

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

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 49 (1976)

Heft: 3-4

Artikel: Zur Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers, *Zeiraphera diniana* (Guenée) (Lep. Tortricidae), im Ahrn al (Südtirol, Italien) : Lebensstafeluntersuchungen und Nahrungsverhältnisse während der Vegetationsperiode 1975

Autor: Omlin, F.X. / Herren, H.R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-401815>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers, *Zeiraphera diniana* (Guenée) (Lep. Tortricidae), im Ahrntal (Südtirol, Italien): Lebensstafeluntersuchungen und Nahrungsverhältnisse während der Vegetationsperiode 1975¹

F. X. OMLIN UND H. R. HERREN

Entomologisches Institut, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

Studies on population dynamics of the larch bud-moth Zeiraphera diniana (Guenée) in the Ahrntal (Italy): Life-tables and food situation during the vegetation period 1975 – Since 1971 the population density of the larvae of *Z. diniana* on larch trees has stabilized in the Ahrntal much below the damage threshold. The causes for this abnormal behaviour have been investigated by means of life tables and examination of the food. Incoincidence, poor food quality and parasitoids are considered to be the most important mortality factors. In 1975 the eggs of the larch bud-moth hatched before the needles began to appear, but the latter grew much faster than the larvae of *Z. diniana* and influenced their development. The higher fibre content of the needles increased the mortality of the larvae. The surviving pupae were underweight and the merging females had a lower fecundity. Some larval parasitoids which are generally very active in the Upper Engadin valley (Switzerland) were not so successful in the Ahrntal. The annual growth of wood was lower during the last 12 years than prior to 1964.

Optimale Lebensverhältnisse findet der Graue Lärchenwickler, *Zeiraphera diniana* GUENÉE (Lep. Tortricidae), in den Lärchen-Arven-Mischwäldern (Rhodoreto-Vaccinietum) des ganzen Alpenbogens, von Kärnten bis in die französischen «Hautes Alpes», auf einer Höhe zwischen 1600 und 2000 m ü.M. (BALTENSWEILER, 1964). Diese verhelfen der univoltinen Kleinschmetterlingsart in Zeitabschnitten von 8–9 Jahren zu zyklischen Massenvermehrungen. Während den 1–3 Jahren der grössten Raupendichten werden primäre Schädigungen an Lärchen (*Larix decidua* MILLER), wie sekundäre an Arven (*Pinus cembra* LINNÉ) und Fichten (*Pinus sylvestris* LINNÉ) augenfällig (AUER, 1961; BOVEY, 1966; BALTENSWEILER, 1975). Als Folge der Schädigung ist der Holzzuwachs der Lärche um bis zu 45% verringert (GEER, 1975); in verschiedenen Gebieten des Oberengadins ist ein Absterben der Lärchen zu registrieren (BALTENSWEILER, 1975). Auch Länge und Qualität der Nadeln des Wirtbaumes werden in den folgenden Nachschadenjahren, je nach Schadenausmass, mehr oder weniger stark beeinträchtigt (BENZ, 1962a, 1974).

Den überaus günstigen abiotischen Faktoren (BALTENSWEILER, 1966, 1968) wirken biotische, wie vollkommen und unvollkommen dichteabhängige Komponenten, entgegen. Es sind letztere, die im Dichtemaximum als Gesamtheit einsetzten und dadurch oft für den Zusammenbruch der Population verantwortlich sind: ein ganzer Komplex von Antagonisten (BALTENSWEILER,

¹ Beitrag Nr. 89 der Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers. Ausgeführt mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds für die wissenschaftliche Forschung.

1958; AESCHLIMANN, 1969, 1973; RENFER, 1974; DELUCCHI *et al.*, 1974), Krankheitserregern (MARTIGNONI, 1957, BENZ, 1962b, 1964, 1974; SCHMID, 1973) und Nahrungsmenge bzw. Nahrungsqualität (BENZ, 1962a, 1974).

Seit 1960 ermittelt AUER (1976) im Ahrntal (= Valle Aurina, Südtirol, Italien) (Abb. 1) die Populationsdichten mit Hilfe eines Raupenzensus. Im Engadin (Schweiz) laufen solche Untersuchungen seit 1949. Die erste, statistisch erfasste Gradation erstreckte sich im Ahrntal von 1960 bis 1967, mit dem Kulminationspunkt im Jahre 1964. Ihre Progressions- und Regressionsphase sind gegenüber den entsprechenden Phasen des Oberengadins (OE) zeitlich um ein Jahr nachverschoben, zeigen jedoch einen ähnlichen Kurvenverlauf (Abb. 2). Ferner tritt allgemeiner, sichtbarer Schaden nur während einer Vegetationsperiode auf, gegenüber 2–3 im OE. Wäre die an das Jahr 1967 anschliessende Gradation ähnlich verlaufen wie die vorhergehende, so hätte 1972 wieder allgemeiner Schaden erwartet werden dürfen. Dieser blieb jedoch aus, da die mittlere Raupendichte seit 1971 bei rund 7 Individuen pro kg Zweig stehen blieb. Erstmals in der langjährigen statistischen Untersuchungszeit konnte ein solch aussergewöhnlich stark abweichender Gradationsverlauf festgestellt werden. Diese Messungen und Beobachtungen von AUER (1960–1975) bergen manche Fragen und eventuell bedeutungsvolle Antworten zur weiteren Analyse der Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers in sich.

Das Ziel dieser Arbeit kann weder im Finden von Zusammenhängen noch im Auflegen eindeutiger Lösungen liegen, da es sich lediglich um einjährige Untersuchungen handelt. Uns scheint es aber möglich, Tendenzen im populationsdynamischen Geschehen des Lärchenwicklers festzuhalten.

MATERIAL UND METHODE

Auswahl und Lage der Versuchslärchen

AUER (1960–1975) gliedert das Ahrntal in 12 forstgeographische Abteilungen. In den letzten Jahren waren die Lärchen der oberen Talabschnitte vom Lärchenwickler stets stärker befallen, als die der mittleren und unteren; gleichzeitig wies die Schattenseite auch eine höhere Lärchenwicklerdichte auf als die Sonnenseite. In den im oberen Talabschnitt gelegenen Abteilungen 3 und 6 wurden je 5 Lärchen in Höhen von 1650 und 1750 m ü.M. für die laufenden Untersuchungen ausgewählt. Die Abstände der einzelnen Lärchen voneinander betrugen in der Regel mehr als 150–200 m. Im weiteren musste die Grösse des Kronenvolumens mehrmaliges Abschneiden von Ästen und Zweigen zulassen.

Der Eizensus

Grundsätzliches der Methode wurde von BALTENSWEILER (1969) übernommen. Der Lärchenkrone haben wir zufällig ausgewählte Äste herausgeschnitten, um dann diese in Stücke von 30–40 cm Länge aufzuschneiden.

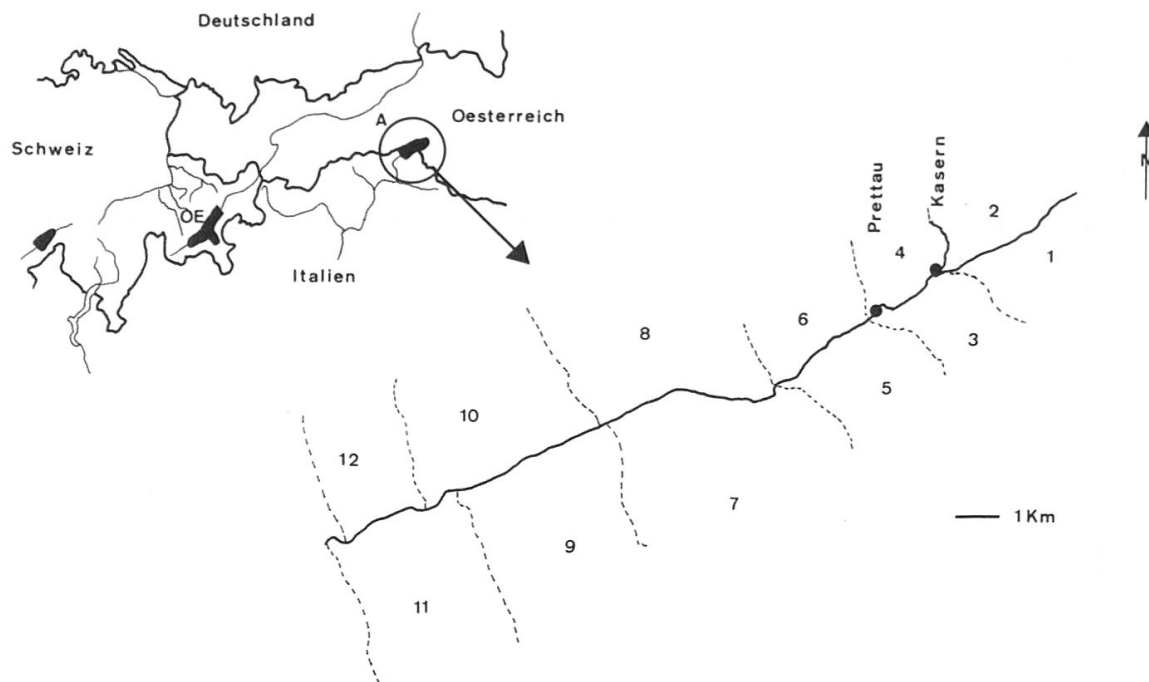


Abb. 1: Geographische Lage des Oberengadins (OE) und des Ahrntals (A). Vergrößert, das Ahrntal mit den Abteilungen 1 bis 12. Die untersuchten Bäume der Sonnenseite befinden sich in der Abteilung 6, diejenigen der Schattenseite in der Abteilung 3.

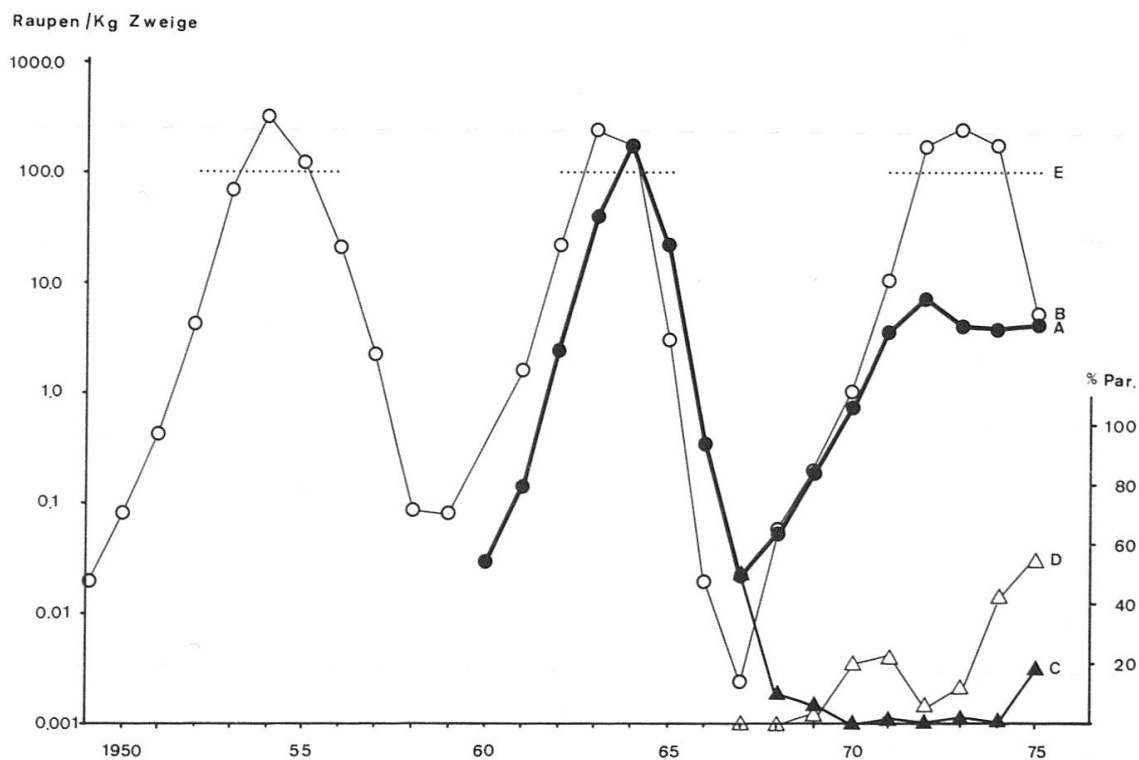


Abb. 2: Massenwechselkurven des Lärchenwicklers im Ahrntal (A) und im Engadin (B) in Log Skala (nach Auer 1960-1974); prozentualer Raupenparasitismus (% Par) im Ahrntal (nach Auer 1960-1974) (C) und im Engadin (D); Schwelle des sichtbaren Schadens (E) bei 100 Lärchenwickler-raupen pro kg Zweigstichprobe. Sämtliche Werte für 1975 stammen aus eigenen Untersuchungen.

