

Untersuchungen von Gebirgspopulationen der Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* (L.) in Südtirol (Hymenopt., Diprionidae).

Klaus Hellrigl*

Abstract

Investigation on mountain populations of the common pine sawfly *Diprion pini* (L.) (Hym., Diprionidae) in South Tyrol, Northern Italy.

The pine sawfly *D. pini* is a frequent forestry pest in Europe, where it appears in two types of populations with different voltinism: the lowland type and the highland or mountain type. The lowland type normally is univoltine and can become bivoltine only under particular geographic and photoperiodical conditions in the northern part of central Europe. In bivoltine populations the first generation begins its flight in the early spring (April–May), and the second generation in the summer (July–August).

The highland type, which is typical for the Alpine region, is always univoltine and starts its flight only in summer (July–August). There are three distinct groups of highland populations of pine sawfly *D. pini* in South Tyrol, with differences in the course of the flights: those of medium and higher climatically warmer altitudes (Figs. 1 and 2) and those of higher and cooler positions (Fig. 3). The last type is little known; it was examined by the Author on the occasion of a mass outbreak on *Pinus mugo* near Selva Gardena (1600 m): At the beginning of Sept. 2001, numerous groups of mature larvae (L5–6) were collected here on *Pinus* and transferred to Bressanone (550 m) for cocoon forming. Until the beginning of October, 2600 cocoons were formed and exposed to outdoor conditions during the wintering 2001/02. It was most unusual for highland populations of the pine sawfly, that after cocoon-wintering the flight started already in May and ended in June (Fig. 3). Actual controls made on the origin place in Selva Gardena (1580–1600 m) in June–July confirmed, that beginning of flight and egg laying under natural conditions occurred nearly two months later, starting only at the end of June. It was evident, that premature apparition in unnatural conditions in lower altitude and warmer climatic conditions in 550 m a.s.l. was due to climatic influence. It is remarkable, that the transferred larval population was able to remember and follow the inherent natural climatic program.

1 Einleitung

Die Gemeine Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion pini* tritt in Europa häufig als Forstschädling auf. Ihr Verbreitungsareal erstreckt sich über 30 Breitengrade und reicht vom Mediterrangebiet (Algerien, Spanien, Italien, Balkan) über die gemäßigten Zone (West-, Mittel-, Osteuropa) zur subpolaren Zone (Fennoskandinavien) bis zum Polarkreis. In der gemäßigten Klimazone kommt es öfters zu Massenauftritten mit Schadfraz an Kiefern. Wegen ihrer forstlichen Bedeutung gehört *D. pini* zu den meistuntersuchten Forstinsekten. Vor allem Prof. EICHHORN hat sich in Deutschland und in der Schweiz (Delémont) über Jahrzehnte eingehend mit dieser Art und ihrem Voltinismus befaßt. Auch in Südtirol, wo es in den letzten Jahrzehnten mehrmals zu Schadauftritten im Vinschgau gekommen war (1954/55, 1984/86, 1990/91), ist *D. pini* seit 20 Jahren Gegenstand forstlicher Untersuchungen (HELLRIGL 1984–1994, 1996; PÖRNBACHER 1993).

In der vorliegenden Arbeit soll ein Überblick gegeben werden über die in Südtirol vorkommenden Gebirgspopulationen von *Diprion pini* und ihre bionomisch-ökologischen Eigenheiten; insbesondere sollen neue Erkenntnisse dargelegt werden über die bisher unzureichend erforschten hochmontanen Populationen kühler Lagen.

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

Wichtig für das Verständnis der Abläufe und Bedingungen, unter denen Massenvermehrungen und Schadauftreten von *D. pini* zustande kommen, ist die Kenntnis ihrer Generationsfolgen. Dieser Voltinismus wird bei allen Diprioniden durch die Kombination zweier geophysikalischer Parameter, dem Temperaturverlauf und der Tageslänge (Photoperiode) bestimmt, welche als Auslösefaktoren der Schlüpfwellen wirksam werden. Nun hängt die maßgebliche Tageslänge, d.h. die Zeit, während der die Sonne über dem Horizont steht, durch die Neigung der Erdachse von der geographischen Breite ab und nimmt auf der Nordhalbkugel während des Sommerhalbjahres von Süden nach Norden hin zu; der Unterschied ist umso größer, je höher die geographische Breite ist. So beträgt die Tageslänge am 21. Juni bei 35° N rund 14,5 Stunden, bei 50° N rd. 16,5 Stunden, bei 58,5° N ca. 18 Stunden und bei 63,5° N ca. 20 Stunden.

Diprion pini ist eine sogenannte »Langtagsart«, d.h. maßgeblich für eine subitane Weiterentwicklung der zur Kokonbildung bereiten Einspinnlarven ist eine Tageslänge von mindestens 15 Stunden (Langtag); diese ist in Südtirol (46–47°N) vom 10. Mai bis 2. August gegeben. Erfolgt das Einspinnen (Kokonbildung) der Altlarven hingegen bei einer Tageslänge von unter 15 Stunden (Kurztag), so kommt es bei den Kokons zu einer mehrmonatigen Diapause.

Die Eiablage der Blattwespenweibchen erfolgt an benachbarten Nadeln eines Triebes. Die Larven fressen gesellig, in Fraßgemeinschaften von 50 bis 150 Individuen, an den Nadeln der Kiefern; nach Fraßabschluß erfolgen Abbaumen der Larven und Kokonbildung im Boden. Das Zustandekommen von *Frühjahrsschlüpfwellen* der Blattwespen im April–Mai ist bei *D. pini* Voraussetzung für die Entstehung einer 2. Jahresgeneration. Frühaktive Schlüpfwellen mit doppelter Generation (Bivoltinismus) und erhöhter Schädlichkeit sind nur unter bestimmten geoklimatischen Bedingungen möglich.

2 Generations- und Schlüpfwellenfolge von *Diprion pini* in Mitteleuropa

Bei den mitteleuropäischen *D. pini*-Populationen gibt es zwei gut definierte ökologische Formen, die *Tieflandform* und die *Gebirgsform*. Erstere ist bivoltin und zeichnet sich durch frühe Flugzeit der 1. Generation im April–Mai, niedrige Überliegerate und hohe Gradationsbereitschaft aus. Die *Gebirgsform* ist univoltin und erscheint in späten Schlüpfwellen im Juni/Juli (EICHHORN 1983, 1991; Pschorn-Walcher 1982).

Die bivoltine *Tieflandform* von *D. pini* ist aus tieferen Lagen in Nordfrankreich (Pariser Becken: 48.24°N; 110 m), Holland, Norddeutschland (49–53°N) und Nordosteuropa (Polen: Danziger Bucht: 54.20°N; Weißrussland; Rostov: 57.11°N) bekannt (ELIESCU 1932; SCHEDL 1938; PSCHORN-WALCHER 1982; SHARON 1993 u.a.). Ihre Generations- und Schlüpfwellenfolge läßt sich nach EICHHORN (1991) wie folgt zusammenfassen:

1. In der Ebene erzeugte *D. pini* 2 (Teil-) Generationen im Jahr.
2. Aus der 1. Generation (»Frühjahrgeneration«: Eiablage Ende April und Mai) entsteht – durch diapausefreie Subitanentwicklung der unter Langtagsbedingungen im Frühsommer gebildeten Kokons – eine 2. Generation (»Sommergeneration«: Eiablage Ende Juli bis Mitte August);
3. Das Schlüpfen der 1. und 2. Generation erfolgte in Wellen, die sich – bedingt durch unterschiedlich lange Diapause im Eonymphenstadium – auch über mehrere Jahre verteilen können;
4. Innerhalb eines Jahrs gab es maximal 4 Schlüpfperioden (Wellen 1–4) mit folgenden Schwerpunkten: Welle 1: 2. April- und 1. Maihälfte; Welle 2: im Juni; Welle 3: Ende Juli; Welle 4: im August.
5. Männchen und Weibchen der Schlüpfwelle 3 waren ausschließlich Nachkommen der Schlüpfwelle 1, die der Wellen 1, 2 und 4 stammten hingegen von verschiedenen vorausgehenden Generationen bzw. Wellen ab. Die Wespen der Augustwelle (Welle 4) können, wie die der Welle 3, Nachkommen der Flugwelle 1 des gleichen Jahres sein.

Die *Gebirgsform* von *D. pini* ist nach EICHHORN (1982) aus Temperaturgründen obligatorisch univoltin und daher meist unschädlich. Aus phylogenetischer Sicht kann man annehmen, daß der bivoltine Tieflandtyp der ursprünglichere ist. Der *Gebirgstyp* ist abgeleitet und in Anpassung an das kühle Gebirgsklima entstanden (EICHHORN 1983). Vor allem der *Gebirgsökotyp kühler Lagen* verursacht nach EICHHORN (1991) keine Schäden, während in *warmen Gebirgslagen* Fraßschäden auftreten können.

EICHHORN unterscheidet bei den »Gebirgsherkünften« zwischen solchen mittlerer Gebirgslagen (500–750 m) und denen höherer Gebirgslagen (900–1250 m). Die Herkünfte *mittlerer Gebirgslagen* wurden als univoltine, relativ frühaktive Formen mit eingipfeligem Schlüpfverlauf und geringer bis mittlerer Überliegerrate charakterisiert, die Herkünfte *höherer Gebirgslagen* als univoltine, mittelfrühe bis spätaktive Formen mit eingipfeligem bis zweigipfeligem Schlüpfverlauf und hoher Überliegerrate.

3 Untersuchungsmaterial und Methode

Bei früheren Untersuchungen von *D. pini*-Populationen in Südtirol waren univoltine Gebirgsherkünfte *mittlerer warmer Lagen* (Fig. 1) und *höherer warmer Lagen* (Fig. 2) untersucht worden, für die umfangreiches Material aus dem Eisacktal und Vinschgau vorlag (HELLRIGL 1994, 1996). Die im Aug./Sept. gesammelten Altlarven der verschiedenen Herkünfte wurden nach Brixen (550 m) transferiert, wo in der Zucht unter gleichen äußeren Freilandbedingungen die Herbstkokons gebildet und überwintert wurden. Das Blattwespenschlüpfen im Folgejahr am Transfertiort Brixen lieferte dabei relative, miteinander vergleichbare, aber keinen absolut gültigen Aussageergebnisse (Tab. 1).

