

## Neue Erkenntnisse und Untersuchungen über die Roßkastanien-Miniermotte

*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae)\*

Klaus Hellrigl\*\*

### Abstract

#### New Knowledge and Research

#### on the Horse-Chestnut Leafminer *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986.

The present paper tries to give a comprehensive survey of the horse-chestnut-leafminer *C. ohridella* by interdisciplinary views and analysis of the host plant range (geography and system of plants) and special circumstances of the leafminer (distribution, affinity, parasitism, occurrence of generations). The rapid expansion of *C. ohridella* in the various countries of central and Southern Europe is explained; in Italy, where the introduction of the leafminer took place in 1994/95 via South Tyrol [central North] and Julian Venetia [North-East], the entire northern region (north of the 44th degree latitude) has already been attacked.

The question of the host plants of *C. ohridella* is analysed and discussed: the leafminer attacks mainly the European horse-chestnut *Aesculus hippocastanum*, occasionally and to a much lower degree also the sycamore *Acer pseudoplatanus*; on the other hand, American buckeyes are largely attack-resistant. The relationship between the single species of Genus *Aesculus* and Genus *Acer* and their suitability as host-plants for *Cameraria* are discussed.

By comparison of the structures of genitalia it is proved that there is a close relationship with a *Cameraria* species from Japan, *C. nipponica* Kumata, that lives on *Acer* spp. and must be regarded as a sister species of the South-East-European *C. ohridella*. On the other hand, there is no relationship with the North-American *Cameraria* species, not even with *C. aesculisella* Chamb., the only other species of Genus *Cameraria* that lives on horse chestnuts (*Aesculus* spp.) and that is in turn closely related with North-American *Cameraria* species that live on maples (*Acer* spp.). Due to these circumstances, the probability of the hypothesis proposed by HELLRIGL (1998), that *C. ohridella* may have effected a change of host plants from *Acer* sp. to *Aesculus*, is increasing. Such a host-change would also explain the sudden mass outbreak. In any case there is not doubt, that *C. ohridella* definitely belongs to the Eurasian group of species; its natural origin place presumably being the Balkans or the Near East area. The occurrence of flight periods and sequence of generations in South Tyrol and Trentino were controlled and ascertained by trap-catches in various altitudes, and compared with those of other areas; from these data emerged that the number of generations greatly depends on climatic factors: in planar and colline altitudes there are normally three generations, in higher, cooler altitudes only two, and in warmer southern regions up to four generations a year.

The problem of parasitism is discussed in detail: the quantitative analysis of 1335 specimens of reared parasitoids (26 spp.) shows that *C. ohridella* has a large spectrum of parasitoids [about 36 species have been recorded]; however, these parasitoids result as being of little effect, since they are mainly polyphagous idiobionts of which the majority occurs only as single specimens (tab. 10). The same parasitoids (Eulophidae) live also with other leafminers (Lithocolletinae, Rhyncheninae, Heterarthrini and others), but show only a reduced tendency to change over also to *Aesculus* and, therefore, to *Cameraria*. Hence the degree of parasitism rarely exceeds 10%; the situation seems to be somewhat better in Sarajevo, where *Pediobius saulius*' presence was stronger. Finally, the possibilities and opportunities of control measures are discussed.

\* Vortrag K. HELLRIGL bei der EAG am Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum Innsbruck: 12.01.2001

\*\* Dr. Klaus Hellrigl, Wolkensteinstraße 83, I-39042 Brixen (Südtirol, Italien)

## 1 Einleitung

Die RK-Miniermotte ist in den letzten Jahren in Mitteleuropa und in Teilen Südeuropas zu einem großen Problem im urbanen Bereich geworden, da sie zusammen mit dem Blattbräunepilz *Guignardia aesculi* zu einer starken vorzeitigen Verbräunung der Blätter von Roßkastanien in Alleen, Parkanlagen und Gastgärten führt. Inzwischen gibt es über diese »neue« Mottenart, die in der 2. Hälfte der 80er Jahre aus dem südlichen Balkan nach Mitteleuropa eingeschleppt wurde, bereits zahlreiche Publikationen, doch behandeln die meisten dieser Arbeiten nur gewisse Teilaspekte oder lokale Gegebenheiten und nur relativ wenige befassen sich in breiterem Rahmen umfassender mit der Materie. Um sich ein Gesamtbild über diese Blattminiermotte machen zu können und dabei den vielen noch unklaren Punkten auf die Spur zu kommen, ist es erforderlich alle Aspekte zu berücksichtigen und diese, insbesondere die verwandtschaftlichen Beziehungen der Miniermotte, ihrer Wirtspflanzen und ihrer Parasitoiden, einer gemeinsamen Betrachtung zu unterziehen – das soll in der vorliegenden Arbeit versucht werden. Die vorrangigen Zielsetzungen waren dabei, neue Erkenntnisse zu gewinnen über die vorliegende und noch zu erwartende Parasitierungslage, zudem einen genaueren Überblick zu erlangen über die Generationsverhältnisse bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen, sowie schließlich Recherchen anzustellen über die tatsächliche ursprüngliche Herkunft dieser Blattminiermotte, dies alles im Zusammenhang mit ihrer explosionsartigen Verbreitung in den letzten 10 Jahren.

## 2 Material und Methode

Die im Jahr 2000 vom Verfasser durchgeführten Untersuchungen bewegten sich auf zwei Hauptschienen: einmal die eigenen Felderhebungen und Zuchtuntersuchungen in Südtirol-Trentino, in Fortführung der bisherigen Untersuchungen der letzten Jahre (HELLRIGL 1998, 1999; HELLRIGL & AMBROSI 2000, 2000a) und zum anderen eingehende Literaturstudien über die in Mitteleuropa bisher gewonnenen Erkenntnisse.

Durch die Freilandhebungen in Südtirol-Trentino sollten der Ausbreitungs- und Schadensverlauf dokumentiert sowie genauere, objektiv vergleichbare Erkenntnisse über den Generationsverlauf gewonnen werden. Die Generationsverhältnisse, d.h. die Anzahl und Dauer der Flugzeiten der einzelnen Generationen, wurden erhoben mittels Pheromon- und Leimfallen, welche an verschiedenen Standorten in Südtirol sowie im Trentino in den Kronen von Roßkastanien ausgehängt und von Ende April bis Ende Sept. wöchentlich kontrolliert und ausgezählt wurden; bei 30 Kontrollen in 5 Monaten wurden dabei allein in Südtirol 1500 km zurückgelegt. Als begleitende Maßnahmen wurden laufend auch Sichtkontrollen durchgeführt, durch welche die Präsenz von Motten an den Stämmen der Roßkastanien auch bei schwachem Flug bzw. Fallenfängen registriert wurde.

Durch Zuchtkontrollen mit eingetragenen befallenen Blättern (mit reifen Minen) sollte das Schlüpf- und Diapauseverhalten im Vergleich zum Freiland überprüft und zudem weitere Erkenntnisse über die Parasitierung der Larven und Puppen gewonnen werden. Fallweise wurde in diese Zuchtuntersuchungen auch befallenes Blattmaterial aus anderen Gebieten mit einbezogen, so etwa aus Udine (Friaul) und Sarajevo (Bosnien-Herzegowina).

Die bei den Zuchten angewandte Methode beruhte auf einem modifizierten Photoelektoren-Verfahren: eine jeweils geringe Anzahl befallener Blätter wurde, getrennt nach Standorten, nach der Einsammlung vom Baum in durchsichtige Plastiksäcke ge-

geben und diese bei der Aufzucht mit der geschlossenen Sackseite gegen das einfallende Tageslicht ausgerichtet; die dem Licht abgewandte Sacköffnung blieb bis zum Austrocknen der Blätter unverschlossen (zur Vermeidung von Kondenswasser- und Schimmelbildung). Die schlüpfenden Miniermotten und Parasitoiden, die sich – dem Licht zustrebend – an der geschlossenen Stirnseite der Plastiksäcke ansammelten, wurden täglich eingesammelt, gezählt und bestimmt (Belege in coll. m.). Bei der relativ geringen Anzahl von Blättern pro Sack, war der tägliche Schlupf gut überschaubar und zu beurteilen. Während der Vegetationsperiode (Frühjahr/Sommer) und der Winterdiapause (Jan. – Apr.) wurden die Aufzuchten unter Freilandbedingungen (Freiterrasse) durchgeführt, im Spätherbst (Ende Okt. – Ende Dez.) als Indoor-Zuchten im Labor.

Die Literaturstudien betrafen Berichte über Ausbreitungs- und Generationsverläufe in anderen Gebieten. Zur Abklärung von Fragen wurden Korrespondenzkontakte mit diversen ausländischen Autoren gepflegt. Durch die Analyse einiger weniger bekannten Arbeiten aus Bulgarien (PELOV et al. 1993) und Japan (KUMATA 1963) ergaben sich interessante neue Aspekte zur Parasitierung und Herkunft der Miniermotte. Vergleichende Literaturstudien wurden auch über Verbreitung der Wirtspflanzen der Blattmotte sowie über das alternative Blattminierer-Wirtsspektrum der bei ihr festgestellten Parasitoiden durchgeführt.

### 3 Ausbreitung - Verbreitung

Die Ausbreitung der Roßkastanien-Miniermotte in den Ländern Mitteleuropas schreitet weiter rasch voran. Die Miniermotte (»horse chestnut miner«) war erstmals 1984/85 in Makedonien, am Ohrid-See, bei einem Massenaufreten an angepflanzten Roßkastanien (*Aesculus hippocastanum*) entdeckt (SIMOVA-TOSIC & FILOV 1985) und in der Folge als für die Wissenschaft neue Art, *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC 1986, beschrieben worden.

Bereits im August 1985 war durch Direktimport aus Ohrid (705 m) und Kicevo (620 m) Lebendmaterial (Larven, Puppen) zu Untersuchungszwecken nach Oberösterreich in den Großraum Linz gelangt (DESCHKA & DIMIC 1986) und es ist zu vermuten, daß dabei Motten entkommen und sich im Freiland festsetzen konnten (HELLRIGL 1998). Jedenfalls wurden im Großraum Linz die ersten Freilandfunde im Sept./Okt. 1989 bei St. Florian und 1990 bei Enns, hier bereits als Massenaufreten, registriert (PUCHBERGER 1990). Von diesem neuen sekundären Befallsherd in Oberösterreich ausgehend, 940 km entfernt vom ursprünglichen, 7 Breitengrade südlich gelegenen primären Befallsherd in Makedonien, breitete sich die Miniermotte nach 1990/91 dann rasch explosionsartig in alle angrenzenden Länder Mitteleuropas aus.

Wir haben es somit mit zwei Ausbreitungsverläufen zu tun: einem primären südlichen am Balkan (mit dem Ausgangsherd Ohridsee/Makedonien), mit nord- bzw. ostwärts gerichteter Ausbreitungstendenz, und einem sekundären nördlichen in Mitteleuropa (mit dem Ausgangsherd Linz/Oberösterreich), der nach allen Richtungen ausstrahlt. An der Südgrenze Österreichs und Ungarns bzw. der Nordgrenze des ehemaligen Jugoslawien, etwa dem Verlauf der Drau entsprechend, trafen schließlich um 1994/95 beide Expansionswellen aufeinander, so daß für diesen Grenzbereich verschwimmt, was und wann vom Süden und was vom Norden kam (HELLRIGL 1998: Verbreitungskarte). Besonders evident wird diese Situation in Norditalien, wo die von Österreich kommende nördliche Expansionswelle über Südtirol eindrang, hingegen die vom Südosten kommende Balkanwelle, über Görz und Triest (HELLRIGL 1998, 1999).

Die primäre Ausbreitungswelle am **Balkan** richtete sich, ausgehend vom ursprünglichen Entdeckungsort in Makedonien, bald ostwärts gegen Bulgarien und erreichte 1989 Sofia (PELOV, 1993); langsamer verlief die Ausbreitung nach Süden in **Griechenland** und erreichte bis 1999 den Hafen Vólos (SKUHRAVÝ 1999). Die Hauptausbreitung aber erfolgte nach Norden und erfaßte bis Anfang der 90er Jahre das gesamte ehemalige Jugoslawien. In **Serbien** wurde die Miniermotte im südlichen Teil bereits 1986 gefunden (DIMIC & MIHAJLOVIC 1993).

In **Bosnien-Herzegowina**: Erstauftreten im Herbst 1993 im Nordosten, bei Banja Dvorovi und in anderen nördlichen Regionen: Bijeljina, Bosanska Gradiska und Laktasi; in den folgenden Jahren (1996-1999) erfolgte eine rasche Ausbreitung über weite Landesgebiete, ausgenommen den südlichsten Teil (südlich von Konjic) und einen breiten Randstreifen im Westen (DAUTBASIC & DIMIC 1999: Verbreitungskarte).

In **Kroatien** waren erste schwache Befallsspuren 1989 nur in Zagreb beobachtet worden (wenige Blattminen in einer Roßkastanienallee); zu einer evidenteren Befallsausbreitung sowohl hier als auch in anderen Gebieten kam es erst ab 1994/95 in Zagreb, Vinkovci, Nova Gradiska, Krapina (MACELJSKI & BERTIC 1995/96). In **Slowenien**: Novo Mesto 1995, Ormoz 1995, Maribor 1996, Ljubljana 1996 (MILEVOJ & MACEK 1997).

Für die sekundäre Ausbreitungswelle in Mitteleuropa zeichnet sich als Befallsfolge ab (HELLRIGL 1998):

**Österreich**: O.Ö.: St. Florian 1989, Enns 1990, Linz 1990, Luftenberg 1990, Grein 1990, Steyr 1991, Lunz a.S. 1992 (Puchberger 1990, 1995; Gusenleitner 1991), Kremsmünster 1990, Wels 1991, Waidhofen/Ybbs 1992 (Mitt. Krehan); N.Ö.: Traismauer 1992 (1991), Waidhofen/Thaya 1992 (Mitt. Krehan), Zwettl 1993 (Mitt. E. Altenhofer), Neulengbach 1992 (1991), Baden 1993, Wiener Neustadt 1993 (Mitt. H. Pschorn-Walcher); Wien: 1992/93 (FBVA); Bgld.: Eisenstadt 1993; Strmk.: Graz 1993; Salzburg 1993 (Mitt. H. Krehan); Tirol: N-Tirol, Sept. 1993; O-Tirol, Okt. 1994 (Mitt. S. Erlebach); Vorarlberg: Feldkirch 1997 (Mitt. P. Huemer). Von Österreich aus setzte sich die Verbreitung rasch in die östlich angrenzenden Länder nach **Ungarn** 1993/94 und die **Slowakei** 1994/96 fort, sowie im Nordosten nach **Tschechien** 1993/95 und im Nordwesten nach Deutschland.

**Deutschland**: Bayern: Neuburg/Passau 1993, Bad Birnbach 1993, Moosinning 1993 (BUTIN & FÜHRER 1994); München und Freising 1993/94 (Mitt. Heitland); Regensburg (1995)/1996 und Nürnberg 1996 (KRAUS 1996); bis 1998 hatte sich die Miniermotte über ganz Bayern verbreitet. Sie gelangte dann weiter nach Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg; in Südbaden trat sie erst im Herbst 1999 bei Freiburg auf (Mitt. Bogenschütz) aber war hier im Herbst 2000 schon allgemein verbreitet (Mitt. Prof. Eichhorn). In Nordrhein-Westfalen wurde sie bereits 1997 in Bonn und Köln beobachtet und 1998 in Bochum; 1998/99 waren Nord-Hessen (Kassel), Thüringen, das südöstliche Niedersachsen und Brandenburg erreicht (HEITLAND et al. 1999). In Ostdeutschland war die Motte in Sachsen 1996 in Dresden und 1997 in Leipzig eingedrungen (SCHNEE 1999), entlang der Elbe, von den angrenzenden, seit 1994/95 betroffenen Gebieten Böhmens kommend; 1999 war bereits ganz Sachsen Befallsgebiet (SCHNEE 2000).

Im angrenzenden **Polen** tauchte *C. ohridella* 1998 in Oberschlesien auf (WITTENBERGER 1998) und war 1999/2000 im ganzen südlichen Teil von Schlesien bis Krakow verbreitet (SKUHRAVÝ 1999; SKRZYPCZYNSKA: i.litt., 2000).

Die Einwanderung nach **Frankreich** und **Belgien** erfolgte 1998 (Mitt. Heitland) und ebenso vermutlich auch in **Holland**, wo 1999 bereits zahlreiche Funde aus der südl. Landeshälfte (bis ca. 52°N) vorlagen (STIGTER et al. 2000: Verbreitungskarte). **Schweiz**: Erste Meldungen gab es für 1998 aus Bern, Zürich und St. Galler Rheintal (KENIS & FORSTER 1998).

Nach **Italien** drang *C. ohridella* erstmals um 1994/95 ein (HELLRIGL 1998, 1999; HELLRIGL & AMBROSI 2000), nachdem sie zuvor im Norden die angrenzenden Gebiete Österreichs (Nordtirol: 1993; Osttirol: 1994) und im Osten jene von Kroatien und Slowenien (1994/95) erreicht hatte. Die Befallsinfiltration nach Norditalien vollzog sich dabei ziemlich gleichzeitig, aber unabhängig voneinander, in zwei getrennten Gebieten: Im Norden in Südtirol (Prov. Bozen), wo die ersten stark ausgeprägten Befallsherde im Eisacktal (bei Franzensfeste, Brixen und Bozen) im Herbst 1997 entdeckt wurden (HELLRIGL 1998a) und im Osten in Friaul-Julisch Venetien, wo die Motte über Görz/Triest eingedrungen war und sich dort, ebenso wie in Udine, bereits ab 1996 bemerkbar gemacht hatte (ZANDIGIACOMO et al. 1997). Für beide Gebiete ließ sich nachträglich rekonstruieren, daß es hier bereits seit 1995 zu Erstbefall gekommen sein mußte (HELLRIGL 1998, 1999; HELLRIGL & AMBROSI 2000). Diese beiden Erstbefallsgebiete in Norditalien, Südtirol und Friaul-Julisch Venetien standen miteinander nicht in Verbindung; die dazwischenliegenden Provinzen Belluno, Vicenza, Verona und Trento blieben nämlich bis 1997/98 befallsfrei; die Provinz Trient wurde erstmals 1998/99 befallen (HELLRIGL & AMBROSI 2000).

Für nachhaltige Verwirrung sorgte eine weitere, frühere Befallsmeldung für Norditalien (Südtirol) durch BUTIN, der bereits für 1992 »ein Massenvorkommen an Kastanienbäumen in Toblach« gemeldet hatte (BUTIN & FÜHRER 1994). Bei dieser bis heute wiederholt zitierten Befallsangabe für »Toblach 1992« handelt es sich zweifellos um eine Verwechslung bzw. Fehlmeldung; sie steht in krassem Widerspruch zum gesamten bekannten übrigen Verbreitungsverlauf und konnte bei Folgeuntersuchungen keinerlei Bestätigung finden (HELLRIGL 1998, 1999). Das benachbarte Osttirol (von wo ein isolierter Lokalbefall im östlichen Südtiroler Pustertal hätte kommen müssen) wurde nachweislich erstmals im Herbst 1994 (in Lienz) befallen (HUEMER 1995), das von Lienz nach Sillian führende Oberdrautal, im höheren oberen Bereich (ab 900 - 1000 m) gegen Südtirol zu, gar erst im Herbst 1998.

Die Ausbreitung von *C. ohridella* im Südtiroler Pustertal erfolgte erst später, nämlich 1997/98, und zwar vom Westen (Franzensfeste) nach Osten, wobei Bruneck erstmals im August 1998 erreicht wurde (HELLRIGL 1998, 1999). Bei Untersuchungen im Sommer 1997 konnten in Toblach keinerlei Befallsspuren festgestellt werden (PAVAN & ZANDIGIACOMO 1998); solche fanden sich äußerst sporadisch erst ab Herbst 1998 (HELLRIGL 1999). Allfällige Zweifel werden auch dadurch entkräftet, daß es völlig auszuschließen ist, daß es in Toblach (1230 - 1250 m), dem bisher höchst gelegenen und kältesten Verbreitungspunkt von *C. ohridella*, »im August 1992« (nach Mitt. Prof. Butin) ein Massenauftreten gegeben haben könnte; ein solches ist in diesen Höhenlagen, wo es erst im August zum Flug einer 2. Generation kommt (vgl. Kap. 5), zu dem Zeitpunkt undenkbar und kategorisch auszuschließen. Ein Massenauftreten in diesen klimatischen Grenzhöhenlagen hätte sich, wenn überhaupt möglich, schon vorher jahrelang hochschaukeln müssen und sich in den Folgejahren nicht spurlos auflösen können. Bezeichnender Weise dürfte wohl kaum einer der diese Fehlmeldung stereotyp zitierenden Autoren die Lokalgegebenheiten aus eigener Anschauung kennen.

Zu einer raschen weiteren Ausbreitung in Italien kam es ab 1998: im zentralen Nordteil wurden 1998/99 nunmehr auch die Provinzen Belluno, Vicenza, Verona und Trient betroffen (HELLRIGL & AMBROSI 2000, 2000a) und im Westen erstmals die Lombardei in den Provinzen Bergamo und Brescia erreicht (GERVASINI 1999); weiter im Süden schob sich der Befall 1998 bis zur Provinz und Stadt Padua vor (Mitt. A. Battisti) und erreichte im Sommer 1998 in der Emilia-Romagna noch Bologna (MAINI & SANTI 1998); im Herbst 1999 war die Motte bereits in die Toskana vorgedrungen und trat in Florenz auf (Mitt. A. Battisti), dabei soll sie 1999 zuerst in Montecatini Terme bemerkt worden sein und sich von dort rasch weiter in die Provinzen Lucca und Pistoia bis Florenz verbreitet haben (ARSIA, 2000; DEL BENE et al. 2001). In den Jahren 1999/2000 breitete sich der Befall, vom Gardaseegebiet her, nahezu über das gesamte Trentino aus, womit bei Salurn die bisher bestehende Befallslücke zur südlichen Verbreitungsgrenze in Südtirol geschlossen wurde (HELLRIGL & AMBROSI 2000, 2001).

Zu einer starken Befallsausweitung kam es 1999/2000 in Padua (Mitt. A. Battisti), in der Emilia-Romagna und in der Lombardei. In Bologna trat *Cameraria* 1999 in 4 Generationsfolgen auf und verursachte starke Verbräunungen (SANTI et al. 2000). In der Lombardei hatte sich *C. ohridella* 1999 bereits über das ganze Gebiet verbreitet und, zusammen mit dem Blattbräunepilz *Guignardia aesculi*, merkliche Schäden an den Roßkastanien verursacht (GERVASINI 2000); im Jahr 2000 kam es dann zu starken Befallschäden in Mailand (BERGAMO 2000: Internet). Von der Lombardei aus drang *Cameraria* in Piemont ein, wo sie 2000 bereits vielerorts verbreitet war, u.a. auch im Stadtgebiet von Turin (GROMIS DI TRANA 2000). Aus Ligurien liegt bisher nur eine Einzelbeobachtung für 1995 aus Genua vor (LASTUVKA 1999 et in litt.), möglicherweise eine (? temporäre) Ferneinschleppung über Straßen/ Schienen-Verkehr (z.B. Autobahn A4 Triest-Venedig-Mailand und A7 Mailand-Genua).

Damit umfaßt die Verbreitung von *C. ohridella* in Italien derzeit schon alle nördlichen Regionen (oberhalb des 44. Breitengrades) mit einer Gebietsfläche von über 80.000 km<sup>2</sup>, das ist etwa die doppelte Fläche der Schweiz.

## 4 Wirtspflanzen und Herkunft

### 4.1 Wirtspflanzen

Die Frage nach den Wirtspflanzen von *C. ohridella* ist von grundlegender Bedeutung. Dabei geht es zunächst um die Feststellung der betroffenen Baumarten und deren Präferenzabfolge. Aus der Kenntnis der Wirtspflanzen und deren Herkünfte und Verwandtschaftsbeziehungen, lassen sich Hinweise ableiten über die noch ungeklärte Ursprungsherkunft der Miniermotte. In engem Zusammenhang damit steht auch das Problem der potentiellen und effektiven parasitoiden Gegenspieler der Miniermotte. Zu einer umfassenden Erkennung der Zusammenhänge ist es erforderlich, die Wirtspflanzen und deren Herkunft und Verbreitung genauer zu analysieren.

#### 4.1.1 Roßkastanie - *Aesculus* spp.

*C. ohridella* befällt in erster Linie massiv Blätter der Gemeinen Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*), deren Ursprungsgebiet am Balkan liegt. Die Miniermotte wurde zunächst als streng monophag an diese weißblühende europäische Roßkastanie gebunden gehalten (DESCHKA & DIMIC 1986); später wurde dann auch gelegentlicher Befall von ausländischen bzw. bastardierten rotblühenden Roßkastanien bekannt. Dies macht es erforderlich, zunächst die Verwandtschaft der Roßkastanien näher zu betrachten.

Die Familie der Roßkastanien-Gewächse (Hippocastanaceae) umfaßt nach MITCHELL (1979) weltweit 3 Gattungen von denen nur die Gattung *Aesculus* (Roßkastanie, Horse Chestnut, Buck-Eye, Marronnier d' Inde) in Kultur genommen wird. Die Gattung *Aesculus* ist mit über 1 Dutzend Arten auf der nördlichen Hemisphäre verbreitet, in mild-humiden Teilen der nemoralen gemäßigten Zone, meist im Gebirge (ROLOFF & BÄRTELS 1996). Das Hauptverbreitungsgebiet ist Nordamerika (6 Arten: USA; 1 Mexiko), wo auch zahlreiche Naturhybriden auftreten; einige Arten kommen in Asien vor (2 Indien, 2-3 China, 1 Japan) und 1 Art kommt aus SO-Europa (Balkan). Die meisten Arten sind raschwüchsige, auffallend blühende (weiß, gelblich, rosa bis blutrot), dekorativ belaubte Park- und Allee-bäume. Es sind vorwiegend mittelgroße bis große Bäume (3-4 Arten nur strauchtig), mit großen, handförmig geteilten Blättern und Blüten die in aufrechten Rispen (»Blütenkerzen«) stehen. Im folgenden wird ein Überblick über die 13 nach üblicher Auffassung bekannten Arten nach KRÜSSMANN (1976), MITCHELL (1979), ROLOFF & BÄRTELS (1996) gegeben, sowie einer von 6 weiteren, kürzlich aus China beschriebenen Arten (FANG 1981), deren Artberechtigung noch fraglich ist, da diese nahezu ununterscheidbar von schon bekannten Arten sind (XIANG et al. 1998).

Systematisch wird die Gattung *Aesculus* in 5 Sektionen eingeteilt (HARDIN 1957; KRÜSSMANN 1976):

wissenschaftl. Namen:	Synonyme:	Bezeich. /Anmerkung:	Ursprungs-Verbreitung
<b>Sektion <i>Aesculus</i></b>			
<i>Aesculus turbinata</i> Blume	(= <i>A. chinensis</i> Hort.)	Japanische Roßkastanie	Japan; selten verwendet;
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	-	Gemeine Roßkastanie	Europa: Balkan; Bulgarien; W / M-Europa eingebürg.
<b>Sektion <i>Calothyrsus</i> (Spach)</b>			
<i>Aesculus californica</i> (Spach)	( <i>Pavia californica</i> Hart.)	[Strauch] Kalifornische R.	Californien
<i>Aesculus chinensis</i> Bunge	-	Chinesische Roßkastanie	N-China
<i>Aesculus wilsonii</i> Rehder	(= <i>A. chinensis</i> Diels)		China, Setschuan, Hupeh.
<i>A. wangii</i> Hu et Fang	-	[nach XIANG et al. 1998]	China: (FANG 1981)
<i>Aesculus assamica</i> Griff.	(= <i>A. punduana</i> Wall.)	-	Indien
<i>Aesculus indica</i> (Camb.) Hook	-	Indische Roßkastanie	Ind. Himalaja. Kaschmir;
<b>Sektion <i>Macrothyrsus</i> (Spach)</b>			
<i>Aesculus parviflora</i> Walter	( <i>A. macrostycha</i> Michx.)	Strauch-Roßkastanie	USA: S-Carolina/Alabam., Florida.- sehr häufig;
<b>Sektion <i>Parryanae</i> Wiggins</b>			
<i>Aesculus parryi</i> A. Gray	-	Strauch / kleiner Baum	Mexiko; Baja California;
<b>Sektion <i>Pavia</i> (Mill.) Persoon</b>			
<i>Aesculus flava</i> Solander	(= <i>A. lutea</i> Wangenh.)	Gelbe Roßkastanie	USA:Pennsylv.bis Illinois,
	(= <i>A. octandra</i> Marsh.)	Gelbe Pavie	südl. Georgia, Alabama.
<i>Aesculus glabra</i> Willdenow	(= <i>A. ohioensis</i> DC.)	Ohio-Roßkastanie	O-USA: Pennsylv.,Michig.,
	(var. <i>arguta</i> Buckl.)		Nebraska, Kansas; Texas;
<i>Aesculus pavia</i> L.	(= <i>Pavia rubra</i> Poiret)	Rote Pavie [Roßkastan.]	USA: Virginia - Oklahoma,
		rotblühende Roßkastanie	Florida, Louisiana, Texas;
<i>Aesculus silvatica</i> Bartram	( <i>neglecta</i> var. <i>georgiana</i> )	Strauch	SO-USA: N-Carol.-Georgia

Dieses auf HARDIN (1957) zurückgehende phylogenetische Einteilungsschema von *Aesculus*, das auf der Analyse von morphologischen Grundplan-Merkmalen beruht, zeigt interessante Zusammenhänge auf. Demnach besteht eine enge Verwandtschaft der europäischen *A. hippocastanum* mit der japanischen *A. turbinata* (Sekt. A); ebenso bilden die 4 Ost-Nordamerikanischen Arten (*A. glabra*, *flava*, *pavia*, *silvatica*) eine eigene monophyletische Gruppe (Sekt. E), während die West-Nordamerikanische *A. californica* mit den chinesisch-indischen Arten in einer Gruppe (Sekt. B) vereint ist und die mexikanische *A. parryi* (Sekt. D) und die SO-Nordamerikanische *A. parviflora* (Sekt. C) jeweils eine eigene Gruppe bilden: (Fig. 1)

Tatsächlich erscheint die Verbreitung von *Aesculus* in Nordamerika etwas rätselhaft: im Westen findet sich nur eine Art, *A. californica*, die ihre nächste Verwandtschaft in Ost-Asien hat, während die Hauptverbreitung der Arten auf die östliche Landeshälfte entfällt und eine Zone umfaßt, die sich vom Süden von ca. 28-30° N (Florida, Louisiana, Texas) bis 42-45° N (Pennsylvania, Ohio, Michigan, Illinois, Nebraska) erstreckt.

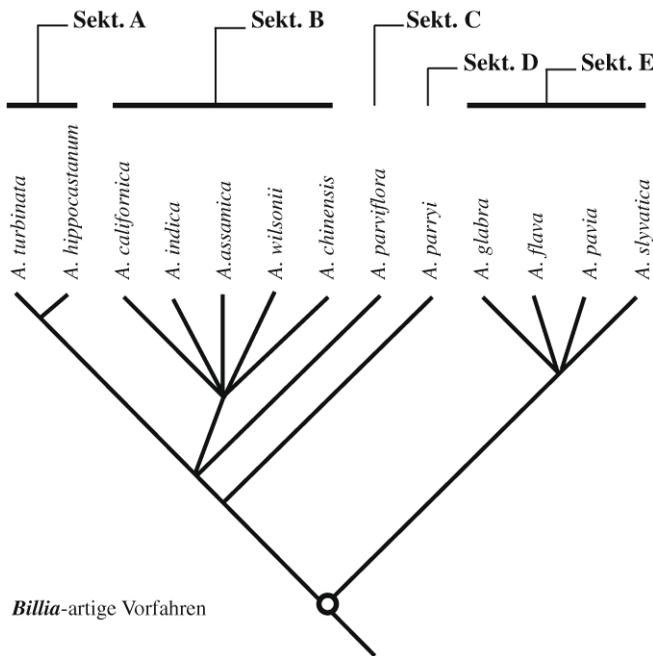


Fig. 1

Phylogenetisches Klassifizierungs-Schema von *Aesculus*, nach HARDIN (1957). - Sekt. A, Sektion *Aesculus*; Sekt. B, Sektion *Calothyrsus*; Sekt. C, Sektion *Macrothyrsus*; Sekt. D; Sektion *Parryana*; Sekt. E, Sektion *Pavia*.

[nach XIANG et al. 1998 - verändert]

HARDIN (1957) nahm an, daß *Aesculus* in Mittel- oder Südamerika aus *Billia*-ähnlichen Vorfahren entstanden und sich in der Folge im frühen Tertiär nach N-Amerika ausgebreitet habe, wobei ein Teil in das Gebiet der Appalachen und ein anderer Teil zur Westküste Nordamerikas und von dort über die Bering-Straße nach Asien und Europa gelangt sei. Im Gegensatz dazu nahmen RAVEN & AXELROD (1974, 1978) an, daß *Aesculus* ebenso wie die ganze Familie Hippocastanaceae in Nord-Amerika entstanden sei und sich in der Folge in andere Kontinente ausgebreitet habe (XIANG et al. 1998).

Zur Abklärung der unterschiedlichen biogeographischen Hypothesen führten XIANG et al. (1998) eine phylogenetische Analyse von *Aesculus*-Arten durch, unter Verwendung molekularer Daten von Chloroplasten- (*matK*-Sequenzen) und Zellkern-Genomen (ITS-Sequenzen von DNA). Die phylogenetischen Verwandtschaftsverhältnisse, die sich aus diesen molekularen Daten ergaben, sind in hohem Maße korreliert mit der geografischen Verbreitung der Arten. Die festgestellten Stammbaumverzweigungen entsprachen eng den 5 Sektionen, die schon früher aufgrund der Morphologie erkannt worden waren (XIANG et al. 1998).

Die Analyse der ITS-Sequenzen ergab, daß die 4 Arten aus China und dem Himalaya eine strenge monophyletische Gruppe bilden. Dieser Zweig ist die Schwestergruppe vom übrigen Rest der Gattung. Die japanische *A. turbinata* ist die Schwesterart der europäischen *A. hippocastanum*; diese Gruppe ihrerseits ist die Schwestergruppe von allen Nord-Amerikanischen Arten. Die westliche *A. californica* und die südöstliche *A. parviflora* sind als Schwesternarten in einem Zweig vereint.

Die Analyse der *matK*-Sequenzen ergab ebenfalls zwei große Zweige, einen Neue-Welt-Zweig und einen Alte-Welt-Zweig, welcher letzterer auch die Californische Art mit einschloß. Die südöstliche N-Amerikanische Art, *A. parviflora*, ist die Schwester zum Rest der Abzweigungen. Die Mexikanische Art, *A. parryi*, ist wiederum die Schwester zum übrigen Rest der östlichen N-Amerikanischen Arten.

Die Unterschiede zwischen ITS und *matK* in den kürzesten Abzweigungen betreffen hauptsächlich die Platzierung von *A. californica*, die einmal – zusammen mit *A. parviflora* – unter den »Neue-Welt«-Arten aufsteht, während sie sich im *matK*-Stammbaum im Verzweigungsast der »Alte-Welt«-Arten findet (wie bei HARDIN 1957). Auf die möglichen Erklärungen von XIANG et al. (1998) für diese Divergenz, braucht hier nicht näher eingegangen werden (vgl. Fig. 2).

