

Klima und Entwicklung.

Vortrag, gehalten auf der Tagung des Verbandes deutschsprachlicher Entomologenvereine in Wien.

Von Dr. Fritz Zweigelt, Klosterneuburg.

(Mit 4 Tafeln.)

(Schluß.)

Aus der Tatsache, daß für jede Art das Produkt aus Entwicklungsdauer in Tagen und der effektiven Temperatur konstant ist (Thermalkonstante), läßt sich aus der Kenntnis der Außentemperatur und der zugeordneten Entwicklungsgeschwindigkeit jederzeit der Entwicklungsnullpunkt berechnen, und daraus wieder in bestimmten Fällen wenigstens die Generationszahl.

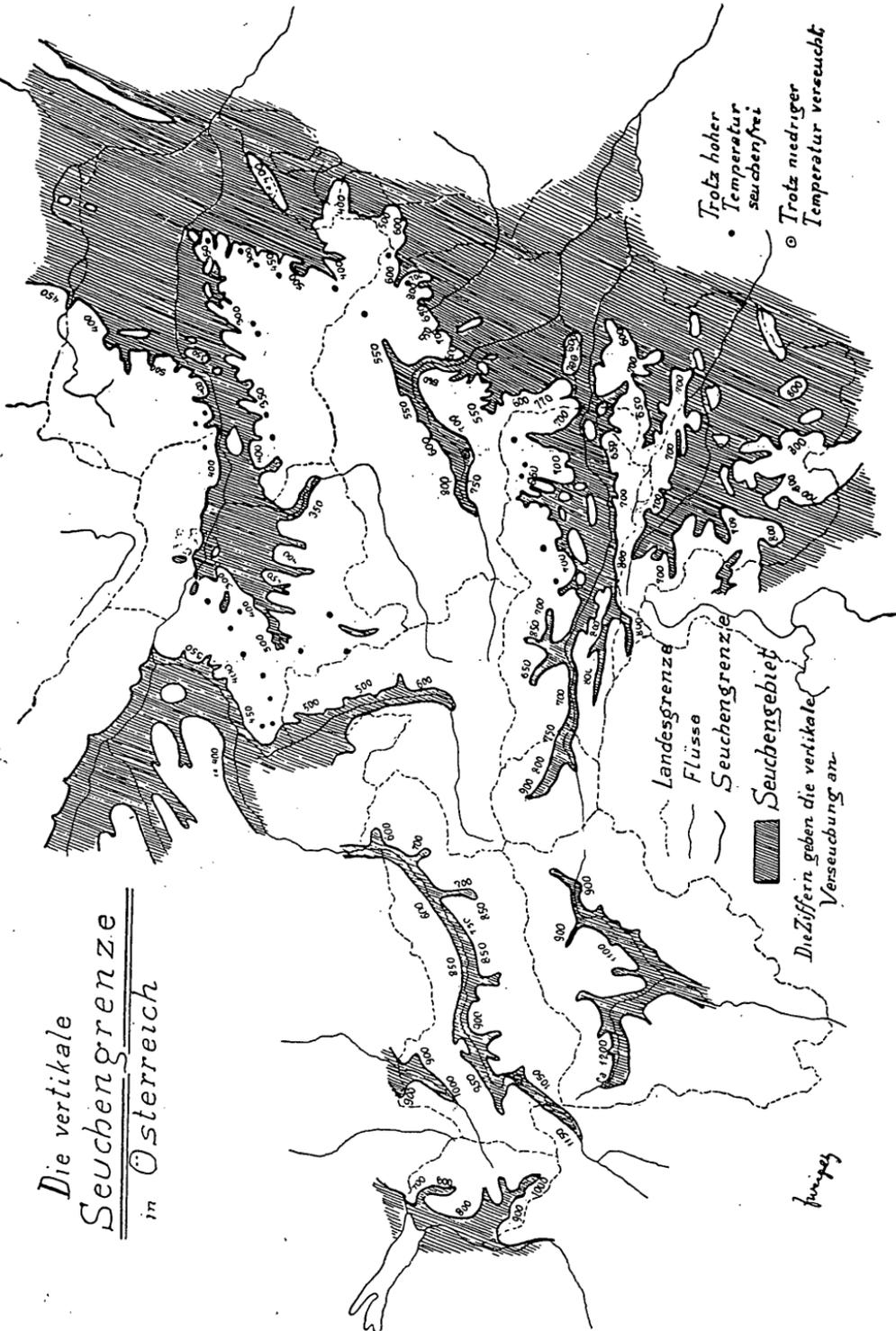
$$t(T-c) = t_1(T_1-c) \text{ daraus: } c = T - \frac{t_1(T_1-T)}{t-t_1}$$