Tab. 1: Phänologie der Blattwespen von *D. pini* bei verschiedenen Herkünften aus Südtirol:

Feldthurns = *mittlere warme Lage*; Kastelbell = *höhere warme Lage*; Gröden = *höhere kühle Lagen*

Herkunft:	Kokons [N=4795]	geschlüpfte Blattwespen		Schlüpfverlauf in den Zuchten		
		Männchen	Weibchen	Beginn	Maximum	Ende
Feldthurns [800m] 1992	1102	218 (20%)	884 (80%)	24.05.	30.6.–30.7.	18.08.
Feldthurns [800m] 1994	701	293 (42%)	408 (58%)	31.05.	05.7.–30.7.	12.08.
Kastelbell [1200m] 1985	287	52 (18%)	235 (82%)	06.06.	14.6.–26.6.	20.07.
Kastelbell [1250m] 1992	222	41 (18%)	181 (82%)	11.06.	16.6.–08.7.	26.07.
Gröden A [1250m] 1996	75	23 (31%)	52 (69%)	24.05.	Mitte Juni	24.06.
Gröden B [1600m] 2002	2408	462 (19%)	1946 (81%)	04.05.	15.5.–05.6.	18.07.

1. Gebirgstyp *mittlerer warmer Lagen* (700–1000 m): in Mittelgebirgslagen im Eisacktal an jüngeren Waldkiefern (Brixen/Waldheim 700 m, Feldthurns 800 m, Theis 1000 m), gelegentlich in Siedlungen an angepflanzten Schwarzkiefern (Kastelruth, 1000 m) und Latschen (Schabs 750 m, St. Leonhard 1000 m). Bisweilen etwas erhöhte Präsenz, aber keine größeren Schäden (HELLRIGL 1994, 1996). Kokonbildung meist relativ spät: Mitte Sept./Ende Okt.–Anf. Nov.; Schlüpfzeit der Blattwespen in Transfertiort (550 m) relativ spät: Juni bis Anf. Aug. (Hauptschlüpfzeit: Juli) (Abb. 1).
2. Gebirgstyp *höherer warmer Lagen* (900–1400 m): kommt im Vinschgau in xerothermen Hanglagen des Sonnenberges (warmtrockenes kontinentales Steppenklima) vor; trat zwischen Schlanders und Latsch-Kastelbell in den 80–90er Jahren in Weißkiefernaufforstungen wiederholt in Gradation und verursachte großflächig Lichtfraßschäden (HELLRIGL 1984–1994; 1996; PÖRNBACHER 1993). Schlüpfzeit in Transfertiort: M. Juni / E. Juli (Abb. 2). – Diesem Typ zuzuordnen sind analoge Schadauftritte im Nordtiroler Oberinntal bei Ried-Pfunds (900–1200 m) Mitte der 50er Jahre (JAHN & MAISNER 1957) und Ende der 70er Jahre bei Schönwies (1000–1250 m) (JAHN et al. 1980).
3. Gebirgstyp *höherer kühler Lagen* (1250–1600 m): kommt in hochmontanen Lagen an Latschen vor. Zuerst 1995 in St. Christina/Gröden (1250 m) beobachtet (1 Kolonie: 100 Larven); 2001 zahlreiche Larvenkolonien in Wolkenstein/Gröden (1580–1600 m). Kopfkapseln der Larven nahezu schwarz; Kokonbildung früh: E. Aug./M.–E. Sept.–A. Okt.; Schlüpfen in Transfertiort (550 m) früh (Abb. 3).

Fig. 1: Schlüpfverlauf montaner *Diprion pini* aus Feldthurns (1994)

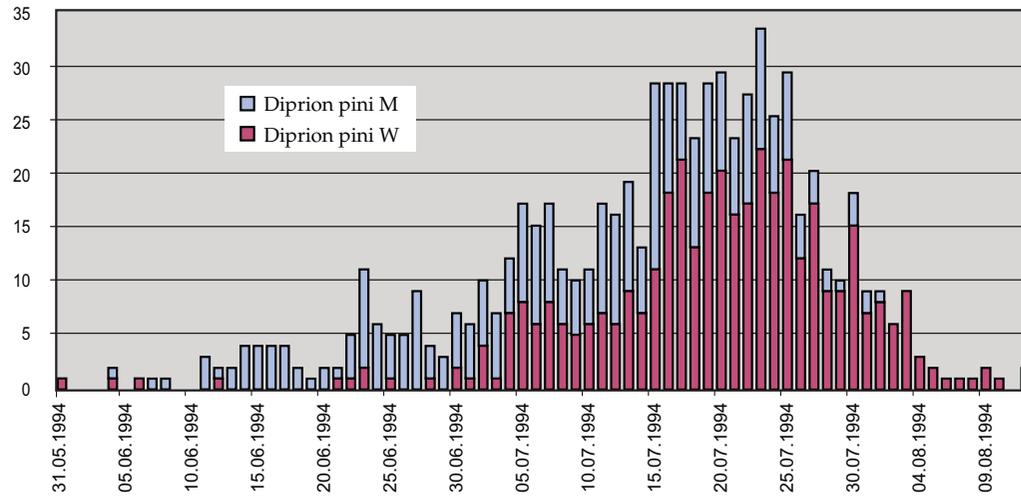
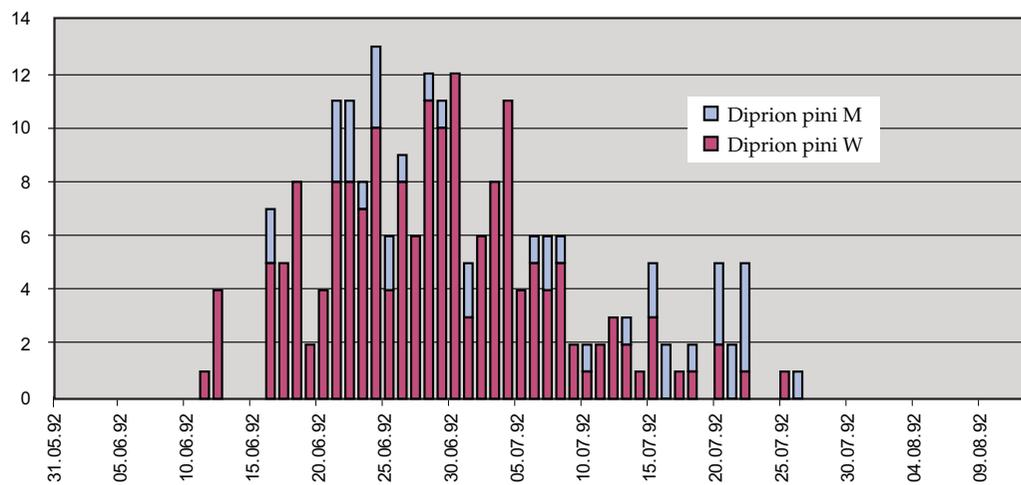


Fig. 2: Schlüpfverlauf hochmontaner *Diprion pini* aus Kastelbell (1992)



Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sind *D. pini* aus höheren kühlen Lagen in Gröden. Es handelt sich um eine umfangreiche Larven-Population aus Wolkenstein, die dort im Sommer 2001 zu Lichtfraßschäden an angepflanzten Latschen (*Pinus mugo*) vor einem Hotel (1580 m) geführt hatte; mehrere Larvengruppen fraßen auch an den Zweigen einer einzelnen Schwarzkiefer (*Pinus nigra austriaca*) (1600 m). Zu ersten Fraßschäden an den Latschen war es hier bereits im Vorjahr 2000 gekommen.

Bei einer ersten Besichtigung am 6. Sept. 2001 fanden sich beim Hotel an fast allen Latschen Fraßkolonien von *D. pini*-Larven (mit auffallend schwarzen Kopfkapseln), die schon fast ausgewachsen waren (L5-6) und zahlreiche Zweige kahlgefressen hatten. Es wurden 73 Larvengruppen von Latschen und 2 Kolonien von Schwarzkiefer gesammelt und zur Aufzucht nach Brixen gebracht. Die Zweige mit den Larven (insgesamt ca. 3000) wurden in einen Zuchtkäfig gegeben und laufend mit frischen Kiefern-zweigen versorgt. Bereits nach 2 Tagen, am 8. Sept., wurden zahlreiche frischgebildete Kokons festgestellt und bis zum 8. Okt. hatte sich der Großteil der Larven (ca. 98%) in Kokons eingesponnen. Das Ergebnis dieser Larven-Aufzucht waren 4 Liter Larvenkot – und rd. 1 Liter Kokons. Insgesamt wurden über 2600 Kokons gebildet (ca. 20% männliche und 80% weibliche). Vermutlich dürfte ein Teil der männlichen Larven bereits früher, ab Ende Aug., am Herkunftsort abgebaumt sein.

Die Aufzucht der Larven in Brixen (550 m) erfolgte unter Freilandbedingungen auf einem westexponierten Freiluft-Balkon; hier wurden auch die gebildeten Herbst-Kokons überwintert, wobei die tiefsten Temperaturen im Winter bei -15°C lagen. Nach der Überwinterung wurde ab Mai 2002 das Kokon-Schlüpfen der Blattwespen täglich kontrolliert und die frisch geschlüpften Blattwespen aus dem Zuchtkäfig entnommen. Ziel der Untersuchungen war: Feststellung der Schlüpf- und Überliegerverhältnisse im Vergleich zu den anderen Gebirgspopulationstypen, sowie Ermittlung des Parasitierungsgrades und der Mortalität insgesamt. Die den Untersuchungen zu Grunde liegenden hohen Kokonzahlen sollten den statistischen Aussagewert erhöhen.

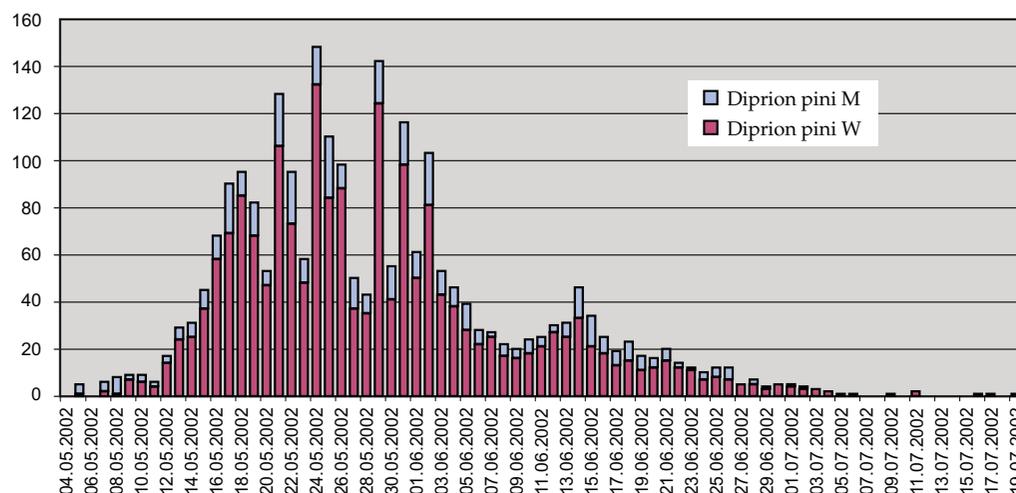
4 Schlüpfverlauf der hochmontanen *D. pini*-Population aus Gröden

Das Schlüpfen der Blattwespen aus kühler hochmontaner Lage in Gröden (1600 m) setzte in der Kokonaufzucht in Brixen (550 m) überraschend früh bereits am 5.–7. Mai ein und zog sich dann über 2 Monate, bis Anfang Juli hin. Die erste Hauptflugwelle reichte vom 12. Mai bis 10. Juni und umfaßte rd. 84% aller geschlüpften 2408 Blattwespen; vom 11.–30. Juni folgte eine kleinere Nachschlüpfwelle (15%), später im Juli nur mehr wenige Einzelexemplare. Der Schlüpfverlauf ist in Tab. 2 u. Abb. 3 dargestellt.