Die ältesten Fossilfunde von *Aesculus* stammen aus NO-Asien, Alaska und den Nord-Atlantischen Inseln aus dem Paläozän (~ 65 M.Y.B.P). Jüngere kommen aus dem nordöstlichen Asien, British Columbien, Nevada und den Nord-atlantischen Inseln aus dem Eozän; aus Europa und NW-USA im Oligozän; aus Ost-China, Japan, Washington und Europa im Miozän; aus Japan, Europa und dem Pazifik nordwestlich von N-Amerika im Pliozän; und aus Europa im Pleistozän (XIANG et al. 1998). Auf Grund der fossilen Befunde sowie der molekular-phylogenetischen Rekonstruktionen (unter Einbeziehung von *Billia* und *Handeliidendron* als Außengruppen), der geschätzten Abspaltungszeit

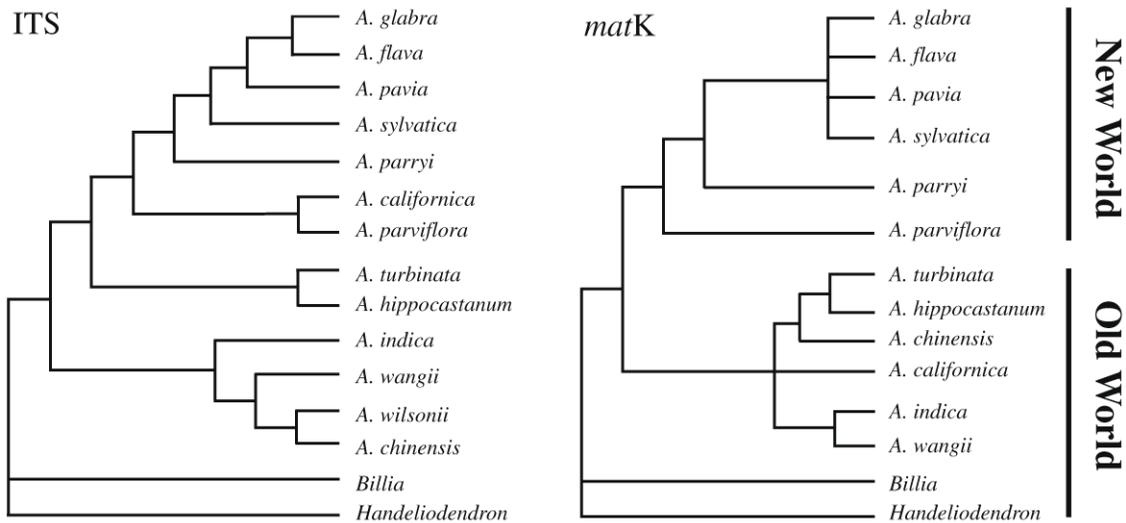


Fig. 2

Vergleich zwischen den ITS- und *matK*- Stammbäumen von *Aesculus*  
[nach XIANG et al. 1998 - vereinfacht]

zwischen den Stammbaumzweigen und der gegenwärtigen geografischen Verbreitung der Arten, kamen XIANG et al. (1998) zu folgender biogeografischen Hypothese für *Aesculus*:

Die Gattung *Aesculus* entstand im nördlich gemäßigten Ost-Asien, während des Übergangs von der Kreidezeit zum Tertiär, als ein Element der boreotropischen Flora. *Aesculus* teilte sich dann, im späten Paläozän oder am Beginn des Eozäns (~ 51 M.Y.), in zwei Stammbaumzweige. Während der klimatischen Abkühlung im späten Tertiär und Quartär, wanderte eine Stammbaumlinie südwärts in die Himalaya-Region, wo sie sich dann in die verschiedenen asiatischen Arten aufteilte.

Die andere Stammbaumlinie expandierte sowohl ostwärts als westwärts. Ein Teil dieser Linie breitete sich vermutlich ostwärts zirkumpolar nach Nord-Amerika und Europa aus. Diese Linie wurde in zwei Teile isoliert, den Eurasischen Teil und den Nord-Amerika Teil, während des mittleren Eozäns (~ 48 M.Y.), als die Bering Landbrücke und die Nord-Atlantik Brücke unterbrochen wurden. Die weitere Verbreitung des Euroasiatischen Teiles wurde erst vor etwa 15,5 Mio. Jahren (im mittleren Miozän), infolge einer klimatischen Abkühlung, unterbrochen. Dieser Teil der Stammbaumlinie wurde während des späten Tertiärs und Quartärs aus den meisten Gebieten des Eurasischen Kontinents eliminiert, ausgenommen jene in SO-Europa und Japan, welche überlebten und sich zu zwei Arten entwickelten (*A. hippocastanum* und *A. turbinata*).

Der Nord-Amerikanische Stammzweig teilte sich im mittleren Eozän (~ 43 M.Y) in zwei Gruppen (*A. pavia*, *flava*, *glabra*, *sylvatica*, *parryi* und *A. californica-parviflora*), die sich südwärts ausdehnten. Die östlichen und die westlichen Teile dieser beiden Gruppen wurden im frühen Oligozän (34 -38 M.Y.) isoliert, als die mittleren Abschnitte von Nord Amerika, durch zunehmende Trockenheit (infolge des Regenschattens nach Auffaltung der Rocky Mountains), ungeeignet für boreotropische Formen wurden. Diese Isolation führte zur Aufteilung der östlichen und westlichen Arten in jeder Gruppe.

Nach den Befunden von XIANG et al. (1998) entstand somit die Gattung *Aesculus* in Ost-Asien und breitete sich in der Folge nach Nord-Amerika aus. Die Trennung zwischen Eurasischen und Nord-Amerikanischen Arten der Gattung erfolgte dabei zuerst (~ 48 M.Y.) und die Trennung zwischen den östlichen und westlichen Nord-Amerikanischen Arten (~ 34-38 M.Y.) geschah vor der Trennung der europäischen und japanischen Art (~ 15,5 M.Y.). Klimatische und geologische Veränderungen im Tertiär und Quartär führten zur disjunkten heutigen Verbreitung von *Aesculus*.

Die Kenntnis des phylogenetischen Stammbaumes von *Aesculus* und der näheren und weiteren verwandtschaftlichen Beziehung zwischen den heutigen *Aesculus*-Arten ist wichtige Voraussetzung zum besseren Verständnis der folgenden Ausführungen über Wirtspflanzen und Herkunft unserer *Cameraria*-Art.

Hinsichtlich der Präferenzen von *C. ohridella* beim Befall von *Aesculus*-Arten, ergibt sich folgendes Bild: deutlich bevorzugt wird die weißblühende europäische Roßkastanie (*A. hippocastanum*) angegangen, während rotblühende Roßkastanien, die sich oft in sporadischer Untermischung mit der weißblühenden Art angepflanzt finden, seltener und schwächer befallen werden. In Mitteleuropa kommen hauptsächlich 2 Formen von rotblühenden Roßkastanien vor:

- 1.) die aus den SO-USA stammende, rotblühende aber kleinwüchsige echte »Rote Pavie« *Aesculus pavia*;
- 2.) die Fleischrote Roßkastanie *Aesculus x carnea* HAYNE, eine echt aus Samen fallende fruchtbare Hybride zwischen der südosteuropäischen *A. hippocastanum* und der nordamerikanischen *A. pavia*.

Beide rotblühenden RK werden hier in Europa in der Regel hochstämmig veredelt auf *A. hippocastanum*. Dieses wichtige Detail wurde bisher zu wenig beachtet; es bedeutet, daß es in Europa anscheinend nur wenige direkt aus Samen gezogene, wurzelechte rotblühende *A. x carnea* und *A. pavia* gibt. Zudem sind auch Verwechslungen der relativ häufigen *A. x carnea* mit der nur selten anzutreffenden *A. pavia* möglich. Befallsangaben für *A. pavia* (DESCHKA 1994: Scheibbs; SZABÓKY 1997: Ungarn) und für *A. x carnea* HAYNE (MARX 1997: Wien; SZABÓKY 1997: Ungarn) sind daher mit Vorbehalt zu werten. GRILL (1997) gibt aus Graz an *A. x carnea* HAYNE nur massive Eiablage, jedoch keine vollständig ausgebildeten Minen an; ähnliches berichtet SCHNEE (2000) aus Sachsen; auch SKUHRAVÝ (1998, 1999) meldet aus Prag für *A. x carnea* nur starke Eiablage mit hoher Junglarvenmortalität, nur einmal fand sich ein Fiederblatt mit 2 Puppen-Exuvien der Motte. In Südtirol wird die rotblühende *A. x carnea* von *C. ohridella* ähnlich stark angefliegen und mit Eiern belegt wie die weißblühende *A. hippocastanum*, doch konnte ich im Sommer 2000 in Franzensfeste und Mauls bis zum Herbst an den Blättern nur wenige halb fertige Blattminen feststellen (Fig. 3).

Bei einer einzeln stehenden rotblühenden *A. x carnea* in Franzensfeste, mit starkem Mottenanflug in der Krone, war zunächst auch »starker Minenbefall« beobachtet worden, doch stellte sich bei genauerer Betrachtung heraus, daß sich die starke Minenbildung nur auf Stockausschläge an der Stammbasis beschränkte. Somit wurde evident, daß dieser Baum keine wurzelechte *A. x carnea* war, sondern eine hochstämmig veredelte auf *A. hippocastanum*-Unterlage; dabei war die veredelte *carnea*-Krone (mit dunkelgrünen Blättern) nicht befallen (nur vereinzelte halb fertige Minen), hingegen wiesen die Stockausschläge der echten *hippocastanum*-Basis (mit heller grünen Blättern) starken Befall auf.

Ein Befund aus Lienz (Osttirol), wo Dr. A. Kofler und Verfasser im Herbst 1998 an rotblühenden *A. x carnea* Befall festgestellt hatten, mit bis zu 20% der Befallsstärke im Vergleich zu benachbarten weißblühenden Roßkastanien (HELLRIGL 1998,1999), bedarf einer Überprüfung, da hier ein analoger Fall vorliegen könnte. Zwar waren die befallenen Blätter (aus denen später auch Motten schlüpfen) alle der Krone entnommen worden, doch war damals aufgefallen, daß sich der Befall an den *A. x carnea* auf einzelne Äste beschränkte, während andere befallsfrei waren.

Näherer Aufklärung bedürfen auch die Befallsangaben über die amerikanische *A. pavia* in Mitteleuropa: Nach GRABENWEGER & GRILL (2000) zeigte diese 1999 bei Untersuchungen in Ost-Österreich keinen Befall, ebensowenig wie die nordamerikanischen *A. parviflora* und *A. glabra*. Im Gegensatz dazu gibt SKUHRAVÝ (1998, 1999) aus Prag für *A. pavia* (veredelt auf *A. hippocastanum*) mittelstarken Befall mit normaler Larvenentwicklung an. - Die nordamerikanische Gelbe Pavie *Aesculus flava* Sol. (= *A. lutea* Wgh.) wird nach GRABENWEGER & GRILL (2000) in Österreich normalerweise ebenfalls

nicht befallen; wohl aber wurde in Graz an aufgepfropften *A. flava* (auf *A. hippocastanum* veredelt) geringer Befall, mit nur teilweiser Weiterentwicklung der Larven (1-3 ausgebildete Minen pro Gesamtblatt), beobachtet (GRILL 1997). Auch in Prag fand SKUHRAVÝ (1998, 1999) an dieser gelbblühenden Roßkastanie 1997 sehr geringen Befall, doch nahm dieser 1998 deutlich zu.

Was den Befall von weiteren in Mitteleuropa angepflanzten ausländischen Roßkastanien anbelangt, liegen bisher folgende Angaben vor: In Prag waren nach SKUHRAVÝ (1998, 1999) 3 ausländischen *Aesculus*-Arten nicht von *C. ohridella* befallen: die nordamerikanischen *A. glabra* Willd. und *A. parviflora* Walt., sowie die asiatische *A. indica* (Himalaya); die Blätter dieser Arten wurden zwar auch stark mit Eiern belegt, jedoch starben die Larven schon im 1. Stadium ab. Hingegen stellte GRILL im Herbst 1997 im Raum Graz Minen von *C. ohridella* an der japanischen *A. turbinata* fest (Foto: 23.11.97); der Befall war zwar gering, die Minen aber gut entwickelt (GRABENWEGER & GRILL 2000).

Zusammenfassend kann man sagen, daß von ausländischen Roßkastanienarten die nordamerikanischen entweder gar nicht (*A. glabra*, *A. parviflora*), oder nur schwach (*A. flava*) bis mittelstark (*A. pavia*) befallen werden; in den beiden letzteren Fällen handelt es aber um Veredelungen auf *A. hippocastanum*-Unterlagen. Von den untersuchten asiatischen Arten scheint *A. indica* (Himalaya) resistent, während die japanische *A. turbinata* befallen wird. Dies entspricht recht gut dem aufgezeigten Verwandtschaftsgrad.



Fig. 3: Befall von *Cameraria ohridella* an *Aesculus x carnea*: Franzensfeste, 17.09.00: starker Befall nur an Stockausschlägen der Stammbasis der *A. hippocastanum*-Unterlage; die veredelte *A. x carnea*-Krone (dunkelgrüne Blätter) war kaum befallen und die Minen nur halbfertig ausgebildet.

#### 4.1.2 Ahorn - *Acer* spp.

Eine Erweiterung im Wirtspflanzenspektrum von *C. ohridella* ergab sich durch Befunde, bei denen Blattminen der Miniermotte auch auf Ahorn (*Acer* sp.), vor allem Bergahorn (*A. pseudoplatanus*) festgestellt wurden. Erste Beobachtung von Ahorn-Befall gab es bereits 1994 in Wien, nur 1– 2 Jahre nach dem dortigen Auftreten von *Cameraria*; in der Folge kamen auch Befallsmeldungen aus verschiedenen anderen Gebieten, wie Nieder- und Oberösterreich, Tschechien, Südtirol (HELLRIGL 1998, 1999).

Nachdem noch weitere *Cameraria*-Arten aus Amerika und Asien an *Acer* leben, ist es notwendig auch die Verwandtschaftsbeziehungen und Verbreitung der Wirtspflanzengattung Ahorn (*Acer* spp.) genauer zu analysieren.

Die Familie der Ahorn-Gewächse (Aceraceae) umfaßt nach MITCHELL (1979) nur die 2 Gattungen *Acer* (Ahorn, Maple, Erable), mit 115 bis fast 300 Arten (je nach Artauffassung), und *Dipteronia* mit 2 Arten aus China. Die Aceraceae sind die nächstverwandte Familie der Hippocastanaceae; beide gehören zur Pflanzenordnung Sapindales.

Gattung *Acer*: sommergrüne oder immergrüne Bäume, seltener kleine Sträucher; Blätter gegenständig, gestielt, einfach und meist gelappt bis handteilig oder gefiedert mit 3-7 Blättchen. - Etwa 150 Arten in der nördl. gemäßigten Zone und in Gebirgen der Tropen; Europa, Asien, N-Amerika, N-Afrika; viele Arten in China und Japan. (KRÜSSMANN 1976). Nach ihrer Verwandtschaft unterteilt man die *Acer*-Arten in 14 Sektionen (Tab. 1).

Ein Vergleich der Verbreitungskarten der Gattungen *Acer* (Ahorn) und *Aesculus* (Roßkastanien) zeigt, daß trotz des viel ausgedehnteren Verbreitungsareals von *Acer* eine gewisse grundsätzliche Ähnlichkeiten zwischen den Arealen beider Gattungen besteht (Fig. 4 und 5: nach KRÜSSMANN 1976).



Fig. 4: Areal der Gattung *Aesculus*



Fig. 5: Areal der Gattung *Acer*

Der Verbreitungsschwerpunkt der Gattung *Acer* liegt in Asien (80% der Arten), während in Nord-Amerika am wenigsten Arten (9%) vorkommen (im Gegensatz zu *Aesculus*). Dies läßt vermuten, daß auch der Ursprung der Aceraceae in Asien liegen dürfte, wobei es bei der Gattung *Acer* vielleicht erst zu einem späteren Entwicklungszeitpunkt als bei *Aesculus* zu einer zirkumpolaren Ausbreitung auch nach Nordamerika gekommen sein könnte. Es fällt auf, daß in Asien neben der größten Artenzahl auch die größte Variabilität herrscht, denn die dortigen *Acer*-Arten sind nur in einer von 14 Sektionen nicht vertreten (der NO-amerikanischen Sektion »*Rubra*«).

Die Ahorn-Arten N-Amerikas sind trotz ihrer geringen Artenzahl (10 Arten) in 8 von 14 Sektionen vertreten; ihre Variabilität ist somit relativ groß. Verwandtschaftliche Beziehungen bestehen faktisch nur zu Sektionen aus Asien, nur eine einzige Art, *A. saccharum*, findet sich in einer gemeinsamen Sektion »*Acer*« mit europäischen Arten. Die

meisten Arten Nord-Amerikas kommen in den östlichen bis mittleren Landesteilen vor und nur 4 Arten im Westen; letztere weisen auch die größte Vertikalverbreitung auf, wie z.B. *Acer macrophyllum* (Sekt. 9 B) oder *A. circinatum* (Sekt. 3 A) von Alaska bis Californien, bzw. Brit. Columbien bis N-Californien; eine Art, der bekannte Zuckerahorn *Acer saccharum*, der in der Nominatform von O-Kanada bis Texas verbreitet ist, kommt als West-Rasse ssp. *grandidentatum* im Westl. N-Amerika, in den Rocky Mountains, Utah bis N-Mexiko vor. – Im Gegensatz dazu sind die europäischen Arten (11%) sehr kompakt auf nur 2 Sektionen beschränkt (Sekt. 1 u. Sekt. 2); eine weitere kleinasiatische Art, der Tatarische Ahorn *Acer tataricum* (Sekt. 8), erstreckt seine Verbreitung auch noch bis SO-Europa: Balkan. Verwandtschaftliche Beziehungen der europäischen Arten bestehen zu den Arten Asiens.

**Tab. 1: Übersicht der systematischen Einteilung der Gattung *Acer* in 14 Sektionen:**

Sektion	Series	Asien	Europa	N-Amerika
1 Acer	A: Acer	1 (China)	4	-
	B: Monspessulana	[1]	5	-
	C: Saccharodendron	-	-	1 (W+ O)
2 Platanoides	A: Platanoides	13	3	-
	B: Pubescentia	2	-	-
3 Palmata	A: Palmata	7	-	1 (W)
	B: Sinensia	6	-	-
	C: Penninervia	4 (China)	-	-
4 Macrantha	A: Tegmentosa	15	-	1 (O)
	B: Wardiana	1 (China)	-	-
5 Parviflora	A: Parviflora	1 (Japan)	-	-
	B: Ukurunduensia	1 (Mand.)	-	1 (O)
	C: Distyla	1 (Japan)	-	-
6 Trifoliatae	-	5	-	-
7 Rubra	-	1 (Japan)	-	2 (O-M)
8 Ginnala	-	3	[1]	-
9 Lithocarpa	A: Lithocarpa	4	-	-
	B: Macrophyllum	-	-	1 (W)
10 Negundo	A: Negundo	-	-	1 (O-M)
	B: Cissifolia	2	-	-
11 Glabra	A: Glabra	-	-	1 (W)
	B: Arguta	4	-	-
12 Integrifolia	A: Trifida	4	-	-
	B: Pentaphylla	1 (China)	-	-
13 Indivisa	-	1 (Japan)	-	-
14 Hyptiocarpa	-	1 (China)	-	-
00 [Ohne Zuordnung]	-	12 (China)	-	1 (SO)

Dieser Verbreitungsmodus der phylogenetischen Verwandtschaftsgruppen (Sektionen) von *Acer* weist auf eine ähnliche biogeographische Entwicklung hin, wie sie bereits bei der Gattung *Aesculus* aufgezeigt wurde. Es zeichnet sich ab, daß auch hier eine von Ost-Asien ausgehende zirkumpolare Ausbreitung nach N-Amerika stattgefunden haben dürfte, allerdings zum Zeitpunkt einer bereits höheren artlichen Differenzierung. Bei den westlichen Arten erscheint eine Einwanderung über die Beringstraße nach Alaska noch heute ziemlich evident. Die disjunkte Verbreitung von *Acer saccharum* in N-Amerika, in eine West- und eine Ostrasse, deutet darauf hin, daß bei dieser Differenzierung und Arealteilung die Auffaltung der Rocky Mountains eine wichtige Rolle gespielt haben dürfte.

Eine recht deutliche Isolierung, durch Abspaltung von Arten aus Asien, haben die europäischen *Acer*-Arten erfahren, die in den Sektionen 1 und 2 zusammengefaßt sind. Für eine Analyse, im Zusammenhang mit Wirtspflanzen von *Cameraria*, müssen wir zu diesen auch noch die 3. Sektion »Palmata« aus Asien in die Betrachtung miteinbeziehen.

In Nord-Amerika gibt es zumindest 2 *Cameraria*-Arten, die an *Acer* leben, beide aus den östl. USA: *Cameraria saccharella* (Braun), vermutlich an *Acer saccharum*, und *C. aceriella* (Clemens) an *Acer* sp.; In Ost-Asien gibt es in Japan ebenfalls 2 *Cameraria*-Arten, die an *Acer* leben: *C. acericola* Kumata auf Hokkaido an *Acer mono* Maxim. und *C. nipponica* Kumata auf Hokkaido und Kyusyu an *Acer japonicum* Thunbg., *Acer palmatum* Thunbg. (KUMATA 1963) und *Acer pseudosieboldianum* (cit. PELOV 1993).

Zu diesen kommt in SO-Europa noch unsere »Roßkastanienmotte« *C. ohridella* hinzu, deren Entwicklung (neben *Aesculus*) auch auf den Ahornarten *A. pseudoplatanus* und *A. platanoides* festgestellt wurde.

Es ist interessant, daß alle diese genannten *Cameraria*-Arten, die an Ahorn leben, an *Acer*-Arten zu finden sind, die verwandtschaftlich sehr nahestehenden phylogenetischen Sektionen angehören:

## 1. Sektion: Acer

1 A Series: Acer	<u>Asien</u> : <i>A. caesium</i> Wall.: China	
	<u>Europa</u> :	
<i>Acer heldreichii</i> Orph.	Griechischer A.; Heldreich's M.;	Balkan: Bergwäld. (Griech., Bulg., S-Serb.)
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Berg-Ahorn; Sycamore;	Mittel-Europa; SO bis Krim u. Kaukasus;
<i>Acer trautvetteri</i> Medwed.	Kaukasus A.; Trautvett.'s Maple;	Kaukasus: Colchis, subalpine Region;
<i>Acer velutinum</i> Boiss.	Samt-Ahorn;	Ost-Kaukasus: Bergwälder N-Persien;
1 B Series: Monspensulana	<u>Europa</u> :	
<i>Acer hyrcanum</i> Fisch. & Mey.	Balkan-Ahorn; Balkan Maple;	Nördl. Balkan-Länder; Krim u. Kaukasus;
<i>Acer monspessulanum</i> L.	Französischer A; Montpellier M.;	Mittelmeergebiet: Spanien bis Kaukasus;
<i>A. opalus</i> Mill. (= <i>italicum</i> Lauth)	Schneeballblättr. A.; Opalus M.;	Süd-Europa; M-NW-Italien; usw.;
ssp. <i>obtusatum</i> (Willd.) Gams	Italienischer A.; Italian Maple;	Süd-Ost-Europa: Balkan; Süditalien,
<i>A. sempervirens</i> L. (= <i>creticum</i> L)	Kreta-Ahorn; Cretan Maple;	östliches Mittelmeergebiet: Kreta;
<i>A. orientale</i> L. (= <i>creticum</i> auct.)	Orientalischer Ahorn;	östl. Mittelmeergeb.: Zyp., Syrien, Liban.;
1 C Series: Saccharodendron	<u>N-Amerika</u> :	
<i>Acer saccharum</i> Marsh.	Zucker-Ahorn; Sugar Maple;	N-Amerika: O-Kanada bis Texas;
ssp. <i>grandidentatum</i> (Nutt.)		Westl. N-Amer., Rocky M.; Utah-N-Mex.;

## 2. Sektion: Platanoides

---

- 2 A Series: Platanoidea      Asien:  
*A. amplum* Rehd., *A. truncatum* Bge., *A. catalpifolium* Rehd., *A. fulvescens*: China;  
*A. mono* Maxim.; *A. miyabei* Maxim.; *A. okamontoanum* Nak.: Mandschurei, Korea, Japan;  
*A. thomsonii* Miq., *A. tibetense* Fang.; *A. turkestanicum* Pax.: Himalaja, Tibet; Turkestan; Pamir-Altai;  
*A. divergens* Koch: Transkaukasien; *A. cappadocicum* Gled., Kaukasus; Kleinasien bis Himalaja/China;  
Europa:  
*Acer campestre* L.      Feld-Ahorn; Field Maple;      Europa (N-Afrika); Kleinasien; N-Iran;  
*Acer lobelii* Tenore      Lobels Ahorn; Lobel's Maple;      S-Italien: Golf v. Neapel - Kalabrien;  
*Acer platanoides* L.      Spitz-Ahorn; Norway Maple      Europa: bis S-Schweden und Kaukasus;
- 2 B Series: Pubescentia      Asien:  
*A. pilosum* Maxim.: NW-China;      *A. pentapotamicum* J.L.Stewart: NW-Himal.; Afghanist.; W-Pakistan;

## 3. Sektion: Palmata

---

- 3 A Series: Palmata      Asien:  
*A. japonicum* Thunb.      Japanischer A.; Downy Japan. M.; N-Japan; Bergwälder;  
*A. palmatum* Thunb.      Fächer-Ahorn; Smooth Japan. M.; Japan, Korea;  
*A. pseudosieboldianum* Komar.      Koreanischer A.; Korean Maple; Mandschurei; Korea;  
*A. shirasawanum* Koidz., Japan;      *A. sieboldanum* Miq., Japan: Nippon, Kiusiu;  
*A. pubipalmatum* Fang, O-China;      *A. robustum* Pax., Mittelchina;  
N-Amerika:  
*A. circinatum* Pursh.      Brit. Kolumbien bis N-Californien
- 3 B Series: Sinensia      Asien: 6 spp. China, Himalaja;
- 3 C Series: Penninervia      Asien: 4 spp. China, Himalaja;

In obiger Übersicht der ersten 3 Sektionen der Gattung *Acer* sind die Arten unterstrichen, an denen Befall durch *Cameraria*-Arten bekannt wurde. Es ist bezeichnend, daß die 3 Wirtspflanzen von *C. nipponica* alle derselben 3. Sektion angehören, also die nächstverwandten Ahorn-Arten sind; dies, obschon in Japan 22 *Acer*-Arten vorkommen, die sich auf nicht weniger als 11 Sektionen (von 14) verteilen. Hingegen lebt die einer entfernteren Verwandtschaftsgruppe angehörende zweite japanische *Cameraria*-Art, *C. acericola* Kumata, an *Acer mono* in Sektion 2.

Diese Übersicht macht auch verständlich, warum Bergahorn (*A. pseudoplatanus*) von *C. ohridella* bevorzugt befallen wird, gegenüber Ahorn-Arten aus anderen Sektionen, wie etwa Spitzahorn (*A. platanoides*) oder Feldahorn. Hingegen sollten in der 1. Sektion (»Acer«) noch weitere *Acer*-Arten zu vermuten sein, zwischen Balkan und Kaukasus, an denen Befall durch *C. ohridella* möglich ist - oder effektiv stattfindet; nur wurde bisher nicht danach gesucht.

Befall von *C. ohridella* an *A. pseudoplatanus* trat 1994 in Wien/Lobau unter befallenen Roßkastanien auf (KREHAN 1995). Bei Neulengbach (NÖ) fand PSCHORN-WALCHER im Sept./Okt. 1995/96 Befall an Bergahorn im Unterwuchs kahlgefressener Roßkastanien; ähnliche Beobachtungen hatte E. Altenhofer im Waldviertel gemacht (mündl. Mitt.). Zunächst schien es, als könnten die Larven in den Minen ihre Entwicklung nicht vollenden (PSCHORN-WALCHER 1997); ab Herbst 1997 erhielt Prof. PSCHORN-WALCHER (briefl. Mitt.) aber auch vitale Puppen aus Bergahorn und 1998 trat der Bergahornbefall in Niederösterreich schon ab Juli (2. Gen.) auf. An Spitzahorn (*A. platanoides*) hatte PSCHORN-WALCHER einmal 6 Minen gefunden, hingegen keine auf Feldahorn (*Acer*

*campestre*). Auch anderorts wurden Befall an Ahorn (*Acer* spp.) gemeldet, so aus Tschechien: in Süd-Moravien bei Brno (Brünn) mehrfach im VIII.-X.1997 an *A. pseudo-platanus* und *A. platanoides*; der Befall war intensiv, doch waren die aus *Acer* gezogenen Imagines kleiner und die Larvenmortalität mit 60-70% hoch (GREGOR, LASTUVKA, MRKVA 1998). Auch in Sachsen wurden *Cameraria*-Minen an unterständigen Bergahornbäumchen gefunden; die Entwicklung bis zum Falter verlief aber nur ausnahmsweise erfolgreich (SCHNEE 2000).

In Südtirol konnte ich *Cameraria*-Befall an *A. pseudoplatanus* im Sept.1998 in Brixen/Zinggen (550 m) im Unterwuchs stark befallener Roßkastanien feststellen (med. 5-6 Minen, max. 17 Minen/Blatt); auch in den Folgejahren kam es hier und bei Schlanders (750 m) regelmäßig und meist schon ab der 2. Gen. im Juli zu mehr weniger intensivem Befall an Bergahorn (Fig. 8), aber immer nur in Nähe stark befallener Roßkastanien. Die Entwicklung an Ahorn verlief mit etwas höherer Mortalität, infolge stärkerer Einwirkung durch Parasitoiden und Prädatoren (Vögel, vor allem Blaumeisen) (HELLRIGL 1998, 1999). Im Sommer 2000 schlüpften in Brixen die ersten Motten aus Ahorn-Blattminen am 31.07. und 3.08.

Durch die vielfach gesicherten Nachweise, daß sich *C. ohridella* auch an Ahorn (*Acer* spp.), insbesondere Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) entwickeln kann, erhält die *Cameraria*-Forschung einen neuen Aspekt. Zuvor hatte man *C. ohridella* als »monophag« an die »weißblühende« Roßkastanie *Aesculus hippocastanum* und später zumindest an die Gattung *Aesculus* (Roßkastanien) gebunden gehalten.

Dieser Umstand ist bedeutsam, denn er zeigt, daß das ganze Geschehen um *C. ohridella* von Anfang an zu einseitig auf ihre enge und vermeintlich exklusive Beziehung zur Wirtspflanze *Aesculus* ausgerichtet war. Von dieser vorgefaßten, einseitigen Betrachtungsweise wurde - ungeachtet der neuen Erkenntnisse - auch in der Folge kaum abgerückt: nach wie vor drehte sich alles um »*Aesculus*« als zentralen Punkt. Es ist bezeichnend, daß selbst der Mitbeschreiber der neuen Art, Prof. N. DIMIC (Belgrad), in seiner jüngsten Arbeit weiterhin sagt: »*C. ohridella* is a monophagous species of leaf miners; it inhabits exclusively the leaves of the wild European chestnut *Aesculus hippocastanum*« (DIMIC & MIHAJLOVIC et al. 2000).



Fig. 6: Starke Verbräunung an Roßkastanien (*A. hippocastanum*) in MauIs (850 m): 11.09.00; eine dazwischen stehende rotblühende Roßkastanie (*Aesculus x carnea*) blieb befallsfrei (grün).



Fig. 7: Starker Befall durch *Cameraria* an Roßkastanien in Südtirol: Franzensfeste, 22.06.00;



Fig. 8: Blattminier-Befall durch *Cameraria ohridella* an Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) in Südtirol:  
 Oben: Brixen/Zinggen (530 m), 1.09.99; Mitte: Schlanders (720 m), 19.09.00;  
 Unten: Blattminen mit Ausflugöffnung von *Cameraria*-Motten: Brixen/Zinggen, 31.07.00; Schlanders, 19.09.00.



Fig. 9a: Starker Befall durch *Cameraria* an Roßkastanien in Trentino: Avio, 18.10.00; aus diesen und weiteren Blättern erfolgte die Herbstzucht der Parasitoiden (Tab. 8).



Fig. 9b: Schwächerer Befall durch *Cameraria* an Roßkastanien in Sarajevo: 15.11.00; aus diesen und weiteren Blättern erfolgte die Herbstzucht der Parasitoiden (Tab. 8).

## 4.2 Herkunft

### 4.2.1 Gattung *Cameraria* Chapman, 1902

Die Gattung *Cameraria* wurde aus Nordamerika beschrieben, wo auch ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt. In einer Checkliste für Amerika nördlich von Mexiko, führen HODGES & DAVIS (1983) 40 *Cameraria*-Arten an; das Vorkommen weiterer Arten in Nordamerika ist zu vermuten. Erst in neuerer Zeit wurden auch einige Arten aus Japan, Indien und Malaysien bekannt (KUMATA 1963, 1993), zu denen jüngst auch eine aus Südost-Europa, *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC 1986, hinzukam. Die Gattung *Cameraria* ist somit in der Neuen Welt weitaus zahlreicher vertreten, als im euroasiatischen Mittleren und Fernen Osten. Nach DESCHKA (1993) ist das Genus im südlichen Teil der nördlich-gemäßigten Zone und in den Subtropen und Tropen weit verbreitet. Das Massenzentrum liegt wahrscheinlich im nördlichen Neotropicum [d.h. in den subtropischen Gebieten der südlichen USA und Mittelamerikas].

Das Wirtspflanzenspektrum ist relativ weit gestreut und betrifft nach DESCHKA (1993) folgende Pflanzenfamilien: Aceraceae, Anacardiaceae, Betulaceae, Caprifoliaceae, Ericaceae, Fabaceae (Leguminosae), Fagaceae, Hippocastanaceae, Juglandaceae, Myricaceae, Oleaceae, Salicaceae, Sapotaceae, Ulmaceae.

Es zeichnen sich gewisse Vorlieben für bestimmte Pflanzenfamilien ab, wie etwa Fagaceae in Kalifornien (OPLER & DAVIS 1981), Leguminosae in Indien (KUMATA 1993) und Aceraceae in Japan und Nordamerika (KUMATA 1963). An Hippocastanaceae (*Aesculus* spp.) scheinen nur wenige *Cameraria*-Arten zu leben, wie *C. aesculisella* (Chamb.) in den östlichen USA und *C. ohridella* in Südosteuropa.

Die Vorliebe von *Cameraria*-Arten für bestimmte Pflanzenfamilien zeigt bemerkenswerte systematische Zusammenhänge, indem einige verwandtschaftlich nahestehende Gruppen von Pflanzenfamilien bzw. Ordnungen bevorzugt befallen werden, andere hingegen – wie z.B. Rosen- und Lindengewächse – anscheinend nicht oder weniger. Diese Präferenzen von *Cameraria* zeichnen sich für folgende 5 Verwandtschaftsgruppen von Wirtspflanzen ab:

1. Gruppe: Ordnung SALICALES: Fam. Salicaceae; Ord. MYRICALES: Fam. Myricaceae; Ord. JUGLANDALES: Fam. Juglandaceae; Ord. FAGALES: Fam. Betulaceae, Fam. Fagaceae; Ord. URTICALES: Fam. Ulmaceae;
2. Gruppe: Ord. ROSALES: Fam. Fabaceae (Leguminosae);
3. Gruppe: Ord. SAPINDALES: Fam. Anacardiaceae; Fam. Aceraceae, Fam. Hippocastanaceae;
4. Gruppe: Ord. ERICALES: Fam. Ericaceae; Ord. EBENALES: Fam. Sapotaceae; Ord. OLEALES: Fam. Oleaceae;
5. Gruppe: Ord. DIPSACALES: Fam. Caprifoliaceae.

Die Bevorzugung bestimmter Verwandtschaftsgruppen von Wirtspflanzen ist bei phytophagen Insekten nicht ungewöhnlich. Eine enge Spezialisierung auf meist wenige und nahverwandte Brutpflanzen findet sich nicht nur bei vielen Blattfressern und Blattminierern ausgeprägt, sondern auch bei xylophagen Insekten, wie etwa Prachtkäfern (Buprestidae), bei denen viele Gattungen und Arten steno- bis oligophag auf eine oder mehrere nahverwandte Pflanzengattungen beschränkt sind (HELLRIGL 1978).

Was die Frage nach Ursprung und Herkunft der Gattung *Cameraria* anbelangt, so gibt es hier verschiedene Aspekte. Geht man von der derzeitigen Hauptverbreitung aus, wäre der Ursprung in der Neuen Welt zu vermuten. Berücksichtigt man hingegen Ursprung und Herkunft der Wirtspflanzen, so zeigt sich, daß der Ursprung von zumindest 2 Wirtspflanzengattungen, *Aesculus* und *Acer*, in Ost-Asien liegen dürfte (vgl. Pkt. 4.1).

Nachdem auf beiden Kontinenten, Eurasien und Amerika, *Cameraria*-Arten vorkommen, die an diesen Wirtspflanzen leben, könnte vermutet werden, daß diese im Laufe des Tertiär zunächst mit ihren Wirtspflanzen von Asien nach Amerika gelangt sind, um sich dort dann weiter zu differenzieren. Der Ursprung der Gattung *Cameraria* könnte unter dem Gesichtspunkt möglicherweise auch in Asien liegen.

Es ist eine auffallende Parallele zwischen den Bäumen und Sträuchern des Südostens der USA und denen im Südosten Chinas. So haben viele Gattungen nur eine oder zwei Arten in diesen ausgedehnten Regionen, aber keine weiteren Arten in der restlichen Welt. Viele Arten sind nur in diesen Gebieten allgemein verbreitet, aber doch häufiger in Amerika und in Südost-Asien. (MITCHELL 1979)

In Nordamerika verlaufen die Gebirgsketten von Nord nach Süd, in Europa hingegen gehen die wichtigsten Gebirge, wie Alpen, Pyrenäen und Tatra, von Ost nach West. Dieser Umstand war von großem Einfluß auf die Arten, welche nach dem Ende der Eiszeit wieder nordwärts wandern konnten. In Nordamerika konnten alle Arten nach Süden ausweichen auf höher gelegene Standorte, um später den gleichen Weg zurückzukommen, in Europa war ein Entweichen vor dem Eis schwierig. (MITCHELL 1979)

#### 4.2.2 *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986

Hinsichtlich der Herkunft dieser bis 1985 unbekanntes Miniermotte wurden verschiedene Mutmaßungen angestellt. Die Erstbeschreiber DESCHKA & DIMIC (1986) hatten die neuentdeckte Art zunächst für monophag an *Aesculus hippocastanum* gebunden gehalten und DESCHKA (1993) nahm an, daß es sich bei *C. ohridella*, ebenso wie bei der heimischen Roßkastanie, um ein südosteuropäisches Tertärrelikt handelt, also um eine Art, die zusammen mit ihrer Wirtspflanze an Refugialstandorten am Balkan die Eiszeiten überdauert hat (PSCHORN-WALCHER 1994).

