

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 89 (1938)
Heft: 10

Artikel: Neue Forschungsergebnisse aus dem Gebiet der Forstentomologie
Autor: Schneider-Orelli, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-768155>

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: 15.03.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

89. Jahrgang

Oktober 1938

Nummer 10

Aus dem Entomologischen Institut der Eidgen. Technischen Hochschule

Neuere Forschungsergebnisse aus dem Gebiete der Forstentomologie. Von O. Schneider-Orelli.

Referat, gehalten am Vortragszyklus für das höhere Forstpersonal am 6. April 1938 in Zürich.

I.

Unter jenen Insekten, die in der forstentomologischen Literatur zu den allerwichtigsten mitteleuropäischen Waldverderbern gerechnet werden, kommt in den schweizerischen Wäldern nicht allen Arten eine entsprechende praktische Bedeutung zu.

Zuweilen erscheint die Erklärung für dieses unterschiedliche Verhalten sehr naheliegend, so z. B. in Hinsicht auf die gefürchteten Kieferninsekten, wie Forleule, Kiefernspanner und Kiefernspinner, indem reine Föhrenbestände in den Ausmassen, wie sie etwa in Norddeutschland angetroffen werden, bei uns überhaupt fehlen.

Die ausgesprochenen Nahrungsspezialisten unter den Insekten sind vor allem abhängig vom Vorkommen ihrer Nährpflanzenart; erst wenn letztere vorhanden ist, erscheint die erste Voraussetzung für das Auftreten einer spezialisierten Insektenart in dem betreffenden Gebiete erfüllt. Findet sich diese Pflanzenart aber nicht bloss vereinzelt, sondern vorherrschend oder gar als Monokultur auf grossen Flächen, so ist damit auch eine der Möglichkeiten für eine *Massenvermehrung* von Forstschädlingen mit praktischen Auswirkungen geschaffen. Aber immerhin doch nur *eine* unter verschiedenen Voraussetzungen!

Das Verhalten der beiden wichtigsten Fichteninsekten, des Nonnenspinners (*Lymantria monacha* L.) und des achtzähligen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.), von denen der erstgenannten Art in den schweizerischen Wäldern überhaupt keine praktische Bedeutung zukommt, während die zweite immerhin lokal, vorwiegend nach Schnee- oder Windbruch, zu Massenvermehrung gelangt, beweist, dass ausser dem Vorhandensein der zusagenden Nährpflanzenart (eine Vorbedingung, die in unsern Fichtenwäldern ja zweifellos erfüllt ist!) noch weitere Umstände über das Zustandekommen oder Ausbleiben von Insektenkalamitäten wie auch über ihr Ausmass mitentscheiden. Ein wesentlicher Teil der schädlingvorbeugenden Faktoren steht glücklicherweise unter der Kontrolle des Forstmannes; so unterbindet er

manche Massenvermehrung von Borkenkäfern durch die rechtzeitige Beseitigung kränkelder Bäume und durch das Entrinden und Abführen der liegenden Stämme; er wirkt auch der Überhandnahme des Fichtenrüsselkäfers und der nadelfressenden Insektenlarven durch Vermeiden von Kahlschlägen und von ausgedehnten gleichaltrigen Monokulturen entgegen. Zweifellos ist es weitgehend den *naturverbundenen* Methoden des *Waldbaues*, der *Holznutzung* und des *Forstschutzes*, welche in der schweizerischen Forstwirtschaft zur Auswirkung gelangen, zu verdanken, dass Insektenschäden in unsern Wäldern relativ selten zu eigentlichen Kalamitäten auswachsen und dass die direkte Schädlingsbekämpfung mit *chemischen Mitteln* nur in vereinzelten Fällen in Erwägung zu ziehen ist.

Immerhin bleibt auch im gut gepflegten Walde die Möglichkeit einer Massenvermehrung von Forstschädlingen *latent* vorhanden; sie kann *akut* in Erscheinung treten, wenn die abiotischen Faktoren, Temperatur und Feuchtigkeit, der Vermehrung günstig sind. Die makroklimatischen Bedingungen sind in der Hauptsache menschlichen Eingriffen entrückt; dagegen können wir mit waldbaulichen Massnahmen doch das *Ausmass des Insektenschadens* weitgehend begrenzen.

II.

Da die Insekten in bezug auf Körperwärme und Intensität ihrer Lebensvorgänge direkt von der *Aussentemperatur* abhängig sind, verlaufen ihre physiologischen Prozesse, Wachstum, Vermehrung und Mortalität bei verschiedener Temperatur ungleich. Zwischen der untern und obern Stoffwechselgrenze gibt es ein *Temperaturoptimum*, das nicht bloss von Insektenart zu Insektenart wechselt, sondern beim gleichen Insekt von einem Häutungsstadium zum andern verschieden sein kann.

Zahlreiche ausländische Forscher¹ haben sich mit diesen Fragen experimentell befasst und den Einfluss der Aussenfaktoren auf die Insektenentwicklung zahlenmässig festgestellt. Als Beispiel für solche experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur und Feuchtigkeit auf die verschiedenen Entwicklungsstadien eines Forstinsektes sei hier auf die Nonnenuntersuchungen von W. Zwölfer² hingewiesen. Die genaue Kenntnis solcher experimentell gewonnener Daten erleichtert in Verbindung mit Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen im Walde zweifellos die *Voraussagen* über eine bevorstehende Schädlingskalamität und ermöglicht damit auch das recht-

¹ Verzeichnis der ältern Literatur bei H. Blunck, Zeitschrift für Pflanzenkr. und Pflanzenschutz, 39. Jahrg., 1928. — Ferner Fr. Bodenheimer, Biolog. Zentralblatt, Bd. 48, 1928. — E. Janisch, Zeitschrift f. Morph. und Ökologie der Tiere, Bd. 17, Heft 1/2, 1930. — K. Escherich, Forstwissenschaftl. Zentralbl. 1930, Heft 12. — K. Escherich, Die Erforschung der Waldverderber, Verlag P. Parey, Berlin 1936.

² W. Zwölfer, Zeitschr. f. angewandte Entomologie, Bd. 20, 1934, und Bd. 21, 1935.

zeitige Eingreifen vermittelt direkter Bekämpfungsmethoden. Gleichzeitig erhalten wir so auch vertiefte Einblicke in die *natürlichen Grenzen*, welche der Ausbreitung einer bestimmten Schädlingsart durch ihre Temperaturansprüche gesteckt sind. Wie Knoche³ feststellte, gehen von den Eiern des Nonnenfalters bei einer *Juli-Durchschnittstemperatur* von $17,3^{\circ} = 21\%$ zugrunde, bei $15,9^{\circ} = 42\%$ und bei $14,7^{\circ} = 100\%$. Eine um $2,6\%$ tiefere Durchschnittstemperatur erhöht demnach die Mortalität um 79% , was verständlich macht, dass in kühleren, höhern Lagen eine Massenvermehrung der Nonne von vorneherein ausgeschlossen ist.

Selbst *mikroklimatische* Unterschiede, wie sie z. B. auf entgegengesetzten Seiten eines Baumstammes nachzuweisen sind, können die Insektenentwicklung stark beeinflussen. Auffallend tritt diese Tatsache in einem Versuche von Schimitschek⁴ in Erscheinung, der in Österreich in einer Höhenlage von 800 m über Meer kurz vor dem Ausschwärmen von *Ips typographus* gesunde Fichten als Fangbäume fällen liess, von denen eine Anzahl im *beschatteten* Bestande, andere in einer Lichtung mit *direkter Sonnenbestrahlung* gelagert wurden. In die berindeten Versuchsstämme senkte er Thermometer in Bohrlöcher ein, um die Maximal- und Minimaltemperaturen der Kambialzone feststellen zu können. Weitere Thermometer dienten zur Ablesung der Lufttemperatur ausserhalb des Stammes, in entsprechender Höhe über dem Boden. Auf der *besonnten* Lichtung lagen die *maximalen Lufttemperaturen* während des Sommers zwischen 20° und 30° C, die *maximalen Kambialtemperaturen* der Stammoberseite betrug dagegen in den *sonnenbeschienenen* Stämmen im Juni 48° , im Juli 52° , im August 48° C, während stammunterseits die Maxima etwa 20° tiefer blieben. In den *am Schatten* liegenden Stämmen überschritt die Kambialtemperatur dagegen nie 38° C. Da die *typographus*-Eier und -Larven bei Temperaturen über 42° C absterben, mussten auffallende Befallsunterschiede auftreten. Während nämlich im Laufe des Sommers in den am Schatten liegenden Fangbäumen *ringsum* Borkenkäferbruten zur Entwicklung gelangten, blieb an den besonnten Stämmen oberseits ein 10 cm breiter Streifen ohne Anflug; in die seitlich angrenzenden Rindenpartien bohrten sich zwar Käfer ein, aber die von ihnen stammenden Eier und jungen Larven gingen, soweit die maximalen Kambialtemperaturen in der Folge 42° überstiegen, zugrunde. Auf der Stammunterseite der besonnten Stämme, wo die Kambialtemperatur nie auf diese Höhe stieg, gelangten dagegen Borkenkäfer zur Entwicklung.

