

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

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 57 (1984)

Heft: 2-3

Artikel: Anpassungen des Lärchenwicklers (*Zeiraphera diniana* Gn.) an das
subalpine Strahlungsklima

Autor: Baltensweiler, Werner

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-402110>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 21.12.2024

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

Anpassungen des Lärchenwicklers (*Zeiraphera diniana* Gn.) an das subalpine Strahlungsklima¹

WERNER BALTENSWEILER

Institut für Phytomedizin, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

Four crucial situations in the life cycle of the larch bud moth - oviposition, egg-hatch and coincidence with the host plant, pupation and pheromone-communication - are discussed in the context of the subalpine radiation climate. Specific traits, such as ovipositor-length, reversal of the phototaxis in the mature larvae and extremely low amounts of the female sexpheromone are considered as being of adaptive significance to the subalpine environment.

Adaptive Eigenschaften verhelfen einer Art zu einer höheren Vermehrungsrate oder Fitness in einer bestimmten Umwelt. Die regelmässige Verbräunung der subalpinen Lärchenwälder durch den Kahlfrass des Grauen Lärchenwicklers lässt eine optimale Anpassung an den subalpinen Lebensraum vermuten, da offensichtlich weder die extremen Witterungsbedingungen noch ihre Veränderlichkeit die zyklische Populationsbewegung deutlich zu stören vermögen. In den folgenden Beispielen werden charakteristische Eigenschaften des Lärchenwicklers als mögliche Anpassungen an die Besonderheiten des subalpinen Klimas vorgestellt, wobei diese sehr vereinfacht wie folgt zusammengefasst werden: Mit zunehmender Höhe über Meer nehmen

- die Strahlungsintensität zu,
- die Temperaturextreme zu.

Hingegen nehmen

- die durchschnittliche Temperatur ab und
- die Luftbewegung zu.

BEISPIEL 1: DIE EIABLAGE

Der Lärchenwickler überwintert im Eistadium, das rund 9 Monate von August bis Mai dauert. Das Weibchen schiebt die Eier mit seinem teleskopartig ausstülpbaren Ovipositor nach einem thigmotaktischen Stimulus unter die Flechtentalli von *Parmelia exasperatula* (MEYER, 1969; VAN DEN BOS & BALTENSWEILER, 1977). Dadurch vor der UV-Strahlung geschützt, ist die Überlebensrate der Eier mit über 90% sehr hoch. In den künstlichen Lärchenbeständen des Schweizerischen Mittellandes fehlt die Flechte *Parmelia*. Hier muss das Weibchen lange nach geeigneten Eiablageorten in Rindenritzen oder zwischen den Schuppen von Zapfen suchen (BALTENSWEILER, 1969), so dass es bei kürzerer Lebenserwartung

¹ Beitrag Nr. 115 der Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers. - Vortrag gehalten am Symposium über alpine Entomologie, anlässlich der Jahresversammlung der SEG, 24. März 1984 in Neuchâtel.

pro Zeiteinheit nur gerade 50% seines Eipotentials ablegt (VAN DEN BOS & BAL-TENSWEILER, 1977). UV-Strahlung, Flechtentalli und teleskopartig ausstülpbare Legeröhre sind somit Elemente, welche sich im subalpinen Bereich derart ergänzen, dass sie die Fitness des Lärchenwicklers fördern. Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass *Z. diniana* eine der 4 Arten der Gattung *Zeiraphera* ist, welche mit der ausstülpbaren Legeröhre unter den Tortriciden eine Sonderstellung einnehmen.

BEISPIEL 2: ZUR NAHRUNGSKOINZIDENZ

Frische geschlüpfte Larven von *Z. diniana* überleben höchstens zwei Tage ohne Nahrungsaufnahme. Die Geschwindigkeit der Postdiapauseentwicklung der Eier, welche den Schlüpftermin mit dem Austrieb der Lärche, Arve oder Fichte synchronisiert, ist ein entscheidendes Merkmal der verschiedenen Wirtsformen des Lärchenwicklers. Die Lärchenform entwickelt sich wesentlich rascher als die Arven-, Föhren- und Fichtenform (BOVEY & MAKSYMOW, 1959; DAY, 1984; BAUMANN, 1968). Der genetisch fixierte Schlüpftermin der L₁-Raupen wird jedoch zusätzlich durch die Witterung und das lokale Klima beeinflusst. Der Schlüpftermin über 1200 m Meereshöhe wird weitgehend von der Temperatursumme während der Monate April und Mai bestimmt. Da sich die Wärmesummen für Eier unter Flechtentalli, die entweder der direkten Sonneneinstrahlung oder nur der Lufttemperatur ausgesetzt sind, im subalpinen Strahlungsklima stark voneinander unterscheiden, verlängert sich die Dauer des Schlüpfprozesses