Das Ast- und Zweigmaterial wird dann gesondert in sogenannten Photeklektoren dem Licht und einer Temperatur von 18 °C ausgesetzt. Photeklektoren sind lichtundurchlässig eingefärbte Kunststoffzylinder (Inhalt 10 l) mit einer grossen, verschliessbaren Öffnung am Boden; jener liegt eine kreisförmige Öffnung von 5 cm Querschnitt gegenüber, auf die ein transparentes Larvenauffanggefäss gesteckt wird. Die schlüpfenden Räumchen reagieren positiv phototaktisch und wandern demzufolge in das transparente Gefäss. Die Anzahl gefundener Räumchen wird in Beziehung zur Gesamtlänge des untersuchten Ast- und Zweigmaterials gesetzt.

Der Raupenzensus

Vom Schlüpfbeginn des Lärchenwicklers an, bis zur Zeit des natürlichen Abspinnens der verpuppungsbereiten Larven, wurden alle 7 Tage die Dichte bzw. Stadienverteilung der 10 Testlärchen untersucht. Aus der Krone schnitten wir 3–4 zufällig gewählte Äste heraus. Von diesen sind die dünnen Zweige abgetrennt und für jeden Baum und jedes Stichprobendatum zu 500 g abgewogen worden. Im Feldlabor in Zuoz (OE) suchte man das in Papiersäcken gesammelte Material nach Lärchenwicklerräupen, deren Parasiten und Begleitarten ab.

Aufzucht der gefundenen Raupen und Parasitoiden, und Eiablage

Die gefundenen Lärchenwicklerräupen wurden vom Auftreten der L₄ an bis zum Falter, parasitierte Lärchenwickler bis zum Schlüpfen ihrer Parasiten einzeln in Pillengläsern (4 x 1 cm) gezüchtet. Auch wurden sämtliche als Raupen gefundene Begleitarten im Labor weitergefüttert und aufbewahrt.

Für die Eiablage sind jeweils 2 Weibchen und 2 Männchen nach der Methode MEYER (1969) in Plastikbecher gebracht worden. Zur Stimulation der Eiablage sind diese Becher mit einem Lärchenzweig und mit 10prozentigem Zuckerwasser versehen.

Entnahme von Nadelproben

Alle 7 Tage haben wir, gleichzeitig mit den Stichproben für die Untersuchungen des Raupenzensus, auch Nadelproben zu Nadelmessungen und zur chemischen Analyse entnommen. Pro Stichprobe und Baum sind die längsten Nadeln von 10 Kurztrieben gemessen worden. Die Methode der chemischen Analysen wurde von BENZ (1974) übernommen. Dabei handelt es sich um Rohfasergehaltsbestimmungen nach der leicht modifizierten Methode von VAN SOEST (1963) und um Stickstoffgehaltsbestimmungen mit der Kjeldahlapparatur. Die Analysenresultate, die sich auf den Trockengewichtsanteil (TG) der Nadeln beziehen, sind, wie schon von BENZ (1974), auf das Frischgewicht (FG) der Probe umgerechnet worden. Das ist vom biologischen Standpunkt aus gesehen sinnvoll, da sich die Raupen in der Natur von frischen Nadeln ernähren.

Messungen des Jahrringzuwachses an Bohrspänen

Zur Messung der Jahrringbreiten sind die 10 Lärchen bergwärts auf Brusthöhe angebohrt worden. Die Jahrringbreiten geben uns Aufschluss über die Wachstumsgeschwindigkeit und lassen Rückschlüsse auf vergangene Schadenperioden zu (GEER, 1974).

Untersuchungen an Vergleichslärchen im Engadin

Zum Vergleich sind 5 Lärchen in Zuoz auf ähnliche Art untersucht worden. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass mit Ausnahme eines Baumes sämtliche im Jahre 1973 geschädigt waren. Wie sehr sich die sogenannte Nachschadenreaktion auf die Lärchenwicklerpopulation auswirkt, hat BENZ (1974) ausführlich beschrieben.

Für unsere Untersuchungen standen der Raupenzensus, die Entnahme von Nadelproben und die der Bohrspäne im Vordergrund.

RESULTATE

Temperaturverhältnisse im Südtirol und im Engadin

Die Werte sind vergleichend in der Tabelle 1 zusammengestellt. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Temperaturen des Südtirols von 1960 bis 1974 im südlich des Ahrntals gelegenen Riva di Tures, auf einer Höhe von 1600 m ü.M. gemessen worden sind. Für die Vegetationsperiode 1975 liegen jedoch diesbezügliche Angaben des Ahrntals selbst vor. Die Messstation von Klimadaten des Engadins befindet sich in Bever.

Für unsere Betrachtungen sind nur die Monate, während denen das Austreiben der Lärchen, das Nadelwachstum und die Entwicklung der Raupenstadien stattfindet, bedeutungsvoll; also die mittleren Temperaturen der Monate April bis Juni. Die während der Schadenjahre, d.h. während der grössten Populationsdichte des Lärchenwicklers, herrschenden Klimawerte sind speziell herausgehoben worden, damit ein direkter Vergleich mit den Mittelwerten dieser Monate über 15 Jahre hinweg, angestellt werden kann.

Es fällt auf, dass sämtliche Monatsmittel der Jahre 1960 bis 1974 des Riva di Tures stets niedriger sind als die direkt im Ahrntal gemessenen Temperaturen. Vergleichsweise ist es im Engadin kühler. Die für das letzte Schadenjahr 1964 vorhandenen Temperaturangaben des Ahrntals liegen für die bezeichneten Monate um etwa 2 °C über denen des Gesamtmittelwertes. Im Oberengadin weichen die Monatsmittel der Schadenjahre nur geringfügig von den Monatsmitteln der 15 Jahre ab.

Tabelle 1: Temperaturen in °C im Südtirol (Station Riva di Tures, 1600 m ü.M.) und im Engadin (Station Bever, 1700 m ü.M.). Die Temperaturen für das Jahr 1975 des Südtirols wurden im Ahrntal gemessen

	Süd-Tirol				Oberengadin			
	April	Mai	Juni	Juli	April	Mai	Juni	Juli
1960 - 1974: \bar{x}	3.8	6.9	11.2	13.1	0.8	5.9	9.6	11.1
1963	3.8	7.7	11.8	14.1	1.6	5.6	9.6	12.4
1964 *	5.1	9.7	13.4	15.0	2.4	8.1	11.4	12.5
1975 1. Woche	-	-	11.8	12.3	-	3.1	4.6	10.6
2. Woche	-	11.5	11.6	14.7	-	7.6	9.6	13.6
3. Woche	-	15.1	12.1	14.5	-	8.5	6.7	11.9
4. Woche	-	13.5	15.7	14.1	-	6.9	10.6	11.3
Monatsmittel	-	13.3	12.8	13.9	0.8	6.4	7.9	11.8

* Kulminationsjahr beim LW

Charakteristik der Lärche als Wirtspflanze

Der Kronenhabitus

Lange, senkrecht herabhängende Zweige findet man bei allen Lärchen im Ahrntal (Abb. 3). Wie weit sich dabei das milde Klima bzw. das Genom des Baumes geltend machen, kann nur schwerlich abgeschätzt werden. Einen ähnlichen Kronentypus findet man bei Lärchen im Unterengadin wie im schweizerischen Mittelland. Auffällig ist, dass die relativ kurzen Zweige der Lärchen im Oberengadin (Abb. 3) der Krone eine ganz andere Erscheinungsform verleihen. Die bedeutend niedrigeren Temperaturen im Engadin wirken eventuell negativ auf das Längenwachstum der Zweige, während im Ahrntal die höheren Temperaturen das Zweigwachstum fördern könnten.

Die Ahrntal-Bäume

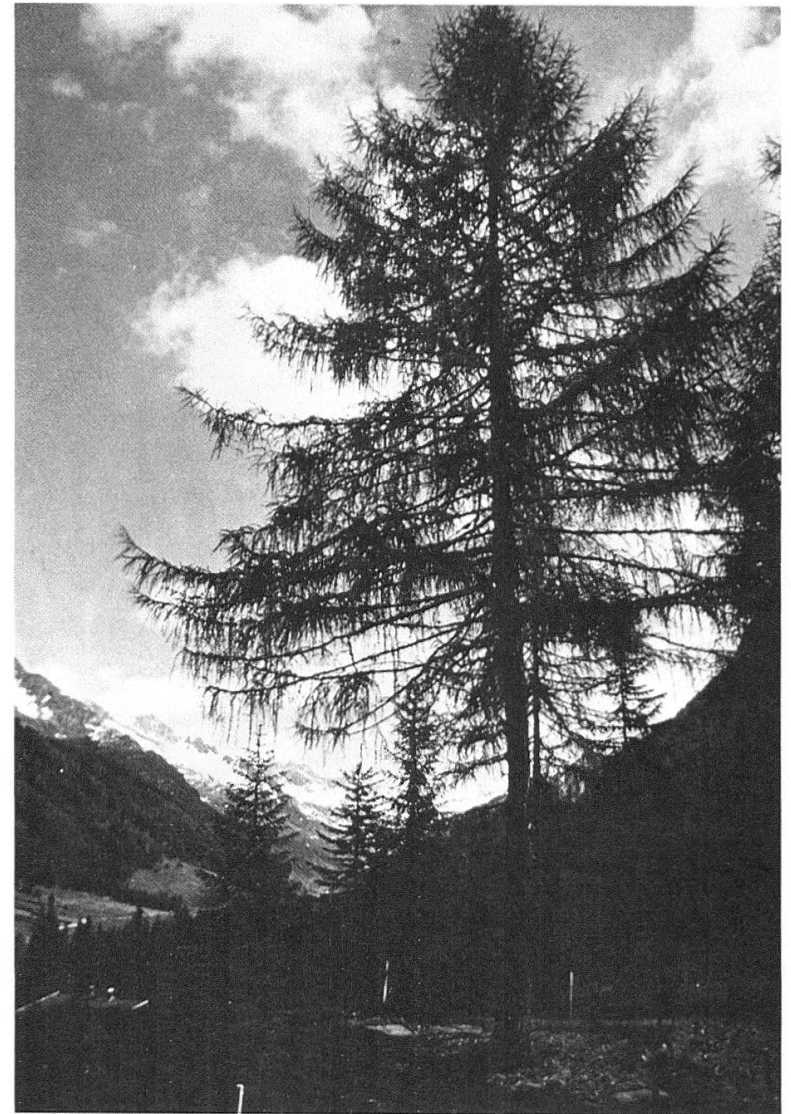
Das Nadelwachstum

Die Lärchen auf der Sonnen- und Schattenseite unterscheiden sich diesbezüglich in zwei Hinsichten: früheres Austreiben der Nadeln und homogeneres Wachstum im Laufe der 7 Wochen der Bäume am südexponierten Hang (Tab. 2). Wir können approximativ annehmen, dass der Austrieb um den 10. Mai hat erfolgen müssen. Schon am 29. Mai war das Wachstum mit 22 mm auf beiden Talseiten abgeschlossen. Bemerkenswert ist, dass sich einerseits die eigentliche Wachstumsphase auf nur 19 Tage beschränkt, und dass andererseits die maximale Nadellänge lediglich 22 mm beträgt (Abb. 4).