III.

An einen weitem Faktor, der bei dem Entstehen von Insektenkalamitäten zuweilen massgebend beteiligt ist, erinnert uns die Ausbreitung der gefährlichen Weisstannenrindenlaus *Dreyfusia nüsslini*

³ E. Knoche, Arb. a. d. Biolog. Reichsanstalt, Bd. 16, 1929.

⁴ E. Schimitschek, Zeitschr. f. angewandte Entomologie, Bd. 18, 1931.

C. B. (= nordmanniana Eckst.). Eine aktive Einwanderung in Mitteleuropa aus dem ursprünglichen Verbreitungsgebiete im Kaukasus kommt für diesen Schädling nicht in Frage. Die Feststellungen über das Vorkommen von *Dreyfusia nüsslini* reichen in unserm Lande nur etwa 50 Jahre zurück. Es ist anzunehmen, dass die passive *Verschleppung* mit infizierten jungen Nordmannstannen aus dem Kaukasusgebiet erfolgte; *Abies nordmanniana* fand in Mitteleuropa als Zierpflanze durch den gärtnerischen Handelsverkehr starke Verbreitung. Ausser der kaukasischen Nordmannstanne erwies sich in der Folge auch unsere einheimische Weisstanne als geeignete Nährpflanze, womit der Einbruch des verschleppten Schädling in unsere Weisstannenwälder erst möglich wurde. Auch heute ist das Vordringen von *Dreyfusia nüsslini* in unsern Wäldern noch keineswegs abgeschlossen, obschon die geflügelten Generationen bei dieser Art — wie in andern Zusammenhänge noch darzulegen sein wird — überall wo die orientalische Fichte fehlt, für die Ausbreitung bedeutungslos sind.

Die Verschleppung fremder Insektenarten in bisher nicht besiedelte Gebiete kann demnach unsere Forstwirtschaft plötzlich vor ähnliche neue Schädlingsprobleme stellen, wie sie gegenwärtig im landwirtschaftlichen Pflanzenbau durch das Eindringen des Koloradokäfers aufgeworfen werden.

IV.

Nachdem die wichtigsten Vorbedingungen, welche das Massenauf-treten von Insekten beeinflussen können (Nährpflanzen in Monokultur, Prädisposition für Borkenkäferbefall, klimatische Einflüsse, Verschleppungsgefahr) einleitend erwähnt wurden, sollen einige forstentomologische Fälle, die für die schweizerischen Verhältnisse von besonderer Bedeutung sind, näher besprochen werden. Dabei möchte ich mich auf einige Forstinsekten beschränken, über deren Biologie und Bekämpfung im Entomologischen Institut der E. T. H. speziellere Untersuchungen ausgeführt wurden. Es sollen zwei systematisch stark abweichende Insektengruppen herausgegriffen werden :

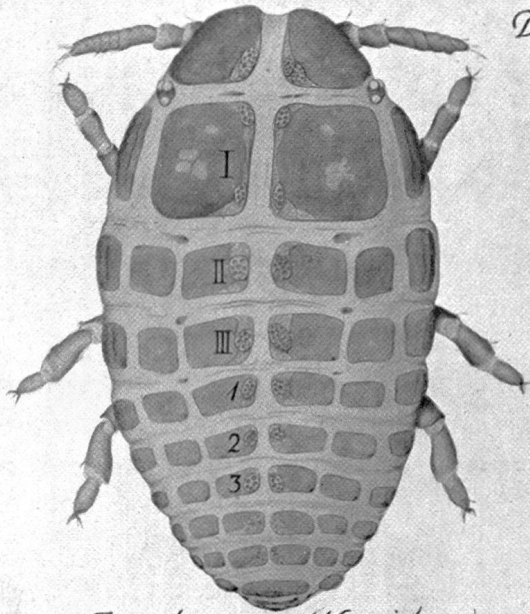
- a) Holzerstörende Insekten,
- b) Rindenläuse an Nadelhölzern.

Im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit kann ich leider nicht auf die wertvollen neuen Publikationen anderer schweizerischer Autoren wie Dr. Barbey, Prof. Badoux und Dr. W. Nägeli eintreten; doch bin ich überzeugt, dass die genannten Arbeiten, wie auch das instruktive Holzfehlerbüchlein von Prof. Knuchel (Bern, Bächler & Co., 1934) in Ihrem Kreise ja ohnedies bekannt sind.

V.

Unter den Holzinsekten, von denen die einen vorzugsweise in frisch geschlagenen Stämmen, andere dagegen erst im gelagerten und ausgetrockneten, oft schon technisch verarbeiteten Holze sich einstellen, mögen hier der *linierte Nutzholzborkenkäfer* (*Xyloterus lineatus* Oliv.) und der *Hausbock* (*Hylotrupes bajulus* L.) hervorgehoben wer-

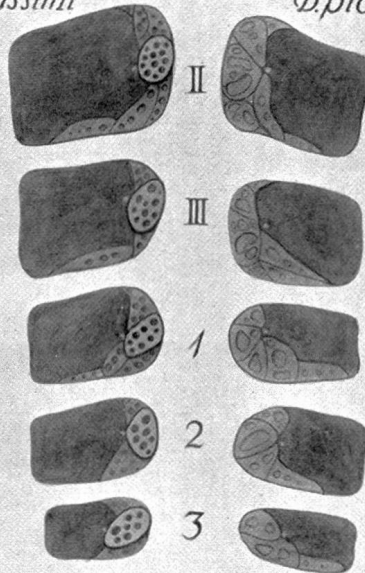
Weisstannenrindenläuse, *Dreyfusia*



Junglarve (Neosistens) von D. nüsslini (= nordmannianae)

D. nüsslini

D. piceae

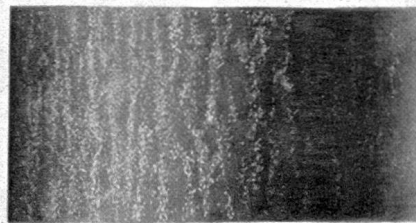


Porenunterschiede

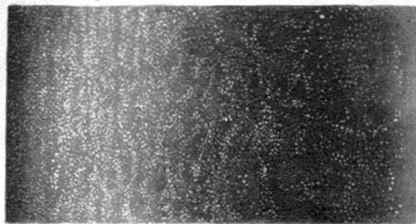


Nadelverkrümmung durch D. nüsslini

Junge Weisstanne mit nüsslini-Schaden



D. piceae



D. nüsslini Rindenbefall an alten Stämmen

Bild 3.



Bild 4. Fichtengallen von *Chermes abietis*.

den. Auf die Fragen, welche mit der speziellen Ernährungsphysiologie der Holzbewohner zusammenhängen, kann hier nur andeutungsweise eingetreten werden. Buchner⁵ verdanken wir den Hinweis, dass verschiedene Holzinsekten in ihrem Körperinnern, und zwar eingelagert in bestimmte Zellgruppen, Pilze oder Bakterien in charakteristischen Ansammlungen beherbergen, die als Enzymlieferanten für die Holzverdauung von Bedeutung sein könnten, soweit der Insektendarm nicht selber zelluloselösende Enzyme zu produzieren vermag. In dieser Hinsicht scheinen allerdings selbst unter systematisch nahe verwandten Insekten prinzipielle Unterschiede vorhanden zu sein; es gibt z. B. Bockkäferlarven, deren Magensaft nur Zucker und Stärke aus dem Holze herauslösen kann, während bei andern (Hausbock und Eichenbock) der Magensaft die Zellulose des Holzes direkt verdaut.⁶ Dass im letztern Falle intrazelluläre Symbionten nicht nachzuweisen sind, kann weniger überraschen als der Umstand, dass Symbionten zuweilen auch bei solchen Arten fehlen, deren Magensaft die Zellulose nicht verdaut. Deshalb wird auch die Ansicht vertreten, dass in jenen Fällen, wo das Darmlumen selber grosse Mengen von Mikroorganismen beherbergt (wie bei den holzfressenden Termiten), der Insektendarm nicht die von den Mikroorganismen-Enzymen zersetzten Holzbestandteile, sondern die Mikroorganismen selber verdaue.

