

Massenvermehrung und Populationszusammenbruch des Schwammspinners *Lymantria dispar* L. (Lymantriidae) 1992/93 im Tessin

BEAT WERMELINGER

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, CH-8903 Birmensdorf

Outbreak and population collapse of the gypsy moth Lymantria dispar in the canton Ticino in 1992/93.

– The latest outbreak of the gypsy moth *Lymantria dispar* L. gave rise to investigations on the gypsy moth dynamics in southern Switzerland. Densities and development of different gypsy moth instars were monitored. Additional information was obtained by semi-quantitative observations of gypsy moth antagonists. The population increase commenced in 1991 near Bellinzona and resulted in complete defoliation at various places in 1992 and 1993. In the first year of the outbreak regulating factors such as hunger, suboptimal host plants, predators, parasitoids, and a virus disease (nuclear polyhedrosis) already began to affect population development. In the second year of defoliation the populations collapsed due to the polyhedrosis. There were no places with two consecutive years of complete defoliation. The survival of the affected stands of chestnut trees was not jeopardized at any time.

Keywords: *Lymantria dispar*, outbreak, antagonists

EINLEITUNG

Der Schwammspinner *Lymantria dispar* L. ist von Europa über Russland bis nach Japan verbreitet mit Kalamitätsschwerpunkten in Süd- und Südosteuropa. In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts wurde der Falter auch in den Osten der USA eingeschleppt (DOANE & MCMANUS, 1981). Dort breitete er sich stark aus und führte zu grossen wirtschaftlichen Einbussen vorwiegend in Eichenwäldern. Eine Massenvermehrung des Schwammspinners in der Schweiz ist erstmals um 1888 aus der Gegend von Biel verbürgt, wo damals auf 47 ha Fläche vorwiegend Buchen kahlgefressen wurden. Weitere Ausbrüche gab es 1907-09 im Unterwallis, 1924 und 1929/30 im Tessin und 1984/85 im Tessin und Misox sowie im Unterwallis.

1992/93 fand an verschiedenen Orten der Alpensüdseite ein grossflächiger Befall mit teilweisem Kahlfrass von Kastanien- und Eichenbeständen statt. 1992 waren 1500 ha betroffen, 400 ha davon erlitten eine totale Entlaubung. 1993 waren 2400 ha befallen, doch gab es kaum noch Kahlfrass. Trotz der auffälligen Entlaubung hatte dieser Befall für den Wald keine nachteiligen Folgen. Laubbäume können sich von mehrmaligem Kahlfrass erholen, falls keine weiteren Stressfaktoren hinzukommen. Hauptsächlich waren Edelkastanien und Eichen betroffen, daneben wurden vor allem bei Nahrungsmangel auch die meisten anderen Laubbäume und sogar Nadelbäume (Lärche, Fichte) und Sträucher angenommen; Eschen wurden von den Raupen verschmäht. Abgänge von Waldbäumen infolge Schwammspinnerebefalls wurden im Tessin nicht beobachtet. Die Windverfrachtung der Jungraupen vom Wald in landwirtschaftlich genutzte Gebiete zwang jedoch einzelne Betriebe zur Behandlung ihrer Kulturen mit chemischen Produkten. Insbesondere

wurden Aprikosen-, Birn-, Apfel- und Nussbäume befallen, während Feigen-, Pfirsichbäume sowie Reben gemieden wurden. Das grösste Problem stellte jedoch die Belästigung der Öffentlichkeit durch Invasionen dieser bei Massenaufreten hyperaktiven Raupen in Gärten und Häuser dar. Mittels Flugblättern und Bulletins der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) und der Kantone Tessin und Graubünden (Misox) wurde die Bevölkerung orientiert und über mögliche Massnahmen aufgeklärt (WERMELINGER, 1993).

Von Seiten der Landwirtschaft und der Öffentlichkeit bestand einiger Druck auf den Kantonalen Forstdienst, die Raupen am Ursprungsort, nämlich im Wald, mit Pflanzenschutzmitteln zu vernichten. Das Waldgesetz lässt dies jedoch grundsätzlich nicht zu, und auch ökologische Überlegungen liessen von einer solchen Behandlung absehen. Allerdings drängten sich grundlegende Fragen bezüglich des Ablaufs solcher Massenvermehrungen im Tessin und der Auswirkungen mehrmaligen Kahlfrasses auf den Wald auf. Dieses Bedürfnis nach wissenschaftlichen Grundlagen zu Schwammspinner-Gradationen auf der Alpensüdseite führte zu den vorliegenden Untersuchungen über die Populationsdynamik (Ablauf und Steuermechanismen) des Schwammspinners während einer Gradation (Beginn bis Ende einer Massenvermehrung).

