

# Unterschiedliche Sexuallockstoffe bei Lärchen- und Arvenform des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera diniana* Gn., Lep. Tortricidae)

Autor(en): **Baltensweiler, W. / Priesner, E. / Arn, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **51 (1978)**

Heft 2-3

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-401876>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Unterschiedliche Sexuallockstoffe bei Lärchen- und Arvenform des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera diniana* Gn., Lep. Tortricidae)<sup>1</sup>

W. BALTENSWEILER<sup>2</sup>, E. PRIESNER<sup>3</sup>, H. ARN<sup>4</sup> & V. DELUCCHI<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Entomologisches Institut der ETH, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

<sup>3</sup> Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie, D-8131 Seewiesen

<sup>4</sup> Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, CH-8820 Wädenswil

*Evidence for different sexual attractants used by the larch form and the cembran pine form of the grey larch bud moth (*Zeiraphera diniana* Gn.)* - Electroantennograms reveal that males of the larch bud moth developing on *Larix decidua* respond maximally to (*E*)-11-tetradecenyl acetate (*E*11-14Ac), whereas for all males developing on *Pinus cembra* the (*E*)-9-dodecenyl acetate (*E*9-12Ac) is the most effective stimulus. In consistence with these data, in a pure larch forest only traps baited with females of the larch form or *E*11-14Ac were attractive. However, in a mixed larch-cembran pine forest, females of the cembran pine form or *E*9-12Ac caught 50 to 100 times more males. Implications of the apparent sexual isolation between the two forms at low population density are discussed in the context of the cyclic population dynamics of the larch form.

Der Graue Lärchenwickler ist durch seine auffälligen, in Perioden von 8-9 Jahren auftretenden Massenvermehrungen in den subalpinen Lärchenwäldern bekannt (BALTENSWEILER *et al.*, 1977). Im Jahre 1971 wurde mit Hilfe der Elektroantennogramm-Methode das (*E*)-11-Tetradecenylacetat (*E*11-14Ac) als Sexuallockstoff gefunden (ROELOFS *et al.*, 1971). Die Substanz, deren Identität mit dem natürlichen Sexualpheromon noch offen ist, wird seither routinemässig zur Kontrolle des Falterfluges eingesetzt (BENZ & VON SALIS, 1973; VAČLENA & BALTENSWEILER, 1978). Im Hinblick auf Migrationsstudien und eine mögliche Manipulation der zyklischen Populationsbewegung mit Hilfe der Verwirrungstaktik im Populationstiefpunkt von 1977/1978 wurden 1976 Forschungsarbeiten über Formulierung, Dosierung und Ausbringung des Sexuallockstoffes intensiviert. Dabei fanden wir (E.P., H.A.), dass die im Sommer 1976 mit dem Elektroantennogramm-Verfahren geprüften Männchen zwei völlig verschiedenen Reaktionstypen angehörten: die Antennen reagierten entweder maximal auf *E*11-14Ac oder maximal auf (*E*)-9-Dodecenylacetat (*E*9-12Ac). Die auf *E*9-12Ac ansprechenden Männchen entstammten mit einer einzigen Ausnahme aus Zuchten der sog. Arvenform (AF) (BOVEY & MAKSYMOW, 1959). Diese Tatsache führte zur Hypothese, dass die Wirtsformen des Lärchenwicklers auf Lärche (LF) resp. Arve (AF) verschiedene Sexuallockstoffe gebrauchen. Die vorliegende Arbeit berichtet über weitere Labor- und Freilandversuche im Jahre 1977.

<sup>1</sup> Beitrag Nr. 97 der Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers. Ausgeführt mit teilweiser Unterstützung des Schweiz. Nationalfonds für die wissenschaftliche Forschung, Projekt Nr. 3.576-0.75.

*Methodik*

Für Zucht- und Freilandtiere von *Z. diniana* bekannter Herkunft wurde im Elektroantennogramm (EAG<sup>5</sup>) das Antwortmuster der männlichen Antennen auf synthetische Testsubstanzen vergleichend bestimmt. Von einer isolierten Antenne, die zwischen Kapillarelektroden befestigt war, liessen sich EAG-Antworten über eine bis mehrere Stunden reproduzierbar ableiten. Als Reizquellen dienten mit definierten Substanzmengen beladene Filterpapierchen 14 x 14 mm, die in Glashülsen (5,5 mm  $\varnothing$ , Länge 5 cm) befestigt waren. Zur Reizung wurde die betreffende Hülse auf den Auslass eines Druckluftsystems aufgesetzt und für 1 sec ein Luftstrom von 1 m/sec über die Reizquelle auf die Antenne gerichtet. Die ausgelösten EAG-Antworten wurden nach Standardverfahren verstärkt und aufgezeichnet.