Das Unerklärliche war, wie sie so plötzlich in der Stammheimat der europäischen Roßkastanie zur Massenvermehrung gelangen konnte - was ja erst zu ihrer Entdeckung geführt hatte. Bemerkenswert ist auch, daß dieses erste Massenvorkommen am Balkan nicht in den autochthonen Roßkastanienbeständen erfolgte, sondern an angepflanzten Roßkastanien am Ohridsee (700 m). Dies veranlaßte in der Folge zur Vermutung, daß die Art dorthin erst eingeschleppt worden sein könnte (aus Asien oder Nordamerika). Diese Einschleppungshypothese stützt sich vor allem auf drei Argumente: zunächst auf die Verbreitung der Gattung *Cameraria*, die ebenso wie die Wirtspflanzengattung *Aesculus* ihr Hauptzentrum in Nordamerika hat und nur kleinere Vorkommen mit wenigen Arten auch in Asien, während in Europa jeweils nur 1 Art aufscheint, *Aesculus hippocastanum* und *C. ohridella*. Als drittes Argument wurde die späte Entdeckung der Art am Balkan und das spärliche bzw. ineffiziente Auftreten natürlicher Parasitoiden sowohl am Entdeckungsort in Makedonien als auch bei der späteren Arealerweiterung in Europa, angeführt (PSCHORN-WALCHER 1994, 1997; HOLZSCHUH 1997; KENIS 1997; HEITLAND et. al. 1999).

Hingegen hielt HELLRIGL (1998/99) eine rezente transkontinentale Einschleppung der Art (aus Amerika oder Asien), in ein fernab von frequentierten Verkehrswegen liegendes Gebiet im südlichen Balkan, für höchst unwahrscheinlich und brachte, nachdem er in Südtirol auch *C. ohridella*-Befall an Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) festgestellt hatte, als neue Hypothese ins Spiel, daß hier möglicherweise ein rezenter Wirtspflanzenwechsel erfolgt sein könnte, wobei *C. ohridella* von einer ursprünglich anderen Wirts-

pflanze (z.B. Ahorn) auf die am südlichen Balkan endemische Roßkastanie übergegangen sei. Da *Aesculus* in Europa kaum von anderen Blattminierern befallen wird, würde dies die Eroberung und faktisch konkurrenzlose Besetzung einer neuen ökologischen Nische bedeuten, womit sich *C. ohridella* einen gewaltigen Selektionsvorteil verschafft hätte, vor allem gegenüber den zahlreichen an *Acer* vorkommenden anderen Blattminierern, aber auch gegenüber deren dort häufig auftretenden Parasitoiden. Für plötzlich auftretende Wirtspflanzenwechsel phytophager Insekten gibt es Beispiele (TARMANN 1998). Zugrunde liegt dem ein spontaner - oder durch ökologischen Selektionsdruck erzwungener Präferenzwechsel von einer Wirtspflanze zu einer andern, meist nahe verwandten, und nicht nur eine bloße Erweiterung des bisherigen Wirtspflanzenspektrums. Solche spontanen, auf einen Selektionsdruck durch eine hohe Populationsdichte [bzw. Futtermangel] zurückgeführten Wechsel der Futterpflanze können zu permanenten Futterpflanzenwechseln führen oder auch nicht; für beide Formen gibt es Beispiele (DESCHKA 1995).

Tatsächlich sind Einschleppung aus einem anderen Ursprungsgebiet - oder aber ein Wirtspflanzenwechsel die zwei einzigen plausiblen Erklärungsmöglichkeiten für den plötzlichen Ausbruch eines Massenauftretens, mit ungehemmtem weiteren Verlauf, dieser der Wissenschaft zuvor unbekanntem Art.

Nach DESCHKA & DIMIC (1986) ist *Cameraria aesculisella* Chamb., die in Ost-USA auf *Aesculus glabra* und *Aesculus flava* lebt, mit unserer Art am nächsten verwandt. Eine Überprüfung von Belegmaterial von *Cameraria ohridella* durch den US-amerikanischen Spezialisten D.R. Davis (US-National Mus. Nat. Hist., Washington) ergab aber, daß »*Cameraria ohridella* von allen derzeit bekannten amerikanischen *Cameraria*-Arten deutlich verschieden ist« (PSCHORN-WALCHER 1997).

In einer wenig bekannten bulgarischen Arbeit von PELOV et al. (1993) fand sich dann der Hinweis, daß die in W-Bulgarien seit 1989 aufgetauchte *C. ohridella* sehr ähnlich und nahe verwandt sein soll mit einer Art aus Japan: *Cameraria nipponica* Kumata (1963). Auch der Lithocolletiden-Spezialist Dr. S. Lastuvka (Brünn) erwähnte die Ähnlichkeit dieser japanischen Art mit unserer europäischen (LASTUVKA & MRKVA 1999) und vermittelte mir freundlicherweise eine Kopie der Originalbeschreibung von KUMATA (1963). Tatsächlich zeigte sich, daß die Genitalabbildung von *C. nipponica* KUMATA (1963) eine sehr große Ähnlichkeit mit der Genitalstruktur unserer *C. ohridella* aufweist und an ihrer nahen Verwandtschaft keinen Zweifel läßt; nach dem Genitalbau müßte es sich um Schwesterarten handeln (Fig. 10, 11).

KUMATA selbst stellt seine Art in enge Beziehung zur nordamerikanischen *C. aceriella* (Clem.), von der sie sich durch die Genitalstruktur unterscheidet; *C. nipponica* wurde gefunden im Norden von Kyusyu (Hikosan) und im Süden von Hokkaido (Sapporo); ihre Wirtspflanzen sind *Acer palmatum* Thunb. und *Acer japonicum* Thunb. (KUMATA 1963); als weitere Fraßpflanze wird *A. pseudosieboldianum* genannt (ERMOLAEV 1988: cit. PELOV 1993).

Die »nahe Verwandtschaft« von *C. ohridella* mit *C. aesculisella*, welche DESCHKA & DIMIC (1986) angeben und die in der Folge von anderen Autoren übernommen und zitiert wird, bezieht sich wohl mehr auf die Verwandtschaft der Wirtspflanzen, *Aesculus* sp., und dürfte vielleicht davon ausgegangen sein. Die nordamerikanische *C. aesculisella* war nämlich die einzige bisher bekannte *Cameraria*-Art, die an *Aesculus* lebt. Tatsächlich ist aber *C. aesculisella*, wie im übrigen alle nordamerikanischen *Cameraria*-Arten, deutlich verschieden von *C. ohridella* (D.R. DAVIS: cit. PSCHORN-WALCHER 1997; KENIS 1997). Die Verschiedenheit dieser beiden Arten wird bereits anhand der Genitalabbildungen ersichtlich, die DESCHKA & DIMIC (1986) von *C. ohridella* und der amerikanischen *C. aesculisella* gebracht hatten.

Es gab hier deutliche Unterschiede in der Ausbildung der männlichen Genialapparatur, wie in Form und Behaarung der Valve und vor allem der Ausformung des bei *C. ohridella* sehr breiten Ventralappens des 9. Sternites, dessen apikaler Rand in der Mitte tief eingeschnitten ist und seitlich 2 höckerige Spitzen aufweist, während *C. aesculisella*, *C. saccharella* und Verwandte nur eine apikale Spitze in der Mitte aufweisen und keine Aushöhlung (Fig. 11, 12); auch bei den weiblichen Genitalen zeigen sich deutliche Unterschiede bzw. Übereinstimmungen, wie etwa in Form und Tiefe der U bis V-förmigen Einkerbung in der Mitte, am caudalen Rand des 7. Sternites (Ventralansicht).

Wie weitere *Cameraria*-Genitalabbildungen des Japanischen Lithocolletiden-Spezialisten KUMATA (1963) zeigen, scheint die an amerikanischen Roßkastanien lebende *C. aesculisella* hingegen viel näher verwandt zu sein mit zwei weiteren nordamerikanischen Arten, *C. aceriella* (Clemens) und *C. saccharella* (Braun), die beide an Ahorn leben. Die Genitale der zweiten japanischen Art, *C. acericola* Kum., die an *Acer mono* lebt, zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit amerikanischen an Ahorn lebenden *Cameraria*-Arten (vgl. Fig. 12, 13); stark abweichend von den beiden ersten ist hingegen die dritte japanische Art, *C. hikosanensis* Kum., die an *Viburnum* spp. (Caprifoliaceae) lebt.

Wir finden hier somit gleich zweimal eine enge Affinität zwischen *Cameraria*-Arten, von denen die eine an *Acer* und die andere an *Aesculus* lebt. Es ist dies einmal das nordamerikanische Artenpaar *C. saccharella* (Braun) an *Acer*, und *C. aesculisella* (Chamb.) an *Aesculus* (Fig. 12); und zum anderen die japanische *C. nipponica* an *Acer*, und die makedonische *C. ohridella* an *Aesculus* (Fig. 11).

## Diskussion:

Bei diesem Stand der Dinge wird deutlich, daß unsere südosteuropäische *C. ohridella* dem asiatisch-europäischen Artenkreis angehören muß. Eine Herkunft aus Nordamerika ist auszuschließen, da keine Ähnlichkeit zu nordamerikanischen *Cameraria*-Arten besteht; zudem haben sich amerikanische *Aesculus*-Arten als weitgehend befallsresistent gegen unsere Blattminiermotte erwiesen. Die südosteuropäische *Cameraria ohridella* ist zweifellos eine Schwesterart zur japanischen *Cameraria nipponica* Kumata.

Die Genitale dieser beiden Taxa sind sehr ähnlich und im Prinzip übereinstimmend, unterscheiden sich aber doch deutlich: beim Männchen im Einschnitt des Ventralappens des 9. Sternites, dessen mediane Einkerbung bei *C. ohridella* doppelt so tief ausgeformt ist als bei *C. nipponica* (entsprechend sind die seitlichen Spitzenhöcker bei *C. ohridella* länger als an ihrer Basis breit, bei *C. nipponica* hingegen deutlich kürzer als ihre Basis); ebenso ist beim Weibchen die Randeinkerbung in der Mitte des 7. Sternites bei *C. ohridella* doppelt so tief und daher mehr V-förmig erscheinend, als bei *C. nipponica*, wo sie weniger tief als breit und somit mehr U-förmig ist. (vgl. Fig. 10, 11).

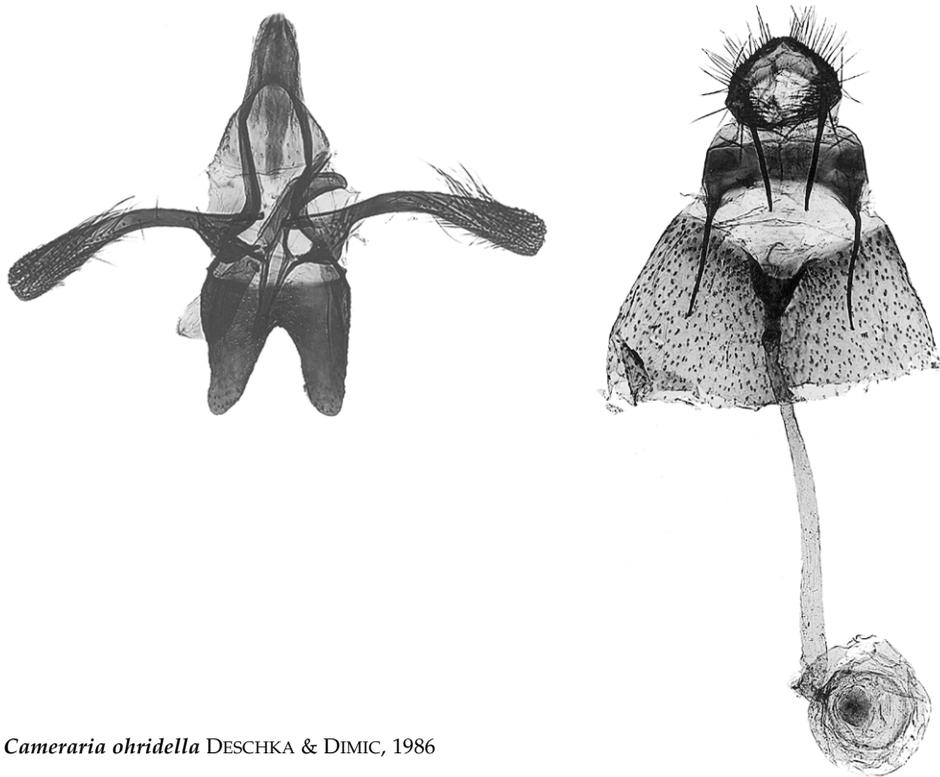
Damit findet der bereits bei der Besprechung der Wirtspflanzen aufgezeigte Parallellfall einer nächsten Verwandtschaft zwischen der japanischen *Aesculus turbinata* und der südosteuropäischen *Aesculus hippocastanum*, die ebenfalls Schwesternarten sind, hier durch *C. nipponica* und *C. ohridella* eine weitere Bestätigung. Evident wird aber auch, daß es bei einer der beiden *Cameraria*-Schwesterarten irgendwann zu einem Wirtspflanzenwechsel von *Acer* zu *Aesculus* – oder umgekehrt – gekommen sein muß; wann dies der Fall war, bleibt dahingestellt, und ebenso welche der beiden Arten den Wirt gewechselt haben mag. Nachdem aber *C. nipponica*, schon von ihrer geografischen Ursprungslage her, wohl als die ältere und ursprünglichere Form der beiden Taxa anzusehen ist, dürfte ein Wirtwechsel wohl eher bei *C. ohridella* zu vermuten sein. Die Tatsache, daß *C. nipponica* als die nächstverwandte Art an der Wirtspflanze Ahorn lebt, welche als Nebenwirtspflanze auch von *C. ohridella* befallen wird, bekräftigt die Vermutung eines möglichen rezenten Wirtwechsels der letzteren von *Acer* spp. auf *Aesculus*.

Durch die geringen, aber doch evidenten morphologischen Unterschiede in der Genitalstruktur, klärt sich auch weitgehend die Frage, ob es sich bei *C. ohridella* um eine

aus Asien stammende und rezent am Balkan eingeschleppte Art handelt – oder aber um eine autochthone Art Südosteuropas. Der Ursprung der Art liegt zwar primär in Ost-Asien (Japan), doch handelt es sich beim vorliegenden Taxon bereits um eine abgewandelte autochthone Form (Schwesterart oder geographische Rasse), deren rezentes Stamm- und Verbreitungsgebiet irgendwo zwischen SO-Europa und SO-Asien liegt, am wahrscheinlichsten zwischen Balkan und Kaukasus.

Durch die Feststellung, daß die nächst verwandte Art *C. nipponica* an Ahorn lebt, verschlechtern sich die erhofften Erfolgsaussichten einer Auffindung natürlicher parasitoider Gegenspieler von *C. ohridella*, an ihrem wo immer gelegenen Ursprungsort, ganz erheblich. Wirksame Parasitoiden von Blattminierern an Ahorn gibt es nämlich auch in Europa zu Hauf; das Problem liegt vielmehr darin, daß diese nur zögerlich und unzureichend auch *Aesculus* besuchen. Das eigentliche Problem bei unserer *Cameraria*-Art in Europa ist daher ihre Wirtspflanze *Aesculus hippocastanum* und deren ineffiziente Besiedlung durch Parasitoiden. [vgl. Kap.7: Parasitierung].

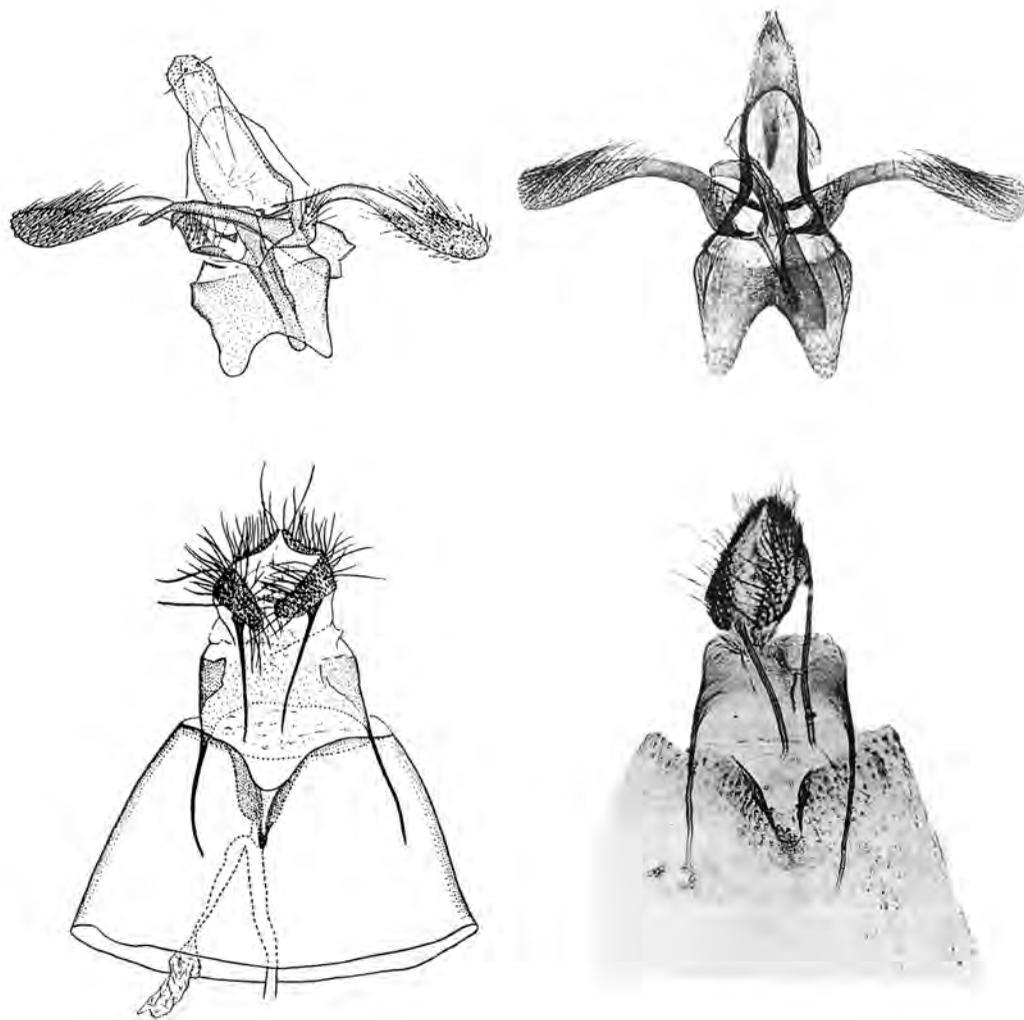
Es müßte daher vor allem nach Parasitoiden von *Cameraria*-Arten oder anderen Blattminierern gesucht werden, die ebenfalls an *Aesculus* leben, unabhängig von deren Stammheimat und ob diese mit jener von *C. ohridella* übereinstimmt oder nicht (also auch in N-Amerika und den *Aesculus*-Reliktstandorten am Schwarzen Meer). Auf diese Notwendigkeit hatte übrigens auch schon M. KENIS (1997) hingewiesen.



*Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC, 1986

Fig. 10:

Genitale von *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC, 1986: rechts Weibchen, links Männchen; [Tirol. - Originalpräparat und Fotos: Dr. P. Huemer, Landesmus. Ferdinand. Innsbruck, Dez. 2000].

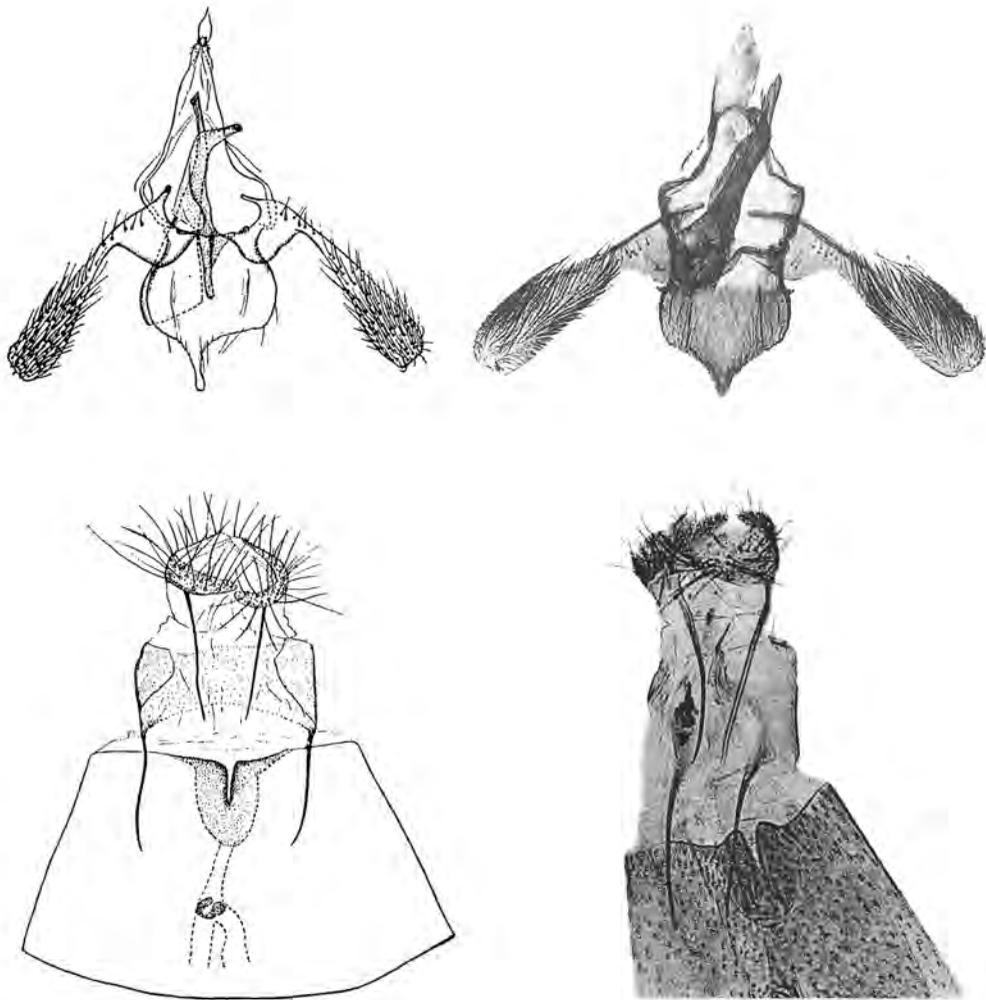


*Cameraria niphonica* KUMATA, 1963

*Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC, 1986

Fig. 11:

links: Genitale von *C. niphonica*, aus Japan: oben Männchen, unten Weibchen [nach KUMATA, 1963];  
rechts: Genitale v. *C. ohridella*, aus Mazedonien: oben Männchen, unten Weibchen [nach DESCHKA, 1986].

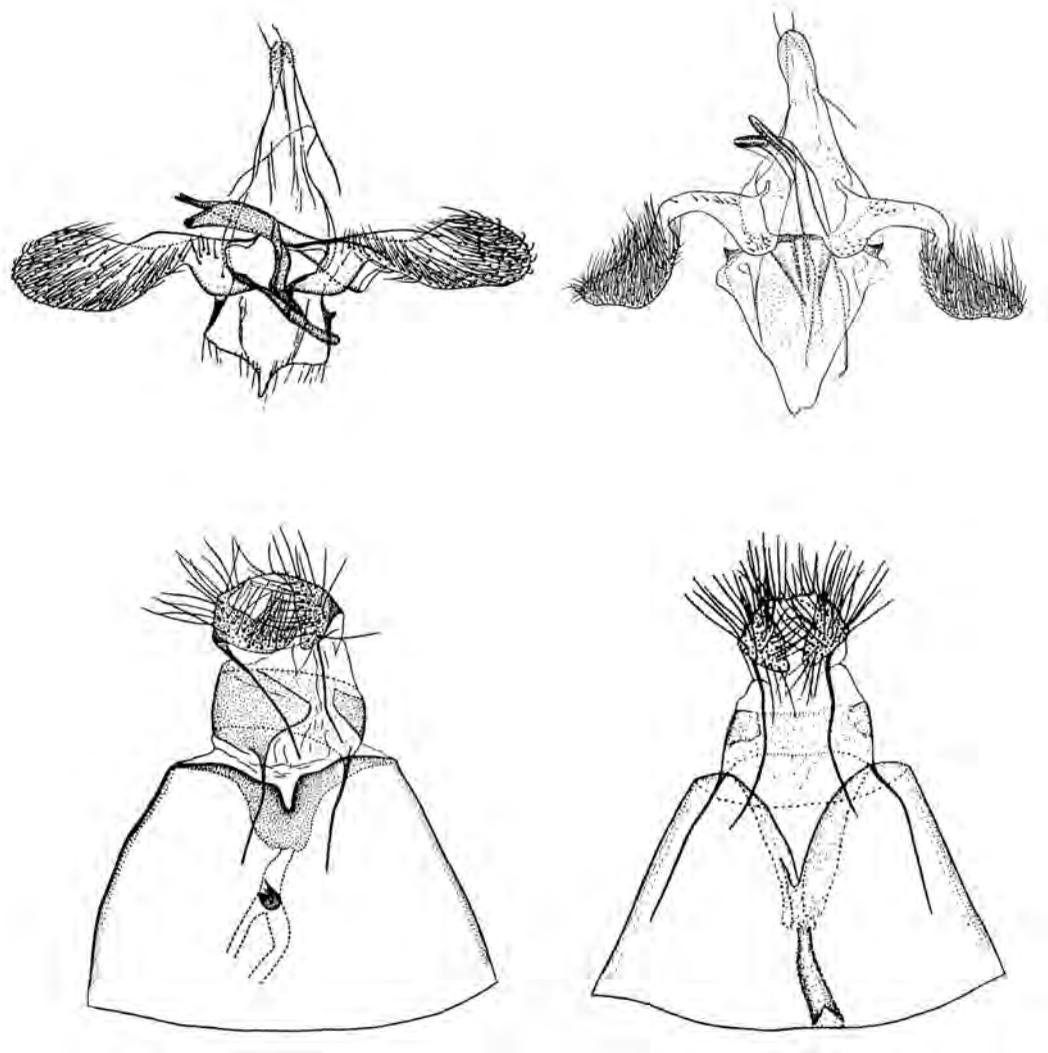


*Cameraria saccharella* (BRAUN, 1908)

*Cameraria aesculisella* (CHAMBERS, 1871)

Fig. 12

links: Genitale von *C. saccharella*, aus USA: oben Männchen, unten Weibchen [nach KUMATA, 1963];  
rechts: Genitale v. *C. aesculisella*, aus Cincinnati USA: ob. Männch., unten Weibch. [nach DESCHKA, 1986].



*Cameraria aceriella* (CLEMENS, 1859)

*Cameraria acericola* KUMATA, 1963

Fig. 13:

links: Genitale von *C. aceriella*, aus USA: oben Männchen, unten Weibchen [nach KUMATA, 1963];  
rechts: Genitale von *C. acericola*, aus Japan: oben Männchen, unten Weibchen [nach KUMATA, 1963].

## 5 Flugzeiten und Generationsverhältnisse

Die bisherigen Untersuchungen in Südtirol hatten ergeben, daß die Anzahl der Generationen pro Jahr von *C. ohridella* in Abhängigkeit steht zu klimatischen Bedingungen bzw. der Höhenlage, wobei es in Mittellagen (350 - 750 m) zur Ausbildung von 3 Generationen kam, in höheren Lagen (800 - 1100 m) hingegen nur zu 2 Generationen (HELLRIGL 1998, 1999; HELLRIGL & AMBROSI 2000).

Dieser generelle Befund sollte im Jahr 2000 durch die Ausbringung und Kontrolle von Fangfallen an verschiedenen Standorten verfeinert und zahlenmäßig genauer belegt und objekiviert werden. Als Fangfallen wurden schräg abgedachte, vorne und hinten offene Leimfallen (Super-Track) aus grüner Hartplastik verwendet, mit austauschbarer Boden-Klebefolie (14 x 21 cm), die im unteren äußeren Kronenbereich von Roßkastanienbäumen ausgehängt wurden. In Südtirol (Provinz Bozen) wurden 6 Fallenstandorte gewählt: Brixen (3), Vahrn (1), Franzensfeste (1) und Mauis (1), im Trentino (Provinz Trient) 3 Standorte: Trento, S. Michele und Riva del Garda. Pro Standort kamen jeweils 1-2 Fallen zum Einsatz, insgesamt 8 in Südtirol (Kontrollen in 5tägigen Abständen) und 4 im Trentino (Kontrolle einmal wöchentlich).

Es war geplant, diese Fallen als Pheromonlockfallen einzusetzen, durch die Beigabe von Dispensern mit spezifischem *Cameraria*-Pheromon, welches am biochemischen Institut in Prag identifiziert und synthetisiert worden war (SVATOS et al. 1999). Bald stellte sich aber heraus, daß die von Dr. Svatos im Frühjahr 2000 übersandten und ab 20. April ausgebrachten *Cameraria*-Dispenser infolge eines Herstellungsfehlers nicht fängisch waren; dasselbe Problem hatte sich auch in Wien bei einer ersten Dispenserserie ergeben; erst eine zweite Serie brachte dort später den erwarteten Massenflug (pers. Mitt. Dr. C. Lethmayer).

Nachdem parallel durchgeführte Nullproben ohne Dispenser in Südtirol von Beginn an gezeigt hatten, daß auch Fallen mit bloßen Klebefolien bei stärkerem Flug recht gut fängisch sind, wurden die Fallenfänge hier ab Mitte Mai als reine Leimfallen ohne Dispenser weitergeführt. Hingegen kamen im Trentino, wo die Fallen von Dr. Ambrosi betreut und kontrolliert wurden, neben bloßen Leimfallen auch solche mit dem Ersatzpheromon von *Phyllonorycter blancardella* zum Einsatz, welches sich bereits in Triest und Bologna als brauchbar erwiesen hatte (CLABASSI et al. 1999; SANTI et al. 2000).

Durch den mißlungenen Einsatz des *Cameraria*-Pheromons in Südtirol-Trentino, konnte der Frühjahrsflug der Überwinterungsgeneration, Mitte April-Anfang Mai, nur unvollständig und ungenau erfaßt werden. Die Fröhschlüpfer von *Cameraria* zeigen anfangs wenig Flugfreudigkeit und sind mehr an den Stämmen als auf den halbfertigen Blättern anzutreffen; in dieser frühen Phase können sie nur durch Pheromonfallen (oder juvenile Weibchen) angelockt und erfaßt werden, denn Kopulierbereitschaft besteht bereits.

Die visuellen Kontrollen im Frühjahr 2000 ergaben, daß die ersten aus überwinterten Puppen geschlüpften Motten an den Stämmen der Roßkastanien in Brixen und Bozen bereits am 13./14. April (auch schon in Kopula) anzutreffen waren (Frühtemperaturen: 5 - 7°C; Tageshöchstwerte: 17,5 - 20°C), wobei in Brixen (550 m) die Blätter der Roßkastanien erst halb ausgetrieben hatten, während sie in Bozen (260 m) schon fertig ausgebildet, aber die Blütenkerzen gerade erst am Anblühen waren; vergleichsweise waren am selben Tag in Franzensfeste (750 m) erst die Blattknospen am Aufbrechen und von Blattminiermotten dort noch keine Spur.

Dieser unerwartet frühe Beginn des Frühjahrsfluges von *Cameraria* auch im Raum Brixen (bisher erst ab Ende April beobachtet) und seine evidente Abhängigkeit von klimatischen Faktoren, bestätigt sich auch anderorts. So wurden etwa in Niederösterreich (Neulengbach) die ersten Motten im Frühjahr am 15.04.99 beobachtet und 1998 sogar schon am 5.04. mit starkem Flug ab 10.04. (Mitt. Pschorn-Walcher); auch in Sachsen

begann der Falterflug im Jahr 2000 schon am 20. April (SCHNEE 2000). In wärmeren südlichen Regionen, in Bologna, begann das Schlüpfen der Adulten aus überwinterten Puppen bereits am 26. März und zog sich noch den ganzen Monat April hin; in der Emilia Romagna beginnt der Flug der 2. Generation (= 1. Folgegeneration) bereits ab Anfang Mai (SANTI et al. 2000), während weiter nördlich im Friaul (Udine 80 m) starker Flug der 2. Generation Ende Mai einsetzte (Mitt. u. Befallsproben: Dr. Covassi, 29.05.2000). Zu diesem Zeitpunkt ging in Brixen der Flug der 1. Generation (= Überwinterungsgeneration) allmählich zu Ende. Es ist somit evident, wie sich die Flugzeiten und Generationsfolgen höhenlagenmäßig und klimatisch bedingt verschieben (Tab. 2):

**Tab. 2: Flugzeiten und Generationsfolgen bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen**

Befallsgebiet	Höhenlage	Frühjahrsflug 1. Generation			2. Gen.	3. Gen.	4. Gen.	Herbstflug Flugende
		Beginn	Maxim.	Ende	Max.	Max.	Max.	
<i>Cameraria ohridella</i>								
Bologna (Em. Rom.)	50 m	E 3	M 4	E 4	M-E 5	A-M 7	M 8	E-Okt.
Udine (Friaul)	80 m	A4	M 4	E 4	E 5 / A 6	A-M 8	[A-M 9]	M-E Okt.
Riva d.Garda (TN)	80 m	A4	M-E 4	A 5	M-E 6	A-M 8	M 9	M-E Okt.
Belgrad (Yu)*	120 m	A4	M-E 4	E 4	M 6	A-M 8	-	?
Trient (TN)	200 m	A-M 4	A 5	A-M 5	E 6	M 8	-	E 9 / A 10
Brünn (CR)*	250 m	E 4	A 5	M-E 5	E 6	E 8	-	M-E Sept.
Neulengbach (NÖ)*	250 m	A-M 4	A 5	M-E 5	M 6 / A7	M 8/A 9	-	E 9 / A 10
Brixen (BZ)	550 m	M 4	A-M 5	E 5	A-M 7	M-E 8	-	M Sept.
Franzensfeste (BZ)	750 m	E 4	M 5	A 6	A-E 7	[E 8]	-	A-M Sept.
Mauls (BZ)	850 m	A 5	E 5	A 6	A-M 8	-	-	A Sept.

\* Angaben für Brünn: Mitt. Dr. Z. Lastuvka; für Neulengbach: Mitt. Prof. Pschorn-Walcher; Belgrad: Dimic (l.c.)

Die klimatisch bedingten Unterschiede des Flugzeitbeginns bzw. Blattaustriebes der Roßkastanien können, entsprechend den Höhenlagen, in den Extremstandorten (z. B. Bologna und Mauls) bis zu eineinhalb Monate betragen; in noch höher gelegenen, hier nicht untersuchten Standorten, wie etwa Sterzing 950 m, Gossensaß 1100 m und Toblach 1250 m, wohl bis zu 2 Monate und mehr (Tab. 2).

Dies führt zu erheblichen Verschiebungen der Generationsfolgen: So erfolgt der Flug der 2. Generation in Brixen zeitgleich mit dem der bereits 3. Gen. in Bologna, und jener der 2. Gen. in Mauls etwa zeitgleich mit dem der 3. Gen. in Riva del Garda und Udine, bzw. der 4. Generation in Bologna.

Dieses Zeitdefizit in kühleren/höheren Lagen bedingt, in Verbindung mit dem früheren Ende der warmen Jahreszeit, daß in höheren Lagen oberhalb 750/800 m nur mehr 2 Generationen von *C. ohridella* zur Ausbildung kommen, gegenüber 3 Generationen in mittleren Lagen von 200-600 m, wobei die 3. Gen. hier allerdings oft nur partiell verläuft. In wärmeren tieferen Lagen schließlich (Gardasee, Udine) kommen sogar 4 Generationen vor, sofern der letzten nicht schon durch vorhergehende Blattvernichtung die Nahrungsgrundlage fehlt. So kam es im Jahr 2000 in Friaul (Udine) nur stellenweise zu 4 Generationen (Mitt. Stergulc & Zandigiacomo) und in Bologna, wo 1999 nach 4 vollen Generationen noch eine partielle 5. Gen. auftrat (SANTI et al. 2000), reichten 2000 die grünen Blätter nur mehr für drei. Bei starkem Befall kann der volle Schaden durch Totalfraß bereits mit der 2. Generation erreicht werden, wie in Franzensfeste.

