lip.* #11 produzierte nur männliche Nachkommen. Von diesen wurden die Daten von insgesamt 18 Wespen der Parasitierungstage 1, 11 und 29 analysiert. Es gab bei allen Parametern, die bestimmt wurden, Ausreißer, d.h. Individuen mit extrem niedrigem Frisch- und Trockengewicht sowie Wassergehalt. Tendenziell waren die Tiere des ersten Parasitierungstages leichter (Frisch- und Trockengewicht) und hatten einen geringeren Wassergehalt als Wespen der späteren Parasitierungstage (Abb. 68-70).

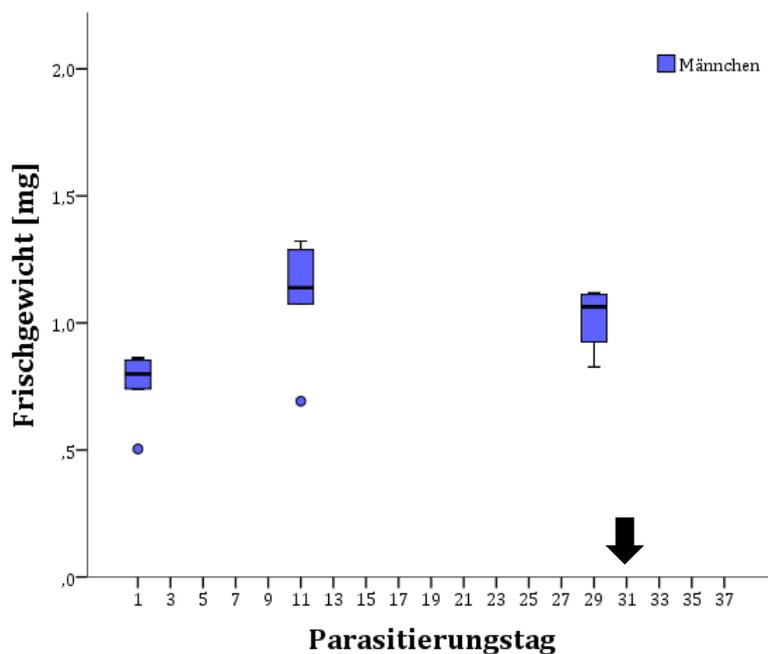


Abbildung 68: *G. lip.* #11, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

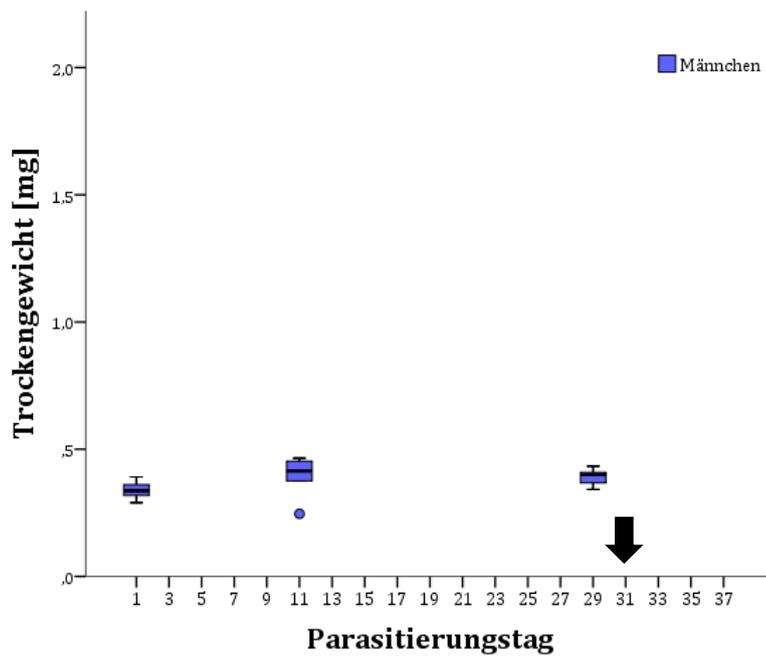


Abbildung 69: *G. lip.* #11, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

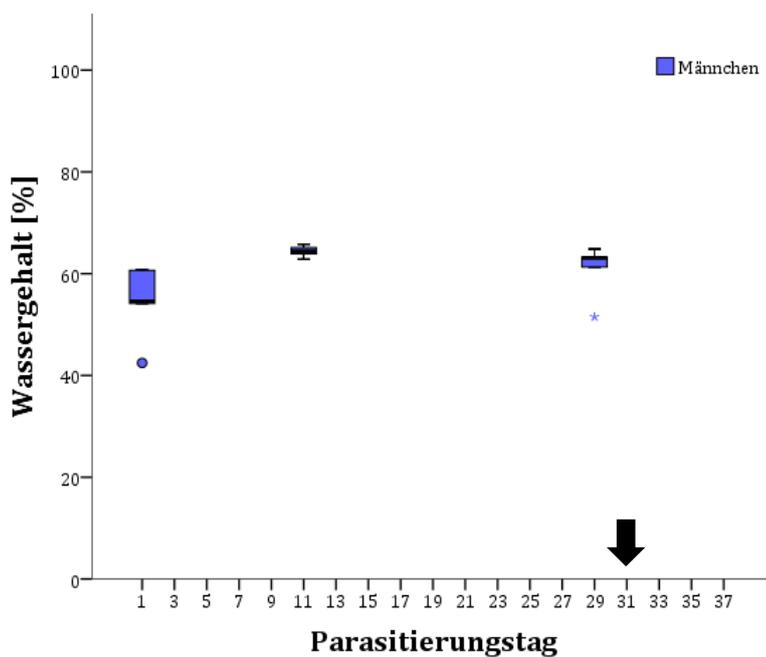


Abbildung 70: *G. lip.* #11, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 41: *G. lip.*#11: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Männchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) Männchen (σ), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

<i>G. lip.</i> #11	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%]Männchen
Tag 1		6	-	0,7598 ± 0,0542	-	0,3388 ± 0,0142	-	54,5 ± 2,72
Tag 3			-	-	-	-	-	-
Tag 5			-	-	-	-	-	-
Tag 7			-	-	-	-	-	-
Tag 9			-	-	-	-	-	-
Tag 11		6	-	1,1090 ± 0,0921	-	0,3947 ± 0,0326	-	64,4 ± 0,41
Tag 13			-	-	-	-	-	-
Tag 15			-	-	-	-	-	-
Tag 17			-	-	-	-	-	-
Tag 19			-	-	-	-	-	-
Tag 21			-	-	-	-	-	-
Tag 23			-	-	-	-	-	-
Tag 25			-	-	-	-	-	-
Tag 27			-	-	-	-	-	-
Tag 29		6	-	1,0183 ± 0,0479	-	0,3918 ± 0,0131	-	61,2 ± 1,99
Tag 31	tot							
MW		Σ18	-	0,9624 ± 0,0647	-	0,3751 ± 0,0200	-	60,0 ± 1,71

Von den Nachkommen der Wespe *G. lip.#12* wurden Daten von allen 74 Weibchen sowie von 18 Männchen ausgewertet. Beim Frischgewicht, Trockengewicht und Wassergehalt der Nachkommen ließ sich kein Trend in Bezug auf den Parasitierungstag und somit zum Alter der Mutterwespe feststellen. Die drei Parameter blieben über die gesamte Lebensspanne hinweg relativ konstant. Das Frischgewicht (ca. 1,1 mg) bzw. das Trockengewicht (ca. 0,3 mg) der Männchen lag immer weit unter jenem der Weibchen (ca. 1,4 bzw. 0,5 mg); beide wiesen ähnlich breite Streuungen um den Mittelwert auf. Vergleicht man die Streuung von Frisch- und Trockengewicht, waren die der Trockengewichte weit geringer als jene der Frischgewichte. Die Wassergehalte aller Nachkommen lagen konstant um 65% (Abb. 71-73).

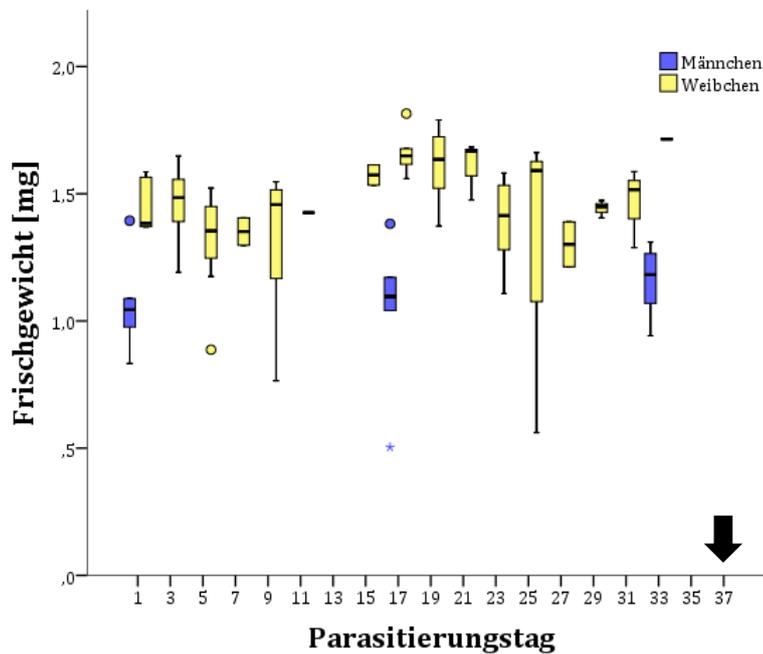


Abbildung 71: *G. lip.#12*, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

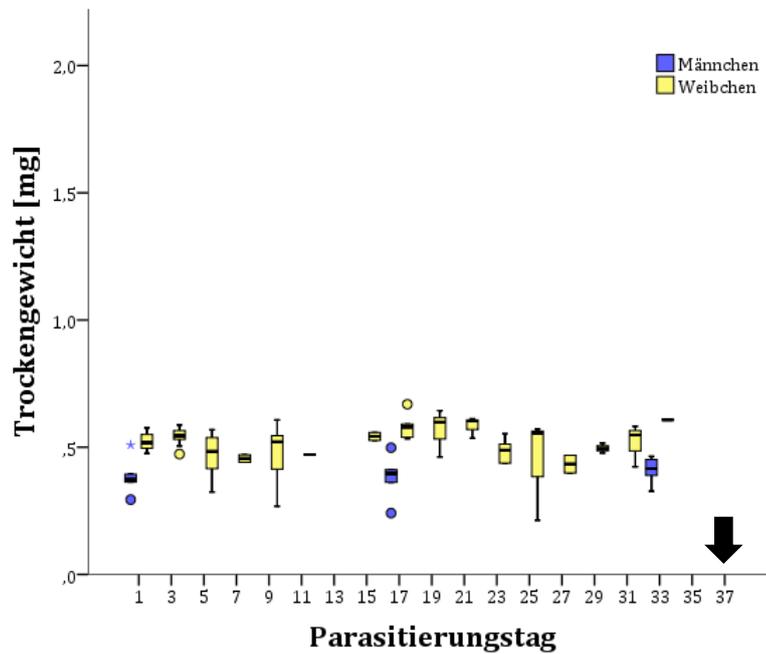


Abbildung 72: *G. lip.#12*, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

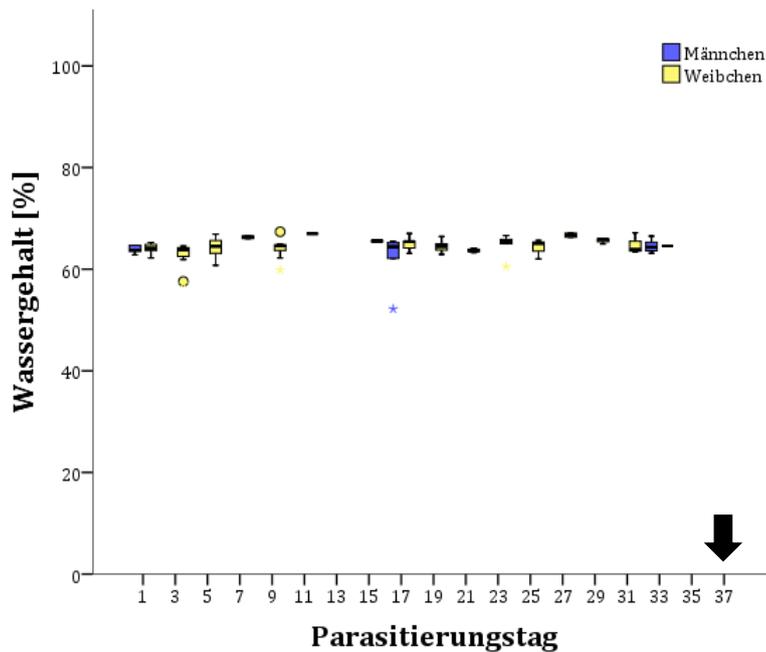


Abbildung 73: *G. lip.#12*, Wassergehalt [%] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Sterne stellen Ausreißer dar. Der schwarze Pfeil markiert den Todestag der Mutterwespe.

Tabelle 42: *G. lip.*#12: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀) und Männchen (♂), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.

