

Das Massenaufreten des achtzähligen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. nach Untersuchungen in schweizerischen Waldungen 1946-49

Doctoral Thesis

Author(s):

Kuhn, Wilfried

Publication date:

1949

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000187269>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

**Das Massenaufreten des
achtzähligen Fichtenborkenkäfers
Ips typographus L.
nach Untersuchungen in schweizerischen
Waldungen 1946–49**

Von der
Eidgenössischen Technischen Hochschule
in Zürich

zur Erlangung der Würde
eines Doktors der Technischen Wissenschaften
genehmigte

Promotionsarbeit

vorgelegt von

WILFRIED KUHN

von Zürich und Aarau

Referent: Herr Prof. Dr. O. Schneider-Orelli

Korreferent: Herr Prof. Dr. H. Leibundgut

1949

Verlagsanstalt Buchdruckerei Konkordia Winterthur

Zusammenfassung

1. Allgemeines über *Ips typographus*

Der achtzählige Fichtenborkenkäfer *Ips typographus* ist in ganz Europa und zum Teil in Asien verbreitet. Er folgt seiner Hauptnährpflanze, der gewöhnlichen Fichte (*Picea excelsa*) von den Niederungen bis auf 2000 m ü. M.

Der 4,5 bis 5,5 mm lange und 2 mm breite Käfer ist gedrunken, walzenförmig. Der Kopf ist von oben nicht sichtbar, da er durch den vorne gehöckerten und stark behaarten Kopfschild verdeckt wird. Als besondere Artmerkmale sind das Höckerchen auf der Stirne, die gegen die Fühlerspitze vorgezogenen Fühlernähte und der matt seifenglänzende, undeutlich punktierte Flügeldeckenabsturz zu nennen. Jede Flügeldecke ist hinten am Absturzrand mit vier Zähnen versehen, von denen der dritte am größten und knopfartig eingeschnürt ist. Männchen und Weibchen sind auf Grund des Abdomens äußerlich nicht zu unterscheiden. Der Bau des Chitinskelettes der männlichen Kopulationsorgane erlaubt die systematische Unterscheidung nah verwandter Borkenkäferarten. *Ips typographus* ist ein schlechter Flieger. Nur im Notfall legt er selbständig Strecken von einigen hundert Metern zurück. Mit Windunterstützung können auch größere Flugweiten erzielt werden.

Das Männchen bohrt sich zwischen den Rindenschuppen in den Bast, wo es die Paarungskammer ausnagt. Zu ihm gesellen sich zwei bis drei Weibchen, welche die parallel zur Faserrichtung verlaufenden, 6 bis 15 cm langen, den Splint oft oberflächlich furchenden Muttergänge anlegen. Ein Weibchen legt durchschnittlich 40 bis 50 Eier ab, die es beidseitig der Gänge in die Einischen bettet. Die aus den Eiern schlüpfenden Larven fertigen die mit zunehmendem Larvenwachstum ständig breiter werdenden, geschlängelten Larvengänge an, letztere mit Kot und Bohrmehl verstopfend. Die ausgewachsene Larve nagt eine ovale Puppenwiege aus, in der sie sich verpuppt. Der aus der Puppe schlüpfende Jungkäfer ist noch unreif. Durch seinen normalerweise zwei bis vier Wochen dauernden Reifungsfraß zermüllt er den Bast im Brutbaum. Bei ungünstigen Nahrungsbedingungen fliegt er aus und legt in anderen Fichten geweihartige, dendritische Reifungsfraßgänge an, die sich stark von den Brutbildern unterscheiden.

Als Hauptursachen für die Entstehung von *typographus*-Gradationen sind folgende zwei Faktoren anzuführen: 1. Vorkommen der Fichte in großen Reinbeständen außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. 2. Während längerer Zeit trockene Witterung und hohe Temperaturen. Der Käfer befällt normalerweise nur geschwächte Bäume. Er bevorzugt 60jährige und ältere Fichten. Bei Uebervermehrung kann er auch primär werden.