MATERIAL UND METHODEN

1992 und 1993 kartierte das Kantonale Forstschutzamt des Kantons Tessin sämtliche Befallsgebiete des Schwammspinners und planimetrierte die Flächen. Die WSL richtete im Frühjahr 1993 an drei im Vorjahr kahlgefressenen Orten Versuchsfelder ein. Diese befinden sich bei Lumino (340–460 m ü.M.; Valle Mesolcina), Monte Carasso (500 m ü.M.; Bellinzona) und Bedano (520–700 m ü.M.; Sottoceneri) (Abb. 1). An den ersten zwei Orten waren schon früher Massenvermehrungen bekannt (s. Einleitung). An jedem Versuchsort wurden im Abstand von durchschnittlich 500 m vier kreisförmige Teilflächen zu 100 m² verpflockt. Auf einer Teilfläche in Lumino stockten Flaumeichen (*Quercus pubescens*), auf allen anderen Edelkastanien.

Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

Eigelege – In allen Teilflächen wurden anfangs 1993 und 1994 vor Schlupfbeginn sämtliche Eigelege an den Stämmen, in der Krone (Feldstecher) und am Boden (Felsen) gezählt. Von 30 Gelegen pro Versuchsort wurden Länge und Breite gemessen; die Eizahl dieser Gelege wurde anschliessend im Labor bestimmt.

Schlüpfen der Larven – 1993 wurden im Feld pro Versuchsort 20 Gelege mit Insektenleim (Tanglefoot) umgeben. Die geschlüpften Eiräupchen wurden gezählt und entfernt. Zum Bestimmen der Schlupfrate wurden von jedem Versuchsort 500 Eier verschiedener Gelege ins Labor gebracht (Klimakammer, 16:8 h LT, 25 °C, 80 % rF).

Raupen- und Puppenzensus – Die Raupendichte der ersten drei (tagaktiven) Stadien pro Blatt wurden an 30 1-Meter-Zweigen pro Versuchsort bestimmt (7.6.; 22.6.93). Für die Erfassung der älteren, nachtaktiven Stadien und der Puppen wurden Jutestücke (Fanglappen) auf Brusthöhe um die Stämme gewickelt (20 pro Versuchsort). Die sich tagsüber darunter verbergenden Raupen wurden vom 1.7. bis 9.8.93 viermal gezählt. Gleichzeitig wurden auch die Puppenräuber (*Calosoma sycophanta* L.) erfasst.

Geschlechtsverhältnis – 30 Puppen von Bedano wurden im Juli 1993 im Labor zum Schlüpfen gebracht und das Geschlecht der Falter bestimmt (von den anderen Versuchsorten konnten keine nicht-virösen Puppen gefunden werden).

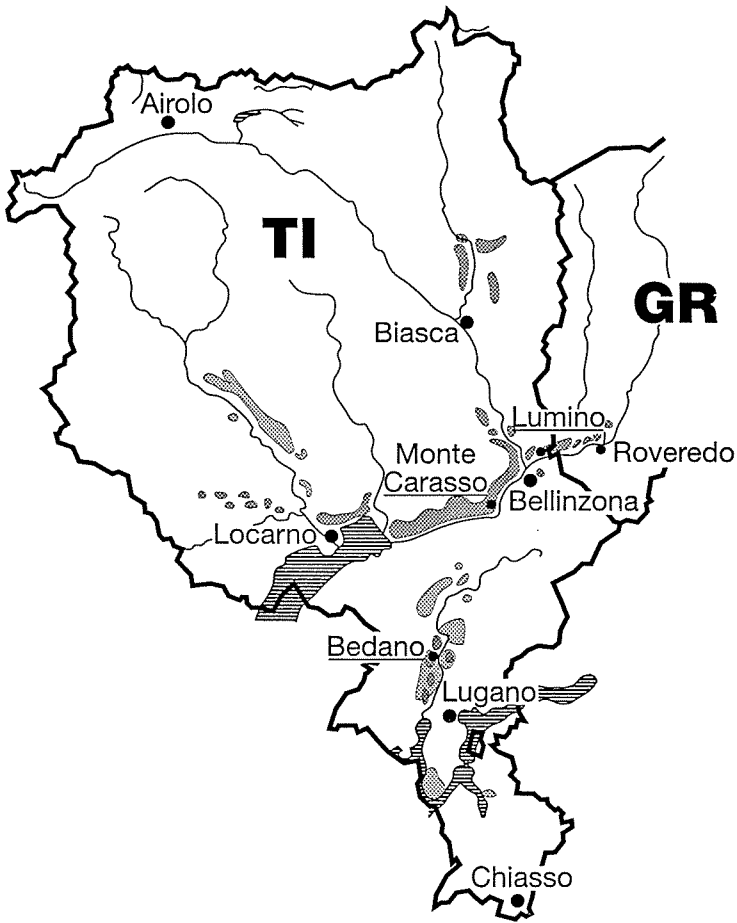


Abb. 1. Verteilung der vom Schwammspinner *Lymantria dispar* befallenen Flächen auf der Alpen Südseite 1993 (dunkel) und 1994 (hell); schraffierte Areale = Seen. – Areas defoliated by *Lymantria dispar* in 1993 (dark) and 1994 (light) in Ticino; hatched areas = lakes.