Nach Untersuchungen in Belgrad (DIMIC, MIHAJLOVIC et al. 2000), mit getrennter Aufzucht der einzelnen Generationen an durch Gitterkäfige isolierten jungen Roßkastanien, wurden 3 Generationsfolgen festgestellt mit Flugzeiten April, Juni und August. Dabei zeigte sich, daß außer den vollständig überwinterten Puppen der 3. Generation auch ein Teil der Puppen der 2. Generation (im Durchschnitt 45%) sowie der 1. Generation (im Durchschnitt 26%) ebenfalls in Winterdiapause gehen. Als Ende der Flugzeit in Belgrad geben DIMIC, MIHAJLOVIC et al. (2000) Ende August an; dennoch wird auch hier die Ausdehnung eines zumindest schwachen Herbstfluges bis in den Oktober hinein zu vermuten sein. Jedenfalls erscheint es fraglich, ob hier tatsächlich alle Puppen der 3. Generation überwintern, wie von den Autoren angegeben. Aufschlußreich ist in diesem Zusammenhang auch das Schlüpfverhalten der Typenserie von *C. ohridella*, das von DESCHKA & DIMIC (1986: p.19/20) folgendermaßen angegeben wurde:

Lokalität: (Mazedonien)	Minen-Proben gesammelt	subitanes Schlüpfen im Hochsommer	latentes Schlüpfen nach Überwinterung	Schlüpfen gesamt Summe
Ohrid (705 m):	30.-31.07.1985	5.-14.08.1985	8.-17.03.1986	
	Zucht Nr. 1889	138 Ex (69%)	62 Ex (31%)	200 Ex (100%)
Kicevo (620 m):	1.08.1985	6.-10.08.1985	2.-11.03.1986	
	Zucht Nr. 1890	3 Ex (1,8%)	163 Ex (98,2%)	166 Ex (100%)

Die Generationsfolgen in Trentino und Südtirol lassen sich auch gut aus den mittels der Fallenfänge 2000 ermittelten Flugverteilungen ablesen (Fig. 14, 15).

**Im Trentino** war an allen 3 Standorten (Riva, Trento, S.Michele) der Flug der 1. Frühjahrsgeneration (Ende April)/Anfang Mai nur sehr schwach ausgeprägt. Die Flugkurven für Trient und S. Michele blieben auch in der Folge undeutlich, da mehrmals Kontrollfallen verschwanden, zudem war in Trient, nach dem starkem Befall 1999, im Frühjahr 2000 eine chemische Bekämpfung durchgeführt worden, wodurch der Motenbestand stark reduziert wurde (HELLRIGL et al. 2001). Dennoch ist deutlich ersichtlich, daß in Trient und S. Michele der Flug (der 3. Gen.) Ende Sept. zu Ende ging. Im Gegensatz dazu zeichnen sich für das südlichere Riva del Garda, nach einem auch hier nur schwach ausgeprägten Frühjahrsflug (April/Anf. Mai), deutlich 3 Folgegenerationen ab: 2. Gen. von Anf. Juni bis Anf./Mitte Juli (max. E. Juni), 3. Generation von Ende Juli bis Ende Aug. (max. Mitte Aug), 4. Generation von Anf. Sept. bis Ende Okt. (max. Mitte Sept.); die Flugdauer war hier 1 Monat länger.

**In Südtirol** kam es nur am Fallenstandort Brixen (520-560 m) zu 3 Generationsflügen, mit den Maxima: 1.Gen.: Anf./Mitte Mai, 2.Gen.: Anf./Mitte Juli und 3.Gen.: Mitte/Ende Aug.; der Flug der 3. Generation war nur partiell ausgeprägt und ging Mitte Sept. zu Ende. In Franzensfeste setzte der Flug der 2. Generation 1 Woche später ein als in Brixen, zog sich aber über eineinhalb Monate bis Anf./Mitte August hin; die nur schwache Andeutung einer 3. Generation Ende Aug., könnte z. T. auch durch Futtermangel, infolge des überaus starken Juli-Befalles, bedingt gewesen sein.

In Mauls (850 m), dem nördlichsten und höchstgelegenen im Jahr 2000 untersuchten Standort, zeichnet sich eine deutliche Flugkurvenverschiebung gegenüber den beiden ersteren ab: der Flug der 1. Frühjahrsgeneration begann am 5. Mai und endete am 10. Juni; die 2. Generation begann erst ab Mitte Juli zu fliegen und erreichte ihr Maximum Ende Juli bis Mitte Aug., um dann gegen Ende August endgültig auszulaufen. Es kam hier zu keinem Flug einer 3. Generation; die Abkömmlinge der 2. Generation gingen voll in Winterdiapause.

Wie dieses letzte Beispiel verdeutlicht, stehen – neben den Flugzeiten und Generationsfolgen – auch Beginn und Höhe der Diapause in Abhängigkeit von den jeweiligen klimatischen Bedingungen. Dies betrifft vor allem die Überwinterungsgeneration und ist offenbar weitgehend unabhängig davon, ob es sich dabei um eine zweite, die dritte oder um die 4. Generation handelt. In Südtirol verlief im mittleren Eisacktal der Flug der 3. Generation nur partiell und endete Anf./Mitte Sept.; ein Großteil der Puppen der 3. Generation ging in Winterdiapause. Im Trentino war der Flug der 3. Generation stärker ausgeprägt und dauerte einige Wochen länger, teilweise bis in den Oktober hinein; ein Teil der potentiellen Überwinterer schlüpfte somit schon im Herbst. Auf diese Zusammenhänge wird im Kapitel Parasitierung (Tab. 9, 9b) noch näher eingegangen.

## 6 Fallenfänge und Fallenbeifänge

Die Fallenfänge von *C. ohridella* in Südtirol-Trentino im Frühjahr/Sommer 2000 begannen ab 20 April. Nachdem sich die Pheromon-Dispenser aus Prag bald als nicht fängisch und somit als unwirksam erwiesen (vgl. Pkt. 5), wurden die Fänge ab Mai mit Leimfallen ohne Dispenser weitergeführt und lieferten dabei, vor allem bei den Beifängen, von Attraktionsmitteln unbeeinflusste, unverfälschte Ergebnisse. Die erstaunlich hohen, ohne Dispensereinsatz erzielten Fangergebnisse auf den Leimtafeln (mit öfters bis über 1000 Motten pro Falle in 5 Tagen) erklären sich aus den zu den Hauptflugzeiten in dichten Schwarmwolken in den Baumkronen fliegenden Motten, die sich überall niederließen. Eine verstärkende attraktive Wirkung durch angeflogene juvenile, pheromonverströmende Weibchen auf den Leimtafeln ist anzunehmen.

Hauptflugzeit in mittleren Tallagen (520-750 m), bei 3 Generationsflügen, war im Juli, hingegen in etwas höheren kühleren Lagen (Mauls: 850 m), bei nur 2 Generationen, im August; diese Maxima betrafen jeweils die Flugzeit der 2. Generation. Recht schwach verlief in Südtirol in allen untersuchten Höhenlagen der Flug im September (0,4%). Ein anderes Bild ergab sich vergleichsweise in südlicheren tieferen Lagen im Trentino, in Riva del Garda (80 m), wo es zu 4 Generationsflügen kam, mit der Häufigkeitsverteilung: Mai/Juni 3,2%, Juli 10,5%, Aug. 41,7%, Sept. 44,2% und Okt. 0,4%. Die starken Auftreten im August betrafen hier bereits den Flug der 3. Generation, die im September die 4. Generation; insgesamt dauerte die Flugzeit im südlichen Trentino einen Monat länger als in Südtirol (Tab. 2).

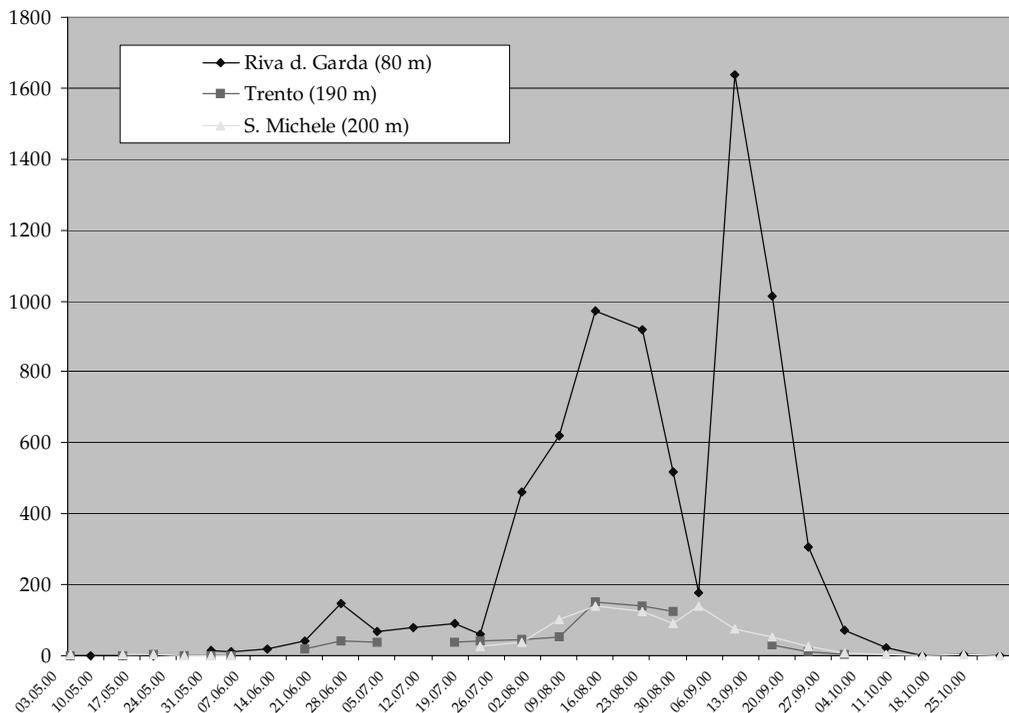


Fig. 14 Grafik 1: Fallenfänge mit Flugverlauf von *Cameraria ohridella* im Trentino: Mai - Okt. 2000

**Tab. 3: Südtirol: *Cameraria*-Fallenfänge 2000**

	Mai	Juni	Juli	August	September	Summe	[Parasitoide]
Brixen Bahnhof (560 m)	105	435	<b>1.992</b>	348	6	2.886	[0,69%]
Brixen Schule (520 m)	49	286	<b>1.711</b>	954	32	3.032	[0,79%]
Brixen Milland (550 m)	[-]	33	<b>373</b>	378	29	813	[1,97%]
Vahrner-See (700 m)	37	3	<b>648</b>	56	14	758	[0,66%]
Franzensfeste 1 (750 m)	1.458	161	<b>5.029</b>	259	15	6.922	
Franzensfeste 2 (750 m)	950	137	<b>6.737</b>	640	16	8.480	[0,16%]
Mauls 1 (850 m)	298	35	434	<b>1.118</b>	1	1.886	
Mauls 2 (850 m)	-	-	1.212	<b>1.932</b>	4	3.148	[1,57%]
SUMME: <i>Cameraria</i>	2.897	1.090	18.136	5.685	117	27.925	[0,61%]
	(10,4%)	(3,9%)	(64,9%)	(20,4%)	(0,4%)	(100%)	

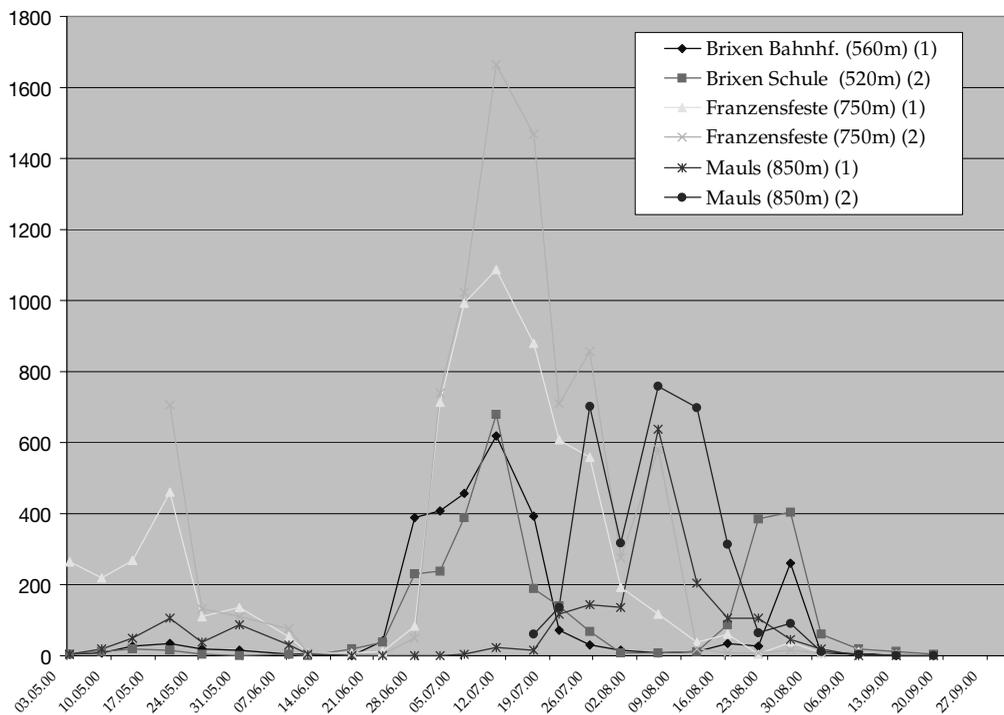


Fig. 15: Grafik 2: Fallenfänge mit Flugverlauf von *Cameraria ohridella* in Südtirol: Mai - Sept. 2000

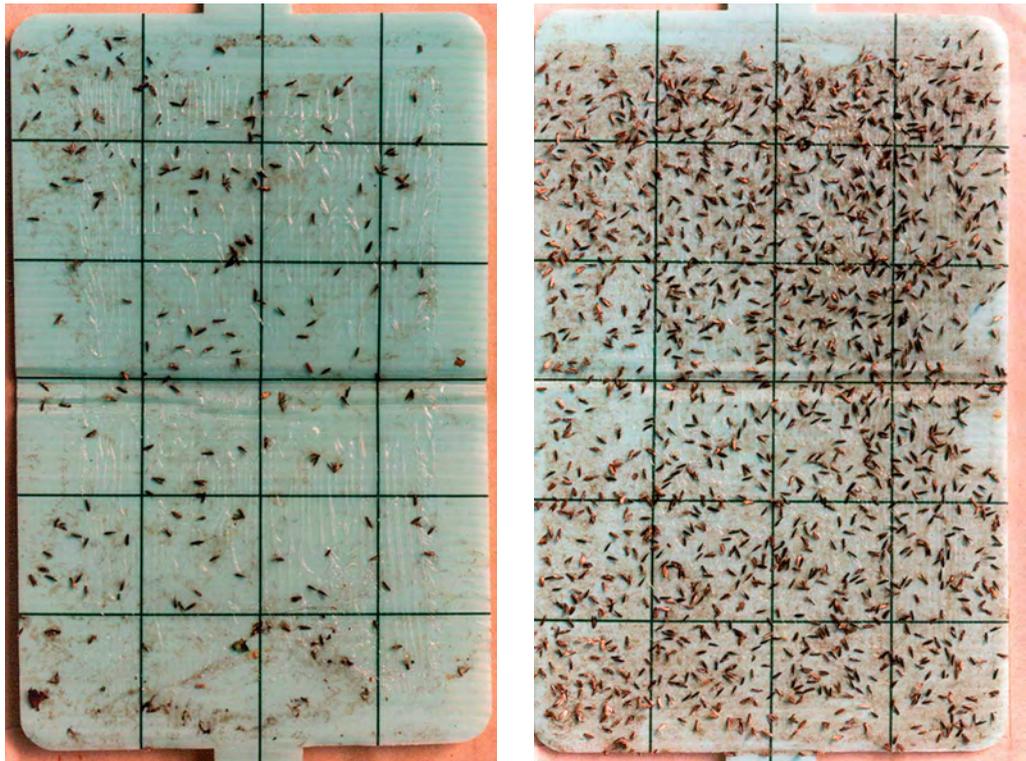


Fig. 16a: Klebefolien der Flugfallen mit schwachem und starkem Anflug von *Cameraria*-Motten.  
16.07.00: links, Brixen/Schule (schwach); rechts, Franzensfeste (stark).

Aufschlußreiche Ergebnisse lieferte eine Analyse der Fallen-Beifänge. Auf den Klebefolien der *Cameraria*-Fallen fanden sich vom Frühjahr an häufig auch andere Insekten, vor allem zahlreiche Gallmücken und sonstige Dipteren, aber überraschend wenige parasitoide Hymenopteren. Zur Ermittlung einer Häufigkeitsrelation und Zuordnung dieser »Apocrita parasitica«, wurden die vorhandenen Parasitoiden von den Klebefolien abgelöst, in Xylol vom Klebstoff gereinigt, auf Kärtchen präpariert und determiniert.

Die Anzahl der Fallen-Beifänge an *Apocrita parasitica* war mit 56 Arten (aus 15 Familien), in insgesamt 170 Exemplaren (Tab. 4), überraschend niedrig und lag in Relation zur Gesamtzahl gefangener *Cameraria*-Motten, nämlich 28.000 Ex., bei nur 6 Promille. Selbst wenn man diese Zahl auf 1% nach oben korrigiert, da bei stärkerem Mottenanflug die winzigen Parasitoiden auf den mit Motten und Flügelschuppen übersähten Klebefolien nicht mehr anhaften blieben, ist dieses Ergebnis äußerst dürftig.

Diese Situation verschlechtert sich noch weiter dadurch, indem 66% der Arten nur in Einzelexemplaren (d.h. 1-2 Ex./Art) auftraten, also für eine allfällige Parasitierung ohnehin irrelevant erscheinen. Weiters zeigt die Analyse, daß 45% der festgestellten Arten (25 Arten in 34 Ex) nicht einmal als potentielle Parasitoiden von *Cameraria* in Betracht kommen, da sie vornehmlich oder ausschließlich auf ein anderes Wirtsspektrum abgestellt sind; dies betrifft die Vertreter der folgenden 10 Familien:

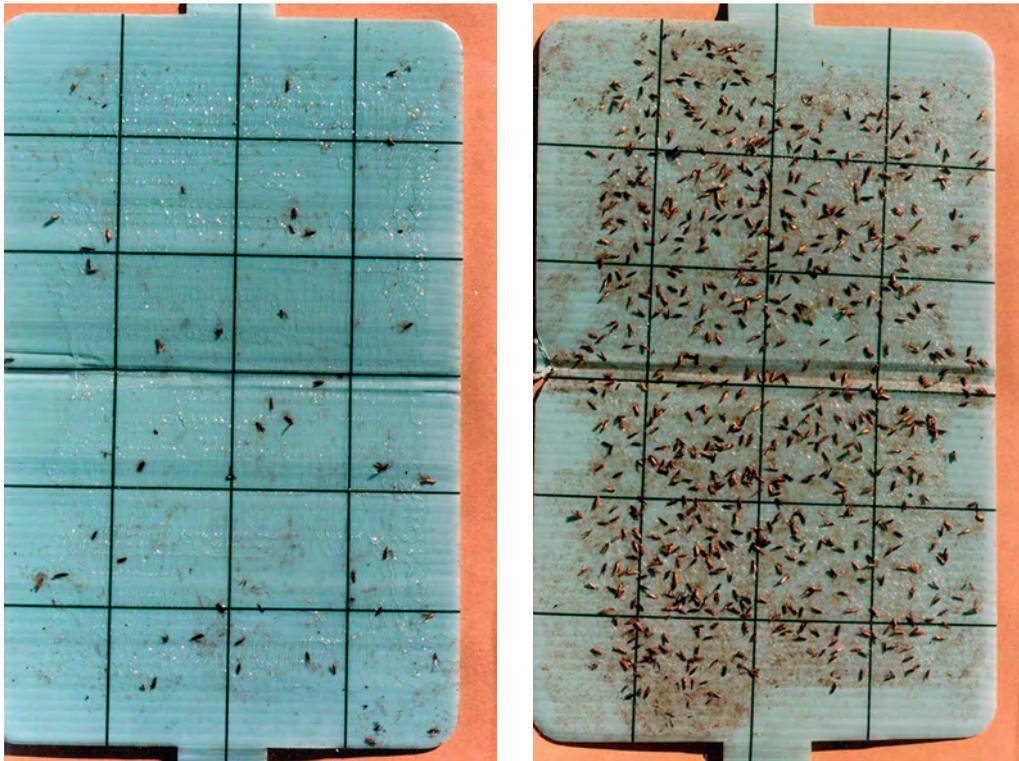


Fig. 16b: Klebefolien der Flugfallen mit schwachem und starkem Anflug von *Cameraria*-Motten.  
11.08.00: links, Franzensfeste (schwach); rechts, Mauls, 850 m (stark).

*Encyrtidae* und *Trichogrammatidae* parasitieren in Insekteneiern und Schildläusen; *Ceraphronidae* und *Platygasteridae* parasitieren vornehmlich bei Gallmücken (*Cecidomyiidae*); auch *Diapriidae* sind Parasiten von Dipterenlarven; *Megaspilidae* parasitieren bei Dipteren, Homopteren u.a.; *Scelionidae* sind Parasiten von Insekten- und Spinneneiern; auch die winzigen *Mymaridae* sind Eiparasiten, finden sich aber auch in Schild- und Blattläusen; *Cynipidae* sind Gallenbildner an Pflanzen; *Torymidae* parasitieren vornehmlich an gallenbildenden Insekten, vor allem an Gallwespen (GAULD & BOLTON 1996).

Als potentielle *Cameraria*-Parasitoiden bleiben rd. 30 Arten übrig (Tabelle 4), größtenteils Eulophidae, die oder deren nächstverwandte Arten schon als *Cameraria*-Parasitoiden festgestellt wurden (vgl. Tab. 5, 10). Mit dieser geringen Zahl von Fallenbefängen an »*Apocrita parasitica*« bestätigt sich die Vermutung, daß ein Hauptproblem bei der Parasitierung von *Cameraria* darin liegt, daß deren nichtheimische Wirtspflanze *Aesculus* von potentiellen Parasitoiden nicht oder nur unzureichend angefliegen wird (HELLRIGL 1998).



Fig. 17: Encyrtidae: *Microterys flavus* Howard (♀: Länge mit Flügel 1,7 mm);  
Begleitschlupf aus *Cameraria*-Zucht Trient: 9.11.1999.  
Parasitoid der Larven von Napfschildläusen (Coccidae): *Eulecanium* sp.



Fig. 18: *Pediobius saulius* (Eulophidae) – Hauptparasitoid von *Cameraria* in Sarajevo:  
Weibchen (long. 2,4 mm) aus Zucht, 28.12.2000.

**Tab. 4: Cameraria-Fallen-Beifänge 2000 in Südtirol: 6 Standorte (8 Flugfallen)**

APOCRITA PARASITICA:	Brix.Bhf. (560 m)	Brix.Mill. (550 m)	Brix.Sch. (520 m)	Vahrn-S. (700 m)	Franzfst. (750 m)	Mauls (850 m)	SUMME N
<u>A. potentielle Cameraria-Parasitoide:</u>							
<u>Chalcidoidea:</u> [A = 22 spp.]							
<u>EULOPHIDAE:</u> [15 spp.]							
Baryscapus nigroviolaceus	-	-	-	-	1	-	1
Chrysocharis pentheus	1	-	-	-	1	4	6
Chrysocharis sp.	-	-	-	-	2	-	2
Chrysocharis seiugata Delucchi [*]	-	-	-	1	-	36	37
Cirrospilus pictus	1	-	-	-	-	-	1
Closterocerus trifasciatus	1	-	-	-	1	-	2
Diglyphus isaea (Walker) [*]	-	-	-	-	-	1	1
Euplectrus cf. bicolor	-	-	-	-	-	1	1
Minotetrastichus frontalis	4	9	10	-	3	9	35
Minotetrast. cf. platanellus	-	-	1	-	-	2	3
Minotetrastichus sp.	2	1	-	-	1	3	7
Pnigalio agruales	-	-	1	-	-	2	3
Pnigalio populifoliella	-	-	3	-	-	-	3
Pnigalio pectinicornis	-	-	-	-	1	-	1
Pediobius cassidae Erdős [*]	-	-	-	-	-	7	7
<u>EUPELMIDAE:</u> [1 sp.]							
Eupelmus urozonus	1	-	4	-	-	-	5
<u>PTEROMALIDAE:</u> [6 spp.]							
Sphegigaster sp.	-	-	-	-	-	1	1
5 spp. indet.	-	1	-	2	3	1	7
<u>Ichneumonoidea:</u> [9 spp.]							
<u>ICHNEUMONIDAE:</u> [2 spp.]							
2 spp. indet.	-	-	1	-	2	-	3
<u>BRACONIDAE:</u> [7 spp.]							
7 spp. indet.	3	1	-	-	3	3	10
SUMME (A): [31 spp.]	13	12	20	3	18	70	136
[*] det. Z.A. Yefremova							
<u>B. sonstige Parasitoiden:</u> [25 spp.]							
<u>Chalcidoidea:</u> [B = 10 spp.]							
<u>ENCYRTIDAE:</u> [5 spp.]							
1	1	1	-	2	1	6	
<u>TRICHOGRAMMATIDAE:</u> [2]							
1	1	-	-	-	1	3	
<u>MYMARIDAE:</u> [2 spp.]							
1	2	-	-	-	-	3	
<u>TORYMIDAE:</u> [1 sp.]							
-	-	1	-	1	-	2	
<u>Cynipoidea:</u>							
<u>CYNIPIDAE:</u> [1 sp.]							
-	-	-	-	1	-	1	
<u>Ceraphronoidea:</u>							
<u>CERAPHRONIDAE:</u> [2 spp.]							
1	-	-	-	1	-	2	
<u>MEGASPILIDAE:</u> [1 sp.]							
-	-	-	-	-	1	1	
<u>Proctotrupoidea:</u>							
<u>DIAPRIIDAE:</u> [2 spp.]							
-	-	-	-	-	2	2	
<u>PLATYGASTERIDAE:</u> [3 spp.]							
2	-	1	1	-	2	6	
<u>SCELIONIDAE:</u> [6 spp.]							
1	-	1	1	3	2	8	
SUMME (B): [25 spp.]	7	4	4	2	8	9	34
SUMME A+B: [56 spp.]	[14] 20	[8] 16	[10] 24	[4] 5	[19] 26	[22] 79	170

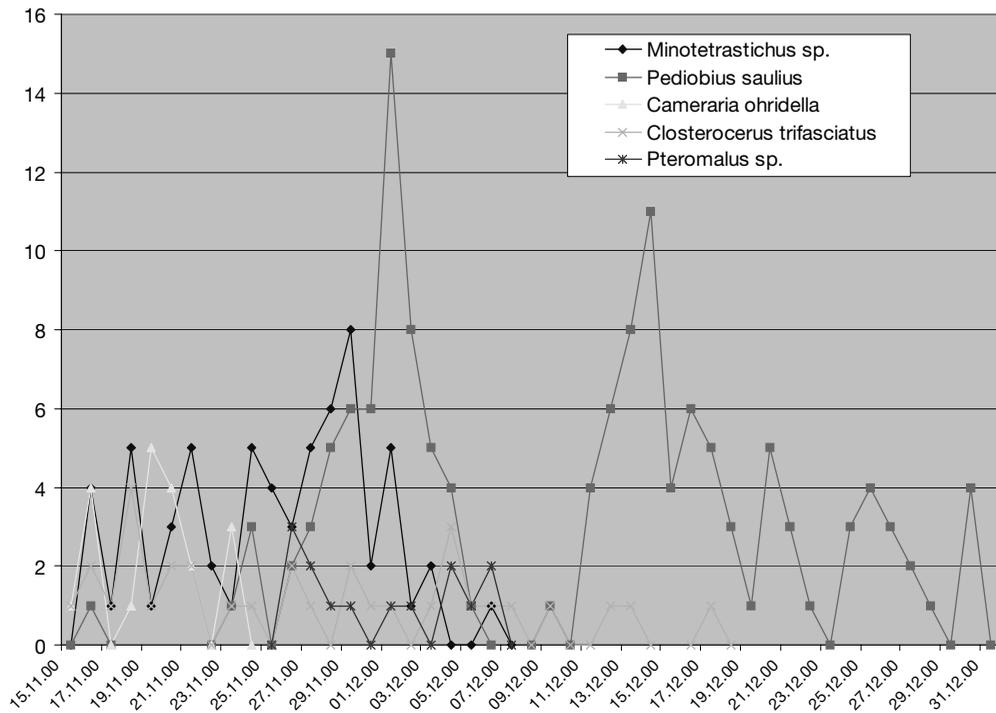


Fig. 19:

Schlüpfverlauf von *Cameraria ohridella* und ihrer häufigsten Parasitoiden in den Befallsproben aus Sarajevo im Herbst 2000 (vgl. Tab. 8).

## 7 Parasitierung

Die Lage der Parasitierung von *C. ohridella* ist von eminenter Bedeutung, da es vom Parasitierungsgrad der Larven und Puppen abhängt, ob mit einer wirksamen Eindämmung des Miniermottenbefalles in Mitteleuropa durch natürliche Gegenspieler gerechnet werden kann. Es wurde daher der Frage nach den hier auftretenden *Cameraria*-Parasitoiden in den letzten Jahren besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die Parasitierung von *C. ohridella* verliefen aber wenig Erfolg versprechend. Das in Mitteleuropa festgestellte Parasitoidenspektrum ist inzwischen auf über 30 Arten angewachsen, die größtenteils der Erzwespenfamilie Eulophidae angehören, welche typische, meist polyphage Parasiten von Blattminierern sind. Allerdings handelt es sich beim Großteil der festgestellten Arten um  $\pm$  sporadische Einzelauftritte, so daß sich die effektiv häufiger vorkommenden und damit wirksameren Arten auf kaum ein halbes Dutzend beschränken.

Bemerkenswert ist, daß sowohl das Parasitoiden-Gesamtspektrum als auch das Vorkommen der häufigeren Arten in allen bisherigen Untersuchungsgebieten sehr ähnlich sind (Tab. 5, 6).

In den zahlreichen inzwischen vorliegenden Publikationen über *Cameraria*, finden sich nur in wenigen auch konkrete Hinweise auf die Parasitierung. Diese beschränken sich

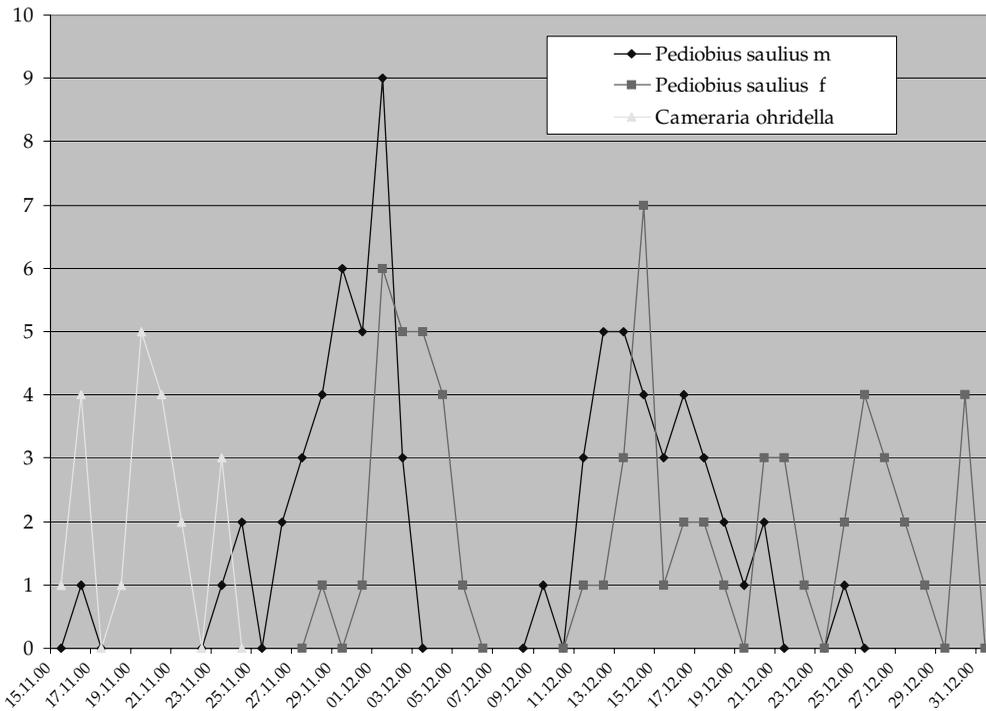


Fig. 20:

Schlüpfverlauf von *Cameraria ohridella* und des Hauptparasitoiden *Pedioibius saulius* in den Befallsproben aus Sarajevo im Herbst 2000. – *P. saulius* schlüpfte in zwei Schlupfwellen, jeweils mit deutlicher Protandrie; offenbar kann hier, neben einer normalen, auch eine retardierte Schlupfzeit bei Puppen derselben »Brut« auftreten; ähnliches ist nach MEY (1991) von *Achrysocharoides suprafolius* (dominierender Parasitoid von *Phyllonorycter leucopgraphella*) bekannt.

meist auf eine reine Aufzählung der festgestellten Parasitoiden, oft auch nur der häufigsten dominierenden Arten, sowie auf mehr oder weniger spekulative Angaben über den Parasitierungsgrad. Hingegen fehlen vollständige Parasitoiden-Listen, mit quantitativen Abundanzangaben zu den einzelnen Arten, bis auf wenige Ausnahmen (vgl. Tab. 6), weitgehend. Ebenso fehlten analytische Betrachtungen der einzelnen Parasitoidenkomplexe bisher praktisch zur Gänze, oder beschränkten sich, wie bei GRABENWEGER & LETHMAYER (1999), auf die Besprechung weniger Arten.

Die Gründe für diese Mängel liegen teilweise darin, daß schon bald evident wurde, daß es sich bei den festgestellten *Cameraria*-Parasitoiden durchwegs um polyphage Arten handelt, die generell bei Blattminierern auftreten und deren Wirksamkeit bei *Cameraria* bisher gering war (LETHMAYER, GRABENWEGER, STOLZ: in FBVA 1997) und zum anderen in der vagen Hoffnung, den tatsächlichen Ursprungsort der Miniermotte herauszufinden, der von manchen Autoren außerhalb des Balkan vermutet wird, um auf die dort zu erwartenden, wirksameren spezifischen Gegenspieler zurückgreifen zu können (KENIS 1997; HEITLAND et al. 1999; HEITLAND: *Cameraria*-Homepage, 2000). Hinzu kommen die Schwierigkeiten bei der Aufzucht und Präparierung der meist winzigen Erzwespen und vor allem deren Determination, für die es nur sehr wenige und entsprechend überlastete Spezialisten gibt.

Dies hat insgesamt zu einer nach wie vor unzureichenden Kenntnis des Parasitierungsgeschehens bei und um *Cameraria* geführt. Während man sich an italienischen Universitäten mit dem Problem der Parasitierung von *Cameraria* bislang überhaupt noch nicht auseinandergesetzt hat, erscheinen hingegen die an Instituten in Österreich in die Parasitierung gesetzten Erwartungen zu optimistisch (vgl. STOLZ 1997). Über die Höhe des Parasitierungsgrades gibt es kontroverse Angaben: während aus Ungarn 1996 schon Parasitierungsraten von 41% gemeldet wurden (CZENCZ & BÜRGES 1996) und in Sachsen 1998 von einigen Standorten solche von 20-36% (SCHNEE 1999, 2000), ist nach vorherrschender Ansicht die Parasitierung von *Cameraria* in Mitteleuropa nach wie vor gering und liegt meist unter 10% (FBVA 1997; SCHNEE 1999, 2000) und erreicht bestenfalls 20% (GRABENWEGER & LETHMAYER 1999). Damit sind wir von einem wirksamen Soll-Wert von 50% oder mehr noch weit entfernt.

Für die Erhebung der Parasitierung gibt es zwei Möglichkeiten: Zucht der parasitoiden Hymenopteren aus befallenen Bättern, oder Sektion der Blattminen und Erhebung der parasitierten Larven mit anschließender Einzelaufzucht. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile: Ohne Sektion der Minen ist eine exakte Ermittlung des Parasitierungsgrades nur schwer möglich; dafür lassen sich bei der Zuchtmethode das Artenspektrum und der jeweilige Parasitierungsanteil gut ermitteln und liefern wichtige Hinweise über Phänologie, Abundanz und Bedeutung der einzelnen Parasitoiden und auch Direktvergleiche mit dem Mottenschlüpfen. Die Sektionsmethode liefert präzisere Aussagen über den Parasitierungsgrad, ist aber viel zeitaufwendiger und somit nur begrenzt anwendbar. In Südtirol wurde eine selektive Zuchtmethode gewählt, um Vergleiche zwischen mehreren Befallsgebieten anzustellen und ein breites Artenspektrum zu erhalten. Die gezogenen 1335 Parasitoiden (26 Arten) ergeben einen repräsentativen Gesamtüberblick. Die Ergebnisse werden in den folgenden Tabellen im regionalen und überregionalen Vergleich dargelegt.