<i>G. lip.</i> #12	n ♀	n ♂	FG [mg] Weibchen	FG [mg] Männchen	TG [mg] Weibchen	TG [mg] Männchen	H ₂ O-Gehalt [%] Weibchen	H ₂ O-Gehalt [%] Männchen
Tag 1	5	6	1,4550 ± 0,0441	1,0633 ± 0,0757	0,5232 ± 0,0161	0,3847 ± 0,0286	64,0 ± 0,48	63,9 ± 0,30
Tag 3	11		1,4584 ± 0,0416	-	0,5430 ± 0,0094	-	62,6 ± 0,77	-
Tag 5	10		1,3173 ± 0,0554	-	0,4705 ± 0,0232	-	64,3 ± 0,56	-
Tag 7	2		1,3515 ± 0,0378	-	0,4555 ± 0,0103	-	66,3 ± 0,19	-
Tag 9	10		1,3244 ± 0,0875	-	0,4786 ± 0,0359	-	64,1 ± 0,59	-
Tag 11	1		1,4260	-	0,4710	-	67,0	-
Tag 13			-	-	-	-	-	-
Tag 15	2		1,5735 ± 0,0279	-	0,5425 ± 0,0110	-	65,5 ± 0,08	-
Tag 17	5	6	1,6632 ± 0,0382	1,0483 ± 0,1194	0,5822 ± 0,0218	0,3843 ± 0,0343	65,0 ± 0,59	62,3 ± 2,08
Tag 19	8		1,6155 ± 0,0492	-	0,5749 ± 0,0212	-	64,5 ± 0,36	-
Tag 21	3		1,6080 ± 0,0544	-	0,5837 ± 0,0196	-	63,7 ± 0,21	-
Tag 23	5		1,3832 ± 0,0772	-	0,4854 ± 0,0200	-	64,7 ± 0,96	-
Tag 25	3		1,2713 ± 0,2905	-	0,4467 ± 0,0955	-	64,2 ± 0,91	-
Tag 27	2		1,3010 ± 0,0622	-	0,4335 ± 0,0244	-	66,7 ± 0,28	-
Tag 29	3		1,4423 ± 0,0163	-	0,4960 ± 0,0092	-	65,6 ± 0,27	-
Tag 31	3		1,4637 ± 0,0736	-	0,5177 ± 0,0395	-	64,8 ± 0,98	-
Tag 33	1	6	1,7140	1,1583 ± 0,0584	0,6070	0,4107 ± 0,0209	64,6	64,5 ± 0,49
Tag 35			-	-	-	-	-	-
Tag 37	tot							
MW	Σ74	Σ18	1,4605 ± 0,0598	1,0900 ± 0,0845	0,5132 ± 0,0223	0,3932 ± 0,0279	64,9 ± 0,45	63,6 ± 0,96

Unterschiede im Gewicht und Wassergehalt der Nachkommen von jungen, mittelalten und alten Mutterwespen

In den Abbildungen 74-79 wurden alle Nachkommen entsprechend dem Alter der Mutterwespen zusammengefasst („jung“ entspricht dem Alter der Mutterwespen der Parasitierungstage 1-9, „mittel“ entspricht dem Alter der Mutterwespen der Parasitierungstage 11-19 und „alt“ entspricht dem Alter der Mutterwespen der Parasitierungstage 21-29).

Bei den Nachkommen von Population 1 konnte weder beim Frischgewicht der Männchen noch beim Frischgewicht der Weibchen ein signifikanter Unterschied festgestellt werden, wenn die Mutterwespen bei der Parasitierung jung, mittelalt oder alt waren (Abb. 74). Bei den Nachkommen von Population 2 traten signifikante Unterschiede sowohl bei den Männchen als auch bei den Weibchen auf (Abb. 77). Männliche Nachkommen von jungen Mutterwespen aus Population 2 waren signifikant leichter als Nachkommen von mittelalten Mutterwespen ($p=0,028$), unterschieden sich aber nicht von den Nachkommen alter Mutterwespen ($p=0,209$). Ebenso unterschieden sich männliche Nachkommen von mittelalten Mutterwespen aus Population 2 nicht von jenen, die von alten Mutterwespen stammten ($p=0,915$). Bei den weiblichen Nachkommen war das Ergebnis ähnlich, Nachkommen von jungen Mutterwespen waren signifikant leichter als jene von mittelalten Mutterwespen ($p=0,008$), unterschieden sich aber nicht von den Nachkommen alter Mutterwespen ($p=0,987$). Zwischen den weiblichen Nachkommen von mittelalten und alten Mutterwespen gab es keinen signifikanten Unterschied ($p=0,077$) in Bezug auf das Frischgewicht (Abb. 77).

Beim Trockengewicht waren die Ergebnisse für die Nachkommen von Population 1 ähnlich wie jene beim Frischgewicht. Das Trockengewicht der Nachkommen unterschiedlich alter Mutterwespen unterschied sich weder bei den Männchen (ANOVA, $p=0,105$) noch bei den Weibchen (ANOVA, $p=0,559$) (Abb. 75). Auch bei den Männchen von Population 2 traten keine Unterschiede auf, die durch das Alter der Mutterwespen bedingt waren (ANOVA, $p=0,638$). Bei den Weibchen von Population 2 gab es einen signifikanten Unterschied (ANOVA, $p=0,031$). Die Ergebnisse des Scheffé-Tests zeigten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen „jung“ und „alt“ ($p=0,980$), „jung“ und „mittel“ ($p=0,056$)

bzw. „alt“ und „mittel ($p=0,121$) (Abb. 78).

Die Wassergehalte der männlichen Nachkommen von Population 1 unterschieden sich signifikant von einander. Männchen von mittelalten Mutterwespen hatten einen signifikant höheren Wassergehalt als jene von alten Mutterwespen ($p=0,015$). Kein Unterschied konnte zwischen den Männchen von mittelalten und jungen ($p=0,146$) und jungen und alten Mutterwespen ($p=0,217$) festgestellt werden. Ebenso unterschieden sich die Wassergehalte der Weibchen von unterschiedlich alten Mutterwespen nicht von einander (Abb. 76). Auch bei den Nachkommen von Population 2 hatte das Alter der Mutterwespen keinen signifikanten Einfluss auf den Wassergehalt (ANOVA; Männchen $p=0,061$, Weibchen $p=0,449$) (Abb.79).

In Tabelle 43 sind die Frisch- und Trockengewichte und Wassergehalte der Nachkommen von unterschiedlich alten Mutterwespen von Population 1 und Population 2 zusammengefasst. Ein Vergleich der Geschlechter der beiden Populationen zeigt, dass bei Männchen signifikante Unterschiede lediglich im Trockengewicht der Nachkommen von jungen Mutterwespen auftraten. Männchen aus Population 1 waren signifikant schwerer als jene aus Population 2 ($p=0,047$). Bei den weiblichen Nachkommen von Population 1 und Population 2 unterschieden sich die Tiere der Gruppe „mittel“ sowohl beim Frischgewicht ($p=0,000$) als auch beim Trockengewicht ($p=0,003$) signifikant von einander. Weibchen der Population 2 dieser Gruppe waren signifikant schwerer als Weibchen der Population 1. Weiters unterschieden sich die Weibchen in Frisch- und Trockengewicht signifikant von einander, wenn die Nachkommen über die gesamte Lebensspanne der Mutterwespen miteinander verglichen wurden ($p=0,000$; $p=0,001$). In beiden Fällen waren Weibchen der Population 1 leichter als Weibchen der Population 2.

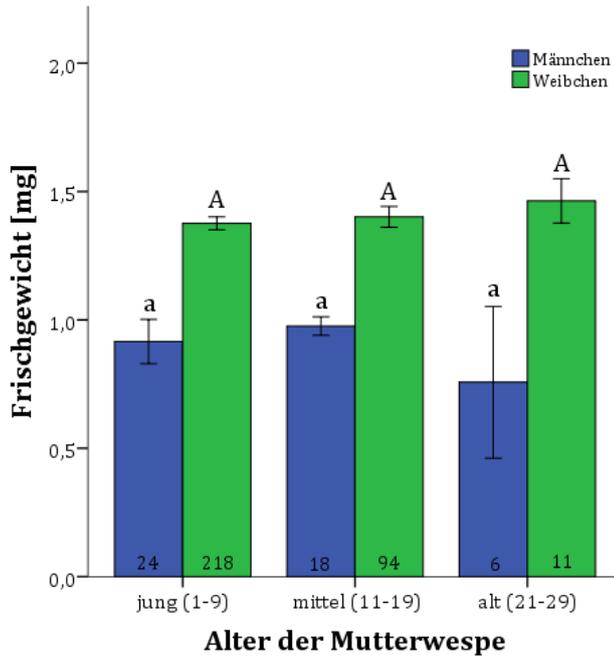


Abbildung 74: Population 1: Frischgewicht [mg] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (Zahlenwerte in Klammern geben die Parasitierungstage). Dargestellt sind die Mittelwerte und der zweifache Standardfehler. Unterschiedliche Groß- und Kleinbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede zwischen den Männchen bzw. Weibchen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). Zahlenwerte in den Säulen geben die Anzahl der Wespen an, die in die Auswertungen einbezogen wurden.

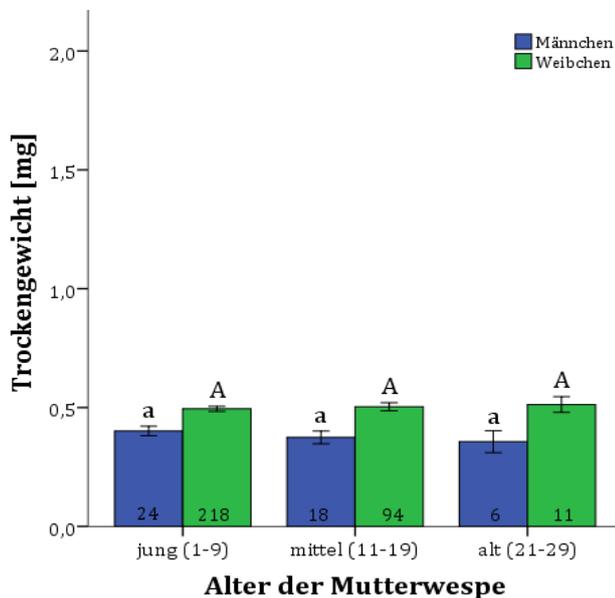


Abbildung 75: Population 1: Trockengewicht [mg] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (Zahlenwerte in Klammern geben die Parasitierungstage). Dargestellt sind die Mittelwerte und der zweifache Standardfehler. Unterschiedliche Groß- und Kleinbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede zwischen den Männchen bzw. Weibchen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). Zahlenwerte in den Säulen geben die Anzahl der Wespen an, die in die Auswertungen einbezogen wurden.

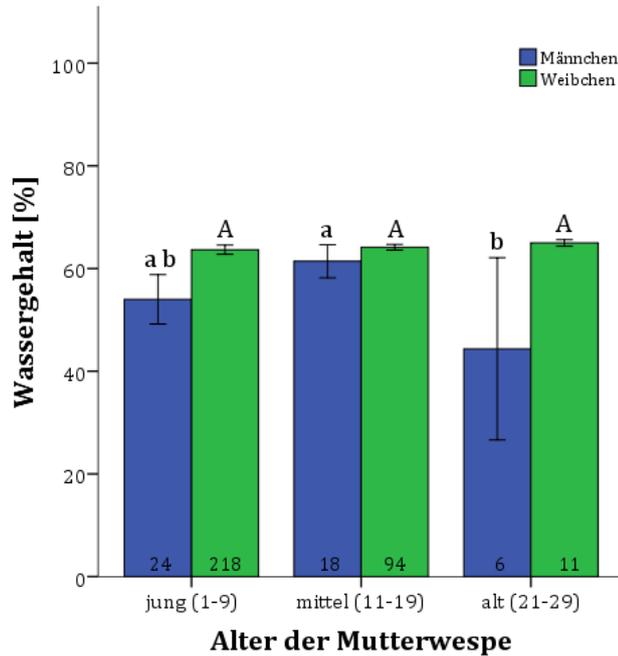


Abbildung 76: Population 1: Wassergehalt [%] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (Zahlenwerte in Klammern geben die Parasitierungstage). Dargestellt sind die Mittelwerte und der zweifache Standardfehler. Unterschiedliche Groß- und Kleinbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede zwischen den Männchen bzw. Weibchen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). Zahlenwerte in den Säulen geben die Anzahl der Wespen an, die in die Auswertungen einbezogen wurden.