Falterfänge – Am 1.7.93 wurde pro Teilfläche eine Pheromonfalle aufgehängt (Pheromonquelle: Pheromonlabor der Eidg. Forschungsanstalt Wädenswil; Fallen: Variotrap = Unitrap = Moth Catcher, weiss/gelb/grün, Russell Fine Chemicals, Vertrieb CH: Siber & Hegner, Zürich) und bis Ende Oktober zehnmals geleert. 1994 hingegen die Fallen vom 1.7. bis 7.10. mit nur einer Leerung am Schluss.

Viele der obigen Untersuchungen konnten nur 1993 durchgeführt werden, da im folgenden Jahr die Dichten viel zu klein waren. Die Daten wurden mittels Systat[®] analysiert und auf dem 5 %-Niveau auf Signifikanz getestet (Varianzanalyse, Tukey Test, bzw. t-Test).

RESULTATE

Räumliche und zeitliche Entwicklung der Populationen

Die neueste Massenvermehrung ging wiederum vom Raum Bellinzona aus. 1991 waren westlich von Bellinzona erste Frassspuren des Schwammspinners sichtbar. 1992 nahm die Fläche der befallenen Gebiete zu, insgesamt waren auf der Alpensüdseite 1500 ha Wald vom Befall durch die Schwammspinnerraupen betroffen, 400 ha davon erlitten Kahlfrass. Hauptbefallsgebiete waren die Südhänge zwischen Locarno und Bellinzona bis hinauf in die untere Riviera, daneben das Valle Onsernone, die unteren Bereiche des Valle di Blenio und des Misox (Kt. Graubünden) sowie das Gebiet südlich des Monte Ceneri (Abb. 1). Die in diesem Jahr kahlgefressenen Gebiete wurden 1993 weitgehend verschont, die lokalen Populationen brachen zusammen (siehe Diskussion). Starken Befall gab es in diesem Jahr noch im Valle Maggia, im Sottoceneri, in dessen südlichem Teil bereits im Jahr zuvor sichtbare Entlaubung erfolgte, sowie bei Morcote. Die insgesamt befallene Fläche belief sich auf 2400 ha, doch gab es praktisch nirgends mehr vollständigen Kahlfrass.

Die Dichte der überwinternden Eigelege entwickelte sich folgendermassen (Tab. 1): 1993 wies Bedano signifikant mehr Gelege pro Teilfläche auf als die anderen Orte. Im nächsten Jahr besass Bedano zwar immer noch die grösste Gelegedichte, die aber mit 1.5 Gelegen/100 m² sehr gering war. Auch die Gelegegrösse war äusserst klein. An den beiden anderen Orten waren Dichte und Grösse der Gelege bereits 1993 deutlich kleiner. Dies weist darauf hin, dass die Populationen in Lumino und Monte Carasso sich bereits in der Retrogradationsphase (Populationsrückgang) befunden haben (vgl. SCHWENKE, 1978).

Tab. 1. – Erhebungen an drei Versuchsorten im Tessin während der Schwammspinner-Gradation (*Lymantria dispar*): Gelegedichte, Gelegegrösse und Schlupfrate der Eierüppchen im Frühjahr (Gelege der Vorjahressgeneration!), L3 = Raupen pro Blatt bis zum 3. Stadium (tagaktiv) am 22. Juni, L6 = Raupen pro Fanglappen der älteren Stadien (nachtaktiv) am 1. Juli, nicht-viröse Puppen pro Fanglappen am 1. Juli, Geschlechtsverhältnis [$\varnothing/(\varnothing+\delta)$], Falterfänge sowie Summe der unter den Fanglappen gefundenen Larven und Adulttiere des Puppenräubers (*Calosoma sycophanta*). Lumino und Monte Carasso erlitten 1992 Kahlfrass, Bedano 1993.

Survey on *Lymantria dispar* at three sites in Ticino: spring egg masses/100 m², egg number/mass and hatching rate of last year's generation; number of third larval instar per leaf; number of sixth larval instar and number of pupae per burlap band; sex ratio [$\varnothing/(\varnothing+\delta)$]; moth catches/trap, and sum of *Calosoma sycophanta* found under burlap bands.

		Gelege/100 m ² (n=4)	Eizahl/Gelege ¹ (n=30)	Schlupfrate ¹ % ¹ (n=500)	L3 (n=30)	L6 (n=20)	Puppen (n=20)	Geschlechtsverh. (n=30)	Falter/Falle (n=4)	Puppenräuber
1993	Lumino	55± 45 ^a	212±107 ^a	89.4 ^a	0.002±0.007 ^a	0.2±0.5 ^a	0.0 ^a	-	406±228 ^a	4
	Monte Carasso	28± 25 ^a	213± 94 ^a	92.0 ^a	0.006±0.012 ^a	0.2±0.4 ^a	0.0 ^a	-	124± 49 ^b	13
	Bedano	247±152 ^b	438±184 ^b	91.8 ^a	0.166±0.059 ^b	8.8±6.4 ^b	0.7±2.7 ^a	0.32	550± 25 ^a	42
1994	Lumino	0.25±0.50 ^a	-	-	-	-	-	-	16±13 ^a	-
	Monte Carasso	0.75±0.96 ^a	-	-	-	-	-	-	7± 4 ^a	-
	Bedano	1.50±1.73 ^a	86	-	-	-	-	-	25±12 ^a	-