#### Legende zu Tabelle 5

- (1) In Oberösterreich (OÖ) bei ersten Parasitenzuchten ex *Cameraria* bereits 1991/92 durch F. Lichtenberger (i.litt.) gezogen, zusammen mit *Pnigalio* sp. (vorherrschend) und 1-2 weiteren Arten (undeterminiert); insgesamt 8 Ex Parasitoiden.
- (2) Das Zuchtmaterial von DESCHKA (1995) kommt aus Garsten bei Steyr 1994 (det. Weiffenbach); bei 3 Arten liegen zweifellos Fehldeterminationen vor (*Tetrastichus* 2 spp., *Conomorium patulum*), bei 2 weiteren erscheint die Artzuordnung (?) fraglich. – Von den angeführten 2 »*Tetrastichus*« lebt *Eutetrastichus turionum* (Hartig) als häufiger Parasitoid von *Rhyacionia buoliana* an Kiefern, während *Sigmophora brevicornis* (Panzer) ein gregärer Ektoparasitoid der Larven/Puppen von Gallmücken (Cecidomyiidae) ist (cit.: GRAHAM, 1987: Reclassification of European Tetrastichinae.- Bull. Br. Mus. Nat. Hist., 55, 1: 1-392).
- (3) Das Zuchtmaterial von E. Altenhofer stammt aus dem Waldviertel 1996 (det. S. Vidal).
- (4) Das Parasitoiden-Zuchtmaterial von GRABENWEGER & LETHMAYER (1999) aus Wien/Niederösterreich und von HELLRIGL (1998) aus Südtirol wurde ebenfalls vom Spezialisten S.Vidal bestimmt.
- (5) Aus Ungarn werden für dieselbe Zeit (1996-97) von THÚRÓCZY & REIDER (1998) neben *Pnig. pectinicornis* weitere 3 Arten angeführt: *P. agraulis*, *Minotetrastichus ecus* und *Pteromalus semotus*. [Növényvédelmi Tudományos Napok 1998: p. 74];
- (6) Die Angaben in eckigen Klammern bedeuten, daß von den Autoren für die betreffende Art nur die Gattung angeführt wurde.

**Tab. 5 Übersicht der in verschiedenen Regionen erfaßten Parasitoiden von *C. ohridella***

[nach HELLRIGL 1998, 1999: aktualisiert und ergänzt]

	Oberösterreich: (1)		NÖ-Wien	Ungarn	Tschechien	Italien	Bulgaria
	Deschka Weiffenb.	Altenhofer Pschorn-W.	Lethmayer Grabenweg	Szabóky Czencz	Capek & Lastuvka	Südtirol Hellrigl	Pelov et al.
	1995	1997	1999	1997	1999	1998	1993
<b>Parasitoide Hymenoptera:</b>							
<b>Chalcidoidea: Eulophidae:</b>							
<i>Baryscapus nigroviolaceus</i> (Nees)	-	-	+	[+]	-	+	+
<i>Chrysocharis nephereus</i> (Walk.)	-	-	+	-	-	-	-
<i>Chrysocharis pentheus</i> (Walk.)	-	+	+	+	-	+	-
<i>Chrysocharis</i> sp.	-	-	-	+	-	-	+
<i>Cirrospilus pictus</i> (Nees)	-	-	+	-	-	+	-
<i>Cirrospilus</i> ? <i>singa</i> Walker	+?	-	-	-	-	-	-
<i>Cirrospilus vittatus</i> Walker	+	-	+	-	-	-	-
<i>Cirrospilus viticola</i> (Rond.)	-	-	+	-	-	-	-
<i>Closterocerus trifasciatus</i> Westw.	-	-	+	-	-	+	-
<i>Hemiptarsenus dropion</i> (Walk.)	-	-	-	+	-	-	-
<i>Minotetrastichus frontalis</i> (Nees)	-	-	++	-	-	++	-
[= <i>M. ecus</i> Walk.]	-	+	-	(5)	++	(+)	-
<i>Minotetrastich. platanellus</i> (Merc.)	-	-	-	-	-	+	-
<i>Minotetrastich. [? Tetrastichus]</i> sp.	+?	-	-	-	-	-	-
<i>Pediobius saulius</i> (Walker)	-	-	+	+	-	+	-
<i>Pnigalio agraulis</i> (Walker)	-	+	++	(5)	++	++	-
[= <i>mediterraneus</i> Ferr. & Del.]	+	-	-	-	-	-	+
<i>Pnigalio populifoliella</i> Erdös	+	-	-	-	-	[+]	-
<i>Pnigalio pectinicornis</i> (L.)	+	+	+	+	-	+	+
<i>Pnigalio soemius</i> (Walker)	-	+	-	-	-	-	+
<i>Pnigalio longulus</i> (Zett.)	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sympiesis sericeicornis</i> (Nees)	-	+	-	-	-	+	+
<i>Sympiesis</i> ? <i>euspilapterygis</i> (Erdös)	+?	-	-	-	-	-	-
[? <i>Sympiesis gordius</i> (Wlk.)]							
<b>Chalcidoidea: Eupelmidae:</b>							
<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman	-	-	+	-	-	+	-
<b>Chalcidoidea: Pteromalidae:</b>							
<i>Pteromalus</i> cf. <i>semotus</i> Walk.	-	+	+	(5)	-	[+]	-
<i>Pteromalus</i> cf. <i>chlorogaster</i> Thoms.	-	-	-	-	-	+	-
<b>Ichneumonidae: Pimplinae</b>							
<i>Scambus</i> sp. cf. <i>annulatus</i> (Kiss)	+	(+)	[+]	-	-	-	-
<i>Itoplectis</i> sp. cf. <i>alternans</i> (Grav.)	-	-	[+]	-	-	+	-
<b>Braconidae:</b>							
<i>Colastes braconius</i> Haliday	(1)	-	+	-	+	-	-
<i>Pholetesor circumscriptus</i> (Nees)	-	-	-	-	+	-	-

Tab. 6:

**Quantitative Vergleichsanalyse der Parasitierung von *Cameraria ohridella* in Südtirol und Wien: 1998 (nach HELLRIGL: 1998, 1999)**

		Südtirol:			Wien / Niederösterreich:			
		Sommerzucht (Brixen/Bht.); Herbstzucht (Brixen/Milland) (nach HELLRIGL, 1998)			nach STOLZ, 1997 [Artenbestimmung: S. Vidal]			
[leg. K.Hellrigl; det. S.Vidal p.p.]		Handauszählung/Schlupf:			Photoelektroproben-Schlupf			
Parasitoide Hymenoptera:		Juli/Aug.	Sept./Okt.	Summe: (%)	Winter	Frühling/Freiland	1. Generation	[Anmerkung]
<b>Chalcidoidea:</b>								
<b>Eulophidae:</b>	[93,7%]	[98,8%]	[97,1%]	[95,8%]	[92,9%]	[99,4%]		
<i>Achrysochiroides cf. latreillei</i> (Curtis)	-	-	-	selten	-	-	-	
<i>Baryscapus nigroviolaecus</i> (Nees)	7	19	26	4,2%	0,3%	8,7%		[lokal häufig]
<i>Chrysocharis nephereus</i> (Wlk.) - et:	-	-	-	+	+	+		
<i>Chrysocharis pentheus</i> (Walk.)	2	3	5	0,3%	1,2%	5,3%		
<i>Cirrospilus pictus</i> (Nees)	1	-	1	0,8%	-	0,4%		
<i>Cirrospilus viticola</i> Rd. (= <i>subviolaecus</i> )	-	-	-	selten	-	selten		[selten]
<i>Cirrospilus variegatus</i> (Masi)	-	-	-	7,5%	0,5%	-		
<i>Cirrospilus vittatus</i> Walker	-	-	-	2,4%	4,5%	9,1%		[häufig]
<i>Closterocerus trifasciatus</i> Westwood	11	38	49	2,4%	0,6%	1,1%		
<i>Euplectrus bicolor</i> (Swed.)	-	-	-	selten	-	-		
<i>Hemiptarsenus dropton</i> (Walker)	-	-	-	selten	-	-		
<i>Minioletrastichus frontalis</i> [= <i>ecus</i> Wlk.]	92	353	445	44,0%	28,0%	10,4%		[häufig]
et <i>M. platanellus</i> (Mercet)	+	+	+	-	-	-		
<i>Prigadio agraulis</i> (Walker)	94	11	105	33,4%	57,9%	60,8%		[häufig]
<i>Prigadio pectinicornis</i> (L.)	-	2	2	2,0%	0,3%	3,4%		[rel. selten]
<i>Pediobius saulius</i> (Walker)	1	-	1	selten	-	-		
<i>Symptesis sericeicornis</i> (Nees)	1	2	3	selten	-	-		
<i>Symptesis gordius</i> (Walker)	-	-	-	selten	-	-		
<b>Eupelmidae:</b>								
<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman	7	1	8	selten	-	-		
<b>Pteromalidae:</b>								
<i>Pteromalus cf. senotus</i> Wlk.	3	-	3	4,4%	6,7%	0,2%*		[rel. häufig]
<i>Pteromalus cf. chlorogaster</i>	-	1	1	(0,5%) (0,2%)				
Summe der seltenen Chalcidoidea: [6 spp.]	[8]	[6]	[14]	1,0%	0,2%	0,3%		[7 Arten]
<b>Ichneumonidae:</b>								
3 Arten: nicht bestimmt	-	-	-	1,3%	0,3%	0,3%		[*]
<i>Hoplectis alternans</i> (Grav.)	4	3	7	+	+	+		[*inklusive]
SUMME: 14 Arten [N = 656](*)	223	433	656	(100%)				[N = 11.385]
		SUMME: 22 Arten [19 spp. + 3 indet.]						

**Tab. 7: Übersicht der in Trentino-Südtirol 1999/2000 erfaßten Parasitoiden von *C. ohridella***

	Trentino Herbst 1999	Trentino Herbst 2000	TRENTINO Summe	Südtirol Sommer 1999	Südtirol Sommer 2000	SÜDTIROL Summe
<u>Chalcid. Eulophidae:</u>						
Minotetrastichus frontalis + platanellus	45	65	110 (54,5%)	10	25	35 (37,6%)
<i>Minotetrastichus</i> sp. [»scurus«]	-	26	26 (12,9%)	-	7	7 (7,5%)
<i>Minotetrastichus</i> sp. [»luteus«]	-	1	1 (0,5%)	-	-	-
<i>Baryscapus nigroviolaceus</i>	-	3	3 (1,5%)	5	-	5 (5,4%)
<i>Diglyphus isea</i>	-	-	-	1	-	1 (1,1%)
<i>Prigalio agraulis</i> + <i>populifol.</i>	9	5	14 (6,9%)	10	9	19 (20,4%)
<i>Prigalio pectinicornis</i>	-	-	-	1	1	2 (2,2%)
<i>Closterocerus trifasciatus</i>	8	16	24 (11,9%)	4	-	4 (4,3%)
<i>Sympiesis sericeicornis</i>	-	1	1 (0,5%)	-	2	2 (2,2%)
<i>Chrysocharis pentheus</i>	2	3	5 (2,5%)	4	4	8 (8,6%)
<i>Chrysocharis</i> cf. <i>purpurea</i>	1	2	3 (1,5%)	-	-	-
<i>Cirrospilus pictus</i>	-	1	1 (0,5%)	1	-	1 (1,1%)
<i>Melittobia acasta</i>	-	-	-	-	1	1 (1,1%)
<u>Chalcid. Pteromalidae:</u>						
<i>Pteromalus</i> cf. <i>chlorogaster</i>	1	-	1 (0,5%)	-	-	-
<i>Pteromalus</i> cf. <i>semotus</i>	-	-	-	3	-	3 (3,2%)
Pteromalidae: 2	1	-	1 (0,5%)	-	-	-
Pteromalidae: 3	1	-	1 (0,5%)	-	-	-
<u>Ichneumonidae:</u>						
<i>Itoplectis alternans</i>	2	7	9 (4,5%)	-	3	3 (3,2%)
<i>Gelis areator</i> ♀	-	-	-	-	1	1 (1,1%)
<i>Scambus</i> sp.	-	1	1 (0,5%)	-	-	-
<u>Braconidae:</u>						
<i>Colastes braconius</i>	-	-	-	1	-	1 (1,1%)
Alysiinae: sp. indet.	1	-	1 (0,5%)	-	-	-
SUMME:	71	131	202 (100%)	40	53	93 (100%)
<u>Begleit-Schlupf: Encyrtidae: *</u>						
sp.1: <i>Microterys flavus</i>	1	-	1	-	-	-
sp.2: »hirticornis«	-	6	6	-	-	-
sp.3: indeterminata	-	1	1	-	-	-

\* Encyrtidae: spp.: sind keine *Cameraria*-Parasitoiden, sondern parasitierten an L2 von Schildläusen (*Eulecanium* sp.)

**Trentino:** 20 Lokalitäten (n = 202); Seehöhen: 80 - 630 m;

Arco (92m), Avio (134m), Borgo (383m), Cadine (630m), Calliano (198m), Caldonazzo (467m), Gardolo (220m), Grumo (200m), Levico (518m), Mattarello (197m), Mori (204m), Nago (222m), Pietramurata (248m), Riva del Garda (80m), Roncegno (417m), Rovereto (180m), S. Michele (220m), S. Lazzaro/Lavis (230m), Sarche (258m), Trient (193m).

**Südtirol:** 10 Lokalitäten (n = 93); Seehöhen: 370 - 990 m;

Atzwang (370m), Brixen (520-560m), Brixen-Milland (550m), Bruneck (835m), Dietsheim (860m), Franzensfeste (750m), Kastelruth (990m), Mauls (850m), Mühlbach (775m), Schlanders (720m).

Eine Detailanalyse über die Befallsdichte und die Schlüpfsergebnisse (*Cameraria* + Parasitoiden) der Herbst-Untersuchung 2000 aus dem Trentino (vgl. HELLRIGL et al. 2001) findet sich in den folgenden Tabellen (Tab. 8, 9, 9b, 9c).

**Tab. 8:****Vergleichszuchten *Cameraria* und Parasitoiden: Trentino und Sarajevo Herbst 2000**

<b>Trentino:</b>			<b>Bosnien: Sarajevo:</b>		
[16 Lokalitäten] 18.10.00 (leg. Hellrigl); Indoor-Zucht Brixen: 20.10.-18.11.; 10.-31.12.00:			02.11.00 (leg. G. Tarmann); Indoor-Zucht Brixen: 15.11.-31.12.00 (Hellrigl):		
<b>Artenspektrum:</b> Okt./Dez. 2000 [N = 233]			<b>Artenspektrum:</b> Nov./Dez. 2000 [N = 285]		
Cameraria: 102 (43,8%); Parasitoiden 14 spp.: 131 (56,2%)			Cameraria: 20 (7,0%); Parasitoiden 13 spp.: 265 (93,0%)		
<i>Minotetrast. frontalis et platanellus</i>	65	49,6%	<i>Minotetrast. frontalis/platanellus</i>	57	21,5%
<i>Minotetrastichus</i> sp. [«scurus»]	26	19,8%	<i>Minotetrastichus</i> sp. cf.	10	3,8%
<i>Minotetrastichus</i> sp. [«luteus»]	1	0,8%	-	-	-
<i>Baryscapus nigroviolaceus</i>	3	2,3%	<i>Baryscapus</i> sp.	-	-
<i>Pnigalio agraulis et populifoliella</i>	5	3,8%	<i>Pnigalio agraulis</i>	3	1,1%
-	-	-	<i>Pnigalio pectinicornis</i>	1	0,4%
-	-	-	<i>Pediobius saulius</i> (*)	136	51,3%
<i>Closterocerus trifasciatus</i>	16	12,2%	<i>Closterocerus trifasciatus</i>	33	12,5%
<i>Chrysocharis pentheus</i>	3	2,3%	<i>Chrysocharis pentheus</i>	7	2,6%
<i>Chrysocharis</i> cf. <i>purpurea</i>	2	1,5%	<i>Chrysocharis</i> cf. <i>purpurea</i>	1	0,4%
<i>Sympiesis sericeicornis</i>	1	0,8%	<i>Sympiesis sericeicornis</i>	1	0,4%
<i>Cirrospilus pictus</i>	1	0,8%	-	-	-
-	-	-	<i>Pteromalus</i> cf. <i>semotus</i>	14	5,3%
<i>Itoplectis alternans</i>	7	5,3%	<i>Itoplectis alternans</i>	1	0,4%
<i>Scambus</i> sp.	1	0,8%	<i>Colastes braconius</i>	1	0,4%
SUMME:	131	100%	SUMME:	265	100%
Begleitschlupf: 7 Ex. Encyrtidae (2 spp.) als Parasitoiden von Schildläusen (L2)			[keine Encyrtidae als Begleitschlupf] (*) <i>Pediobius saulius</i> : 64 w : 72 m		

Wie Tabelle 8 zeigt, war der Parasitoidenkomplex im Herbst 2000 im Trentino und in Sarajevo sehr ähnlich. Dennoch gab es zwei wesentliche Abweichungen: die eine lag im ungewöhnlich starken Auftreten des sonst seltenen *Pediobius saulius* (Wlk.) [det. S. Vidal, 2001], der in Sarajevo absolut dominierender Parasitoid war (vgl. Schlüpfdiagramme: Fig. 19, 20), während er im Trentino (wie auch andersorts) überhaupt fehlte. Der zweite auffällige Unterschied bestand im ausgeglichenen Schlüpfverhältnis von *Cameraria* und ihren Parasitoiden im Trentino (44 : 56%), welches in Sarajevo stark zugunsten der Parasitoiden (7 : 93%) verschoben war. Vermutlich ist die stärkere Parasitierung in Sarajevo auf die ältere Befallsdauer in Bosnien-Herzegowina (Erstbefall: 1993) zurückzuführen, gegenüber dem Trentino (Erstbefall: 1998/99).

Ein Vergleich von Befallsdichte und Parasitierungsgrad von *C. ohridella* in Trentino und Sarajevo im Herbst 2000 ist in Tab.9 dargestellt. Dabei zeichnet sich für Sarajevo neben einem höheren Parasitierungsanteil auch eine stärkere räuberische Einwirkung durch Vögel ab. Letztere steigt, wie lokale Analysen im Trentino zeigten, signifikant mit fortschreitender Befallsdauer: bei rezentem/schwächerem Befall waren nur 1,5% der Minen aufgehackt (besonders durch Blaumeisen), bei älterem/stärkerem Befall 10%.

**Tab. 9a:****Befallsdichte u. Parasitierungsgrad von *C. ohridella*: Trentino und Sarajevo im Herbst 2000**

<i>Aesculus hippocastanum</i> mit <i>Cameraria</i> -Minen:	Gesamt Blätter	Fieder- blätter	Blatt- minen	Minen /Blatt	Herbst Schlupf	Motten geschl.	Parasit. geschl.	Vögel geöffnet
<b>Trentino:</b> 135 - 518 m	88	[563]	4.404	50 [ 8]	233	102	131	290
(pro 1000 Minen):	(20)	[128]	(1000)	-	(53)	(23)	(30)	(66)
<b>Sarajevo:</b> 537 m	44	[272]	3.031	69 [11]	285	20	265	276
(pro 1000 Minen):	(15)	[90]	(1000)	-	(94)	(7)	(87)	(91)

Die Aufzucht der Befallsproben im Herbst 2000 wurde als Indoor-Zucht in temperierten Räumen durchgeführt und beendet nachdem einige Tage lang keine Motten oder Parasitoiden mehr geschlüpft waren. Bei den Proben aus dem Trentino war die erste Schlüpfphase nach einem Monat (am 18.Nov.) zu Ende; die Blattproben wurden dann für 3 Wochen ins Freie gestellt, um sie kühlen Herbsttemperaturen auszusetzen, und am 10.12. wieder in geheizte Räume überführt; in dieser zweiten Phase schlüpften bis Ende Dezember nur mehr 21 Parasitoiden und 1 *Cameraria*-Motte. Bei den Proben aus Sarajevo, die von Mitte November an ständig im Labor gehalten wurden, war der Herbstschlupf an *Cameraria* bereits am 23.11. beendet (nur 20 Ex) während sich das Schlüpfen von Parasitoiden noch bis Ende Dezember hinzog. Anfang Jänner wurden die Blattproben beider Zuchtserien zur Überwinterung ins Freie gegeben.

Eine reelle Beurteilung der Parasitierungsverhältnisse der Herbstgeneration von *Cameraria* in Trentino und Sarajevo wird nur unter Einbeziehung des Frühjahrsschlüpfens – nach Überwinterung der Befallsproben im Freien – möglich. Diese Ergebnisse konnten erst im Mai 2001 erhoben und hier nachträglich eingefügt werden (Tab. 9 b, 9c).

Beim Frühjahrsschlüpfen der Überwinterer 2000/2001 ergab sich eine überraschende neue Situation. Bei beiden Herkunftsproben kam es im Mai 2001 zu einem unerwartet starken Schlüpfen von *Cameraria*-Motten, während andererseits das Schlüpfen von Parasitoiden weit unter den Erwartungen blieb und sich zudem auf die Anfangsphase des 5-6wöchigen Frühjahrsschlüpfens im Mai beschränkte (Tab. 9 b).

**Tab. 9b:****Parasitierungssituation der Herbstgeneration von *C. ohridella* in Trentino und Sarajevo nach der Überwinterung im Frühjahr 2001**

	Herbst 2000			Frühjahr 2001			Summe: 2000/01		
	Motten	Parasit.	Schlupf	Motten	Parasit.	Schlupf	Motten	Parasit.	Schlupf
Trentino:	102	131	233	1332	23	1355	1434	154	1588
	(43,8%)	(56,2%)	[14,7%]	(98,3%)	(1,7%)	[85,3%]	(90,3%)	(9,7%)	[100%]
Sarajevo:	20	265	285	410	23	433	430	288	718
	(7,0%)	(93,0%)	[39,7%]	(94,7%)	(5,3%)	[60,3%]	(59,9%)	(40,1%)	[100%]

### Daraus läßt sich folgende Situation ableiten:

1. Der Großteil des Motten-Schlüpfens erfolgte nach Überwinterung im Frühjahr: Trentino 92,9%, Sarajevo 95,3%;
2. Der Großteil des Parasitoiden-Schlupfes erfolgte vor Überwinterung im Herbst: Trentino 85,1%, Sarajevo 92,0%;
3. Der Gesamtschlupf (Motten+Parasitoiden) im Herbst betrug im Trentino 15%, in Sarajevo 40%; der Anteil der in Winterdiapause gehenden Individuen war im Trentino viel höher (85%) als in Sarajevo (60%);
4. Der in beiden Herkünften hohe Parasitoidenanteil des Herbstschlupfes (Tab. 8, 9) täuschte eine zu hohe Parasitierungsrate vor; zusammen mit dem schwachen Frühjahrsschlupf an Parasitoiden (1,7 – 5,3%) ergab sich dann eine Gesamtparasitierung von nur 9,7% in Trentino und von 40% in Sarajevo [davon fast die Hälfte *P. saulius*].
5. Die evident höhere Parasitierung in Sarajevo bestätigte sich auch durch die dort zu beobachtende, teilweise überraschend mäßige Befallsdichte von Blattminen an den Blättern (vgl. Fig. 9b).
6. Nach der Überwinterung schlüpften im Mai folgende 46 Parasitoiden: Trentino (23): 5 *Pnigalio*, 10 *Minotetrastichus* (2 spp.), 4 *Chrysocharis*, 1 *Pteromalus*, 2 *Closterocerus*, 1 *Itoplectis*; Sarajevo (23): 17 *Pnigalio agraulis*, 1 *Minotetrastichus*, 1 *Chrysocharis*, 3 *Pediobius saulius* (w), 1 *Pteromalus*;
7. Für die neue Larvengeneration von *Cameraria* im Frühjahr sind nur beschränkte direkte Auswirkungen durch die Parasitoiden der Herbstpopulation zu erwarten; durch ihr vorzeitiges Schlüpfen (bei der Indoor-Treibzucht bereits im Herbst, bei der Freiland-Überwinterungszucht zu Beginn des Mottenfluges Anfang Mai) fehlt eine passende zeitliche Koinzidenz der Parasitoiden mit den *Cameraria*-Wirtslarven der neuen Frühjahrsgeneration.
8. Wie der Schlüpfverlauf von *C. ohridella* zeigt, kommt es zu einer echten Winterdiapause der Puppen, die im Herbst auch nicht durch Treibzucht gebrochen werden kann. Nachdem die für einen subitanen Herbstschlupf disponierten schlüpfreifen Puppen (mit dunkel gefärbten Augen) geschlüpft sind, ist das Ende des Herbstschlupfes erreicht (in der Zucht und im Freiland). Ein Großteil der Spätsommer/Herbstgeneration geht in Winterdiapause.
9. Das Frühjahrsschlüpfen baut sich erst nach anhaltendem Kälteschock der Winterdiapause bei wärmeren Frühjahrstemperaturen neu auf. Eine zu geringe und kurze Kälteeinwirkung hat keine Wirksamkeit zur Aktivierung der Puppen; dies zeigte die dreiwöchige Herbstexposition der Trentiner Proben bei nur schwachem Frost (max. Tiefsttemp.: -1,5° bis +1°C; Tageswerte: 4 bis 8°C). Die Aussage von DESCHKA (1995), wonach »Herbstpuppen von *C. ohridella*, die im Labor wärmeexponiert werden, subitan schlüpfen – und daher nicht vollständig den Saisonen der gemäßigten Zone angepaßt sind«, ist nicht zutreffend [vielmehr gilt dies im Herbst nur für bereits schlüpfreife Puppen, hingegen für die Diapausierer erst im Spätwinter, nach vorhergehender Kälteeinwirkung]. Deschka beschreibt a.o. selbst, wie er Anfang Aug. 1985 lebende Puppen aus Mazedonien mitbrachte, von denen in Oberösterreich 2% - 69% subitan schlüpfen, während 31% - 98% erst nach längerer Freiland-Winterdiapause in Treibzuchten im Spätwinter (Anfang März 1986) schlüpfen (DESCHKA & DIMIC 1986) [vgl. auch Kap.5].
10. Die Puppen von *C. ohridella* sind in ihren Verpuppungsnischen optimal auf eine Überwinterung unter widrigen Umständen adaptiert. Neben tiefen Frosttemperaturen (Brixen: bis -10°C; Pustertal: bis -15/20°C) ertragen sie über längere Dauer auch völlige Vertrocknung der Blätter, oder andererseits totale Vernässung derselben und sogar teilweise Verschimmelung. Die große Widerstandskraft der Puppen und ihre Adaption an längere Diapausen (z.B. Überliegen eines Teiles der Puppen der ersten und 2.Generation) zeigte sich auch darin, daß das Schlüpfen der Miniermotten in den Überwinterungszuchten erst Mitte Juni 2001, d.h. 8 Monate nach Eintragen der Herbstblätter, zu Ende ging.

Interessante Erkenntnisse liefert die Detailanalyse der Schlüpfergebnisse der Herbstgeneration 2000 von *C. ohridella* im Trentino (Tab. 9 c):

**Tab. 9c:**

**Schlüpfverlauf und Parasitierung der Herbstpopulation 2000 von *C. ohridella* in Trentino**

<b>Trentino:</b>	<b>Cameraria</b>	<b>Minen</b>	<b>Herbst 2000</b>		<b>Frühjahr 2001</b>		<b>Gesamt 2000/2001</b>		<b>Schlüpf</b>
<b>16 Lokalitäten:</b>	<b>Blattminen:</b>	<b>/Blatt</b>	<b>Camer.</b>	<b>Parasit.</b>	<b>Camer.Parasit.</b>	<b>Camer.Parasit.</b>	<b>(%)</b>		<b>%</b>
Arco + Pietramurata	43	6	0	1	17	0	17	1 ( 5,6)	[41,9]
Caldo.+Levico+Borgo	86	5	10	2	29	0	39	2 ( 4,9)	[47,7]
Grumo + S.Michele	155	14	8	9	31	0	39	9 (18,8)	[31,0]
Rovereto+Mori+Nago	238	15	2	13	89	1	91	14 (13,3)	[44,1]
Mattarello	641	71	2	38	146	0	148	38 (20,4)	[29,0]
Gardolo + S.Lazzaro	716	72	0	23	232	17	232	40 (14,7)	[38,0]
Roncegno	610	122	0	25	58	0	58	25 (30,1)	[13,6]
Sarche	669	134	9	13	235	4	244	17 ( 6,5)	[39,0]
Avio	1246	138	71	7	495	1	566	8 ( 1,4)	[46,0]
<b>Summe:</b>	<b>4.404</b>	<b>50</b>	<b>102</b>	<b>131</b>	<b>1332</b>	<b>23</b>	<b>1434</b>	<b>154 ( 9,7)</b>	<b>[36,1]</b>

In den 16 untersuchten Lokalitäten, wo 88 Blattproben am 18. Okt. gesammelt worden waren, bewegte sich der Schlüpfprozentsatz insgesamt (*Cameraria* + Parasitoiden) zwischen rd. 30% (Grumo/Mattarello) und 46-48% (Avio, Caldonazzo), im Durchschnitt lag er bei 36%. Einziger deutlicher Ausreißer ist Roncegno, mit nur 14% Gesamtschlüpf; hier herrschte der stärkste Befall (Totalverbräunung mit Blattneuaustrieb), der höchste Parasitierungsgrad (30%) und die größte Anzahl von durch Vögel (Meisen) geöffneten Minen.

Der Herbstschlüpf an Motten war durchwegs schwach und erreichte nur in Caldonazzo und Grumo Spitzenwerte von 20-26% und in Avio einen Wert von 13%, in allen übrigen Proben lag er zwischen 0 – 4%. Der Herbstschlüpf an Parasitoiden war durchwegs hoch, der Frühjahrsschlüpf hingegen ausgesprochen schwach; einzige Ausnahme war Gardolo, wo der Frühjahrsschlüpf an Parasitoiden 42% erreichte, während er in mehr als der Hälfte der Proben bei Null lag und nur in drei weiteren Fällen 7-24% erreichte. Der Parasitierungsgrad selbst war sehr unterschiedlich (min.: 1,4%; max.: 30,1%; med.: 9,7%) und ließ keine konstanten Zusammenhänge mit Befallsstärke oder Befallsdauer erkennen. Gerade in der Lokalität mit der höchsten Befallsdichte, Avio (134 m), war die Parasitierung am schwächsten (1,4%) und in jener mit dem zweitstärksten Befall, Sarche (258 m), erwies sie sich mit 6,5% als ähnlich niedrig wie in Gebieten mit schwachem Befall, wie Arco (92 m) und Caldonazzo (467 m).

Dieser höchst unterschiedliche Parasitierungsgrad, in einem relativ kleinen Gebiet mit durchwegs rezentem Befall erst seit 1-2 Jahren, zeigt, daß in den einzelnen Lokalitäten hier offensichtlich eine starke Abhängigkeit von den lokal verfügbaren Parasitoiden-Garnituren besteht. Weiters bestätigt die vorliegende Untersuchung, daß auch die in der Literatur fallweise genannten höheren Parasitierungsraten durchaus ihre Berechtigung haben und vorkommen können. Die Beurteilung mancher Autoren, wonach »die teilweise in der Literatur angeführten Parasitierungsraten bei *C. ohridella* von über 15% nicht realistisch sein dürften« (HEITLAND, 27.12.2000: <http://www.cameraria.de>) ist daher ebenso wenig zutreffend wie die Ansicht, daß es jahrelang dauern würde bevor es zu höheren Parasitierungsraten kommt. Aussagekräftig ist vielmehr, wie dieses Bei-

spiel zeigt, die durchschnittliche Parasitierung in einem Gebiet – und die liegt im Trentino derzeit eben nur bei knapp 10%.

Was schließlich den Schlüpfprozentsatz insgesamt anbelangt, so ist dieser mit durchschnittlich 36% erstaunlich hoch [zum Vergleich in Sarajevo 24%]. Beim hier untersuchten Herbstmaterial handelt es sich ja um eine 3. Generation, der im Juni und August schon zwei (zumindest partiell) geschlüpfte Generationen aus denselben Blättern vorangegangen waren. Zudem fanden sich unter den gezählten Blattminen auch viele, die nicht zur fertigen Entwicklung gelangt oder von Vögeln geöffnet und ausgeräubert waren. Es ist deshalb zu vermuten, daß an dieser relativ hohen Schlüpftrate auch diapausierende Puppen aus der ersten (Frühjahrs-) und der zweiten (Sommer-) Generation mit beteiligt waren.

Zum Vergleich interessant sind die Parasitoiden-Zuchten im Spätsommer/Frühherbst d. J. aus *Cameraria*-Befall an Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), im Unterstand stark befallener Roßkastanien, in Brixen/Zinggen. Aus Anfang Sept. gesammelten 128 Ahornblättern mit insgesamt 578 fertig ausgebildeten *Cameraria*-Blattminen schlüpfen in vier Wochen 77 Exemplare: *C. ohridella* 7 (9%); Parasitoiden 70 (91%): *Minotetrastichus frontalis* 58; *Minotetrastichus* sp.5, *Pnigalio agraulis* 3, *Sympiesis* sp. 1, *Itopectis alternans* 2, Braconidae sp. 1. – Diese Parasitoiden-Garnitur am Bergahorn-Unterwuchs entsprach der üblichen von *Cameraria*-Befall an Roßkastanien.

Auch am Bergahorn kam es nur zu schwachem Herbstschlüpfen von *Cameraria*-Motten. Der Großteil der *Cameraria*-Blattminen an Ahorn war zur fertigen Entwicklung gelangt, mit Ausbildung von gespinstverdeckelten Verpuppungsnischen (auf Blattunterseite als hervortretende Knoten erkennbar); nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der Larven – von kaum mehr als 15% - war schon vorzeitig in halfertigen Minen abgestorben.

Die Minendichte entsprach der bei Ahornbefall üblichen und lag im Durchschnitt bei 4,5 Minen pro Blatt. An 70 kleineren Ahornblättern wurden insgesamt 210 reife Blattminen gezählt, d.h. durchschnittlich 3 pro Blatt (Extremwerte: 1 bis 12 /Blatt), an 58 größeren Blättern fanden sich insgesamt 368 voll ausgebildete Blattminen, d.h. durchschnittlich 6 pro Blatt (Extremwerte: 1 bis 30 /Blatt). Der Befall am Bergahorn war zwar auffällig (vgl. Fig. 8), der effektive »Blattschaden« aber nur unbedeutend.



#### Legende zu Tab. 10

\* Hinzu kommen nachträglich für das Jahr 2001

46 Ex des Frühjahrs 2001 aus Trentino (23 Ex.) und Sarajevo (23 Ex.) [vgl. Tab. 9b]: 22 *Pnigalio*, 11 *Minotetrastichus* (2 spp.), 5 *Chrysocharis*, 2 *Closterocerus*, 2 *Pteromalus*, 3 *Pediobius saulius*, 1 *Itopectis*.

**Tab. 10: Parasitoiden-Zuchten ex *Cameraria ohridella*: 1998 – 2000 (K. Hellrigl)**

	Südtirol 1998	Südtirol 1999/2000	Trentino* 1999/2000	Sarajevo* Nov. 2000	Summe 1998/2000
<b>A. <i>Cameraria</i>-Parasitoiden:</b>					
<u>Chalcidoidea:</u>					
Eulophidae: 16 spp.					
<i>Baryscapus nigroviolaceus</i> (Nees)	26	5	3	-	34
<i>Chrysocharis pentheus</i> (Walk.)	5	8	5	7	25
<i>Chrysocharis cf. purpurea</i> Buk.	-	-	3	1	4
<i>Cirrospilus pictus</i> (Nees)	1	1	1	-	3
<i>Diglyphus isea</i> (Walker)	-	1	-	-	1
<i>Melittobia acasta</i> (Walk.)	-	1	-	-	1
<i>Closterocerus trifasciatus</i> Westw.	49	4	24	33	110
<i>Minotetrastichus frontalis</i> N.[= <i>ecus</i> Wlk]	446	35	110	57	648
et <i>M. platanellus</i> (Mercet)	+	+	+	+	+
<i>Minotetrastichus</i> sp. [«scurus»]	-	7	26	10	43
<i>Minotetrastichus</i> sp. [»luteus«]	-	-	1	-	1
<i>Phygadeuonella agraulis</i> (Walker)	105	19	14	3	141
et <i>P. populifoliella</i> Erdös	+	+	+	-	+
<i>Phygadeuonella pectinicornis</i> (L.)	2	2	-	1	5
<i>Pediobius saulius</i> (Walker)	1	-	-	136	137
<i>Sympiesis sericeicornis</i> (Nees)	3	2	1	1	7
Eupelmidae: 1 sp.					
<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman	8	-	-	-	8
Pteromalidae: 4 spp.					
<i>Pteromalus cf. semotus</i> Walker	3	3	-	14	20
<i>Pteromalus cf. chlorogaster</i>	1	-	1	-	2
Pteromalidae: indet. sp.3	-	-	1	-	1
Pteromalidae: indet. sp.4	-	-	1	-	1
<u>Ichneumonoidea:</u>					
Ichneumonidae: 3 spp.					
<i>Itopectis alternans</i> (Grav.)	7	3	9	1	20
<i>Gelis areator</i> (Panzer)	-	1	-	-	1
<i>Scambus</i> sp.	-	-	1	-	1
Braconidae: 2 spp.					
<i>Colastes braconius</i> Hal.	-	1	-	1	2
Alysiinae: sp.	-	-	1	-	1
<b>SUMME: A</b>	<b>657</b>	<b>93</b>	<b>202</b>	<b>265</b>	<b>*1217</b>
	15 spp.	17 spp.	18 spp.	13 spp.	26 spp.
<b>B. Begleit-Schlupf (div. Parasitoide):</b>					
<u>Chalcidoidea:</u>					
Encyrtidae: 3 spp.					
	-	-	8	-	8
<u>Proctotrupoidea:</u>					
Ceraphronidae: 1 sp.					
<i>Aphanogum</i> sp.	1	-	-	-	1
Scelionidae: 1 sp.					
<i>Telenomus</i> sp.	10	-	-	-	10
<b>SUMME: B</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>19</b>
<b>SUMME: A+B</b>	<b>668</b>	<b>93</b>	<b>210</b>	<b>265</b>	<b>1236</b>

## 8 Analyse der Ergebnisse der Parasitierung

Die in Südtirol aus *C. ohridella* gezogenen parasitoiden Erzwespen (Chalcid.) (Tab. 10) entsprechen gut dem Artenspektrum der bisher bekannt gewordenen Larvenparasitoiden von *Cameraria* aus anderen Regionen (vgl. Tab. 5); über zwei Drittel der erfaßten Arten wurden in mehreren Gebieten festgestellt. Von den hier nachgewiesenen 27 Parasitoiden traten 14 Arten nur in Einzelexemplaren auf, mit einem Gesamtanteil an der Parasitierung von nur 2%. Weitere 2 Taxa (*Eupelmus*, *Sympiesis*) waren schwach vertreten (jeweils unter 1%) und 4 Arten (*Baryscapus*, *Chrysocharis pentheus*, *Pteromalus* cf. *semotus*, *Itopectis alternans*) mittelmäßig (durchschnittl. je 2%). Von relevanter Bedeutung waren nur Vertreter der 4 Gattungen: *Minotetrastichus* (56%), *Pnigalio* (13%), *Pediobius* (11%) und *Closterocerus* (9%), mit zusammen 89% Parasitierungsanteil [1123 Ex.]. Der a.o. nicht seltene *Cirrospilus vittatus* fehlte hingegen in Südtirol. Die 5 Parasitoiden im Begleitschlupf haben ein anderes Wirtsspektrum (z.B. Larven von Schildläusen und Gallmücken) und kommen für *Cameraria* kaum in Betracht.

