

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Entomologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	48 (1975)
<b>Heft:</b>	1-2: Fascicule-jubilé pour le 70e anniversaire du Prof. Dr. Paul Bovey = Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Paul Bovey
<b>Artikel:</b>	Interferenz zwischen dem spezifischen Granulosisvirus und zwei Bakterienpräparaten bei Raupen des Grauen Lärchenwicklers, <i>Zeiraphera diniana</i> (Gn.)
<b>Autor:</b>	Schmid, Augustin
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-401769">https://doi.org/10.5169/seals-401769</a>

#### 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:** 15.01.2026

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

# Interferenz zwischen dem spezifischen Granulosisvirus und zwei Bakterienpräparaten bei Raupen des Grauen Lärchenwicklers, *Zeiraphera diniana* (Gn.)<sup>1</sup>

AUGUSTIN SCHMID

Station fédérale de recherches agronomiques, Changins, CH-1260 Nyon

Das Granulosisvirus des Lärchenwicklers wurde entweder mit *B. thuringiensis* oder mit *B. sphaericus* kombiniert und an Lärchenwicklerraupen appliziert. Bei gleichzeitiger Applikation der Pathogene an gesunde Lärchenwickler wurde mit *B. thuringiensis* eine eindeutig antagonistische Wirkung zum Virus festgestellt, mit *B. sphaericus* konnte weder ein eindeutig synergistischer noch antagonistischer Effekt registriert werden. Hingegen erhöhte *B. thuringiensis* die Virusinzidenz bei Raupen aus einer virusverseuchten Zucht signifikant.

La combinaison du virus de la granulose de la tordeuse du mélèze avec d'autres agents pathogènes tels que *B. thuringiensis* ou *B. sphaericus*, appliquée sur des populations larvaires saines de tordeuses du mélèze, ne semble pas présenter d'intérêt pour la lutte. *B. thuringiensis* a un effet antagoniste marqué sur le virus alors que *B. sphaericus* paraît indifférent. Par contre, *B. thuringiensis*, appliqué sur des chenilles d'un élevage infesté de granulose, montre un effet synergétique.

## 1. EINLEITUNG

Der Graue Lärchenwickler, *Zeiraphera diniana* (Gn.) durchläuft in den Lärchenwäldern der inneralpinen Hochtäler und in Sibirien zyklische Gradationen von 8–10jähriger Dauer mit Massenvermehrung und Schadfrass (COAZ, 1894; AUER, 1961; BALTENSWEILER, 1962, 1964; BOVEY, 1966; RAJGORODSKAJA, 1963).

Chemische Bekämpfungsaktionen gegen den Lärchenwickler mit Calciumarsenat (PFEFFER, 1930), DDT (MEYER, 1947; MAKSYMOW und AUER, 1955; AUER, 1974) und Phosphamidon (AUER, 1974) in Klein- und Grossversuchen, ergaben zwar teilweise gute Resultate, waren aber teuer und zeigten, dass diese Mittel wegen ihrer unspezifischen Wirkung zum Schutze des Waldes ungeeignet sind und nicht angewendet werden sollten.

Dieser Erkenntnis Rechnung tragend, wurde die Suche nach mikrobiologischen Methoden intensiviert. Mit Präparaten auf der Basis von *Bacillus thuringiensis* wurden ziemlich befriedigende Resultate erreicht, sowohl in Parzellenversuchen 1963 und 1964 im Engadin (BENZ und AUER, unpubl.), als auch in späteren Grossversuchen in den französischen Alpen, im Val Névache 1967 (GRISON et al., 1971) und in der Gegend von Montgenèvre 1971 (unpubl.). Das spezifische Granulosisvirus (MARTIGNONI, 1954, 1957) wurde vor allem in Labor- und Kleinfeldversuchen getestet (MARTIGNONI und AUER, 1957; BENZ, unpubl.; SCHMID, 1974), doch waren die Resultate nicht sehr erfolgversprechend.