Auf die Bedeutung dieser Befunde soll weiter unten, im Zusammenhang mit den Zuozer-Lärchen und mit der Entwicklung der Raupen, eingegangen werden.



Krone einer Lärche im Engadin



Krone einer Lärche im Ahrntal.

Abb. 3: Habitus der Lärchenkronen

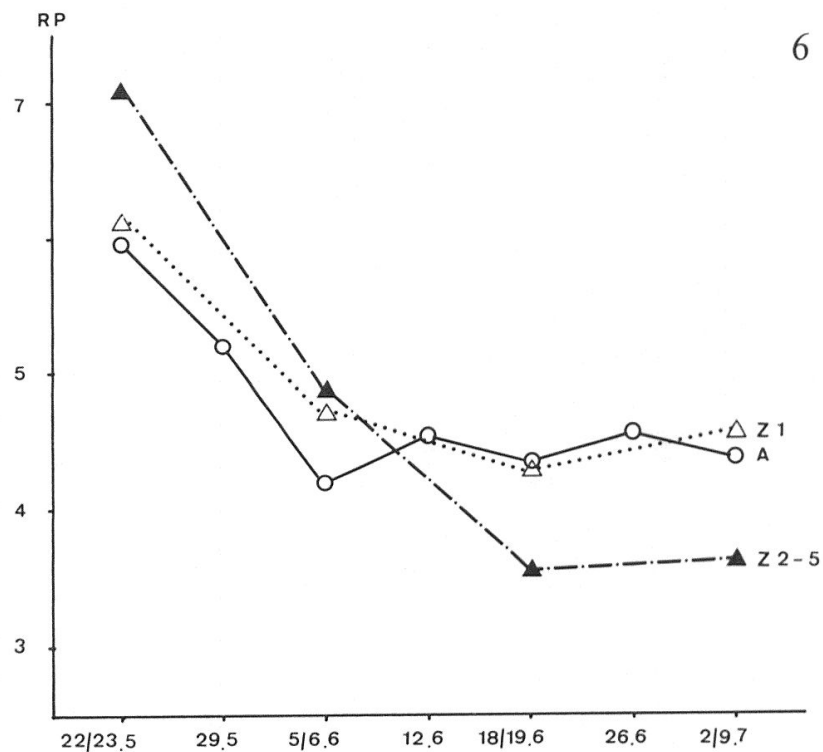
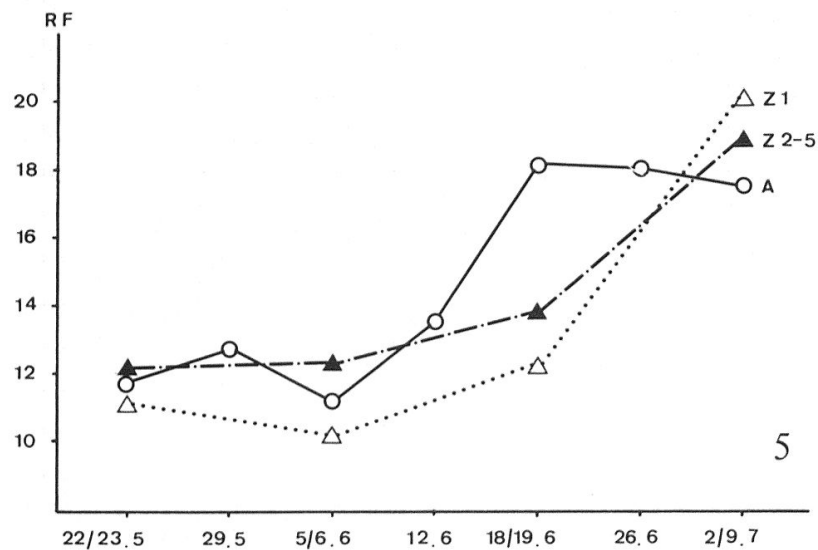
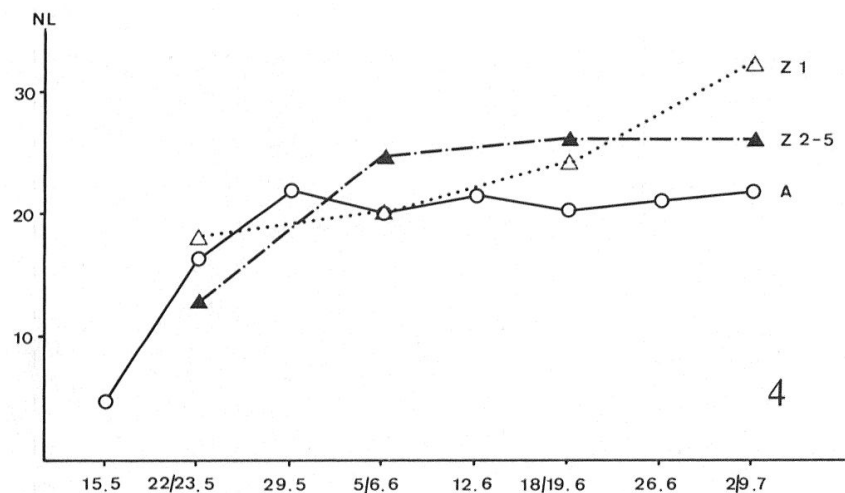


Abb. 4: Nadelwachstum (NL) in mm während 7 Wochen. Die maximale Endlänge der Engadinerlärchen wird erst am 9.7. erreicht. (A = Ahrntal, Z 1 = Zuozer Lärche ohne Schaden 1973/74 und Z 2-5 = 4 Zuozer Lärchen mit 40-60% Schaden 1973, dagegen 1974 ohne Schaden).

Abb. 5: Rohfasergehalt (RF) in % des Frischgewichtes über die 7 Stichprobedaten hinweg (A = Ahrntal, Z 1 = Zuozer Lärche ohne Schaden 1973/74 und Z 2-5 = Zuozer Lärchen mit 40-60% Schaden 1973, dagegen 1974 ohne Schaden).

Abb. 6: Rohproteingehalt (RP) in % des Frischgewichtes über die 7 Stichprobedaten hinweg (A = Ahrntal, Z 1 = Zuozer Lärche ohne Schaden 1973/74 und Z 2-5 = Zuozer Lärchen mit 40-60% Schaden 1973, dagegen 1974 ohne Schaden).

Tabelle 2: Nadellängen in mm der im Ahrntal untersuchten Lärchen im Jahre 1975

		Mess-Daten	15.5.	22.5.	29.5.	5.6.	12.6.	19.6.	26.6.	2.7.
Sonnenseite	\bar{x}		5.8	17.6	23.0	20.8	21.6	20.6	19.4	21.8
	$s_{\bar{x}}$		0.6	0.8	1.0	1.0	1.3	0.4	0.7	0.7
	I		1.6	2.1	2.8	3.7	2.6	1.1	1.9	2.0
	I%		28.0	11.8	12.1	13.0	16.6	5.4	9.7	9.4
Schatten-Seite	\bar{x}		4.0	15.4	20.8	19.4	21.6	20.5	23.2	22.2
	$s_{\bar{x}}$		0.4	1.5	1.4	1.5	1.7	2.4	1.9	1.3
	I		1.2	4.3	3.9	4.2	4.7	6.7	5.2	3.6
	I%		31.1	27.7	18.6	21.5	21.8	32.5	22.5	16.0
Sonnen- u. Schatten-Seite	\bar{x}		4.9	16.5	21.9	20.1	21.6	20.6	21.3	22.0
	$s_{\bar{x}}$		0.5	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	0.7
	I		1.3	2.5	2.5	2.4	2.8	2.8	3.1	1.9
	I%		27.3	14.9	11.3	12.1	12.9	13.5	14.8	8.8

\bar{x} = Mittelwert, gebildet durch 50 Messungen je Datum, d.h. pro Baum und Datum sind 10 Kurztriebe gemessen worden.

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes.

$I_{\bar{x}}$ = Vertrauensintervall bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%.

I% = Vertrauensintervall in % des Mittelwertes.

Tabelle 3: Nadellängen (NL) in mm im Ahrntal in den Jahren 1972 bis 1975

Jahr	1972*	1973*	1974*	1975
max NL	23,5	22,8	25,1	22,0

* von Dr. Baltensweiler zur Verfügung gestellt.

Chemische Nadelanalysen

Der Rohfasergehalt (RF): der der früh entnommenen Proben bewegt sich zwischen 11 und 12% des Frischgewichtes (FG), wobei der der Endproben rund 18% des Frischgewichtes anzeigt (Tab. 4). Gesamthaft gesehen ist dies ein so hoher Fasergehalt, wie man ihn bis jetzt nur für Lärchen 1-3 Jahre nach dem Schaden (als Nachschadenreaktion: BENZ, 1974) kannte. Sichtbarer Frassschaden dieser Lärchen liegt aber schon 12 Jahre zurück.

Der Rohfasergehalt während des Nadelwachstums kann in 2 Phasen gegliedert werden: in der ersten und zeitlich kürzeren Phase vom 22. Mai bis zum 5. Juni bleibt er mit 11-12% des Frischgewichts mehr oder weniger konstant, um dann in der 2. Phase steil auf 18% des FG anzusteigen (Abb. 5). Es ist aussergewöhnlich, dass der RF-Gehalt noch zunimmt, obwohl das Nadelwachstum bereits abgeschlossen ist.

Tabelle 4: Rohfaserwerte im Ahrntal 1975

	Mess-Daten	22.5.	29.5.	5.6.	12.6.	19.6.	26.6.	2.7.
Sonnenseite	\bar{x}	11.76	12.64	11.93	14.08	17.32	18.54	17.71
	$s_{\bar{x}}$	0.81	0.43	0.94	0.58	0.69	0.58	0.78
	I	2.26	1.20	2.61	1.60	1.93	1.62	2.16
	I%	19.19	9.49	21.90	11.38	11.15	8.72	12.21
Schatten- Seite	\bar{x}	11.65	12.70	10.46	12.88	15.22	17.56	17.40
	$s_{\bar{x}}$	0.61	0.49	0.37	0.37	0.39	0.40	1.18
	I	1.69	1.37	1.03	1.02	1.09	1.10	3.27
	I%	14.50	10.75	9.82	7.94	7.16	6.27	18.82
Sonnen- u. Schatten- Seite	\bar{x}	11.70	12.67	11.20	13.48	18.05	18.05	17.53
	$s_{\bar{x}}$	0.48	0.31	0.54	0.38	0.47	0.37	0.63
	I	1.33	0.86	1.49	1.05	1.32	1.03	1.74
	I%	11.36	6.76	13.29	7.82	8.16	5.70	9.93

Die Unterschiede zwischen Sonnen- und Schattenseite sind nur geringfügig (Tab. 4).