Es zeigt sich somit, daß trotz der relativ vielen Parasitoiden, die bisher auf *Cameraria* übergegangen sind (insgesamt wurden bereits über 30 Parasitoidenarten bekannt), doch nur wenige als wirksame Gegenspieler in Betracht kommen, während andere z.T. nur oder vornehmlich als Hyperparasitoiden auftreten. Bemerkenswerter Weise sind die bei *Phyllonorycter*-Arten regelmäßig vertretenen *Sympiesis*-Arten (vgl. Tab. 13) bei *Cameraria* eher selten (*S. gordius*, *S. sericeicornis*) und kommen oft nur in Einzelstücken vor. Betrachtet man die festgestellten 4 Hauptparasitoiden näher, so ergibt sich dabei eine weitere Dämpfung der Erwartungen:

*Pnigalio agraulis* tritt regelmäßig in allen Zuchten auf und wird vielerorts als häufigster Parasitoid genannt, so z.B. in Ostösterreich, wo Parasitierungsraten von bis zu 20% angegeben wurden (GRABENWEGER & LETHMAYER 1999). Dieser solitär lebende Ektoparasitoid ist hauptsächlich im Frühjahr/Sommer wirksam (Südtirol 1998: Sommer-Parasitierungsanteil 42%) während seine Abundanz im Herbst (Sept./ Okt.) stark absinkt (Südtirol 1998: Herbst-Parasitierungsanteil 2,5%). Tatsächlich war *P. agraulis* in allen hier untersuchten Herbstbefunden nur schwach vertreten; seine Effizienz ist daher zeitlich beschränkt. Zusammen mit dieser Art fand sich im *Pnigalio*-Zuchtmaterial aus Südtirol-Trentino auch der ähnliche, schwer abzugrenzende *Pnigalio populifoliellae* (det. Z.A. Yefremova); sein wegen der Unsicherheit der Bestimmung nicht näher ausgewiesener Anteil unter den »*Pnigalio agraulis*« lag bei 1:5 (20%).

*Minotetrastichus frontalis* (= *ecus*) ist ein meist gregär auftretender Ektoparasitoid, d.h. an einer Wirtslarve entwickeln sich mehrere Parasitoidenlarven; bisweilen tritt die Art auch solitär auf, dann aber nicht selten als Hyperparasitoid. Im Gegensatz zu *Pnigalio* steigt bei *Minotetrastichus*, nach unseren Befunden, die Befallsdichte im Herbst (Südtirol 1998: Sommer-Parasitierungsanteil 42%, im Herbst 82%). Durch den Gregärbefall, 3-6 pro Wirtslarve, wird im Schlupf oft eine höhere Parasitierungsrate vorgetäuscht. In Südtirol-Trentino findet sich die Art meist vergesellschaftet mit dem sehr ähnlichen, weniger häufigen *Minotetrastichus plananellus* sowie mit anderen schwer abzugrenzenden nahe verwandten Arten.

*Closterocerus trifasciatus* tritt die ganze Saison hindurch eher gleichmäßig auf (GRABENWEGER & LETHMAYER 1999), neigt aber mehr zum Hyperparasitismus, was seine Wirksamkeit stark beeinträchtigt.

*Pediobus saulius* ist ebenfalls ein fakultativer Hyperparasitoid, zudem normalerweise eher selten (1 Ex aus allen Südtirol-Trentino-Zuchten [det. S. Vidal, 1998]).

Nur in Sarajevo (Tab. 8) erwies sich *Pediobus saulius* (Wlk.) im Herbst 2000 (mit 136 Ex. und einem hohen Parasitierungsanteil von 51%) als maßgeblicher Hauptparasitoid [det. Hellrigl, vid. S. Vidal, 2001], der in mehreren Wellen mit ausgeprägter Protandrie schlüpfte (Fig. 20); seine Gesamtparasitierung in Sarajevo 2000 erreichte 20%. –

Auch GRABENWEGER & GRILL (2000) fanden diese Art 1999 in Blattproben aus Mazedonien und erhielten aus 123 Minen neben Puppen von *C. ohridella* auch 14 *Pediobius saulius* (d.h. Parasitierungsgrad 11,4%). An die Art könnten sich somit positive Erwartungen knüpfen.

Eine Wirtsanalyse der festgestellten Arten gemäß Literaturangaben zeigt, aus welchem natürlichen Reservoir diese Parasitoiden kommen, die inzwischen auch auf *Cameraria ohridella* übergegangen sind. Es handelt sich durchwegs um typische Parasitoiden von Blattminierern, hauptsächlich aus drei Gruppen:

- 1.) blattminierende Larven v. *Kleinschmetterlingen* (Lepid.: Nepticulidae, Tischeriidae, Gracillariidae, insbes. Lithocolletinae, mit d. artenreichen Gattung *Phyllonorycter*);
- 2.) blattminierende Larven von *Blattwespen* (Hymenoptera, Tenthredinidae: Fenusini, Heterarthrini);
- 3.) blattmin. Larven von *Springrüsslern* (Coleoptera, Curculionidae: Rhynchetinae).

### **Die von *Cameraria ohridella* bisher bekannten (\*) und weitere potentielle Parasitoiden und ihre Alternativwirte: blattminierende Larven von Kleinschmetterlingen sowie von [Coleopteren, Hymenopteren und Dipteren]**

Chalcidoidea: Eulophidae:

\**Achrysocharoides* cf. *latreillei* Curt.: *Phyllonorycter* (= *Lithocolletis*) sp.: *Quercus* (1). - *Cameraria ohridella*: (14).

*Achrysocharoides suprafolius* Askew: dominierender Parasitoid bei *Phyllonorycter leucographella*: *Pyracantha* (8); *Ph. corylifoliella* (8); gregärer Endoparasitoid (Mey, 1991); für arboricole Arten wohl weniger in Betracht kommend.

*Achrysocharoides zwölfperi* Del.: *Phyllonorycter connexella*: *Salix* (3); *Ph. dubitella*: *Salix* (3); *Ph. salictella*: *Salix* (3).

\**Asecodes delucchii* Boucek: parasitiert L1-Larven von *C. ohridella*: bisher nur in Sachsen festgestellt (Schnee, 2000) (19);

\**Baryscapus nigroviolaceus* Nees (= *Tetrastichus amethystinus* Ratzb.): *Leucoptera malifoliella* (»Pfenignimotte«): *Malus* (4); *Phyllonorycter robiniella*: *Robinia* (Hellrigl, 1998). - *Cameraria ohridella*: (14, 15, 17, 18), Bulgarien: (16);

\**Chrysocharis nephereus* Walker: *Phyllonorycter dubitella*, *Ph. salictella*: *Salix* (3); *Ph. platani*: *Platane* (8); *Stigmella auritella*: *Salix aurita* (3); *Tischeria ekebladella* (1); [Rhynchaenus *populi*]: *Salix* (3); [Coleopt.: *Rhynchaenus alni*]: *Ulmus* (9); [Rhynchaenus *fagi*]: *Fagus* (9); [minierende Blattwespen: Fenusini, Heterarthrini]: (6, 7). - *Cameraria ohridella*: (14, 15).

\**Chrysocharis orchestis* Ratzb.: [Rhynchaenus (= *Orchestes*) *alni*]: *Ulmus* (9); [Rhynch. *fagi*]: *Fagus* (9); [Rhynch. *quercus*]: *Quercus* (9); [Rhynch. *salicis*]: *Salix* (9). - *Cameraria ohridella*: Bulgarien: (PELOV, 1993) (16).

\**Chrysocharis pentheus* (Walker): *Phyllonorycter platani*: *Platane* (8). - *Cameraria ohridella*: (12, 13, 14, 15, 17, 18).

*Chrysocharis laemedon* Walker: *Phyllonorycter dubitella*, *Ph. salictella*: *Salix* (3); *Ph. platani*: *Platane* (8); *Ph. issikii*: *Tilia* (8); *Ph. acerifoliella* (8).

*Chrysocharis nitetis* Walker: [Coleoptera: *Rhynchaenus alni*]: *Ulmus* (9); [minierende Blattwespen: Fenusini, Heterarthrini]: *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Populus*, *Tilia*, *Quercus* (6, 7);

- Chrysocharis prodice* Wlk.: *Stigmella agrimoniae* (1); *Stigmella salicis*: *Salix* (3); *Stigmella malella*: *Malus* (ALFORD, 1987).
- \**Chrysocharis purpurea* Buk.: [Coleopt.: *Rhynchaenus alni*]: *Ulmus* (9); [minier. Blattwesp.: *Fenusini*, *Heterarthr.*]: (6, 7); gregär; vereinzelt aus *Cameraria* gezogen, im Trentino und Sarajevo: Hellrigl, 2000 (18).
- Chrysocharis* sp.: *Stigmella* sp.: *Nepticulidae*; *Tischeria* sp.: *Tischeriidae* (1); *Phyllonorycter* spp., *Stigmella* spp. (3); *Phyllonorycter leucographella*: *Pyracantha* (8); *Ph. medicaginella*: *Luzerne* (8); [Diptera: *Paraphytomyza tridentata*]: *Salix* (3).
- Cirrospilus diallus* Walk. (= *elegantissimus* Thoms. nec Westw.): *Phyllonorycter salictella*: *Salix* (3); *Ph. platani*: *Platane* (8); *Lithocolletis* spp.: *Quercus*, *Fagus* (10); *Phyllocnistis* sp.: *Populus* (10); [Coleopt.: *Rhynchaenus alni*]: *Ulmus* (9); [Rhynch. fagi]: *Fagus* (9); [Rh. salicis]: *Salix* (9); [minierende Blattwespen: *Profenus pygmaea*]: *Quercus* (6, 7).
- Cirrospilus elegantissimus* Westw.: ektoparasitoid an blattminierenden Raupen von Kleinschmetterlingen (10): *Phyllonorycter* (= *Lithocolletis*) *cerrutiella*, *corylifoliella*, *messaniella*, *platani*, *populifoliella*, *pyrifoliella* (10); *Phyllonorycter cerasicolella*: *Crataegus* (3); *Ph. salictella*: *Salix* (3); *Ph. issikii*: *Tilia* (8); *Ph. platani*: *Platane* (8); *Phyllocnistis suffusella*: *Populus* (10).
- Cirrospilus lyncus* Walker: *Callisto denticulella*: *Malus* (3); *Parornix anglicella*: *Crataegus* (3); *P. finitimella*: *Prunus* (3); *Phyllonorycter blancardella*: *Malus* (3); *Ph. cerasicolella*: *Prunus* (3); *Ph. spinicolella*: *Prunus* (3); *Ph. oxyacanthae*: *Crataegus* (3); *Stigmella oxyacanthella*: *Crataegus* (3); *Phyllonorycter* (= *Lithocolletis*) *acerifoliella*, *agilella*, *coryli*, *corylifoliella*, *delitella*, *distentella*, *dubitella*, *messaniella*, *platani*, *pyrifoliella*, *quercifoliella*, *roboris*, *ulmifoliella* u.a. (10); *Phyllonorycter leucographella*: *Pyracantha* (8); *Tischeria complanella*, *Phyllocnistis suffusella* (10).
- \**Cirrospilus pictus* (Nees): *Phyllonorycter connexella*, *Ph. dubitella*, *Ph. salictella*: *Salix* (3); *Ph. platani*: *Platane* (8); *Ph. issikii*: *Tilia* (8); *Phyllonorycter* (= *Lithocolletis*) *blancardella*, *corylifoliella*, *populifoliella*, *pyrifoliella*, *schreberella*, *sorbi* u.a. (10); [Coleoptera: *Rhynchaenus alni* (= *ulmi*)]: *Ulmus* (9, 10); [Rhynch. populi]: *Populus*, *Salix* (3, 9); [blattminierende Blattwespen]: *Alnus*, *Betula* (6), *Ulmus* (10); [zweigminierende Blattwespen: *Euura purpureae*]: *Salix purpurea* (Hellrigl: 1998). - *Cameraria ohridella*: (14, 15, 17, 18).
- \**Cirrospilus variegatus* (Masi): *Lyonetia clerckella*, *Phyllonorycter corylifoliella*, *Leucoptera coffeella*, *Antispila rivillei*, *Oecophyllembius neglectus*, *Oe. inferior* (10); [Diptera: *Dacus oleae*]: (10). - *Cameraria ohridella*: (14).
- \**Cirrospilus viticola* (Rond.) (= *subviolaceus* Thoms., ? = *luteus* Bukowski): *Lithocolletis* sp.: *Quercus* (1,10); *Phyllonorycter* (= *Lithocolletis*) *corylifoliella*, *pyrifoliella*, *quercifoliella*, *hortella*, *schreberella* u.a. (10); *Tischeria complanella*, *Phyllocnistis labyrinthella*, *Leucoptera coronillae*, u.a. Blattminieren an *Cornus*, *Prunus*, etc. (10). - *Cameraria ohridella*: (14, 15).
- \**Cirrospilus vittatus* Walk.: In Mitteleuropa die häufigste Art der Gattung; Wirte sind blattminierende *Lepidoptera*, *Diptera*, *Coleoptera* und *Hymenoptera*, bisweilen auch deren Parasitoiden (10): *Phyllonorycter dubitella*: *Salix* (3); *Ph. spinicolella*: *Prunus*; *Ph. oxyacanthae*: *Crataegus* (3); *Ph. platani*: *Platane* (8); *Ph. corylifoliella*, *salictella* (10); *Parornix finitimella*: *Crataegus* (3); *Stigmella oxyacanthella*: *Crataegus* (3); *St. obliquella* (10); *Bucculatrix crataegi*: *Prunus* (3); *Lyonetia clerckella* (10); [Diptera: *Paraphytomyza tridentata*]: *Salix* (3); [Coleoptera: *Rhynchaenus alni*]: *Ulmus* (9); [Rhynch. fagi]: *Fagus* (9); [Rhynch. populi]: *Salix* (3); [minier. Blattwespen]: *Alnus*, *Betula*, *Populus* (6, 7); *Heterarthrus nemoratus*, *Scolineura betulae*: *Betula* (10). - *Cameraria ohridella*: (11, 14, 15); in Südtirol bisher noch nicht bei *Cameraria* festgestellt.
- ? *Cirrospilus singa* Walk.: nach BOUCEK (1959) Wirte unbekannt (10); [bisher für *Cameraria* nur: Deschka, 1995] (11): fraglich.
- \**Closterocerus trifasciatus* Westw.: *Phyllonorycter* sp.: *Quercus* (1); [Coleopt.: *Rhynchaenus populi*]: *Salix* (3); [Rh. alni]: *Ulmus* (9); [minier. Blattw.: *Fenusini*, *Heterarthrini*]: *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus* (6, 7). - *Cameraria ohridella*: (14, 15, 17, 18).
- \**Diglyphus isaea* (Walker): in Italien wurde die Art im Labor gezüchtet und zur biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt; war bisher für *Cameraria* nicht genannt; in Südtirol 1 Ex in Brixen 1999 ex *Cameraria* gezogen (det. Z.A. Yefremova)

- \**Euplectrus bicolor* Swed.: Parasitoid freifressender Lepidopteren-Larven. - *Cameraria ohridella*: (14).
- \**Hemiptarsenus dropion* (Walk.): Phyllonorycter helianthemella; Ph. anderidae: Betula; Ph. sorbi; Ph. sp.: Populus nigra (10); [blattminierende Blattwespen: Heterarthrus vagans, H. nemoratus]: Alnus, Betula (6, 7, 10). - *Cameraria ohridella*: (13, 14).
- \**Melittobia acasta* (Walker): Art mit weitem Wirtsspektrum; tritt in Südtirol regelmäßig als gregärer Hyperparasitoid bei der Tachinenfliege *Diplostichus janitrix* Htg. in Kokons von *Diprion pini* und *Diprion similis* auf (Hellrigl, 1997); einmal auch aus Conopiden-Larven (Diptera) im Kokon einer Mauerbiene (*Osmia* sp.); bei *Cameraria* wohl nur erratisch.
- \**Minotetrastichus* sp.: Die Arten sind als Parasitoiden bei verschiedensten Blattminiern bekannt; neben den beiden hier angeführten häufigen Arten wurden bei *Cameraria* auch andere festgestellt, deren Artbestimmung noch aussteht: in meinem Zuchtmaterial sind dies vermutlich noch 2 Arten; auch die von DESCHKA (1995) genannten zwei *Tetrastichus*-Arten (Fehldeterminationen) dürften sich wahrscheinlich auf *Minotetrastichus* beziehen, die er nicht erwähnt!
- \**Minotetrastichus frontalis* Nees (= *Tetrastichus ecus* Wlk.): Phyllonorycter: Quercus (1); Parornix finitella: Prunus (3); Phyllonorycter robinella: Robinia (Hellrigl: 1998); Ph. platani: Platane (8); Ph. issikii: Tilia (8); [minier. Blattw.: Scolineura sp., Profenusa pygmaea, Fenusa spp., Heterarthrus spp.]: Betula, Quercus, Acer, Alnus (6, 7); [Heterarthrus cuneifrons]: Acer pseudo-platanus; [Profenusa thomsoni]: Betula (Hellrigl, 2000). - *C. ohridella*: (12, 14, 15, 17, 18, 19).
- \**Minotetrastichus platanellus* (Mercet): Lithocolletis sp. (2); Phyllonorycter platani: Platanus (8, 17); Ph. robinella: Robinia (Hellrigl, 1998).- *Cameraria ohridella*: Aesculus (Hellrigl, 1998) (17, 18).
- \**Pnigalio agraulis* (Walker) (= *mediterraneus* Ferr. & Del.): Phyllonorycter leucographella: Pyracantha (8); Ph. medicaginella: Luzerne (8); Ph. robinella: Robinia (17); [Coleopt.: Rhynch. alni]: Ulmus (9); [Rhynch. fagi]: (9); [minier. Blattw.: Fenusa sp., Heterarthrus spp., Messa spp., Metallus pumilus, Parna sp., Scolineura sp.]: Acer, Alnus, Betula, Populus, Tilia, Ulmus (6, 7); - *Cameraria ohridella*: (11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19).
- \**Pnigalio longulus* (Zett.): Phyllonorycter platani: Platane (8); [Coleoptera: Rhynchaenus fagi]: Fagus (9); [minier. Blattwespen: Fenusini, Heterarthrini]: Alnus, Betula (6, 7). - *Cameraria ohridella*: Aesculus, Bulgarien (PELOV, 1993) (16).
- \**Pnigalio pectinicornis* (L.): Phyllonorycter (= Lithocolletis) blancardella: Malus (5); Ph. platani: Platanus (4, 8); Ph. leucographella: Pyracantha (8); Ph. medicaginella: Luzerne (8); [Coleopt.: Rhynchaenus alni]: Ulmus (9); [Rhynch. fagi]: Fagus (9); [Rhynch. quercus]: (9); [Coleopt., Buprestidae: Trachys minuta]: Salix caprea (Hellrigl, 2000); [minier. Blattwespen: Fenusini, Heterarthrini]: Acer, Alnus, Betula, Populus, Quercus, Ulmus (6, 7). - *Cameraria ohridella*: (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18).
- \**Pnigalio populifoliellae* Erdös: für *Cameraria* nur von Deschka 1995 gemeldet; auch ich zog diese Art (det. Z.A. Yefremova) regelmäßig zusammen mit dem ähnlichen, doch häufigeren *Pnigalio agraulis*; die Artabgrenzung erscheint revisionsbedürftig.
- \**Pnigalio soemius* (Walker): Phyllonorycter salicella (3); Ph. medicaginella: Luzerne (8); [Coleopt.: Rhynchaenus populi; Diptera: Paraphytomyza tridentata]: Salix (3); [minier. Blattw.: Fenusini, Heterarthrini]: Alnus, Betula, Ulmus (6, 7). - *Cameraria ohridella*: Aesculus: Bulgarien (PELOV, 1993)(16), Oberösterreich (Pschorn-Walcher & Altenhofer, 1997 [det. Vidal]) (12).
- Pnigalio tridentatus* Thoms.: In Südtirol ektoparasitisch an Larven/Nymphen blattminierender Blattwespen: Heterarthrus cuneifrons und Heterarthrus aceris: Acer pseudoplatanus (Hellrigl, 2000/01) [det. Z. Yefremova];
- Pediobius acantha* (Walker): Phyllonorycter salicella: Salix (3); [Diptera: Paraphytomyza tridentata Loew]: Salix (3). In Südtirol aus Profenusa thomsoni an Betula (Hellrigl 2000, det. Yefremova). – Bisher nicht von *Cameraria* bekannt;
- Pediobius alceus* (Walker): Phyllonorycter salicella: Salix (3); Ph. ulmifoliella: Betula (3); Phyllonorycter platani: Platane (8);
- \**Pediobius saulius* (Wlk.): Phyllonorycter dubitella: Salix (3); Ph. platani: Platanus (4, 8); [Coleopt.: Rhynchaenus alni]: Ulmus (9); [minier. Blattw.: Profenusa thomsoni]: Betula (Hellrigl, 2000); teilw. hyperparasitoid. In Mitteleuropa und Südtirol an *Cameraria* bisher nur vereinzelt - *Cameraria ohridella*: (13, 15, 17, 18); scheint nach meinen Zucht-Befunden (det. Vidal, 2001) am Balkan (Bosnien) ein wichtiger Gegenspieler von *Cameraria* zu sein (vgl. Fig. 19, 20).

- Sympiesis acallae* (Walker): ektoparasitisch an blattminierenden Kleinschmetterlingsraupen: Phyllonorycter (= Lithocolletis) populifoliella, Ph. corylifoliella, Ph. pyrifoliella, Ph. spinicolella, Blastobasis aurantiaca, Gelechia mulinella (10); Callisto denticulella: Malus (3); Calloptilia stigmatella: Salix (3); Parornix anglicella: Crataegus (3); Parornix finitimella: Prunus (3); [Diptera: Liriomyza variegata]: Colutea (Norditalien: Meran) (10).
- Sympiesis dolichogaster* Ashm.: Phyllonorycter populifoliella: Populus; Tischeria complanella: Quercus (10); Gracillaria fidella: Blätter von Colutea (Norditalien: Meran: leg. Hartig 1936) (10).
- ? *Sympiesis euspilapterygis* (Erdös): Lithocolletis quinqueguttella: Salix, Erysimum (10); Calybites (= Euspilapteryx) phasianipennella (Gracillariidae): Polygonum (10); [bisher für *Cameraria* nur: Deschka, 1995]: Determination fraglich: vermutlich liegt eine Verwechslung mit der folgenden Art, *S. gordius* Wlk., vor.
- \**Sympiesis gordius* Walker: häufiger Ektoparasitoid von div. Phyllonorycter spp. und anderen Mikrolepidoptera, die in Blättern minieren, an: Quercus, Alnus, Salix, Populus, Platanus, Fagus, Acer, Malus, etc. (10); Phyllonorycter blancardella: Malus (3); Ph. cerasicolella: Prunus cerasus (3); Ph. dubitella: Salix (3); Ph. salictella: Salix (3); Ph. spinicolella: Prunus (3); Ph. ulmifoliella: Betula (3); Ph. coryli: Corylus (1); Ph. issikii: Tilia (8); Ph. leucographella: Pyracantha (8); Ph. platani: Platanus (8); bisweilen auch sekundärparasitisch (10). - *Cameraria ohridella*: (14).
- \**Sympiesis sericeicornis* (Nees): Bekannter Ektoparasitoid vieler blattminierenden Schmetterlingsraupen an Quercus, Fagus, Alnus, Populus, Salix, Acer, Ulmus, Platanus, Malus etc., besonders aus den Gattungen Phyllonorycter (= Lithocolletis), Phyllocnistis, Lyonetia, Oecophyllembius etc.; manchmal auch hyperparasitisch an deren Parasitoiden (10); Phyllonorycter schreberella (1); Ph. blancardella: Malus (3); Ph. cerasicolella: Prunus (3); Ph. dubitella: Salix (3); Ph. oxyacanthae: Crataegus (3); Ph. populifoliella: Populus (3); Ph. salictella: Salix (3); Ph. spinicolella: Prunus spinosa (3); Ph. ulmifoliella: Betula (3); Ph. platani: Platanus (4, 8); Ph. issikii: Tilia (8); Ph. leucographella: Pyracantha (8); ; Callisto denticulella: Malus (3); Parornix anglicella: Crataegus (3); [minierende Blattwespen]: Heterarthrus aceris (6, 7); Heterarthrus nemoratus (10). - *Cameraria ohridella*: (12, 14, 17, 18), Bulgarien (PELOV, 1993) (16).
- Sympiesis xanthostoma* Nees: vornehmlich an freifressenden Wicklerräupen (Tortricidae) an Blättern von Laubbäumen: Tortrix viridana, Cacoecia xylosteanana, Cacoecia sorbiana (10); Aleimma loeflingiana (Tortricidae) (1); selten an Blattminierern: Phyllonorycter (= Lithocolletis) platani (10); Phyllonorycter robiniella: Robinia (Deschka, 1995).

#### Chalcidoidea: Eupelmidae:

- \**Eupelmus urozonus* Dalman: äußerst polyphage Art, parasitiert an verschiedenartigsten Wirten; teilweise hyperparasitisch: [gallenbild. Blattwespen: Pontania sp.]: KOPELKE, 1994; [zweigminierende Blattw.: Euura]: Salix elaeagnos (Hellrigl, 2000); [Coleoptera, Scolytidae: Ips acuminatus]: Pinus silvestris (div. Ex: Hellrigl, 2000); blattminierende Mikrolepidoptera: Coleotechnites piceaella (amerik. Fichtennadelminiermotte): Picea (Schnee, 2000 b).- *Cameraria ohridella*: (14, 15, 17, 18).

#### Chalcidoidea: Pteromalidae:

- \**Pteromalus* cf. *semotus* Walker: Leucoptera malifoliella («Pfennigmotte»): Malus (4); Yponomeuta malinellus: Malus (3); Coleotechnites piceaella: Picea pungens (Schnee, 2000 b). - *Cameraria ohridella*: (12, 14, 15, 17, 18); möglicherweise hyperparasitisch bei Braconidae/Ichneumonidae;
- \**Pteromalus* cf. *chlorogaster*: Alternativ-Wirte nicht bekannt; vielleicht hyperparasitisch. - *Cameraria ohridella*: (17, 18).
- \**Pteromalus* 2 spp. indet.: *Cameraria ohridella*: Trentino (Hellrigl, 2000).

#### Chalcidoidea: Encyrtidae:

- Holcithorax testaceipes* Ratzbg.: Phyllonorycter dubitella: Salix (3); Ph. salictella: Salix (3);
- Microterys flavus* Howard (= *frontatus* Merc.): einmal im *Cameraria*-Begleitschlupf an Aesculus (Fig. 17), ist aber nur ein typischer Parasitoid von Napschildläusen (Coccidae).

Ichneumonoidea: Ichneumonidae: [Pimplinae + Phygadeuontinae]

\**Scambus* cf. *annulatus* Kiesw.: Phyllonorycter platani: Platane (8). - *Cameraria ohridella*: (11, 12, 15, 18).

\**Itopectis alternans* (Grav.): Coleophora laricella (Jagsch, 1973); Coleotechnites piceaella: Picea pungens (div.: Hellrigl, 1997). - *Cameraria ohridella*: (14, 15, 17, 18).

\**Gelis areator* (Panz.): Coleophora laricella (Jagsch, 1973); Ocnerostoma copiosella: Pinus (Hellrigl, 1983), sekundäparasitisch; - *Cameraria ohridella*: (Hellrigl, 2000) .

*Zoophthorus* sp.: div. Kleinschmetterlinge; Coleotechnites piceaella: Picea pungens (Hellrigl, 1997; Schnee, 2000 b); zu erwarten.

Ichneumonoidea: Braconidae: [Rogadinae + Microgasterinae]

\**Colastes braconius* Hal.: solitär lebender polyphager Ektoparasitoid blattminierender Wirte (Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera), z.B. Phyllonorycter sp.: Quercus (Starý & Benz, 1990: Atlas nützlicher Forstinsekten); Phyllonorycter acerifoliella (8); [Coleoptera: Rhynchaenus fagi]: Fagus (9); [blattminier. Blattwespen: Messa hortulana, Kaliofenusa ulmi, Heterarthrus vagans]: Populus, Ulmus, Alnus (6, 7). - *Cameraria ohridella*: OÖ: F. Lichtenberger, 1991/92 (i. litt.), Tschechien: (Capek & Lastuvka, 1999), (15, 18).

*Colastes flavitarsis* Th.: Phyllonorycter platani: Platane (8).

\**Pholetesor circumscriptus* (Nees): Lithocolletis blancardella: Malus (5). - *Cameraria ohridella*: Tschechien: (Capek & Lastuvka, 1999).

*Pholetesor* (= *Apanteles*) *bicolor* (Nees): Phyllonorycter platani: Platane (8); Ph. leucographella: Pyracantha (8).

*Shawiana* (= *Phanomeris*) sp.: [blattminier. Blattwespen: Fenusini, Heterarthrini]: (6, 7).

Nach dieser Auflistung wurden in Mitteleuropa bisher aus *Cameraria ohridella* bereits 36 Parasitoidenarten gezogen (parasitisch und teilweise auch hyperparasitisch); über 20 weitere Arten, unter denen noch potentielle *Cameraria*-Parasitoiden zu erwarten sein könnten, werden zusätzlich angeführt.

- (1) CAPEK, HLADIL & SEDIVÝ, 1982: Entomolog. Probl. Bratislava/, 17: 325-370 (Chalcidiod.: 346-348);
- (2) HAESELBARTH, 1983: Best.-Liste entomophager Insekten.- WPRS Bullet.: 1983/VI/1: 49 pp. (21-29);
- (3) HAESELBARTH, 1985: Best.-Liste entomophager Insekten.- WPRS Bullet.: 1985/VIII/4: 61 pp. (27-38);
- (4) HAESELBARTH, 1989: Best.-Liste entomophager Insekten.- WPRS Bullet.: 1989/XII/7: 63 pp. (30-36);
- (5) OBERHOFER, 1979: Schädlinge im Obst- u. Weinbau: 150 pp. (59-63; 88); Südtiroler Beratungs-Ring;
- (6) ALTENHOFER, 1980: Zur Systematik und Ökologie der Larvenparasiten der minierenden Blattwespen.- Z.a.E., 89.
- (7) PSCHORN-WALCHER & ALTENHOFER, 1989: The Parasitoid Community of Leaf-mining Sawflies (Fenusini and Heterarthrini: a Comparative Analysis.- Zool. Anz. 222 (1989) 1/2: 37-56.- G. Fischer.
- (8) MEY, 1991: Bedeutung autochth. Parasitoidenkomplexe bei Phyllonorycter.- Mitt. Zool. Mus. Berl. 67,1: 177-194.
- (9) Kudela, in: Schwenke, 1974: Die Forstschädlinge Europas, Bd.2 Käfer: 315-319. - P. Parey
- (10) BOUCEK, 1959: A Study of Central European Eulophidae, I+II.- Acta entom. Mus. nat. Pragae, 33, 540+541: 117-194.
- (11) Deschka, 1995: (det. Weiffenbach); (12) Pschorn-Walcher & Altenhofer, 1997: (det. Vidal);
- (13) Szabóky, 1997; (14) Stolz, 1997: (det. S. Vidal);
- (15) Grabenweger & Lethmayer, 1999: (det. S. Vidal); (16) Pelov et al., 1993;
- (17) Hellrigl, 1998: (det. S. Vidal); (18) Hellrigl, 2000: (det. Hellrigl); (19) Schnee, 2000.

**Tab. 11:**

**Eulophidae associated with leaf-mining sawflies** (nach Pschorn-Walcher & Altenhofer, 1989: verändert)  
[Chalcidoidea, Eulophidae: polyphagous »idiobionts«] + rare, ++ common, +++ abundant

Parasitoid species:	Host species: leaf-mining sawflies: Fenusini + Heterarthrini [19 spp.]								
<u>Eulophidae</u> : 15 spp.	Scolineura 2 spp.	Messa 3 spp.	Metallus spp.	Parna tenella	Hinatara spp.	Kalio- fenusa	Fenusina 2 spp.	Profenusina pygm.	Heterarthr. 7 spp.
<i>Pnigalio agraulis</i>	++	++	+	+	+	+	+++	-	++
<i>Pnigalio longulus</i>	+++	+	-	-	-	-	+	-	++
<i>Pnigalio pectinicornis</i>	++	+	++	-	-	+	++	+	++
<i>Pnigalio soemius</i>	+	-	+	-	-	+	+	-	+
<i>Sympiesis sericeicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Hemiptarsenus dropion</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	++
<i>Cirrospilus diallus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cirrospilus pictus</i>	++	-	+	-	-	-	+	-	++
<i>Cirrospilus vittatus</i>	++	-	-	-	-	-	++	-	+++
<i>Minotetrastichus ecus</i>	++	-	-	-	-	-	+	+++	++
<i>Chrysocharis eurynota</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Chrysocharis nephereus</i>	-	+	-	-	-	+	++	+	+
<i>Chrysocharis nitetis</i>	+++	++	+++	++	+	+++	+++	+++	+++
<i>Chrysocharis purpurea</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	+++
<i>Closterocerus trifasciatus</i>	+	+	-	-	-	-	+	+++	+

**Tab. 12:**

»Typical sawfly parasitoids« (nach PSCHORN-WALCHER & ALTENHOFER, 1989: verändert):

[Ichneumonoidea: Ichneumonidae + Braconidae: specialized »koinobionts«]

Parasitoid species:	Host species: leaf-mining sawflies: Fenusini + Heterarthrini								
ICHNEUMONOIDEA:	Scolineura 3 spp.	Messa 3 spp.	Metallus 3 spp.	Parna tenella	Hinatara recta	Kalio- fenusa	Fenusina 2 spp.	Profenu- sa pygm.	Heterarthr. 8 spp.
<u>Ichneumonidae</u> : [28 spp.]									
<i>Tryphoninae</i> :									
<i>Grypocentrus</i> spp. [6]	-	hortul.	-	-	-	-	dohrni	-	-
<i>Ctenopelmatinae</i> :									
<i>Lathrolestes</i> spp. [14]	3 spp.	3 spp.	2 spp.	+	-	2 spp.	2 spp.	+	-
<i>Phaestus nigriventris</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Campodorus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	H. aceris
<i>Mesoleius phyllotomae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	nemorat.
<i>Campopleginae</i> :									
<i>Olesicampe</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	5 spp.
<i>Dolophron</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2 spp.
<u>Braconidae</u> : [6 spp.]									
<i>Rogadinae</i> :									
<i>Colastes braconius</i>	-	hortul.	-	-	-	ulmi	-	-	vagans
<i>Phanomeris catenator</i>	-	2 spp.	2 spp.	+	-	2 spp.	pusilla	+	-
<i>Phanomeris laevis</i>	betuleti	-	-	-	-	-	dohrni	-	3 spp.
<i>Xenarcha lustrator</i>	-	-	pumil.	-	-	-	-	-	-
<i>Xenarcha</i> sp.	-	-	-	-	-	-	2 spp.	-	-
<i>Ichneutinae</i> :									
<i>Ichneutes levis</i>	betulae	-	2 spp.	-	-	-	dohrni	-	-

Evident wird der enge Zusammenhang zwischen den Parasitoiden von *Cameraria* und anderen Blattminierern bei minierenden Blattwespen (Fenusini, Heterarthrini); betrachtet man eine Eulophidenliste derselben (Tab. 11), so glaubt man eine Auflistung von *Cameraria*-Parasitoiden vorliegen zu haben: die Übereinstimmung liegt bei 75%, wobei allerdings die Gewichtung oft eine etwas andere ist. Schwach ausgeprägt ist hingegen die Übereinstimmung bei den Braconiden (Rogadinae), die bei *Cameraria* generell viel seltener aufscheinen als bei minierenden Blattwespen (Tab. 12), während die für diese typischen Ichneumoniden bei *Cameraria* bisher fehlten. Ein Vergleich dieser Parasitoidenlisten zeigt aber auch, was bei *Cameraria* noch zu erwarten sein könnte und das ist anscheinend nicht allzuviel.