<sup>1</sup> Beitrag Nr. 66 der Arbeitsgemeinschaft zur wissenschaftlichen Erforschung der Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers. Teil einer Dissertation, ausgeführt unter der Leitung von Prof. Dr. G. Benz (ETHZ, Diss. Nr. 5045), mit teilweiser Unterstützung durch den Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Oft sind in Insektenpopulationen verschiedene Krankheitserreger vorhanden, und so dürfen auch Interaktionen, vom Synergismus bis zum Antagonismus, erwartet werden. KRIEG (1971) zitiert viele Erfolge und Misserfolge bei der praktischen Anwendung von Pathogen-Kombinationen. Beim Lärchenwickler liegen bisher keine Versuche über Interaktionen verschiedener Pathogene vor. Da das Granulosisvirus im Feldversuch ungenügende Populationsreduktionen zustande bringt, war zu prüfen, ob seine Wirkung mit Hilfe anderer Pathogene verstärkt werden könne. Das Virus wurde daher entweder mit *B. thuringiensis* oder mit *B. sphaericus* kombiniert.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 Tiermaterial

Die Raupen für die Infektionstests stammten aus verschiedenen Populationen der Alpen (Briançonnais, Simplon, Oberengadin, Vinschgau). Zum Teil wurden sie direkt im Freiland eingesammelt, zum Teil stammten sie aus Laborzuchten (1. bis 3. Generation). In parallelen Versuchen wurden jeweils entweder nur Raupen einer Population angesetzt, oder die Raupen unterschiedlicher Herkunft wurden gleichmäßig auf die verschiedenen Gruppen verteilt.

Die Aufzucht der Raupen erfolgte in der Regel bei 18–20 °C auf jungen Lärchennadeln, jedoch während der Monate August bis Dezember, wenn keine frischen Nadeln zur Verfügung standen, auf einem halbsynthetischen Nährsubstrat (ALTWEGG, 1971). Bis zu Versuchsbeginn (Infektion) wurden die Raupen zu je 10 Stück in kleinen (22 × 22 × 18 mm) oder zu 50 bis 100 Stück in grösseren Plastikdosen (140 × 70 × 35 mm) gehalten. Nach der Infektion wurden die Raupen einzeln in Pillengläschchen (40 × 15 mm) gefüttert, wo sich die Überlebenden auch verpuppten und bis zum Ausschlüpfen der Falter verblieben.

### 2.2 Pathogene

#### 2.21 *Granulosisvirus*

Das Virusmaterial wurde als Rohsuspension aus virösen Raupenkadavern gewonnen, durch differentielle Zentrifugation möglichst gut gereinigt und in wässriger Suspension bei 2 °C aufbewahrt.

Die Konzentrationen der Virussuspensionen wurden in einer Petroff-Hausser-Zählkammer nach der Methode von BENZ (1964) bestimmt, d. h. es wurde die Anzahl der Granulosiskapseln (= GK) pro Volumeneinheit gezählt.

#### 2.22 *Bacillus thuringiensis*

Als *B. thuringiensis*-Präparate wurden Bactospeine und Dipel eingesetzt. Bactospeine ist hergestellt auf der Basis von Serotyp 1 und titriert auf 750 International Units of Potency je mg (Herstellung und Vertrieb: Rhône-Poulenc, Paris). Dipel enthält den Serotyp 3 und 16 000 I.U.P./mg (Abbott Laboratories, USA). Beide Produkte enthalten den Sporen-Kristall-Komplex und sind für die Sprühapplikation formuliert.

#### 2.23 *Bacillus sphaericus*

*B. sphaericus* ist ein sporulierendes Bakterium, das in einer Granulosis-suspension des Lärchenwicklers gefunden wurde und bei der Infektion des Apfelwicklers (*Laspeyresia pomonella*) eine hohe Mortalität bewirkte. Die Be-

stimmung besorgte das Institut Pasteur in Paris. Die vegetativen Zellen messen  $3,2\text{--}4,1\mu/0,8\text{--}1\mu$ . Die Sporen sind polyederförmig von der Grösse  $0,9\text{--}1,1\mu/1,0\text{--}1,2\mu$ . Die Massenproduktion besorgten die Herren Dres. LÜTHY und WYSS vom Mikrobiologischen Institut der ETHZ.

### 2.3 Infektionsmethodik

Die Infektion der Raupen im Laboratorium erfolgte durch Zucht auf pathogen-kontaminiertem Futter. Die dosierte Behandlung von Lärchennadelbüscheln mit Pathogensuspension erfolgte in einer Sprühglocke (SCHNYDER, 1967). Auf das kontaminierte Futter wurden  $L_4$  in Einzelzucht gesetzt. Vier Tage blieben die Raupen auf dem kontaminierten Futter, dann wurde dieses durch unkontaminiertes ersetzt; und gleichzeitig wurden tote Raupen und solche, die nur wenig gefressen hatten, aus dem Versuch herausgenommen.

Bei der Freilandapplikation wurden die Pathogensuspensionen mit einem Rückensprühgerät auf die Bäume ausgebracht. Allen Suspensionen wurde 0,1% Etalfix als Netzmittel zugegeben. Nach dem Eintrocknen des Spritzbelages wurden Zweige abgeschnitten und ins Feldlabor gebracht. Auf das kontaminierte Futter wurden  $L_4$  in Einzelzucht angesetzt und die Mortalitätswerte bestimmt wie im Laborversuch.