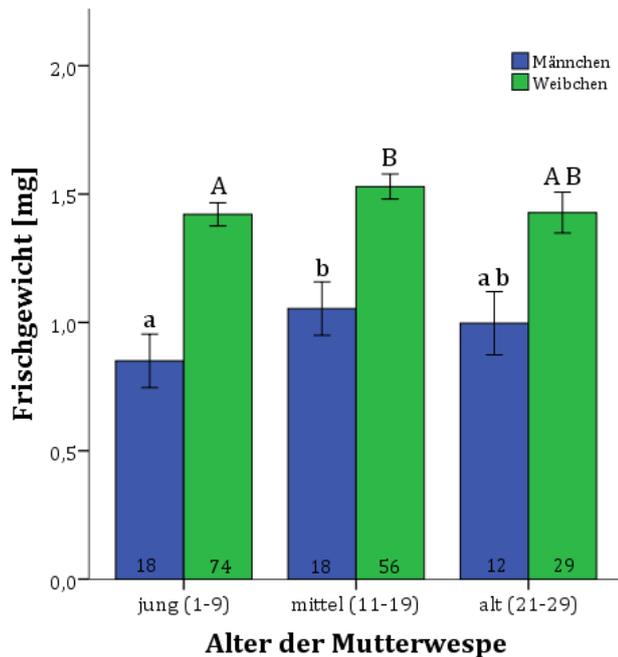


Abbildung 77: Population 2: Frischgewicht [mg] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (Zahlenwerte in Klammern geben die Parasitierungstage). Dargestellt sind die Mittelwerte und der zweifache Standardfehler. Unterschiedliche Groß- und Kleinbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede zwischen den Männchen bzw. Weibchen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). Zahlenwerte in den Säulen geben die Anzahl der Wespen an, die in die Auswertungen einbezogen wurden.

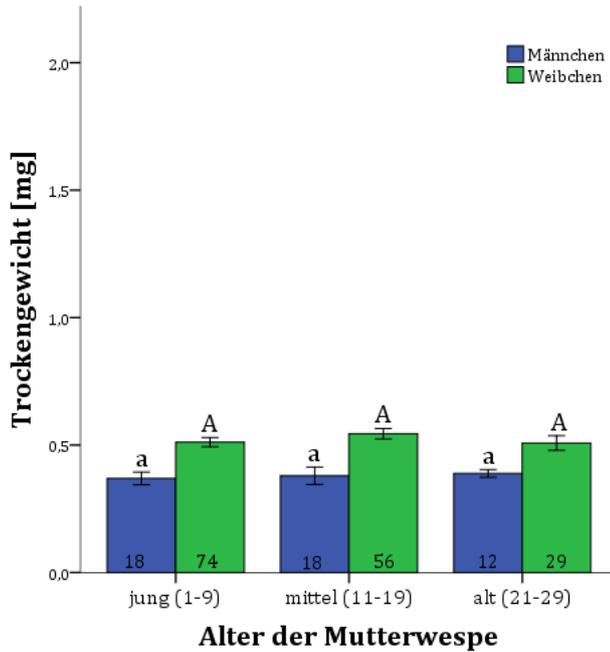


Abbildung 78: Population 2: Trockengewicht [mg] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (Zahlenwerte in Klammern geben die Parasitierungstage). Dargestellt sind die Mittelwerte und der zweifache Standardfehler. Unterschiedliche Groß- und Kleinbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede zwischen den Männchen bzw. Weibchen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). Zahlenwerte in den Säulen geben die Anzahl der Wespen an, die in die Auswertungen einbezogen wurden.

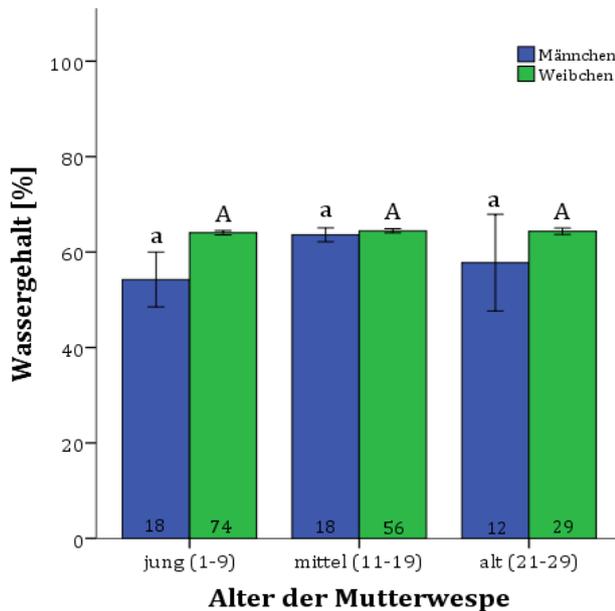


Abbildung 79: Population 2: Wassergehalt [%] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (Zahlenwerte in Klammern geben die Parasitierungstage). Dargestellt sind die Mittelwerte und der zweifache Standardfehler. Unterschiedliche Groß- und Kleinbuchstaben über den Säulen geben signifikante Unterschiede zwischen den Männchen bzw. Weibchen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). Zahlenwerte in den Säulen geben die Anzahl der Wespen an, die in die Auswertungen einbezogen wurden.

Tabelle 43: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der Nachkommen von Population 1 und Population 2, getrennt nach dem Alter der Mutterwespen (jung, mittel und alt) sowie der Nachkommen über die gesamte Lebensspanne der Mutterwespen. Die Werte geben Mittelwerte und Standardfehler an sowie Unterschiede zwischen den Männchen bzw. den Weibchen innerhalb der Altersklassen (t-test, $p < 0,05$). In Klammer ist die Anzahl an untersuchten Wespen angegeben.

	Alter der Mutterwespe	Weibchen			Männchen		
		Pop. 1 MW±SE	Pop. 2 MW±SE	Signifikanz	Pop. 1 MW±SE	Pop. 2 MW±SE	Signifikanz
Frischgewicht [mg]	Jung (n=334)	1,38 ± 0,013 (n=218)	1,42 ± 0,023 (n=74)	p= 0,080	0,92 ± 0,043 (n=24)	0,85 ± 0,052 (n=18)	p=0,337
	Mittel (n=186)	1,40 ± 0,020 (n=94)	1,53 ± 0,024 (n=56)	p=0,000	0,98 ± 0,018 (n=18)	1,05 ± 0,052 (n=18)	p=0,171*
	Alt (n=58)	1,46 ± 0,043 (n=11)	1,43 ± 0,040 (n=29)	p=0,613	0,76 ± 0,148 (n=6)	1,00 ± 0,062 (n=12)	p=0,178*
	Gesamte Lebensspanne (n=600)	1,39 ± 0,010 (n=326)	1,47±0,015 (n=166)	p= 0,000	0,95 ± 0,029 (n=54)	0,99±0,0316 (n=54)	p= 0,385
Trockengewicht [mg]	Jung (n=334)	0,50 ± 0,005 (n=218)	0,51 ± 0,009 (n=74)	p=0,111	0,40 ± 0,010 (n=24)	0,37 ± 0,012 (n=18)	p=0,047
	Mittel (n=186)	0,50 ± 0,008 (n=94)	0,55 ± 0,010 (n=56)	p=0,003	0,37 ± 0,013 (n=18)	0,38 ± 0,017 (n=18)	p=0,796
	Alt (n=58)	0,51 ± 0,017 (n=11)	0,51 ± 0,014 (n=29)	p=0,857	0,36 ± 0,023 (n=6)	0,39 ± 0,007 (n=12)	p=0,233*
	Gesamte Lebensspanne (n=600)	0,50 ± 0,004 (n=326)	0,52±0,006 (n=166)	p= 0,001	0,39 ± 0,007 (n=54)	0,38±0,008 (n=54)	p= 0,367
Wassergehalt [%]	Jung (n=334)	63,7 ± 0,45 (n=218)	64,1 ± 0,23 (n=74)	p=0,443*	54,0 ± 2,40 (n=24)	54,2 ± 2,87 (n=18)	p=0,950
	Mittel (n=186)	64,1 ± 0,28 (n=94)	64,4 ± 0,22 (n=56)	p=0,459	61,4 ± 1,62 (n=18)	63,6 ± 0,73 (n=18)	p=0,229*
	Alt (n=58)	65,0 ± 0,32 (n=11)	64,4 ± 0,34 (n=29)	p=0,195*	44,4 ± 8,88 (n=6)	57,8 ± 5,07 (n=12)	p=0,176
	Gesamte Lebensspanne (n=600)	63,9 ± 0,31 (n=326)	64,3±0,14 (n=166)	p= 0,214*	56,4 ± 1,68 (n=54)	59,3±1,57 (n=54)	p= 0,213

Bei mit * markierten Zahlenwerten besteht keine Varianzhomogenität.

In den Abbildungen 80-82 werden Frisch- und Trockengewicht und der Wassergehalt aller Nachkommen (getrennt nach Geschlechtern) aus Population 1 mit jenen aus Population 2 verglichen.

Bei den adulten männlichen Nachkommen war bei Frisch- und Trockengewicht kein signifikanter Unterschied zu erkennen, allerdings hatten Männchen der Population 1 gegenüber Männchen der Population 2 einen signifikant niedrigeren Wassergehalt ($p < 0,05$). Bei den adulten weiblichen Nachkommen gab es weder beim Frisch- und Trockengewicht noch beim Wassergehalt einen signifikanten Unterschied zwischen den Populationen.

In beiden Populationen waren die Weibchen signifikant schwerer als die Männchen (Frisch- und Trockengewicht) ($p < 0,05$). Beim Vergleich der Wassergehalte hatten die Wespenweibchen aus Population 1 und Population 2 signifikant höhere Gehalte als die jeweiligen Männchen ($p < 0,05$).

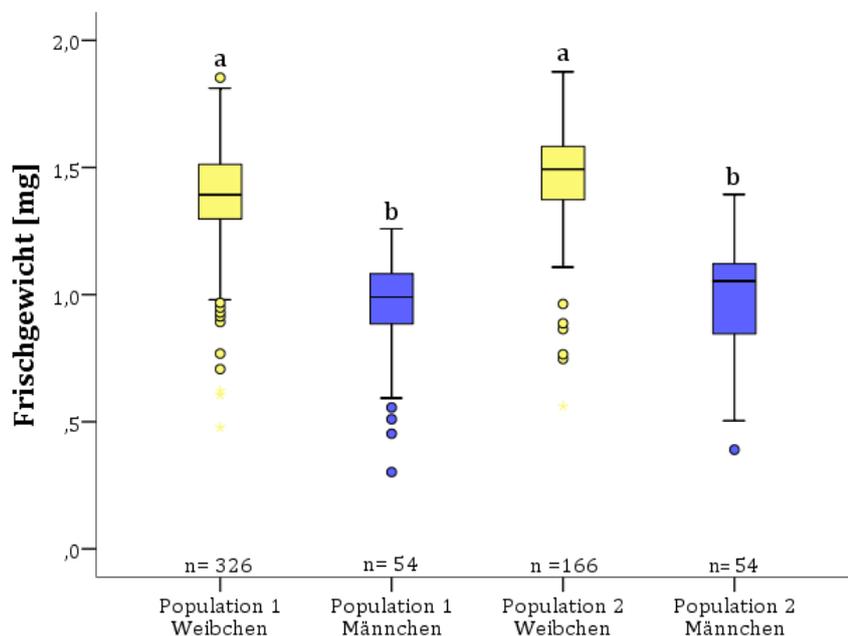


Abbildung 80: Frischgewichte [mg] der adulten weiblichen und männlichen Nachkommen aller Mutterwespen aus Population 1 und 2. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Quadrate außerhalb sind Ausreißer. Unterschiedliche Kleinbuchstaben über den Boxplots geben signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). n gibt die Zahl der analysierten Wespen in den Versuchsgruppen an.

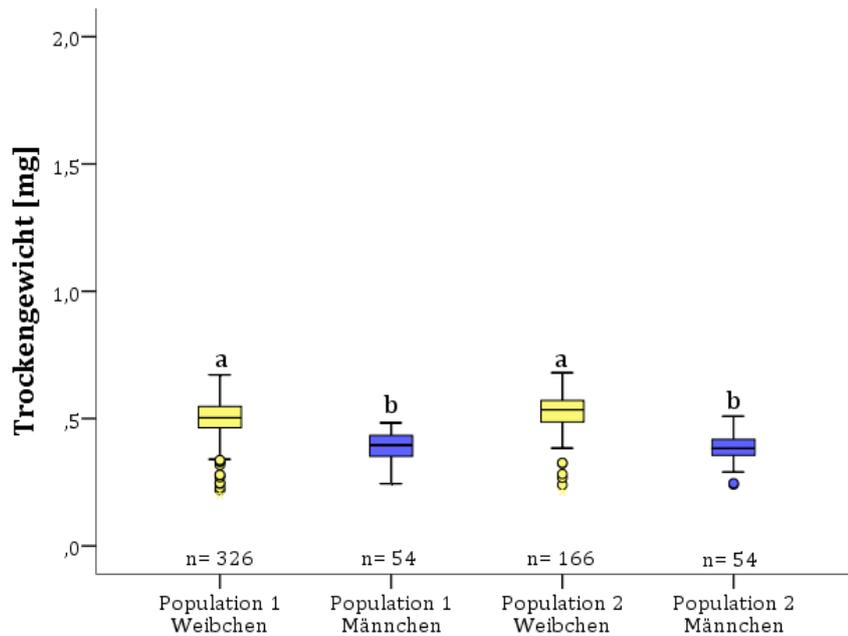


Abbildung 81: Trockengewichte [mg] der adulten weiblichen und männlichen Nachkommen aller Mutterwespen aus Population 1 und 2. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Quadrate außerhalb sind Ausreißer. Unterschiedliche Kleinbuchstaben über den Boxplots geben signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). n gibt die Zahl der analysierten Wespen in den Versuchsgruppen an.