Der Rohproteingehalt (RP): er pendelt sich vom 5. Juni an auf beiden Talexpositionen bei einem Wert von 4% des FG ein (Abb. 6). Aus der Tab. 5

Tabelle 5: Rohproteinwerte im Ahrntal 1975

	Mess-Daten	22.5.	29.5.	5.6.	12.6.	19.6.	26.6.	2.7.
Sonnenseite	\bar{x}	5.68	4.90	4.25	4.29	4.49	4.41	4.44
	$s_{\bar{x}}$	0.66	0.53	0.46	0.19	0.39	0.40	0.44
	I	1.84	1.48	1.29	0.52	1.09	1.10	1.21
	I%	32.36	30.17	30.21	12.21	24.22	25.00	27.30
Schatten- Seite	\bar{x}	6.26	5.45	4.10	4.75	4.22	4.66	4.30
	$s_{\bar{x}}$	0.38	0.24	0.17	0.27	0.26	0.33	0.31
	I	1.05	0.66	0.47	0.75	0.73	0.90	0.86
	I%	16.82	12.06	11.36	15.71	17.24	19.39	20.09
Sonnen- u. Schatten- Seite	\bar{x}	5.94	5.17	4.18	4.52	4.35	4.54	4.36
	$s_{\bar{x}}$	0.39	0.29	0.23	0.17	0.23	0.25	0.24
	I	1.10	0.80	0.65	0.48	0.63	0.68	0.68
	I%	18.47	15.53	15.52	10.63	14.46	15.06	15.50

ist ersichtlich, dass der RP-Gehalt der Nadeln noch während des Wachstums abnimmt, nämlich von rund 6% auf 4% des FG. Weiter ist auffällig, wie das Vertrauensintervall, bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%, der Gehaltswerte der Sonnenseite über sämtliche Daten hinweg stärker schwankt als auf der nordexponierten Seite. Dass die RP-Werte mehr streuen als die RF-Werte, ist auch aus den Tab. 4 und 5 ersichtlich.

Der Holzzuwachs

Schädigungen, die der Vergangenheit angehören, können aufgrund der Jahrringstruktur eruiert werden (GEER, 1975). Die Jahrringbreite im Jahre nach allgemeinem Frassschaden ist von dessen Intensität abhängig. Auf der Abb. 7 sind über die Jahre 1930–1975 die Jahrringbreiten aufgetragen. Der letzt zurückliegende Schaden kann hier für das Jahr 1964 bestätigt werden; andere Schadenperioden müssen den Jahren 1955, 1946 und 1936 zugeordnet werden. Es fällt auf, dass das Lärchenwachstum jeweils 1–3 Jahre nach den Schädigungen von 1936, 1946 und 1955 wieder anstieg. Nach dem letzten Schaden von 1964 blieb jedoch eine signifikante Zunahme der Jahrringbreiten aus, obwohl der 1972 erwartete Schaden nicht eintrat und die Lärchenwicklerpopulation mit 6–8 Individuen pro kg Stichprobe recht niedrig war. Auch scheint es, als ob der Schaden schon im Jahre 1955 deutliche Spuren hinterlassen hätte, indem die Lärchen in den folgenden Jahren nicht mehr jenen hohen Holzzuwachs der Jahre 1944 oder 1949, von 3,4 mm bzw. 3,3 mm, zu produzieren vermochten.

Die auf Abb. 7 eingetragenen mittleren Temperaturen der Monate April bis Juli der letzten 14 Jahre verraten eine nur geringe Einflussnahme auf die Jahrringbreiten der entsprechenden Jahre, wenn man den Einfluss des Lärchenwicklers auf den Holzzuwachs miteinbezieht.

Die Zuozer-Bäume

Das Nadelwachstum

Der Nadelaustrieb im Jahre 1975 der ungeschädigten Lärche Zuo 1 (Z 1) erfolgt früher, und auch das Wachstum verläuft in den ersten Wochen schneller als bei den 1973 geschädigten Lärchen Zuo 2–5 (Z 2–5) (Tab. 6 und 7). Die am 9. Juli erreichte maximale Nadellänge von rund 32 mm ist um 6 mm grösser als die der Bäume Z 2–5. Dieser Befund stimmt grundsätzlich mit den Beobachtungen von BENZ (1974) überein.

Die Wachstumskurven auf Abb. 4 veranschaulichen, dass die Nadeln der Lärche Z 1 bis zum 9. Juli stetig und kontinuierlich zunahmten, während bei den Bäumen Z 2–5 nach einem Wachstumsschub vom 22. Mai bis am 6. Juni bereits die maximale Nadellänge erreicht wurde.

Vergleicht man diese Wachstumsverhältnisse der Lärchen Z 2–5 mit jenen im Ahrntal, so sind gewisse Parallelen und Ähnlichkeiten festzustellen: Inkoinzidenz, im Sinne eines verspäteten Austreibens der Nadeln gegenüber dem Schlüpfen der Eiräupchen, relativ kurzer Wachstumsschub und früher Wachstumsstop bei relativ geringer Nadellänge.

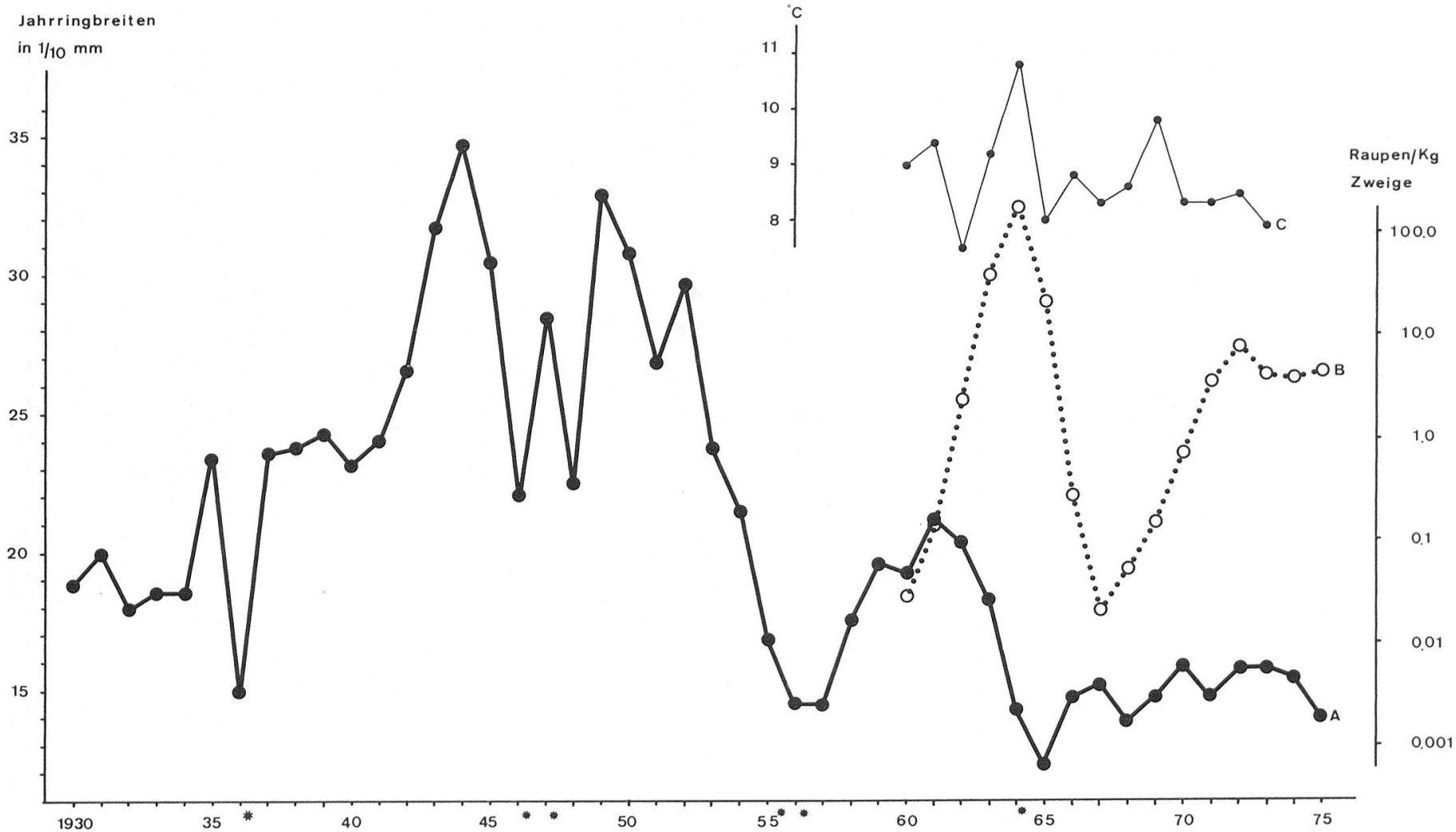


Abb. 7: Mittlerer Holzzuwachs der 10 Lärchen im Ahrntal in 0,1 mm von 1930 bis 1975 (A = Jahrringbreiten, B = Lärchenwicklerdichten, C = Jahresdurchschnittstemperaturen, * = Schadenjahre).

Tabelle 6: Nadellänge, Rohfaser- und Rohproteingehalt 1975 bei der 1973 ungeschädigten Lärche Zuoz 1

	23.5.	6.6.	18.6.	9.7.
Nadellänge in mm	18	20	24	32
RF Gehalt der Nadeln	11.12	10.80	12.23	19.98
RP Gehalt der Nadeln	6.09	4.71	4.29	4.55

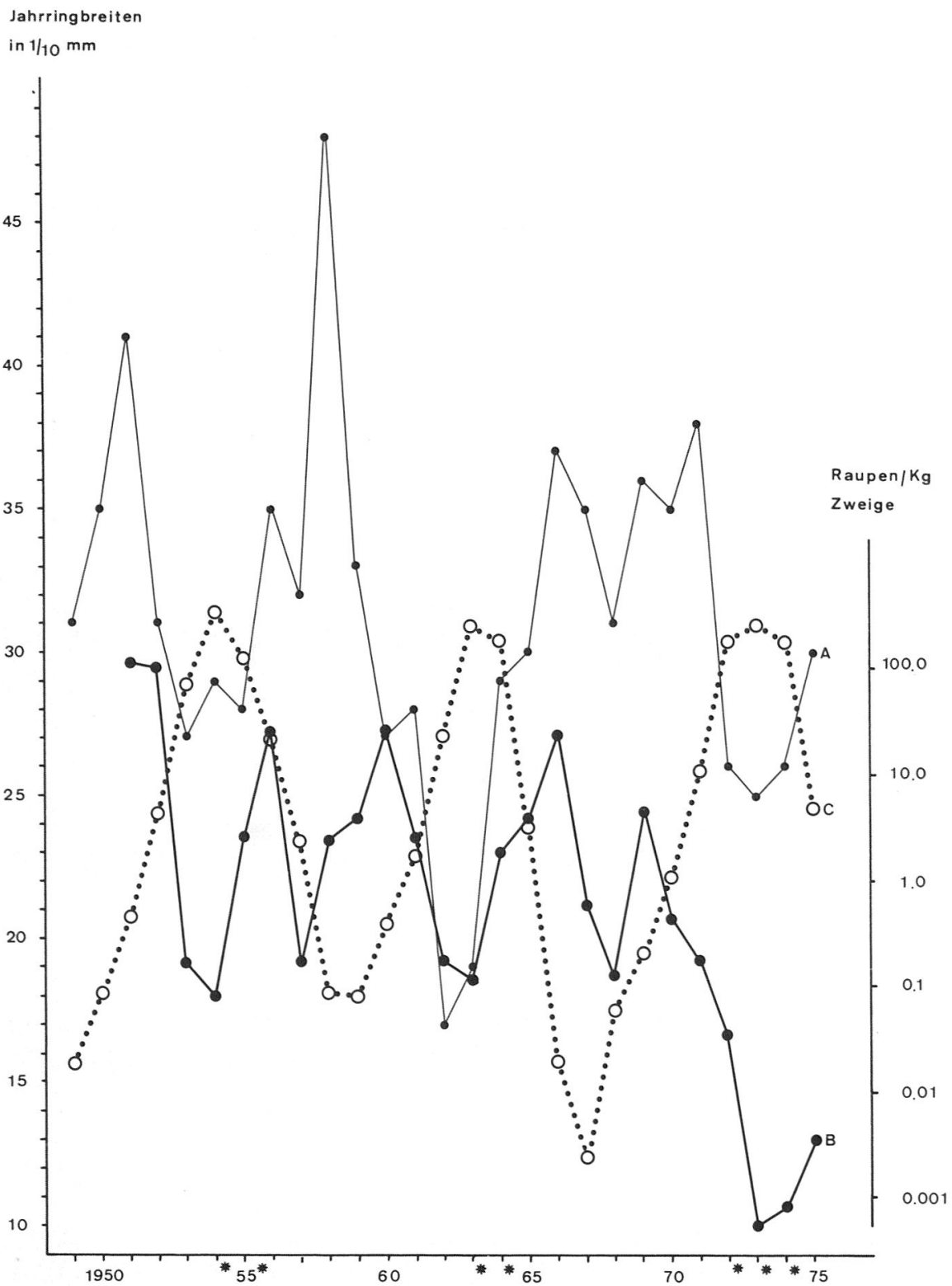
Dem gegenüber ist die Tatsache interessant, dass zur Zeit des ersten Raupenstadiums am 23. Mai die Nadeln von Z 1 im Mittel mehr als 18 mm erreicht haben. Nach BALTENSWEILER (in BOVEY, 1966) ist die ideale Nadellänge für die L₁ zwischen 6-11 mm. Auf der Lärche Z 1 konnten auf insgesamt 3000 abgesuchten Kurztrieben kein Lärchenwickler gefunden werden, während auf den anderen 4 Lärchen je 8 Raupen gezählt werden konnten. Dies ist ein Beispiel dafür, dass sich verfrühtes Lärchenaustreiben und zu schnelles Nadelwachstum ebenso negativ auf den Lärchenwickler auswirken können, indem die zu langen Kurztriebbuschel den kleinen Eiräupchen Schwierigkeiten beim Einspinnen bereiten, wie verspäteter Austrieb.