Tabelle 1: Mortalität von Lärchenwicklerraupen nach Behandlung mit verschiedenen Dosen des Granulosivirus (G) bzw. *B. sphaericus* (BS) und deren Kombinationen (Laborversuch).

Pathogen	Konzentration		Mortalität in % (a)	
	GK/ml	Sp/ml	1. Versuch	2. Versuch
G	$6,8 \cdot 10^7$		93,5	
BS		$1,9 \cdot 10^8$	38,6	
G+BS	$6,8 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^8$	92,6	
G	$1,4 \cdot 10^7$		64,0	
BS		$1,2 \cdot 10^9$	30,9	
G+BS	$1,4 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^9$	82,6*	
BS		$1,2 \cdot 10^9$	14,0	5,6
G	$5,6 \cdot 10^6$		17,8	20,9
G	$2,8 \cdot 10^7$		31,9	33,6
G+BS	$5,6 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^9$	16,5	20,8
G+BS	$2,8 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^9$	27,2	46,9

(a) Pro Wiederholung und Konzentration wurden 40–60 Raupen angesetzt.

\* Unterschied zu G gesichert mit  $P < 0,05$

### 3. RESULTATE UND DISKUSSION

#### 3.1 Gleichzeitige Einwirkung der 2 Pathogene

Virus und Bakteriumsuspension wurden vor der Applikation zusammengeschüttet, d. h. beide Pathogene gleichzeitig appliziert.

#### 3.11 *Bacillus sphaericus*

*B. sphaericus* stellt sich als wenig virulentes Pathogen heraus, und mit dem Alter oder mit zunehmender Zahl der Mediumpassagen scheint die Virulenz noch abzunehmen.

In der 1. Wiederholung wurde mit einer Konzentration von  $1,9 \cdot 10^8$  Sporen/ml eine Mortalität von 39% erreicht, in der 2. und 3. Wiederholung wurden mit einer 10fach höheren Konzentration nur 31% bzw. 14% und 5% Mortalität registriert (Tab. 1).

Die Kombination des Bakteriums und des Granulosisvirus ergab nur in einer Wiederholung eine schwach signifikante Erhöhung der Mortalität (Tab. 1).

#### 3.12 *Bacillus thuringiensis*

Die gleichzeitige Applikation von *B. thuringiensis* und Virus zeigt sowohl im Laborversuch wie bei der Feldapplikation einen gesicherten Antagonismus zur Wirkung des Granulosisvirus. Im ersten Fall wurde eine Reduktion der Lärchenwicklernatalität um 10%, im 2. Fall um 30% festgestellt (Tab. 2).

Dieser Effekt beruht wohl darauf, dass *B. thuringiensis* bei den Raupen einen Frassstop bewirkt. Die Raupen nehmen während der Zeit, in der das Virus seine Pathogenität noch nicht eingebüßt hat (SCHMID, 1974), zuwenig Virus

Tabelle 2: Mortalität von Lärchenwicklerraupen nach Behandlung mit je 2 Dosen des Granulosisvirus (G) bzw. *B. thuringiensis* (BT) und deren Kombinationen.

Pathogen	Konzentrationen		Ort	Mortalität in % (a)
	GK/ml	U.A.Pb./ml		
BT	$6,8 \cdot 10^7$	1,5 10	Labor	12,5
G			Labor	93,5
G+BT		1,5 10	Labor	84,3*
BT	$3,8 \cdot 10^8$	7,5 10 <sup>2</sup>	Feld	30,0
G			Feld	93,1
G+BT		7,5 10 <sup>2</sup>	Feld	62,5**

(a) Im Labortest wurden pro Konzentration 90–100 Raupen angesetzt, im Feldversuch 40 Raupen pro Konzentration.

\* und \*\* Unterschied zu G gesichert mit  $P < 0,05$  bzw.  $0,01$

auf. Zudem steigt mit zunehmendem Alter der Raupen ihre Resistenz gegen das Virus. Für eine erfolgreiche Bekämpfung müsste *B. thuringiensis* 3–4 Tage nach dem Virus appliziert werden (vgl. Synergismus, unten).