¹ Gelege der Vorjahressgeneration, Erhebungen im Frühjahr

Werte (Mittelwert±Standardabweichung) innerhalb einer Kolonne eines Jahres mit verschiedenen Buchstaben (^a, ^b) unterscheiden sich signifikant (p<0.05); n = Stichprobenumfang

Abb. 2 zeigt den Zusammenhang zwischen den Gelegedimensionen und der Eizahl pro Gelege. Die beste Korrelation ergab sich zwischen dem Produkt von Länge mal Breite und der Eizahl. Für eine rasche Beurteilung der Eizahlen im Feld würde sich jedoch auch die Beziehung zwischen Gelegelänge in mm (x) und Eizahl/Gelege (y) eignen ($y = 16.5x - 117.6$, $R^2 = 0.68$, $p < 0.01$). In Abb. 2 zeigt sich nochmals, dass in Bedano grössere Gelege vorherrschten als an den zwei anderen, bereits im Vorjahr entlaubten Orten. Nicht ausgewirkt hat sich der Zusammenbruch der Gradation hingegen auf die Schlupfraten (Tab. 1).

Die Dichten der tagaktiven L3, der nachtaktiven L6 und der Puppen zeigten 1993 dasselbe Bild wie die Eigelege (Tab. 1): Nur noch in Bedano – im Vorjahr ohne Kahlfrass – konnten hohe Dichten dieser Stadien gefunden werden. Wie an den beiden anderen Orten nahm auch in Bedano die Populationsdichte im Verlauf des Jahres markant ab, konnten doch im Sommer fast keine Puppen mehr gesammelt werden, die nicht vom Kernpolyedervirus infiziert waren (siehe Diskussion). An den anderen Orten konnten gar keine Puppen mehr gefunden werden, was einen Vergleich des Geschlechtsverhältnisses verunmöglichte. 1994 waren auch in Bedano die Dichten zu klein für quantitative Untersuchungen.

Die Überwachung der Populationsdichte mit Pheromonfallen zeigte in den Jahren der Massenvermehrung folgendes Bild: Trotz niedriger Gelegedichten zu Beginn des Jahres fanden sich 1993 in Lumino signifikant mehr Falter in den Fal-

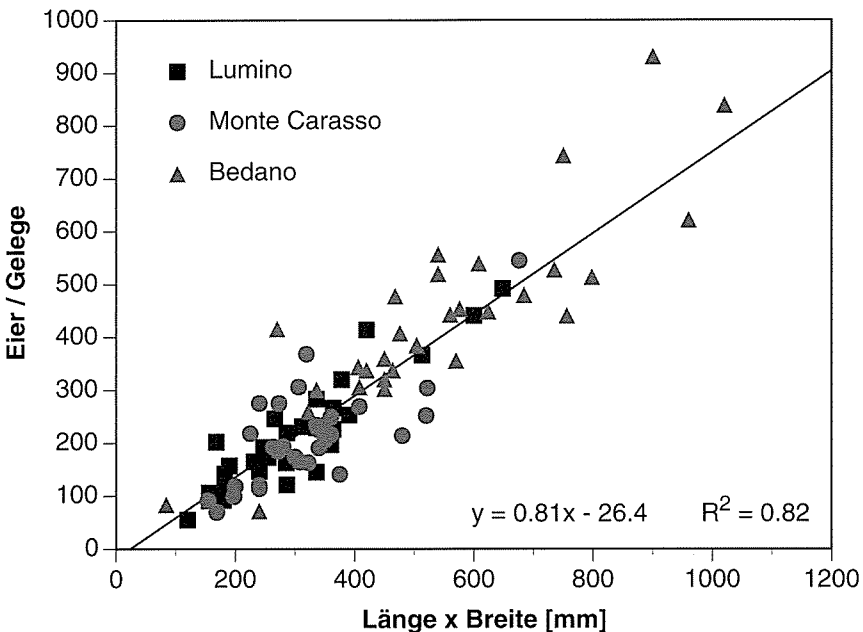


Abb. 2. Zusammenhang zwischen Gelegedimensionen und Anzahl Eier von *Lymantria dispar* (Regression $p < 0.01$). – Relationship between dimensions (length x width) of egg masses and egg number/mass of *Lymantria dispar*.

len als in Monte Carasso, nämlich annähernd gleich viel wie in Bedano (Tab. 1). Die Fangzahlen waren aber immer noch hoch im Vergleich zu 1994. Dies zeigt, dass 1993 der Latenzbestand (= Grunddichte zwischen Gradationen) noch nicht erreicht war. Da mit den Pheromonfallen Männchen gefangen werden und nach einer Massenvermehrung der Anteil an Männchen höher liegt (SCHWENKE, 1978; CARTER *et al.*, 1992), dürfte zudem ein prozentual höherer Anteil der Population gefangen worden sein. 1994 lagen die Fangzahlen der Versuchsorte sehr viel tiefer und unterschieden sich nicht mehr voneinander.