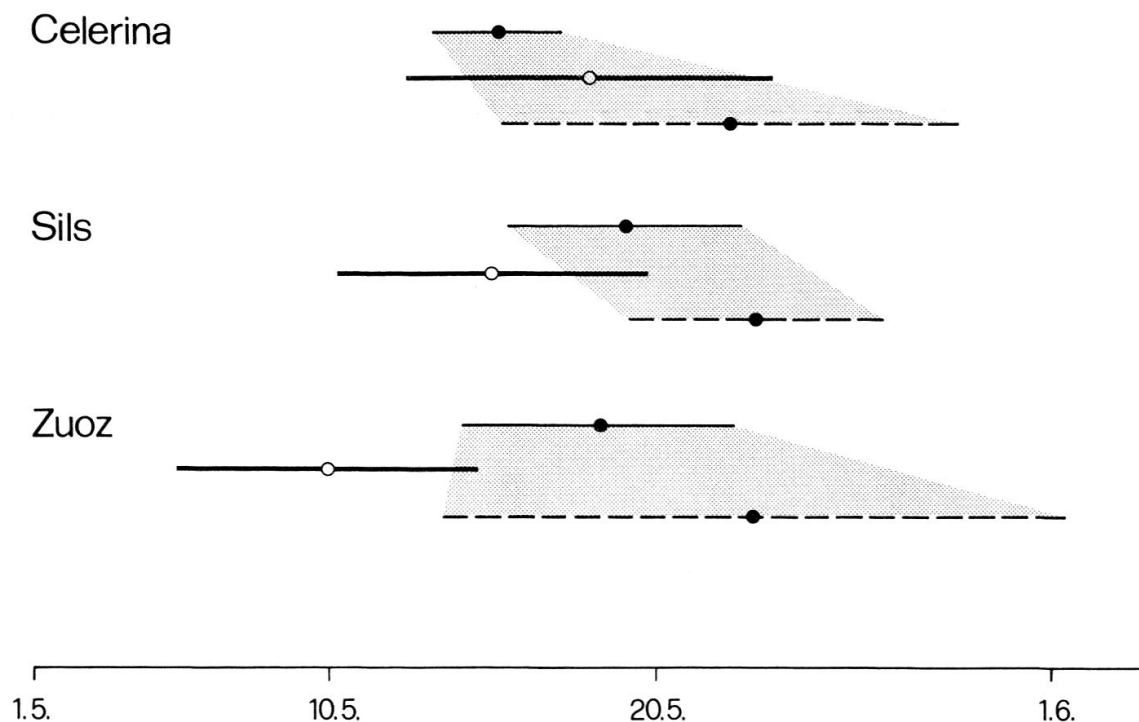


Abb. 1: Nahrungskoinzidenz von *Z. diniana* an 3 Standorten im Engadin: Veränderlichkeit des mittleren Schlüpftermins der L₁-Raupen ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}} \cdot t_{0,05}$) aus Eiern unter Flechtentalli (—○— direkte Strahlung, —○— Schattenexposition) sowie Veränderlichkeit des mittleren Austriebstermins der Lärche in der Periode 1961-1981 (Datum für 3 mm Nadellänge; —○— $\bar{x} \pm$ mittlere Abweichung; nur Jahre ohne Frasseffekt; Zuoz n = 10; Sils n = 14; Celerina n = 9).