Relativ leichter zu überblicken — wenn auch in den physiologischen Details noch verwirrend genug — ist dagegen die Ernährungsweise der *holzbrütenden* Borkenkäfer. Schon vor 100 Jahren beobachtete Schmidberger an der Wand frischer Bohrgänge des Laubholz bewohnenden Ungleichens Borkenkäfers eine schneeweisse Schicht, die er « Ambrosia » nannte, weil er sah, dass sie von den Larven abgeweidet wird. Spätere Beobachter stellten dann die Pilznatur dieser Ambrosiasubstanz fest und konstatierten, dass sie den Larven der holzbrütenden Borkenkäfer als Nahrung dient, in den Brutgängen der rindenbrütenden Borkenkäfer dagegen stets fehlt. Dank dieser Nährpilze, welche mit ihren Enzymen die der Gangwand benachbarten Holzpartien auslaugen und dunkel färben und welche die für den Larvendarm verdaulichen Nährstoffe in den rundlichen Ambrosiazellen aufspeichern, nagen die Larven holzbrütender Borkenkäfer vom Muttergang aus entweder überhaupt nicht weiter (*Anisandrus dispar* F.) oder nur ganz kurze Gänge, wenig länger als das Tier selber (Leitergänge). Demgegenüber sind die Larvengänge bei rindenbrütenden Borkenkäfern bekanntlich viel länger, weil hier die direkt verdauliche Nahrung den Larven nicht gleichsam in den Mund wächst, sondern durch fortgesetzte Minierarbeit aus der Kambialzone herausgenagt werden muss.

Die vorliegende Abbildung (Bild 1) veranschaulicht den *linierten Nutzholzborkenkäfer* und seinen Nährpilz in Anlehnung an die in unserm Institut durch Forstingenieur Dr. Ch. Hadorn ausgeführte Un-

⁵ P. Buchner, Tier und Pflanze in Symbiose. Berlin 1930.

⁶ Mansour, Zur Frage der Holzverdauung durch Insektenlarven. K. Akad. van Wetenschappen, Amsterdam XXXVI, No. 8, 1933.

tersuchung.⁷ Ausser biologisch wichtigen, vorher umstrittenen oder unbekanntem Tatsachen (einfache Jahresgeneration, Überwinterung der Käfer nicht im Brutholz, sondern in der Bodendecke im Umkreis von 30 Metern um den Holzstapelplatz) weist diese Arbeit auch für die Bekämpfung neue Wege und stellt das Überbrausen mit 6—8prozentigem Obstbaumkarbolineum zur Zeit des Schwärmbeginnes als wirksame Vorbeugungsmassnahme dar, um die aufgestapelten, noch nicht trockenen Bauholzstämmen vor dem Einbohren des Käfers zu schützen.

Gleich dem linierten Nutzholzkäfer befällt auch der *Hausbock* (Bild 2) ausschliesslich Nadelholz; zum Unterschied von voriger Art aber erst im lufttrockenen Zustande, oft Jahre oder Jahrzehnte nachdem es verbaut wurde. Immerhin zeigt der Umstand, dass Hausbockschäden in regelmässig geheizten Wohnungen seltener, in ungenügend ventilerten Dachräumen, in Fensterverschalungen und äusseren Türpfosten, sowie an Holzmasten im Freien häufiger auftreten, dass die Hausbockentwicklung sowohl von der Temperatur, als auch von der Feuchtigkeit beeinflusst wird. Als Nährmaterial werden von den Larven die Splintholzpartien gegenüber dem Kernholz bevorzugt. Alle Aussenfaktoren, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Holzqualität können von Fall zu Fall stark variieren, so dass es verständlich erscheint, wenn die Gesamtentwicklung vom Ei zur Imago unter Umständen sich erheblich verzögert und von zwei bis über zehn Jahre schwankt.⁸ Ähnlich wie bei Holzwespen fallen die Imagines in der Grösse sehr ungleich aus, meist werden die Hausbockkäfer, die im Hochsommer fliegen, 1—2 cm, die ausgewachsenen Larven 2½ cm und die in Spalten versteckten Eier annähernd 2 mm lang. Ob die zahlreichen Publikationen aus jüngster Zeit, die sich mit dem Hausbock und seiner Bekämpfung befassen,⁹ darauf schliessen lassen, dass die Insektenart momentan in einer ausgesprochenen Übervermehrung begriffen ist, oder ob ihr früher bloss ungenügende Aufmerksamkeit geschenkt wurde, oder ob schliesslich beides zusammentrifft, bleibe dahingestellt. Sicher erscheint mir jedenfalls, dass auch in verschiedenen Gegenden unseres Landes die Gebäudeschäden, besonders die Zerstörungen am Dachgebälk und am Estrichboden, viel ausgedehnter sind, als allgemein angenommen wird. Wenn bei uns auch nicht gerade über 70 % der Gebäude vom Hausbock befallen sind, wie in einigen Ortschaften Norddeutschlands,¹⁰ wo damit begonnen wurde, gegen diese Schäden eine obligatorische Versicherung

⁷ Ch. Hadorn, Recherches sur la morphologie, les stades évolutifs et l'hivernage du bostryche liséré (*Xyloterus lineatus* Oliv.). Beiheft Nr. 11 zu den Zeitschriften des Schweizer. Forstvereins, 1933.

⁸ K. Eckstein, Der Hausbock, *Hylotrupes bajulus* L., Vedag-Buch. Berlin 1935, S. 60—87 (mit ausführlichem Literaturverzeichnis).

⁹ K. Escherich, Der Hausbock und seine Bekämpfung. Holzhandelsblatt Nrn. 50 und 52. 1937.

¹⁰ K. Escherich, Zur Hausbockfrage. Holzhandelsblatt Nr. 69, 1938 (die letzterschienene diesbezügliche Publikation vor der Drucklegung meines Vortrages).

einzurichten, ähnlich der Brandassekuranz, so liegt es doch im Interesse des Bauholzabsatzes, dass auch bei uns wirksame Vorbeugungs- und Bekämpfungsmassnahmen bekannt gemacht werden.

Der Hausbockbefall ist zuerst äusserlich wenig auffällig, weil die Larve das Bohrmehl nicht nach aussen schafft, sondern damit die alten Gangpartien vollstopft. Oft erst nach dem Erstellen der ovalen Ausflugslöcher durch die Jungkäfer wird der Befall beachtet; zu dieser Zeit kann aber der Larvenfrass unter dem dünnen unversehrten Oberflächenhäutchen des Balkens schon grosse Ausdehnung gewonnen haben. Entfernt man das in der Befallszone meist leicht aufgetriebene, aber sonst intakte Balkenhäutchen, so findet man darunter das Holz bis in grössere oder geringere Tiefe durch den Larvenfrass in feines Bohrmehl umgewandelt.

Die Holzerstörung durch Hausbock, *Lyctus* und Anobien kann durch eine Behandlung mit Xylamon wirksam unterbunden werden. Es handelt sich dabei um Chlornaphthalinpräparate, welche sich durch Eindringungsvermögen, Kontakt- und Atemgiftwirkung als Holzschutzmittel auszeichnen. Petroleum und Karbolineum weisen eine geringere Fernwirkung auf; die natürliche Holzfarbe bleibt nach Anstrich mit Xylamon-Hell erhalten. In eigenen Versuchen ¹¹ an Eichenstämmen und Brettern, die stark von *Lyctus linearis* Goeze, sowie von Bockkäferlarven (*Phymatodes*) befallen waren, konnten mit zweimaligem Petroleumanstrich nur 10 0/0, mit einmaliger Xylamonbehandlung dagegen alle Holzerstörer vernichtet werden. Xylamon eignet sich wegen des starken Geruches weniger für ständig bewohnte Zimmer als für den Dachraum, der damit auf Jahre hinaus vor neuer Ansteckung geschützt bleibt.

Es ist dringend zu wünschen, dass die schweizerische chemische Industrie, welche auf dem Gebiete der Herstellung chemischer Mittel gegen landwirtschaftliche Schädlinge so erfolgreich arbeitet, auch der Hausbockbekämpfung vermehrte Beachtung schenke.

VI.

Nach diesen Fragen des Holzschutzes, die teilweise an der Peripherie des Aufgabenkreises des Forstmannes liegen, wenden wir uns einer andern Gruppe von Forstschädlingen zu, den *Rindenläusen* oder *Chermiden*.