*Ergebnisse*

In der vorliegenden Studie wurde die EAG-Technik in dreifacher Hinsicht eingesetzt:

a) Zunächst wurde in einem «Screening»-Verfahren bestimmt, welches unter mehreren hundert Analogen bekannter Lepidopteren-Pheromone bei gleicher Reizmenge die relativ höchste EAG-Amplitude auslöst. Für Tiere der Lärchenform (LF) von *Z. diniana* hatte dieses Verfahren bereits früher (ROELOFS *et al.* 1971; ANGST, 1973) zur Charakterisierung des *E11-14Ac*) (Abb. 1, b) geführt. Auch jetzt endete für einen Teil der untersuchten Tiere das Screening wieder bei dieser Substanz und ihrem nahezu ebenso wirksamen  $C_{13}$ -Homologen (*E11-13Ac*). Für die übrigen Versuchstiere waren diese beiden Verbindungen dagegen nur sehr schwach wirksam, die Maximalantwort wurde bei ihnen mit *E9-12Ac* erzielt (Abb. 1, a). Individuen mit Maximalantworten auf andere als diese eben genannten Testsubstanzen wurden nicht beobachtet.

b) Von diesen Schlüssel-molekülen ausgehend (einerseits *E9-12Ac*, andererseits *E11-14Ac* und *E11-13Ac*), wurden an beiden Reaktionstypen die relativen Wirksamkeiten schrittweise abgewandelter Analogier quantitativ bestimmt. Solche quantitativen Struktur-Wirksamkeits-Daten sind wichtig u.a. für Rückschlüsse auf Mechanismen der Rezeptor-Interaktion (vgl. PRIESNER, 1977). Hier sei die ungewöhnlich hohe Spezifität der Rezeptorantwort hervorgehoben, die sich aus diesen Daten für beide Reaktionstypen ergibt: um bei AF-Männchen dieselbe Antworthöhe wie auf *E9-12Ac* zu erzielen, wird von *E11-14Ac* die etwa 100fache Substanzmenge benötigt; das umgekehrte Wirkungsverhältnis der beiden Substanzen gilt für LF-Männchen (Abb. 2). Kein Individuum wurde gefunden, an dem diese beiden Substanzen wesentlich andersartige (z.B. beide etwa gleich starke) Antworten auslösten. Das EAG-Antwortspektrum der bisher untersuchten *Z. diniana*-Männchen auf synthetische Testsubstanzen führt also zur Charakterisierung von zwei scharf getrennten Reaktionstypen, wobei Individuen desselben Typs im Rahmen der Messgenauigkeit identisch reagierten.

<sup>5</sup> Das Elektroantennogramm (EAG) stellt ein langsames Summenpotential synchron aktivierter Riechsinneszellen einer Insektenantenne dar. Bei manchen männlichen Nachtschmetterlingen bestimmt ein einziger, zahlenmässig vorherrschender Typ von Pheromonrezeptoren die Spezifität der EAG-Antwort (SCHNEIDER *et al.*, 1977).

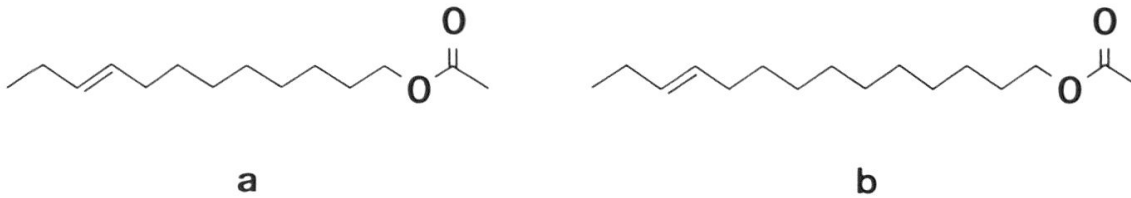


Abb. 1: Strukturformeln von (*E*)-9-Dodecenylacetat (*E*9-12Ac) (a), (*E*)-11-Tetradecenylacetat (*E*11-14Ac) (b).