Tabelle 7: Nadellänge, Rohfaser- und Proteingehalt 1975 bei den 1973 geschädigten Lärchen Zuoz 2-5

Stichprobedaten		23.5.	6.6.	18.6.	9.7.
Lärchenwickler- Stadien		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
Nadel- länge in mm	\bar{x}	12.75	24.25	26.00	26.00
	$s_{\bar{x}}$	0.75	2.29	3.56	3.14
	I	2.09	6.36	9.89	8.72
	I%	16.35	26.21	38.05	33.53
RF-Werte in % der FG	\bar{x}	11.94	12.34	13.80	18.66
	$s_{\bar{x}}$	1.03	0.63	0.43	0.63
	I	2.85	1.74	1.19	1.79
	I%	23.88	14.14	8.65	9.58
RP-Werte in % der FG	\bar{x}	7.09	4.86	3.51	3.57
	$s_{\bar{x}}$	0.45	0.19	0.13	0.17
	I	1.24	0.53	0.36	0.48
	I%	17.47	10.86	10.36	13.51

Chemische Nadelanalysen

Der Rohfasergehalt (RF): bei der Lärche Z 1 stellen wir für die ersten 3 Stichproben niedrigere Rohfaserwerte fest, als bei den 1973 geschädigten Bäumen (Tab. 6 und 7). Die Unterschiede sind mit 0,5-1,5% Differenz jedoch



gering, d. h. die Nachschadenreaktion tritt nicht mit aller Deutlichkeit zum Vorschein. Dies könnte mit der nur partiellen Lärchenschädigung erklärt werden. Der RF-Gehalt steigt mit dem Wachstum der Nadeln bis zum Erreichen der maximalen Endlänge regelmässig an (Abb. 5). Vergleichsweise nimmt der Gehalt an Lignin und Cellulose während der Vegetationsperiode 1975 im Ahrntal schneller zu.

Der Rohproteingehalt (RP): der zur Zeit des Auftretens von Raupen im 3. und 4. Stadium vorhandene RP-Wert liegt für die Kontrolllärche Z 1 mit 4,29% und 4,55% des FG um rund 1% höher als für die Bäume Z 2-5 (Tab. 6 und 7). BENZ (1974) fand analoge Verhältnisse für Lärchen mit und ohne Vorjahresschaden. Beim Vergleich des Rohproteingehaltes im Ahrntal mit dem der Kontrolle Z 1 ist nahezu eine Übereinstimmung festzustellen (Abb. 6).

Der Holzzuwachs

Der relativ grosse jährliche Holzzuwachs der Lärche Z 1 (Abb. 8) zeigt deutlich, dass es sich um einen schnellwüchsigen Baum handelt (GEER, 1975). Die Kulminationspunkte der letzten drei Lärchenwicklergradationen schlagen sich in der extrem verminderten Ringbreite der Jahre 1954, 1963 und 1974 nieder. Obwohl diese Lärche 1973 keinen sichtbaren Schaden zeigte, fällt die grosse Verminderung des Holzzuwachses von 3,8 mm auf 2,6 mm in den Jahren 1971 bzw. 1972 auf. Dass die Lärchen schon bei Populationsdichten unterhalb der Schadensschwelle von 100 Individuen pro kg Stichprobe in ihrer Physiologie gestört werden können, ist bekannt (BENZ, 1974; GEER, 1975).

Die Lärchen Z 2-5 zeigen schon im Jahre 1972 einen ganz steilen, mittleren Holzzuwachsverlust. Dieser ist bedeutend grösser als jener der Lärche Z 1 im selben Jahr. Im weiteren haben diese Lärchen weder im Jahre 1953 noch 1962 derart schmale Jahrringbreiten wie sie für das Jahr 1973 gemessen werden konnten (Abb. 8).

Allen 5 Lärchen in Zuoz ist gemeinsam, dass sie sich nach dem Schaden zu erholen vermochten, indem die Produktion der Holzmenge wieder zunimmt. In weit ausführlicherem Rahmen hat GEER (1975) dieselbe Beobachtung an anderen Lärchen des Engadins gemacht.

Der Parasitenkomplex

Das Spektrum der 17 bis jetzt im Ahrntal gefundenen Arten (Tab. 8) ist um das Fünffache geringer als das des Engadins. Diese Unterschiede könnten mit zu wenig eingehenden Untersuchungen im Ahrntal über die vergangenen Jahre hinweg erklärt werden, oder es liegt im Südtirol tatsächlich eine Armut der Parasitoiden-Arten vor. Die Arten jedoch, die im Engadin als besonders effektive Parasitoide wirken (BALTENSWEILER, 1958; AESCHLIMANN, 1969; RENFER, 1974), vermögen sich im Ahrntal nicht auf dieselbe Weise durchzusetzen.

Die drei Parasitoidenfamilien des Ahrntales, *Ichneumoniden*, *Braconiden* und *Eulophiden* machen 1975 mit absolut 11, 10 bzw. 12 Individuen je einen Drittel der Gesamtdichte der Parasitoiden aus. Dies entspricht nicht den im Oberengadin gemachten Befunden (RENFER, 1974), wo man während der

Tabelle 8: Gefundene Parasitoiden aus dem Ahrntal

<i>Ichneumonidae</i>	<i>Campoplex occipitor</i> AUBERT
	<i>Chorinaeus funebris</i> GRAVENHORST
	<i>Diadegma dinianator</i> AUBERT
	* <i>Diadegma patens</i> TOWNES
	* <i>Phytodietus griseanae</i> KERRICH
	* <i>Triclistus pigmaeus</i> CRESSON
	* <i>Triclistus podagricus</i> GRAVENHORST
<i>Braconidae</i>	<i>Apanteles</i> sp. <i>prope dilectus</i> HALIDAY
	<i>Apanteles murinanae</i> ČAPEK & ZWOELFER
	<i>Apanteles</i> spp.
	<i>Eubadizon extensor</i> LINNAEUS
	<i>Meteorus pallipes</i> WESTWOOD
<i>Eulophidae</i>	* <i>Elachertus argissa</i> WALKER
	* <i>Dicladocerus westwoodii</i> WESTWOOD
	* <i>Sympiesis punctifrons</i> THOMSON
<i>Tachnidae</i>	<i>Cyzenis albicans</i> FALLÉN
	<i>Lypha dubia</i> FALLÉN

* im Oberengadin meist verbreitete Arten

ganzen Gradation nie ein solches Verhältnis gefunden hat. Die Dichteverhältnisse des Lärchenwicklers der letzten 5 bis 6 Jahre im Ahrntal wären für einen optimalen Parasitierungseffekt durch die *Eulophiden* günstig (AESCHLIMANN, 1964, 1973). Gerade die *Eulophiden*, die ein intensiveres Suchverhalten zeigen (AESCHLIMANN, 1969), vermochten sich nicht wie erwartet wirkungsvoll durchzusetzen.

Wie aus Tab. 11 ersichtlich ist, war der beobachtete Parasitierungsgrad in Zuoz 60%. Der hohe Wert entspricht für diesen Gradationszeitpunkt den Erwartungen (BALTENSWEILER, 1958; AESCHLIMANN, 1969, 1973, 1974; RENFER, 1974). Dabei stellen die *Eulophiden* $\frac{2}{3}$ sämtlicher Parasitoide, während das verbleibende Drittel den *Ichneumoniden* (*Phytodietus griseanae* KERRICH) zufällt.

Als Nebenwirte suchen 7 der total 16 gefundenen Parasitoidenarten auch die im Ahrntal vorkommenden Begleitarten des Lärchenwicklers auf (DELUCCHI *et al.*, 1974).

Die Lebensstafeln

Allgemeines

Wie aus den Tab. 10 und 11 ersichtlich ist, fehlt ein dem Raupenzensus vorangehender Eizensus. Wohl wurde im Ahrntal ein Eizensus vorgenommen, die Resultate liessen sich jedoch wegen methodischen Unzulänglichkeiten in keiner Weise mit denen des ersten Raupenzensus vereinbaren. Ferner konnten wir wegen den niederen Populationsdichten nur 2 Puppen im Freiland finden. Deshalb wurden vorzeitig die von den Zweigproben abgelesenen Raupen des L₄ und L₅ unter idealen Laborbedingungen (18 °C, 80% rLF) auf Futter von Lärchen ohne Schaden bis zum Falter weitergezüchtet. Puppengewichte sowie die Fekundität der weiblichen Falter können der Tab. 9 entnommen werden.

Tabelle 9: Puppengewicht und Fekundität des Lärchenwicklers im Ahrntal 1975 (SO = Sonnenseite, SC = Schattenseite)

		Anzahl Puppen	Puppen- gewicht mg	Anzahl Falter	Eier pro Falter	% unbefrucht. Eier
SO	♂ ♂	13	23.1	10	–	–
	♀ ♀	13	25.4	11	86	4.5
SC	♂ ♂	13	20.2	11	–	–
	♀ ♀	16	26.6	14	84	6.1

Von den 5 Lärchen aus Zuoz wurden lediglich zur Raupenzeit Zweigmaterial untersucht, so dass sich die Angaben auf Stadienverteilungen, Raupenmortalität und Parasitoiden beschränken.

Lebensstafel im Ahrntal

Hier sollen vornehmlich die Mortalitätsfaktoren des Lärchenwicklers für die einzelnen Daten erläutert werden. Diese wie andere Resultate sind in der Tab. 10 zusammengestellt.