### 3.2 Synergetische Wirkung von *B. thuringiensis* in latent virösen Raupen

Bei verschiedenen Insektenarten können durch fremde Viren oder andere Pathogene latente Virosen in die akute Phase gebracht werden. Manche in natürlichen Populationen festgestellte Synergismen zwischen zwei Pathogenen stellten sich letztlich als Aktivierung latent vorhandener Virosen heraus. Auch *B. thuringiensis* konnte als Aktivator eingesetzt werden. Nach VASILJEVIC (1957) erhöhte eine BT-Behandlung von *Hyphantria cunea* die Polyedrose-Inzidenz von 15% auf 90%. In einem anderen Fall starben ältere Larven von *H. cunea* nach BT-Behandlung an aktivierter Granulosis (KRIEG und SCHMID, 1962).

Im folgenden Versuch wurde *B. thuringiensis* an Lärchenwicklerraupen appliziert, die aus einer virusverseuchten Zucht stammten. In der Kontrolle (ohne BT-Infektion) starben 43% an der Virose. Bei den zusätzlich mit *B. thuringiensis* infizierten Raupen wurde mit jeder Konzentration eine höhere Mortalität festgestellt, als bei «unabhängigem Synergismus» (BENZ, 1971) zu erwarten gewesen wäre. Bei den niedrigsten BT-Dosierungen wurde sogar eindeutig additiver Synergismus erreicht (Tab. 3).

Die Diagnose für die toten Raupen war zum Teil schwierig zu stellen, da bei einigen beide Pathogene gefunden wurden. 55–60% der Raupen starben aber in jedem Fall, unabhängig von der Höhe der BT-Dosis, an der Virose (vgl. Kontrolle = 43%). Das würde bedeuten, dass BT in inapparent virösen

Tabelle 3: Wirkung verschiedener Dosen von *B. thuringiensis* (Bactospeine und Dipel) auf normale Lärchenwicklerraupen (nicht virusverseuchte Zucht) und solche aus einer Zucht, in der 43% an Granulosis starben (virusverseuchte Zucht).

BT-Produkt Dosis (mg/lt)	Bacto. 20,0	Dipel 4,0	Bacto. 63,2	Dipel 12,6	Bacto. 200,0	Dipel 40,0
Mort. (%) bei nicht virus- verseuchter Z. (a)	28	32	42	56	70	67
Mort. (%) bei virusver- seuchter Z. (a)	75	84	79	79	94	97
Berechnete Mort. für indep. Synerg.	59	61	67	75	83	81
Berechnete Mort. für addit. Synerg.	71	75	85	99	100	100

(a) Für jede Konzentration und Wiederholung wurden 50–60 Raupen angesetzt

Raupen eine akute Granulosis auslöste. Zum Teil könnte die erhöhte Mortalität auch darauf beruhen, dass die Raupen aus der virusverseuchten Population empfindlicher auf BT reagierten.

#### 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

*B. sphaericus* ist für die praktische Bekämpfung des Lärchenwicklers ungeeignet. Allein appliziert ist das Bakterium wenig virulent, und durch Kombination mit dem Virus kann im allgemeinen keine Erhöhung der Mortalität erreicht werden.

*B. thuringiensis* allein ergibt befriedigende Resultate bei der Bekämpfung des Lärchenwicklers (siehe Einleitung); bei gleichzeitiger Applikation mit dem Granulosivirus wirkt es dagegen antagonistisch zum Virus.