Tab. 2: Schlüpfverlauf hochmontaner *D. pini* aus Gröden in Kokonzucht in Brixen

	♂♂	♀♀	Summe:	Schlüpf %	Summe %
04.05. – 11.05.02:	22	21	43	1,8%	1,8%
12.05. – 21.05.02:	105	533	638	26,5%	28,3%
22.05. – 31.05.02:	155	760	915	38,0%	66,3%
01.06. – 10.06.02:	85	338	423	17,6%	83,8%
11.06. – 20.06.02:	70	196	266	11,0%	94,9%
21.06. – 30.06.02:	23	78	101	4,2%	99,1%
01.07. – 10.07.02:	2	15	17	0,7%	99,8%
11.07. – 20.07.02:	0	5	5	0,2%	100 %
21.07. – 31.07.02:	0	0	0	0,0%	
Summe:	462	1946	2408	100%	

Fig. 3: Schlüpfverlauf hochmontaner *Diprion pini* aus Wolkenstein/Gröden (2002)



Das Schlüpfen der Blattwespen erwies sich als stark temperatur- und lichtabhängig; die deutlichen Einbrüche an manchen Tagen der Hauptflugwelle, waren bedingt durch kühlere, regnerische Schlechtwettertage (z. B. 20., 23., 27., 28., 30. Mai). Der Schlüpfverlauf war im allgemeinen bei den Weibchen und Männchen proportional ähnlich, doch gab es vereinzelt auch Tage, wo relativ viele Männchen aber verhältnismäßig wenige Weibchen schlüpften, wie z. B. am 27./28.05. Dies war dadurch bedingt, daß das Schlüpfen der Männchen am Vormittag, nach Erreichen einer bestimmten Temperaturschwelle, regelmäßig um 1–2 Stunden früher als das der Weibchen einsetzt, welche erst um Mittag zu schlüpfen beginnen; dabei kam es vor, daß am Vormittag relativ warmes Wetter herrschte, bei dem Männchen schlüpften, dann aber zu Mittag eine Wetterverschlechterung mit Regen und Abkühlung einsetzte, so daß nur mehr wenige Weibchen schlüpften; entsprechend höher war am darauffolgenden Tag die Weibchenquote.

Bemerkenswert ist auch, daß der Temperaturschwellwert, bei dem das Vorausschlüpfen der Männchen am Vormittag einsetzte, sich im Laufe der Schlüpfperiode veränderte und anstieg. Im Mai lag diese Temperatur-Schlüpfchwelle bei den Männchen noch bei 18°C und bei den Weibchen bei 20–22°C, um sich dann im Juni bei den Männchen auf 24–25°C und bei den Weibchen auf 26–27°C zu erhöhen; allerdings blieb dabei die Schlüpfzeit ziemlich unverändert, indem das Schlüpfen der Männchen etwa ab 10 Uhr einsetzte und ab 12 Uhr das der Weibchen. Es ist somit anzunehmen, daß hierbei auch die Lichtverhältnisse eine Rolle spielten. Das Schlüpfen der Männchen war in der Regel zu Mittag beendet, das der Weibchen am frühen Nachmittag, 14–15 Uhr.

Beim Schlüpfverlauf der hochmontanen *D. pini*-Population aus Wolkenstein/Gröden gab es zwei überraschende Ergebnisse, die in diesem Ausmaß nicht erwartet worden waren: der ungewöhnlich frühe Schlüpfbeginn im Mai und das völlige Fehlen von Larvenparasitoiden.

Mit dem frühen kompakten Schlüpfen der Blattwespen zeichnete sich eine Situation ab, die vergleichbar schien mit dem frühen Blattwespenschlüpfen – im April/Mai – von bivoltinen Tieflandpopulationen aus nördlicheren Breiten Mitteleuropa (vgl. Pkt. 2).

An sich sollte es frühen Mai-Schlüpfen möglich sein, eine Tochtergeneration hervorzubringen, die ihre Larvenentwicklung mit der Kokonbildung unter Langtagsbedingungen abschließen und in Subitanentwicklung eine partielle 2. Sommergeneration bilden könnte. Dies konnte bei diesem Gebirgstyp von *D. pini* aber nicht der Fall sein, da weder mit der südlichen geographischen Breite (46.33 N) des Herkunftsortes noch mit der zu kühlen Gebirgshöhenlage vereinbar. In dieser südlichen Breite von 46–47°N werden 15,5 Stunden Tageshelle nur vom 30. Mai bis 10. Juli erreicht bzw. überschritten, und selbst das scheint für eine Subitanentwicklung mit doppelter Generation bei *D. pini* nicht ausreichend. Bivoltine Generation ist bei *D. pini* erst ab 16 Stunden Tageslänge – und somit in nördlicheren Breiten ab 48°N – zu erwarten (vgl. Pkt. 2).

Es war offensichtlich, daß das frühe Wespenschlüpfen des Gebirgstyps *höherer kühler* Lagen aus Gröden, nach Transferierung der Larven und Überwinterung der Kokons in *tieferer wärmerer* Lage in Brixen (550 m), unter begünstigten Zuchtbedingungen, nur als Artefakt anzusehen war. In *situ naturale*, in 1580–1600 m Seehöhe, ist mit einer so frühen Erscheinungszeit nicht zu rechnen; auch müßte das Blattwespenschlüpfen mit einer zur Eiablage geeigneten Ausbildung der Kiefernmaiträume übereinstimmen.

Es ist eine Eigenheit von *D. pini*, daß die Weibchen zur Eiablage fertig ausgebildete Jahresendtriebe anfliegen. Dies sind bei der 1. (Frühjahrs) Generation bivoltiner Tieflandformen die endständigen vorjährigen Jahrestriebe (da die neuen Triebe im April/Mai noch nicht vorhanden sind) und bei den Sommergenerationen (sowohl bivoltiner Tiefland- als auch univoltiner Gebirgspopulationen) die diesjährigen neuen Jahrestriebe. Mit den sog. »Maitrieben« hat es eine eigene Bewandnis, denn Anfang Mai setzt bei Kiefern in montanen Lagen erst das Knospenschwellen ein, auf das eine zweimonatige allmähliche Streckung und Nadelentfaltung des Jahrestriebs folgt, welche erst Ende Juni/Anf. Juli mit der Nadelhärtung abgeschlossen und geeignet für eine Eiablage von *D. pini* ist (HELLRIGL 1994, 1996).

Eine Abklärung der Situation, durch Direktvergleiche von Zuchtergebnissen und tatsächlichen Freilandverhältnissen, sollte durch Kontrollbesichtigungen in Gröden, noch während der Schlüpfphase der Blattwespen in der Zucht (vgl. Tab.2), erreicht werden:

Die 1. Kontrolle am Herkunftsort Wolkenstein fand am 30.06.02 statt; zu dem Zeitpunkt waren in der Zucht in Brixen – nach zweimonatiger Schlüpfdauer – bereits 99% der Blattwespen dieser Herkunft geschlüpft. In Gröden waren die neuen Jahrestriebe der Latschen (1580 m) erst halb ausgewachsen, mit noch nicht gestreckten, unausgehärteten Nadeln; noch weiter zurück war die Triebbildung einer Schwarzkiefer (1600 m), an der im Vorjahr diverse Larvengruppen gefressen hatten. Von Eiablagen oder Larvenfraß von *D. pini* war weder an frischen, noch an vorjährigen Trieben etwas zu sehen.

Die 2. Kontrolle in Gröden fand am 18.07.02 statt; zu dem Zeitpunkt waren in Brixen die letzten 3 *Diprion*-Weibchen dieser Herkunft geschlüpft. In Wolkenstein waren die Triebe an den Latschen und der Schwarzkiefer entwickelt und halbwegs bruttauglich; doch es fand sich noch keine Spur von *Diprion*-Weibchen, Eigelegen oder Larvenfraß.

Die 3. Kontrolle in Wolkenstein erfolgte am 28.07.02. Die Jahrestriebe an Latschen und Schwarzkiefer waren nunmehr bruttauglich. An den Latschen (1580 m) wurden nun 4 Befallsstellen mit je ca. 100 Junglarven (L2-3) von *D. pini* gefunden, die alle Pinsel fraß verübten (Fig.4). Bei den 4 Junglarven-Kolonien betrug die Larvengröße jeweils: 7–8 mm; 5–11mm; 9–10 mm; 9–11 mm; ihr Larvenkot war noch pulverartig fein.

Die 4 Befallsstellen bzw. Eigelege in Gröden waren bei den zwei vorhergehenden Kontrollen übersehen worden, da sich damals keine eiablegenden Weibchen fanden und auch noch keinerlei Larvenfraß erkennbar gewesen war. Überraschender Weise waren alle 4 Eiablagen jeweils an den obersten Nadeln des Vorjahrestriebes (nahe den Nadeln des neuen Triebes) erfolgt; dort in der distalen Hälfte des Vorjahrtriebes fand auch der Pinsel fraß der Junglarven (L2-3) statt, während die Nadeln des neuen Jahrestriebes bis dahin (Ende Juli) unangetastet geblieben waren (Abb. 4).

Die Eiablagen zu diesen Junglarven in Gröden (1580 m) dürften vor etwa 35–40 Tagen (ca. 5–6 Wochen) in der 2. Junihälfte erfolgt sein. Dies ergaben Direktvergleiche mit ex ovo-Zuchten in Brixen, bei denen die beiden zuletzt geschlüpften *D. pini*-Weibchen dieser Herkunft vom 17.–21. Juli Eier abgelegt hatten, aus denen nach 17 Tagen die Eilarven schlüpften, die sich nach 8 Tagen zu L2 und nach weiteren 8 Tagen zu L3 häuteten, wobei sie dann am 21.08. – d.h. 35 Tage (5 Wochen) nach Eiablage – dieselbe Größe erreicht hatten, wie die in Gröden am 28.07. vorgefundenen Junglarven (Abb. 4 u. 5).