auf das Beispiel *Chaerocampa celerio*, einen großen Schädling Palästinas, angewendet: $T = 20,3^\circ \text{C.}$; $t = 62$ Tage; $T_1 = 19,6^\circ \text{C.}$; $t_1 = 72$ Tage, $62(20,3-c) = 72(19,6-c)$; $c = 15,2^\circ \text{C.}$; $\text{THC} = 316,2$; die graphische Darstellung ergibt eine gleichseitige Hyperbel. *Chaerocampa celerio*, der in Deutschland 1—2 Generationen hat, hat in Palästina sogar vier Generationen. Die Entwicklungsgeschwindigkeit bzw. das Tempo ihrer Zunahme, ihre Abhängigkeit von der Außentemperatur, kommt damit sinnfällig zum Ausdruck. Die Thermalkonstante ist ein Begriff, der die bisherige unklare Auffassung über den Zusammenhang zwischen Entwicklungsgeschwindigkeit und Außentemperatur verdrängt hat.

Damit ist aber noch lange nicht alles erklärt. Bei sehr vielen Insekten müssen wir neben einer unteren Grenze, einem Entwicklungsnullpunkt noch ein zweites Minimum unterscheiden, ein Minimum, das ich bei meiner Maikäferforschung als *minimales Optimum* bezeichnet habe, dessen Überschreitung zugleich den Übergang zur Massenvermehrung bedeutet. Bei *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*, den beiden gefährlichen Traubenwicklern, hat Stellwaag ähnliche Studien angestellt wie ich beim Maikäfer, deren Existenzbedingungen und deren Bedingungen für Gradation (Übergang zur Massenvermehrung im Sinne Stellwaags) nunmehr so ziemlich feststehen. Über die prinzipiellen Ergebnisse habe ich auf der 4. Tagung der deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie gesprochen und nunmehr die Ergebnisse meiner auf 15 Jahre zurückgehenden Untersuchungen im Rahmen der Monographien zur angewandten Entomologie bei Parey in Berlin erscheinen lassen.

Die beiliegende Tafel 1 zeigt die vertikale Seuchengrenze für Österreich. Der Begriff der Seuchengrenze fällt in dieser Auffassung zusammen mit dem Zurücktreten des Maikäfers als Massenschädling, die Existenzbedingungen treten in das minimale Optimum. Es ist wichtig, festzustellen, daß jenseits dieser Grenze der Maikäfer keineswegs verschwindet, wir finden ihn hoch ins Gebirge hinauf, aber trotz günstiger Ernährungsbedingungen für Larve und Käfer ohne praktische Bedeutung als Kulturschädling. Das auffallendste, das wir aus der Karte lesen, ist jedoch nicht, daß es ausgedehnte Gebiete gibt, in denen der Maikäfer vollständig fehlt, sondern daß die vertikale Seuchengrenze von Land zu Land, ja innerhalb desselben Landes, von Gegend zu Gegend verschieden ist. Ein genaues Studium des Klimas ergibt nun eine weitgehende Übereinstimmung dieser Grenzlinien mit dem Verlaufe bestimmter Isothermen. Die beiliegende Isothermenkarte (Tafel 2) nach Traubert bringt, auf das Meeresniveau reduziert, die Jahresisothermen. Wir wollen aus der Fülle der Details nur ein Gebiet herausgreifen: Das Inntal. Das Inntal wird in Nordtirol in seinem Verlaufe bis zur Schweizergrenze bzw. an dieser von drei Isothermen geschnitten. Jede Isotherme bedeutet, daß in dem betreffenden Gebiete um 200 m höher dieselben Temperaturverhältnisse herrschen, wie in der vorher betrachteten. Drei Isothermen von je ein Grad Unterschied entsprechen also einer Temperaturbegünstigung um 600 m. Im Unteren Inntale liegt die Verbreitungsgrenze bei 600 m. An der Schweizergrenze steigt sie tatsächlich bis nahe an 1200 m. Und so wie hier lassen sich an vielen Punkten klare Zusammenhänge zwischen Klima und Maikäfer-Seuchengrenze erkennen. Allerdings ist eine kleine Einschränkung notwendig. Die Jahresisothermen sind kein ganz verlässlicher Indikator für unseren Maikäfer, und zwar deshalb, weil in kontinentalen Klimaten (das Becken von Klagenfurt, der Lungau, dann speziell Galizien und Bukowina) die tiefen Wintertemperaturen Gebiete, in denen der Maikäfer als Engerling tatsächlich zur Massenentwicklung befähigt ist, als zu kalt erscheinen lassen könnten. Ich habe daher die Jahresmittel ersetzt durch das Mittel aus der Summe der Monatsmittel von April-Oktober, jener Zeit, während welcher die Engerlinge im allgemeinen fressen. Ich habe hiebei einen Grenzwert von 12,5 Grad Celsius errechnet, der die tatsächlichen Abhängigkeitsverhältnisse viel genauer wiedergibt. Recht merkwürdige Dinge haben sich dabei allerdings ergeben. In der ersten Karte sind zahlreiche schwarze Punkte innerhalb der weißen Zonen eingetragen, die