2. Ueberwinterung

Die Rindenüberwinterung von Larven, Puppen und Käfern war schon immer bekannt. *Typographus*-Eier sind sehr frostempfindlich und gehen während

des Winters zugrunde. Neu und für die Forstwirtschaft von größter Bedeutung war die von Schneider-Orelli festgestellte Bodenüberwinterung. Im Spätherbst wandert ein Teil der Käfer aus ihren Bruthäusern in den Boden ab oder gelangt passiv durch Rindenfall in den Boden. Bei den Wurzelanläufen ist die Ueberwinterungsdichte der «Buchdrucker» am größten. Als Maximum stellten wir am 5. April 1947 in Steinmaur 197 lebende *typographus* pro 1 dm² Bodenfläche fest. Durchschnittlich fanden wir bei den Wurzelanläufen 20—45 «Buchdrucker» pro 1 dm² Bodenfläche. Mit zunehmender Entfernung vom Stamm nimmt die Zahl der Bodenüberwinterer rasch ab. Die Käfer überwintern in den beiden obersten Bodenhorizonten, der Fallstreuschicht und dem Mullhorizont. In den obersten 1—1½ cm des Mullhorizontes findet man am meisten. Rund um eine Käferfichte wechseln die Ueberwinterungszahlen stark. Die Anzahl der toten Käfer im Boden war im Verhältnis zu den lebenden auffallend gering. Versuche ergaben, daß durch die Kältestarre die Ausfärbung und Erhärtung der Chitinteile sowie der Nahrungsabbau unterbrochen werden. Unsere Feststellung, daß praktisch alle überwinternden Käfer einen leeren Darmtraktus aufweisen, ist so zu erklären, daß bei Plusstemperaturen die Verdauung wieder einsetzt, ohne daß der Käfer zur Nahrungsaufnahme veranlaßt wird. Die zahlreichen imaginalen Fettkörper erlauben ihm bei stark reduziertem Stoffwechsel zu überwintern.

3. Schwärmverlauf und Generationsverhältnisse

Frühjahrsschwärmen: Dieses begann 1947, 1948 und 1949 im schweizerischen Mittelland fast auf den Tag genau, um den 14. April. In höheren Lagen (800 bis 1000 m ü. M.) erfolgte der Anflug einige Tage später. Das Frühjahrsschwärmen setzt besonders an Föhntagen plötzlich massiv ein. Durch ungünstige Witterungsverhältnisse wird es verzögert und zeitweise unterbrochen. Die Käfer sind stark temperaturabhängig. Das Schwärmen beginnt, wenn die Bodentemperatur 12° C und die Lufttemperatur 16° C übersteigt. Das tägliche Schwärmmaximum ist zwischen 12 00 und 13 00 festzustellen. Es fällt normalerweise mit dem Tages-Temperaturmaximum zusammen. Das Schwärmen hört auf, wenn die Lufttemperatur am Nachmittag unter 20° C oder die Bodentemperatur unter 12° C sinkt.

Generationsverhältnisse: 1948 und 1949 stellten wir durch Freilandversuche im schweizerischen Mittelland bis 600 m ü. M. zwei echte und je eine Geschwistergeneration fest, von denen die erste bedeutend stärker war als die zweite. 1947 wurden infolge des extrem heißen und trockenen Sommers vermutlich 2½ bis 3 echte Generationen gebildet. Wir stellten damals in Cosciumo (Tessin) bis 1400 m ü. M. zwei echte Generationen fest. Im Gebirge kommt wegen der ungünstigen Bedingungen über 800 m ü. M. normalerweise 1 bis 1½, in den höchsten Lagen nur eine Generation pro Jahr zur Ausbildung.

4. Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen

Wo man in den schweizerischen Waldungen auf Grund unserer Richtlinien (24) die Borkenkäferbekämpfung intensiv durchführte, wurden gute Erfolge erzielt. Alle

Käferfichten sind grundsätzlich auf Tüchern zu entrinden. Die Rinde ist zu verbrennen. Das Abbrennen von Käferflächen kommt bei uns infolge der geringen Ausdehnung der *typographus*-Herde nicht in Frage. Die zahlreichen Borkenkäferfeinde, wie Vögel, Schlupfwespen und räuberische Käfer sind nicht imstande, allein eine Kalamität zu beenden. Die Anwendung von Insektiziden im Wald stößt auf große Schwierigkeiten. Die Wirkungsdauer von Stäubemitteln ist stark von den Witterungseinflüssen abhängig. Sie kommen nur für zusätzliche Bekämpfungsmaßnahmen in Frage. Mit Spritzflüssigkeiten wurden gegen die Käfer Teilerfolge erzielt. Die Brutentwicklung wird durch eine chemische Behandlung der Käferfichten aber nicht beeinträchtigt. Eine abhaltende Wirkung konnte nicht festgestellt werden. In vielen schweizerischen Waldungen ist der Wassertransport unmöglich. Chemische Bekämpfungsversuche mit Streu- und Spritzmitteln gegen die im Boden überwinterten *typographus* zeitigten keine oder nur eine ungenügende Wirkung. Die Verwendung hochgiftiger Arsenpräparate ist in den schweizerischen Waldungen strikte abzulehnen. Da 1947 bis 1949 in den schweizerischen Herden im Frühjahr kein Reifungsfraß in den Wurzelstöcken festgestellt werden konnte, wäre deren Behandlung mit Insektiziden verfehlt gewesen. Im Gebirge, wo stellenweise die Verwendung von Fangtüchern unmöglich ist, und an Orten, wo das Verbrennen der Rinde wegen Waldbrandgefahr nicht in Frage kommt, sind chemische Mittel für zusätzliche Bekämpfungsmaßnahmen zu empfehlen. Jede Borkenkäferbekämpfung ist von Waldbesitzern und Forstleuten zielbewußt, energisch und sorgfältig durchzuführen.

5. Waldbaulicher Ausblick

Die unstandortsgemäßen Fichtenmonokulturen sind durch biotische und abiotische Faktoren besonders stark gefährdet. Durch den trupp- bis horstweisen Streu- und Herdbefall wurden die schweizerischen Fichtenwaldungen lokal durchlöchert. Es entstanden vorwiegend Kahlfelder von wenigen Aren bis selten mehr als $\frac{1}{2}$ ha Ausdehnung. Durch die Wiederbestockung solcher Käferlöcher kann die vom Wirtschaftler angestrebte räumliche Ordnung, d. h. die örtliche Verteilung der einzelnen Entwicklungsstufen gestört werden. Wenn die durch Auspflanzungen entstandenen Gruppen zur Verjüngung der Bestände verwendet werden sollen, kommt als Betriebsart vorwiegend der verfeinerte schweizerische Femelschlag zur Anwendung. Man soll sich aber keinesfalls verleiten lassen, Bestände zu verjüngen oder umzuwandeln, bevor alle Zuwachskräfte ausgenützt sind. Am Grundsatz der Nachhaltigkeit ist strikte festzuhalten. Verjüngungen und Umwandlungen haben nur im Rahmen einer Gesamtplanung auf Grund pflanzensoziologischer-bodenkundlicher Untersuchungen zu erfolgen. Reinbestände erwiesen sich borkenkäferanfälliger als Mischbestände. Der anzustrebende Wirtschaftswald soll hinsichtlich Zusammensetzung und Aufbau weitgehend der natürlichen Waldgesellschaft entsprechen. Durch die Schaffung günstiger Umweltsbedingungen wird die Widerstandsfähigkeit der Bestände gegenüber Insektenkalamitäten erhöht.

Résumé

1. Généralités

Le bostryche octodenté de l'épicéa ou typographe *Ips typographus* est répandu dans toute l'Europe et une partie de l'Asie. Il accompagne l'épicéa commun (*Picea excelsa*), dont il tire principalement sa nourriture, de la plaine jusqu'à 2000 m d'altitude.