Zum Vergleich wurden 1993 je zwei Pheromonfallen auch in Birmensdorf ZH und in Arlesheim BL (Massenvermehrungen in Deutschland!) aufgehängt. In Birmensdorf wurden lediglich 0.5 Falter/Falle gefangen, in Arlesheim immerhin deren 86, ohne dass es jedoch zu sichtbarem Frass gekommen wäre.

Schlupfdynamik von Eiern und Faltern

Die Schlupfdynamik der Eiräupchen im Feld ist in Abb. 3 dargestellt. Der Zeitpunkt, an dem 50% der Raupen geschlüpft waren, variierte zwischen den Standorten um gut eine Woche. Die höchste tägliche Schlupfrate wurde gegen Mitte Mai erreicht, die ganze Schlüpfperiode dauerte ungefähr einen Monat. Unter der Annahme, dass die Embryonalentwicklung primär temperaturgesteuert ist, wurde der Schlupfverlauf auch auf der Basis von physiologischer Zeit berechnet. Diese stellt die für die Entwicklung wirksame tägliche Wärme dar, ausgedrückt in Tagesgraden oberhalb des Entwicklungsnullpunkts (ENP). Der ENP der Eier beträgt 7°C (PANTYUKHOV, 1962). Die Tagestemperaturdaten stammten von den nächsten SMA-Stationen (Grono für Lumino, Locarno für Monte Carasso, Lugano für Bedano).

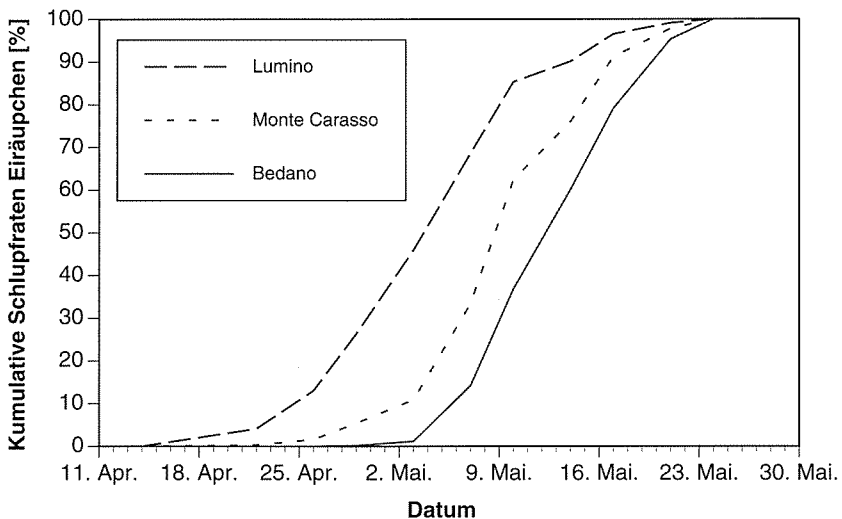


Abb. 3. Schlupfverlauf der Eiräupchen von *Lymantria dispar* an drei Orten im Tessin 1993. – Hatching dynamics of *Lymantria dispar* at three sites in Ticino 1993 (cumulative hatching rates).

Aufgrund der Tagesmaxima und -minima wurden die täglich erreichten Tagesgrade über dem ENP berechnet und für jeden Versuchsort ab dem 1.1.93 aufsummiert. Die gegen diese physiologische Zeit aufgetragenen Schlupfraten variierten jedoch immer noch beträchtlich. Somit hing die Embryonalentwicklung entweder stark von anderen Einflussfaktoren ab, der bei kaukasischen Tieren bestimmte ENP von 7°C gilt nicht für die hiesige Rasse, oder – am wahrscheinlichsten – die relativ weit entfernten SMA-Messstationen waren für die vor Ort herrschenden Temperaturen nicht repräsentativ (Distanz, Exposition).

Ähnliches gilt für die Dynamik des Falterflugs (Abb. 4). Die Differenz der 50 %-Schwelle zwischen den Standorten betrug rund einen Monat. Allerdings wurde dieser Wert zuerst in Bedano erreicht, ganz im Gegensatz zum Schlüpfen der Raupen (Abb. 3). Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die Raupen in Bedano eine bessere Futterqualität vorfanden, im Gegensatz zu den anderen Standorten, wo der vorjährige Kahlfrass eine Reaktion der Bäume in Form von verschlechterter Blattqualität hervorgerufen haben könnte (SCHULTZ & BALDWIN, 1982). Dies hätte zu einer Verzögerung der Raupenentwicklung führen können (BOURCHIER & NEALIS, 1993; JOSEPH *et al.*, 1993; ROTH *et al.*, 1994). Die Hauptflugzeit der Falter fand Mitte Juli bis Mitte August statt, zog sich aber über mehr als 3 Monate hin.