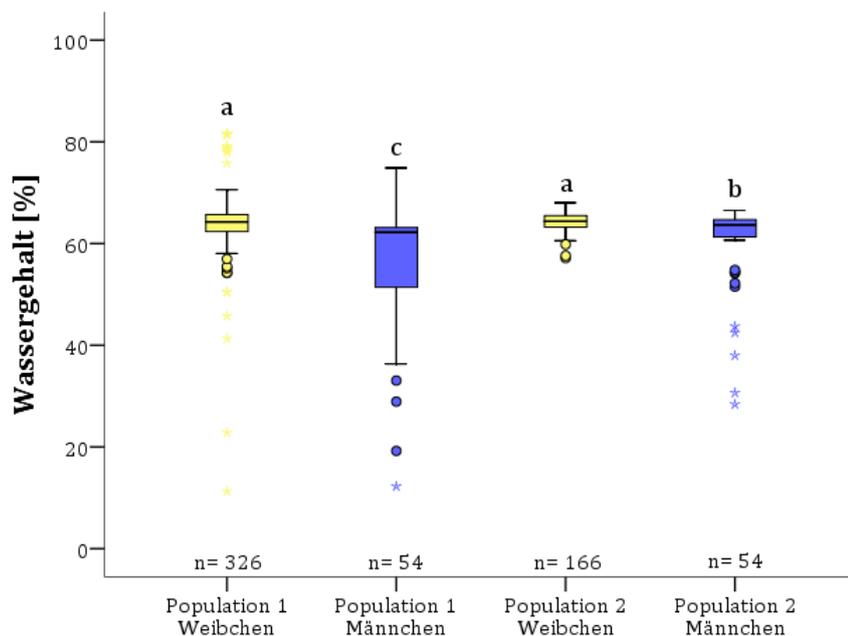


Abbildung 82: Wassergehalte [%] der adulten weiblichen und männlichen Nachkommen aller Mutterwespen aus Population 1 und 2. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise und Quadrate außerhalb sind Ausreißer. Unterschiedliche Kleinbuchstaben über den Boxplots geben signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen an (ANOVA, post-hoc Scheffé, $p < 0,05$). n gibt die Zahl der analysierten Wespen in den Versuchsgruppen an.

3.3.2 Parasitoide pro Wirtsraupe

Abbildung 83 zeigt die Anzahl an Parasitoidenlarven pro Wirtsraupe über die gesamte Lebensspanne der Mutterwespen. Parasitierte Raupen, aus denen sich keine Larven bohrten, wurden nicht in die Berechnung miteinbezogen. Der Mittelwert \pm Standardfehler für Population 1 lag bei $12,5 \pm 0,70$, für Population 2 bei $10,6 \pm 0,58$. Die Werte unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,03$). Bei Population 1 lag der Maximalwert bei 38 Larven pro Raupe, der Minimalwert bei 1. Bei Population 2 lag der Maximalwert bei 30 Larven pro Raupe, der Minimalwert bei 1.

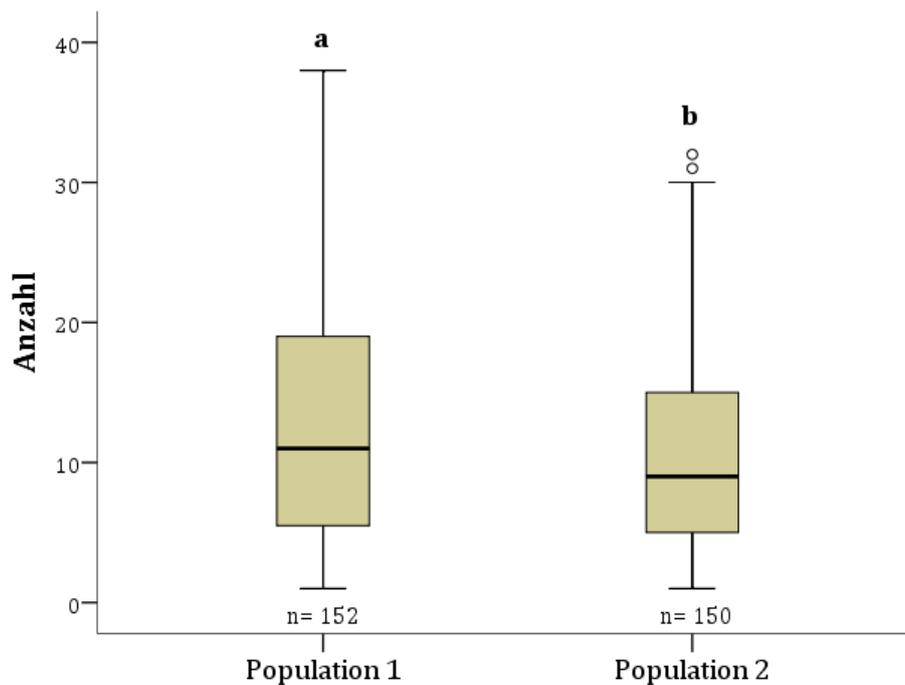


Abbildung 83: Erfolgreich ausgebohrte Parasitenlarven pro Wirtsraupe, die von Wespen aus Population 1 bzw. 2 parasitiert wurden. 50% der Daten liegen innerhalb der Box, die durchgehende Linie gibt den Median und die Antennen geben den Maximal- bzw. Minimalwert an. Kreise außerhalb sind Ausreißer. Unterschiedliche Kleinbuchstaben oberhalb der Boxplot geben signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. (t-test, $p < 0,05$). n gibt die Anzahl an Wirtsraupen an.

3.3.3 Zusammenhang zwischen Belegungsgrad und Biomasse der Nachkommen

Ein Vergleich zwischen dem Gewicht der adulten weiblichen Nachkommen und der Anzahl der Parasitenlarven in der Wirtsraupe lässt bei Population 1 keinen Zusammenhang erkennen (Pearson $r = 0,002$, $p = 0,983$) (Abb. 84). Daraus lässt sich schließen, dass bei dem vorliegenden Versuch die Parasitenlarven ausreichend mit Nährstoffen versorgt waren und eine Konkurrenz um Nahrung (Nährstoffe gelöst in der Hämolymphe der Wirtsraupe) sich nicht negativ auf das Gewicht der sich entwickelnden Wespenweibchen auswirkte. Bei Population 2 lässt sich dagegen ein leicht negativer Zusammenhang zwischen dem Gewicht der geschlüpften adulten Wespen und der Anzahl der Parasitenlarven pro Wirtsraupe erkennen (Pearson $r = -0,412$, $p = 0,000$) (Abb. 85). Dieser negative Zusammenhang dürfte allerdings auf einige wenige Einzelwerte zurückzuführen sein. Werden diese in Abb. 85 gekennzeichneten Werte aus der Berechnung ausgeschlossen, ergibt sich ein r von $-0,375$ und ein p von $0,001$.

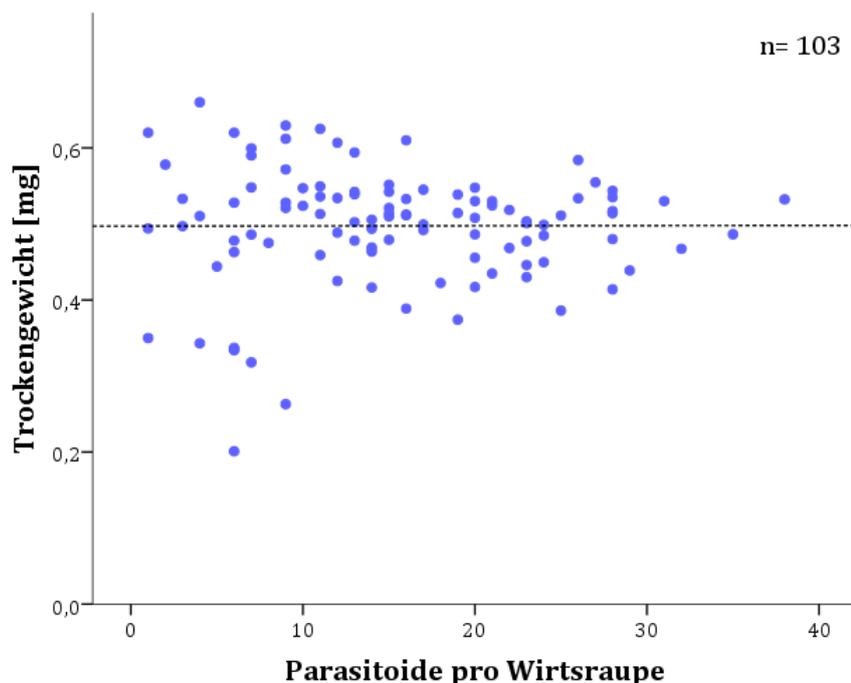


Abbildung 84: Population 1, Korrelation zwischen der Anzahl an Parasitenlarven pro Wirtsraupe und dem durchschnittlichen Trockengewicht der adulten Wespenweibchen. n ist die Anzahl an untersuchten Raupen.

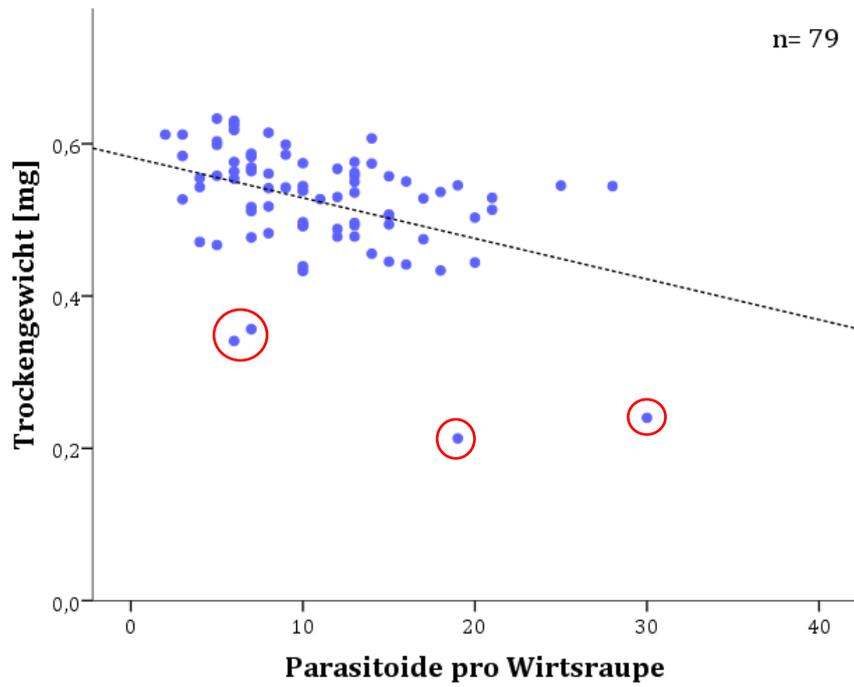


Abbildung 85: Population 2, Korrelation zwischen der Anzahl an Parasitenlarven pro Wirtsraupe und dem durchschnittlichen Trockengewicht der adulten Wespenweibchen. n ist die Anzahl an untersuchten Raupen.

4 Diskussion

4.1 Lebensdauer und reproduktive Fitness

Bei beiden Laborpopulationen von *G. liparidis* lag die Lebensdauer der Mutterwespen zwischen 11 und 35 Tagen. Rechnet man die Zeit zwischen Wespenschlupf aus den Kokons und Versuchsbeginn (6-7 Tage) dazu, lebten die adulten Wespen durchschnittlich 4 Wochen. Ein ähnliches Ergebnis berichten Fuester et al. (2008) von ihren Untersuchungen mit *Glyptapanteles flavicoxis* (Hym., Braconidae), ebenfalls mit dem Schwammspinner als Wirt. Die Autoren geben eine Lebensspanne von 0-32 Tagen an. *G. flavicoxis* ist eine in Indien heimische Brackwespe, die zur biologischen Kontrolle des Schwammspinners im Jahre 1986 in die USA eingeführt wurde (Ticehurst & Finley 1988, Fuester et al. 2008). Die Etablierung der Wespen blieb jedoch erfolglos, allerdings kommt die Art für eine inundative Freilassung in Befallsgebieten des Schwammspinners durchaus in Frage. Der Hauptwirt von *G. flavicoxis* ist *Lymantria obfuscata*, eine in Indien beheimatete Lymantriidenart.

Die Fekundität der für die Versuche ausgewählten Mutterwespen endete immer erst kurz vor dem Tod der Tiere (2 bis maximal 4 Tage davor). Zwei der insgesamt 12 Versuchstiere bildeten eine Ausnahme; beide Wespen produzierten während ihrer gesamten Lebensdauer keine bzw. eine minimale Anzahl an Nachkommen (2), obwohl die Wespen über die gesamte Versuchsperiode Wirtsraupen parasitierten. Insgesamt zeigte sich beim Vergleich der Lebensspanne bzw. Fekunditätsdauer kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Wespenpopulationen.