Bei Aufzucht einer in Gröden am 28. Juli als L2-3 gesammelten Larvengruppe (N = 103) an Latschen in Brixen, hatten diese Larven Mitte August bereits eine Größe von 20–26 mm erreicht (L5-6) (Abb. 6) und die ersten (männlichen) L5 begannen mit dem Kokospinnen. Am 18. August hatten schon ca. 15% die Kokons gebildet (Männchen) und bis 21. August bereits rd. 50% (78% ♂♂ und 22% ♀♀), die noch fressenden übrigen Larven maßen zwischen 25–30 mm. Bis zum 30. August hatten schließlich 98% der Larven die Kokons gebildet (48 ♂♂ u. 51 ♀♀), nur 2♀-Larven waren noch übrig geblieben.

Daraus ergibt sich eine Gesamtentwicklungsdauer von der Eiablage bis zur Kokonbildung von 8–10 Wochen (56–70 Tage) unter günstigen Bedingungen. Der Zuchtbefund bestätigt weiters, daß das Geschlechtsverhältnis bei dieser Originalpopulation aus Wolkenstein ziemlich ausgeglichen ist, nahe 1:1 und jedenfalls weit entfernt von den nur 19% ♂♂ bei 81% ♀♀ [= 1:4.2] der Herbstaufzucht 2001. Es kann somit vermutet werden, daß zum Zeitpunkt der vorjährigen Larvensammlung in Wolkenstein (am 6.09.01) bereits ein Teil der männlichen Larven (deren Entwicklung um ein Larvenstadium kürzer verläuft) abgebaumt gewesen sein muß. Der Beginn des Abbaumens und der Kokonbildung dürften unter den kühleren Freilandverhältnissen in Gröden (1580 m), dort erst gegen Ende Aug. erfolgt sein.

Die Weiterzucht der L2-3 Junglarven aus Wolkenstein vom 28. Juli zeigt auch, daß deren dortige, um den 20. Juni rückdatierbare Eiablage als eher früh anzusehen ist; denn im Vorjahr 2001 können bis Ende der 1. Septemberwoche in Gröden bestenfalls 25–30% der Larven zur Kokonbildung abgebaumt sein.

Abb. 4: *Diprion pini*: Pinselfraß Junglarven (schwarzköpfig): Gröden, 28.07.02

Abb. 5: *Diprion pini*: Fraß Junglarven (gelbköpfig) ex ovo-Zucht: Brixen, 21.08.02



Abb. 6 : *Diprion pini*: schwarzköpfige Altlarven aus Gröden, 13.08.02

Abb. 7 : *Diprion pini*: gelbköpfige Altlarven: ex ovo Zucht Brixen, 1. Sept. 02

Damit ist erwiesen, daß auch diese hochmontane Population aus Gröden, trotz ihres vorzeitigen »frühaktiven« Schlüpfens in Transfertzuchten in tieferen wärmeren Lagen, an ihrem Ursprungsort eine spätktive Erscheinungszeit hat und jedenfalls univoltin ist. Überraschend ist das Ausmaß der Zeitverschiebung, die zwischen Herkunfts- und Aufzuchtort – bei einer Höhendifferenz von 1000 m – nahezu 2 Monate (7 Wochen) betrug: während am Aufzuchtort Brixen die zweimonatige Schlüpfphase der Blattwespen am 30. Juni fast beendet war, hatte sie am Herkunftsort Wolkenstein in der zweiten Junihälfte gerade erst begonnen! Zu diesem Zeitpunkt – um den 20. Juni – waren in den Transfertzuchten in Brixen bereits 95% der Blattwespen geschlüpft (vgl. Tab.2).

Das frühe Schlüpfen in den klimatisch begünstigten Aufzuchten in Brixen hängt mit dem früheren Erreichen des die Verpuppung auslösenden Temperaturimpulses zusammen. Dies muß sich bei Herkünften aus *kühlen Höhenlagen* stärker auswirken als bei solchen aus *warmen Höhenlagen* (z. B. Vinschgauer Sonnenberg); deshalb schlüpfen in Wärmelagen transferierte *kälteadaptierte* Populationen auch entsprechend früher. Dabei überrascht dieses »Temperatur«-Erinnerungsvermögen transferierter *D. pini*-Larven an ihre klimatischen Herkunftsbedingungen, zumal sie den Abschluß ihrer Entwicklung mit Kokonbildung und Winterdiapause bereits am Transfertort durchgemacht haben. Dies läßt auf eine genetischen Fixierung der Temperaturparameter schließen.

Eine weitere Überraschung war das Fehlen von Larven-Parasitoiden bei den *D. pini* dieser kühlen Höhenlage: in der Larvenaufzucht 2001/02 war bei 2610 Kokons nur eine einzige Tachinenfliege (*Drino inconspicua*) geschlüpft. Diese äußerst geringe Larvenparasitierung (0,04%) kann als unverfälscht angesehen werden, da die Larven erst kurz vor ihrem Entwicklungsabschluß, Anf. Sept. 2001, gesammelt und transferiert wurden. Aus dem Beobachtungsrahmen fielen dabei lediglich die erst später auftretenden potentiellen echten Kokonparasiten, wie *Dahlbominus fuscipennis*. Es ist zu vermuten, daß die fehlende Larvenparasitierung zum Massenaufreten in Wolkenstein geführt hat. Bei früheren Aufzuchten von *D. pini* aus Montanlagen im Eisacktal (800 – 1000 m) waren stets reichlich Larvenparasitoiden aus den Kokons geschlüpft (Hellrigl 1994, 1996).

Auch der Anteil abgestorbener (vertrockener / verpilzter) Eo- und Pro-Nymphen in den Kokons war mit 93 Ex (= 3,6%) nur gering. Die nach Ende des Schlüpfens in den Zuchten durch Nachschneiden der geschlossenen Kokons ermittelte Überliegerrate betrug 109 Ex (= 4,2%) und war somit erwartungsgemäß niedrig. Die Wiederholung eines starken Befalls in Gröden in zwei aufeinander folgenden Jahren (2000/01) scheint dies zu bestätigen. Auch der schwache Befall 2002 – mit nur 4 vorgefundenen Befallsstellen an den Latschen in Gröden – spricht gegen eine hohe Überliegerrate; denn die im Vorjahr aufgetretenen rd. 100 Raupenkolonien an der Latschenreihe, waren bis Anf. Sept. so gründlich abgeräumt und entfernt worden, daß nur wenige der Vernichtung entkommen sein dürften – unter diesen vor allem männliche Larven (L5), deren Abbaumen um ein Häutungsstadium früher beginnt als das weiblicher Einspinnlarven (L6).

Gesamtergebnis aus der Zucht 2001/02 von 2610 *D. pini*-Kokons aus Wolkenstein war:

<i>Diprion pini</i> :	♂♂		♀♀		Summe	Anteil %
Imagines geschlüpft:	462	[19,2%]	1946	[80,8%]	2408	92,2%
Kokons abgestorben:	11	[11,8%]	82	[88,2%]	93	3,6%
Kokons Überlieger:	17	[15,6%]	92	[84,4%]	109	4,2%
Zucht Kokons gesamt:	490	[18,8%]	2120	[81,2%]	2610	100%

Diese Ergebnisse der Kokonaufzucht der hochmontanen *D. pini*-Population aus Wolkenstein (1600 m) stimmen gut überein mit früheren Befunden (1995/96) einer ersten Gebirgspopulation *kühler höherer Lagen* aus Gröden bei St. Christina (1250 m).

Eine Kolonie Altlarven (L5-6) von 100 Ex (alle schwarzköpfig!) war hier am 6. Sept. 1995 an einer Latsche in kühler Lage gesammelt und nach Brixen (550 m) transferiert worden, wo von 9.–20. Sept. 90% der Larven ihre Kokons gebildet hatten, die übrigen bis Ende Sept., 6 Larven starben ab.

Das Schlüpfen der Blattwespen im Frühjahr 1996 setzte am 24. Mai ein und endete am 24. Juni; dies war die früheste bis dahin in den hiesigen Zuchten festgestellte kompakte Schlüpfwelle von *D. pini*. Insgesamt schlüpften 75 Blattwespen (31% ♂♂ u. 69% ♀♀), 19 Kokons blieben geschlossen und enthielten beim Nachschneiden im Juli abgestorbene, vertrocknete Pronymphen. Überlieger traten keine auf und auch keine Parasiten (Hellrigl 1996).

Eine weitere hochmontane *D. pini*-Population aus Gröden, von St. Ulrich (1350 m), wurde von Förstern am 26.08.02 gesammelt. Es waren 2 Larvengruppen (L4-6), von zusammen 213 Larven, die am sonnseitigen rechten Talhang – somit in weniger kühlen Lage – an angepflanzten 5 m hohen Kiefern in Hausnähe gefressen hatten.

Die Kopfkapselfärbung war bei diesen Larvengruppen zwar auch ± angedunkelt, aber nicht so stark wie bei den zuvor erwähnten *D. pini*-Larven aus kühleren Hochlagen. Hingegen entsprach ihr Entwicklungsgrad, mit vorwiegend L5-6 und vereinzelt L4-Larven, weitgehend dem der in ähnlichem Zeitraum bisher in Gröden gefundenen Larven kühler Lagen. Bemerkenswert ist, daß sich an 18% der Larven auch angeheftete weiße Eier von Tachinenfliegen fanden, mehrfach 2–3 und an einer Larve sogar 4 Eier. Die meisten dieser Larven starben infolge Hitzeschock, den sie durch Sonneneinstrahlung auf das verschlossene Sammelgefäß erlitten hatten, innerhalb weniger Tage ab; dennoch waren bis zum 30. Aug. noch 4 ♂♂ und 3 ♀♀ zur Kokonbildung gelangt. Eine Nachsuche am 2. Sept. am Herkunftsort ergab nur mehr 4 Larven, die bis zum 8. Sept. die Kokons bildeten (2 ♂ + 2 ♀). Damit zeigt sich, daß auch die Larvenpopulation aus St. Ulrich (1350 m), aus mäßig kühlen Lage, eine zeitlich ähnliche Abschlußphase der Larvenentwicklung aufzuweisen hat, wie Larven aus schattigen kühlen Hochlagen.

Durch die relativ frühe und zeitlich kompakte Kokonbildung bei hochmontanen *D. pini*-Populationen entsteht der Eindruck, daß bei Gebirgspopulationen von *D. pini* ganz allgemein, ein temperaturmäßig geeigneter Kokonbildungszeitpunkt das eigentliche Ziel sei, wonach sich die anderen Parameter, wie Eiablagezeitpunkt und Larvenfraßdauer, orientieren. Der Mechanismus der Temperaturregulierung könnte hier auf eine Differenz gegenüber einem nicht überschreitbaren Grenzwert einreguliert sein. Ein solcher Grenzwert ist in hochmontanen Lagen durch die ab Mitte September einsetzenden kühlen Herbsttemperaturen (z. B. in 1500 m Seehöhe: Nachttemperatur um +5°C, Tageserwärmung um 18°C) sowie die ersten Nachtfröste im Oktober gegeben.