Die vertikale Seuchengrenze in Österreich



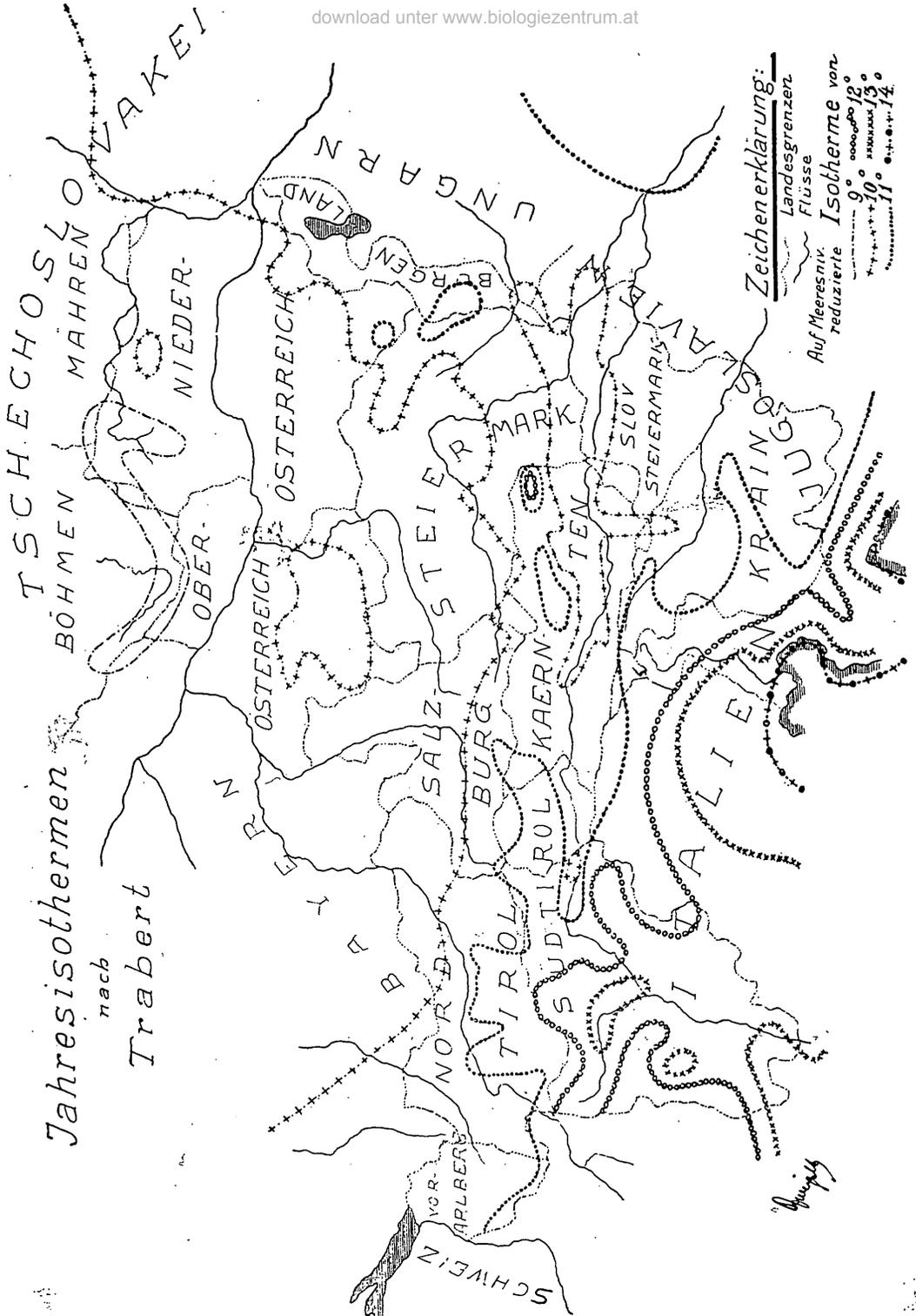
Trotz hoher Temperatur seuchefrei
•
Trotz niedriger Temperatur verseucht
○