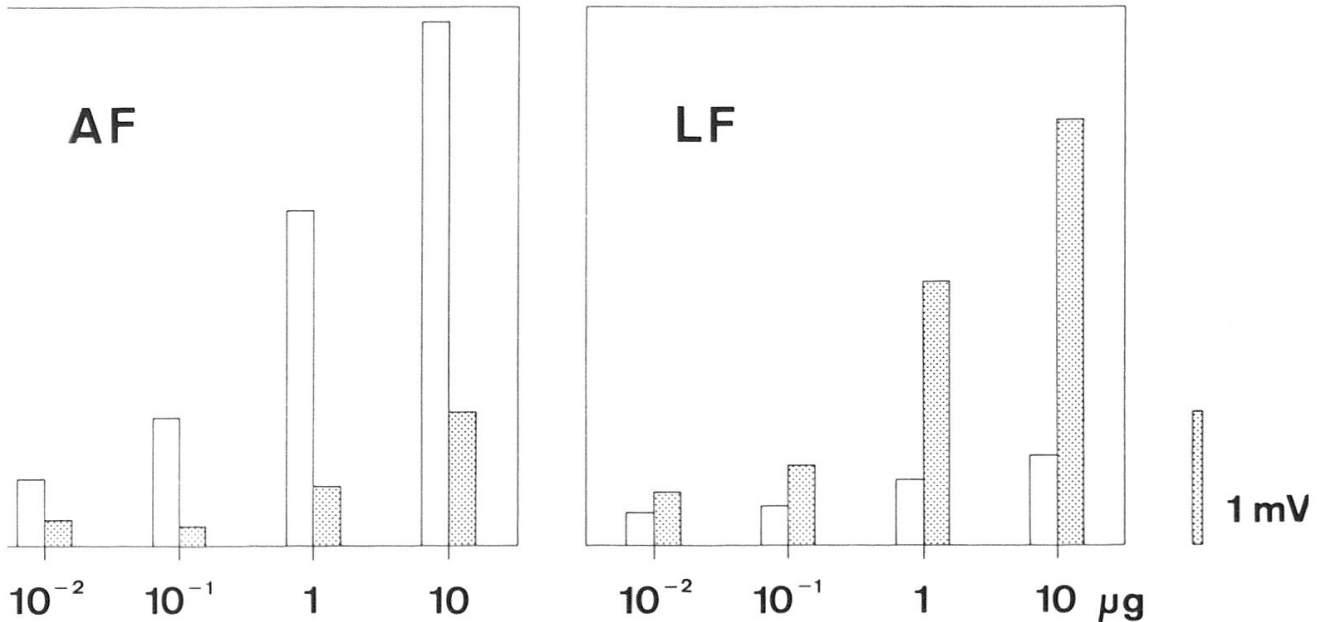


Abb. 2: Typische Elektroantennogramm-Antworten eines Männchens der Arvenform (AF) und der Lärchenform (LF) von *Z. diniana* auf (*E*)-9-Dodecenylacetat (*E*9-12Ac; weisse Balken) und (*E*)-11-Tetradecenylacetat (*E*11-14Ac; punktierte Balken). Wiedergegeben ist der Mittelwert der Amplitude aus je 3–8 Messungen. Die Mengenangaben beziehen sich auf die Beladung der Reizquelle.

c) Von diesen Ergebnissen ausgehend, wurde für jeden der beiden Typen ein «Steckbrief» charakteristischer Testsubstanzen zusammengestellt. An dem Antwortmuster auf diese Substanzen konnten neue Individuen in einem zeitlich begrenzten Messprogramm jetzt eindeutig zugeordnet werden. Dieses Verfahren erlaubte es, an einem Versuchstag für bis zu 20 Männchen die Typenzugehörigkeit zu bestimmen. Als Ergebnis dieser Tests sei hier zusammenfassend festgestellt, dass bis auf eine Ausnahme (Material aus Tweng/Lungau mit Individuen beider Typen) alle im EAG maximal auf *E*9-12Ac ansprechenden Männchen aus Raupen von Arven, alle maximal auf *E*11-14Ac ansprechenden Falter aus Raupen von Lärchen gezogen worden sind. Falter aus Lichtfängen in Lärchenreinbeständen reagierten ebenfalls stets maximal auf *E*11-14Ac. Das bisher untersuchte Material stammt von Populationen aus dem ganzen Alpenbogen [Briançonnais (F), Oberengadin (CH), Südtirol (I), Lungau (A)].

### Diskussion

Die differentiellen EAG-Antworten der Männchen der Arvenform (AF) und Lärchenform (LF) weisen auf unterschiedliche Hauptkomponenten des weiblichen

Pheromons. Die Bestätigung durch die chemische Analyse steht bisher aus; die beiden hier genannten Verbindungen, *E9-12Ac* und *E11-14Ac* (Abb. 1), stellen also zunächst nur Strukturvorschläge dar, die indirekt erschlossen wurden.