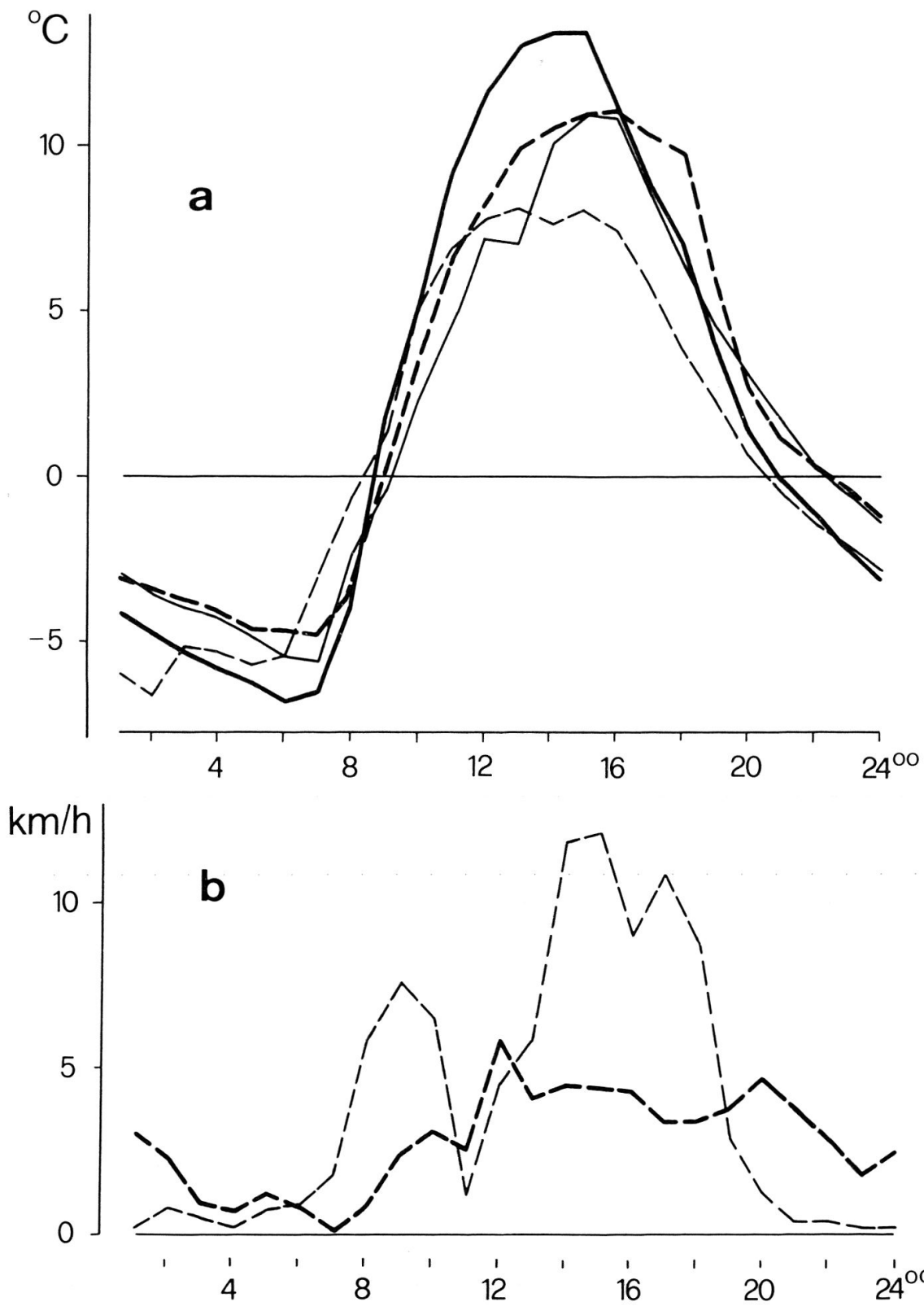


Abb. 2: Tagesgang von Lufttemperatur (a) und Windgeschwindigkeit (b) (Windschreiber nach Woelfle, Firma Lambrecht, Göttingen) in Lärchenkronen am 9. April 1969:

Höhe über Boden:

8 m

18 m

Sils

Celerina

=====

innerhalb einer Lärchenkrone (Abb. 1) und damit erhöht sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein Teil der L₁-Larven geeignete Nahrung findet. Die zeitliche Übereinstimmung des Schlüpfprozesses mit dem Austrieb der Lärche, die Nahrungskoinzidenz, ist nun aber nicht überall gewährleistet, denn der Beginn des Lärchennadelwachstums ist nicht nur von der Lufttemperatur, sondern ebenso sehr von der Bodentemperatur und damit indirekt von der Andauer der lokalen Schneebedeckung des Waldbodens abhängig.