Landesgrenze
Flüsse
Seuchengrenze
Seuchengebiet

Die Ziffern geben die vertikale Verseuchung an.

Junger

Jahresisothermen nach Trabert

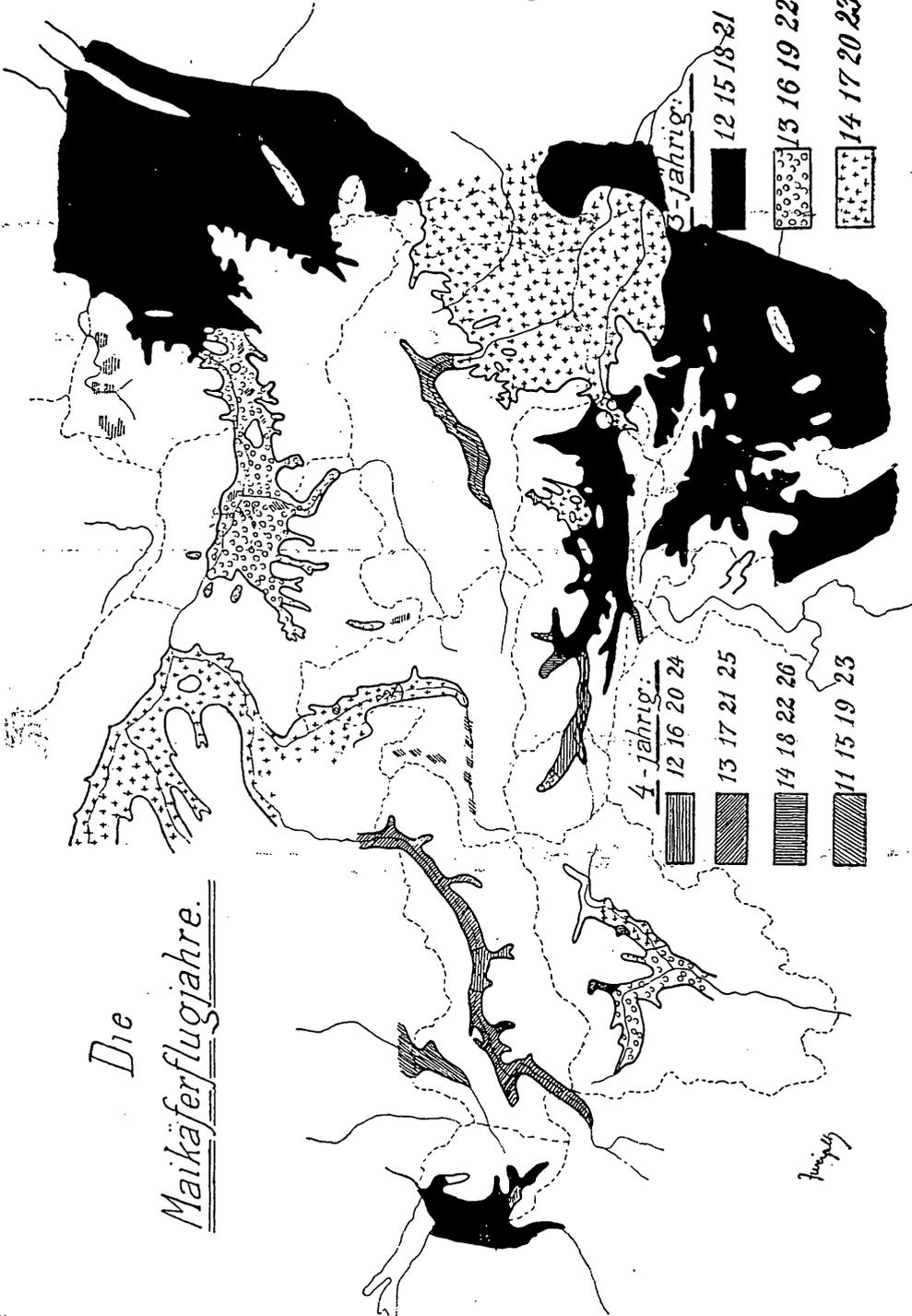


TSCHECHOSLOVAKIEI
BÖHMEN
MAHREN
NIEDER-
OBER-
OSTERREICH
UNGARND