Chez ce coléoptère, l'insecte parfait est long de 4,0 à 5,5 mm, large de 2 mm, trapu et cylindrique. La tête n'est pas visible d'en haut, car elle est cachée sous le bord antérieur du corselet, qui est très pileux et porte à son avant des protubérances. Les principaux caractères distinctifs de l'espèce sont un denticule sur le front, l'angle aigu vers l'extrémité des sutures de la massue de l'antenne, la matité (ou le brillant savonneux) et la ponctuation indistincte de la déclivité de l'élytre. Le bord saillant externe de la déclivité de l'élytre porte quatre dents, dont la troisième en partant du haut se distingue par sa taille plus forte et par un renflement subapical. L'examen extérieur de l'abdomen ne permet pas de distinguer le mâle de la femelle. La structure du squelette chitineux des organes génitaux du mâle facilite la distinction systématique d'espèces de bostryches proches parentes. *Ips typographus* vole mal: par ses propres moyens, il ne se déplace de quelques centaines de mètres qu'en cas d'impérieuse nécessité. Porté par le vent, il peut s'éloigner plus.

Le mâle s'enfonce entre les écailles de l'écorce dans le liber, où il creuse une chambre d'accouplement. 2 à 3 femelles le rejoignent et forent, parallèlement au sens des fibres, des couloirs de ponte de 6 à 15 cm de longueur, qui sillonnent souvent la superficie de l'aubier. Une femelle pond en moyenne 40 à 50 œufs, qu'elle loge dans de petites encoches des deux côtés du couloir. Les larves, après leur éclosion, forent des galeries serpentine, qui augmentent de largeur à mesure que la larve grossit, et que celle-ci encombre de sciure et d'excréments. Le canal se termine par une chambre de nymphose ovale, où la larve, ayant pris toute sa croissance, se transforme en chrysalide. L'insecte qui en sort n'a pas encore atteint sa maturité. Il fait un forage complémentaire, qui dure normalement 2 à 4 semaines, dans le liber de l'arbre où il s'est développé. Si les conditions de nutrition sont défavorables, il quitte le biotope nourricier, prend son vol et creuse dans d'autres épicéas — toujours en forage complémentaire — des couloirs en forme de ramure, très différents des couloirs de ponte.

Les raisons principales de la gradation épidémique du bostryche typographe sont

1. la présence de vastes monocultures d'épicéa hors de l'aire naturelle de distribution naturelle de cette essence,
2. la persistance exceptionnellement prolongée d'un temps sec et de hautes températures. Normalement, ce coléoptère n'attaque que des arbres affaiblis, de préférence

des épicéas de 60 ans et plus. Dès qu'il pullule, il peut devenir un ravageur primaire.

2. Hivernation

L'hivernation dans l'écorce de larves, chrysalides et insectes parfaits est connue de longue date. Les œufs du typographe sont très sensibles au gel et périssent durant l'hiver. Schneider-Orelli a dernièrement mis en lumière, avec chiffres à l'appui, que l'insecte parfait hiverne aussi dans le sol, découverte qui présente la plus grande importance pour la sylviculture. A la fin de l'automne, une partie des insectes émigre des arbres nourriciers dans le sol ou y parvient, passivement, par la chute de l'écorce. C'est près de l'emplacement des racines que la densité d'occupation par les hivernants est la plus forte. Le maximum observé fut, le 5 avril 1947, à Steinmaur, de 197 typographus vivants au dm^2 de surface. La moyenne était, dans l'entourage des emplacements de racines, de 20 à 45 typographus par dm^2 . Le nombre des hivernants diminue rapidement lorsqu'on s'éloigne des troncs. Les insectes hivernent dans les deux couches supérieures du sol, dans la fane et dans le terreau, et c'est dans les 1—1½ cm supérieurs du terreau qu'on en trouve le plus. Sur le pourtour d'un épicéa bostryché, la densité d'occupation varie beaucoup. Le nombre des insectes morts dans le sol, rapporté à celui des vivants, est fort bas. Des essais ont révélé que l'engourdissement hivernal arrête la coloration et le durcissement des parties chitineuses, ainsi que la résorption des matières nutritives. Nous avons observé que, pratiquement, tous les insectes hivernants ont le tube digestif vide: des températures en dessus du point zéro déclenchent sans doute à nouveau la digestion, mais sans que l'insecte soit incité à reprendre de la nourriture. Les nombreuses matières grasses de l'imago lui permettent de passer l'hiver «en veilleuse».