Wie auch andere Vertreter der Familie Braconidae ist auch *G. liparidis* mit Polydnaviren (Bracoviren) vergesellschaftet. Wespe und Virus sind in einer mutualistischen Weise miteinander verbunden, das Überleben des einen Partners hängt vom Überleben des anderen ab. Polydnaviren sind als Provirus im Wespengenom integriert. In dieser Form wird die DNA an die Nachkommen der Wespe weitergegeben. Im Gegenzug sorgen die Virusgene, die im Ovar der Weibchen vermehrt, in Viruspartikel verpackt und während der Parasitierung gemeinsam mit den Eiern und Venomsekret in den Wirt injiziert werden, dafür, dass die Parasitoiden von der Immunabwehr des Wirtes nicht als Fremdkörper erkannt

und unschädlich gemacht werden. Die Viruspartikel infizieren bestimmte Zielzellen (Hämozyten, Fettkörper, Ganglien) der Wirtsraupe; die Infektion führt aber nicht zur Verbreitung des Virus, sondern beeinflusst das Immunsystem und den Stoffwechsel der Raupe. Es wird einerseits die Immunabwehr des Wirtes manipuliert (die Einkapselung des Parasiteneis beleibt aus), wodurch sich die Parasitoidenlarve voll entwickeln kann. Zugleich werden Gene des Virus exprimiert, die die Entwicklung und den Stoffwechsel der Raupe zugunsten des Wachstums der Parasitoiden verändern. Zur Synchronisation mit der Entwicklung des Wirtes greifen die Virusgene auch regulatorisch in das Hormonsystem des Wirtes ein und beeinflussen die Titer von Juvenilhormon und Ecdyson (Beckage 2008).

Die Produktion der Viruspartikel in den Wespen findet während der Entwicklung der Ovarien (während der Metamorphose) statt, vermutlich getriggert durch einen Anstieg des Ecdysontiters (Marti et al. 2003). Die Virionen der Bracoviren werden durch Lyse der Calyxzellen in der Calyxdrüse (basale Region des Ovars) freigesetzt. Durch die damit verbundene langsame Auflösung des Gewebes ist anzunehmen, dass im Laufe des Wespenlebens nur eine bestimmte Menge an Virionen gebildet und abgegeben werden kann (Marti et al. 2003, Wyler & Lanzrein 2003). Laut Strand (2010) dauert die Produktion der Virionen während der gesamten Adultphase der Wespen an. In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die gebildete Menge an Virionen offenbar ausreicht, um bis knapp vor oder bis zum Lebensende der Wespe erfolgreich Nachkommen zu produzieren. Dies wurde auch schon für den Ei-Larven-Parasitoiden *Chelonus inanitus* (Hym., Braconidae) im Wirt *Spodoptera littoralis* bestätigt (Marti et al. 2003).

Bezüglich der Anzahl an Nachkommen wiesen beide Laborpopulationen von *G. liparidis* eine große Bandbreite auf, die von wenigen Individuen bis zu mehreren hundert Nachkommen über die gesamte Lebensspanne reichte. Ein ähnliches Ergebnis wird auch von *G. flavicoxis* berichtet (Fuester et al. 2008).

In der Regel nahm mit zunehmendem Alter der Mutterwespen die Anzahl der Nachkommen ab, was auch schon für *G. flavicoxis* beschrieben wurde (Hu et al. 1986b, Fuester et al. 2008). Allerdings fielen einzelne Wespen durch eine sehr geringe oder völlig fehlende Fertilität auf, wo trotz beobachteter Parasitierung der Wirtsraupen keine Nachkommen entstanden. Vermutet werden kann, dass die

Viruspartikel keinen oder keinen ausreichenden Schutz für die sich entwickelnden Parasitoidenlarven im Wirt geboten haben, wodurch die Eier eingekapselt und durch die Immunreaktion des Wirtes abgetötet wurden. Möglich ist auch, dass die Mutterwespen nicht in der Lage waren reife Eier zu bilden und in den Wirt zu injizieren. Die daraus resultierenden Wirtsraupen entwickelten sich entweder zur Puppe weiter ohne äußerlich erkennbare Defekte oder sie zeigten auffällige Missbildungen und starben während der folgenden Häutungen. Da die Wirtsraupen, aus denen sich keine Parasitoidenlarven ausbohrten, nicht sezirt wurden, lassen sich die Ursachen für diese Abweichungen nicht klären. Eine weitere Auffälligkeit war, dass eine Wespe trotz beobachteter Parasitierung am ersten Tag keine Nachkommen produzierte, an allen weiteren Parasitierungstagen allerdings schon. Hier kann vermutet werden, dass die Mutterwespe die Eireife bei Versuchsbeginn noch nicht abgeschlossen hatte (Schopf 2007) und daher bei der Parasitierung keine entwicklungsfähigen Eier injiziert wurden.

Sieht man sich das Geschlechterverhältnis der Nachkommen, so war dieses in beiden Laborpopulationen immer zugunsten der Männchen verschoben, allerdings mit hoher Variabilität. So schwankte das Verhältnis von Weibchen zu Männchen von 1 zu 1,5 bis 1 zu 16. Im Mittel waren knapp 20% der Nachkommen von Population 1 Weibchen, bei Population 2 waren es sogar nur 12%. Fuester et al. (2008) zeigten für *G. flavicoxis* einen weit höheren Anteil an Weibchen (32% im Durchschnitt).

Ein einzelnes Wespenweibchen produzierte ausschließlich männliche Nachkommen, was die Vermutung nahelegt, dass das Weibchen nicht begattet worden war oder sich mit einem sterilen Männchen gepaart hatte. Wie alle Hymenopteren (Hautflügler) weist auch *G. liparidis* eine haplodiploide Geschlechtsbestimmung auf, das heißt, dass sich aus unbefruchteten Eiern haploide Männchen (mit einfachem Chromosomensatz) und aus befruchteten Eiern diploide Weibchen (mit doppeltem Chromosomensatz) entwickeln. Dies stellt eine Sonderform der Parthenogenese dar, die man Arrhenotokie nennt (Quicke 2015). Entdeckt wurde dieser genetische Modus bereits 1845 an Honigbienen. Arrhenotokie bietet den Vorteil, dass das Geschlecht der Nachkommen von den Müttern bestimmt werden kann. Eventuell auftretende schädliche Mutationen werden über die haploiden Männchen sofort eliminiert. Es gibt verschiedene

genetische Mechanismen, die zu dieser Geschlechtsdetermination führen. Einer davon ist seit über 60 Jahre bekannt; er wird als komplementäre Geschlechtsbestimmung (complementary sex determination CSD) bezeichnet. Dabei hängt das Geschlecht von der Allelzusammensetzung an einem (single-locus CSD) oder mehreren (multi-locus CSD) Loci ab. Hemizygot, haploide Individuen sind immer männlich, während diploide Individuen dann weiblich sind, wenn sie am Sex-Locus heterozygot sind. Bei diploiden homozygoten Individuen stimmt das CSD-Allel der Vaterwespe mit dem CSD-Allel der Mutterwespe überein und es entstehen diploide männliche Nachkommen, die typischerweise steril sind und oft auch eine reduzierte Lebensfähigkeit aufweisen (Van Wilgenburg et al. 2006). Allerdings kennt man auch diploide Männchen, die fast so fertil sind wie haploide Männchen (Elias et al. 2009).

Sieht man sich den prozentuellen Anteil an Weibchen unter den Nachkommen der Wespen in Bezug auf das Alter der Mutterwespen an, so nahm dieser mit zunehmendem Alter ab. Als mögliche Ursache könnte ein Mangel an fertilen Spermien angeführt werden, die nach der Begattung in einem sogenannten *Receptaculum seminis* konserviert werden. Ein Weibchen, das von mehreren Männchen begattet wurde, hat eventuell hier einen Vorteil, was die Möglichkeit betrifft, befruchtete Eier abzulegen. Ein zugunsten der Männchen verschobenes Geschlechterverhältnis von parasitischen Hymenopteren, die für die biologische Schädlingskontrolle im Labor über viele Generationen gezüchtet werden, ist ein grundlegendes Problem. Bei der klassischen Schädlingskontrolle, bei der eine Population einer Parasitoidenart im Freiland etabliert werden soll, ist eine hohe Zahl an Weibchen unabdingbar. Bei einem augmentativen Ansatz erhöht ein geringer Weibchenanteil in der Zucht die Kosten ganz wesentlich, da die Männchen nicht benötigt werden (Fuester et al. 2003). Faktoren wie das Alter der Wespen bei der Paarung, das Verhältnis von Weibchen zu Männchen im Paarungskäfig, die Verweildauer im Paarungskäfig, eine Ruhephase nach der Paarung sowie die Anzahl an Paarungen, aber auch das Larvenstadium des Wirtes bei der Parasitierung wurden für *G. flavicoxis* als ausschlaggebend für den Prozentsatz an Weibchen unter den Nachkommen angegeben (Hu et al. 1986a, Fuester et al. 2003).

Wenn man die gesamten Nachkommen der beiden untersuchten Laborpopulationen

zusammenfasst und die Mutterwespen entsprechend ihrem Lebensalter in die Kategorien jung, mittelalt und alt unterteilt, wurden die meisten Nachkommen von jungen Mutterwespen (1-10 Tage) produziert, gefolgt von alten Mutterwespen (20-30 Tage), während mittelalte Mutterwespen (10-20 Tage) die wenigsten Nachkommen hervorbrachten. Der Unterschied zwischen der Zahl der Nachkommen von jungen und mittelalten Mutterwespen war bei der seit 30 Jahren am Institut gezüchteten Population signifikant, bei der erst seit wenigen Jahren etablierten Population dagegen nicht signifikant. Ein ähnliches Ergebnis wurde auch bei der parasitischen Wespe *Gronotoma micromorpha* (Hym., Eucolidae) im Wirt *Liriomyza trifolii* gefunden, wo die höchste Anzahl an Nachkommen am ersten Parasitierungstag entstand, gefolgt von Parasitierungstag 4, wobei die Parasitierungen im Gegensatz zur vorliegenden Studie täglich stattfanden (Abe & Tahara 2003).

Dass vor allem alte Mutterwespen die wenigsten Töchter produzierten, lässt auf zu wenige Spermien für die Befruchtung der Eier oder auf eine sich verschlechternde Spermienqualität schließen. Die Spermien werden bei der Eiablage aus dem *Receptaculum seminis* herausgequetscht und befruchten die vorbeiwandernden Eier im Ovidukt. Berichtet wird, dass Mehrfach-Verpaarungen von parasitischen Wespen die Anzahl der weiblichen Nachkommen erhöht (Fuester et al. 2008).

Auch bei den eigenen Untersuchungen hatten einzelne Wespen einen deutlich höheren Anteil an Töchtern als die übrigen Wespen. Vermutlich kam es durch die Haltung der Mutterwespen zusammen mit mehreren Männchen zu einer mehrmaligen Verpaarung und somit zu einer Übertragung einer größeren Menge an Spermien, die zu einem höheren Anteil an Töchtern führte. Auch Hu et al. (1986a) zeigten für *G. flavicoxis* einen höheren Prozentsatz an Weibchen unter den Nachkommen, wenn eine mehrmalige Verpaarung der Mutterwespen (>4) stattfand. Die Dauer mit einem Männchen im Paarungskäfig zeigte dagegen keinen messbaren Effekt. Fuester et al. (2003) hingegen stellten einen geringeren prozentuellen Anteil an Weibchen bei *G. flavicoxis* fest, wenn die Verpaarung öfters als zweimal stattfand. Die Autoren begründen dies mit einem mechanisch bedingten Stau von Spermien, der einen Transfer in das *Receptaculum seminis* verhindert.

4.2 Entwicklung und Fitness der Nachkommen

Die Dauer, die für eine erfolgreiche Entwicklung einer parasitischen Wespe vom Ei bis zur Imago benötigt wird, ist ein signifikanter Fitnessparameter (Dorn & Beckage 2007). So kann eine kürzere Entwicklung im Frühjahr von Vorteil sein, wenn artgleiche Individuen um noch unparasitierte Wirte konkurrieren (Harvey 2005). Die beiden Laborpopulationen von *G. liparidis* unterschieden sich nicht in Bezug auf die Entwicklungsdauer. Auffallend war, dass der Median sowohl der endoparasitischen (Eiablage bis Ausbohren der Parasitoiden aus der Wirtsraupe) als auch der Gesamtentwicklung (Eiablage bis Schlupf der adulten Wespen aus den Kokons), zur jeweils kürzeren Entwicklungsdauer verschoben war. Da die Entwicklung der Männchen ein bis zwei Tage kürzer ist als die der Weibchen und der Anteil an Männchen überproportional hoch war, könnte dies eine Erklärung sein. Protandrie kommt bei vielen Insektenarten vor und ermöglicht den Männchen an Orten zu aggregieren, wo anschließend die Weibchen schlüpfen (Quicke 2015). Als mögliche Ursache könnte auch der Belegungsgrad der Wirtsraupe eine Rolle für die unterschiedliche Dauer der Entwicklung spielen. So könnte die Anzahl an Parasitoidenlarven pro Wirtsraupe einen Einfluss auf die Entwicklungsgeschwindigkeit nehmen, wenn mit steigender Zahl an Parasitoiden die Reserven des Wirtes aufgebraucht werden, was die Entwicklung verlängert; dies müsste aber noch experimentell geklärt werden. Cho et al. (2007) berichten in einer Studie über *G. liparidis* mit Raupen von *Acrionicta rumicis* (Lep., Noctuidae) als Wirt über eine kürzere Gesamtentwicklung der Parasitoiden in älteren, d.h. größeren Wirtsraupen. Dies wird mit mehr Raum und mehr verfügbarer Nahrung für die Parasitenlarven begründet. Jarzembowska (2016) zeigte in ihren Untersuchungen mit *G. liparidis*, dass mit steigenden Temperaturen die Entwicklungsdauer ebenfalls deutlich kürzer wird, allerdings nahm die Mortalitätsrate der Wirtsraupen ab 25°C deutlich zu. Eine schnellere Entwicklung der Parasitoiden würde bei einer kommerziellen Produktion der Wespen für Freilassungen in Befallsgebieten von Vorteil sein.