BRUNNEN

SCHWEIN
VOR-
ARLBERG
NORDBAYERN
TIROL
SÜDTIROL
SAÜZBURG
STEIERMARK
SLOVAKIEN
KRAING
JULIEN

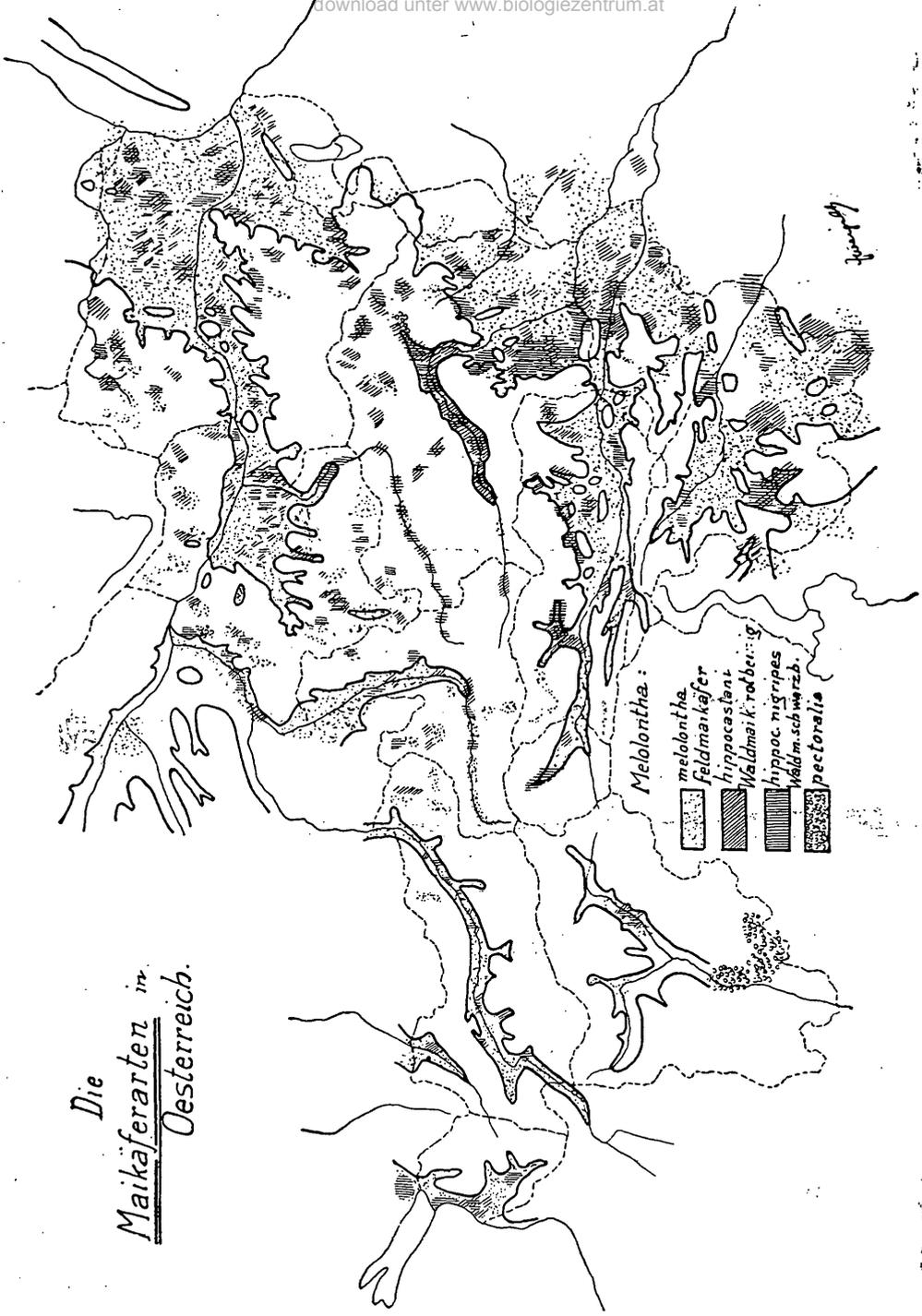
Zeichenerklärung:
Landesgrenzen
Flüsse
Auf Meeresniv. reduzierte Isotherme von:
9°
10°
11°
12°
13°
14°