Tatsächlich ist es verblüffend, daß bei Gebirgspopulationen wärmerer Montanlagen, wie z. B. Feldthurns (800 m), der Schwerpunkt der Kokonbildung deutlich später, nämlich im Sept./Oktober, erfolgt – wobei auch die Flugzeit und Eiablage der Blattwespen hier später einsetzen, mit Schwerpunkt im Juli – auch bis in den August hinein. Logischer wäre es umgekehrt, denn in niederen wärmeren Lagen sollte man frühere Erscheinungszeit/Eiablage der Imagines erwarten und früheren Fraßabschluß der Larven.

Die Flug- und Eiablageperiode von *D. pini* in kühlen Hochlagen in Wolkenstein läßt sich nach den dort vorgefundenen Larven auf einen Zeitraum von 1 Monat eingrenzen, von Mitte Juni bis Mitte Juli; in den Transfertzuchten hingegen währte das Schlüpfen 2 Monate!

5 Schlüpfwellen und Überliegen der Gebirgspopulationen von *D. pini* in Südtirol

Im Gegensatz zu bivoltinen Tieflandherkünften sind die untersuchten hiesigen *D. pini*-Gebirgspopulationen univoltin und spätaktiv. Die Hauptflugzeit Südtiroler *D. pini* findet unter natürlichen Bedingungen im Juli statt, mit möglichen Vorläufern im Juni und Nachzüglern im August (vgl. Abb.1 u. 2). Dies gilt auch für die Populationen *höherer kühler Lagen*, die in den Transfertzuchten in tieferen Lagen zwar eine *frühe* Erscheinungszeit im Mai/Juni vortäuschen (Abb. 3), die am Herkunftsort jedoch temperaturbedingt erst zu einem viel späterem Zeitpunkt, ab Ende Juni/ Anf. Juli, stattfindet.

Bei den hiesigen Populationstypen zeichnen sich interessante Trends im Schlüpfverlauf ab: So zeigt sich bei Populationen *mittlerer warmer Lagen* im Eisacktal (z. B. Feldthurns: 800 m) eine ausgeprägte »Rechtslastigkeit« der Schlüpfverteilung, mit Maximum am Ende (Abb. 1). Typisch für Populationen *höherer warmer Lagen* im Vinschgau ist hingegen eine »Linkslastigkeit« der Schlüpfverteilung, mit Maximum zu Beginn (Abb. 2). Auch für Populationen *höherer kühler Lagen* in Gröden gibt es eine ausgeprägte »Linkslastigkeit« der Schlüpfkurve (Abb. 3).

Eine Auftreten von mehreren ausgeprägten Schlüpfwellen konnte bei den Südtiroler Gebirgsökotypen von *D. pini* weder in den Transfertzuchten in Brixen festgestellt werden, noch zeichneten sich solche Schlüpfwellen im Freiland ab. Die hiesigen univoltinen spätaktiven Ökotypen sind durch Anpassung an die Phänologie und Disponibilität bruttauglicher Kieferntriebe darauf eingestellt, ihre Eiablagen von Anf. Juli bis Mitte August durchzuführen; ausnahmsweise schon ab Mitte/Ende Juni. Dies ist ein relativ kurzer Zeitraum, von normalerweise rd. 1 Monat bis maximal eineinhalb Monaten. Es scheinen somit bei *univoltinen spätaktiven* Gebirgspopulationen von *D. pini* die meisten der von *bivoltinen frühaktiven* Tieflandformen bekannten Schlüpfwellen auszufallen.

Im Vergleich zu den Schlüpfsergebnissen früherer Zuchten in Brixen (vgl. Tab.1), waren an den Herkunftsorten im Freiland folgende Eiablageperioden beobachtet worden:

In Feldthurns (800–850 m) waren 1990 48 Triebgelege von *D. pini* (an Jahrestrieben) beobachtet und untersucht worden: rd. 33% der Eigelege waren Anf. bis Mitte Juli abgelegt worden, bis Ende Juli waren 75% und am 5. August 95% erreicht; die ersten Eilarven schlüpfen zwischen 15.–20. Juli und die letzten Mitte August (Hellrigl 1994, 1997).

Die Eiablagen im Eisacktal 1991, in Höhenlagen von 800–1000 m, erfolgten von 13. Juli bis 12. Aug.; in Feldthurns wurden noch am 21. Aug. schlüpfende Eilarven beobachtet und fotografiert (vgl. Hellrigl 1996: p.71, Abb.17: Fig.4). – Insgesamt wurden 1991 im Juli/Aug. 11 *D. pini*-Weibchen während ihrer Eiablage beobachtet und für weitere 7 Eigelege ließ sich die Eiablage durch Vergleiche der Junglarven (L1-L2) zeitlich genau einordnen. Die Eiablagedauer der Weibchen betrug 3–8 Tage (durchschnittlich 5–6 Tage). Auch in den Jahren 1992 und 1993 war die Haupteiablagezeit von *D. pini* in Feldthurns jeweils die zweite Julihälfte, was den Beobachtungen der früheren Jahre entsprach (Hellrigl 1994, 1997).

Bereits bei den damaligen Untersuchungen in mittleren montanen Lagen war eine mangelnde Übereinstimmung zwischen Zuchtschlüpfen und Freilandphänologie von *D. pini* aufgefallen, die – bei einer Höhendifferenz von 250–300 m zwischen Herkunftsort und Zuchtort (Brixen) – auf etwa 2 Wochen früheren Schlüpfbeginn in der Zucht eingeschätzt wurde (Hellrigl 1994). Besonders war dabei auch der Unterschied in der Vegetationsentwicklung und die fehlende Verfügbarkeit von zur Eiablage geeigneten neuen Jahrestrieben vor Juli aufgefallen. Während des fünfjährigen Untersuchungszeitraumes in Feldthurns und im Eisacktal waren vom Verfasser hunderte von *D. pini*-Eigelegen an Kieferntrieben beobachtet und untersucht worden und darunter fand sich kein einziges, das an einem vorjährigen Trieb abgelegt worden wäre.

Analog war die Situation 1984/86 in den Befallsgebieten im Vinschgau am Latscher Sonnenberg gewesen, wo *D. pini*-Populationen höherer warmer Lagen 1984 in 30–40-jährigen Kiefernauflorungen bei Kastellbell/St. Martin (1000–1400 m) auf einer Fläche von 100 ha (red. 75) in Gradation getreten waren.

Auch hier fanden sich im 1. Gradationsjahr (1984) neue Eigelege nur an ausgewachsenen diesjährigen Kieferntrieben; somit konnten die Eiablagen 1984 hier nicht vor Ende Juni erfolgt sein. Eine Untersuchung von 200 Einadeln ergab eine Eimortalität von 11,5% (Hellrigl 1984: Forstschädlingsberichte).

Im Jahre 1985 weitete sich der Befall noch gegen Schlanders-Tappein (20 ha: 1200–1400 m) hin aus und erreichte auch in Latsch-Kastelbell-Tschars 250 ha (red.180). Auch 1985 fanden sich frische Eigelege nur an diesjährigen Jahrestrieben; doch war damals die Freilandphänologie der Blattwespen, aufgrund der verfrühten Erscheinungzeit in den Kokonzuchten in Brixen (vgl. Hellrigl 1996: Abb. 5a), nicht richtig eingeschätzt und fälschlich mit »Juni« angegeben worden (in der Zucht 1985 waren im Juni über 80% der Blattwespen geschlüpft). – Dieser Einschätzungsfehler dürfte rd. 3 Wochen betragen haben.

Im Jahre 1986 begann der natürliche Zusammenbruch dieser Gradation, infolge hoher Kokonmortalität (durch Parasitierung und Prädatoren); im Befallsgebiet fanden sich Mitte August nur noch sehr vereinzelt rezente Eigelege an diesjährigen Trieben und auch zur Hauptfraßzeit der Larven im Sept./Oktober war der Befall nur mehr schwach ausgeprägt (Hellrigl 1994).

Nach dreijähriger Pause war es 1990 im Vinschgau im selben Gebiet (800–1500 m) zu einem Neuauflaufen der Gradation gekommen, mit stellenweisem Herbst-Lichtfraß im September auf 165 ha (red. 30 ha). Im Jahre 1991 wurden bei der Untersuchung von Befallszonen in verschiedenen Höhenlagen (1100–1250 m; 1250–1350 m; 1350–1480 m) Eiablagen im Zeitraum vom 20.06. bis 30.07. festgestellt (Hellrigl 1994). Im Jahre 1992 wurden im Gebiet (St.Martin-Ratschill: 1100–1300 m) am 11. Aug. nur mehr wenige Eigelege von *D. pini* gefunden; nur an einem dieser Gelege fanden sich auch fressende Larven (L3), mit rückdatierbarer Eiablage um etwa Anf./Mitte Juli. Die meisten Gelege waren infolge hoher Eiparasitierung (die Auszählung von 7 Triebgelegen mit 92 belegten Einadeln und 878 Eiern, ergab 63% Eimortalität) im Junglarvenstadium eingegangen und die Gradation zusammengebrochen (Hellrigl 1992: Forstschädlingsberichte). Im Nachgradationsjahr 1993 wurden insgesamt nur mehr 8 Triebgelege gefunden, von denen nur eines mit 6 L4-Larven überlebte; die Eimortalität war auf 82% angestiegen, davon 43% zweifelsfrei auf Eiparasitierung zurückführbar (Hellrigl 1997).

Zum Verständnis des Eiablageverhaltens von *D. pini* sind einige Erörterungen angebracht. Offenbar ist *D. pini* eine Art, die sich hinsichtlich ihrer Eiablage absolut akrodendrisch bzw. akroramikol verhält, d.h. die Weibchen fliegen die äußersten Jahrestriebe der Kiefern an. Sind diese für eine Eiablage zu unausgereift und ungeeignet, so fliegt das Weibchen wieder ab; dieser Vorgang kann sich vermutlich mehrmals wiederholen. Hingegen verhalten sich *D. pini*-Weibchen bei ausgereiften bruttauglichen Jahrestrieben absolut ortstreu; sind sie auf einen geeigneten Kieferntrieb angeflogen – oder hat man sie darauf gesetzt – so verlassen sie ihn nie mehr; selbst nach abgeschlossener Eiablage bleiben sie noch einige weitere Tage, bis zu ihrem Tod, am selben Trieb. Sie lassen sich auch nicht vertreiben, wenn man den Trieb anfaßt um den Fortgang der Eiablage zu kontrollieren. Dieses Verhalten rührt daher, daß *D. pini* – als eine Art mit ausgeprägtem gregären Fraß- und Geselligkeitsverhalten der Larven – bestrebt ist, sämtliche Eier eines Weibchens, möglichst nahe beieinander, an ein und demselben Trieb abzulegen.