In Abbildung 1 ist ein Vergleich der Nahrungskoinzidenz für drei, im Oberengadin in 1850 m Höhe gelegene Standorte dargestellt. Im Stazerwald bei Celerina schlüpfen die L₁-Raupen im strahlungsexponierten Kronenbereich wegen der langen nachmittäglichen Sonneneinstrahlung (Abb. 2), bevor bei der Lärche das Nadelwachstum begann. In Sils hingegen, wo die Raupen mehrere Tage später schlüpfen, war die Lufttemperatur im Kronenbereich deutlich niedriger. Dies ist einmal auf die häufigeren Winde, aber mehr noch auf das frühnachmittägliche Verschwinden der Sonne hinter dem Piz Lunghin zurückzuführen. Gerade im entgegengesetzten Sinne bewirkt aber die starke Hangneigung gegen SE in Sils ein sehr frühes Ausapern (Abb. 3) und damit eine Beschleunigung des Vegetationsbeginns und infolgedessen eine optimale Koinzidenz. Demgegenüber bleibt in der

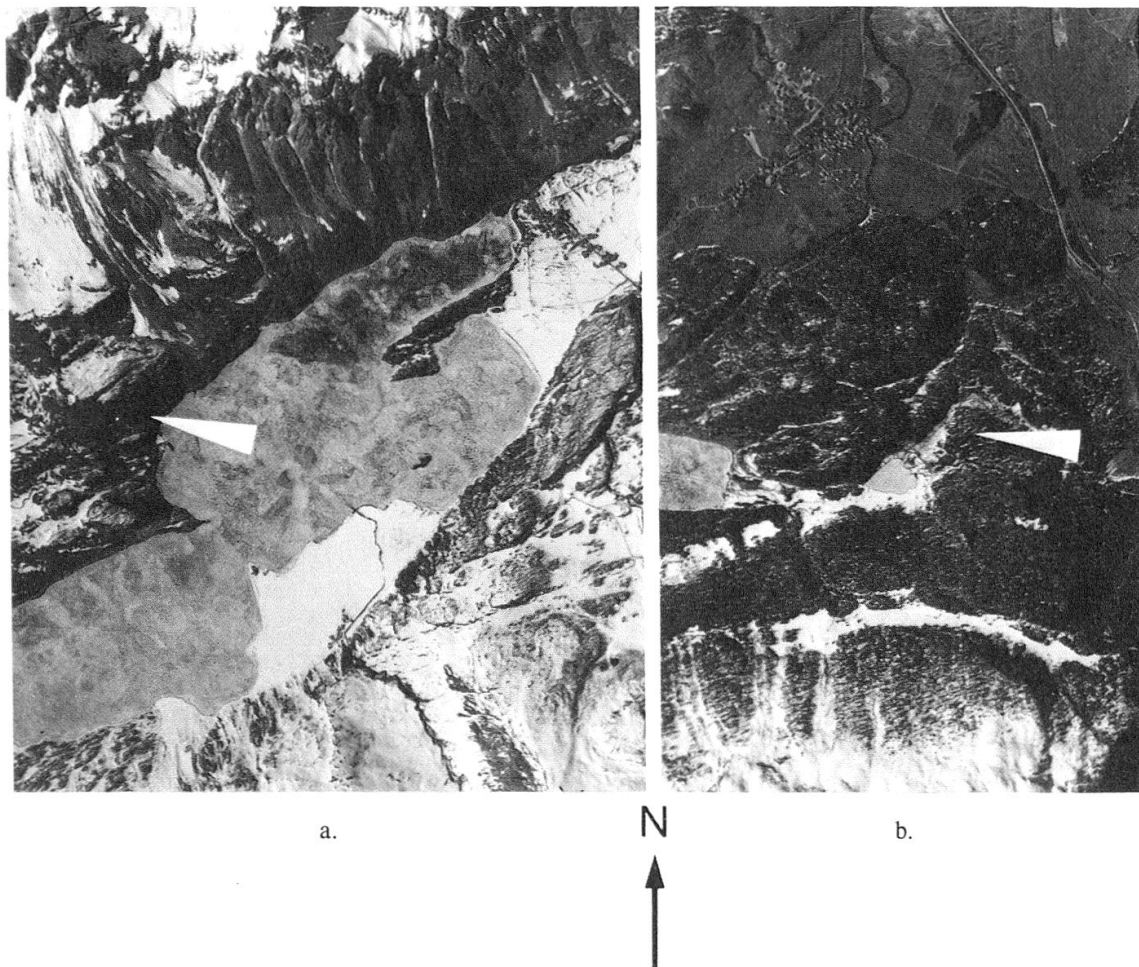


Abb. 3: Ausaperung im Engadin: a. Standort Sils, 1850 m (Silsersee eisbedeckt), b. Standort Celerina, 1850 m (St. Moritzersee, Stazersee eisbedeckt). Datum: 29. April 1963. (Reproduziert mit Bewilligung des Militärflugdienstes Dübendorf vom 17.5.1984).