Antagonisten

Erstaunliches geschah mit der Dichte des Puppenräubers (*Calosoma sycophanta*, Carabidae): Üblicherweise als selten und gefährdet eingestuft, nahm seine Dichte mit der Vermehrung seiner Beute sprunghaft zu. Der sowohl als Larve wie

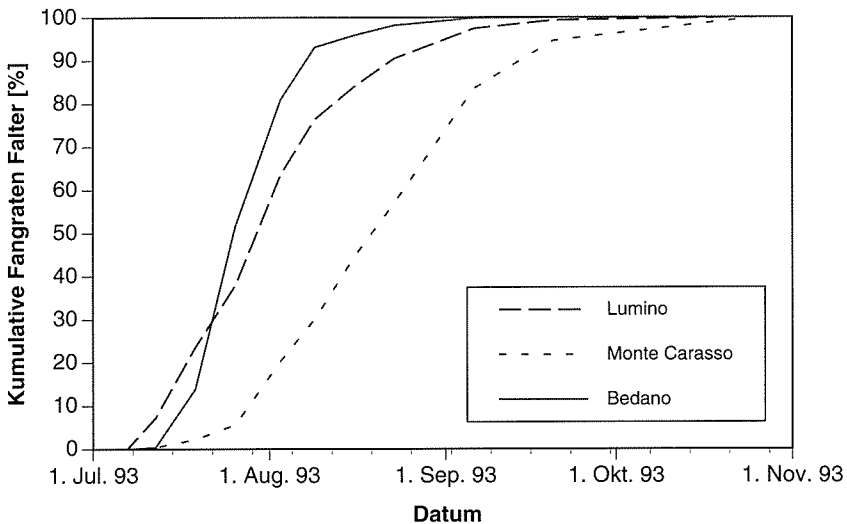


Abb. 4. Zeitlicher Verlauf der Falterfänge von *Lymantria dispar* in Pheromonfallen an drei Orten im Tessin 1993. – Dynamics of *Lymantria dispar* moth catches in pheromone traps at three sites in Ticino 1993 (cumulative catch rates).

auch als prachtvolles Adulttier räuberisch am Boden und auf den Bäumen jagende Käfer fiel 1992/93 schon visuell durch seine Präsenz auf. Die Zählungen unter den Fanglappen an den Stämmen ergaben für 1993 ein ähnliches Bild wie für die Gradation der Schwammspinner (Tab. 1). In Bedano mit der höchsten Raupendichte fanden sich auch am meisten Puppenräuber. Dieser Laufkäfer kann infolge kurzer Entwicklungszeit, mehrjähriger Lebensdauer der Adulttiere und reger Flugaktivität offenbar schnell auf das veränderte Nahrungsangebot reagieren (WESELOH, 1985).

Über weitere häufige Antagonisten wie parasitische Hymenopteren und Dipteren oder Viren wurden keine quantitativen Untersuchungen durchgeführt.

DISKUSSION

Beschreibung des zeitlichen Verlaufs der Gradation im Tessin

Die oben dargestellten Untersuchungen wurden erst aufgenommen, nachdem 1992 die sichtbare Entlaubung auf die Massenvermehrung aufmerksam gemacht hatte. Deshalb fehlen quantitative Angaben zum Populationsaufbau. Aufgrund der oben dargestellten Resultate, zusätzlicher Beobachtungen und Meldungen an den Phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienst (PBMD) der WSL hat sich die Gradation folgendermassen abgespielt (vgl. WERMELINGER, 1994):

Erste Anzeichen einer Populationszunahme waren 1991 festzustellen, als dem PBMD kleine Befallsherde im Raume Bellinzona und eingangs Misox gemeldet wurden. Als Folge trockener, warmer Witterung, optimaler Nahrungsqualität und -quantität und dadurch hoher Fekundität und weibchenlastigem Geschlechtsverhältnis (SCHWENKE, 1978) nahm die Dichte rasch zu. Parasitoide und Räuber hinkten der Entwicklung hinterher. 1992 wurden die Ausgangsherde kahlgefressen, die Populationen dehnten sich flächenmässig aus. Bereits in diesem Jahr begannen jedoch die Eigenkonkurrenz und die Regulation durch natürliche Feinde zu wirken. Die Raupen konnten ihren Nahrungsbedarf erst nach langem Herumwandern decken und mussten dabei teilweise auf Baumarten minderer Präferenz oder sogar krautige Pflanzen ausweichen. Dies begann sich via "maternal effects" (ROSSITER, 1991; GINZBURG & TANEYHILL, 1994) auf die Fekundität und das Geschlechtsverhältnis auszuwirken: Es wurden kleinere Gelege mit höherem Männchenanteil produziert. Daneben nahmen Antagonisten wie der Puppenräuber (*C. sycophanta*), Schlupf- und Brackwespen (v.a. *Phobocampe disparis* bzw. *Apanteles* spp.) sowie Raupenfliegen (v.a. *Parasetigena agilis*) sprunghaft zu. Zudem trat die Polyedrose, eine Kernpolyedrovirus-Krankheit, auf, die auch das Geschlechtsverhältnis beeinflusst (DOANE, 1976). Das Virus ist in der Population immer vorhanden, bricht jedoch erst unter Stressbedingungen und "crowding" (Überbevölkerung) aus (DOANE, 1976). Im Winter 1992/93 waren die Eigelegedichte und -grösse in den Ausgangsherden (z.B. Lumino und Monte Carasso) bereits wieder deutlich kleiner als in Gebieten ohne vorjährigen Kahlfrass (z.B. Bedano). 1993 brach die Raupendichte in jenen Flächen vor allem infolge der Polyedrose zusammen. Starke Niederschläge im Mai/Juni begünstigten diesen Zusammenbruch durch Verzögerung der Larvalentwicklung, dadurch längere Exposition gegenüber Viren und Parasitoiden und durch eine erleichterte Übertragung der Virose durch Regenwasser. In den anderen Gebieten, im Vorjahr ohne Kahlfrass oder noch ganz unbeeinträchtigt, lagen die Schwammspinnerdichten noch sehr hoch, was zu teilweiser Entlaubung führte. Aber auch hier wirkten die natürlichen, dichteabhängigen Regulationsmechanismen im Verlaufe der Saison ein, so dass im Winter 1993/94 nur