Als für die LF von *Z. diniana* das *E11-14Ac* beschrieben wurde, stellte es den ersten Vorschlag einer  $C_{14}$ -Verbindung für einen Vertreter der Unterfamilie Olethreutinae dar, deren Arten sonst einheitlich  $C_{12}$ -Substanzen benützen (COMEAU & ROELOFS, 1973). Mit den jetzt für die AF und LF genannten Strukturen wird der erste Fall des Wechsels der Pheromen-Kettenlänge zwischen zwei Tortriciden-Formen derselben Art bekannt. Ergebnisse von Einzelzellregistrierungen an Pheromonrezeptorzellen beider Formen (E.P., unveröff.) führen zu dem Schluss, dass es sich bei der «*E9-12Ac-Zelle*» der AF und der «*E11-14Ac-Zelle*» der LF um die «homologe» Sinneszelle handeln sollte; die Sinneszelle hätte, möglicherweise in einem einzigen «Evolutionsschritt» (PRIESNER, 1977), einen Wechsel in der Struktur des Schlüssel-moleküls vollzogen, ohne dass über die Evolutionsrichtung dabei zunächst etwas ausgesagt werden soll.

Hinweise auf mögliche «intraspezifische» Unterschiede des weiblichen Pheromons bei den Tortriciden sind bisher sehr spärlich. Für den Bekreuzten Traubenwickler *Lobesia botrana* SCHIFF, ist die im Warndienst eingesetzte Pheromon-Hauptkomponente, (*E*)-7, (*Z*)-9-Dodecadienylacetat, in bestimmten Weinbaulagen lockunwirksam, wohl infolge eines Wechsels einer essentiellen Nebenkomponeute in der lokalen Population (ROEHRICH 1976). Wohl das bekannteste und am eingehendsten untersuchte Beispiel unterschiedlicher Pheromone innerhalb derselben Lepidopteren-Art bildet der Maiszünsler, *Ostrinia nubilalis* HB. (Pyralidae). «Pheromonstämme» mit (*Z*)-11-Tetradecenylacetat und solche mit dem entsprechenden (*E*)-Isomeren als Hauptkomponente sind aus verschiedenen Gebieten Nordamerikas und Europas nachgewiesen (KLUN *et al.*, 1975). Im Antennogramm wird von den Männchen der betreffenden Maiszünslerpopulation das eigene Isomere gegenüber dem fremden schwach aber eindeutig bevorzugt (NAGAI *et al.*, 1977). Die vergleichsweise sehr viel schärfere Ausprägung dieser Unterschiede der EAG-Antworten zwischen AF und LF von *Z. diniana* bietet günstige experimentelle Voraussetzungen, um hier an einem relativ grossen Material das Auftreten zweier Pheromon-Reaktionstypen im Freiland, ihren Erbgang im Labor und ihre Beziehungen zu anderen physiologischen, morphologischen und ökologischen Eigenschaften näher zu verfolgen. Es ist geplant, die hier geschilderten Techniken der EAG-Prüfung des Pheromontypus individueller Männchen u.a. anzuwenden auf:

- Männchen, die an synthetische Pheromonquellen bzw. an AF-♀♀ oder an LF-♀♀ gelockt werden;
- die Farbmorphotypen innerhalb der AF und der LF, deren reziproke Kreuzungsprodukte und ihre Folgegenerationen (BALTENSWEILER, 1977);
- Populationen die im weiteren Alpenraum auf Lärche dem zyklischen, temporären und latenten Fluktuationstyp angehören;
- Populationen aus anderen geographischen Gebieten bzw. auf weiteren Wirtspflanzen (auf *Larix* in England, den Pyrenäen und der UdSSR; auf *Pinus* in England und Skandinavien; auf *Picea* in Mitteleuropa und Skandinavien).

Die Aufklärung der Pheromone nahe verwandter *Zeiraphera*-Arten, wie *bimaculana* SCHL., *isertana* F., *ratzeburgiana* SAX. und *rufimitrana* H. SCH., könnte darüber hinaus weitere Hinweise liefern, ob das Pheromon der AF von *Z. diniana* aufgrund seiner Kettenlänge den phylogenetisch älteren der beiden hier beschriebenen Pheromontypen darstellt. Bereits früher wurde aufgrund morphologischer

und ökologischer Kriterien vermutet, dass die AF gegenüber der LF entwicklungsgeschichtlich die ursprünglichere Form sei (BALTENSWEILER, 1966).

#### CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

In Abdomenextrakten von Weibchen (ca. 100) aus Laborzuchten waren durch Gaschromatographie in Verbindung mit Massenspektrometrie (BUSER & ARN, 1975) bisher weder *E9-12Ac* noch *E11-14Ac* nachweisbar; die Erfassungsgrenze lag bei 0,1 Nanogramm pro Weibchen. Auch mit der elektroantennographischen Detektion (ARN *et al.*, 1975) war keine wirksame Komponente im Extrakt festzustellen. Systematische Versuche zur Gewinnung biologisch wirksamer Extrakte können erfolgen, wenn mit dem kommenden Populationsanstieg wesentlich mehr Material zur Verfügung steht.

#### FREILANDVERSUCHE

##### *Methodik*

Im Spätsommer 1977 wurden in verschiedenen Waldbeständen des Oberengadins Pheromonfallen mit virginen Weibchen der Lärchen- resp. Arvenform oder Lockstoffen *E11-14Ac* und *E9-12Ac* ausgebracht. Als Pheromonfalle dient eine Tafel (500 x 500 x 2mm) aus galvanisiertem Eisenblech, mit einem zentralen, kreisrunden Loch von 110 mm Durchmesser. Im Zentrum kann entweder ein kleiner Käfig mit 2 virginen Weibchen oder ein Gummistopfen mit der Locksubstanz befestigt werden. Die synthetischen Lockstoffe (*E11-14Ac*, *E9-12Ac*) wurden entweder in Hexan oder Paraffinöl gelöst; pro Standard-Gummistopfen wurde 1 µl 1%iger Lösung aufgetragen. Pro Weibchenfalle wurde je ein frischgeschlüpftes und ein mindestens 5 Tage altes Weibchen der LF oder AF eingesetzt. Die Tafel wird mit farblosem Stikem<sup>®</sup> Leim bestrichen und über zwei Rollen mittels Plastikleinen aufziehbar in 8-20 m Höhe in den Baumkronen von Lärche oder Arve befestigt.

In Pontresina wurden sieben Fallen parallel zum Berghang in einer Reihe über eine Distanz von 200 m alternierend auf Arve und Lärche ausgebracht. Während der ersten drei Kontrollperioden wurden die Lockmittel zwischen den Fallen ausgetauscht, um allfällige standortsspezifische Effekte auf das Fangergebnis auszuschalten (Tab. 1). Alle Anflugergebnisse werden durch die Zahl der Falter pro Falle und Kontrolltag (Männchen/FFT, für t-Test pro Fangperiode) ausgedrückt. Die Raupendichte auf Lärche wurde pro kg Lärchenzweige (AUER, 1961), auf Arve pro 100 Endtriebe erfasst und dann angenähert pro Baum und Bestand geschätzt.

##### *Resultate*

In Tab. 1 sind die absoluten Fangzahlen pro Kontrollperiode für die einzelnen Fallen und Lockmittel im Lärchen-Arvenmischwald von Pontresina dargestellt. Tab. 2 zeigt den Vergleich der larvalen Populationsdichte auf Arve und Lärche mit der Falterdichte für verschiedene Lockmittel und Standorte im Oberengadin.

Es ist bemerkenswert, dass der Anflug an die Fallen mit AF-Weibchen und *E9-12Ac* bereits am 25. August einsetzte, währenddem die Fallen mit *E11-14Ac*

oder LF-Weibchen erst am 31. August resp. 7. September angefliegen wurden (Tab. 1). Der Flug der LF begann im Oberengadin 1977 allgemein erst während der Wärmeperiode anfangs September. Diese Abweichung des Flugbeginnes (BOVEY & MAKSYMOW, 1959) von der üblichen Reihenfolge dürfte auf die überdurchschnittlich niederschlagsreiche Witterung während des August zurückzuführen sein: die dauernde Durchnässung der Bodenstreu verzögerte offenbar die Puppenentwicklung der LF derart stark, dass die auf der Arve sich verpuppende AF allgemein rascher schlüpfte. Die Fangergebnisse demonstrieren darüber hinaus den überraschenden Einfluss der Temperatur auch auf die Falteraktivität sehr deutlich.