Ebene des Stazerwaldes die Schneedecke im Schatten der Arven und Lärchen noch lange geschlossen (Abb. 3) und verzögert damit den Nadelaustrieb. Dies führt in bestimmten Jahren zu Inkoinzidenz.

Dieses Beispiel der Vernetzung voneinander unabhängiger Einflüsse, nämlich die regional wirksame Horizontabschirmung und die lokale Topographie, zeigt, dass auch der Anpassung Grenzen gesetzt sind. Diese Nahrungskoinzidenz dürfte die lokale Abundanzdynamik, wie sie von AUER (1961) mit den Begriffen Frühtypus und Spättypus charakterisiert wurde, wesentlich mitbestimmen.

Zahl L_5/m^2

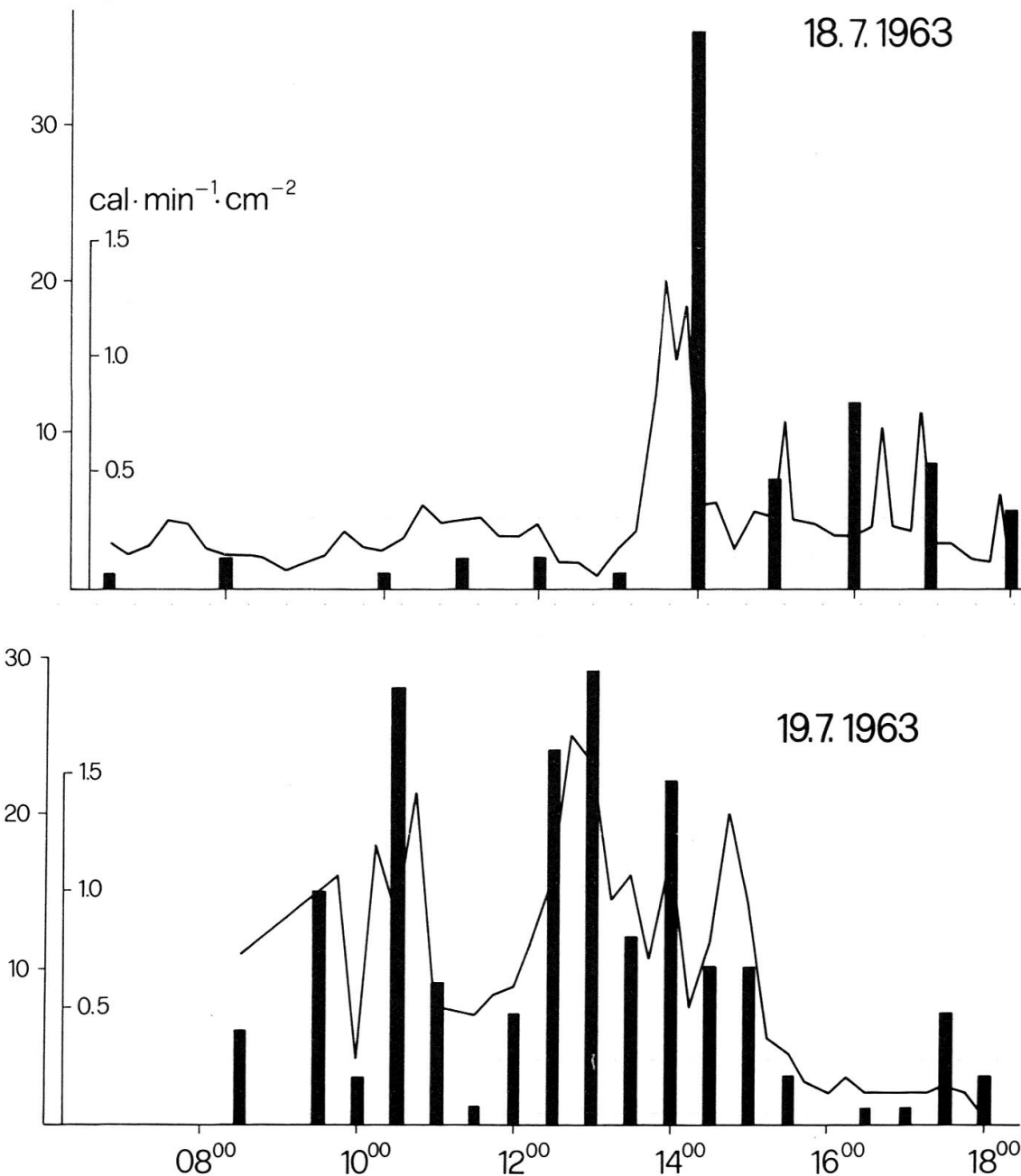


Abb. 4: Abspinnen der L_5 -Raupen von *Z. diniana* im Laufe des Tages in Zuoz (Gerüstbaum) in Abhängigkeit von der Globalstrahlung (Sternpyranometer; Firma Schenk, Wien), gemessen in $cal \cdot min^{-1} \cdot cm^{-2}$ in 20 m über Boden.