Die Nadellängen betrugen am 15. Mai zwischen 4 und 6 mm. Aufgrund der am 22. Mai gefundenen Raupenstadien muss angenommen werden, dass den ersten geschlüpften Eiräupchen noch keine Nahrung zur Verfügung stand (Inkoinzidenz). Bei einem Rohfasergehalt von 11–12% des FG sterben im Freiland bis zu 40% der L₁ und L₂-Raupen.

Auch dies machte sich in der mittleren Mortalitätsrate von 53% vom 22. bis 29. Mai bemerkbar. Wie wir schon oben festgestellt haben, war das Nadelwachstum am 29. Mai abgeschlossen. Die Entwicklung des Lärchenwicklers vermochte nicht mit der der Nadeln Schritt zu halten, was bereits vom 29. Mai bis 5. Juni zu einer mittleren Gesamtmortalität von 89% führte (Abb. 9 und 10). Der nun steil zunehmende Rohfasergehalt wirkte sich auf die Stadien L₄ und L₅ nicht stark populationsvermindernd aus. Obwohl zur Zeit der L₄/L₅ Nahrung im Überfluss vorhanden war, konnten wir am 26. Juni 4 Hungerformen finden. Diese sind durch eine nach hinten konisch auslaufende Form charakterisiert. Der Befund deutet darauf hin, dass sich die Population in einem physiologisch nicht optimalen Zustand befindet.

Vom 12. Juni an kommen parasitierte Lärchenwickler vor, die wir bis zum 2. Juli beobachten konnten. Die am 19. Juni festgestellte, jedoch nur scheinbare, Populationszunahme, lässt sich durch eine Massierung von Raupen aus der oberen Kronenregion im unteren Kronendrittel verstehen,

Raupen/3 Kg Zweige

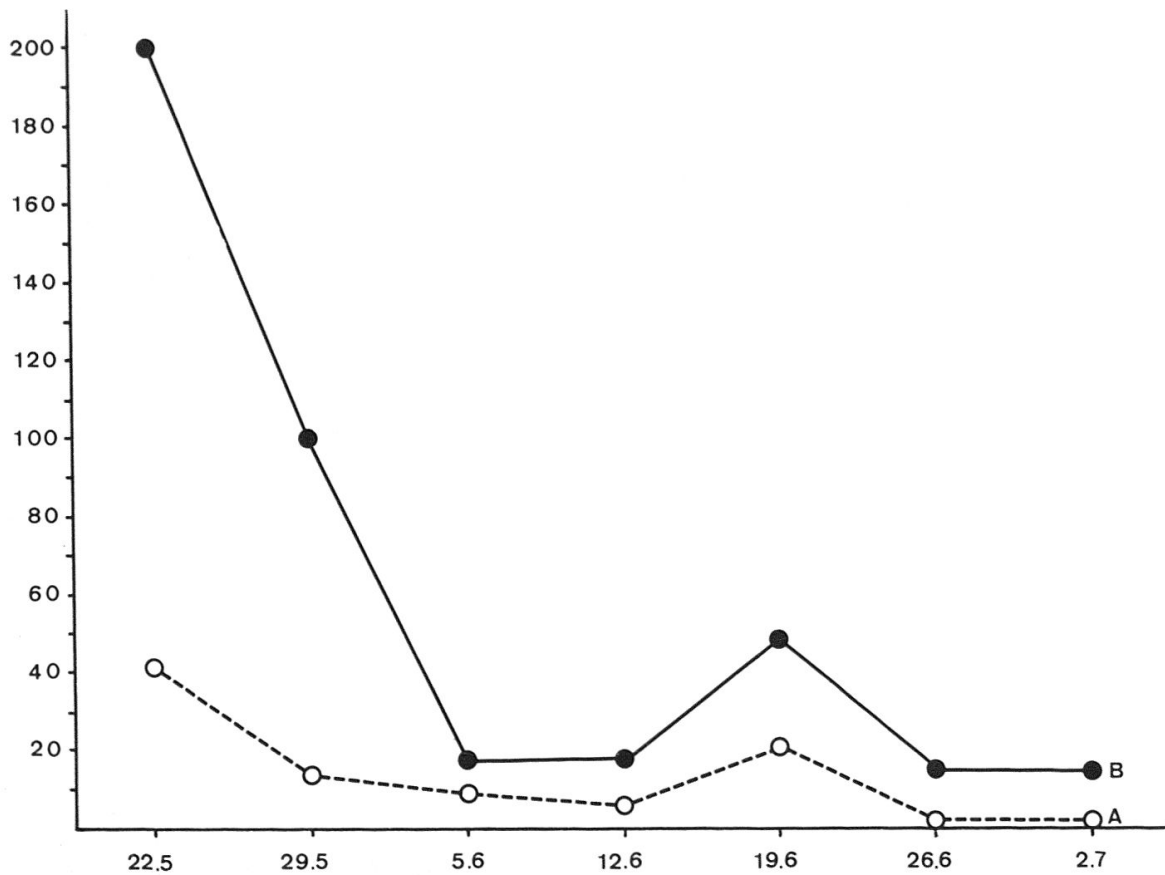


Abb. 9: Dichtenverhältnisse der Lärchenwicklerraupe über die gesamte Larvalzeit hinweg (A = Sonnenseite, B = Schattenseite).

Häufigkeiten

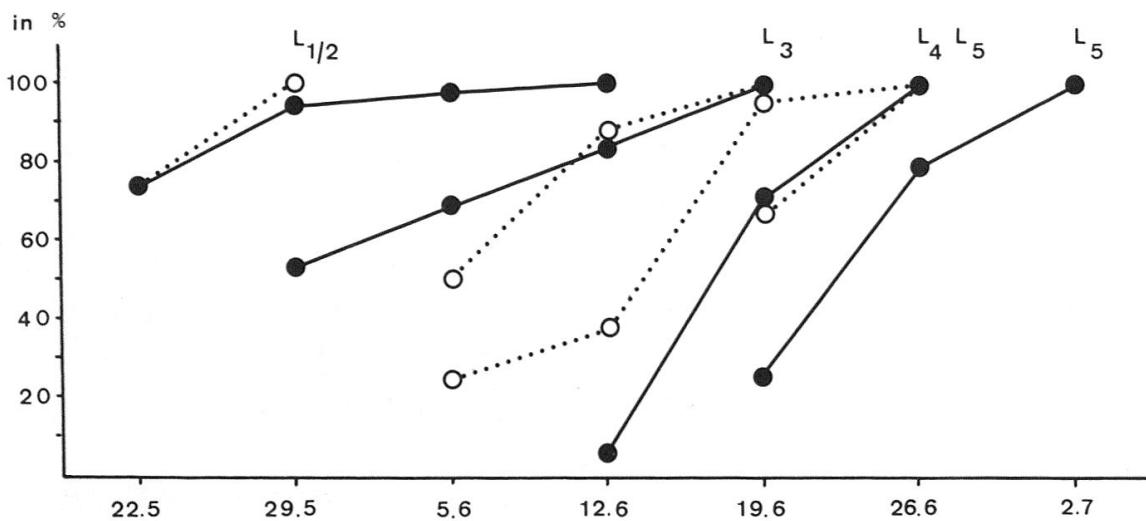


Abb. 10: Prozentuale Häufigkeit der einzelnen Raupenstadien (...○... = Sonnenseite, -●- = Schattenseite).

Tabelle 10: Lebensstafelangaben des Grauen Lärchenwicklers im Ahrntal (SO = Sonnenseite, SC = Schattenseite).

Datum der Stichprobe	Gefundene Stadien		Ursachen für die Dichteveränderungen	Individuen Zahl/3 kg			Gestorbene Individuen			% gestorbene Individuen			Gesamt mortalität in %		
	SO	SC		SO	SC	Ø	SO	SC	Ø	SO	SC	Ø	SO	SC	Ø
1975															
22.5.	L ₂	L ₁₋₂	Inkoinzidenz, Nahrungsqualität + unbekannt	41	200	120									
							27	100	63	66	50	53			
													66	50	53
29.5.	L ₂	L ₂₋₃	Inkoinzidenz, Nahrungsqualität + unbekannt	14	100	57									
							5	83	44	36	83	77			
													78	92	89
5.6.	L ₃₋₄	L ₂₋₃	Inkoinzidenz, Nahrungsqualität + unbekannt	9	17	13									
							3	0	1	33	0	8			
													85	92	90
12.6.	L ₃₋₄	L ₂₋₄	Nahrungsqualität + unbekannt	6	18	12									
			Parasitoiden				2	1	2	33	6	17			
							<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>33</u>	<u>11</u>	<u>17</u>			
							4	3	4	66	17	34	95	93	93
19.6. ¹	L ₄₋₅	L ₃₋₅	Anreicherung durch Abspinnen Parasitoiden	21	48	34									
							9	3	6	43	6	18			
26.6./ ² 2.7.	L ₄₋₅	L ₄₋₅	Hunger+Parasitoiden+ unbekannt	2	15	8									
							1.4	15	7.7	70	100	96.3	98.5	100	99.7
22.7.	Puppen		unbekannt	0.6	0	0.3									
							0.1	-	0.1	17	-	17			
													98.8	100	99.8
.8. ³	Falter			0.5	0	0.3									
			Sex-Verhältnis (% ♀)	54	-	54									
			Fekundität	86	84	85									
Aug./Sept.	Eier		unbefruchtet	23	0	14									
							1	-	1	5	-	5			
1976															
April ⁴	Eier			22	13	17									

¹ = Auf Grund des Abspinnens der Raupen, entspricht eine Massierung im unteren Kronenteil den Erwartungen. Die Werte vom 19.06. können nicht für die Mortalitätsbestimmung verwendet werden.

² = Die Stichproben vom 26.06. und 2.07. wurden gemittelt.

³ = Das Sex-Verhältnis und die Fekundität wurden den Laborzuchten entnommen.

⁴ = Eizensus : im Freiland abgelegte Eier von weiblichen Falter 1975.

indem die verpuppungsbereiten Raupen den Baum verlassen. Da nur 2 Freilandpuppen vorliegen, musste die Puppenmortalität von Labordaten extrapoliert werden.

Das im April 1976 durch einen Eizensus eruierte Eipotentia! stimmt recht gut mit den im Sommer erhaltenen Fekunditätsangaben überein, wenn man vom totalen Populationsausfall auf der Schattenseite absieht.

Im Engadin erhobener Raupenzensus

Während der Zeitspanne vom 1. bis zum 4. Raupenstadium ist die gesamte Population der 5 Lärchen in Zuoz ausgefallen (Tab. 11). Als Mortalitätsfaktoren gelten hauptsächlich das für den Lärchenwickler ungünstig

Tabelle 11: Häufigkeiten und Mortalität der Lärchenwicklerraupen auf 5 Zuozer Lärchen im Laufe von 9 Wochen in der Vegetationsperiode 1975. (N = Anzahl Tiere)

Datum der Stich- probe ¹	Stadien	Ursachen für die Dichteveränderungen	N/kg	Gestorbene Individuen		Gesamt- mortalität in %
				abs.	in %	
23.5.	L ₁		11			
6.6.	L ₂	Inkoinzidenz + Nahrungsqualität + unbekannt Parasitoiden	12	5 <u>2</u> 7	42 <u>17</u> 59	59
18.6.	L ₃	Nahrungsqualität + unbekannt Parasitoiden	5	2 <u>3</u> 5	40 <u>60</u> 100	100
9.7.	L ₄		0			

¹ = Sämtliche Stichproben des Baumes Zuoz 1 waren ohne Raupen. Die Stichprobengrösse betrug für jedes Datum 1/2 kg; die Werte sind auf 1 kg umgerechnet worden.

schnelle Wachstum der Nadeln, die schlechte Nahrungsqualität und die Parasitoide.