Während bei den erwähnten Käferarten die Einzelentwicklung vom Ei zur Imago über Larven- und Puppenstadium nach dem Typus der *vollkommenen* Metamorphose verläuft, wobei jede Generation nach Aussehen und Lebensweise wieder mit der vorausgegangenen übereinstimmt, liegen die Entwicklungsverhältnisse bei den pflanzensaftsaugenden Chermes-Arten wesentlich komplizierter. Die Einzelentwicklung vom Ei zur fortpflanzungsfähigen Rindenlaus folgt zwar dem einfachern Wege der *unvollkommenen* Metamorphose; die jugendlichen Häutungs-

¹¹ Über die Bekämpfung holzerstörender Käferlarven. Mitt. der Schweiz. Ent. Ges. XV, Heft 9, 1932.

stadien gleichen morphologisch weitgehend dem ausgewachsenen Tier und ein Puppenstadium fehlt. Dafür können aber aufeinanderfolgende Generationen in ihrem Aussehen und in ihren Nahrungsansprüchen so stark voneinander abweichen, dass Mutter und Junge zuweilen verschiedene Spezies vortäuschen. Dieser Generationswechsel umfasst in seinem vollständigen Ablaufe in der Hauptsache fünf verschiedene, innerhalb von zwei Jahren aufeinanderfolgende Generationen und wird durch das beiliegende Kreisschema (Bild 5) veranschaulicht. Der Gene-

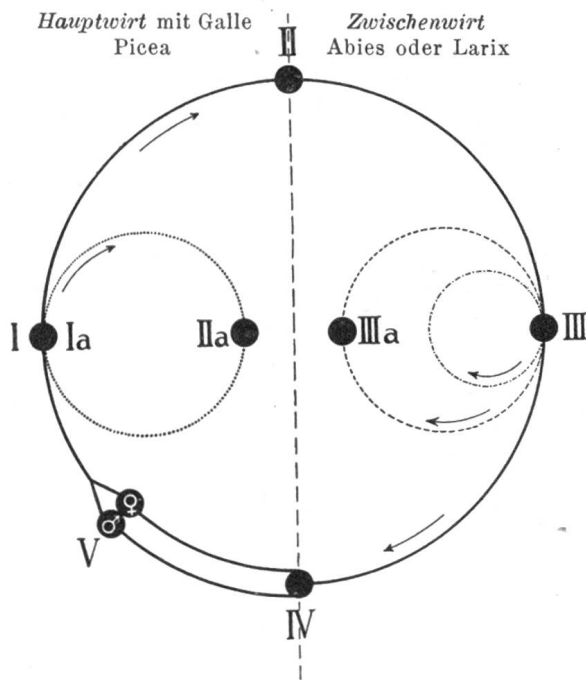


Bild 5.
Generationsfolge von Dreyfusia und Sacchiphantes (Chermes).

- Wirtswechselnder Hauptzyklus von nüsslini (nordmanniana) und viridis: I Fundatrix (ungeflügelt); II Virginopare Geflügelte (Gallen-geflügelte); III Sistens (ungeflügelt); IV Sexupare Geflügelte; V Geschlechtstiere (ungeflügelt).
- Nebenzyklus von abietis (ausschliesslich parthenogenetisch): Ia Pseudofundatrix (aus unbefruchtetem Ei); IIa Gallengeflügelte (nicht wirtswechselnd).
- Nebenzyklus von nüsslini und piceae (ausschliesslich parthenogenetisch): IIIa Zweite ungeflügelte Sistensgeneration.
- Parthenogenetischer Nebenzyklus mit nur einer jährlichen Sistensgeneration von nüsslini, piceae und viridis.

rationswechsel ist hier mit einem *Wirtswechsel* verknüpft, indem bei Dreyfusia nüsslini geflügelte Individuen von Weisstanne auf die orientalische Fichte und eine spätere geflügelte Generation von Picea orientalis wieder auf Abies zurückfliegt. Finden die Geflügelten die zugehörige Nährpflanze nicht, so gehen sie zugrunde. Die Fichte, auf der die bisexuelle Generation heranwächst und wo auch die Gallenbildung erfolgt, bezeichnen wir als Hauptwirt; Abies stellt für Dreyfusia nüsslini den Zwischenwirt dar, der ausschliesslich von parthenogenetischen Generationen besiedelt wird. Das gleiche Kreisschema gilt auch für die Fichtengallenlaus Chermes abietis, soweit sie die Lärche als Zwischenwirt benötigt (viridis-Zyklus). Zu diesem wirtswechselnden Hauptzyklus mit den fünf aufeinanderfolgenden Generationen, von denen nur eine befruchtete Eier produziert, während alle andern auf weibliche Tiere beschränkt sind, die sich parthenogenetisch vermehren, gesellen sich nun Nebenzyklen, meist auf dem Zwischenwirt, selten auf dem Hauptwirt wie bei Chermes abietis, die — bildlich gesprochen — aus der grossen Bahn herausgeschleudert wurden und nun getrennt rotieren, wobei entweder ein und dieselbe Generationsform repetiert wird oder

zwei parthenogenetische Generationsformen alternieren. Wenn an einem Punkte zwei Entwicklungskreise miteinander in Kontakt bleiben, so kann der Nebenzyklus wieder in den Hauptkreis, letzterer in den Nebenkreis übergehen. Obschon demnach *Dreyfusia nüsslini* bestimmungsgemäss im Hauptkreis zwischen *Picea orientalis* und *Abies* hin und herwechselt, ermöglichen die parthenogenetischen Nebenzyklen doch eine dauernde Festsetzung und Vermehrung auf dem Zwischenwirt, *Abies nordmanniana* oder *pectinata*. Die auf der Suche nach *Picea orientalis* abfliegenden sexuparen Geflügelten, die in unsern Wäldern verderben, weil ihnen *Picea excelsa* nicht zusagt, *Picea orientalis* aber nicht vorhanden ist, werden durch die starke Vermehrung der zurückgebliebenen Ungeflügelten mehr als aufgewogen. So stehen wir vor der Tatsache, dass alle die Verheerungen, welche die gefährliche Weiss-tannentrieblaus in unsern Weisstannenjungwüchsen verursacht, nicht auf den wirtswechselnden Hauptzyklus, sondern auf die Nebenzyklen auf dem Zwischenwirt zurückzuführen sind. Am praktischen Schaden wird dadurch allerdings wenig geändert.

Die Gallenlaus unserer einheimischen Fichte, *Chermes abietis*, verfügt daneben auch über einen parthenogenetischen Nebenzyklus auf dem Hauptwirt, *Picea excelsa*; diese nicht wirtswechselnde Generationenreihe (*abietis*-Zyklus) erzeugt Jahr für Jahr Fichtengallen, während der die Fichte und Lärche umfassende Hauptkreis (*viridis*-Zyklus) nur alle zwei Jahre die Bildung von Fichtengallen veranlasst.

Die Entwicklungsverhältnisse dieser Rindenläuse sind demnach reichlich kompliziert und werden auch dadurch keineswegs einfacher, dass jedes ungeflügelte Tier vier, jedes geflügelte fünf Häutungsstadien durchläuft, die unter sich morphologisch abweichen.

Da die gefährliche *Dreyfusia nüsslini*, wie in verschiedenen schweizerischen Herden festgestellt werden konnte, ausser an jungen Weisstannen auch auf der Rinde mittlerer und alter Stämme anzutreffen ist, und die verwandte *Dreyfusia piceae* ausser an Stammrinde von *Abies pectinata* auch an den Triebspitzen und Knospen junger ausländischer Tannenarten (*Abies grandis*, *nobilis*, *balsamea*) nach Tharandter Beobachtungen¹² auftritt, so stimmen die üblichen deutschen Artbezeichnungen: *Trieblaus* für *Dreyfusia nüsslini* und *Stammlaus* für *Dreyfusia picea* nicht. Mein Vorschlag,¹³ *Dreyfusia nüsslini* als « gefährliche » Weisstannenlaus von der « ungefährlichen » *Dreyfusia piceae* zu unterscheiden, versucht die fehlerhaften frühern Benennungen zu korrigieren; obschon gewisse *exotische* *Abies*-Arten durch *Dreyfusia piceae* stark geschädigt werden können,¹⁴ entspricht die neue Unterscheidung doch der praktischen Bedeutung für unsere Weisstannenwälder. Übrigens sind

¹² H. Francke-Grosmann, Über *Dreyfusia piceae* an ausländischen Tannenarten. Tharandter Forstl. Jahrbuch. Bd. 89, Heft 1, 1938.

¹³ Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 9, 1937.

¹⁴ H. Francke-Grosmann, Zur Kenntnis der Läuseschäden an Weisstanne. Tharandter Forstl. Jahrbuch. Bd. 88, Heft 12, 1937.

auch die *lateinischen* Artbenennungen nicht unabänderlich, indem neuerdings « nüsslini » aus Prioritätsgründen durch « nordmannianae » ersetzt wird.