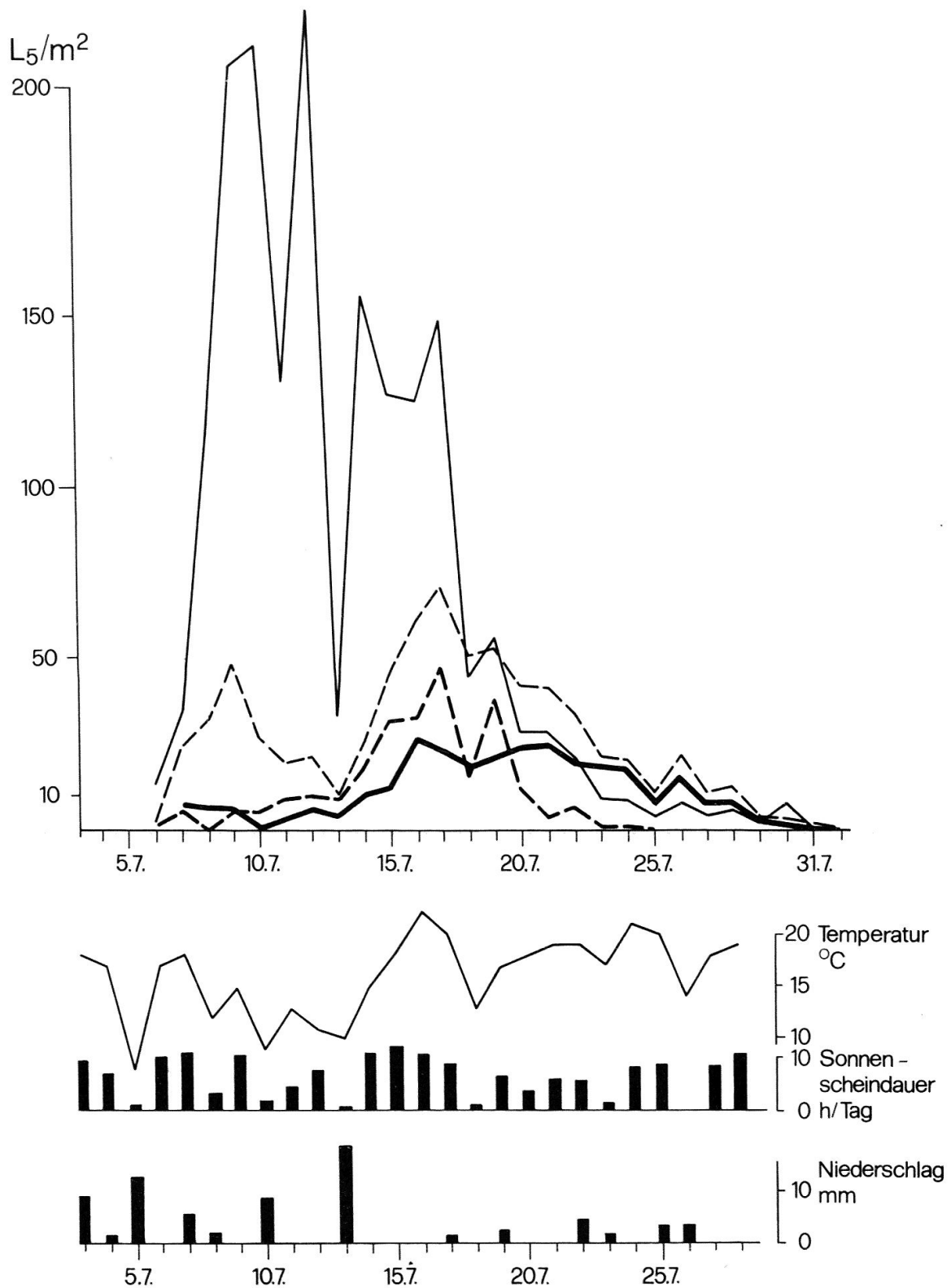


Abb. 5: Abspinnen der L_5 -Raupen von *Z. diniana* im Laufe des Juli 1963 in Abhängigkeit von Witterung und Populationsdichte auf verschiedenen Altfläichen.

Line Style	Location	Tree Group	Frassintensität	$\Sigma L_5/m_2$
—	Sils	Bäume 6, 7	100%	1797
- - -	Sils	Bäume 17, 18	75-90%	730
— — —	Sils	Schadenherd Bäume 1-5	5%	303
- · - · -	Zuoz	Gerüstbaum	5%	278

3. BEISPIEL: DAS ABSPINNEN

Die Raupen des letzten Stadiums leben in dichten Gespinsten längs der Zweigachse der Lärchen. Zur Verpuppung verlassen sie die Bäume an einem Gespinstfaden und verkriechen sich sofort in der Streue des Waldbodens. Die Übereinstimmung der Zahl abgespinnener Raupen mit den Maxima der Globalstrahlung (Abb. 4) sowie ihr Verhalten am Waldboden zeigen, dass verpuppungsbereite Larven deutlich photonegativ determiniert sind. Noch nicht ausgewachsene, hungernde Raupen verhalten sich anders; sie wandern auf Nahrungssuche ständig spinnend umher und, einmal auf dem Waldboden angelangt, erklimmen sie jede Erhöhung und jeden Baum aufs neue. Mit dichtem, weissen Gespinst überzogene Steine, Strünke und Stämme sind charakteristisch für durch *Z. diniana* kahlgefressene Lärchenbestände. Ähnlich zeigen auch die Raupen des Schwammspinners als Reaktion auf Hunger ein verstärktes Spinnverhalten (LEONARD, 1967). An Hochsommertagen kann die Oberflächentemperatur der Bodenstreue in kahlgefressenen Lärchenbeständen leicht 40 °C übersteigen; bei solchen Bedingungen kann häufig beobachtet werden, dass wandernde Raupen in weniger als einer Minute verenden, da sie wegen ihrer noch positiven Phototaxis die oberflächliche Hitzebarriere nicht durchbrechen können.