Gerade gegenteilig verhalten sich *D. pini*-Weibchen, wenn man sie auf unausgereifte Kiefernjahrestriebe setzt; hier gibt es für sie kein Halten und sie fliegen umgehend davon, ohne sich dabei im geringsten um darunter anschließende Altnadeln von Vorjahrestrieben zu interessieren. Bei den Zuchten mit Grödner *D. pini* hatte Verf. im Juni 2002 in Brixen versucht, hunderte von frischgeschlüpften *D. pini* an Topfkiefern am Zuchtbalkon anzusetzen, an neuen Jahrestrieben die für Eiablagen bereits tauglich erschienen; doch kein einziges Weibchen verblieb und schritt zu Eiablage. Dieser Versuch gelang erst mit den zwei zuletzt geschlüpften (unbefruchtet gebliebenen) Weibchen vom 16./17.Juli, welche sitzen blieben und umgehend mit der Eiablage begannen (das 1. Weibchen legte bis 23. Juli an 13 Nadeln 113 Eier, das 2. Weibchen an 15 Nadeln 140 Eier; die Eilarven schlüpfen nach 17 Tagen ab 3. Aug).

Die Eilarven dieser ex ovo-Zuchtgelege hatten überraschender Weise gelbe Kopfkapseln; diese behielten sie auch nach den folgenden Häutung zu L2 (11. Aug.) weiterhin bei und ebenso noch als L3 am 21.08.02 (Abb. 5), als sie inzwischen die Größe der am 28.Juli in Gröden gefundenen schwarzköpfigen L2-3 erreicht hatten. Diese letzteren in Wolkenstein (1580 m) gesammelten schwarzköpfigen Junglarven (Abb. 4) behielten hingegen in der Weiterzucht in Brixen auch nach den folgenden Häutungen diese schwarze Kopfkapsel färbung unverändert bei (Abb. 6).

Bei der Schwarzfärbung der Larvenkopfkapseln dieser hochmontanen *D. pini*-Populationen scheint es sich um einen auf kühlere Temperaturen zurückzuführenden Kälte- oder Höhenmelanismus (primärer Nigrismus nach ESCHERICH 1942) zu handeln, der nach GÖßWALD (1935) reversibel sein sollte, wenn die Larven wieder höheren Temperaturen ausgesetzt werden. Dies war hier nur bei ex ovo-Zucht der Fall, denn auch deren L4 (Foto: 31.08.02) und L5 (Anf. Sept.) hatten noch vorwiegend gelbe Kopfkapseln. Die Kokonbildung dieser »gelbköpfigen« ex ovo-Altlarven (Abb. 7), aus den Eiablagen vom 16./17. Juli in Brixen verlief ähnlich rasch und kompakt wie die ihrer Grödnertal-Geschwisterlarven: die drei ersten L5 bildeten am 7. Sept. Kokons und bis 15. Sept. hatten sich 89 von 92 L5 (97%) eingesponnen. Die Gesamtentwicklung vom Ei bis zur Kokonbildung hatte bei den männlichen Larven der ex ovo-Zucht in Brixen somit 53 bis 60 Tage betragen. Dies bestätigt, daß in Wolkenstein (1600 m) – unter kühleren klimatischen Bedingungen – die Präsenz von *D. pini*-Weibchen vor Mitte Juli beendet gewesen sein muß.

Warum *D. pini*-Weibchen gut daran tun, unausgereifte Kiefernmaitriebe zu meiden, hatten bereits frühere Versuche gezeigt. Auch damals waren frühe *D. pini*-Weibchen aus Zuchten bereits Anf. Juni an Kieferntriebe angesetzt worden, aber wieder abgeflogen; deshalb wurden einzelne Fröhschlüpfer in Gazebeutel gegeben und diese um junge Kieferntriebe gebunden; dabei kam es an zwei Kieferntrieben zu Eiablagen, doch vertrockneten nach 10 Tagen an den Trieben die noch nicht voll ausgehärteten Einadeln und mit ihnen die *Diprion*-Embryonen. Dieser Vorgang bei *D. pini*-Eiablagen wird bereits von ESCHERICH (1942) beschrieben: »Sind die Nadeln noch nicht genügend erhärtet, so vertrocknen sie vielfach, was auch den Tod der Eier bedeutet.«

Die frühesten erfolgreichen Eiablagen von *D. pini* gelangen in früheren Zuchten erst ab 18.–20. Juni, wobei die Eilarven dann Anfang Juli schlüpfen. Fehlende Übereinstimmung in der Phänologie von Brutpflanze und Blattwespen kann somit bei *D. pini* eine Weiterentwicklung zu früh schlüpfender Blattwespen verhindern. Unter diesem Aspekt erlangt das in Gröden im Juli festgestellte Verhalten von Eiablagen an Nadeln des vorjährigen Jahrestriebes – bei gleichzeitiger Präsenz von neuen, noch nicht bruttauglichen diesjährigen Jahrestrieben – besondere Bedeutung. Es ist dies nämlich ein für Gebirgspopulationen von *Diprion pini* absolut ungewöhnliches Verhalten.

Hingegen scheint es bei univoltinen früh- bis mittelaktiven Tieflandpopulationen öfters vorzukommen; dazu schreibt ESCHERICH (1942): *Bei einfacher Generation schwärmen die Wespen im Juni und Juli, die Eiablage erfolgt in vorjährige und diesjährige Nadeln, mit Bevorzugung der letzteren. Bei doppelter Generation fallen die Schwärmzeiten von D. pini in die Monate April-Mai und dann wieder Juli–August; die Eiablage der 1. Generation erfolgt in vorjährige, die der zweiten Generation in heurige Nadeln.*

Eine wichtige Rolle im Entwicklungs- und Gradationsablauf von *D. pini* spielen Überlieger, d.h. Kokons, die in verlängerte Diapause von 1–3 Jahren gehen (vgl. Pkt. 2).

Von manchen Autoren, wie EICHHORN und PSCHORN-WALCHER, wurde die unterschiedliche Höhe der Überliegerate zur Mitcharakterisierung bestimmter Ökotypen von *D. pini* herangezogen, d.h. sie wurde als *populationsgenetisches* Merkmal aufgefaßt. Dies erscheint nach den vorliegenden Befunden aber problematisch: Einerseits ergeben sich nämlich Divergenzen zwischen entsprechenden Ökotypen verschiedener Gebiete, wie z.B. *Gebirgspopulationen höherer kühler Lagen*, die nach Untersuchungen von EICHHORN (1991) durch eine hohe Überliegerate gekennzeichnet seien, was aber für Südtirol nach eigenen Befunden nicht zutrifft. Weiters hat sich in Südtirol auch im selben Gebiet die Überliegerate als nicht konstant erwiesen (Tab. 3). Dies läßt vermuten, daß sie in hohem Maße auch von äußeren variierenden Faktoren (z.B. klimatischer Verlauf, Zeitpunkt der Kokonbildung u.a.m.) abhängig ist.

Tatsächlich konnten in Frankreich GERI et al. (1985, 1988, 1989, 1990, 1991) in einer Reihe einschlägiger Arbeiten bei *D. pini* Zusammenhänge nachweisen zwischen Populationsentwicklung und Diapauseverhalten einerseits und Licht- und Temperaturverhältnissen sowie Ernährung der Larven (Alter und Menge der Nadeln) und Individuenzahl der Larvengesellschaften andererseits (J. Appl. Ent., 106, 108, 109, 112).

Tab. 3: Kokonbildung und Überliegerraten von *D. pini* in Südtirol 1991 bis 1995/96

Herkunft und Jahr:	Kokonbildung: [Jahr: n]	Kokons: [Jahr: n]	Schlüpfrate: [Jahr n+1]*	Mortalität: [Kokons]	Überlieger: [Jahr: n+2]
1. Vinschgau 1991:	15.08.–25.08.91	87	35 (40,2%)	2 (2,3%)	50 (57,5%)
2. Vinschgau 1991:	25.08.–20.10.91	330	267 (80,9%)	27 (8,2%)	36 (10,9%)
3. Feldthurns 1991:	30.08.–05.11.91	1.783	1.509 (84,6%)	148 (8,3%)	126 (7,1%)
4. Feldthurns 1992:	20.09.–08.11.92	324	169 (52,2%)	40 (12,3%)	115 (35,5%)
5. Feldthurns 1993:	06.08.–18.09.93	55	52 (94,5%)	3 (5,5%)	0 (0,0%)
6. Feldthurns 1993:	20.09.–15.11.93	753	558 (74,1%)	141 (18,7%)	54 (7,2%)
7. Feldthurns 1994:	05.08.–17.09.94	303	285 (94,1%)	13 (4,3%)	5 (1,7%)
8. Gröden 1995/96:	09.09.–30.09.95	94	75 (79,8%)	19 (20,2%)	0 (0,0%)
Summe:1991/96	[**]	3.729	2.950 (79,1%)	393 (10,5%)	386 (10,4%)

*[Wespen + Parasitoiden]; **[aus ca. 80 Larven-Fraßgesellschaften]

Legende zu Tab. 3: Kokonbildung und Überliegerraten

- 1.: Kastelbell (1100–1250 m): L3-L5 gesammelt 9.08.91: früheste Einspinnlarven / höchste Überlieger;
- 2.: Kastelbell (1250–1400m): 7 Larvenkolonien L2-L4 (gesammelt: 9.08.91), mit den Überliegeranteilen: 0%, 1 Kolonie (n = 14); 5–10%, 4 Kolonien (n = 195); 16,4–18,2%, 2 Kolonien (n = 121);
- 3.: Feldthurns (800m): 42 Larvenkolonien (gesammelt zu verschied. Zeiten, von L1 bis L5), mit Überliegeranteilen: 0%, 9 Kolonien (n = 425); 2–5%, 7 Kolonien (n = 398); 5–10%, 14 Kolonien (n = 571); 10,3–15%, 4 Kolonien (n = 136); 17,3–26,1%, 3 Kolonien (n = 195); 32,8%, 1 Kolonie (n = 58);
- 4.: Feldthurns: Larven (L4-L5) aus 11 Larvenkolonien gesammelt: 15.09.92 (86%) und 23.10.92 (14%);
- 5.: Feldthurns: 2 Larvenkol. (n= 55): Früh- und Mitteleinspinner (Aug./Anf. Sept.): keine Überlieger;
- 6.: Feldthurns: 10 Larvenkol. (n= 753): Mitte Sept. als L3-L5 gesammelt und in Aufzucht genommen;
- 7.: Feldthurns: ca. 5 Larvenkolonien: Früheinspinner aus frühen Eiablagen;
- 8.: St.Christina (1250 m): 1 Larvenkolonie: 100 Altlarven gesammelt am 6.09.1995.