Im Lärchen-Arvenmischwald von Pontresina war der Anflug an AF-Weibchen-Fallen resp. an *E9-12Ac*-Fallen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von <5% (gepaarter t-Test) um das 50-100fache stärker als der Anflug an LF-Weibchen-Fallen, resp. an *E11-14Ac*-Fallen (Tab. 2). Der Anflug von 20, 24 resp. 25, 36 Männchen/FFT unterscheidet sich auch deutlich von allen übrigen Fallenfängen im Oberengadin. [Von einer Prüfung der Mittelwerte zwischen den Standorten des Oberengadins wird abgesehen, weil die entsprechenden Voraussetzungen für den gepaarten t-Test (Gleichheit der Umweltbedingungen) und den ungepaarten t-Test (Homogenität der Varianzen) nicht erfüllt waren]. Auch im Lärchen-Arvenmischwald von Sils Maria war das *E9-12Ac* attraktiver (0,138 Männchen/FFT) als das *E11-14Ac* (0,005 Männchen/FFT). Im Lärchenreinbestand von Sils Fiours dagegen wurden nur mit der *E11-14Ac*-Substanz Fänge erzielt (0,034 Männchen/FFT); das *E9-12Ac* zeigte keinen Anflug. Wie Tab. 1 zeigt, wurden im Lärchen-Arvenmischwald von Pontresina die Fallen mit *E9-12Ac* oder mit AF-Weibchen auch dann maximal angefliegen, wenn sie auf der «falschen» Wirtspflanze Lärche angebracht waren.

### *Diskussion*

Die oben beschriebenen Fangergebnisse stützen die Hypothese, dass die AF und die LF des Lärchenwicklers unterschiedliche Sexuallockstoffe benützen. Die weitgehend parallele Wirkung zwischen AF-Weibchen und *E9-12Ac* und zwischen LF-Weibchen und *E11-14Ac* sind ein weiterer Hinweis, dass es sich bei den synthetischen Substanzen um die wirklichen Pheromone der beiden Formen des Lärchenwicklers handeln könnte. Ob an die erstgenannten Lockquellen *nur* AF-Männchen anfliegen und an die zweitgenannten Lockquellen *nur* LF-Männchen muss offen bleiben; hierüber werden in künftigen Versuchen die EAG-Prüfung gefangener Männchen oder die Rückfänge markierter Männchen Aufschluss bringen müssen.

Um die Anflugsergebnisse auch in populationsdynamischer Sicht interpretieren zu können, sind in Tab. 2 die Raupendichten pro Baum und Bestand angegeben. Obwohl diese Schätzungen mit einem erheblichen Unsicherheitsfaktor behaftet sind, widerspiegeln sie die charakteristischen Dichteverhältnisse, wie sie für die Lärchenform- und die Arvenformpopulationen im Oberengadin zu Beginn eines Gradationszyklus kennzeichnend sind (LF: AUER, 1961; AF: AUER, 1976). Obwohl in Pontresina die geschätzte absolute Populationsdichte der AF im Larvenstadium nur 3mal grösser war als jene der LF, wurden die AF-Weibchenfallen und die *E9-12Ac*-Fallen rund 70mal stärker angefliegen als die Fallen mit LF-Weibchen oder *E11-14Ac*; eine Erklärung für diese relativ schwache Attraktivwirkung der LF-Weibchen und *E11-14Ac*-Fallen, bzw. das relativ geringe Ansprechen der LF-Männchen, kann vorerst nicht gegeben werden.

Tab. 1: Anflug von *Z. diniana*-Männchen an Pheromonfallen in Pontresina, 18.8.-19.9.1977. (P = Flugperiode; Ar = Arve; LÄ = Lärche; N = Zahl Männchen; Lm = Lockmittel; a = AF-Weibchen; b = E9-12 Ac; c = LF-Weibchen; d = E11-14 Ac).

FLUGPERIODE				H O L Z A R T / F A L L E N N U M M E R											
				Ar 300		Lä 301		Ar 302		Lä 303		Ar 304		Lä 305	
P	Datum	Zahl Tage	Temp.* °C	N	Lm	N	Lm	N	Lm	N	Lm	N	Lm	N	Lm
1	18.8.-22.8	5	6,8	-	-	0	c	0	a	0	c	0	c	-	-
2	23.8.-25.8.	3	9,3	23	a	0	c	6	b	10	b	16	b	0	d
3	26.8.-29.8.	4	9,8		a	0	c	0	d	0	b	0	d	0	b
4	30.8.-31.8.	2	9,5	15	a	0	c	2	d	12	b	0	d	10	b
5	1.9.- 7.9.	7	12,7	210	a	3	c	0	d	194	b	0	d	108	b
6	8.9.-12.9.	5	11,6	278	a	3	c	10	d	260	b	4	d	274	b
7	13.9.	1	9,0	17	a	0	c	0	d	6	b	-	-	14	b
8	14.9.-15.9.	2	12,0	44	a	2	c	2	d	154	b	-	-	154	b
9	16.9.-19.9.	4	4,0	-	-	0	c	0	d	68	b	-	-	52	b

\* Temperaturmittel / Flugperiode der Terminablesung 19.00 Uhr Station St. Moritz



Tab. 2: Populationsdichte der Lärchenform (LF) und Arvenform (AF) von *Z. diniana* im Raupenstadium auf Lärche (Lä) und Arve (Ar) und Anflüge von Faltern an Pheromonfallen mit verschiedenen Lockmitteln. Oberengadin 1977.