Das adaptive Abspinnverhalten verpuppungsbereiter Larven ist somit durch eine Umkehr der Phototaxis von positiv zu negativ gekennzeichnet. Störungen in der natürlichen Umwelt, wie es der Kahlfrass der Lärche darstellt, führt zu einem vorzeitigen Verlassen der Baumkrone (Abb. 5) und damit zu einer erhöhten Mortalität durch Hunger, Predation und Parasitierung und wie geschildert, durch den Hitzetod.

4. BEISPIEL: ZUR PHEROMONKOMMUNIKATION

Während vieler Jahre bemühten sich verschiedene Forschergruppen vergeblich um die Analyse des Sexuallockstoffes des Lärchenwicklers. Erst mit Hilfe der GC-EAD-Methode, bei welcher die männliche Antenne als Detektor benützt wird, (ARN *et al.*, 1975) gelang es GUERIN 1982 den artspezifischen Duftstoff zu analysieren (GUERIN *et al.*, 1984). Retrospektiv lassen sich die lange vergeblichen Bemühungen teilweise wohl damit erklären, dass die Lärchenform rund 100x weniger des formspezifischen Lockstoffes produziert als jene Arten, die bisher für die niedrigsten Lockstoffmengen bekannt waren (z. B. *Lobesia botrana*, BUSER *et al.*, 1974). Obwohl die Beziehung zwischen Pheromonproduktion und Pheromonabgabe nicht bekannt ist, drängt sich die Frage auf, weshalb die Pheromonkommunikation zwischen den Geschlechtern der Lärchenform derart effizient ist.