An Weisstannenrinde ist die *makroskopische* Unterscheidung der beiden Arten oft möglich (Bild 3), bei verwaschenem Wachsbelag aber nicht stets zuverlässig. Die *mikroskopischen* Merkmale der Rückenrückenporen der Junglarven, wie sie nach Aufhellung des Präparates in Erscheinung treten, sind stets deutlich ausgeprägt. Andere und eigene Beobachtungen haben unsere 1929 erstmals vertretene Auffassung¹⁵ bestätigt, dass stärkste Vermehrungen besonders da eintreten, wo junge Weisstannen unter nicht ausreichender Beschirmung aufwachsen. Jene Umweltsbedingungen, welche der jungen Weisstanne angemessen sind, hemmen die nüsslini-Vermehrung. Reiner Weisstannenjungwuchs in besonnener Lichtung prädisponiert besonders zu nüsslini-Massenvermehrung. Die *Abwehrmöglichkeiten* bestehen demnach vorzugsweise in waldbaulichen Massnahmen, vor allem in umfassender Erfüllung der Beschattungs- und übrigen Standortsbedürfnisse der jungen Weisstanne. Zur raschen und durchgreifenden Sanierung isolierter Herde in an und für sich geeignetem Weisstannengebiet kann aber auch die *chemische* Bekämpfung von Nutzen sein. Chr. Hofmann¹⁶ hat neuerdings in deutschen nüsslini-Herden das Dinitrostäubemittel « Detal » in sorgfältigen Versuchen ausprobiert. Es wäre zu wünschen, dass auch bei uns in Zusammenarbeit mit Forstbeamten und chemischer Industrie entsprechende Vorversuche durchgeführt würden, um Erfahrungen zu sammeln, wie der Ausbreitung dieser gefährlichen Weisstannenlaus mit direkten Bekämpfungsmethoden zur Unterstützung der langfristigen Kulturmassnahmen wirksam entgegengetreten werden könnte. Denn es ist nicht zu bezweifeln, dass die *Dreyfusia nüsslini*-Herde in den schweizerischen Weisstannengebieten fortgesetzt zunehmen. Besonders eindrucksvolle Beispiele des Übergreifens dieses gefährlichen Schädling vom Jungwuchs auf 60—80jährige Weisstannen zeigten sich auf einer unter Führung der Herren Forstmeister von Erlach und Oberförster Meyer in der Umgebung von Langenthal durchgeführten Exkursion. In der schon zitierten Publikation aus dem Jahre 1929 erwähnte ich das ausnahmsweise Auftreten von *Dreyfusia nüsslini* in einer Höhenlage von 800—850 m über Meer, oberhalb Nyon, wohin mich Herr Dr. A. Barbey seinerzeit in zuvorkommender Weise begleitet hatte. Die grossen nüsslini-Herde in der Mittel- und Ostschweiz fanden sich dagegen « vorwiegend in Lagen unter 700 m über Meer ». Am Vorderarni im Emmen-

¹⁵ Untersuchungen über die Weisstannenlaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. in der Schweiz. Mitt. d. schweiz. Zentralanstalt f. das forstliche Versuchswesen. Bd. 15, Heft 2, 1929.

¹⁶ Chr. Hofmann, Freilandstudien über Auftreten, Bionomie, Ökologie und Epidemiologie der Weisstannenlaus *Dreyfusia (Chermes) nüsslini* C. B. Zeitschr. f. angewandte Entomologie, Bd. 25, Heft 1, 1938.

tal fand ich über 800 m keine nüsslini-Schäden, nur die ungefährliche *Dreyfusia piceae* Ratz. war dort vorhanden.¹⁷

Zum Schlusse sei noch kurz eine neue Arbeit erwähnt, die der Sprechende unter Mitwirkung von Dr. K. Roos und Dr. R. Wiesmann durchführte.¹⁸ Die auffallenden « Ananasgallen » der Fichtengallenlaus (Bild 4) treten bei uns überall häufig auf. Die Gallentriebe verkümmern oder werden aus der normalen Wachstumsrichtung abgedrängt, so dass befallene jüngere Fichten schon aus grösserer Entfernung charakteristische Deformationen erkennen lassen (Bild 6), die aber mit den Jahren oft mehr oder weniger verschwinden. Die Gallenerzeugerin ist entweder eine aus einem befruchteten Ei hervorgegangene Fundatrix, deren in den Gallenkammern heranwachsende Junge später auf Lärche überfliegen müssen, oder aber eine aus unbefruchtetem Ei entstandene Pseudofundatrix, deren Junge sich wieder an Fichte festsetzen. Die Jungen der in den Fichtengallen heranwachsenden Geflügelten unterscheiden sich durch die Länge ihrer Stechborsten; diejenigen, welche zur Weiterentwicklung an Fichte bestimmt sind (Pseudofundatrix) haben auffallend lange (Bild 7), jene aber, die sich an Lärche weiterentwickeln (Sistens), kurze Stechborsten (Bild 8). Neuerdings wurde vorwiegend angenommen, dass es sich bei der nicht wirtswechselnden und der wirtswechselnden Entwicklungsreihe um zwei selbständige Insektenarten handle, *Chermes abietis* und *Ch. viridis*, während beide von Dreyfus früher als Parallelreihen der gleichen Spezies aufgefasst wurden.

Da Zuchten an Versuchsbäumen mit markierten Einzeltieren in frühern Jahren wegen der grossen Zahl der während des Winters absterbenden Junglarven, sowie infolge der nicht einwandfreien Isolierungsmöglichkeit, nicht zu absolut einwandfreien Resultaten führten, verlegten wir seit 1933 den Schwerpunkt auf Einzelzuchten in flachen, mit Watte verschlossenen Isoliergläschen (Bild 9). Fichten- oder Lärchennadeln, an denen je eine *Chermes*geflügelte mit dem von den

¹⁷ *Nachträglicher Zusatz*: Das Fehlen von *Dreyfusia nüsslini* in jenen Weisstannenlagen scheint weniger durch klimatische Faktoren bedingt zu sein als durch den Umstand, dass diese bei uns eingeschleppte Schädlingsart vorerst noch nicht in alle Weisstannenwälder eingedrungen ist, weil die geflügelten Generationen überall dort, wo *Picea orientalis* fehlt, für die Ausbreitung bedeutungslos sind. Diese Auffassung wird durch das Auftreten starker nüsslini-Schäden an 18jährigen Weisstannen in einer Höhe von 1100 m ü. M. (Hohe Rone) gestützt; ich verdanke dieses Untersuchungsmaterial Herrn Forsting. Bühler in Zug. Nach freundlicher Mitteilung der Herren Bezirksobforster Tanner und Forstadjunkt H. Amsler in St. Gallen machen sich starke nüsslini-Schäden auch im st. gallischen Staatswald Rachlis in 1000—1100 m ü. M. geltend.

¹⁸ Untersuchungen über die Generationsverhältnisse der Fichtengallenlaus *Sacchiphantes (Chermes) abietis* L. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. 83, 1938. (Die Bilder 4 und 6 bis 11 sind dieser Publikation entnommen.)



Bild 6: Starker *Chermes abietis*-Befall an jungen Fichten. Die Gallen verursachen charakteristische Verkrümmungen der Triebe. Vorderarni (Emmental). Ende Juli.

Flügeln überdeckten Eihaufen sass, wurden mit der Pinzette abgelöst und nach Kontrolle unter der Binokularlupe in das Isoliergläschen übertragen. So konnten die Eigelege mit aller Sicherheit vor Vermischung mit Abkömmlingen anderer Mütter bewahrt werden. Die Variationsbreite unter Geschwistern, sowie die Entscheidung darüber, ob von Fall zu Fall eine für Fichte vorbestimmte langborstige Junglarve oder eine kurzborstige Lärchensistenz vorliegt, lässt sich nur in solchen « Reinkulturen » einwandfrei abklären, wo jede Zuwanderung von Junglarven

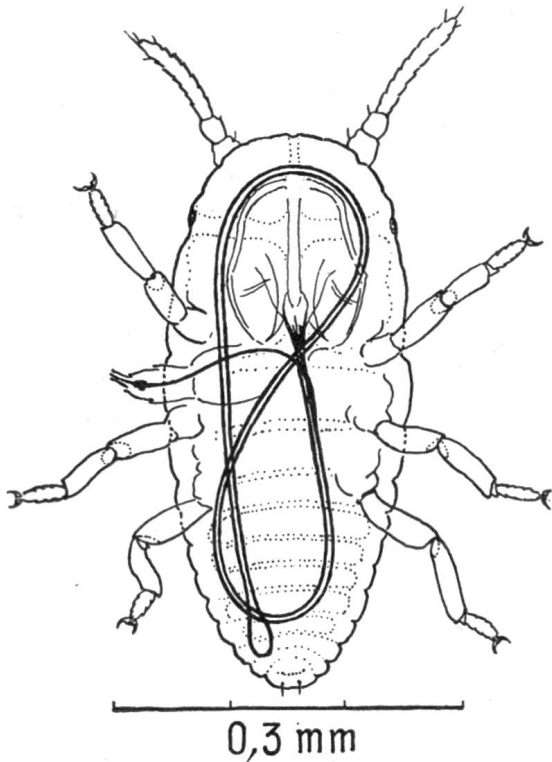


Bild 7:
Typus der langborstigen Junglarve, aus dem Gelege einer Gallengeflügelten.