Diese hier vorliegende Inkoinzidenz beruht nicht wie die des Ahrntals auf einem verspäteten Treiben der Lärchen, bzw. auf einem verfrühten Schlüpfen der Eiräupchen, sondern auf einem bedeutend früheren Nadelaustrieb gegenüber dem Schlüpfprozess des Lärchenwicklers. Dies gilt vor allem für die Lärche Z I, die zur Zeit des ersten Raupenstadiums bereits Nadeln von einer mittleren Länge von 18 mm aufweist (Tab. 6). Auch die Rohfaserwerte der ersten Stichproben sind mit rund 12% des Frischgewichtes hoch, so dass ein 58%iger Populationsausfall für die erste Entwicklungsphase (L₁ und L₂) verzeichnet wurde. Vom dritten Larvenstadium an tritt zusätzlich eine verstärkte Wirksamkeit der Parasiten auf.

Ferner ist die den L₃-Raupen zur Verfügung stehende Proteinmenge mit 3,5% des FG (Tab. 7) sehr niedrig und bietet deshalb dem Lärchenwickler eine ungenügend grosse Menge von Aufbaustoffen (BENZ, 1974).

Die Begleitartenfauna im Ahrntal

Das Spektrum der Begleitarten im Ahrntal entspricht dem des Oberengadins (DELUCCHI *et al.*, 1974; AUER, 1977) (Tab. 12). Die Dichten nehmen im Laufe der Vegetationsperiode in ähnlichem Mass ab, wie die des Lärchenwicklers. Der prozentuale Anteil der Begleitarten, bezogen auf die gesamte Population, ist recht hoch.

Tabelle 12: Die Begleitarten-Fauna im Ahrntal im Jahre 1975

Begleitarten	Stichprobe ¹			
	5.6.	12.6.	19.6.	26.6/ 2.7
<i>Tortricidae</i>				
<i>Ptycholomoides aeriferana</i> HERRICH-SCHAEFFER	6	3	-	-
<i>Spilonota laricana</i> HEINEMANN	9	-	7	6
<i>Exapate duratella</i> VON HEYDEN	8	1	1	5
<i>Gelechiidae</i>				
<i>Teleia saltuum</i> ZELLER	12	9	13	6
<i>Coleophoridae</i>				
<i>Coleophora laricella</i> HUEBNER	3	1	4	4
<i>Geometridae</i>	10	10	10	7
<i>Tenthredinidae</i>	5	8	10	6
<i>Syrphidae</i>	11	1	1	-
Total	64	33	46	34
Anteil ² (%)	71	58	40	33

¹ = Absolute Begleitartenzahl für die gesamte Stichprobengrösse von 6 kg je Datum

² = Prozentualer Anteil der Begleitarten-Fauna bezogen auf die Gesamtanzahl der gefundenen Insektenarten.

DISKUSSION

Durch das Klima erklärbare und nicht erklärbare Phänomene

Ob im Ahrntal der Lärchenwickler 1975 relativ zum Austreiben der Lärchen zu früh geschlüpft ist oder ob die Lärche gegenüber ihrem Hauptschädling zu spät ausgetrieben hat, kann, da nur klimatische Angaben vorliegen, lediglich vermutet werden. Es steht fest, dass sich das milde Maiwetter fördernd auf den Schlüpfprozess der Eiräupchen ausgewirkt haben muss. Die

Lärchen vermochten jedoch ihren relativen Wachstumsrückstand schon nach drei Wochen nicht nur aufzuholen, sondern so weit voranzutreiben, dass der Lärchenwickler dieser Entwicklung nicht zu folgen vermochte, was sich in der hohen Mortalitätsrate manifestierte (Tab. 10, Abb. 9). Dies zeigt deutlich, dass klimatische Einflüsse mit wechselseitiger Wirkung auf Lärche und Lärchenwickler sehr komplex sind, denn für die Lärche fördernde Faktoren müssen nicht unbedingt für die Entwicklung des Lärchenwicklers günstig sein und umgekehrt.

Für das Optimumgebiet des Lärchenwicklers (1600 bis 2000 m ü.M.) stellt BALTENSWEILER (1966, 1968) fest, dass die vorherrschenden klimatischen Faktoren, wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit, im allgemeinen konstant fördernd auf die Populationen einwirken. Die Stagnation der Lärchenwicklerpopulation während der letzten 5 Jahre im Ahrntal erklären BALTENSWEILER *et al.* (1976) mit dem kühlen und feuchten Frühjahrswetter der letzten Jahre. Dieses soll das Nadelwachstum gehemmt und den mit der Nadellänge korrelierten Rohfasergehalt erhöht haben.

Ergänzend muss gesagt werden, dass einerseits die Temperaturen der letzten 14 Jahre (Monate April bis Juli) im Südtirol (Tab. 1, Abb. 7) stets höher waren als jene im Engadin. Andererseits konnte im Jahre 1975 für die 10 Ahrntal-Lärchen ein kolossal schnelles Nadelwachstum mit geringer Endlänge aufgezeigt werden (Tab. 3). Solch niedrige Nadelendlängen lassen sich kaum mit den relativ hohen Temperaturen erklären. Dem gegenüber findet man im Oberengadin bei kühleren und trockeneren klimatischen Verhältnissen grössere Nadelendlängen. Die gesamte larvale Entwicklungsdauer des Lärchenwicklers ist im Engadin für das Jahr 1975 rund 2 Wochen länger als im Ahrntal. Auch diese Tatsache dürfte das milde Wetter im Südtirol bestätigen.

Leider liegen bis heute keine umfassenden Resultate zu Freiland-Untersuchungen der Temperatur- und Feuchtigkeitspräferenzen für die einzelnen Lärchenwicklerstadien vor. Die von MAKSYMOW (1959) im Labor durchgeführten Einzelzuchtversuche zeigen jedoch, dass die Gesamtentwicklungsgeschwindigkeit (erstes Raupenstadium bis Puppe) bei 70% rLF und 24,5 °C mit 25–34 Tagen deutlich schneller ist als die bei 18 °C bzw. 11,5 °C mit gleichbleibender Luftfeuchtigkeit. Vergleichend fand JAHN (1948) für das Tirol eine Gesamtentwicklungsdauer von 40–47 Tagen, was den Zuchtversuchen im Labor bei 18 °C entsprechen würde. Im Jahre 1948 waren im Ahrntal Lärchenwicklerschäden zu beobachten (BALTENSWEILER, 1964) (Abb. 7). Dies deutet darauf hin, dass das optimale Klima für den Lärchenwickler in einem recht grossen Streubereich gesucht werden muss und nicht streng definiert werden darf. Deshalb glauben wir nicht, dass nur geringfügige klimatische Schwankungen für das Ausbleiben der letzten Massenvermehrung im Ahrntal zur Verantwortung herangezogen werden können. Wegen diesen Befunden, die mit Klimadaten nicht eindeutig erklärt werden können, müssen andere Faktoren wie die Ahrntal-Lärche als Rasse oder der Lärchenwicklerschaden und dessen Einflussnahme auf die Lärche, mitberücksichtigt werden.

Langanhaltende Nachschadenssymptome der Lärchen

BENZ (1962a, 1974) definiert die Reaktion der Lärche in den auf einen mehr oder weniger starken Kahlfrass durch Lärchenwicklerraupe folgenden

1-2 Jahren, wie folgt: Verspäteter Nadelaustrieb, geringere Nadelendlänge, deutlich erhöhter Rohfasergehalt und verminderter Rohproteingehalt gegenüber ungeschädigten Lärchen. GEER (1975) zeigt ausführlich die Folgen des Lärchenkahlfrasses auf den Holzzuwachs.

Wie wir in den Resultaten gesehen haben, weisen die Ahrntal-Lärchen gewisse Phänomene auf, die sich mit den an Nachschadenlärchen beobachten, decken: Inkoinzidenz, kurze Nadelendlänge, hoher Rohfasergehalt und geringer Holzzuwachs in den letzten 10 Jahren. Diese langanhaltende Nachschadenreaktion könnte folgendermassen erklärt werden:

1. Art, Zeitpunkt (jahreszeitlich) und Ausmass der vergangenen 2 Schädigungen (1956 und 1964) haben die Lärchen derart gestört, dass sie sich nicht mehr vollumfänglich zu erholen vermochten. Ein früher Kahlfrass hat z. B. sowohl auf die Wirtspflanze wie auf den Lärchenwickler einen anderen Effekt als ein später. Früh geschädigte Lärchen vermögen im selben Sommer entsprechend früher wieder auszutreiben und zu assimilieren. Gleichzeitig steht den den Schaden verursachenden Raupen schon früh nur noch ungenügend Futter zur Verfügung, so dass viele Individuen im vierten oder fünften Raupenstadium verhungern. Im weiteren sind die Frassgewohnheiten von Raupen der ersten drei Stadien völlig anders als jene der zwei letzten. Die Raupen im L_1 - bis L_3 -Stadium befinden sich in den Kurztrieben, während sich die des L_5 in Sekundärgespinsten längs der Zweigachse aufhalten. Warme Witterung wirkt auf ein frühes Austrocknen der Nadeln fördernd.

2. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass das Genom der Ahrntal-Lärchen anders ist, als das der Engadiner-Lärchen. Sowohl Lärchenwicklerkahlfrass wie Klima würden sich entsprechend im Engadin und im Ahrntal verschiedenartig manifestieren.

Das Ahrntal ist durch Gebirgszüge und Barrieren von jeder nachbarlichen Umgebung abgeschlossen. Pflanzensoziologische und faunistische Untersuchungen könnten es bestätigen oder widerlegen, dass das Ahrntal eine eigene, geographisch kleinräumige, ökologische Räumlichkeit ist, die so eine eigene Lärchenrasse zu beherbergen vermag.

Auswirkungen der Nachschadenssymptome auf den Lärchenwickler

Inkoinzidenz und erhöhter Rohfasergehalt der Nadeln sind direkt messbare Mortalitätsfaktoren der Lärchenwicklerraupen. Auch das schnelle Nadelwachstum wirkt sich auf die ersten Stadien negativ aus.

Von den ab dem 4. Raupenstadium im Labor bis zum Falter gezüchteten Raupen weisen die Weibchen mit 25 und 26 mg niedere Puppengewichte auf. Weibchenpuppen, die als Raupen Futter von Lärchen ohne Vorjahresschaden erhalten haben sind mit 29 bis 30 mg deutlich schwerer (BENZ, 1974). Die Gründe müssen in der qualitativ unterschiedlichen Nahrung gesucht werden. Obwohl die Raupen im Labor mit Nadeln von ungeschädigten Lärchen gefüttert wurden, vermochten sie die in den frühen Stadien erlittene Schwäche nicht wettzumachen. Es zeigte sich eine direkte Abhängigkeit der Fekundität vom Puppengewicht der Weibchen, wie sie BENZ (1974) schon nachgewiesen hat und VAČLENA (1975) ebenfalls bestätigt.

Die Parasitoide

Die im Engadin genau untersuchten Parasitoidenfamilien kommen je nach der Phase der Gradation mit unterschiedlicher Häufigkeit vor (RENFER, 1974). So stellen in der Progressionsphase die Eulophiden die grösste Dichte, während die Tachiniden, Braconiden und Ichneumoniden mit total 20% kaum ins Gewicht fallen. Im Kulminationspunkt sind es dagegen die Ichneumoniden, die mehr als 60% der Parasitoiden ausmachen. Die Regressionsphase ist charakterisiert durch eine grosse Eulophiden- und fast ebensogrosse Ichneumoniden-Häufigkeit, wobei die Tachiniden und Braconiden nur wenige Prozente ausmachen.