Für die Fitness von Insekten sind Speicherstoffe wie Proteine, kurz- und langkettige Kohlenhydrate sowie Lipide wichtig. Insekten haben einen ähnlichen Nährstoffbedarf wie Wirbeltiere. Proteine werden zum Beispiel für die Reifung der Eier in den Ovarien bzw. Spermien in den Testes benötigt. Kohlenhydrate sowie Lipide stellen

kurz- und langfristig verfügbare Energiequellen dar, Sterol wird als Zellmembrankomponenten gebraucht und um das Häutungshormon Ecdyson zu bilden (Nation 2008). So stehen Verbreitung, Langlebigkeit, Verpaarung, Fekundität und Reproduktion der Parasitoiden in Zusammenhang mit ihrer Körpergröße (Harvey 2005, Kasamatsu & Abe 2015, Pereira et al. 2017). Durch die Darstellung der Biomasse (Frisch- und Trockengewicht) der Nachkommen in Abhängigkeit vom Alter der Mutterwespen sollte gezeigt werden, ob ein Trend in der Körpergröße der Wespen erkennbar ist, was allerdings nicht der Fall war. Die Schwankungen bei den Gewichten scheinen eher zufällig bedingt zu sein, was vor allem bei den Nachkommen langlebiger Mutterwespen deutlich zu erkennen war. Auch wenn die Individuen nach Populationen getrennt und nach dem Alter der Mutterwespen in jung, mittel und alt kategorisiert wurden, zeigte sich kein Muster. Lediglich bei Population 2 war ein Unterschied im Frischgewicht der Nachkommen zu erkennen. Die von jungen Mutterwespen stammenden Nachkommen waren signifikant leichter als jene von mittelalten Mutterwespen, ein Trend war allerdings nicht erkennbar. Unterschiede zwischen Population 1 und 2 ergaben sich vereinzelt beim Vergleich von weiblichen und männlichen Nachkommen gleichaltriger Mutterwespen. So waren die Töchter von mittelalten Mutterwespen aus Population 1 leichter als jene aus Population 2. Beim Vergleich der Geschlechter untereinander wie auch zwischen den Populationen über die gesamte Lebensspanne waren die Männchen immer signifikant leichter als die Weibchen, zwischen den gleichen Geschlechtern der Populationen gab es aber keinen Unterschied.

Sieht man sich die Anzahl der Parasitenlarven pro Wirtsraupe an, kann ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Populationen festgestellt werden. Dieser Effekt könnte zustande gekommen sein, weil drei Mutterwespen aus Population 2 zwar regelmäßig Raupen parasitierten, sich aber aus diesen kaum Parasitenlarven ausbohrten. Bei der Verteilung war der Median immer zur kleineren Anzahl hin verschoben. Gründe dafür könnten sein, dass einerseits mit zunehmendem Alter der Mutterwespen und andererseits mit jeder zusätzlichen Raupe pro Parasitierungstag (insgesamt 5) immer weniger Eier injiziert wurden.

Findet bei gregären Parasitoiden eine mehrmalige Parasitierung eines Wirtes durch dasselbe Weibchen (Selbst-Superparasitismus) oder ein anderes Weibchen

derselben Art (konspezifischer Superparasitismus) statt, resultieren oft kleinere Imagines mit geringer Biomasse (Bauer 2003, Dorn & Beckage 2007). Pereira et al. (2017) geben an, dass die Körpergröße der Parasitoidenlarven durch larvale Konkurrenz innerhalb des Wirtes beeinträchtigt werden kann, d.h. bei einer großen Anzahl an Parasitoidenlarven pro Wirt bleiben die Parasitoiden tendenziell kleiner als jene, die sich in geringerer Zahl in einer Wirtsraupe entwickeln. In der vorliegenden Arbeit wurde Superparasitismus durch Beobachtung ausgeschlossen, aber die Frage, ob sich die Anzahl der Parasitoidenlarven pro Wirtsraupe auf deren Biomasse auswirkt, stellt sich dennoch. Durch das in Relation setzen von Parasitoidenlarven pro Wirtsraupe und dem Gewicht der sich daraus entwickelten Wespenweibchen sollte ein Einfluss deutlich werden. In beiden Wespenpopulationen ließ sich jedoch kein Trend erkennen, dass mit steigender Anzahl an Parasitoidenlarven im Wirt das Gewicht der daraus resultierenden Wespen abnimmt. Die Wirtsraupen im vorliegenden Versuch waren optimal mit Nährstoffen aus der Diät versorgt, deswegen stellt sich die Frage, wie sich im Freiland eine Nahrungsknappheit der Raupen auf die Entwicklung der Parasitoidenlarven auswirken würde. Konkurrenz während der Larvalentwicklung bzw. auch Superparasitismus sind Mechanismen, die bisher kaum untersucht wurden (Pereira et al. 2017). Gerade diese Parameter könnten aber entscheidend sein, um die Massenzucht und die Anwendung der Parasitoide zur Schädlingskontrolle zu optimieren. So wurde etwa für das Parasitoid-Wirts-System *Palmistichus elaeisis* (Hym., Eulophidae) und *Diaphania hyalinata* (Lep., Crambidae) gezeigt, dass die meisten Nachkommen der Parasitoiden sich entwickelten, wenn die Wirtsraupen jeweils dreifach parasitiert wurden (Pereira et al. 2017). Die Körpergröße der Nachkommen war nicht negativ beeinträchtigt und die Anzahl an produzierten Weibchen war ebenfalls optimal bei dreifacher Parasitierung des Wirtes. Die Entwicklungsdauer und die Langlebigkeit der Nachkommen nahmen mit zusätzlichen Parasitierungen zu, die Anzahl an Hämocyten in der Hämolymphe wie auch die Anzahl an toten Parasitoidenlarven im Wirt nahmen dagegen ab. In einer Studie über den Eiparasitoiden *Ooencyrtus pityocampae* (Hym., Encyrtidae) wurde gezeigt, dass zwar die Entwicklungsdauer der Nachkommen bei Superparasitismus zunahm, gleichzeitig aber die Lebensdauer und die Körpergröße der Parasitoiden abnahmen (Tunca et al. 2016). Weitere Untersuchungen über diese Zusammen-

hänge wären auch für den Einsatz von *G. liparidis* in der biologischen Schädlingskontrolle von Vorteil.

4.3 Parasitische Wespen in der biologischen Schädlingskontrolle

Parasitoide sind Organismen, die sich auf oder in anderen Lebewesen, (meist Insekten) entwickeln, sich von ihrem Wirt ernähren und ihn am Ende abtöten. Im Gegensatz zu Prädatoren, die im Laufe ihres Lebens mehrere Beutetiere konsumieren, ist bei Parasitoiden nur ein Wirtstier nötig, um den Lebenszyklus abzuschließen. In der Regel leben nur die Larvenstadien parasitisch, die Adulttiere sind meist freilebend. Parasitoide finden sich in mehreren Insektenordnungen, die meisten bei den Hymenopteren (Hautflügler) und Dipteren (Fliegen), es finden sich aber auch Vertreter bei den Coleopteren (Käfer), Lepidopteren (Schmetterlinge) und Neuropteren (Netzflügler). Die zahlenmäßig häufigsten und wichtigsten Parasitoide gehören zur Überfamilie der Ichneumonoidea, die Echten Schlupfwespen (Ichneumonidae) und Brackwespen (Braconidae). Weitere Überfamilien mit sehr vielen Vertretern parasitischer Wespen sind die Erzwespen (Chalcidoidea) und die Zehrwespen (Proctotrupoidea) (Hajek 2004).

In der biologischen Schädlingsbekämpfung werden natürliche Gegenspieler in verschiedener Art und Weise genutzt, um die Abundanz von Schädlingen niedrig zu halten. Man unterscheidet zwei Strategien, einerseits die Augmentation bzw. konservative Schädlingskontrolle und andererseits die klassische biologische Schädlingsbekämpfung. Bei der ersteren versucht man durch Management und Manipulation der Umwelt die Effektivität von bereits vorhandenen natürlichen Gegenspielern zu optimieren und so die Schädlingsdichte auf einem niederen Niveau zu halten. Bei der klassischen biologischen Schädlingskontrolle wird versucht die Gegenspieler eines eingeschleppten/eingewanderten Schädlings nachzuführen und diese in der neuen Umwelt zu etablieren. Als Gegenspieler werden räuberische Insekten, Parasitoide und Pathogene eingesetzt. Die meisten räuberischen Insekten sind für eine Nachführung durch das breite Beuteschema nicht geeignet, können jedoch bei der Augmentation eine wichtige Rolle spielen. Parasitoide dagegen sind meist wirtsspezifisch und daher für die klassische biologische Schädlingskontrolle gut geeignet. Krankheitserreger können wie

Prädatoren ein breites Spektrum an Wirten befallen und sind demnach genauso wenig geeignet, um sie freizulassen, sie sind aber als „mikrobielle Insektizide“ in Verwendung (Wainhouse 2005).

Ziel der Augmentation und der konservativen Schädlingskontrolle ist es die Effektivität von natürlichen Gegenspielern dort zu optimieren, wo diese lokal fehlen oder durch andere Faktoren nur ineffizient wirken und wo die klassische biologische Schädlingskontrolle kein befriedigendes Ergebnis liefert. Bei der sogenannten inokulativen Methode werden die natürlichen Gegenspieler punktuell und in geringer Anzahl freigesetzt, mit dem Ziel, dass sie sich von selbst verbreiten und reproduzieren. Bei der inundativen Methode wird das befallene Gebiet mit dem natürlichen Gegenspieler „überschwemmt“. Die Inokulation wirkt im Gegensatz zur inundativen Methode nicht sofort, aber dafür anhaltend, die inundative Methode zeigt dagegen oft keine nachhaltige Wirkung.

Bei der konservativen Schädlingskontrolle wird zum Beispiel das Vorhandensein von zusätzlichen Nahrungsressourcen wie Nektar und Pollen gefördert. Diese Kohlenhydratquellen können die Langlebigkeit und Fekundität von Parasitoiden verbessern. Weiters wird bei nötigem Insektizideinsatz dafür Sorge getragen, dass die natürlichen Gegenspieler nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Durch den richtigen Zeitpunkt und Einsatz von selektiven Insektiziden wie zum Beispiel von *Bacillus thuringiensis* kann die Mortalität der Gegenspieler verringert werden (Wainhouse 2005).

Die klassische biologische Schädlingskontrolle richtet sich fast ausschließlich gegen exotische Schädlinge und ist darauf ausgelegt, über lange Zeiträume und große Flächen zu wirken. Die möglichen natürlichen Gegenspieler, die für eine Einfuhr in Frage kommen, werden aus den mit dem Schädling assoziierten Arten im Ursprungsgebiet ausgewählt und sollen diesen im neuen Habitat auf niedriger Dichte halten. Um einen geeigneten Gegenspieler auszuwählen, müssen diverse Faktoren untersucht und evaluiert werden. Diese umfassen das Verhalten des Schädlings in der neuen Umgebung, sein Habitat im Ursprungsgebiet, die Auswahl eines potenziellen Gegenspielers, Quarantäne und Zucht des Gegenspielers im Labor, die Methode der Freilassung und die darauffolgende Beobachtung (Wainhouse 2005).

Parasitische Wespen können erfolgreich gegen Forstschädlinge eingesetzt werden. So ist der Eiparasitoid *Trichogramma minutum* (Hym., Trichogrammatidae) in Nordamerika ein wichtiger Gegenspieler der Wicklerart *Christoneura fumiferana* (Tortricidae). Die Wespe lebt nur wenige Tage, entsprechend kurz ist das Zeitfenster, in dem sie Eier von *C. fumiferana* parasitieren kann. Deswegen müssen Züchtung und Freisetzung der Schlupfwespe mit der Eiablage des Wirtes synchronisiert sein. Während unter natürlichen Bedingungen die Schlupfwespe Parasitierungsraten von maximal 15% erreicht, gelang es durch Modellierung der Phänologie und mehrmalige Freisetzungen die Parasitierungsraten auf 82% zu erhöhen (Wainhouse 2005).

Ein weiteres Beispiel erfolgreicher Schädlingskontrolle ist die Etablierung der Brackwespe *Agathis pumila* und der Eulophidae *Chrysocharis laricinellae* gegen die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*). Die Lärchenminiermotte wurde 1880 von Massachusetts aus in die USA und Kanada eingeschleppt. Ab 1930 wurden natürliche Gegenspieler im Rahmen einer klassischen Schädlingskontrolle nachgeführt, wobei sich *A. pumila* und *C. laricinellae* erfolgreich etablieren konnten. Fünf Jahre nach der Freisetzung wurden Parasitierungsraten zwischen 40-60% erreicht (Wainhouse 2005).