Für die Praxis von einer gewissen Bedeutung könnten die Ergebnisse von *B. thuringiensis* in der virusverseuchten Zucht sein. Eine sukzessive Behandlung grösserer Waldareale erst mit dem Virus, dann mit *B. thuringiensis* wäre in der Regel wirtschaftlich nicht tragbar. Die Möglichkeit sollte jedoch für Intensivkulturen im Auge behalten werden. Nach den vorliegenden Resultaten wäre zudem denkbar, dass in Gebieten mit niedriger natürlicher Virusinzidenz eine *B. thuringiensis*-Behandlung Virusepidemien auslösen könnte.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALTWEGG, P., 1971. *Ein semisynthetisches Nährmedium und Ersatzsubstrate für die Oviposition zur von der Jahreszeit unabhängigen Zucht des Grauen Lärchenwicklers, Zeiraphera diniana (Gn.) (Lepidoptera: Tortricidae)*. Z. ang. Ent., 69: 135–170.
- AUER, C., 1961. *Ergebnisse zwöljfähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegung des Grauen Lärchenwicklers, Zeiraphera griseana Hübner (diniana Guénée), im Oberengadin (1949/60)*. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen, 37: 175–263.
- AUER, C., 1974. *Ein Feldversuch zur gezielten Veränderung zyklischer Insektenpopulationsbewegungen*. Schweiz. Z. Forstw., 125: 333–358.
- BALTENSWEILER, W., 1962. *Die zyklischen Massenvermehrungen des Grauen Lärchenwicklers in den Alpen*. Verh. XI. int. Kongr. Ent., Wien, 2: 185–189.
- BALTENSWEILER, W., 1964. *Zeiraphera griseana Hübner (Lepidoptera: Tortricidae) in the European Alps. A contribution to the problem of cycles*. Can. Ent., 96: 792–800.
- BENZ, G., 1964. *Aspect of virus multiplication and average reduplication time for a granulosis virus of Zeiraphera diniana (Guénée)*. Coll. Int. Path. Insectes, Paris, 1962. 417–421.
- BENZ, G., 1971. *Synergism of micro-organisms and chemical insecticides*. In «Microbial control of insects and mites» (Burges, H. D., Hussey, N. W.), Acad. Press, London – New York.
- BOVEY, P., 1966. *Le problème de la Tordeuse grise du mélèze dans les forêts alpines*. Bull. Murithienne, Soc. valaisanne sciences naturelles, 83: 1–33.
- COAZ, J., 1894. *Über das Auftreten des Grauen Lärchenwicklers (Steganoptycha pinicolana Zell.) als Schädling in der Schweiz und den angrenzenden Staaten*. Karl Stämpfli u. Co., Bern, 21 p.
- GRISON, P., MARTOURET, D., & AUER, C., 1971. *La lutte microbiologique contre la tordeuse du mélèze*. Ann. Zool. Ecolog. animale, No. hors-série, 91–121.
- KRIEG, A., 1971. *Interactions between pathogens*. In «Microbial control of insects and mites» (Burges, H. D., und Hussey, N. W.) Acad. Press, London – New York.
- KRIEG, A., & SCHMID, L., 1962. *Über die Möglichkeiten einer mikrobiologischen Bekämpfung von Hyphantria cunea (Drury)*. Nachr.-bl. dt. Pfl.-schutz, Braunschweig, 14: 177–182.
- MAKSYMOW, J. K., und AUER, C., 1955. *Versuch zur Bekämpfung des Grauen Lärchenwicklers (Eucosma griseana Hb. = Semasia diniana Gn.) mit einer DDT-Gamma-Lösung im Nebelverfahren*. Z. ang. Ent., 37: 472–491.
- MARTIGNONI, M. E., 1954. *Über zwei Viruskrankheiten von Forstinsekten im Engadin*. Mitt. schweiz. ent. Ges., 27: 147–152.

- MARTIGNONI, M. E., 1957. *Contributo alla conoscenza di una granulosi di Eucosma griseana (Hübner) (Tortricidae, Lepidoptera) quale fattore limitante il pullulamente dell'insetto nella Engiadina alta.* Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw., 32: 371–418.
- MARTIGNONI, M. E., und AUER, C., 1957. *Bekämpfungsversuch gegen Eucosma griseana Hb. mit einem Granulosis-Virus.* Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw., 33: 73–93.
- MEYER, A., 1947. *Untersuchungen über die Bekämpfung des Grauen Lärchenwicklers (Semasia diniana Gn.) in den Wäldern des Oberengadins.* Mitt. Schw. ent. Ges., 20: 452–474.
- PFEFFER, A., 1930. *Novy nebezpecny skudce smrku zavijec modrinovy – Enarmonia (Epinotia, Steganoptycha) diniana Z. (Pinicolana Z.).* Ochrana Rostlin, 10: 81–95.
- RAJGORODSKAJA, I. A., 1963. *O vspyske massovogo rozmnozheniya seroj Listovenicnoj listovertki (Semasia diniana Gn.) v Vostocnom Sajanie v 1960–1961 godach.* Vraditeli Lesov v Pribajkale, Irkutsk, CCR.
- SCHMID, A., 1974. *Untersuchungen über die Umweltpersistenz des Granulosisvirus des Grauen Lärchenwicklers, Zeiraphera diniana (Gn.) und die Schutzwirkung verschiedener Stoffe.* Z. ang. Ent., 75: 31–49.
- SCHNYDER, U., 1967. *Untersuchung einer Kernpolyedrose von Sternra seriata Schrk (= Ptychopoda seriata Schrk = Acidalia virgularia Hb.) (Geometridae, Lepidoptera) und deren Beeinflussbarkeit durch Hunger, DDT, DNOC und Famesyl-methyl-äther.* Diss. Nr. 3802, ETH, Zürich.
- VASILJEVIC, L. A., 1957. *Pathogenic effect of some species of bacteria on the fall webworm (Hyphantria cunea Drury).* Mem. Inst. Plant. Prot. Beograd, 7. 79 p. (Serbokroat).