noch sehr wenige Gelege mit kleinen Eizahlen zu finden waren. In den Ausgangsherden (Raum Bellinzona) dürfte bereits der Latenzbestand erreicht worden sein. 1994 ging nur noch eine einzige Meldung über geringen Blattfrass in der Nähe von Bedano ein.

Die Untersuchungen zeigten, dass eine Massenvermehrung an einem gegebenen Ort nur zwei bis maximal drei Jahre dauerte und nirgends ein zweimaliger, vollständiger Kahlfrass stattfand. Somit waren die Baumbestände auch nie gefährdet. Die natürlichen Regulationsfaktoren bewirkten einen schulbuchmässigen Ablauf der Gradation. Inwieweit die Pflanzeninhaltsstoffe bei der Fluktuation der Populationsdichte eine Rolle spielen, ist Gegenstand der in den nächsten Jahren weiter laufenden Erhebungen. Insbesondere stehen Stickstoffgehalte und phenolische Substanzen im Vordergrund der Untersuchung. Als Mass für die Populationsdichte während der Latenzphase gelten die Falterfänge in den Pheromonfallen. Diese geben im Falle des Schwammspinners einen guten Anhaltspunkt für die Populationsschwankungen. Höhere Fangzahlen lassen auf eine bevorstehende Populationszunahme oder auf eine starke Vermehrung in der Nähe der Fallenstandorte schliessen.

Situation in Deutschland

Zur gleichen Zeit fanden auch im übrigen Mitteleuropa, insbesondere in Deutschland, Massenausbrüche des Schwammspinners statt (WULF & BERENDES, 1993). Die entlaubten Flächen in vom Schwammspinner bevorzugten Eichenkulturen nahmen riesige Ausmasse an: 1994 waren 77'000 ha befallen. Da um das Überleben der unter Trockenstress stehenden und auch von anderen Organismen (Prachtkäfer, Maikäfer, Eichenwickler, Hallimasch, Mehltau) bedrohten Bestände gefürchtet wurde, setzte man grossflächig Pflanzenbehandlungsmittel (vor allem *Bacillus thuringiensis* und Häutungshemmer) ein. 1994 wurden 34'000 ha Wald aus der Luft behandelt! Im selben Jahr ging die Massenvermehrung jedoch auch in den unbehandelten Gebieten zu Ende. Der Sinn dieser Aktion war im Hinblick auf schädliche Nebenwirkungen (SAMPLE *et al.*, 1993) im Ökosystem Wald sehr umstritten (KLEIN, 1994; KRONAUER, 1994). In der Schweiz stand eine Behandlung des Waldes, auch infolge der restriktiven Gesetzgebung, nie zur Diskussion. In den USA werden die "Aktionsschwellen" zur Behandlung gegen Schwammspinner bei 600–2500 Gelegen/ha festgelegt (CARTER *et al.*, 1994), im Tessin wurden 10mal höhere Dichten erreicht!

1993 wurde in Deutschland die sogenannte asiatische Rasse entdeckt. Bei dieser aus dem Osten eingeschleppten Rasse sind die Weibchen im Gegensatz zur europäischen Rasse flugfreudiger. Der Flug des Weibchens trägt somit neben der Windverfrachtung der Eirümpchen zusätzlich zur Ausbreitung bei. Die asiatische Rasse wurde in Deutschland sowohl visuell als auch genanalytisch festgestellt (GRASER *et al.*, 1995), während sie im Tessin noch fehlt.

VERDANKUNGEN

Ein besonderes Dankeschön für die exakte Durchführung der intensiven Feldarbeit gebührt M. PLATTNER. B. FECKER half ebenfalls tatkräftig im Feld und im Labor mit. Für verschiedene Hilfestellungen vor Ort danke ich F. GUIDICI (Sottostazione FNP) und für die Befallskartierungen G. MORETTI (Kant. Forstdienst TI). Die Temperaturdaten wurden freundlicherweise von der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA) zur Verfügung gestellt. Verschiedenen Kolleginnen und Kollegen an der WSL sei für die Durchsicht des Manuskripts gedankt.