Standort	Bestand Mischungs- verhältnis	Raupenzensus				Falterflug 18.8.-19.9.77				
		Holzart	Zahl Stich- proben	Anzahl Raupen		Lock- mittel	Anzahl FFT*	Zahl ♂♂	♂/FFT	**
				Baum	Bestand					
Pontre- sina	Lä-Ar-Wald 3:7	Lä	9	8	24	E11-14Ac	49	18	0,37	a
						LF ♀	43	8	0,19	a
		Ar	9	10	70	E9 -12Ac	84	2130	25,36	b
						AF ♀	29	587	20,24	b
Sils Fiours	Lä-Wald 10	Lä	44	6	60	E11-14Ac	145	5	0,034	
						E9 -12Ac	29	0	0	
Sils Maria	Lä-Ar-Wald 5:5	Lä	30	< 1	< 5	E11-14Ac	203	1	0,005	
		Ar	-	?	?	E9 -12Ac	29	4	0,138	

\* FFT: Anzahl Fallenfangtage = Zahl Fallen x Zahl Kontrolltage

\*\* Werte, die von verschiedenen Buchstaben gefolgt werden, unterscheiden sich signifikant auf dem 5% Niveau (t-Test)

Die Fangresultate weisen auf eine auch im populationsdynamischen Sinne wirksame Isolierung der LF und AF des Lärchenwicklers im Jahre 1977 hin.

Der Populationszyklus der LF des Grauen Lärchenwicklers im subalpinen Lärchen-Arven-Wald wird heute als Ergebnis einer zeitlich wechselnden Selektion für zwei Ökotypen verstanden - einen unter optimalen Umweltbedingungen stark zunehmenden «dunklen» Phänotyp, und einen nach Kahlfrass begünstigten «intermediären» Phänotyp. Die selbstinduzierte Verschlechterung der Nahrungsbasis nach Schadenfrass, die Erholungsrate des Wirtsbaumes und die Zeitverzögerung in der Rekombination der Gene wären dabei die bestimmenden Faktoren des 8-10jährigen Zyklus (BALTENSWEILER *et al.*, 1977). Für die im Allgemeinen leicht verzögert aber gleichsinnig fluktuierende AF kann eine analoge Erklärung nicht zutreffen, denn die assimilierende Blattmasse der Arve wird selbst bei höchster Raupendichte nur zum kleinen Teil gefressen. Eine mögliche Erklärung des gleichsinnigen Populationsrückgangs der AF könnte in der Annahme einer zeitlich begrenzten Panmixie zwischen LF und AF liegen, bei der infolge der numerisch starken «Überlegenheit» der LF der Genpool der AF stark mit LF-Eigenschaften durchsetzt würde. Hierfür spräche u.a., dass der Farbmorphotypus von AF-Populationen im Laufe der Regressionsphase deutlich von hellen gegen intermediäre Formen verschoben wird, die dann anschliessend durch die generell unveränderten Umweltbedingungen «Arve» wieder reduziert werden (BALTENSWEILER, 1977).

Unter Laborbedingungen lassen sich LF und AF beliebig kreuzen. Feldbeobachtungen während der Populationsmaxima 1972-1974 zeigten, dass sich die Männchen der LF in kahlgefressenen Beständen kaum noch geruchlich orientieren (vgl. dazu auch BENZ, 1973) und z.B. Leerfallen gleich häufig anfliegen wie Fallen mit LF-Weibchen. Erst eingehende Freilandbeobachtungen und Versuche während der nächsten Schadenperiode werden Aufschluss bringen können, ob die sexuelle Isolation zwischen AF und LF, wie sie jetzt für den Populationstiefpunkt gezeigt wurde, auch für hohe Dichten gültig ist. Von diesen Ergebnissen wird es abhängen, ob LF und AF weiterhin als Formen einer einzigen Art angesehen werden können.

LF und AF unterscheiden sich morphologisch nur im ausgewachsenen Raupenstadium an der Ausfärbung der chitinierten Körperteile und der Hautpigmentierung (BALTENSWEILER, 1977). Im Laboratorium lassen sich durch Kreuzung mühelos alle Farbvariationen erzielen. Die Analyse des Vererbungsmodus der Pheromonreaktion in Beziehung zum Farbmorphotyp wird von besonderem Interesse sein.