Die Maikäferflugjahre.

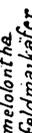
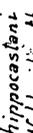
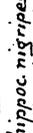


Janitzky

Die
Maikäferarten im
Oesterreich.



Melblonthe:

-  melonthe
-  Feldmaikäfer
-  hippocastani
-  Waldmaik. rotbein.
-  hippoc. nigripes
-  Waldm. schwarzb.
-  pectoralis

trotz günstigen Klimas seuchenfrei sind, den Maikäfer also wider Erwarten als Kulturschädling nicht kennen. Ich habe diese Zonen als Rezessivitätszonen bezeichnet. Man sieht, daß sie den Nordrand und teilweise den Westrand der Alpen kennzeichnen. Dann gibt es große Zonen, welche teilweise mit der eben besprochenen zusammenfallen, in denen der Maikäfer seit einigen Jahrzehnten eine rückgängige Bewegung macht und die ich als Regressionszonen bezeichnet habe. Ich denke hier an die Möglichkeit großer periodischer Schwankungen, vielleicht ähnlich der Pendelbewegung, wie sie beispielsweise auch für *Aporia crataegi* beobachtet worden sind. Jedenfalls liegen hier Phänomene vor, die irgendwo im Makrokosmos verankert sind.

Die Rezessivitätszonen haben erkennen lassen, daß (auch in Krain und dann in den Karpathen) der Boden teilweise für das Ausbleiben des Käfers verantwortlich ist. Schon vor Jahren habe ich gesehen, daß nur trockene tiefgründige nährstoffreiche Böden dem Engerling zusagen. Schwere Ton- und Lehmböden, Böden mit hohem Grundwasserspiegel, Böden, die zur Versumpfung neigen, sind engeringfeindlich. Innerhalb der Seuchenzonen ist also der Boden ein negativer Verbreitungsfaktor, das heißt, seine Eigenschaften vermögen zwar Seuchengebiete zu verkleinern, niemals aber neue zu erringen; außerhalb der Klimabarriere ist der Boden belanglos. Für die Maikäfermassenentwicklung ist also im großen und ganzen das Klima der positive, der Boden der negative Verbreitungsfaktor.

Wenn man sich viele Jahre mit einer so großen Frage befaßt, dann dringt man tief genug ein, um auch eine Kritik an klimatographischen Elaboraten wagen zu dürfen. Der Maikäfer, der auf das Klima ungemein fein reagiert und dessen Verbreitung ich nun in ganz Österreich und in vielen außerhalb Österreichs gelegenen Gebieten bis ins Detail kenne, mit seiner charakteristischen vertikalen Verbreitungsgrenze, seinen Fluggebieten und seiner Periodizität, sagt unter Umständen mehr als die meteorologischen Instrumente einiger weniger zerstreut oder auch ungünstig liegender Beobachtungsstationen. Auf Grund des Vergleiches mit der Maikäferkarte und trotz der Korrektur, daß die Jahresisothermen nur einen beiläufigen Ausdruck für die Entwicklungsbedingungen für den Maikäfer darstellen, steht heute fest, daß die 11° Isotherme in Nordtirol ebenso wie die 10° Isotherme in Oststeiermark an mehreren Stellen falsch gezeichnet sind. Die Isothermenkarte muß also, mit Rücksicht auf

die Widersprüche zum Verhalten der belebten Natur, einer Revision unterworfen werden.