Diese Überliegerbefunde zeigen, daß die Überliegerrate von *D. pini* in Südtirol durchschnittlich niedrig ist (10,4%), dabei aber in weiten Grenzen erheblich variieren kann: Sie betrug etwa 1991 bei 2200 Kokons (Nr. 1–3: Kastelbell + Feldthurns) aus 50 Larvenkolonien durchschnittlich 9,6%; dabei waren 10 Larvenkolonien (20%) überhaupt überliegerfrei und bei weiteren 15 Kolonien (n = 845) lag die Überliegerrate unter 7%. Daneben traten in denselben Gebieten bei einzelnen Larvenkolonien z.T. auch höhere Überliegerraten auf, wobei sich aber kein festes Schema erkennen ließ. So ergaben etwa 1991 zwei benachbarte Freiland-Kolonien aus Feldthurns (Nr. 40 und 40b), mit gleicher Eiablagezeit (Anf. Aug.) und gleicher Einspinnzeit (25.9. bis 30.10.), unter identischen Aufzuchtbedingungen, bei n1= 46 Kokons 26,1% Überlieger und bei n2= 53 Kokons nur 3,8% Überlieger. Desgleichen fanden sich hier überliegerfreie Larvenkolonien sowohl unter den *Früheinspinnern* (30.08.–15.09.91), aber auch bei *Mitteleinspinnern* (15.09.–10.10.) und sogar bei *Späteinspinnern* (15.10.–5.11.).

Bei fraktionierten Larven/Kokonzuchten 1993/94 in Brixen, mit 12 Larvenkolonien von *D. pini* aus Feldthurns wurden die ab Aug. 1993 gebildeten Kokons in 5-tägigen Abständen gesammelt und getrennt aufgezogen bis zur Schlüpfperiode 1994 (Tab. 3: Nr. 5+6).

Dabei waren 1994 von den im Jahre 1993 gebildeten 808 Kokons 75,5% geschlüpft, 17,8% abgestorben und 6,7% Überlieger. Bei den Früh- und Mitteleinspinnern im Hoch- und Spätsommer traten keine Überlieger auf, während bei den Späteinspinnern im Herbst die Überliegerrate am Anfang, d.h. zu Herbstbeginn, am höchsten war (11%), um dann mit fortschreitendem Herbst kontinuierlich zu sinken (bis 4%); dennoch nahm

dabei der Schlüpfprozentsatz kontinuierlich ab, da im Gegesinne die Mortalitätsrate (Vertrocknung als Eonymphen) zunahm. Späteinspinner von *D. pini* zeigten in Südtirol relativ geringe Überliegerbereitschaft (HELLRIGL 1996). Auch PSCHORN-WALCHER (1982) verweist auf den sich bei *D. pini* abzeichnenden Trend, wonach »früh sich einspinnende Tiere einer Population häufiger überliegen als Späteinspinner«. Dem entspricht auch ein Phänomen, welches nach Prof. Eichhorn (persönl. Mitt.) bereits Ende der 70er Jahre von K.-L. Pausch anlässlich der Untersuchung einer *D. pini*-Gradation im Untermaintal (220 m) gefunden wurde, wonach die Individuen, welche die Langtagskoinzidenz am knappsten verfehlen – am längsten überliegen, während sich im Herbst spät einspinnende *D. pini*-Larven erhöhte Schlüpfbereitschaft im Folgejahr zeigen.

Mit dem Sinken der Überliegertrate bei den Späteinspinnern, bestätigte sich ein bei der Zirbenblattwespe *Diprion similis* noch viel ausgeprägter Trend, daß Langtags-Diprioniden hinsichtlich ihres Diapauseverhaltens nicht nur auf Langtag reagieren sondern auch auf Kurztagseinflüsse (Hellrigl 1996). Auf diese Reaktion wird bei *D. pini* auch von anderen Autoren (SHAROV & SAFONKIN 1982: cit. Eichhorn i.l.) hingewiesen.

Ähnliche Zusammenhänge zwischen Kokonbildungszeitpunkt und Höhe der Überliegertrate hatte auch PSCHORN-WALCHER (1970) bei der Kurztagsart *Neodiprion sertifer* in der Schweiz am Grimsel-Paß (1800 m) festgestellt. Dabei betrug bei den Kokonspinnern in der letzten Augustwoche 1967 die Überliegertrate 25,6%, bei denen der 1. September-Woche 19,5%, in der 2. Sept.-Woche 12,6%, in der 3. Sept.-Woche 10,1% und in der 4. Sept.-Woche nur 6,5%. Dieser Befund ist auch deshalb besonders bemerkenswert, als er eine der wenigen Ausnahmen darstellt, der echte Freilandbeobachtungen zu Grunde liegen; die betreffenden Kokons (n = 495) waren nämlich ganzjährig am Paß belassen und zweimal wöchentlich vor Ort kontrolliert worden (Prof. Pschorn-Walcher, persönl. Mitt.).

6 Schlußbetrachtung

Die Untersuchungen über Gebirgspopulationen von *D. pini* in Südtirol haben ergeben:

Ortstransferierte Larven- und Kokonaufzuchten sind Artefakte, welche die wahren Schlüpfverhältnisse der Blattwespen nicht real, sondern zeitverschoben widerspiegeln; sie weichen von den realen Verhältnissen am Herkunftsort um so stärker ab, je größer der Unterschied der klimatischen Bedingungen (insbesondere der Temperatur) zwischen Herkunftsort und Aufzuchtort ist. Dieser Unterschied kann enorm sein; im untersuchten vorliegenden Falle – wo die Höhendifferenz zwischen Herkunft Gröden und Aufzucht Brixen rund 1000 Höhenmeter betrug – erreichte die Schlüpfdifferenz 7 Wochen. Während das Schlüpfen in der Transfertzucht Brixen (550 m) Anfang Mai begann und nach 2 Monaten Anfang Juli endete, setzte am Herkunftsort Gröden (1580–1600 m) der Schlüpfbeginn erst Mitte/Ende Juni ein.

Entsprechend dieser Feststellung wird evident, daß unter identischen Zuchtbedingungen Populationen aus höheren Gebirgslagen in den Transfertzuchten früher schlüpfen werden – und zwar umso früher, je höher bzw. kühler die Herkunftslage ist – als solche aus niederen Mittelgebirgslagen. Von den untersuchten Gebirgherkünften stimmen daher nur bei den Populationen aus dem Eisacktal, in *mittleren montanen Lagen*, natürliche Gegebenheiten und Zuchtergebnisse einigermaßen (d. h. mit Abweichung von rd. 2 Wochen) überein; dies bestätigte sich für Feldthurns (800 m), aufgrund von parallelen Zucht- und Freilandbeobachtungen während der Flugzeit (Hellrigl 1994, 1996).

Ein Zeitunterschied von 2–3 Wochen zwischen Freilandphänologie und Blattwespen-schlüpfen in Transfertzuchten zeichnet sich auch bei Populationen aus *höheren warmen Gebirgslagen*, wie z. B. Vinschgau (1100–1500 m) in den Jahren 1984/86 und 1990/92 ab, während die Zeitverschiebung bei einer früheren Population aus *kühler Montanlage* (St. Christina: 1250 m) auf etwa 1 Monat einzuschätzen ist.

Daraus ergibt sich, daß sämtliche Südtiroler Gebirgspopulationen von *D. pini* univoltine Spätschlüpfer sind, mit Hauptschlüpfzeit am Herkunftsort im Juli, mit möglichen Vorläufern Ende Juni und Nachzüglern Anfang August. Zu frühaktiven Erscheinungszeiten kommt es nur in Transfertzuchten. Zielbestimmung aller Gebirgs-Populationen ist es, zu Beginn des Sommers in Übereinstimmung mit der Phänologie und Bruttauglichkeit der neuen Kieferntriebe zu erscheinen, im Juli/Aug. mit dem Larvenfraß zu beginnen, um dann ab Ende Aug. – Anf. Sept. bis Ende Oktober zur Kokonbildung bereit zu sein. Die Kokonbildung setzt bei Populationen aus höheren kühleren Lagen deutlich früher ein und ist auch früher beendet als bei solchen aus tieferen wärmeren Lagen.

Es ist evident, daß das unterschiedliche Schlüpfverhalten verschiedener Höhenherkünfte in Transfertzuchten nur auf ein genetisch fixiertes, herkunftsindividuelles »Temperatur-Erkennungs- und Reaktionsvermögen« zurückzuführen sein kann. Dies entspricht der »Ökotypen«-Theorie von Eichhorn.

Auch Prof. Eichhorn stellte bei seinen Transfertzuchten unter Freilandbedingungen in Delémont (550 m) fest, daß sich ähnliche Verschiebungen auch hinsichtlich der unterschiedlichen geografischen Breiten (zwischen Herkunft- und Aufzuchtort) manifestieren: *Ausgedehnte Nord-Süd-Transferierungen von Larvenstadien sind unzweckmäßig; dabei zeigt sich oft deutlich, wie sehr die Ökotypen darauf reagieren* (Prof. Eichhorn, pers. Mitt.). Eine andere, noch genauer abzuklärende Frage hingegen ist, inwieweit die Schlüpfkurven selbst – wenngleich auch zeitverschoben – standortskonform sind. Dies betrifft z. B. die bei Populationen höherer Gebirgslagen in den Zuchten festgestellte Linkslastigkeit der Schlüpfverteilung (Abb. 2 und 3), sowie bei Gebirgsherkünften niederer Lagen die Rechtslastigkeit der Schlüpfverteilung (vgl. Abb. 1).

Die Überliegerate hat sich bei den hiesigen Gebirgspopulationen aller Höhenlagen (800–1400 m) bereits in früheren Transfertzuchten (N = 3729 Kokons) als durchschnittlich niedrig (rd. 10%) erwiesen; sie variiert dabei aber in weiten Grenzen (0% bis 60%), auch innerhalb derselben Populationstypen und am gleichen Herkunftsort (vgl. Tab.3), und kann deshalb kein populationsgenetisches Merkmal sein. Zur Charakterisierung verschiedener Ökotypen erscheint die Überliegerate deshalb ungeeignet; hingegen hat sich in den Transfertzuchten gezeigt, daß sie u. a. offenbar mit dem Kokonbildungszeitpunkt im Zusammenhang steht, der – bedingt durch unterschiedliche Larvenfraßdauer – aber eine sehr breite und variable zeitliche Streuung aufweisen kann. Präzise Aussagen über Überliegeraten und naturkonforme Erscheinungszeiten und Schlüpfverläufe sind aus Transfertzuchten nicht zu erwarten und somit nur durch Dauerbeobachtung am Herkunftsort möglich.

Bezüglich des Geschlechtsverhältnis (Sex ratio) ist zu erwähnen, daß dieses bei *D. pini* mannigfachen Variationen unterliegt, die von einer Vielfalt von Faktoren abhängen. Es kann sich dieses Verhältnis nicht nur am selben Ort in verschiedenen Jahren ändern, sondern tut dies auch im Laufe einer Gradationsphase – auch unter Mitbeeinflussung durch Parasitoiden und Prädatoren (deren Angriffen weibliche *D. pini*-Larven oft mehr bzw. länger ausgesetzt sind).