Die Falter der Lärchenform werden in der Abenddämmerung zu einer Zeit aktiv, wo sich wegen der Ausstrahlung die bodennahen Luftschichten oberhalb der Waldgrenze rasch abkühlen und deshalb, der Schwerkraft folgend, die Berg- oder Hangabwinde entstehen. Im lockeren Lärchenwald stellt sich daher ein gesetzmässiges, annähernd laminares Strömungsfeld geringer Geschwindigkeit (< 3 m/sec) ein. Diese schwachen Winde stimulieren nicht nur die Weibchen zur Pheromonabgabe (FOURNIER, 1980), sondern bieten auch ideale Voraussetzungen für die gerichtete Gegenwindorientierung der Männchen. Da sich die Lärchenform in lockeren Altholzbeständen am Hangfuss und längs Kaltluftschneisen besonders rasch vermehrt, können wir vermuten, dass *Z. diniana* die Gesetzmässigkeiten des subalpinen Klimas auch in diesem Teilaspekt optimal genutzt hat, indem sie mit einer minimalen Pheromonproduktion auskommt.

DANK

Für die sorgfältige Ausführung der graphischen Darstellungen und die kritische Durchsicht des Manuskriptes danke ich D. RUBLI und P. GUERIN.

REFERENZEN

- ARN, H., STAEDLER, E. & RAUSCHER, S. 1975. *The Electroantennographic Detector - a Selective and Sensitive Tool in the Gas Chromatographic Analysis of Insect Pheromones*. Z. Naturforsch. 30c: 722-725.
- AUER, C. 1961. *Ergebnisse zwölfjähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegung des Grauen Lärchenwicklers Zeiraphera griseana Hübner (= diniana Guénéé) im Oberengadin (1949/60)*. Mitt. Schweiz. Anst. f. forstl. Versuchsw. 37: 175-263.
- BALTENSWEILER, W. 1969. *Zur Verteilung der Lepidopterenfauna auf der Lärche des Schweizerischen Mittellandes*. Mitt. Schweiz. Ges. 42: 221-229.
- BAUMANN, R. 1968. *Vergleichende Untersuchung der Entwicklungsgeschwindigkeiten der Eier und Larven von Lärchen- und Fichten-Formen und ihrer Kreuzungen*. Ent. Inst. ETH, unveröffentlicht.
- BOVEY, P. & MAKSYMOW, J. K. 1959. *Le problème des races biologiques chez la Tordeuse grise du Mélèze Zeiraphera griseana (Hb.)*, Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich 104: 264-274.
- BUSER, H. R., RAUSCHER, S. & ARN, H. 1974. *Sex pheromone of Lobesia botrana: (E, Z). - 7,9-Dodecadienyl Acetate in the Female Grape Vine Moth*. Z. Naturforsch. 29c: 781-783.
- DAY, K. 1984. *Phenology, polymorphism and insect-plant relationships of the larch budmoth, Zeiraphera diniana (Guénéé) (Lepidoptera: Tortricidae), on alternative conifer hosts in Britain*. Bull. Ent. Res. 74: 47-64.
- FOURNIER, D. 1980. *Effet du vent sur l'émission de phéromone par les femelles et sur l'accouplement en laboratoire de Chilo sacchariphagus Boj. (Lep. Pyralidae)*. Agronomie Tropicale XXXV-4: 395-398.
- GUERIN, P. M., BALTENSWEILER, W., ARN, H. & BUSER, H. R. 1984. *Host Race Pheromone Polymorphism in the Larch Budmoth*. Experientia (im Druck).
- LEONARD, D. E. 1967. *Silking behavior of the gypsy moth, Porthetria dispar*. Can. Ent. 99: 1145-1149.
- MEYER, D. 1969. *Der Einfluss von Licht und Temperaturschwankungen auf Verhalten und Fekundität des Lärchenwicklers Zeiraphera diniana (Gn.) (Lepidoptera: Tortricidae)*. Rev. Suisse de Zool. 76: 93-141.
- VAN DEN BOS, J. & BALTENSWEILER, W. 1977. *Oviposition efficiency of the grey larch bud moth (Zeiraphera diniana) on different substrates and its relevance to the population dynamics of the moth*. Ent. exp. & appl. 21: 88-97

(erhalten 7.7.84)