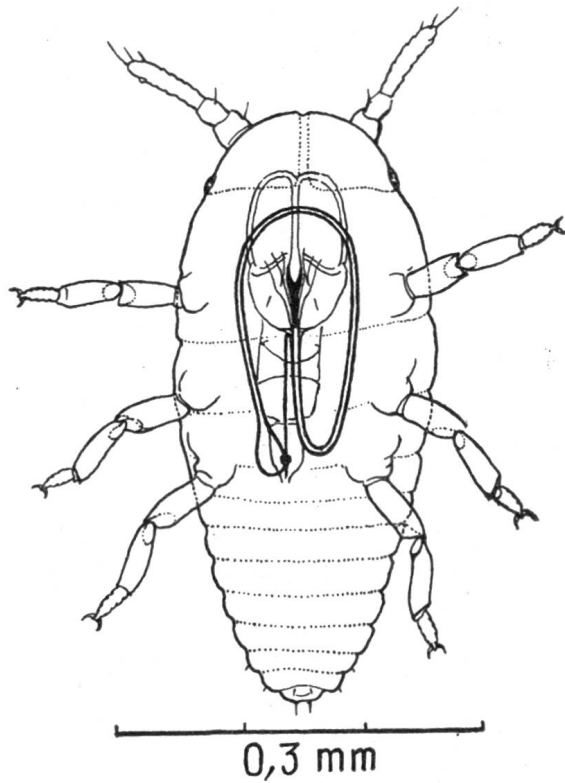
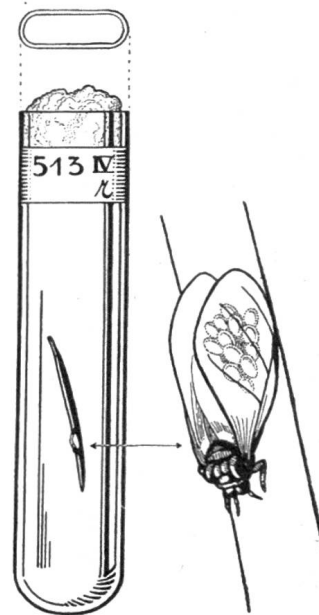


Bild 8:
Typus der kurzborstigen Junglarve, aus dem Gelege einer Gallengeflügelten.

Bild 9:
Flaches, 5 cm langes Einzelzuchtgläschen zum Isolieren der Gelege. Rechts: Nadel mit Gallengeflügelter und Eihaufen stark vergrößert.



aus andern Gelegen ausgeschlossen ist. Überraschenderweise ergab sich aus diesen Isolierzuchten nicht nur die Tatsache, dass aus Gallenmaterial von zahlreichen Fundstellen: Glion bei Montreux, Vorderarni

(Emmental), Umgebung von Zürich, Glarus, Appenzell A.-Rh., Bedretto-tal, Campolungopass usw., meist sowohl wirtswechselnde Geflügelte (mit kurzborstigen Jungen) als auch auf Fichte bleibende Geflügelte (mit langborstigen Jungen) ausschlüpfen, sondern auch der Nachweis von Gallengeflügelten, unter deren Jungen beide Typen vertreten waren, meist verbunden durch andere Geschwister mit intermediärer Borstenlänge (Bild 10).

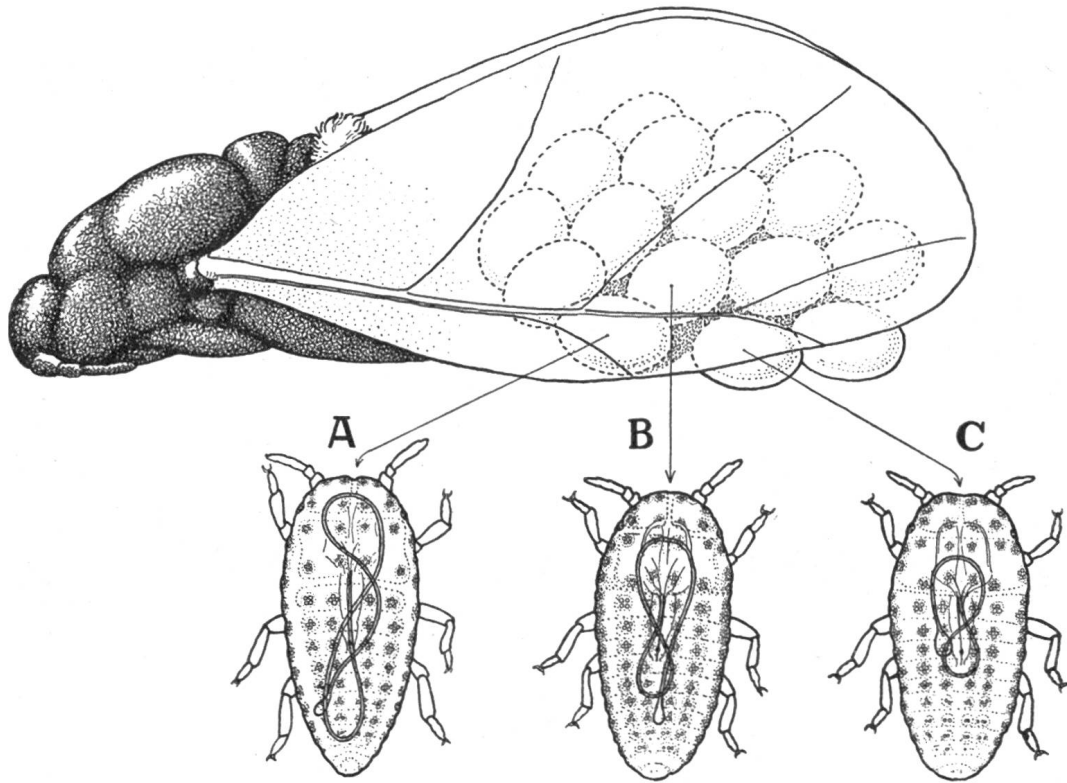


Bild 10 : Gallengeflügelte mit 3 Typen von Jungen :
A: Langborster (Pseudofundatrix-Junglarve); B: Intermediärform;
C: Kurzborster (Sistens-Junglarve).

Von 19.931 Jungen von Geflügelten aus Fichtengallen, die in unsern Isoliergläschen im Laufe der Jahre ausschlüpfen und von uns einzeln mikroskopisch untersucht wurden, entstammten über 7000 Tiere Gelegen des abietis-Zyklus (Bild 11), das heisst 99,1 % waren richtige Langborster, 0,5 % Intermediäre und 0,4 % richtige Kurzborster. Von 12.611 Junglarven aus Gelegen, die vorherrschend Kurzborster lieferten (viridis-Zyklus), waren nur 0,2 %, das heisst 25 Individuen Intermediäre. Die Stechborstenlänge wurde z. T. mit dem Kurvenmesser am Projektionsbild gemessen, z. T. direkt am mikroskopischen Präparat festgestellt. Da sich in der Folge auch die andern Merkmale, welche zur artlichen Trennung von abietis und viridis in der Literatur angegeben werden (Eifarbe, Zahl der Schulterporen der Nymphen, Länge der Fühlerglieder der Geflügelten) infolge ähnlicher transgressiver Variationen wie für die Borstenlänge als nicht ausreichend erwiesen für