ZUSAMMENFASSUNG

Die neueste Schwammspinner-Massenvermehrung weckte das Bedürfnis nach vertieften Kenntnissen über den Ablauf einer Massenvermehrung und deren Auswirkungen auf der Alpensüdseite. Während zweier Jahre wurden Untersuchungen durchgeführt über Dichte und Entwicklung verschiedener Stadien von *Lymantria dispar*. Zusätzlich wurden halbquantitative Beobachtungen über Antagonisten gemacht. Die Gradation begann 1991 im Raum Bellinzona und führte in den Jahren 1992 und 1993 an verschiedenen Orten zu Kahlfress. Schon im ersten Jahr der Massenvermehrung begannen verschiedene Regulationsfaktoren wie Hunger, suboptimale Wirtspflanzen, Räuber, Parasitoide und eine Viruskrankheit (Kern-Polyedrose) die Populationsentwicklung zu bremsen. Im zweiten Jahr brachen die Schwammspinnerdichten vor allem durch die Polyedrose zusammen. Es fand nirgends ein zweimaliger, kompletter Kahlfress statt, die Kastanienbestände waren nie gefährdet.

LITERATUR

- BOURCHIER, R.S. & NEALIS, V.G. 1993. Development and growth of early- and late-instar gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) feeding on tannin-supplemented diets. *Environ. Entomol.* 22: 642–646.
- CARTER, M.R., RAVLIN, F.W. & MCMANUS, M.L. 1992. Effect of defoliation on gypsy moth phenology and capture of male moths in pheromone-baited traps. *Environ. Entomol.* 21: 1308–1318.
- CARTER, J.L., RAVLIN, F.W. & FLEISCHER, S.J. 1994. Sequential egg mass sampling plans for gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) management in urban and suburban habitats. *J. Econ. Entomol.* 87: 999–1003.
- DOANE, C.C. 1976. Ecology of pathogens of the gypsy moth. In: ANDERSON, J.F. & KAYA, H.K. (eds.), *Perspectives in Forest Entomology*, pp. 285–293. Academic Press, New York, USA.
- DOANE, C.C. & MCMANUS, M.L. 1981. *The Gypsy Moth: Research Toward Integrated Pest Management*. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., USA, 757 pp.
- GINZBURG, L.R. & TANEYHILL, D.E. 1994. Population cycles of forest Lepidoptera: a maternal effect hypothesis. *J. Anim. Ecol.* 63: 79–92.
- GRASER, E., WULF, A. & BURGERMEISTER, W. 1995. Intraspecific variation of gypsy moth (*Lymantria dispar*) revealed by RAPD-PCR. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschd.* 47: 25–27.
- JOSEPH, G., KELSEY, R.G., MOLDENKE, A.F., MILLER, J.C., BERRY, R.E. & WERNZ, J.G. 1993. Effects of nitrogen and Douglas-fir allelochemicals on development of the gypsy moth, *Lymantria dispar*. *J. Chem. Ecol.* 19: 1245–1263.
- KLEIN, H. 1994. *Der Schwammspinner – Forstschädling oder Bioindikator?* Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Bonn D, 14 pp.
- KRONAUER, H. 1994. Schwammspinner: Gift-Schwamm drüber? *Allg. Forstz. (Münch.)* 49(5): 254.
- PANTYUKHOV, G.A. 1962. The effect of positive temperatures on different geographic populations of the European gold tail (*Euproctis chryorrhoea* L.) and the gypsy moth (*Lymantria dispar* L. – Lepidoptera, Orgyidae). *Entomol. Rev.* 41: 169–175.
- ROSSITER, M.C. 1991. Environmentally-based maternal effects: a hidden force in insect population dynamics? *Oecologia* 87: 288–294.
- ROTH, S.K., LINDROTH, R.L. & MONTGOMERY, M.E. 1994. Effects of foliar phenolics and ascorbic acid on performance of the gypsy moth (*Lymantria dispar*). *Biochem. System. Ecol.* 22: 341–351.
- SAMPLE, B.E., BUTLER, L. & WHITMORE, R.C. 1993. Effects of an operational application of Dimilin® on non-target insects. *Can. Entomol.* 125: 173–179.
- SCHULTZ, J.C. & BALDWIN, I.T. 1982. Oak leaf quality declines in response to defoliation by gypsy moth larvae. *Science* 217: 149–150.
- SCHWENKE, W. 1978. *Die Forstschädlinge Europas, 3. Band: Schmetterlinge*. Paul Parey, Hamburg, 467 pp.
- WERMELINGER, B. 1993. *Il bombyce dispari (Lymantria dispar L.): Pullulazione massiccia al Sud delle Alpi*. Bollettino SFOI Istit. Fed. Ricerca Foresta, Neve, Paesaggio, CH-Birmensdorf, 7 pp. (auch in Deutsch erhältlich).
- WERMELINGER, B. 1994. Schwammspinner im Tessin: Natürliches Ende der Massenvermehrung. *Wald Holz* 75(7): 16–17.
- WESELOH, R.M. 1985. Changes in population size, dispersal behavior, and reproduction of *Calosoma sycophanta* (Coleoptera: Carabidae), associated with changes in gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae), abundance. *Environ. Entomol.* 14: 370–377.
- WULF, A. & BERENDES, K.-H. 1993. Schwammspinner-Kalamität im Forst; Konzepte zu einer integrierten Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen. *Mitt. Biol. Bundesanst. Landw. Forstw. Berlin* 293: 1–287.