Die beiliegende Tafel 3 gibt uns nicht nur innerhalb der Fluggebiete ein Bild über die Flugjahre, sondern zugleich auch die Antwort auf die Frage, wie rasch der Maikäfer seine Entwicklung in Österreich durchmacht. Aus der Karte fällt zweierlei auf: 1. Daß das Gros der Seuchengebiete den Maikäfer in dreijährigem Turnen aufzeigt. 2. Daß innerhalb dieser Seuchengebiete mit dreijähriger Entwicklungsgeschwindigkeit große Unterschiede in den Flugjahren herrschen. Zur Rechtfertigung bzw. zur Beantwortung der Frage, ob nicht vielleicht artliche Unterschiede die Verschiedenheit von drei und vier Jahren bedingen, ist auch ein Blick in die Karte 4 (Tafel 4) vonnöten. Aus dieser letzten Karte sieht man, daß z. B. die Dreijahrvorkommen in Mittelsteiermark im Westen vorwiegend von *hippocastani*, im Osten dagegen von *melolontha* bestritten werden, beide Arten also hier alle drei Jahre fliegen. Andererseits sind die vierjährigen Flüge im Inn- und im Murtales hauptsächlich vom Feldmaikäfer, im obersteirischen Murtales dagegen vom Waldmaikäfer bestritten. Es können also beide Arten innerhalb Österreichs vier- und dreijährig fliegen. Nun ist aus Deutschland bekannt, daß in den nordöstlichen Gebieten bis Polen und Rußland *melolontha* vierjährig, *hippocastani* fünfjährig fliegt und daß diese Periodizität über Mitteldeutschland bis Südwestdeutschland übergeht in dreijährige für *melolontha* und vierjährige für *hippocastani*; der etwas spätere Übergang des *hippocastani* gegenüber dem *melolontha* zu dreijähriger Entwicklung ist übrigens auch in vielen österreichischen Seuchengebieten nachzuweisen gewesen. In den wärmsten Klimaten fliegen beide Arten gleichzeitig und gemeinsam alle drei Jahre.

Wir stehen mithin vor der Tatsache, daß warme Gebiete bei beiden Arten die Entwicklung beschleunigen, kältere dagegen verzögern, so wie das für die Generationszahl so vieler anderer Insekten längst bekannt ist.

Die Erklärung für die Unterschiede im Tempo der Entwicklung liegt im Klima. Gerade beim Maikäfer ist diese Frage nicht ganz einfach, weil die Larven ein unterirdisches Leben führen und weil drei- und vierjährige Folgen in oft garnicht weit auseinanderliegenden Gebieten herrschen. Mein Studium dieser Frage hat mich zur Überzeugung gebracht, daß wir hier mit Mitteltemperaturen als Grenz- oder Schwellenwerten nichts anfangen können, weil die Temperaturzahlen nicht zum Ausdruck bringen können, worauf

es uns hier bei den subterranean lebenden Engerlingen ankommt: Intensität und Tiefe des Winters, tägliche und monatliche Temperaturschwankungen, besonders in Monaten, welche die Fraßperiode begrenzen, die Art und Weise des Übergangs vom Winter zum Frühjahr, die Häufigkeit der Rückfälle mit Frost, welche selbst bei günstigen Temperaturmittelwerten die Engerlinge teils direkt, teils indirekt im Wege der Pflanzenwelt, deren Entwicklung gehemmt wird, beeinflussen. Dazu kommen die Bodenverhältnisse an und für sich, die Erwärmungsfähigkeit des Bodens, der Feuchtigkeitsgehalt, die Art der Bodenbedeckung, sodaß selbst bei günstigen Mitteltemperaturen, die jenen anderer Gebiete mit dreijähriger Entwicklungsdauer in nichts nachgeben, doch schon regelmäßig eine Vierteljahrsfolge gelten kann. Die Reduktion der den Engerlingen direkt oder indirekt zur Verfügung stehenden Wärmesumme kann schließlich verschärft werden durch die Zwangslage, tiefer im Boden zu überwintern, bezw. sich erst verhältnismäßig spät an die Vegetationsdecke heranzuarbeiten. Unter diesen Umständen ist die Wahrscheinlichkeit, mit der von Bodenheimer ausgearbeiteten Formel auch beim Maikäfer das Auslangen zu finden, nicht sehr groß, ja es steht zu fürchten, daß wir bei solchen Organismen, die eine mehrjährige Generationsdauer haben, und bei denen infolge der subterranean Lebensweise die Faktoren gewissermaßen ins Maßlose gesteigert werden, überhaupt auf eine formelmäßige Erfassung und Verwertung der Thermalkonstante werden verzichten müssen.