Die drei Brackwespenarten *Cotesia melanoscela*, *Glyptapanteles flavicoxis* und *Meteorus pulchricornis* wurden 1986 im Rahmen eines Projekts zum integrierten Pflanzenschutz gegen den Schwammspinner in Washington D.C. eingesetzt. In Kombination mit mechanischer Entfernung der Wirtsraupen, dem Einsatz von *Bacillus thuringiensis* und dem synthetischen Lockstoff „Disparlur“ (Sexualpheromon) gelang es, die Populationsdichte des Schwammspinners in der Region auf einem konstant niedrigen Niveau zu halten (Ticehurst & Finley 1988).

5 Zusammenfassung

Die gregäre, endoparasitische Brackwespe *Glyptapanteles liparidis* ist ein bedeutender Antagonist des Schwammspinners (*Lymantria dispar*), der in Eichenwäldern warmer und trockener Regionen zu periodisch auftretenden, ausgeprägten Massenvermehrungen neigt. Ziel dieser Arbeit war es, zwei Laborpopulationen von *G. liparidis* am Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz der Universität für Bodenkultur anhand diverser Vitalitätsparameter (Lebensdauer und Fekundität der Weibchen, sowie Entwicklungsdauer, Anzahl, Geschlechterverhältnis und Biomasse der Nachkommen in Abhängigkeit zum Alter der Mutterwespen) zu vergleichen. Population 1 wurde 1989 mit Tieren aus dem Freiland (Burgenland) begründet, Population 2 im Jahr 2015. Für die Untersuchungen wurden aus beiden Populationen jeweils sechs 6-7 Tage alte Mutterwespen entnommen in einem kleinen Käfig bei 15°C unter Langtagbedingung (16L:8D) gehalten und mit Wasser und Honig gefüttert. Bis zu ihrem Tod wurden den Wespen jeden zweiten Tag fünf Schwammspinnerraupen (3. Larvenstadium) zur Parasitierung angeboten. Die parasitierten Raupen wurden bis zum Ausbohren der Parasitenlarven bei 20°C unter Langtag mit einer Diät aus Weizenkeimen gezüchtet. Die aus den Kokons geschlüpften Wespen wurden nach Geschlechtern ausgezählt und ihre Biomasse bestimmt.

Im Durchschnitt lebten die Mutterwespen vier Wochen, wobei der Parasitierungsversuch erst eine Woche nach dem Schlüpfen der Wespen startete, um die Eireifung der Weibchen zu gewährleisten. Die Fekundität endete (mit wenigen Ausnahmen) erst 2-4 Tage bevor die Wespen starben. Die Anzahl der Nachkommen über die gesamte Lebensdauer war bei den Wespen beider Populationen sehr breit gestreut; durchschnittlich hatten die Mutterwespen aus Population 1 knapp 300 Nachkommen, jene aus Population 2 mehr als 450 Nachkommen. Das Verhältnis von Männchen zu Weibchen war stark in Richtung Männchen verschoben, mit einem Weibchenanteil unter den Nachkommen von 6% bis 67%. Mit zunehmendem Alter der Mutterwespe nahm die sowohl die Gesamtzahl der Nachkommen je Parasitierungstag als auch der Anteil an Töchtern ab.

Beim Vergleich der Entwicklungsdauer zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Laborpopulationen. Die endoparasitische Entwicklung dauerte im Mittel 19-20 Tage, das Puppenstadium 8 Tage und die Gesamtentwicklung 27 Tage. Sieht man sich die Biomasse der Nachkommen beider Populationen an, waren die Weibchen signifikant schwerer als die Männchen, zwischen den gleichen Geschlechtern aus Population 1 und 2 bestand aber kein Unterschied. Bei der Biomasse war kein Trend in Bezug auf das Alter der Mutterwespe zu beobachten. Es gab auch keinen Zusammenhang zwischen dem Belegungsgrad der Wirtsraupe und der Biomasse der sich daraus entwickelten weiblichen Wespen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Brackwespe *G. liparidis* über ihre gesamte Lebensspanne erfolgreich Raupen des Schwammspinners parasitieren kann und dabei mehrere hundert Nachkommen produziert. In Laborzuchten kommt es allerdings im Laufe der Zeit zu einem Verschieben des Geschlechterverhältnisses zugunsten der Männchen. Dies schränkt die Möglichkeit des Einsatzes von *G. liparidis* in der biologischen Schädlingskontrolle ein, da die Weibchen zur Etablierung und Aufrechterhaltung der Population wichtiger sind als die Männchen. Weitere Untersuchungen wären nötig, um jene Faktoren herauszufinden, die ausschlaggebend für ein ausgewogenes Verhältnis der Geschlechter sind.

6 Literaturverzeichnis

- Abe, Y. & Tahara, M., 2003. Daily progeny production and thermal influence on development and adult longevity of the leafminer parasitoid, *Gronotoma micromorpha* (Hym., Eucoilidae). *Journal of Applied Entomology* 127, pp. 477-480.
- Bauer, T., 2003. Entomophage Insekten. In: K. Dettner & T. Bauer, Hrsg. Lehrbuch der Entomologie. 2. Auflage Hrsg. s.l.:Spektrum Akademischer Verlag, pp. 549-550.
- Beckage, N. E., 2008. Parasitoid polydnviruses and insect immunity. In: *Insect immunology*. Amsterdam: Academic Press, pp. 243-266.
- Bell, R. A., Owens, C. D., Shapiro, M. & Tardif, J. R., 1981. Development of mass-rearing technology. In: C. C. Doane & M. L. McManus, (eds.) *The Gypsy Moth: Research toward integrated pest management*. Washington. D.C.: U. S. Department of Agriculture, Technical Bulletin 1584, pp. 599-633.
- Cho, Y., Kwon, O. & Nam, S.-H., 2007. Effect of host age on life cycle and morphological characteristics of *Glyptapanteles liparidis* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Acronicta rumicis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomological Research* 37, pp. 103-107.
- Dorn, S. & Beckage, N. E., 2007. Superparasitism in gregarious hymenopteran parasitoids: ecological, behavioural and physiological perspectives. *Physiological Entomology* 32, pp. 199-211.
- Elias, J., Mazzi, D., Dorn, S., 2009. No need to discriminate? Reproductive diploid males in a parasitoid with complementary sex determination. *PLoS ONE* 4(6), pp. 1-7
- Fromm, F., 2014. Untersuchungen zur Eignung von Raupen des Goldafters *Euproctis chrysorrhoea* (Lepidoptera: Erebiidae) als Überwinterungswirt für die Brackwespe *Glyptapanteles liparidis* (Hymenoptera: Braconidae). Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz, 67 S.
- Fuester, R. W., Swan, K. S., Dunning, K., Taylor, P. B., Ramaseshiah, G., 2003. Male-biased sex ratios in *Glyptapanteles flavicoxis* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). *Annals of the*

Entomological Society of America 96(4), pp. 553-559.

Fuester, R. W., Swan, K. S., Taylor, P. B. & Ramaseshiah, G., 2008. Effects of parent age at mating on reproductive response of *Glyptapanteles flavicoxis* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). *Journal of Economic Entomology*, 101(4), pp. 1140-1145.

Hajek, A., 2004. Insect parasitoids: attack by aliens. *In: Natural enemies - an introduction to biological control*. s.l.:Cambridge University Press, pp. 145-168.

Harvey, J. A., 2005. Factors affecting the evolution of development strategies in parasitoid wasps: the importance of functional constraints and incorporating complexity. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 117, pp. 1-13.

Hu, C., Barbosa, P. & Martinat, P., 1986a. Reproductive biology and related host-parasitoid interactions between the gypsy moth, *Lymantria dispar* and *Glyptapanteles flavicoxis*, a gregarious endoparasitoid. *Annals of Applied Biology* 109, pp. 485-490.

Hu, C., Barbosa, P. & Martinat, P. J., 1986b. Influence of age of female *Glyptapanteles flavicoxis* (Marsh) (Hymenoptera: Braconidae) and its periodicity of oviposition activity on levels of parasitism and reproductive output. *Annals of the Entomological Society of America* 79(2), pp. 280-282.

Jarzembowska, A., 2016. Temperature-related development and adult wasp longevity of three endoparasitic *Glyptapanteles species* (Hymenoptera: Braconidae) in their host *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae). Master thesis at the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection, 69 p.

Kasamatsu, E. & Abe, J., 2015. Influence of body size on fecundity and sperm management in the parasitoid wasp *Anisopteromalus calandrae*. *Physiological Entomology* 40, pp. 223-231.

Marschnig, M., 2013. Development of the braconid wasp *Glyptapanteles liparidis* (Hymenoptera: Braconidae) in larvae of the brown-tail moth, *Euproctis chrysorrhoea* (Lepidoptera, Noctuidae, Lymantriinae). Master thesis at the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute of Forest

Entomology, Forest Pathology and Forest Protection, 52 p.

Marti, D., Grossniklaus-Bürgin, C., Wydner, S., Wyler, T., Lanzrein, B., 2003. Ovary development and polydnavirus morphogenesis in the parasitic wasp *Chelonus inanitus*. I. Ovary morphogenesis, amplification of viral DNA and ecdysteroid titres. *Journal of General Virology* 84, pp. 1141-1150.

McManus, M. & Csóka, G., 2007. History and impact of gypsy moth in North America and comparison to recent outbreaks in Europe. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, Vol. 3, pp. 47-64.

Nation, J. L., 2008. Nutrition. *In: Insect Physiology and Biochemistry*. Second Edition CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 69-89.

Nierhaus-Wunderwald, D. & Wermelinger, B., 2001. Der Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.). *Merkblatt für die Praxis*, 34.

Pereira, K. d. S., Guedes, N. M. P., Serrao, J. E., Zanuncio, J. C., Narciso, C. G., 2017. Superparasitism, immune response and optimum progeny yield in the gregarious parasitoid *Palmistichus elaeisis*. *Pest Management Science* 73, pp. 1101-1109.

Quicke, D., 2015. Sex, courtship and mating. *In: The braconid and ichneumonid parasitoid wasps*. Chichester [u.a.]: Wiley Blackwell, pp. 107-125.

Schafellner, C., Marktl, R. C., Nussbaumer, C. & Schopf, A., 2004. Parasitism-induced effects of *Glyptapanteles liparidis* (Hym., Braconidae) on the juvenile hormone titer of its host, *Lymantria dispar*: the role of the parasitoid larvae. *Journal of Insect Physiology* 50, pp. 1181-1189.

Schafellner, C., Marktl, R. C. & Schopf, A., 2007. Inhibition of juvenile hormone esterase activity in *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Lymantriidae) larvae parasitized by *Glyptapanteles liparidis* (Hymenoptera, Braconidae). *Journal of Insect Physiology* 53, pp. 858-868.

Schopf, A., 2007. Parasitoide - halb Parasit, halb Räuber. Wie kleine Schlupfwespen große Schwammspinner-Raupen gefügig machen. *Biologie in unserer Zeit* 37, S. 290-298.

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. *Journal of Applied Entomology* 121, pp. 195-203.
- Schwenke, W., 1982. Die Forstschädlinge Europas. Ein Handbuch in fünf Bänden. Band 3 Schmetterlinge. Hamburg und Berlin: Paul Parey.
- Strand, M. R., 2010. Polydnairuses. *In*: S. Asgari & K. N. Johnson, (eds.) *Insect virology*. s.l.:Caister Academic Press, pp. 171-192.
- Ticehurst, M. & Finley, S., 1988. An urban forest integrated pest management program for gypsy moth: an example. *Journal of Aboriculture* 14(7), pp. 172-175.
- Tunca, H., Buradino, M., Colombel, E.-A. & Tabone, E., 2016. Tendency and consequences of superparasitism for the parasitoid *Ooencyrtus pityocampae* (Hymenoptera: Encyrtidae) in parasitizing a new laboratory host, *Philosamina ricini* (Lepidoptera: Saturniidae). *European Journal of Entomology* 113, pp. 51-59.
- Van Wilgenburg, E., Driessen, G. & Beukeboom, L., 2006. Single locus complementary sex determination in Hymenoptera: an "unintelligent" design? *Frontiers in Zoology* 3:1, pp. 1-15.
- Wainhouse, D., 2005. Biological control. *In*: *Ecological methods in forest pest management*. s.l.:Oxford University Press, pp. 109-125.
- Wyler, T. & Lanzrein, B., 2003. Ovary development and polydnairus morphogenesis in the parasitic wasp *Chelonus inanitus*. II. Ultrastructural analysis of calyx cell development, virion formation and release. *Journal of General Virology* 84, pp. 1151-1163.