Ein von vorigen Untersuchungen (Tab. 11, 12) von PSCHORN-WALCHER & ALTENHOFER (1989) etwas abweichendes, bemerkenswertes Parasitoidenspektrum erhielt Verfasser K. Hellrigl in Südtirol (Juli 2000) aus Scheibchenkokons der minierenden Blattwespe *Heterarthrus cuneifrons* Altenhofer & Zombori 1987, die bei Aichholz/Fennberg/Penon an Blättern von *Acer pseudoplatanus* seit 1999 lokal in Massenvermehrung aufgetreten war (Erstnachweis für Italien). Dabei zeigte sich die unterschiedliche Bedeutung, die den Idiobionten (hauptsächlich polyphage Eulophiden) und den Koinobionten (hauptsächlich spezialisierte Ichneumoniden) im Parasitoidenkomplex zukam. Dieser Zusammenhang wurde evident, nachdem der Parasitoidenkomplex über die gesamte Entwicklungsphase der Blattwespen beobachtet worden war, d.h. im Sommer nach Fraßende und Kokonbildung der Larven und im Frühjahr nach Winterdiapause der Kokons. Wie bereits bei *Cameraria* dargelegt (Kap. 7: Tab. 9b, 9c) ergaben sich dabei signifikante Unterschiede zwischen Sommer/Herbst-Schlupf (A) und Frühjahrsschlupf (B) sowie deren Parasitoidenanteil (C):

(A) Aus den Ende Juni am Boden gesammelten frischen Scheibchenkokons von *H. cuneifrons* schlüpften bereits im Juli/Aug. zahlreiche Parasitoiden [N=367], fast ausschließlich Chalcidoidea: Eulophidae: *Minotetrastichus frontalis/platanellus* (20,2%), *Pnigalio tridentatus* Thoms. (4,6%), Eulophinae: cf. *Dahlbominus/Sympiesis* sp. (69,2%). – Pteromalidae: *Mesopolobus* sp. (4,6%). – Ichneumonidae: Gelineae 3 spp. (1,1%).

Von diesen waren die gregär parasitierenden *Minotetrastichus* sp. und der solitäre Ektoparasit *Pnigalio* zu den »polyphagen Idiobionten« zu rechnen, während *Mesopolobus* sp. und die vereinzelt Gelineae spp. hyperparasitisch auftraten. Die Gesamtparasitierung durch diese »Sommer«-Parasitoiden lag bei 15%.

Vorherrschend war mit 69,2% Schlüpfanteil eine gregär parasitierende Eulophinae (254 Ex), die sich als vermutlich neue Art aus der Verwandtschaft *Dahlbominus/Sympiesis* herausstellte [det. Yefremova & Hellrigl]; es scheint sich um einen spezifischen Parasitoiden von Heterarthrini-Blattwespen zu handeln. Die durch auffällige Flügeltrübung sehr ähnliche, nahe verwandte Art *Dahlbominus fuscipennis* Zett., tritt als gregärer Kokonparasit bei diversen an Nadelholz freifressenden Diprioniden auf und hat dort eine wichtige Regulatorfunktion, so bei *Diprion pini*, *D. similis*, *Gilpinia pallida*, *G. fruteorum*, *G. polytoma*, *Microdiprion pallipes*, *Neodiprion sertifer* (PSCHORN-WALCHER: in SCHWENKE 1984). Im Gegensatz dazu tritt die neue Eulophiden-Art als Kokonparasit ektoparasitisch an den Einspinnlarven bzw. Eonymphen der blattminierenden Blattwespe *H. cuneifrons* an Laubholz (*Acer*) auf. Die beiden verwandten Eulophiden-Arten sind offenbar sehr spezialisiert und somit als Koinobionten anzusehen.

(B) Zu einer überraschenden Entwicklung bei der Parasitierung kam es im Frühjahr, nach Freilandüberwinterung (im Erdbett in Zuchtkäfigen) der übrigen *Heterarthrus*-Kokons vom Sommer 2000. Bei Treibzuchten (von E. Altenhofer in Zwettl und K. Hellrigl in Brixen) im März 2001 schlüpften aus diesen Kokons in den Zuchtserien zunächst eine Anzahl Blattwespen und 2 Wochen später in größerer Zahl eine endoparasitische Ichneumoniden-Art (*Campodorius* sp.: Ctenopelmatinae, Mesoleini), sowie auch einige

Exemplare einer für Italien neuen Braconiden-Art (*Pseudichneutes atanassovae* van Achterberg, 1997), hingegen keine Eulophiden mehr. Die *Campodorus*-Parasitoidenlarven hatten sich erst in der Überwinterungsphase aus den Blattwespenlarven ausgebohrt und in deren transparenten Scheibchenkokons einen zusätzlichen länglichen Innenkokon gebildet; diese waren im Sommer noch nicht zu erkennen gewesen. Bei neuen Kokonproben im April 2001, kurz vor Blattaustrieb des Bergahorns und Flugbeginn von *H. cuneifrons*, fand sich in frisch gesammelten Freilandkokons dieselbe *Campodorus*-Art und zwar mit einem erstaunlich hohen Parasitierungsanteil. Offenbar war diese bisher unbestimmte *Campodorus*-Art (det. K. Horstmann: Mitt. E. Altenhofer) auch schon früher aus dem an Bergahorn lebenden *Heterarthrus aceris* gezogen worden (PSCHORN-W. & ALTENHOFER 1989); während für die erstmals 1997 aus Bulgarien (Rila Mts.) beschriebene *Pseudichneutes*-Art der vorliegende Zweitnachweis aus Südtirol überhaupt den ersten Wirtsnachweis darstellt (det. C. van Achterberg, i. litt. 2001: Mitt. E. Altenhofer).

(C) Wie sich anhand von vergleichenden Analysen der jüngsten gesammelten *Heterarthrus*-Kokons gegenüber den vorjährigen und vorvorjährigen zeigte, hatte die Parasitierung durch den koinobionten *Campodorus* in den 3 Gradationsjahren rasant zugenommen. Bei den ältesten in der Bodenstreuenschicht gesammelten Kokons von 1999 [N = 598] betrug die Schlüpftrate an *Heterarthrus*-Blattwespen ca. 90% und die Parasitierung durch *Campodorus* 7-8%; bei den durchgezüchteten Kokons vom Sommer 2000 betrug bei den überwinterten Kokons die *Heterarthrus*-Schlüpftrate 40% und die *Campodorus*-Parasitierung schon über 50%, während bei der letzten Kokonprobe vom April 2001 [N = 114] die *Heterarthrus*-Schlüpftrate nur mehr bei 15% lag und die *Campodorus*-Parasitierung bereits 75-80% erreicht hatte.

Damit wird evident, daß für den bevorstehenden Zusammenbruch der *Heterarthrus*-Gradation in Südtirol vor allem die koinobionte *Campodorus* sp. maßgeblich ist, deren Phänologie im Frühjahr zudem in optimaler zeitlicher Abstimmung auf ihre *Heterarthrus*-Wirtslarven eingespielt ist. Hingegen scheinen die idiobionten Sommer-Parasitoiden (94% Eulophidae) vielfach hyperparasitoid aufzutreten und könnten somit eher einen Störfaktor darstellen. Ungeklärt bleibt vorerst die ökologische Rolle der neuen Eulophiden-Art, sowie die der noch kaum bekannten Braconidae *Pseudichneutes atanassovae*.

Wenn wir nun noch, um den Kreis unserer Betrachtungen zu schließen, den Parasitoidenkomplex einer weiteren, mit *C. ohridella* nahe verwandten Miniermotte, nämlich *Phyllonorycter platani* (Staud.) betrachten (Tab.13), eine Art die ebenfalls zu den rezenten Einwanderern gehört und die zudem, ebenso wie *Cameraria*, an einer nicht einheimischen Holzart – der Platane – als Wirtspflanze lebt, so zeigt sich auch hier ein analoges Bild:

- 1.) wie bei *Cameraria* besteht der Parasitoidenkomplex auch hier zu über 80% aus Eulophiden;
- 2.) die artenmäßige Übereinstimmung der Eulophidae beider Miniermotten liegt bei 75%;
- 3.) die Anzahl der Braconidae und Ichneumonidae ist auch hier gering und weitgehend identisch mit denen von *Cameraria*.

**Tab. 13:**

**Parasitoidenkomplex von *Phyllonorycter platani* an Platanen in Berlin (nach MEY 1991)  
und von *Phyllonorycter robiniella* an Robinien in Südtirol (nach HELLRIGL 1998)**

ex <i>Phyllonorycter platani</i> : Berlin/Potsdam 1988/89		ex <i>Phyllonorycter robiniella</i> : Südtirol 1998	
	Standorte PA%	Standort: Brixen	Parasit.-Anteil %
19 spp.		7 spp.	N = 35
<u>Eulophidae</u> : [16 spp.]		<u>Eulophidae</u> : [6 spp.]	
1. <i>Achrysocharoides</i> spec.	+	<i>Baryscapus nigroviolaceus</i> (Nees)	[16] 45,7%
2. <i>Chrysocharis nephereus</i> (Walk.)	+	<i>Chrysocharis</i> sp.	[1] 2,9%
3. <i>Chrysocharis pentheus</i> (Walk.)	+	-	
4. <i>Chrysocharis laomedon</i> (Walk.)	+	-	
5. <i>Cirrospilus diallus</i> Walk.	+	-	
6. <i>Cirrospilus elegantissimus</i> West.	++++	-	
7. <i>Cirrospilus pictus</i> (Nees)	++++	-	
8. <i>Cirrospilus vittatus</i> Walk.	+++	-	
9. <i>Minotetrastichus ecus</i> Wlk.	+++++ 11%	<i>Minotetrast. frontalis</i> (= <i>ecus</i> Wlk.)	
10. <i>Minotetrast. platanellus</i> (Merc.)	++++ 39%	+ <i>Minotetrast. platanellus</i> (Merc.)	[5] 16,6%
11. <i>Pediobius alcaeus</i> (Walk.)	+	-	
12. <i>Pediobius saulius</i> (Walk.)	+	-	
13. <i>Pnigalio longulus</i> (Zett.)	+	<i>Pnigalio</i> cf. <i>agraules</i> (Walk.)	[1] 2,9%
14. <i>Pnigalio pectinicornis</i> (L.)	+++	-	
15. <i>Sympiesis gordius</i> (Walk.)	+++++ 32%	-	
16. <i>Sympiesis sericeicornis</i> (Nees)	+++	<i>Sympiesis sericeicornis</i> (Nees)	[9] 25,7%
<u>Braconidae</u> :		<u>Braconidae</u> :	
17. <i>Colastes flavitarsis</i> Th.	++	-	
18. <i>Pholetesor bicolor</i> Nees	++	<i>Pholetesor</i> ( <i>Apanteles</i> ) sp.	[3] 8,6%
<u>Ichneumonidae</u> :		<u>Ichneumonidae</u> :	
19. <i>Scambus annulatus</i> Kies.	++	-	

Für diese große Übereinstimmung beim Eulophiden-Komplex von *Cameraria*, sowohl gegenüber der Platanenminiermotte als auch den minierenden Blattwespen, gibt es Erklärungen, und ebenso für das schwache Auftreten von Ichneumoniden und Braconiden bei beiden Miniermotten, gegenüber dem doch erheblichen Parasitoidenspektrum an Ichneumonoidea bei den minierenden Blattwespen.

Die Lebensweise als Blattminierer wird, gegenüber der freifressenden, heute allgemein als evolutiv abgeleitet betrachtet. Diese evolutive Entwicklung brachte nach PSCHORN-WALCHER (1989) auch eine Änderung des Parasitoidenspektrums mit sich. In dessen Folge haben minierende Arten die meisten spezialisierten, phylogenetisch alten Parasiten (bestimmte Ichneumonidae und Braconidae), wie sie »für frei fressende Wirte typisch« sind (vgl. Tab. 12), verloren. Durch den Übergang zur blattminierenden Lebensweise wurde aber die Besiedlung durch »typische, polyphage Miniererparasiten« (vor allem Eulophidae und Rogadinae) ermöglicht, welche sich in großer Zahl bei Minierern etablieren konnten und dabei die alten Spezialisten (teilweise durch Hyperparasitierung) verdrängt haben.

Zusammenfassend ergeben sich aus den erhobenen Daten und deren Vergleich mit anderen Blattminierern folgende analytischen Schlußfolgerungen:

Das Potential der natürlichen parasitischen Antagonisten von *Cameraria* wird in Europa durch polyphage Parasitoiden-Arten abgedeckt, die ganz allgemein auf Blattminierer spezialisiert sind, wie dies bei vielen Eulophiden der Fall ist. Das Artenspektrum ist weitgehend typisch für arboricole Blattminierer-Arten (sowohl *Phyllonorycter* spp. als auch Fenusini/Heterarthrini).

Die quantitative Untersuchung zeigt, daß trotz der zahlreichen Arten der Parasitierungsgrad auf einem niedrigen Niveau bleibt; von den autochthonen polyphagen Parasitoiden schreiten somit, bis auf wenige Arten, nur vereinzelte Exemplare zur Parasitierung von *C. ohridella*. Eine wirksame Begrenzung des Populationswachstums ist von dieser Artengruppe nicht zu erwarten. Pro Standort liegt die ermittelte Artenzahl an Parasitoiden bei 12-15 (Tab. 6 - 8), doch wird dabei die erforderliche Dichte der Parasitierung, die bei ca. 50 - 60% liegen sollte, nicht annähernd erreicht.

Es nehmen somit zwar relativ viele Arten, aber in meist nur geringer Abundanz, den neuen Wirt an. Meist handelt es sich um Idiobionten, die oft nur in Einzelexemplaren auftreten und der Parasitierung einen mehr zufälligen Charakter verleihen (Tab. 10) und dadurch nicht in der Lage sind, das Populationswachstum von *C. ohridella* zu begrenzen.

Für diese Situation dürften hauptsächlich zwei Gründe maßgeblich sein: Die Wirtspflanze Roßkastanie, auf die sich die vorhandenen autochthonen Parasitoiden nicht schnell genug einstellen können, sowie die zu geringe Zahl effizienter Parasitoiden, mit höherer Abundanz, die bisher auch *Cameraria* in ihr Wirtsspektrum mit einbezogen haben.

Hinsichtlich der Wirtspflanzen ergibt sich eine vergleichbare Situation und Ausgangslage zwischen der RKM *C. ohridella* und der Platanenminiermotte *Phyllonorycter platani*. Beide Arten sind in Mitteleuropa eingewandert und leben hier an nicht heimischen Holzarten, der Roßkastanie bzw. der Platane, die beide hier keine näheren bodenständigen Verwandten aus derselben Pflanzen-Familie haben, von denen eine Parasitoiden-Abschöpfung zu erwarten sein könnte.

Ähnliche Parasitoidenkomplexe kommen besonders bei Arten vor, die am selben Baum oder an verwandten Baumarten leben (ASKEW & SHAW 1974: cit. MEY 1991). Als Ursache werden eine Habitat- und Wirtspflanzenselektion der Parasitoiden angesehen (LAWTON 1986). Unterschiedliche Parasitoidengarnituren ließen sich aber auch auf die entfernte Verwandtschaft der Wirte zurückführen, da nicht näher verwandte Baum- oder Pflanzenarten in der Regel auch systematisch entfernter stehende Blattminierer bzw. sonstige Phytophagen beherbergen. Umgekehrt bedeutet enge Verwandtschaft dann auch hohe Übereinstimmung im Parasitierungsmuster und natürlich auch in der Wirtseignung. Die Realisierung einer wirksamen Parasitierung ist deshalb bei solchen Arten am wahrscheinlichsten anzutreffen, die enge Verwandte im neuen Areal besitzen (MEY 1991). Letzteres ist aber weder bei *Ph. platani* noch bei *C. ohridella* der Fall: Beide Arten sind in Mitteleuropa taxonomisch isolierte Vertreter ihrer Gattung und ebenso ihre Wirtspflanzen.

MEY (1991) hat in Berlin die Parasitoiden verschiedener eingewanderter und heimischer *Phyllonorycter*-Arten untersucht und dabei gefunden, daß bei der Platanenmotte *Ph. platani* die bodenständigen polyphagen Parasitoiden nun auch Platanen in ihr Aktivitätsfeld einschließen, so daß für diese eine umfangreiche Liste von Parasitoiden vorliegt (vgl. Tab. 13), die meisten davon treten allerdings nur in geringer Abundanz auf. Diese Ergebnisse bei der eingewanderten *Ph. platani* haben gezeigt, daß sowohl hohe Artenzahlen als auch hohe Abundanzen bei den präadaptierten Parasitoiden

nicht zwangsläufig mit hohen Parasitierungsraten gekoppelt sind. Die autochthonen Parasitoidenkomplexe können die Arealausweitung der neuen *Phyllonorycter* (vorerst) nicht aufhalten.

Der entscheidende Unterschied zwischen den Parasitoidenkomplexen von *Ph. platani* und dem der syntop an *Acer* sp. lebenden heimischen *Ph. acerifoliella* liegt nach MEY (1991) darin, daß bei der letzteren mehr als die Hälfte der Gesamtparasitierung durch koinobionte Spezialisten bestritten wird, die bei *Ph. platani* fast vollständig fehlen. Eine effiziente Parasitierung, und damit eine Regulation, ist eigentlich nur durch ein syntopes Zusammenspiel von Koino- und Idiobionten zu erwarten. Die nischen- und taxonspezifischen Idiobionten allein, die überall gegenwärtig sind, verursachen nur eine fragmenthafte Parasitierung. Ihre Bedeutung ist geringer, als die hohen Artenzahlen an Parasitoiden vielleicht vortäuschen.

Diese Situation, wie Sie MEY (1991) für *Ph. platani* vorfand und beurteilte, deckt sich genau mit der, die unsere Untersuchungen bei *C. ohridella* ergaben. Unter diesem Aspekt muß man leider sagen, daß für *Cameraria* keine allzugroße Verbesserung der Lage zu erwarten ist, vorbehaltlich unvorhersehbarer Ausnahmen – wie etwa das überraschend starke Auftreten von *Pediobius saulius* in Sarajevo.

Bei dieser letzteren stellt sich die Frage, ob wir es hier in Bezug auf *C. ohridella* möglicherweise mit einem Übergang von einer polyphagen idiobionten zur spezialisierten koinobionten Lebensweise zu tun haben könnten? Der erste Schritt im Übergang eines Koinobionten kann nach MEY (1991) durchaus eine beschränkte, lokale Ereignis sein; es kann überall im Verbreitungsgebiet stattfinden. Von dort aus könnte sich die neu erworbene Fähigkeit der Art, den neuen Wirt zu parasitieren, über das gesamte gemeinsame Areal ausdehnen.

## 9 Diskussion

Die phänomenale Ausbreitung, welche die Roßkastanienminiermotte *C. ohridella* in den letzten 15 Jahren – seit ihrer Entdeckung in Mazedonien 1984 – über weite Teile Mittel- und Südeuropas erfahren hat, scheint einzigartig und beispielslos. Tatsächlich findet sich aber eine ähnlich rasante Verbreitung auch bei der verwandten Feuerdornmotte, *Phyllonorycter leucographella* (Zeller), ebenfalls ein Schädling im urbanen Bereich. Was aber die Roßkastanienmotte so beispielslos macht, ist vielmehr ihre auffallende Schadwirkung durch massive vorzeitige Blattverbräunungen an den beliebten und entsprechend zahlreichen Roßkastanien in Alleen, Parakanlagen und Gastgärten der europäischen Städte.

Ein Vergleich zwischen diesen beiden Blattminierern aus der Familie der Blattfaltermotten (Gracillariidae) verdeutlicht, daß wir es hier aber mit recht unterschiedlichen Gegebenheiten zu tun haben:

Die Feuerdornmotte, *Phyllonorycter leucographella*, lebt an Feuerdorn *Pyracantha coccinea*, einem beliebten immergrünen Gartenzierstrauch aus der Familie der Rosengewächse (Rosaceae). Ihr Heimatsprung liegt nach DESCHKA (1995) im südosteuropäischen und kleinasiatischen Ostmediterraneanraum. Im Gegensatz zu anderen eingewanderten Gracillariiden, wurde die Ausbreitung dieser Motte erleichtert durch den Transport von befallenem Pflanzgut des in Europa weit verbreiteten Zierstrauches (SEFROVÁ 1999). Ausgehend von Norditalien (Toskana), kam es ab 1970 zu einer raschen Ausbreitung der Feuerdornmotte nach West- und Mitteleuropa, die von der Schweiz (1975),

Frankreich (1972) und Nordtirol (1979) sich in der Folge über ganz Mitteleuropa bis England (1989), Dänemark (1994) und Tschechien (1998) erstreckte (SEFROVÁ 1999). Die Feuerdornmotte hat aber wirksame natürliche Gegenspieler, wie *Achrysocharoides suprafolius* (Eulophidae) und *Pholetesor bicolor* (Braconidae: Microgasterinae), die verschiedentlich als dominierende Parasitoiden auftreten (MEY 1991). Insgesamt kann die Larvenparasitierung dabei 70-80% erreichen (SEFROVÁ 1999). Die häufigsten Parasitoiden-Arten von *P. leucographella* sind einheimische Arten, deren Wirte ähnliche ökologische Charakteristika haben wie die Feuerdornmotte (KENIS 1997).

Die RKM *C. ohridella* lebt primär an der südosteuropäischen Roßkastanie und seltener auch an Ahorn. Ihr Heimatsprung ist vermutlich der Balkan, bzw. ein Gebiet zwischen Balkan und Kaukasus/Transkaukasien. Ihre Ausbreitung erfolgte hauptsächlich über passive Verschleppung durch Fern- und Nahverkehr von Straßen und Schienenfahrzeugen, bzw. über Laubverfrachtungen durch Wind und Flüsse. Fatale Wirkung hat in diesem Zusammenhang auch der Umstand, daß sich Roßkastanien häufig bei Gasthöfen, Raststätten und Bahnhöfen angepflanzt finden, wo Ferntransport-LKW bzw. Güterwaggons parken, die auf ihren Ladeflächen befallenen Blätter ein- oder weiterschleppen können. Auch wurden Fälle bekannt, wo auf PKW angeflogene *C. ohridella*-Motten selbst bei Autobahnfahrten (über 100 km/h) sich über viele Kilometer (z. B. an Seitenspiegeln) unbeschadet halten konnten (pers. Mitt. J. Gillmann an P. Huemer).

Das Hauptproblem bei der RKM ist ihre Wirtspflanze Roßkastanie, die einerseits eine sehr weite Verbreitung im urbanen Bereich hat, was die Infektionsgefahr erhöht, und die zum anderen - als nicht bodenständige Baumart - keine unmittelbaren Verwandten in Mitteleuropa aufzuweisen hat. Dies ergibt eine fatale Kombination, da die natürlichen Antagonisten (Parasitoiden) anderer Blattminierer keine oder nur geringe Tendenz zeigen, auch Roßkastanien aufzusuchen. Das erklärt sich aus dem Umstand, daß entomophage Parasitoiden ihre spezifischen Wirtsinsekten wohl meist nicht direkt gezielt aufsuchen, sondern vielmehr in erster Linie nach den Wirtspflanzen suchen, auf die sie adaptiert sind und auf denen ihre potentiellen Wirte leben, die sie dort durch Umherschauen auffinden und befallen. Für manche Parasitoiden sind nach ZWÖLFER (1962) solche indirekten Orientierungsweisen, sich bei der Wirtssuche zuerst nach den Wirtspflanzen und erst sekundär nach den dort befindlichen Wirten zu orientieren eindeutig erwiesen; insgesamt ist dieses Orientierungsverhalten, das sich auch bei polyvalenten Parasiten weit häufiger findet als gemeinhin angenommen, aber noch zu wenig untersucht.

Der nur äußerst schwache Anflug von geeigneten Parasitoiden an Roßkastanien, zeigte sich jedenfalls auch anhand einer Analyse der Fallenbeifänge von *C. ohridella* an Roßkastanien in Südtirol 2000 (Tab. 4).

Das Parasitierungsproblem besteht hier vor allem in jener Hindernisschwelle, die durch eine notwendige neue Miteinbeziehung einer bisher von Miniermotten gemiedenen neuen Wirtspflanze, der Roßkastanie (*A. hippocastanum*), gegeben ist und zu deren Überwindung es einige Zeit braucht. Dieser Umstand wird auch evident durch einen Vergleich der unterschiedlichen Mortalitätsraten von *C. ohridella* an Roßkastanien und an Ahorn. Während die Parasitierungsrate von *C. ohridella* an RK nach wie vor gering ist, da der Großteil der inzwischen festgestellten Parasitoiden – infolge mehr oder weniger zufälligen Anfluges – nur in Einzelexemplaren auftritt (vgl. Tab. 4, 10), verhält sich die Lage bei Ahorn-Befall grundsätzlich anders.

Im Gegensatz zur nicht einheimischen Roßkastanie, in deren Blättern praktisch konkurrenzlos die RKM miniert, werden die heimischen Ahornarten von zahlreichen Blattminierern (diverse Kleinschmetterlinge und Blattwespen) befallen; entsprechend hoch

ist das Parasitoidenspektrum, das sich auf Ahornminierer eingespielt hat. Gelegentliche spontane Massenaufreten solcher Ahorn-Minierer (wie z.B. 1999/2000 in Trentino-Südtirol durch *Heterarthrus cuneifrons*) brechen deshalb bald wieder zusammen. So ergaben auch Untersuchungen von *Cameraria*-Blattminen an Bergahorn (im Unterstand stark befallener Roßkastanien) in Südtirol im Herbst 1998 weit höhere Mortalitätsraten (durch Parasitoiden + Vögel) von rd. 50% im Sept. bis über 75% im Nov., als an den anstehenden Roßkastanien, wo sie kaum 10-20% überschritten (HELLRIGL 1998).

Eine ähnliche Situation wie bei *C. ohridella* und Roßkastanie ergibt sich auch bei *Phyllo-norycter platani* und deren Wirtspflanze Platane, die ebenfalls nicht bodenständig ist und in Europa keine näheren heimischen Verwandten hat. Auch bei dieser Art sind die autochthonen Parasitoiden derzeit nicht in der Lage das Populationswachstum des Blattminierers wirksam zu begrenzen (MEY 1991). Beide arboricole Arten unterscheiden sich in dieser Hinsicht von der Feuerdornmotte, die sehr wohl auf Parasitoiden-Garnituren anderer heimischer Rosengewächse zurückgreifen könnte. Da es sich beim Feuerdorn-Strauch und den Roßkastanien bzw. Platanen zudem um Vertreter verschiedener Stratozönosen handelt, ist nach ZWÖLFER (1962) hier von vorne herein mit unterschiedlichen Parasitoidenspektren zu rechnen. Auch dies hängt wiederum mit dem Orientierungsschema der Parasitoiden zusammen, wobei in einem Falle schwerpunktmäßig der Lebensraumabschnitt »Strauchschicht« und im anderen jener der »Baumschicht« erfaßt wird.

Die große Bedeutung von syntopen Vorkommen, sowohl von verwandten Wirtspflanzen als auch von verwandten phytophagen Arten für ein wirksames Parasitoidenspektrum, zeigt sich eindrucksvoll am Beispiel der Amerikanischen Fichtennadelminierermotte *Coleotechnites piceaella* (Kearfott). Diese Art lebt an der in Europa sehr verbreiteten, ebenfalls aus Nord-Amerika stammenden Blaufichte *Picea pungens*, deren Nadeln sie miniert. Ihre Einschleppung in Kontinentaleuropa wurde 1962 in Deutschland festgestellt, dann 1986 in Österreich und 1988 in Südtirol/Italien (HELLRIGL 1997). In Brixen, wo es 1988 zu einem Massenaufreten an Blaufichten gekommen war und zu leichteren Schäden auch an Heckenreihen heimischer Rotfichten (*Picea abies*), verschwand die Motte bereits nach 3 Jahren wieder, infolge starker Parasitierung durch autochthone Parasitoiden, die auch an heimischen Fichtenwicklern leben. In Sachsen, wo die Motte seit 1989 auftrat, untersuchte SCHNEE (2000 b) ihr Parasitoidenspektrum: Dieses unterscheidet sich ganz wesentlich von dem der endophytischen Miniermotten an Laubbäumen, vor allem durch den hohen Anteil an Ichneumoniden und Braconiden. Dagegen waren die Eulophiden, die bei den Laubblattminierern vorherrschen, weniger bedeutsam. Die bisher in Sachsen ermittelten Parasitierungsraten lassen ein beachtliches natürliches Regulationspotential erkennen (SCHNEE 2000 b).

Das große Problem bei *C. ohridella* ist daher ihre Wirtspflanze *Aesculus*. Die Art und Weise, wie sich die Vermehrungsexplosion dieses neuen Schädlings innerhalb der letzten 15 Jahre vollzogen hat, läßt praktisch nur 2 Erklärungsmöglichkeiten zu: Entweder die Motte wurde bereits an ihren Entdeckungsort am Balkan eingeschleppt, aus einem anderen Ursprungsgebiet (der nach den hier dargelegten Erkenntnissen nur im nah- bis fernöstlichen euroasiatischen Raum liegen kann), oder aber es kam zu einem rezenten Wirtspflanzenwechsel auf *Aesculus*, von einer ursprünglich anderen Wirtspflanze, wie Ahorn (*Acer* sp.) (HELLRIGL 1998, 1999).

Wie die vorliegende Untersuchung zeigt, kommt die nächstverwandte Art, *Cameraria nipponica* Kumata, in Japan vor und lebt an *Acer* spp. Diese enge verwandtschaftliche Beziehung zwischen einer japanischen und einer südosteuropäischen Kleinschmetterlingsart erhält eine zusätzliche Bekräftigung durch den Umstand, daß auch bei den Wirtspflanzen die nächstverwandte Schwesterart zur südosteuropäischen *Aesculus*

*hippocastanum* wiederum eine japanische Roßkastanie, *Aesculus turbinata*, ist. Alle derzeit bekannten und erörterten Umstände weisen darauf hin, daß es in der jüngeren evolutiven Entwicklung von *C. ohridella* zu einem Wirtswechsel von *Acer* auf *Aesculus* gekommen sein dürfte; wann und wo dies der Fall war, läßt sich derzeit nicht sagen. Auszugehen ist jedenfalls davon, daß die an *Acer* spp. lebende japanische Schwesterart *C. nipponica* Kumata die ursprünglichere ist und folglich ein Wechsel auf *Aesculus* wohl eher für die abgespaltene *C. ohridella* in Betracht kommt. Um über die näheren Umstände Klarheit zu erlangen, wäre es erforderlich, alle Reliktstandorte von *Aesculus*, am Balkan und am West-Kaukasus, einer genauen Untersuchung zu unterziehen, auch im Hinblick auf allfälligen Befall der dort vorkommenden Ahorn-Arten.

In jedem Falle stellt aber der Befall von *Aesculus* durch ein blattminierendes Insekt, wie die Analyse der Parasitierungslage von *C. ohridella* verdeutlicht, eine optimale Nischenbesetzung dar: es gibt keine Freß-Konkurrenten und auch kaum natürliche Feinde. Unter diesen Umständen kann die rasche Ausbreitung nicht verwundern. Die wirklichen Ursachen für solche Expansionen sind meist bedingt durch genetische Veränderungen der ökologischen Möglichkeiten der Art, einschließlich ihrer umgebungsmäßigen Anpassung und der daraus resultierenden Besetzung von geeigneten freien ökologischen Nischen (SEFROVÁ 1999).

Nach DESCHKA (1986) sind blattminierende Lepidopteren fast ausschließlich monophag; auch die Gattung *Cameraria* soll nach DESCHKA (1993) fast durchwegs monophage Vertreter aufweisen. Dennoch haben sich die hier näher besprochenen *Cameraria*-Arten *C. aesculisella*, *C. nipponica* und *C. ohridella* aber durchwegs als nicht monophag erwiesen; alle drei können an verschiedenen Arten ihrer spezifischen Wirtspflanzengattungen (*Acer* bzw. *Aesculus*) leben und sind somit zumindest als stenophag einzustufen. *C. ohridella* zeigt durch ihren Befall an zwei verwandten Wirtspflanzengattungen (*Aesculus* und *Acer*) sogar Ansätze zur Oligophagie.

## 10 Schaden und Frage der Bekämpfung

Die rasante Ausbreitung der RK-Motte in Mitteleuropa stellt die Gartenbauämter der Städte sowie die Gastronomiebetriebe, mit ihren traditionellen Roßkastanien-Biergärten (daher auch »Biergartenmotte«), vor große Probleme. Der durch die Miniermotte verursachte Schaden, durch vorzeitige massive Blattbräunungen mit frühem Laubabfall, besteht vor allem in einer starken ästhetischen Beeinträchtigung der Roßkastanien im urbanen Bereich. Der frühzeitige Laubabfall, z. T. bereits ab Juli, verursacht zudem zusätzliche kostspielige Straßen- und Parkanlagen-Reinigung. Um welche Dimensionen es dabei geht, verdeutlichen Inventurangaben des Roßkastanienbestandes einiger Städte, wie z. B. Wien: 32.000 Bäume, Graz: 3000 und Bologna: 5000 Bäume.

Hingegen scheint für die Roßkastanien selbst keine unmittelbare Gefährdung zu bestehen, da auch stark befallene und vorzeitig entlaubte Bäume, nach bisherigen Beobachtungen, im nächsten Frühjahr wieder normal und voll austreiben; auch ein häufig zu beobachtender herbsterlicher Blattneuaustrieb schwer fraßgeschädigter Roßkastanien, meist verbunden mit einer zweiten Blüte im September, führt zu keinen erkennbaren nachhaltigen Schadwirkungen.

Beim Ausmaß der Blattschäden spielt die Anzahl der Generationsfolgen nur insofern eine Rolle, indem es in kühleren, höher gelegenen Gebieten, mit weniger als 3 Generationen, entsprechend später zu Blattbräunungen und Blattfall kommt. Hingegen wird

in den für die Motte klimatisch günstigeren Gebieten das volle Schadausmaß, mit vollständigem Blattbefall, bereits bei der zweiten oder dritten Generation im Juli erreicht. Vom Schaden her sind daher 4 oder 5 Generationen (wie sie in südlichen Regionen auftreten können) nicht mehr zu fürchten als 3; dabei könnte der vorzeitige Futtermangel für *Cameraria* sogar einen wesentlichen Mortalitätsfaktor darstellen, so daß es nicht mehr zur Ausbildung einer 4. Generation kommt, wie etwa 2000 in Bologna und z.T. auch in Udine. In solchen Fällen gehen die Blattmotten oft auf Ausweichswirte über, wie Ahorn, oder befallen den spätsommerlichen neuen Blattaustrieb der Roßkastanien; beides führt aber zu keinen ernsthaften Schäden. Wohl aber könnte durch den herbstlichen Blattneuaustrieb der Roßkastanien deren Frosthärte durch Verlängerung ihrer Vegetationszeit vermindert werden. Für die Alternativ-Wirtspflanze Ahorn (besonders *Acer pseudoplatanus*) besteht hingegen keine unmittelbare Gefährdung. Der Befall erreicht hier nie solche Ausmaße wie bei Roßkastanien und beschränkt sich auf Unterständler und die untersten Kronenbereiche; außerdem gibt es an Ahorn eine sehr ausgeprägtes, an Ahorn-Blattminierer adaptiertes Parasitoidenspektrum.

In Anbetracht der raschen Ausbreitung der Motte und der Zunahme ihrer Schäden wurden verschiedene Eindämmungsmaßnahmen versucht, wie Beseitigung (Verbrennung, Kompostierung) des mit Puppen besetzten herbstlichen Falllaubes der Roßkastanien. Es hat sich erwiesen, daß mit einer gründlichen Laubentfernung im Herbst die Befallsintensität der Frühjahrsgeneration deutlich eingeschränkt werden kann und der vorzeitige Laubfall Ende des Sommers um 2-3 Wochen verzögert wird (GRILL 1997). Allerdings werden dabei gleichzeitig mit dem Laub und den Puppen von *Cameraria* auch die in den Blättern überwinterten Parasitoiden entfernt.