Die Dichteverhältnisse des Lärchenwicklers im Ahrntal während der laufenden Gradation (Abb. 2), bescheidener Gradationstiefpunkt, seit 1967 von Jahr zu Jahr abnehmende Vermehrungsraten in der Progressionsphase und Stagnation seit 4 Jahren, sind für einen optimalen Parasitierungseffekt, insbesondere der Eulophiden, als günstig zu betrachten. AESCHLIMANN (1969) zeigt anhand einer Dichtekurve der Eulophiden, dass diese schon in der Progressionsphase an Bedeutung zunehmen, d. h. die Lärchenwicklerdichten in dieser Phase sind für die Suchfähigkeit der Parasitoiden ausreichend. Die Untersuchungen aus dem Jahr 1975 ergeben einen unerwartet tiefen Parasitierungsgrad, ein nicht übliches Verhältnis der Parasitoidenfamilien und eine Mortalität der Parasitoidenlarven, was auf ein gestörtes Verhältnis Wirt-Parasitoid hindeutet. Für diese Erscheinungen sind aufgrund der gemachten Beobachtungen folgende Deutungen möglich: die unter Stressbedingungen lebenden Lärchenwicklerraupen zeigen einen geschwächten physiologischen Zustand, der sich in einer erhöhten Mortalität der Parasitoidenlarven niederschlägt. Auch die gezüchteten Imagines zeichnen sich im Vergleich zu denen aus dem Oberengadin (in der Progressionsphase) durch einen kleineren Habitus aus, was sich auf eine verminderte Fekundität und Lebensdauer auswirken könnte. Weiter sind für die Parasitoiden des Lärchenwicklers, insbesondere für die Eulophiden, stark wachsende Wirtsdichten, bei vorangehendem Tiefpunkt, wahrscheinlich Voraussetzung für einen effektvollen Populationsaufbau.

ZUSAMMENFASSUNG

Der abnorme Verlauf der letzten Gradationskurve des Lärchenwicklers (*Z. diniana*) im Ahrntal (Italien) veranlasste uns zu Nahrungs- und Lebens- tafelerhebungen während der Vegetationsperiode 1975. Diese ergaben folgende Resultate:

1. Die Temperaturen des Ahrntals lagen während der Monate April bis Juli deutlich höher als während der gleichen Zeit im Engadin. Gleichzeitig wurden im Südtirol nur wenig grössere Luftfeuchtigkeiten festgestellt.
2. Das Nadelwachstum ist im Ahrntal schon 3 Wochen nach dem Austrieb abgeschlossen. Im Engadin erstreckt sich die Wachstumsphase der Lärchennadeln über rund 9 Wochen.

3. Mit 22 mm mittlerer Nadellänge im Ahrntal entsprechen diese Grössen jenen von Lärchen die eine typische Nachschadenreaktion zeigen. Der letzte Lärchenwicklerschaden im Ahrntal liegt jedoch 12 Jahre zurück.
4. Auch der maximale Rohfasergehalt der Nadeln ist mit rund 18% des Frischgewichtes so hoch, wie wir ihn nur bei Schadenlärchen in den folgenden 1 bis 2 Jahren bestimmt haben.
5. Ihr Rohproteingehalt ist ähnlich wie jener ungeschädigter Lärchen.
6. Am Holzzuwachs lassen sich die Schadenperioden vom Jahre 1930 an eruieren. Die Schadenmaxima fallen auf die Jahre 1936, 1946, 1955 und 1964. Der Holzzuwachs war seit 1964 bedeutend geringer als während der vorangehenden Jahre.
7. Das Artenspektrum der Parasitoiden ist im Ahrntal um das Fünffache geringer als das im Engadin. Einzelne Arten, die im Engadin eine grosse parasitierende Wirksamkeit zeigen, vermögen sich im Ahrntal nicht ebenso stark durchzusetzen.
8. Als wichtigste Mortalitätsfaktoren für den Lärchenwickler sind zu erwähnen: Inkoinzidenz, schlechte Nahrungsqualität und Parasitoide.
9. Die niedrigen Puppengewichte (24–26 mg) führen zu niedrigeren Fekundität der Weibchen von 84 Eiern.
10. Die Begleitartenfauna im Ahrntal ist jener des Oberengadins recht ähnlich.

VERDANKUNGEN

Die vorliegende Arbeit konnte nur durch mannigfaltige Anregungen und tatkräftige Unterstützung verschiedenster Seite zustande kommen. Alle unten erwähnten Personen haben auf ihre Art wohlwollend etwas dazu beigetragen, wofür wir unsere aufrichtige Dankbarkeit zeigen:

den Damen: M. Marugg und R. Kurz (Zuoz)

den Herren: Prof. Dr. G. Benz, Prof. Dr. V. Delucchi und Dr. W. Baltensweiler (alle ETH Zürich)
Dr. C. Auer, Chur
F. Werner, Landesforstinspektorat Bozen

LITERATURVERZEICHNIS

- AESCHLIMANN, J.P. 1969. *Contribution à l'étude de trois espèces d'Eulophides (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasites de la Tordeuse grise du Mélèze, Zeiraphera diniana Guénée (Lepidoptera: Tortricidae) en Haute-Engadine*. Entomophaga 14: 261–319.
- AESCHLIMANN, J.P. 1973. *Efficacité des parasites Eulophides de Zeiraphera diniana Guénée (Lep., Tortricidae) en fonction de l'état de l'hôte*. Entomophaga 18: 95–102.
- AUER, C. 1960–74: *Ergebnisse der populationsstatistischen Untersuchungen über den Grauen Lärchenwickler (Zeiraphera diniana Gn.)*. Interne Berichte der Jahre 1967–1973. Entomologisches Institut ETH Zürich.
- AUER, C. 1961. *Ergebnisse zwölfjähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegung des Grauen Lärchenwicklers Zeiraphera griseana Hübner (= diniana Guénée) im Oberengadin (1949/60)*. Mitt. eidg. Anst. forst. Vers'wes. 37: 174–263.
- AUER, C. 1977. *Dynamik von Lärchenwicklerpopulationen längs des Alpenbogens*. Mitt. eidg. Anst. forstl. Vers'wes. (im Druck).
- BALTENSWEILER, W. 1958. *Zur Kenntnis der Parasiten des Grauen Lärchenwicklers (Zeiraphera griseana Hübner) im Oberengadin*. Mitt. eidg. Anst. forstl. Vers'wes. 34: 399–477.

- BALTENSWEILER, W. 1964. *Zeiraphera griseana* Hübner (Lepidoptera: Tortricidae) in the European Alps. A contribution to the problem of cycles. Can. Entomol. 96: 792-800.
- BALTENSWEILER, W. 1966. The influence of climate and weather on population age distribution and its consequences. Proc. FAO Symp. on Integrated Pest Control, Rome 2: 15-24.
- BALTENSWEILER, W. 1968. The cyclic population dynamics of the grey larch tortrix, *Zeiraphera griseana* Hübner (= *Semasia diniana* Guénée) (Lepidoptera: Tortricidae). In Insect Abundance, ed. T.R.E. Southwood, Symp. R. Ent. Soc. London 4: 88-97.
- BALTENSWEILER, W. 1969. Zur Verteilung der Lepidopterenfauna auf der Lärche des Schweizerischen Mittellandes. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 42: 221-229.
- BALTENSWEILER, W. 1975. Zur Bedeutung des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera diniana* Gn.) für die Lebensgemeinschaft des Lärchen-Arvenwaldes. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 48: 5-12.
- BALTENSWEILER, W., BENZ, G., BOVEY, P. und DELUCCHI, V. 1976. Dynamics of larch bud moth populations, *Zeiraphera diniana* (Gn.) (Lep., Tortricidae). - Ann. Rev. Entomol. 22 (im Druck).
- BENZ, G. 1962a. Einige Beobachtungen über die Auswirkungen des Lärchenkahlfresses, auf das Austreiben der Lärche, auf den weiteren Lärchenwicklerbefall und die Entwicklung der Lärchenwicklerraupe. Interner Bericht. Entomologisches Institut ETH Zürich.
- BENZ, G. 1962b. Untersuchungen über die Pathogenität eines Granulosis-Virus des Grauen Lärchenwicklers *Zeiraphera diniana* (Guénée). Agronomski glasnik 1962: 566-574.
- BENZ, G. 1964. Aspects of virus multiplication and average reduplication time for a granulosis virus of *Zeiraphera diniana* (Guénée). Entomophaga, Mém. hors série no. 2: 417-421.
- BENZ, G. 1969. Influence of mating, insemination, and other factors on oögenesis and oviposition in the moth *Zeiraphera diniana*. J. Insect Physiol. 15: 55-71.
- BENZ, G. 1974. Negative Rückkoppelung durch Raum- und Nahrungskonkurrenz sowie zyklische Veränderung der Nahrungsgrundlage als Regelprinzip in der Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers, *Zeiraphera diniana* (Guénée) (Lep., Tortricidae). Z. ang. Ent. 76: 196-228.
- BOVEY, P. 1966. Le problème de la Tordeuse grise du mélèze (*Zeiraphera diniana* Gn.) dans les forêts alpines. Bull. Murithienne 83: 1-33.
- DELUCCHI, V., RENFER, A., AESCHLIMANN, J.P. 1974. Contribution à la connaissance des lépidoptères associés au mélèze en haute altitude et de leurs parasitoïdes. Rech. agron. Suisse 13: 435-451.
- DELUCCHI, V., AESCHLIMANN, J.P., GRAF, E. 1975. The regulating action of egg predators on the populations of *Zeiraphera diniana* Guénée (Lep., Tortricidae). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 48: 37-45.
- GEER, G.A. 1975. Der Einfluss des Grauen Lärchenwicklers, *Zeiraphera diniana* (Gn.) auf den Zuwachs der Lärche, *Larix decidua*, (Mill.) im Oberengadin. Diss. ETH Zürich Nr. 5499.
- JAHN, E. 1948. Beobachtungen über Parasitenaufreten im Zusammenhang mit dem Massenaufreten des Grauen Lärchenwicklers *Grapholitha* (*Semasia*) *diniana* in Tirol im Jahre 1947. PflSchBer., 2: 176-182.
- MAKSYMOW, J.K. 1959. Beitrag zur Biologie und Ökologie des Grauen Lärchenwicklers *Zeiraphera griseana* (Hb) (Lepidoptera, Tortricidae) im Engadin. Mitt. eidg. Anst. forstl. Vers'wes. 35: 297-315.
- MARTIGNONI, M.E. 1957. Contributo alla conoscenza di una granulosi di *Eucosma griseana* (Hübner) (Tortricidae, Lepidoptera) quale fattore limitante il pullulamento dell'insetto nella Engadina alta. Mitt. eidg. Anst. forstl. Vers'wes. 32: 371-418.
- MEYER, D. 1969. Der Einfluss von Licht und Temperaturschwankungen auf Verhalten und Fekundität des Lärchenwicklers *Zeiraphera diniana* (Gn.) (Lepidoptera: Tortricidae). Re. Suisse Zool. 76: 93-141.
- RENFER, A. 1975. Caractéristiques biologiques de *Phytodietus griseanae* (Hym., Ichneumonidae) parasitoïde de la Tordeuse grise de mélèze *Zeiraphera diniana* (Lep., Tortricidae) en haute montagne. Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.) 11: 425-455.
- SCHMID, A. 1974. Untersuchungen zur Trans-Ovum-Übertragung des Granulosisvirus des Grauen Lärchenwicklers, *Zeiraphera diniana* (Lep., Tortricidae) und Auslösung der akuten Virose durch Stressfaktoren. Entomophaga 19: 279-292.
- VACLÉNA, K. 1975. Untersuchungen zur Dispersionsdynamik des Grauen Lärchenwicklers, *Zeiraphera diniana* Gn. (Lep., Tortricidae). Diss. ETH Zürich Nr. 5603.
- VAN SOEST, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Ass. Off. Agric. Chem. 46: 829-835.