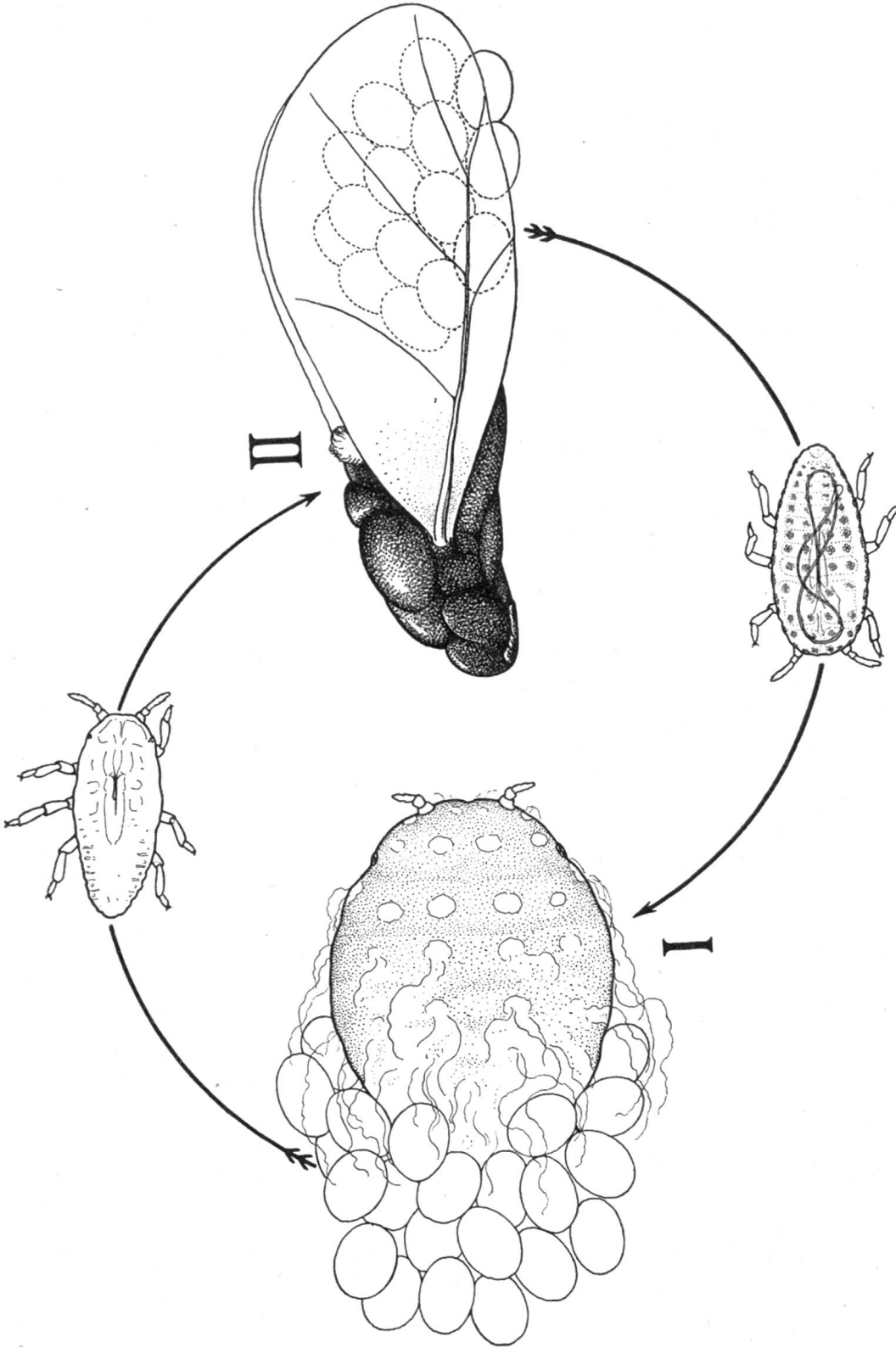


Bild 11: Darstellung des abietis-Zyklus.
I = Ausgewachsene Pseudofundatrix mit Eiern, aus denen die jungen Gallenläuse schlüpfen, die in den Gallenkammern zu den virginoparen Geflügelten II heranwachsen. Diese Gallengeflügelten erzeugen an Fichtennadeln langborstige Junglarven, die nach der Überwinterung wieder zu eierlegenden Pseudofundatrices heranwachsen.

eine durchgehende Unterscheidung, so führten die Untersuchungen zu der Auffassung, wie sie in Bild 12 veranschaulicht ist.¹⁹ Am Zustandekommen der abietis-Fichtengallen beteiligen sich demnach nicht zwei

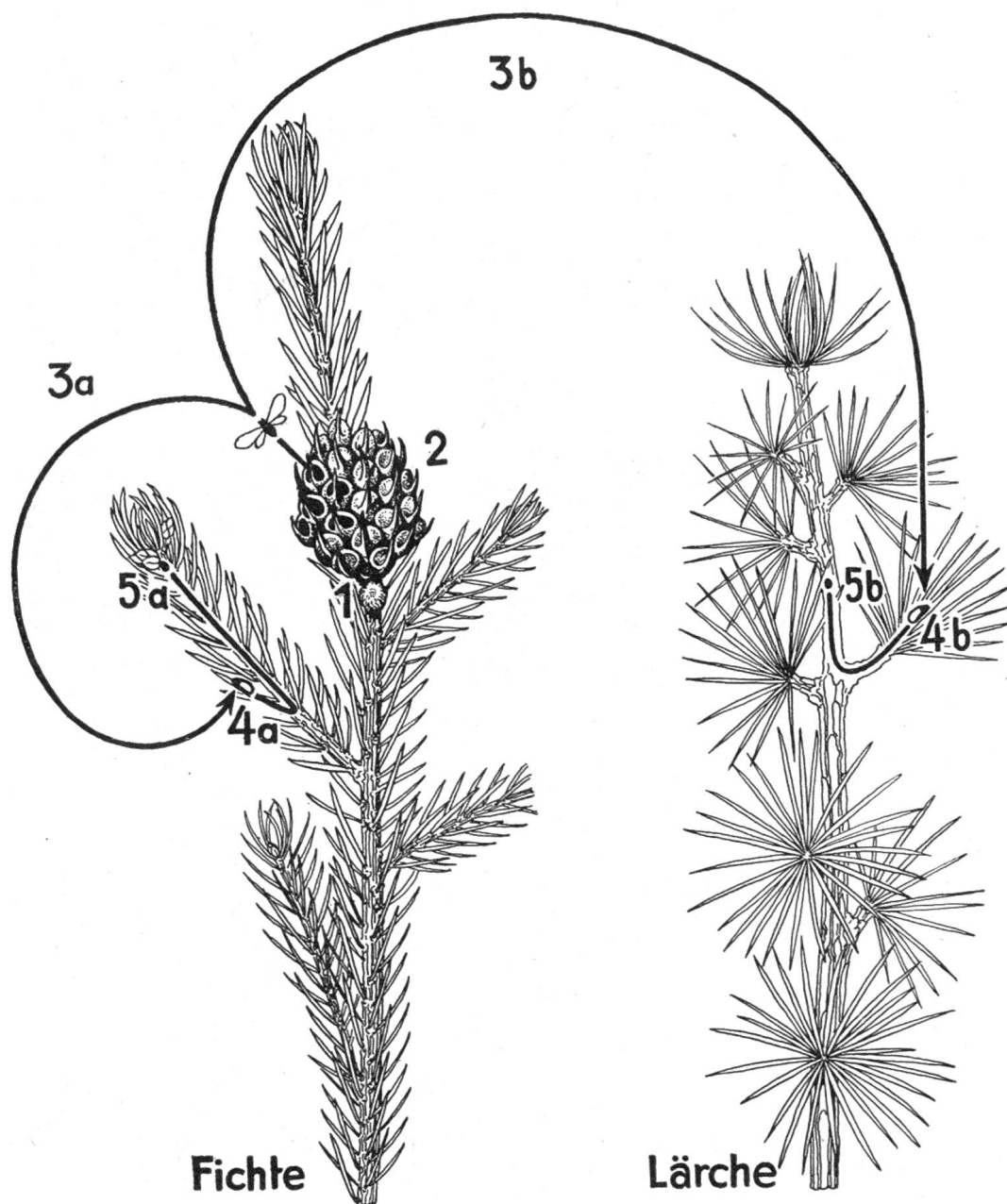


Bild 12 : Darstellungsversuch der Möglichkeiten in der Generationsfolge von Gallengeflügelten mit ungleicher Nachkommenschaft.

1 = Pseudofundatrix; 2 = Galle; 3a = Gallengeflügelte beim Einschlagen des abietis-Zyklus; 3b = Geflügelte beim Einschlagen des viridis-Zyklus; 4a = Eiablage an Fichte; 4b = Eiablage an Lärche; 5a = der typische Langborster unter den Jungen wandert als Pseudofundatrix an eine Knospenbasis; 5b = der typische Kurzborster unter den Jungen wandert als Sistens an den Lärchentrieb.

¹⁹ Diese gleichzeitige Aufspaltung der Nachkommenschaft einer einzigen isolierten Geflügelten (Bild 12) nach dem abietis- und nach dem viridis-

selbständige Chermes-Arten oder Unterarten, sondern zwei zwar weitgehend aber doch nicht vollständig getrennte Generationsreihen, der abietis- und der viridis-Zyklus, die systematisch als eine einzige Spezies, *Chermes abietis*, aufzufassen sind.

Mit diesen Andeutungen über die mannigfach verschlungenen Bahnen, in denen sich die Generationsfolge eines unserer häufigsten Forstinsekten bewegt, möchte ich mein Referat schliessen.

Einige Gedanken über die Bewirtschaftung der Hochgebirgswaldungen.