3. Cours de l'essaimage — Nombre des générations

Essaimage du printemps: il a commencé en 1947, 1948 et 1949, dans le Plateau suisse, pour ainsi dire le même jour, autour du 14 avril. Plus haut (de 800 à 1000 m d'altitude), il s'est produit quelques jours plus tard. L'essaimage printanier débute brusquement, avec une force quasi explosive, surtout sous l'influence du föhn. Un temps défavorable le retarde et l'interrompt même provisoirement. Car les insectes dépendent, dans leur phénomènes vitaux, fortement de la température. L'essaimage commence quand la température du sol dépasse 12° C, celle de l'air, 16° C. Le maximum journalier est atteint entre midi et treize heures; il coïncide donc normalement avec celui de la température. L'essaimage cesse lorsque la température de l'air tombe, l'après-midi, en dessous de 20° C ou celle du sol, en dessous de 12° C.

Nombre des générations: en 1948 et en 1949, des essais en plein air, faits dans le Plateau suisse, ont fait constater la succession de deux générations vraies, chacune se dédoublant en générations sœurs, la première phase étant beaucoup plus

abondante que la seconde. En 1947, il s'est produit vraisemblablement 2¹/₂ à 3 générations vraies, par suite de l'été extrêmement sec et chaud. Cette année-là, nous avons observé à Cosciumo (Tessin) deux générations vraies jusqu'à 1400 m d'altitude. En montagne, les conditions sont normalement si défavorables en dessus de 800 m que 1—1¹/₂ générations sont la règle. A la limite supérieure, une seule génération est possible par an.

4. Prévention et lutte

Où la lutte contre les bostryches a été menée intensivement, suivant nos directives, de bons résultats ont été enregistrés dans la forêt suisse. Par principe, tous les épicéas attaqués doivent être écorcés sur des toiles sous-jacentes. L'écorce doit être incinérée. Les foyers d'infection du typographe sont chez nous trop peu étendus pour que la désinfection par le feu des parcelles contaminées entre en ligne de compte. Les nombreux ennemis des bostryches — oiseaux, ichneumons, insectes prédateurs — ne sont pas capables de maîtriser seuls une calamité. L'emploi d'insecticides en forêt rencontre de grosses difficultés. La durée d'efficacité des saupoudrages dépend beaucoup des conditions atmosphériques. Ils ne conviennent donc que comme moyen complémentaire de lutte. L'aspersion d'insecticides liquides donne partiellement satisfaction dans la lutte contre l'insecte. Mais le développement larvaire n'est pas contrarié par le traitement chimique des arbres attaqués; du moins, une action semblable n'a-t-elle pas pu être constatée. En outre, le transport de l'eau est impossible dans beaucoup de forêts suisses. La lutte chimique contre les typographes qui hivernent dans le sol, soit par saupoudrage, soit par aspersion, n'a pas ou trop peu d'effet. L'emploi de produits arsenicaux très toxiques doit être strictement déconseillé dans la forêt suisse. De 1947 à 1949, nous n'avons pas observé au printemps, dans les foyers suisses d'infection, de forages complémentaires dans les souches: leur traitement avec des insecticides aurait donc été sans objet. En montagne, où l'usage de toiles est parfois impossible, dans des endroits où l'incinération de l'écorce risquerait de provoquer des incendies de forêts, les produits chimiques peuvent être recommandés comme moyen complémentaire de lutte. Chaque action entreprise pour l'extermination du ravageur doit être menée, par les propriétaires de forêt et les agents forestiers, selon un plan bien arrêté, avec autant de soin que d'énergie.