#### VERDANKUNGEN

Wir danken Fr. A. GUTMANN und Herrn A. BENNINGER vom Entomologischen Institut der ETHZ und Fr. D. THOMAS vom MPI, Seewiesen für ihre zuverlässige Mitarbeit im Laboratorium und im Freiland. Herrn A. FISCHLIN, Entomologisches Institut ETHZ sei für die Beratung in statistischen Belangen gedankt.

LITERATURVERZEICHNIS

- ANGST, M. 1973. *Elektrophysiologische Untersuchungen an den Antennen des Lärchenwicklers Zeiraphera diniana Guenée*. Diplomarbeit ETH Zürich, unveröffentlicht.
- ARN, H., STAEDLER, E. & RAUSCHER, S. 1975. *The electroantennographic detector - a selective and sensitive tool in the gas chromatographic analysis of insect pheromones*. Z. Naturf. 30: 722-725.
- AUER, C. 1961. *Ergebnisse zwölfjähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegung des Grauen Lärchenwicklers Zeiraphera griseana Hübner (= diniana Guenée) im Oberengadin (1949/60)*. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 37: 174-263.
- AUER, C. 1976. *Ergebnisse der populationsdynamischen Untersuchungen über den Grauen Lärchenwickler im Jahre 1975*. Int. Bericht, unveröffentlicht.
- BALTENSWEILER, W. 1966. *Zur Erklärung der Massenvermehrung des Grauen Lärchenwicklers (Zeiraphera griseana Hb = diniana Gn.)*. - Schweiz. Z. Forstw. 117: 466-491.
- BALTENSWEILER, W. 1977. *Colour-polymorphism and dynamics of larch bud moth populations (Zeiraphera diniana Gn., Lep. Tortricidae)*. - Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 50: 25-23
- BALTENSWEILER, W., BENZ, G., BOVEY, P. & DELUCCHI, V. 1977. *Dynamics of larch bud moth populations*. Ann. Rev. Entomol. 22: 79-100.
- BENZ, G. 1973. *Role of sex pheromone, and its significance for heterosexual and homosexual behaviour of larch bud moth*. Experientia 29: 553-554.
- BENZ, G. & VON SALIS, G. 1973. *Use of synthetic sex attractant of larch bud moth Zeiraphera diniana (Gn.) in monitoring traps under different conditions and antagonistic action of cis-isomere*. Experientia 29: 729-730.
- BOVEY, P. & MAKSYMOW, I.K. 1959. *Le problème des races biologiques chez la Tordeuse grise du Mélèze Zeiraphera griseana (Hb)*. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. Zürich 104: 264-274.
- BUSER, H.R. & ARN, H. 1975. *Analysis of insect pheromones by quadrupole mass fragmentography and high-resolution gas chromatography*. J. Chrom. 106: 83-95.
- COMEAU, A. & ROELOFS, W.L. 1973. *Sex attraction specificity in the Tortricidae*. Ent. exp. appl. 16: 191-200.
- KLUN, J.A. & COOPERATORS 1975. *Insect sex pheromones: intraspecific pheromonal variability of Ostrinia nubilalis in North America and Europe*. Environm. Ent. 4: 891-894.
- NAGAI, I., STARRAT, A.N., MCLEOD, D.G.R. & DRISCOLL, G.R. 1977. *Electroantennogram responses of the European Corn Borer, Ostrinia nubilalis, to (Z)- and (E)-11-tetradecenyl acetates*. J. Insect Physiol. 23: 591-597.
- PRIESNER, E. 1977. *Evolutionary capabilities of specialized olfactory receptors*. Olfaction and Taste VI (J. LeMagnen, ed.), in press.
- ROEHRICH, R. 1976. *Hétérogénéité dans la réponse aux phéromones de synthèse des populations de Lobesia botrana Schiff*. C.R. de la réunion sur les phéromones sexuelles des lépidoptères (1976), I.N.R.A., Pont de la Maye, 79-80.
- ROELOFS, W.L., CARDÉ, R., BENZ, G. & VON SALIS, G. 1971. *Sex attractant of the larch bud moth found by electroantennogram method*. Experientia 27: 1438-1439.
- SCHNEIDER, D., KAFKA, W.A., BEROZA, M. & BIERL, B.A. 1977. *Odor receptor responses of male Gypsy Moths and Nun Moths (Lepidoptera, Lymantriidae) to disparlure and its analogues*. J. comp. Physiol. 113: 1-15.
- VAČLENA, K. & BALTENSWEILER, W. 1978. *Untersuchungen zur Dispersionsdynamik des Grauen Lärchenwicklers, Z. diniana Gn. (Lep. Tortricidae). 2. Das Flugverhalten der Falter im Freiland*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 51: 59-88.