7 Anhang

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: (a) Zuchtkäfig mit <i>G. liparidis</i> Wespen der Population 1, (b) Zuchtkäfig mit <i>G. liparidis</i> Wespen der Population 2.....	8
Abbildung 2: Mutterwespen in Versuchsboxen, Wasserspender und mit Honig bestrichenes Filterpapier.	8
Abbildung 3: (a) <i>L. dispar</i> , L2 Raupe in Vorhäutung, (b) <i>L. dispar</i> , frisch gehäutete L3 Raupe.....	9
Abbildung 4: (a) 5 parasitierte <i>L. dispar</i> Raupen mit Weizenkeimdiät in Petrischalen, (b) Kokons mit Parasitoiden, (c) Kokons in Mikrotiterplatte verschlossen mit Parafilm, (d) Mikrotiterplatte mit Kokons, geöffnet, (e) adulte Wespen in Eppendorf Gefäßen.....	10
Abbildung 5: (a) Weibliche Wespe mit Ovipositor (blauer Kreis), (b) Mikrowaage (Mettler Toledo, MT5), (c) Lyophilisator (Lyovac GT2).....	12
Abbildung 6: Lebensspanne (Tage, d) der 6 Mutterwespen von Population 1 und Population 2.....	14
Abbildung 7: Fekunditätsdauer (Tage, d) der 6 bzw. 4 Mutterwespen von Population 1 und Population 2.....	15
Abbildung 8: <i>G. lip.#1</i> : Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	18
Abbildung 9: <i>G. lip.#1</i> : Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag. Der schwarze Pfeil zeigt den Todestag der Mutterwespe.	19
Abbildung 10: <i>G. lip.#2</i> : Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	20
Abbildung 11: <i>G. lip.#2</i> : Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den	

Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	20
Abbildung 12: <i>G. lip.</i> #3: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten	21
Abbildung 13: <i>G. lip.</i> #3: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	22
Abbildung 14: <i>G. lip.</i> #4: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	23
Abbildung 15: <i>G. lip.</i> #4: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	23
Abbildung 16: <i>G. lip.</i> #5: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	24
Abbildung 17: <i>G. lip.</i> #5: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	25
Abbildung 18: <i>G. lip.</i> #6: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	26
Abbildung 19: <i>G. lip.</i> #6: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	26
Abbildung 20: <i>G. lip.</i> #8: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	27
Abbildung 21: <i>G. lip.</i> #8: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	28
Abbildung 22: <i>G. lip.</i> #9: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	29

Abbildung 23: <i>G. lip.</i> #9: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	29
Abbildung 24: <i>G. lip.</i> #10: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	30
Abbildung 25: <i>G. lip.</i> #10: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	31
Abbildung 26: <i>G. lip.</i> #11: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	32
Abbildung 27: <i>G. lip.</i> #11: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	32
Abbildung 28: <i>G. lip.</i> #12: Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen der Mutterwespe, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.....	34
Abbildung 29: <i>G. lip.</i> #12: Kumulative Anzahl an geschlüpften Parasitenlarven aus den Wirtsraupen pro Parasitierungstag.....	34
Abbildung 30: Population 1, Anzahl an Parasitenarven aller Mutterwespen, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.	36
Abbildung 31: Population 2, Anzahl an Parasitenarven aller Mutterwespen, die sich in maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag erfolgreich entwickelten.	36
Abbildung 32: Population 1: Durchschnittliche Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (n=6) pro Parasitierungstag.....	38
Abbildung 33: Population 2: Durchschnittliche Anzahl an männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (n=6) pro Parasitierungstag.....	39
Abbildung 34: Population 1: Durchschnittliche Anzahl an Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (n=6) pro Parasitierungstag.....	39

Abbildung 35: Population 2: Durchschnittliche Anzahl an Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen (n=6) pro Parasitierungstag.....	40
Abbildung 36: Population 1, prozentueller Anteil (MW±SE) an weiblichen Nachkommen aller Mutterwespen (n=6), die sich aus maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag entwickelten.	42
Abbildung 37: Population 2, prozentueller Anteil (MW±SE) an weiblichen Nachkommen aller Mutterwespen (n=5), die sich aus maximal 5 Wirtsraupen pro Parasitierungstag entwickelten.	43
Abbildung 38: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung von Population 1 und Population 2 in Raupen des Schwammspinners bei 20°C.	46
Abbildung 39: Dauer (Tage, d) des Puppenstadiums von Population 1 und Population 2 in Raupen des Schwammspinners bei 20°C.	47
Abbildung 40: Dauer (Tage, d) der Gesamtentwicklung (Ei- adulte Wespe) von Population 1 und Population 2 in Raupen des Schwammspinners bei 20°C.	48
Abbildung 41: <i>G. lip.#1</i> , Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	58
Abbildung 42: <i>G. lip.#1</i> , Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	59
Abbildung 43: <i>G. lip.#1</i> , Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	59
Abbildung 44: <i>G. lip.#2</i> , Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	61
Abbildung 45: <i>G. lip.#2</i> , Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	62
Abbildung 46: <i>G. lip.#2</i> , Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	62
Abbildung 47: <i>G. lip.#3</i> , Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag.	64
Abbildung 48: <i>G. lip.#3</i> , Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und	

Männchen) pro Parasitierungstag	65
Abbildung 49: <i>G. lip.#3</i> , Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag	65
Abbildung 50: <i>G. lip.#4</i> , Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag	67
Abbildung 51: <i>G. lip.#4</i> , Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag	68
Abbildung 52: <i>G. lip.#4</i> , Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag	68
Abbildung 53: <i>G. lip.#5</i> , Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag	70
Abbildung 54: <i>G. lip.#5</i> , Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag	71
Abbildung 55: <i>G. lip.#5</i> , Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag	71
Abbildung 56: <i>G. lip.#6</i> , Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	73
Abbildung 57: <i>G. lip.#6</i> , Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	74
Abbildung 58: <i>G. lip.#6</i> , Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	74
Abbildung 59: <i>G. lip.#8</i> , Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	76
Abbildung 60: <i>G. lip.#8</i> , Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	77
Abbildung 61: <i>G. lip.#8</i> , Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	77
Abbildung 62: <i>G. lip.#9</i> , Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	79

Abbildung 63: <i>G. lip.</i> #9, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	80
Abbildung 64: <i>G. lip.</i> #9, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	80
Abbildung 65: <i>G. lip.</i> #10, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag.....	82
Abbildung 66: <i>G. lip.</i> #10, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag.....	83
Abbildung 67: <i>G. lip.</i> #10, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag.....	83
Abbildung 68: <i>G. lip.</i> #11, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Männchen) pro Parasitierungstag.....	85
Abbildung 69: <i>G. lip.</i> #11, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Männchen) pro Parasitierungstag.....	86
Abbildung 70: <i>G. lip.</i> #11, Wassergehalte [%] der Nachkommen (Männchen) pro Parasitierungstag.....	86
Abbildung 71: <i>G. lip.</i> #12, Frischgewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag.....	88
Abbildung 72: <i>G. lip.</i> #12, Trockengewichte [mg] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag.....	89
Abbildung 73: <i>G. lip.</i> #12, Wassergehalt [%] der Nachkommen (Weibchen, Männchen) pro Parasitierungstag.....	89
Abbildung 74: Population 1: Frischgewicht [mg] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen	93
Abbildung 75: Population 1: Trockengewicht [mg] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen	93
Abbildung 76: Population 1: Wassergehalt [%] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen	94
Abbildung 77: Population 2: Frischgewicht [mg] der adulten männlichen und	

weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen	94
Abbildung 78: Population 2: Trockengewicht [mg] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen	95
Abbildung 79: Population 2: Wassergehalt [%] der adulten männlichen und weiblichen Nachkommen von jungen, mittleren und alten Mutterwespen	95
Abbildung 80: Frischgewichte [mg] der adulten weiblichen und männlichen Nachkommen aller Mutterwespen aus Population 1 und 2.....	97
Abbildung 81: Trockengewichte [mg] der adulten weiblichen und männlichen Nachkommen aller Mutterwespen aus Population 1 und 2.....	98
Abbildung 82: Wassergehalte [%] der adulten weiblichen und männlichen Nachkommen aller Mutterwespen aus Population 1 und 2.....	98
Abbildung 83: Erfolgreich ausgebohrte Parasitenlarven pro Wirtsraupe, die von Wespen aus Population 1 bzw. 2 parasitiert wurden.	99
Abbildung 84: Population 1, Korrelation zwischen der Anzahl an Parasitenlarven pro Wirtsraupe und dem durchschnittlichen Trockengewicht der adulten Wespenweibchen.....	100
Abbildung 85: Population 2, Korrelation zwischen der Anzahl an Parasitenlarven pro Wirtsraupe und dem durchschnittlichen Trockengewicht der adulten Wespenweibchen.....	101

7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammensetzung der Weizenkeimdiät.....	7
Tabelle 2: Population 1, Lebensspanne (Tage, d) und Fekunditätsdauer (Tage, d), Anzahl aller Nachkommen, Summe der Weibchen (♀) und Männchen (♂) und Geschlechterverhältnis (♀:♂).....	16
Tabelle 3: Population 2, Lebensspanne (Tage, d) und Fekunditätsdauer (Tage, d), Anzahl aller Nachkommen, Summe der Weibchen (♀) und Männchen (♂) und Geschlechterverhältnis (♀:♂).....	16

Tabelle 4: <i>G. lip.</i> #1: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	19
Tabelle 5: <i>G. lip.</i> #2: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	21
Tabelle 6: <i>G. lip.</i> #3: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	22
Tabelle 7: <i>G. lip.</i> #4: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	24
Tabelle 8: <i>G. lip.</i> #5: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	25
Tabelle 9: <i>G. lip.</i> #6: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	27
Tabelle 10: <i>G. lip.</i> #8: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	28
Tabelle 11: <i>G. lip.</i> #9: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	30
Tabelle 12: <i>G. lip.</i> #10: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	31
Tabelle 13: <i>G. lip.</i> #11: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter	

und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	33
Tabelle 14: <i>G. lip.</i> #12: Anzahl an ausgebohrten Larven, Kokons (zur Verpuppung), geschlüpfte Weibchen (♀) und Männchen (♂) sowie das Verhältnis der Geschlechter und der prozentuelle Anteil an Weibchen.....	35
Tabelle 15: Durchschnittliche Anzahl an weiblichen und männlichen Nachkommen pro Parasitierungstag für die Altersklassen jung, mittel und alt der Mutterwespen (Population 1 n= 6, Population 2 n=5) sowie Unterschiede zwischen den Arten innerhalb der Altersklassen.	41
Tabelle 16: Pearson-Korrelationskoeffizient (r), Signifikanz (p) und Stichprobenanzahl (n) zwischen der Lebensspanne, der Fekunditätsdauer, der Summe aller Nachkommen, sowie die Summe aller weiblichen Nachkommen aller Mutterwespen von Population 1.	44
Tabelle 17: Pearson-Korrelationskoeffizient (r), Signifikanz (p) und Stichprobenanzahl (n) zwischen der Lebensspanne, der Fekunditätsdauer, der Summe aller Nachkommen, sowie die Summe aller weiblichen Nachkommen aller Mutterwespen von Population 2.	44
Tabelle 18: Dauer (Tage, d) der Entwicklung von Population 1 und Population 2 (Mittelwert ± Standardabweichung).	45
Tabelle 19: <i>G. lip.</i> #1: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #1 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag..	49
Tabelle 20: <i>G. lip.</i> #2: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #2 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag.	49
Tabelle 21: <i>G. lip.</i> #3: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #3 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag..	50
Tabelle 22: <i>G. lip.</i> #4: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #4 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag..	51

Tabelle 23: <i>G. lip.</i> #5: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #5 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag	52
Tabelle 24: <i>G. lip.</i> #6: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #6 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag	53
Tabelle 25: <i>G. lip.</i> #8: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #8 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag	53
Tabelle 26: <i>G. lip.</i> #9: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #9 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag	54
Tabelle 27: <i>G. lip.</i> #10: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #10 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag	54
Tabelle 28: <i>G. lip.</i> #11: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #11 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag	55
Tabelle 29: <i>G. lip.</i> #12: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der Mutterwespe <i>G. lip.</i> #12 in Abhängigkeit vom Parasitierungstag	56
Tabelle 30: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der einzelnen Mutterwespen von Population 1	57
Tabelle 31: Dauer (Tage, d) der endoparasitischen Entwicklung, des Puppenstadiums und der Gesamtentwicklung der Nachkommen der einzelnen Mutterwespen von Population 2	57
Tabelle 32: <i>G. lip.</i> #1: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag	60
Tabelle 33: <i>G. lip.</i> #2: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der	

adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag. Angegeben sind der Mittelwert (MW) und der Standardfehler sowie die Anzahl (n) an Weibchen (♀), die in die Berechnungen miteingeflossen sind.....	63
Tabelle 34: <i>G. lip.</i> #3: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag.	66
Tabelle 35: <i>G. lip.</i> #4: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag.	69
Tabelle 36: <i>G. lip.</i> #5: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag.	72
Tabelle 37: <i>G. lip.</i> #6: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	75
Tabelle 38: <i>G. lip.</i> #8: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	78
Tabelle 39: <i>G. lip.</i> #9: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen) pro Parasitierungstag.....	81
Tabelle 40: <i>G. lip.</i> #10: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag.	84
Tabelle 41: <i>G. lip.</i> #11: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Männchen) pro Parasitierungstag.....	87
Tabelle 42: <i>G. lip.</i> #12: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der adulten Nachkommen (Weibchen und Männchen) pro Parasitierungstag.	90
Tabelle 43: Frisch- und Trockengewichte [mg] und Wassergehalte [%] der Nachkommen von Population 1 und Population 2, getrennt nach dem Alter der Mutterwespen (jung, mittel und alt) sowie der Nachkommen über die gesamte Lebensspanne der Mutterwespen.....	96