5. Perspectives culturelles

Les météores et les parasites animaux et végétaux mettent particulièrement en danger l'existence de peuplements purs d'épicéa étrangers à la station. Les pessières suisses ont été trouées, ici et là, par l'invasion du bostryche dans des bouquets ou des groupes d'une certaine importance, soit sous forme de foyer, soit sporadiquement. Il en résulte la présence de surfaces dénudées, généralement de peu d'étendue (quel-

ques ares), rarement de plus d'un demi-hectare de superficie. Le reboisement de ces trouées dues au bostryche peut déranger l'ordre topique que le gérant s'est efforcé d'établir. Si les groupes issus des plantations faites dans ces clairières doivent servir au rajeunissement de la forêt, le mode de traitement indiqué sera celui des coupes progressives, avec régénération lente, tel qu'on le pratique et qu'on l'a perfectionné en Suisse. En aucun cas, il ne faudra se laisser entraîner à régénérer ou convertir les peuplements avant d'en avoir tiré toute la production possible. Le principe du rapport soutenu doit être strictement respecté. La renaissance de la forêt, sa conversion, se feront suivant un plan général établi sur la base de recherches à la fois pédologiques et phytosociologiques. Les peuplements purs sont évidemment plus exposés que les forêts mélangées. La forêt gérée que nous voulons obtenir doit être, quant à sa composition et sa structure, très proche de l'association forestière naturelle. La capacité de résistance aux épidémies d'insectes est augmentée par la création ou le rétablissement d'une ambiance favorable.

Trad.: E. Badoux

Literaturverzeichnis

1. 1939 Butovitch, V.: Ueber die Oekologie und das forstliche Verhalten von *Ips typographus* L. VII. internationaler Kongreß für Entomologie, Verhandlungen, Bd. III, Weimar.
2. 1881 Eichhoff, W.: Die Europäischen Borkenkäfer, Berlin.
3. 1923 Escherich, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. II., Berlin.
4. 1907 Fuchs, G.: Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse der rindenbrütenden Borkenkäfer, München.
5. 1911 Fuchs, G.: Morphologische Studien über Borkenkäfer. I. Die Gattungen *Ips de Geer* und *Pityogenes Bedel*, München.
6. 1915 Fuchs, G.: Die Naturgeschichte der Nematoden und einiger anderer Parasiten, 1. des *Ips typographus* L., Zool. Jahrbuch, Vol. 38, Syst., Heft 3—4.
7. 1933 Hadorn, Ch.: Recherches sur la morphologie, les stades évolutifs et l'hivernage du bostryche liseré (*Xyloterus lineatus* Oliv.). Beiheft Nr. 11 zu den Zeitschriften des Schweiz. Forstvereins.
8. 1910 Hagedorn, M.: *Ipidae in Coleopterorum Catalogus*, Pars 4, Berlin.
9. 1908 Hennings, C.: Der achtzählige Fichtenborkenkäfer oder «Buchdrucker», *Ips typographus* L., Entomologische Blätter, 4. Jahrgang.
10. 1895 Judeich, J. F. und Nitsche, H.: Lehrbuch der Mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Bd. I, Berlin.
11. 1903 Keller, C.: Untersuchungen über die Höhenverbreitung forstschädlicher Tiere. Mitteilungen der Schweiz. Centralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen, Bd. VIII, Heft 1.
12. 1908 Kleine, R.: Die europäischen Borkenkäfer und ihre Feinde aus den Ordnungen der Coleopteren und Hymenopteren. Entomologische Blätter, 4. und 5. Jahrgang.
13. 1904 Knoche, E.: Beiträge zur Generationsfrage der Borkenkäfer. Sonderabdruck aus dem Forstwissenschaftl. Centralblatt.
14. 1949 Kuhn, W.: Zur Bekämpfung der Fichtenborkenkäfer, Schweizerische Zeitschrift f. Forstwesen, 100. Jahrgang.
15. 1947 Leibundgut, H.: Ueber waldbauliche Planung. Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 99. Jahrgang.