Direkte Bekämpfungsmaßnahmen bestehen im Einsatz chemischer Mittel. Dafür kommen vor allem zwei Möglichkeiten in Betracht: Einmal die Anbringung von Infusionskanülen an den Bäumen, wie sie u. a. in Wien (KREHAN 1997) und Triest angewandt wurden (CLABASSI et al. 2000) und zum anderen Spritz- bzw. Sprühbehandlungen der Roßkastanien mit Häutungsblockern, wie Dimilin, wie sie in Wien (BLÜMEL & HAUSDORF 1996, 1997), Graz (GRILL 1997), Brixen (HELLRIGL 1999), Trient (HELLRIGL et al. 2001) u.a.o. zum Einsatz kamen. Beide Methoden sind, trotz ansprechender Teilerfolge, mit erheblichen Nachteilen (vor allem hohen Kosten) und Nebenwirkungen belastet. Bei der Infusionsmethode (mit systemischen Mitteln) kommt es zu Verletzungswunden am Stamm der Bäume, mit erhöhtem Risiko von Pilzinfektionen, gegen welche Roßkastanien ohnehin sehr anfällig sind; ca. 30% der Einstichlöcher für die Kanülen vernarben später nicht (CLABASSI & TOMÉ 2001).

Bei der Sprüh-Behandlung mit Dimilin erscheint vor allem die lange Persistenz des Mittels und seine möglichen Nebenwirkungen auf die Begleitfauna bedenklich. Tatsächlich reicht hier, wie ein entsprechender Versuch an 300 Bäumen 1999 in Brixen bestätigt (HELLRIGL 1999), eine einmalige Ausbringung im Frühjahr (Ende April), um die behandelten Bäume für die ganze Saison weitgehend befallsfrei zu halten. Die Nebenwirkungen von Häutungsblockern auf die Begleitfauna sind hoch und können bei wiederholtem Einsatz (z.B. gegen Apfelwickler in Obstbaumkulturen) durch Windverdriftung auch fernab von den Bekämpfungsorten zu einem starker Rückgang auch der übrigen Schmetterlingsfauna führen; dies haben rezente Untersuchungen im Südtiroler Vinschgau durch HUEMER & TARMANN (2001) eindeutig belegt (vgl. TARMANN 1999; HELLRIGL 1999).

Wegen der nicht zu verantwortenden zusätzlichen Umweltbelastung können solche Sprühbehandlungen ganzer Alleen somit keine Dauerlösung darstellen. Auch würde mit Spritzungen gegen die Mottenraupen das Problem der Roßkastanien nicht gelöst werden, denn der Blattbräunepilz *Guignardia aesculi*, der sich in Europa seit 1950 immer stärker ausgebreitet hat, bleibt dabei unbeeinträchtigt. Die Schadwirkung dieser Pilz-

krankheit steht jener der Miniermotte dabei oft kaum nach: In Österreich war der Blattbräunepilz im Jahre 1994 fast ebenso häufig wie die Miniermotte; in den westlichen Bundesländern (z. B. Salzburg) war er sogar dominierender Schadfaktor (KREHAN 1995). Ähnliches wird aus Italien berichtet, so aus Bologna (SANTI et al. 2000), Mailand und der Lombardei (GERVASINI 2000). Auch in Südtirol waren, bereits seit den 80er Jahren, vielerorts ausgedehnte Blattverfärbungen an Roßkastanien durch Blattbräunepilz festzustellen. Diese führten hier, in Zusammenarbeit mit Streusalzschäden und anderen Pilzkrankheiten und Stammfäulen, schon mehrfach zum Absterben älterer Roßkastanien (z. B. in Brixen, Klausen); hingegen wurde Absterben infolge *Cameraria*-Befalls hier noch nicht beobachtet, ebensowenig wie in Deutschland (HEITLAND et al. 1998). Somit könnten umweltbewußt Denkende wohl Recht haben, wenn sie meinen, der »unverhältnismäßige Einsatz von Chemie« gegen die Motte, sie nur »giftige Kosmetik« zur Behebung eines ästhetischen Problems (Raiffeisenztg. 1999).

Eine mögliche Kompromißlösung könnte darin bestehen, daß chemische Bekämpfungen nur gezielt an lokalen, ästhetisch besonders beeinträchtigten Stellen durchgeführt werden, bei Verzicht der Behandlung ganzer Straßenalleen, vor allem im urbanen Randbereich. Auch sollte man davon absehen, solche Bekämpfungen alljährlich durchzuführen, nicht nur wegen der damit verbundenen hohen Kosten. Es ist nämlich auch für die vorhandenen Parasitoiden wichtig, sich relativ ungestört an die neue Mottenart adaptieren zu können. Daß hierfür Möglichkeiten und Hoffnungen bestehen, zeigt das Beispiel von Sarajevo, wo die *Cameraria*-Schäden durch höhere Parasitierung (vgl. Tab. 8, 9) bereits auch optisch deutlich rückläufig sind, im Vergleich zu früheren Jahren (Mitt. Dr. Tarmann).

Hingewiesen sei schließlich noch auf eine weitere Bekämpfungsmöglichkeit, die sich durch den Einsatz eines kürzlich in Prag synthetisierten spezifischen *Cameraria*-Pheromons (SVATOS et al. 1999) eröffnet. Die Einsatzmöglichkeiten hierfür scheinen weniger in mit Dispenser bestückten Leimfallen zu liegen (deren Fangkapazität nicht ausreichend erscheint, um die ungeheueren Mengen an Motten abzufangen) als vielmehr in einer Verwirrungsmethode der Männchen, die infolge der Pheromon-Dispenser die Orientierung zur Weibchenfindung verlieren. Solche Verwirrungsmethoden, durch die Kopulation und Befruchtung unterbunden oder vermindert werden sollen, haben sich im Obstbau recht gut bewährt; allerdings ist der Anflug von Motten und Wicklern an Obstbäumen mengenmäßig unvergleichlich schwächer. Es scheint daher zweifelhaft, ob bei den in dichten Schwarmwolken fliegenden *Cameraria*-Motten eine effiziente Wirkung erreicht werden kann.

Weitere interessante Möglichkeiten bieten sich hinsichtlich der von *Cameraria* gezeigten Resistenz gegen gewisse Sortimenten von Roßkastanien, doch wurden diese bisher zu wenig untersucht und erforscht. Dabei kann man davon ausgehen, daß die Ursachen für das Absterben der Junglarven in rotblühenden Roßkastanien und ihren Hybriden zweifellos in chemischen Stoffen liegen, die für die Larven Fraßgifte darstellen, während sie andererseits aber keine repellente Wirkung auf den starken Anflug der Motten zeigen. Zur Analyse der giftig wirkenden Stoffe in den Blättern rotblühender Roßkastanien wären die Biochemiker gefordert, und für neue Resistenzzüchtungen und Veredlungsversuche die Gärtner von Baumschulen. Einer Anregung von Dr. Altenhofer (Zwettl) folgend (persönl. Mitt.), könnte zur möglichen Resistenzerprobung gegen *Cameraria* auch einmal der umgekehrte Weg des bisher üblichen (vgl. Pkt. 4.1.1) beschritten werden, indem man versucht auf aus Samen gezogenen wurzelechten *Aesculus x carnea*- oder *A. pavia*-Unterlagen hochstämmig *A. hippocastanum* aufzupfropfen. Ähnliche Praktiken mit resistenten Unterlagen wurden ja auch schon erfolgreich bei Weinreben durchgeführt.

Im übrigen erscheint es angebracht, zunächst einmal abzuwarten wie sich die Befallsituation in den nächsten Jahren entwickelt. Daß dabei immer wieder überraschende Entwicklungen möglich sind, hat sich in diesem Sommer im Südtiroler Eisacktal (besonders in Brixen und Umgebung) sowie im Pustertal gezeigt; der *Cameraria*-Befall war hier im Juli 2001 ungleich schwächer ausgeprägt als in den vorausgehenden Jahren, wo Ende Juli viele Roßkastanien bereits total verbräunt waren, während heuer – infolge viel geringerer Minendichte – die Roßkastanien viel länger grün blieben und im Juli ein Befall oft nur bei näherem Hinsehen festzustellen war; erst Ende August wurde die Verbräunung evidenter. Merklicher Befallsrückgang für Juli d.J. wurde auch aus dem Trentino (Mitt. P. Ambrosi) und aus Prag (Mitt. V. Skuhravý) bestätigt; ebenso verlief auch in Neulengbach (N.Ö.) und in Admont (Stmrk.) der Frühjahrs-Befall durch die 1.Generation recht schwach (Mitt. Prof. Pschorn-Walcher).

Die Ursachen hierfür sind unbekannt: zumindest in Südtirol können sie, gemäß unseren Untersuchungen, nicht in einer Zunahme der Parasitierung liegen (da diese bei *Cameraria* hier nach wie vor schwach ist), wie dies hingegen vor einigen Jahren bei *Coleotechnites piceaella* (völliger Zusammenbruch) oder bei *Phyllonorycter robiniella* (deutlicher Befallsrückgang) der Fall gewesen war. Eine mögliche Erklärung für den konstatierten Rückgang des Frühjahr/Sommerbefalls 2001 von *Cameraria* könnten ungünstige Witterungsfaktoren sein, wie etwa ein plötzlicher Kälteeinbruch zu Pfingsten, der heuer in Südtirol-Trentino auch zu erheblichen Spätfrostschäden an Waldbäumen (Fichten, Tannen, Lärchen) geführt hat.

## Danksagung

Für ihre aktive Mitwirkung bei den Felderhebungen danke ich den Freunden und Kollegen Georg v. Mörl (Brixen) und Dr. Paolo Ambrosi (S. Michele); für die Beschaffung benötigter Fachliteratur habe ich besonders Dr. Joachim Ziegler (DEI, Eberswalde) und den Dozenten Dr. Václav Skuhravý (Prag) und Dr. Zdenek Lastuvka (Brünn) zu danken. Dr. Peter Huemer und Dr. Gerhard Tarmann (Landesmuseum, Innsbruck) ist zu danken für die Anfertigung von Genitalpräparaten der Motte und die Beschaffung von Befallsproben aus Sarajevo. Besonderer Dank für aktuelle Informationen und Gedankenaustausch geht an Prof. Dr. Hubert Pschorn-Walcher (Neulengbach/N.Ö.); Dr. Ewald Altenhofer (Zwettl/N.Ö.) danke ich für die freundliche Überlassung von Eulophiden-Vergleichsmaterial. Für wertvolle Bestimmungshilfe bei den parasitoiden Chalcididen habe ich Prof. Dr. Stefan Vidal (Göttingen) (Zuchten 1998) und Frau Prof. Dr. Zoya A. Yefremova (Ulyanovsk) zu danken. Frau Helga Veleba (Brixen/Wien) verdanke ich die Computer-Ausarbeitung der Abbildungen, meinem Bruder Dr. Wolfgang Hellrigl die Übersetzung des englischen Abstract. Das freundschaftliche Entgegenkommen von Lektor und Grafiker Dr. Peter Schreiner (Weilheim) ermöglichte nachträgliche Manuskriptergänzungen noch in der Satz- und Umbruchphase der Drucklegung.

Besonderer Dank geht an die Landesabteilung Forstwirtschaft der Autonomen Prov. Bozen-Südtirol, mit dem Leiter Dr. Paul Profanter und dem Fachreferenten für Forstschutz Dr. Stefano Minerbi, deren Auftrag und Unterstützung die Untersuchungen und Abwicklung dieser Studie ermöglichten.

## Widmung

Diese Arbeit widme ich Herrn Univ.-Prof. Dr. Wolfgang SCHWENKE zu seinem 80.Geburtstag, am 22.03.2001, in Würdigung seiner großen Leistungen und unschätzbaren Verdienste auf dem Gebiet der angewandten Entomologie und als Dank für seine nunmehr dreißigjährige freundschaftliche Verbundenheit.

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde versucht, durch interdisziplinäre Betrachtung und Analyse von Wirtspflanzenspektrum (Pflanzengeographie und -Systematik) und speziellen Gegebenheiten des Blattminierers (Verbreitung, Verwandtschaft, Parasitierung, Generationsverhältnisse) zu einem umfassenden Gesamtbild der Roßkastanienminiermotte *C. ohridella* zu kommen.

Die rasche Ausbreitung von *C. ohridella* in den einzelnen Ländern Mittel- und Südeuropas wird dargestellt; in Italien, wo das Eindringen der Motte 1994/95 über Südtirol und Julisch-Venetien erfolgte, ist bereits der ganze Norden (nördlich des 44. Breitengrades) befallen. Die Frage der Wirtspflanzen von *C. ohridella* wird untersucht: der Blattminierer befällt hauptsächlich die europäische Roßkastanie *Aesculus hippocastanum*, bisweilen und deutlich schwächer aber auch Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*); hingegen sind amerikanische *Aesculus*-Arten weitgehend befallsresistent. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten der Pflanzengattungen *Aesculus* und *Acer* werden erörtert und ihre Eignung als Wirtspflanzen für *Cameraria* diskutiert.

An Hand von Genital-Vergleichen wird nachgewiesen, daß eine enge verwandtschaftliche Beziehung zu einer *Cameraria*-Art aus Japan besteht, *C. nipponica* Kumata, die an Ahorn (*Acer* spp.) lebt und als Schwesterart der südosteuropäischen *C. ohridella* anzusehen ist. Hingegen besteht keine Verwandtschaft zu *Cameraria*-Arten aus Nord-Amerika, auch nicht zu *C. aesculisella* Chamb., die als einzige weitere Art der Gattung ebenfalls an Roßkastanien (*Aesculus* spp.) lebt, und die ihrerseits nahe verwandt ist mit nordamerikanischen *Cameraria*-Arten die an Ahorn (*Acer* spp.) leben. Durch diese Umstände verdichtet sich die Wahrscheinlichkeit der Hypothese von HELLRIGL (1998), daß es bei *C. ohridella* zu einem Wirtspflanzenwechsel von *Acer* sp. zu *Aesculus* gekommen sein könnte; damit ließe sich auch die plötzliche Massenvermehrung erklären. Jedenfalls gehört *C. ohridella* zweifellos dem euroasiatischen Artenkreis an, ihr natürliches Ursprungsgebiet liegt vermutlich am Balkan oder im kleinasiatischen Raum.

Die Flugzeiten und Generationsverhältnisse in Südtirol und Trentino wurden durch Fallenfänge in verschiedenen Höhenlagen ermittelt und mit denen anderer Gebiete verglichen; dabei zeigte sich eine enge Abhängigkeit der Anzahl der Generationen von klimatischen Faktoren: in planaren bis collinen Lagen kommt es normalerweise zu 3 Generationen, in höheren kühleren Lagen nur zu 2, und in südlichen wärmeren Gebieten zu 4 Generationen im Jahr.

Das Problem der Parasitierung wird eingehend untersucht und erörtert: Die quantitative Analyse von 1335 gezogenen Parasitoiden (26 spp.) zeigt, daß *C. ohridella* zwar ein breites Parasitoiden-Spektrum aufzuweisen hat (bisher sind 36 Arten erfaßt), das aber trotzdem wenig wirksam bleibt, da es sich meist um polyphage Idiobionten handelt, von denen der Großteil nur in Einzelexemplaren auftritt (Tab. 10). Dieselben Parasitoiden [Eulophidae] leben bei anderen Blattminierern (Lithocolletinae, Rhyncheninae, Heterarthrini u.a.), zeigen aber geringe Tendenz auch auf *Aesculus* und damit auf *Cameraria* überzugehen. Der Parasitierungsgrad beträgt daher selten mehr als 10%; etwas besser scheint die Lage in Sarajevo, wo *Pediobius saulius* stärker auftrat. Abschließend wird auf die Möglichkeiten und die Opportunität von Gegenmaßnahmen hingewiesen.

Unter den im Rahmen dieser Untersuchungen festgestellten Hymenopteren (Apocrita parasitica und Symphyta) scheinen 24 Arten als Neunachweise für Südtirol auf (vgl. HELLRIGL 1996: Tierwelt Südtirols) und 10 Arten als Neumeldungen für Italien (\*) (vgl. 1995: Checklist della Fauna Italiana): Eulophidae: *Baryscapus nigroviolaceus*, *Chrysocharis pentheus*, \**Chrysocharis purpurea*, \**Chrysocharis seiugata*, \**Dahlbominus fuscipennis*, \*(n. sp.) cf. *Dahlbominus/Sympiesis*, *Diglyphus isea*, *Closterocerus trifasciatus*, *Minotetrastichus frontalis*, *M. platanellus*, *Pnigalio agraulis*, \**Pnigalio populifoliella*, \**Pnigalio tridentatus*, *Pediobius acantha*, *Pediobius cassidae*, *Pediobius saulius*, *Sympiesis sericeicornis*; Eupelmidae: *Eupelmus urozonus*; Pteromalidae: \**Pteromalus semotus*, \**P. chlorogaster*, *Sphegigaster* sp.; Braconidae: *Colastes braconius*, \**Pseudichneutes atanassovae* van Achterberg, 1997. - Tenthredinidae: \**Heterarthrus cuneifrons* Altenhofer & Zombori 1987.

### Key words:

*Cameraria ohridella*, horse-chestnut leafminer, host plants, *Aesculus*, *Acer*, parasitism, parasitoids.

## Literaturverzeichnis

- ALTENHOFER E., 1980: Zur Biologie der in Baumblättern minierenden Blattwespen (Hym., Tenthredinidae). Z. ang. Ent. 89: 122-134.
- ANONYM, 1999: Giftige Kosmetik gegen Motte: Unverhältnismäßiger Einsatz von Chemie. Raiffeisenzeitung Österr., Nr. 32-33 (12. Aug.): 7.
- ARSIA, 2000: *Cameraria ohridella*, un pericolo per i nostri ippocastani. – ARSIA: Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (Regione Toscana).
- ASKEW R.R. & SHAW M.R., 1974: An account of the Chalcidoidea (Hymenoptera) parasitising leafmining insects of deciduous trees in Britain. – Biol. J. Linn. Soc., 6: 289-335.
- BLÜMEL S. & HAUSDORF H., 1996: Erste Erfahrungen über die Bekämpfung der Roßkastanienminiermotte. Österr. Forstzeitung, 107, 5: 39-41.
- BUTIN H. & FÜHRER E., 1994: Die Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC), ein neuer Schädling an *Aesculus hippocastanum*. – Nachr.-Bl. deutsch. Pflanz.schutzdienst., 46/5: 89-91.
- CLABASSI I. et al., 2000: Prove di lotta contro *Cameraria ohridella* dell'ippocastano con trattamenti endoterapici nella città di Trieste.- Notiziario ERSA, 4/2000: 25-29.
- CLABASSI I. & TOMÈ A., 2001: Un aggressore esplosivo: la lotta alla *Cameraria* dell'ippocastano. – Acer, (1): 38-42.
- DEL BENE G., GARGANI E., LANDI S. & BONIFACIO A., 2001: *Cameraria ohridella* e malattie fogliari dell'ippocastano in Toscana. – Italus Horticus, 8, 4: 41-49.
- DAUTBASIC M. & DIMIC N., 1999: Occurrence of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic in Bosnia-Herzegovina.- Radovi Works of the Faculty of Forestry, Univ. Sarajevo, 1/1999: 11-14.
- DESCHKA G. & DIMIC N., 1986: *Cameraria ohridella* n. sp. aus Mazedonien, Jugoslavien (Lepidoptera, Lithocolletidae). Acta Entom. Jugosl., 22: 11-23.
- DESCHKA G., 1993: Die Miniermotte *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC - eine Gefahr für die Roßkastanie *Aesculus hippocastanum* L. (Lepidoptera, Lithocolletidae). Linz. biol. Beitr. 25/1: 141-148.
- DESCHKA G., 1995: Beitrag zur Populationsdynamik der *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC (Gracillariidae, Lepidoptera; Chalcididae, Ichneumonidae, Hymenoptera). Linz. biol. Beitr. 27/1: 255-258.
- DESCHKA G., 1995 b: Schmetterlinge als Einwanderer. In: Stapfia 37 (1995) N.F. 84: 77-128.- Sonderband: »Einwanderer, Neue Tierarten erobern Österreich«; OÖ. Landesmuseum, Linz.
- DIMIC N. & MIHAJLOVIC L., 1993: Sirenje areala minera lista divljeg kestena (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) i njegovi prirodni neprijatelji.- XXI skup entomologa Jugoslavije, zbornik retimea, p. 32.
- DIMIC N. & MIHAJLOVIC L., et al. 2000: Development of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae).-Entomofauna (Zeitschr. für Entomol., Ansfelden),21,(2):5-12.
- FENAROLI L. & GAMBI G., 1976: Alberi - Dendroflora Italica.- Mus. Tridentino Scienze Nat., Trento: 719 pp.
- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (FBVA), 1997: Roßkastanienminiermotte *Cameraria ohridella*. - Forstschutz Aktuell, Nr. 21: 1-33. FBVA, Institut für Forstschutz, Wien.
- GAULD I. & BOLTON B., 1996: The Hymenoptera.- Oxford University Press: 332 pp.
- GERVASINI E., 1999: Bilancio Fitosanitario 1998: Lombardia. Informatore fitopatologico, 3/1999: 13-17 [p.15-16].
- GERVASINI E., 2000: Bilancio Fitosanitario 1999: Lombardia. Informatore fitopatologico, 1-2/2000: 13-17 [p.17].
- GRABENWEGER G.; LETHMAYER C.,1999: Occurrence and phenology of parasitic Chalcidoidea on the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep., Gracillariidae). J. Appl. Ent. 123: 257-260.
- GRABENWEGER G. & GRILL R., 2000: On the Place of Origin of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae). - Beiträge zur Entomofaunistik, Wien, 1: 9-17.

- GREGOR F., LASTUVKA Z. & MRKVA R., 1998: *Cameraria ohridella* also on *Acer* spp. Plant Protection Sci. 34/2: 67 - 68. [tschechisch: Klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella*) napadá také javor].
- GRILL R., 1997: Versuche und Maßnahmen zur Bekämpfung der Roßkastanienminierrmotte (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) im Stadtgebiet von Graz im Jahr 1997. Informationsbericht Magistrat Graz A 10/5 - Stadtgartenamt: 1-10.
- GROMIS DI TRANA C., 2000: *Cameraria ohridella*: Una farfallina killer venuta dall'oriente.- La Stampa, 18.10.00: 3.
- HARDIN J. W., 1957: A revision of the American Hippocastanaceae. Brittonia, 9: 145-195.
- HARDIN J. W., 1960: Studies in the Hippocastanaceae, V. Species of the Old World. Brittonia, 12: 26-38.
- HEITLAND W., KOPELKE J.P., FREISE J. & METZGER J., 1999: Ein Kleinschmetterling erobert Europa - die Roßkastanien-Minierrmotte *Cameraria ohridella*. Natur und Museum 129 (6): 186-195. Frankfurt a. M.
- HELLRIGL K., 1978: Ökologie und Brutpflanzen europäischer Prachtkäfer (Col., Buprestidae).- Z. ang. Ent., 85, (2): 167-191; (3): 253-275.
- HELLRIGL K., 1997: Parasitische Hautflügler und Zweiflügler in Waldgebieten Südtirols (Hymenoptera: Chalcidoidea, Ichneumonoidea), (Diptera, Brachycera: Tachinidae).- Landesabt. Forstwirtsch. Auton. Prov. Bozen-Südtirol, Schriftenreihe für wissenschaftl. Studien, 4 (1997): 116 pp.
- HELLRIGL K., 1998 a: Zum Auftreten der Robinien-Minierrmotte, *Phyllonorycter robiniella* (Clem.) und der Roßkastanien-Minierrmotte, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep., Gracillariidae) in Südtirol. Anz. Schädlingskde., Pflanzen-, Umweltschutz 71: 65-68.
- HELLRIGL K., 1998: Verbreitung der makedonischen Roßkastanien-Minierrmotte *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae) in Südtirol: Verlauf einer rezenten Einschleppung. Landesabt. Forstwirtsch. Auton. Prov. Bozen-Südtirol, Schriftenreihe wiss. Stud., Nr .5 (1998): 1-58.
- HELLRIGL K., 1999: Die Verbreitung der Roßkastanien-Minierrmotte *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae) in Südtirol. Veröff. Mus. Ferdinand. Innsbruck 79: 265-300.
- HELLRIGL K. & AMBROSI P., 2000 a: La tignola dell'ippocastano, *Cameraria ohridella*, invade il Trentino. Terra Trentina 46, (1/2000): 36-41.
- HELLRIGL K. & AMBROSI P., 2000: Die Verbreitung der Rosskastanien-Minierrmotte *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera, Gracillariidae) in der Region Südtirol-Trentino. Journal of Pest Science, 73: 25-32.
- HELLRIGL K., AMBROSI P. & BERTAGNOLLI A., 2001: *Cameraria ohridella*: La tignola dell'ippocastano si espande in Trentino. - Terra Trentina, 47, (1): 37-44.
- HODGES R.W., DAVIS D.R. et al., 1983: Check List of the Lepidoptera of America North of Mexico.- E.W. Classey, London: 284 pp.
- HOLZSCHUH C., 1997: Woher kommt die Roßkastanienminierrmotte wirklich? Forstschutz Aktuell, 21: 11-12. Forstliche Bundesversuchsanstalt (FBVA), Wien.
- HUEMER P., 1995: Beitrag zur Kenntnis blattminierender Kleinschmetterlinge in Parkanlagen Kärntens und Osttirols (Lepidoptera). - Carinthia II, 185./105. Jahrgang: 477-479.
- HUEMER P. & TARMANN G., 2001: Artenvielfalt und Bewirtschaftungsintensität: Problemanalyse am Beispiel der Schmetterlinge in Wiesen und Weiden Südtirols. Veröff. Nat. Mus. Bozen, Gredleriana, 1 (im Druck).
- KENIS M., 1997: Möglichkeiten einer biologischen Kontrolle von *Cameraria ohridella* mit eingeführten natürlichen Feinden.- FBVA: Forstschutz Aktuell, 21: 27-29.
- KENIS M. & FORSTER B., 1998: Die Rosskastanien-Minierrmotte: Neu in der Schweiz. - Gartenbau, 119, 39: 16-17.
- KRAUS M., 1996: Erste Nachweise der eingeschleppten Kastanien-Minierrmotte *Cameraria ohridella* DESCHKA et DIMIC (Lep., Gracillariidae) in Mittelfranken, Bayern. Galathea, Nürnberg, 12 (3): 82-84. Nürnberg.
- KREHAN H., 1995: Roßkastanien-Minierrmotte, *Cameraria ohridella* - Befallssituation in Österreich. Forstschutz Aktuell, 16: 8-11. Forstliche Bundesversuchsanstalt (FBVA), Wien.

- KREHAN H., 1997: Erste Erfahrungen mit Bauminfusionen gegen die Roßkastanienminiermotte. Forstschutz Aktuell, 21: 26. Forstliche Bundesversuchsanstalt (FBVA), Wien.
- KRÜSSMANN G., 1976: Handbuch der Laubgehölze, Bd.1: 486 pp. [*Acer* L.: 66-113; *Aesculus* L.: 123-129].- Parey.
- KUMATA T., 1963: Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). Part II.: Insecta Matsumurana, 26: 1-48.- Part. III: Insecta Matsumurana, 26: 69-88, pls. I-VIII.
- KUMATA T., 1993: A Contribution to the Knowledge of the Malaysian Lithocolletinae (Gracillariidae, Lepidoptera), with a Revision of Indian *Cameraria* Associated with Leguminosae.- Ins. Mats. N.S. 48: 1-85.
- LASTUVKA Z. et al., 1994: Faunistic records from the Czech Republic. 18.Klapalekiana 30: 197-206.
- LASTUVKA Z. et al., 1999: Klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986). Veronica 13 (2): 1-12.
- LAWTON J. H., 1986: The effect of parasitoids on phytophagous insect communities. - In: WAAGE, J. & GREATHEAD, D. (Eds.): Insect parasitoids. Academic Press, London: 265 - 287.
- MACELJSKI M. & BERTIC D., 1996: Kestenov moljac miner - *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC (Lep.: Lithocolletidae) - novi opasni stetnik u Hrvatskoj. Fragmenta phytomedica et herbologica 23 (1995) (2): 9-18. [Abstract: The horse-chestnut miner - a new dangerous pest in Croatia].
- MAINI S. & SANTI F., 1998: *Cameraria ohridella* microlepidottero dannoso all'Ippocastano: prima segnalazione a Bologna e dintorni. Poster: »Misure quarantena ... delle piante“, convegno Francavilla (CH), 5-6 nov. 1998. Ass. Ital. Prot. Piante (AIPP): 27-28.
- MEY W., 1991: Über die Bedeutung autochthoner Parasitoidenkomplexe bei der rezenten Areal-expansion von vier Phyllonorycter-Arten in Europa (Lepidoptera, Hymenoptera). Mitt. Zool. Mus. Berlin 67/1: 177-194.
- MINELLI A., RUFFO S. & LA POSTA S. (Eds.), 1995: Checklist delle specie della Fauna Italiana. - Hymenoptera: Fasc. 92-98. - Calderini, Bologna.
- MILEVOJ L. & MACEK J., 1997: Die Roßkastanien-Miniermotte (*Cameraria ohridella*) in Slowenien. Nachr. Bl. Deutsch. Pflanzenschutzd. 49, 1: 14-15.
- MITCHELL A., 1979: Die Wald- und Parkbäume Europas. 2.Aufl. P. Parey, Hamburg u. Berlin, 419 pp.
- OPLER P. & DAVIS D.R., 1981: The Leafmining Moths of the Genus *Cameraria* Associated with Fagaceae in California (Lepidoptera: Gracillariidae). - Smithsonian Contr. Zool., 333: I-III and 1-58.
- PAVAN F. & ZANDIGIACOMO P., 1998: Distribuzione di *Cameraria ohridella* in Italia ed entità delle infestazioni su ippocastano. - Informatore fitopatologico, 11/98: 57-60.
- PELOV V., TOMOV R. & TRENCEV G., 1993: *Cameraria ohridella* DESCHKA ET DIMIC (Gracillariidae, Lepidoptera) - nov nepijatj na konskija kesten (*Aesculus hippocastanum* L.) v Bulgarija. [C. *ohridella*, neuer Schädling an Roßkastanien (*A. hippocastanum*) in Bulgarien]. Proc. Nat. sc. Forest Protection Conf., Sofia, 95-98.
- PSCHORN-WALCHER H., 1994: Freiland-Biologie der eingeschleppten Roßkastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC (Lep., Gracillariidae) im Wienerwald. Linz. biol. Beitr. 26/2: 633-642
- PSCHORN-WALCHER H., 1997: Zur Biologie und Populationsentwicklung der eingeschleppten Roßkastanien-Miniermotte, *Cameraria ohridella*. Forstschutz Aktuell 21: 7-10.
- PSCHORN-WALCHER H. & ALTENHOFER E., 1989: The Parasitoid Community of Leaf-mining Sawflies (Fenusini and Heterarthrini): a Comparative Analysis.- Zool. Anz., 222 (1989) 1/2: 37-56. - G. Fischer, Jena
- PUCHBERGER K. M., 1990: *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera, Lithocolletidae) in Oberösterreich. Steyrer Entomologenrunde 24: 79-81.
- PUCHBERGER K. M., 1995: Zur Geschichte der ersten Ausbreitung von *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic 1986 in Österr. (Lepidoptera, Gracillariidae). Entom. Nachr.blatt (Wien) 2/1 (NF): 2-3.
- RAVEN P.H. & AXELROD D.I., 1974: Angiosperm biogeography and past continental movements. Ann. Mo. Bot. Gard., 61: 539-673.
- RAVEN P.H. & AXELROD D.I., 1978: Origin and relationships of the California flora. Univ. Calif. Publ. Bot., 72: 1-134.

- ROLOFF A. & BÄRTELS A., 1996: Gehölze: Bestimmung, Herkunft und Lebensbereiche, Eigenschaften und Verwendung (Gartenflora: Bd.1).- E. Ulmer, Stuttgart.
- SANTI F., ACCINELLI G. & MAINI S., 2000: *Cameraria ohridella* minatore fogliare dell' ippocastano: catture con trappole sessuali e note di biologia. - Informatore Fitopatologico, 11/2000: 7-11.
- SCHNEE H., 1999: Roßkastanienminiermotte: Ein neuer Schädling in Sachsen. Krankheiten und Schädlinge im öffentlichen Grün (5): 1-6. - Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Dresden.
- SCHNEE H., 2000: Die Roßkastanienminiermotte. Sächsische Gartenakademie: Krankheiten und Schädlinge im öffentlichen Grün (9): 1-6. - Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Dresden.
- SCHNEE H., 2000 b: Die Amerikanische Fichtennadelminiermotte (*Coleotechnites piceaella* KEARFOTT) (Lepid., Gelechiidae) in Sachsen: Verbreitung, Biologie, Parasitoide. - Mitt. Dtsch. Ges. allg. ang. Ent., 12: 523-526. - Giessen.
- SCHWENKE W. (Hrsg.), 1974: Die Forstschädlinge Europas, Bd. 2: Käfer. - P. Parey, Hamburg - Berlin: 500 pp.
- SCHWENKE W. (Hrsg.), 1978: Die Forstschädlinge Europas, Bd. 3: Schmetterlinge. - Parey, Hambg. - Berlin: 467 pp.
- SCHWENKE W. (Hrsg.), 1982: Die Forstschädlinge Europas, Bd. 4: Hautflügler und Zweiflügler. - P. Parey, Hamburg - Berlin: 392 pp.
- SEFROVÁ H., 1999: On Larval Morphology, Biology an Distribution of *Phyllonorycter leucographellus* (Zeller) (Lepidoptera, Gracillariidae).- Acta Univ. Agric. et Silvicol. Mendel. Brunensis, 47, 7: 57-63.
- SIMOVA-TOSIC D. & FILEV S., 1985: Contribution to the horse chestnut miner (in Serbocroat.). Zastita bilja, Belgrad 36: 235-239.
- SKUHRAVÝ V., 1998: Zur Kenntnis der Blattminen-Motte *Cameraria ohridella* Desch. & Dim. (Lep., Lithocolletidae) an *Aesculus hippocastanum* L. in der Tschechischen Republik. Anz. Schädskde. 71: 81-84.
- SKUHRAVÝ V., 1999: Zusammenfassende Betrachtung der Kenntnisse über die Roßkastanienminiermotte *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC. Anz. Schädskde. 72 (4): 95-99.
- STIGTER H. et al., 2000: The Horse-Chestnut Leafminer, *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae), a new Leaf-miner to the Fauna of the Netherlands.- Ent. Bericht., Amsterdam, 60 (8): 159-163 (holländ.).
- STOLZ M., 1997: Untersuchungen zur Befallsregulierung der Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) durch natürliche Gegenspieler: 12 pp. - Referat: »Biologische Bekämpfung der Kastanienminiermotte - erste Ergebnisse und Aussichten«. Pressekonferenz Österr. Gartenbau-Ges.: Wien, 30.09.1997
- SVATOS A. et al., 1999: Chemical communication in Horse - Chestnut Leafminer. Plant Prot.Sci., 35: 10-13.
- SVATOS A. et al., 1999: Identification of a new lepidopteran sex pheromone in picogram quantities using an antennal biodetector: (8E, 10Z)-Tetradec-8,10-dienal from *Cameraria ohridella*. Tetrahedron Letters, 40 (38): 7011-7014.
- SZABÓKY C., 1997: Verbreitung der Roßkastanienminiermotte in Ungarn. Forstschutz Aktuell 21: 4.
- TARMANN G., 1998: Die Weinzygäne *Theresimima ampellophaga* (BAYLE-BARELLE, 1808) (Lepidopt., Zygaenidae, Procridinae) Kehrt ein verschwundener Weinschädling zurück? Staphia, 55: 57-84.
- TARMANN G., 1999: Schmetterlingsschutz im Obstbau. Südtir. Beratungsring, »Obstbau / Weinbau«, 6/99: 193-194.
- TARMANN G., 1999: Rosskastanien-Miniermotte: erfolgreiche Panikmache. Österreichische Forstzeitung, 9/99: 5.
- THÚRÓCZY C. & REIDER I., 1998: [Növényvédelmi Tudományos Napok 1998: p. 74]
- WIESER C., 1997: Die Roßkastanienminiermotte (*Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC, 1986) auch in Kärnten in rasanter Ausbreitung begriffen (Lepid., Gracillariidae). Carinthia II, 187: 133-138.

- WIPKING W., 1998: Die Roßkastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC 1986, eine neue Schmetterlingsart im Rheinland (Lepidoptera, Gracillariidae). *Melanargia* 10: 144-148.
- XIANG Q.-Y.; CRAWFORD D.J.; WOLFE A.D.; TANG Y.-C. & DE PAMPHILIS C.W., 1998: Origin and Biogeography of *Aesculus* (Hippocastanaceae): A Molecular Phylogenetic Perspective. - *Evolution*, 52, 4: 988 - 997.
- ZANDIGIACOMO P., PAVAN F., ZANGHERI S., CLABASSI, I., STASI G., 1997: Un minatore fogliare, *Cameraria ohridella*, danneggia gravemente gli ippocastani in Friuli-Venezia Giulia. *Notiz. ERSA* 10, (5): 14-17.
- ZWÖLFER H., 1962: Die Orientierung entomophager Parasiten als Problem der angewandten Entomologie. - *Z. ang. Ent.* 50: 93 - 98.

*Anschrift des Verfassers:*

Dr. KLAUS HELLRIGL, Wolkensteinstraße 83, I-39042 Brixen (Südtirol)  
Beauftragter Forstschutz-Konsulent  
der Landesabteilung Forstwirtschaft der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol.  
e-mail: klaus.hellrigl@rolmail.net