Obschon bei *D. pini* grundsätzlich von einem \pm ausgeglichenen Geschlechtsverhältnis ausgegangen werden kann, überwiegen meist die Weibchen, so daß nach EICHORN (1982) – bei großer Variationsbreite – im Mittel ein Verhältnis Männchen : Weibchen von 1 : 2.3 (d.h. 30% : 70%) besteht. Nun findet sich aber in den Zuchten häufig ein starker Überhang von Weibchen von 1 : 4 und mehr (vgl. Tab.1). Dies hängt u. a. damit zusammen, daß Altlarven zur Weiterzucht meist erst im Sept./Okt. eingetragen werden; zu diesem späten Sammelzeitpunkt sind aber bereits eine \pm große Anzahl männlicher Larven abgewandert, so daß in der Restpopulation die Weibchen stärker überwiegen.

Zusammenfassung

Die Gemeine Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* tritt in Europa häufig als Forstschädling auf, wobei zwei Populationstypen mit unterschiedlichem Voltinismus in Erscheinung treten: die Tieflandform und die Gebirgsform. Die Tieflandform tritt sowohl in univoltinen als auch in bivoltinen Populationen auf; normalerweise ist sie univoltin, kann aber unter speziellen geografischen und Photoperiode Gegebenheiten im nördlichen Teil Mitteleuropas, d. h. ober 48°N und einer Tageslichtdauer von 16 Stunden, auch bivoltin werden. Diese bivoltinen Populationen können 2 Generationen im Jahr hervorbringen, wobei der Flug der 1. Generation schon zeitig im Frühjahr beginnt (April–Mai) und der der 2. Generation im Sommer erfolgt (Juli–Aug.); dadurch kann die bivoltine Tieflandform sehr schädlich werden. – Im Gegensatz dazu ist die Gebirgsform, die typisch für das Alpengebiet ist, immer univoltin und beginnt mit ihrem Flug erst im Sommer (Juli–Aug.).

Bei den Gebirgspopulationen der Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* in Südtirol lassen sich 3 Ökotypen unterscheiden: Die Gebirgspopulationen *mittlerer* und *höherer warmer Lagen*, mit Unterschieden von Beginn und Ende der Flugzeit (Fig. 1 und Fig. 2); und die *höherer kühler Lagen* (Fig. 3). Besonders dieser letzte Ökotyp ist interessant, da bisher wenig erforscht. Verfasser hat nun Gelegenheit anlässlich eines Massenauftretens der Blattwespe an angepflanzten Latschen (*Pinus mugo*) und Schwarzkiefern (*Pinus nigra*) in Wolkenstein/Gröden (1580–1600 m) dieses *Gebirgstypus höherer kühler Lagen* näher zu untersuchen. Anfang Sept. 2001 wurden dort zahlreiche Fraßgesellschaften von Altlarven (L5-6) gesammelt und zur Weiterzucht nach Brixen (550 m) transferiert. Hier hatten sich bis Anf. Oktober die Larven fertig entwickelt und 2600 Kokons gebildet, die unter Freilandbedingungen überwinterten.

Überraschender Weise setzte nach der Freiland-Überwinterung der Kokons der Flug der Blattwespen bereits Anfang Mai 2002 ein und endete nach zweimonatiger Dauer Ende Juni (Fig. 3).

Diese frühe Erscheinungszeit war sehr ungewöhnlich für eine Gebirgspopulation von *D. pini*; tatsächlich bestätigten Kontrollbesichtigungen am Herkunftsort Wolkenstein/Gröden (1580–1600 m) im Juni–Juli, daß Beginn von Erscheinungszeit und Eiablage der Blattwespe unter natürlichen Herkunftsbedingungen fast um 2 Monate später auftraten, nämlich erst ab Ende Juni, als in der Transferti-zucht in Brixen (550 m) wo die zweimonatige Flugzeit der Blattwespen zu diesem Zeitpunkt bereits endete.

Es ist daher offensichtlich, daß das vorzeitige Schlüpfen der Blattwespen unter unnatürlichen und klimatisch günstigeren Bedingungen in um 1000 Höhenmeter tieferer Lage in Brixen, klimatisch bedingt war. Es ist aber erstaunlich, daß die transferierte Larvenpopulation in der Lage war, sich an ihre inhärente natürliche Klima-Programmierung zu »erinnern« und dieser am Aufzuchtort zu folgen.

Daraus ergibt sich, daß ortstransferierte Larven- und Kokonaufzuchten Artefakte sind, welche die wahren Schlüpfverhältnisse der Blattwespen nicht real, sondern zeitverschoben widerspiegeln; sie weichen von den realen Verhältnissen am Herkunftsort um so stärker ab, je größer der Unterschied der klimatischen Bedingungen zwischen Herkunftsort und Aufzuchtort ist. Es hat sich erwiesen, daß unter identischen Zuchtbedingungen Populationen aus höheren Gebirgslagen in tiefer gelegenen Transferti-zuchten um so früher schlüpfen, je höher bzw. kühler die Herkunftslage war.

Literaturverzeichnis:

- EICHHORN O., 1976: Dauerzucht von *Diprion pini* L. (Hym.: Diprionidae) im Laboratorium unter Berücksichtigung der Fotoperiode. – Anz. Schdlkde., 49: 38–41.
- EICHHORN O., 1977: Autökologische Untersuchungen an Populationen der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* (L.) (Hym.: Diprionidae): I. Herkunftsbedingte Unterschiede im Schlüpfverlauf und Diapauseverhalten. – Z. ang. Ent., 82 (1976/77): 395–414.
- EICHHORN O., 1978: Zur Prognose der Schlüpfwellen- und Generationsfolge bei der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* L. (Hym.: Diprionidae). – Anz. Schdlkde., 51: 65–69.
- EICHHORN O., 1979: Autökologische Untersuchungen an Populationen der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* (L.) (Hym.: Diprionidae): IV. Generations- und Schlüpfwellenfolge. – Z. ang. Ent., 88: 378–398.
- EICHHORN O., 1982: Untersuchungen zur Ökologie der Gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* (L.) (Hym.: Diprionidae): VII. Populationsdynamische Faktoren. – Z. ang. Ent., 94: 271–300.

- EICHHORN O., 1983: Dormanzverhalten der Gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* (L.) (Hym.: Diprionidae) und ihrer Parasiten. – Z. ang. Ent., 95: 482–498.
- EICHHORN O., 1991: Voltinismus und Schlüpfwellenfolge mitteleuropäischer Ökotypen der Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* L. (Hym., Diprionidae), ihre Mechanismen und ihre Bedeutung für den Massenwechsel. – J. Appl. Ent. 112: 437–453.
- ELIESCU G., 1932: Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. Z. ang. Ent., 19: 22–67; 188–206.
- ESCHERICH K., 1942: Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd.5: Hymenoptera und Diptera. – Parey, 746 pp. [Hymenopt. Tenthredinidae, Diprioninae (Lophyrinae): pp. 52–132].
- GÖßWALD K., 1935: Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. – Z. ang. Ent., 22: 331–384.
- HELLRIGL K., 1984–1987: Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion pini* L. am Latscher Sonnenberg (1100–1500 m) im Vinschgau (1984–1986). – In: Forstschädlingsuntersuchungen in Südtirol. Ber. Landesforstinspekt. Bozen: 1984: Nr. 7: 3–9; 1985: Nr. 1: 5–7; 1986: Nr. 2: 7–8; Nr. 4: 10–12; 1987: Nr. 4: 82
- HELLRIGL K., 1989–1992: Forstschädlingsuntersuchungen in Südtirol. – Interne Berichte, Landesforstinspektorat Bozen: 1989: Prot.Nr. 1, 165; 1990: 12, 44, 104, 150; 1991: 32, 33, 97; 1992: 19, 112 und p. 68–71
- HELLRIGL K., 1994: Untersuchungen zum Voltinismus der Gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* (L.) in Südtirol. – (Manuskript unveröffentlicht: 50 pp.).
- HELLRIGL K., 1996: Forstschädliche Kiefernblattwespen in Südtirol (Hym., Symphyta: Pamphiliidae, Diprionidae) Eiablage, Diapauseverhalten, Voltinismus. – Schriftenreihe für wissenschaftl. Studien, Nr. 3 (1996): 90 pp. – Autonome Provinz Bozen-Südtirol, Abt. 32, Forstwirtschaft – Bozen.
- HELLRIGL K., 1997: Parasitische Hautflügler und Zweiflügler in Waldgebieten Südtirols (Hym., Apocrita: Chalcidoidea, Ichneumonoidea; Diptera, Brachycera: Tachinidae): Vorkommen, Bedeutung, Perspektiven. – Schriftenreihe für wissenschaftl. Studien, Nr. 4 (1997): 115 pp. – Autonome Provinz Bozen-Südtirol, Abt. 32, Forstwirtschaft – Bozen.
- JAHN E. & MAISSNER N., 1957: Das Massenaufreten von *Diprion (Lophyrus) pini* im Oberinntal im Jahre 1955. – Der Schlern, 31: 87–95. – Bozen.
- JAHN E. & KOLLER F. & SCHEDL W., 1980: Zum Auftreten von *Diprion pini* (L.) in einer Extremlage bei Schönwies, Tirol, 1975–1979. – Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, 67: 157–172.
- PÖRNBACHER D., 1993: Studio biologico e demoeologico su infestazioni di *Diprion pin* L. in Val Venosta. – Dissertation, Univ. Padua: 214 pp.
- PSCHORN-WALCHER H., 1962: Zur Kenntnis der gesellig lebenden Kiefernbuschhorn-Blattwespen (Hym., Diprionidae) der Ostalpen. – 1. Kiefernwaldtypen und ihre *Diprion*-Fauna. – Pflanzenschutzber., 27 (11–12): 153–164.
- PSCHORN-WALCHER H., 1970: Studies on the Biology and Ecology of the Alpine Form of *Neodiprion sertifer* (Geoff.) (Hym.: Diprionidae) in the Swiss Alps. – Z. ang. Ent., 66: 64–83.
- PSCHORN-WALCHER H., 1982: Symphyta, Pflanzenwespen. – In: W. SCHWENKE (Hrsg.), Die Forstschädlinge Europas, Bd. 4: Hautflügler und Zweiflügler. – P. Parey, Hamburg und Berlin.
- SCHEDL K.E., 1938: Zur Blattwespen-Prognose (bei einer Gradation der Kiefern-Buschhornblattwespe *D. pini* L. auf der Frischen Nehrung bei Danzig). – Mitteil. aus Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft, 9, H. 2: 192–241.
- SCHWENKE W., 1964: Grundzüge der Populationsdynamik und Bekämpfung der gemeinen Kiefernbuschhorn-Blattwespe, *Diprion pini* L. – Z. ang. Ent., 54: 101–107.
- SHAROV A. A., 1993: Biology and population dynamics of the common pine sawfly, *Diprion pini* L., in Russia. In: Sawfly life history adaptation to woody plants 15, 409–429. Academic Press, Inc.