Vortrag gehalten anlässlich des Vortragszyklus April 1938 in Zürich, von *A. J. Schlatter*, eidg. Forstinspektor.

Inhaltsübersicht :

- A. Umschreibung des Begriffes « Hochgebirgswald ».
- B. Voraussetzungen für die planmässige Wertholzerzeugung im Hochgebirgswald.
 - 1. Ausschaltung der von aussen drohenden Gefahren.
 - 2. Forstbenutzung (Waldwegebau, Holzhauerei).
 - 3. Bestandesaufbau und Bestandespflege.
- C. Der « ausgesprochene Schutzwald ».
- D. Die im Hochgebirgsholz enthaltenen besondern Werteigenschaften (chemische und technische Holzverwertung).

A. Umschreibung des Begriffes « Hochgebirgswald ».

Es wird den einen oder andern erstaunen, von « Hochgebirgswald » sprechen zu hören, ist doch das Hochgebirge das Gebiet der baumlosen Alpen, der Steinwüsten und der Gletscher, wo der Wald nichts mehr zu bestellen hat. Rauhes Klima, Schnee und Fels lassen sich von der Vorstellung des Hochgebirges nicht trennen. Gerade deshalb nun, weil diese Faktoren, nach unten ausstrahlend und sich aus-

Zyklus ist wissenschaftlich beweiskräftig. Für die Forstpraxis erscheint dagegen wichtiger, dass aus ein und derselben Galle Geflügelte mit unter sich einheitlichen Jungen ausfliegen können, wobei die einen Brutten typisch langborstig, die Jungen anderer Geflügelten durchwegs kurzborstig sein können. — Aus einer reifen Fichtengalle, die ich am 21. August 1938 oberhalb Ennetbühl bei Glarus einer 3 m hohen Fichte entnahm und in einen Gasesack verbrachte, der im Gewächshaus zwei Topfbäume (Lärche und Fichte) umhüllte, flogen 5 Geflügelte an Lärchennadeln und ergaben im ganzen 210 kurzborstige Sistens-Larven; eine Geflügelte, die sich an einer Fichtennadel festsetzte, erzeugte dagegen 23 typische Pseudofundatrix-Langborster. Die grosse Mehrzahl der Gallengeflügelten ging, wie in frühern ähnlichen Versuchen, ohne Eiablage an der Gazewand zugrunde. *Von einer einzigen Fichtengalle aus wurden demnach auch hier gleichzeitig Fichte und Lärche infiziert.*

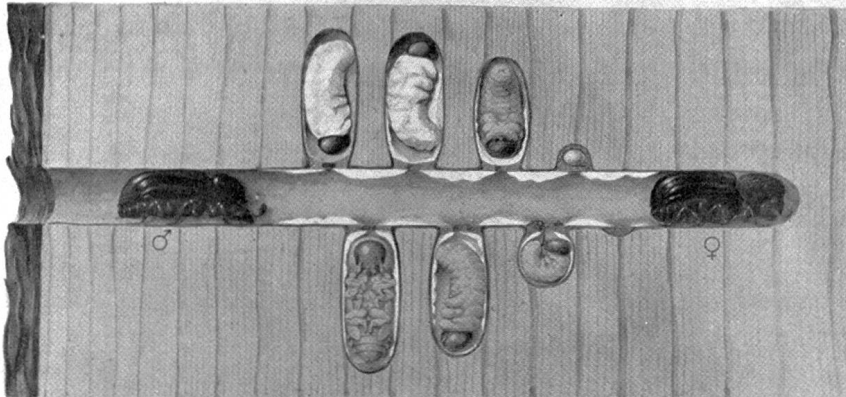
*Linierter Borkenkäfer in Nadelholz
Xyloterus lineatus Oliv.*



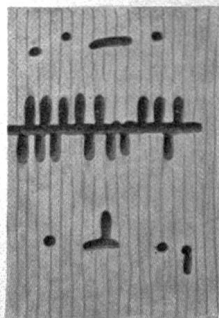
Männchen



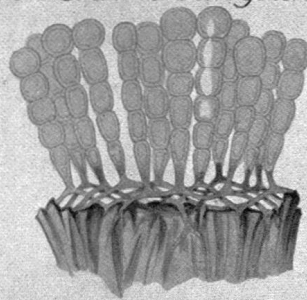
Weibchen



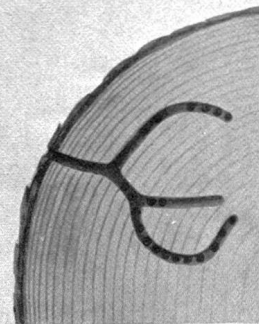
Brutgang mit allen Entwicklungsstadien und Nährpilz



*Alte Brutgänge
im Stammlängsschnitt*



*Nährpilz
sehr stark vergrößert*



*Alter Brutgang
im Stammquerschnitt*

Nach Ch. Hedqvist

Bild 1.

Hausbock, Hylotrupes bajulus L.

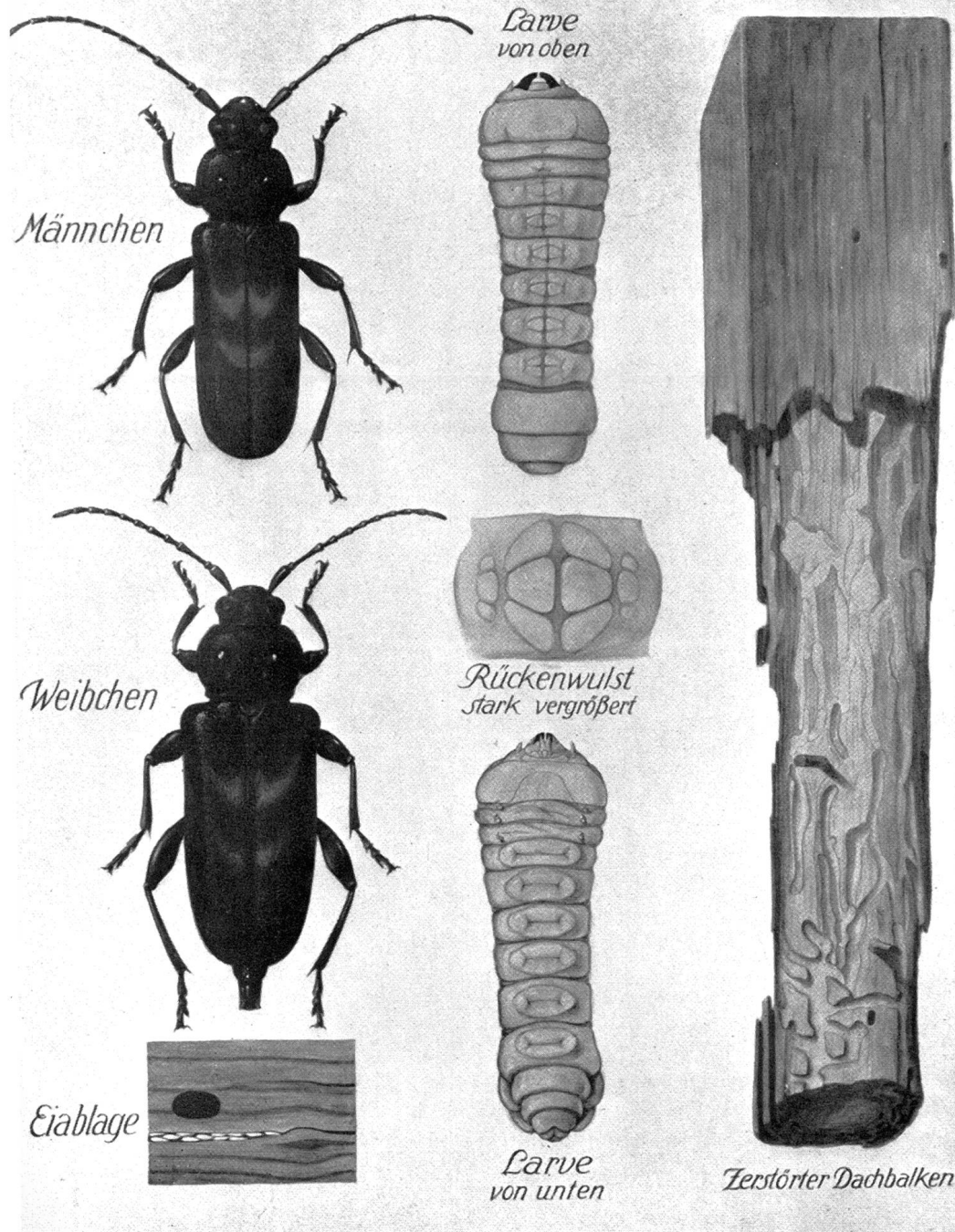


Bild 2.