Von Interesse in unserer Karte Nr. 3 ist das Gebiet Salzbach-Inntal bis Passau-Regensburg. Hier herrschen gegenwärtig die Flugjahre 1914, 1917, 1920, 1923, daneben noch ganz schwach die Flüge 1913, 1916, 1919, 1922. Vor ca. 50 Jahren waren die Vorläufer der zweiten Serie dominant, daneben gab es damals schwache Nachflüge. Im Laufe der Zeit haben die letzteren den Charakter eines Hauptfluges angenommen und die Hauptflüge selbst sind zu immer schwächer werdenden Vorflügen geworden, das heißt: Die Jahresfolge von drei Jahren ist allmählich verschoben worden durch die unmerkliche einmalige Zwischenschaltung eines vierten Jahres. Eine solche Verzögerung ist auch schon vor zirka 100 Jahren in der Schweiz bekannt geworden. Solchen Verzögerungen liegen Beschleunigungen gegenüber, wie sie sich für Mitteldeutschland aus den Siebzigerjahren des vorigen Jahrhunderts nachweisen lassen. In allen solchen Fällen läßt sich nachweisen, daß sich in den aufeinanderfolgenden Flugjahren, die

zu einem sogenannten Stamme gehören, das Klima nach der günstigen oder ungünstigen Seite durch Häufung heißer oder kalter Sommer vorübergehend ändern kann, was der Maikäfer mit einem vorübergehenden, das heißt einmaligen Übergang von der vier- zur dreijährigen, bezw. von der drei- zur vierjährigen Entwicklung beantwortet hat. Die Entwicklungsgeschwindigkeit des Maikäfers erweist sich sonach als äußerst empfindliches Reagens auf das Klima, sie ist nicht stabil, sondern Schwankungen unterworfen. Und daraus folgt wieder: Die in derselben Gegend in hintereinanderfolgenden Flugjahren mehrere „Stämme“ umfassenden Tiere gehören in weiterem Sinne genetisch zusammen, ebenso wie alles das, was in einem Jahre fliegt, genetisch nicht von Urzeiten her gemeinsam geflogen sein muß. Es gibt also beim Maikäfer keine starren Stämme, sondern ein gegenseitiges Ineinandergreifen einzelner Flugjahrserien. Mithin ist es nicht möglich, aus der Konstanz oder Inkonzanz Rassen abzuleiten, die sich unabhängig von den Außenbedingungen in ihrem Entwicklungstempo durch Jahrhunderte gleich erhalten. Das Entwicklungstempo ist also eine Funktion der Außenbedingungen, in erster Linie des Klimas.

Das Studium der Maikäferverbreitung und Entwicklungsgeschwindigkeit geht aber über den Wert einer Arbeit im Dienste der Volkswirtschaft hinaus. Ein Blick auf die Karte 3 zeigt ganz merkwürdige Zusammenhänge auf. Wir sehen, daß die dort schwarz gehaltenen Gebiete die Flugjahre um ein Jahr vor dem nach Westen folgenden Seuchengebiete und dieses abermals ein Jahr vor dem Seuchengebiete in Donau-Regensburg haben, in welchem letzterem vor ca. 20 Jahren noch die Flugjahre des oberösterreichischen Hauptseuchengebietes geherrscht hatten. Wir sehen mithin im Donauebiete von Wien bis Regensburg zwei Verwerfungslinien der Flugjahre, im Einklang mit zunehmender Ungunst des Klimas. Die heute Mittelsteiermark beherrschenden Flugjahre müssen wir anders beurteilen als jene vom Gebiete Salzach-Regensburg. Es erscheinen hier in Mittelsteiermark ebenso wie in einem Zwickel in Mittelkärnten die Maikäfer um ein Jahr vor den benachbarten Seuchengebieten von Kärnten, Südsteiermark und Kroatien einerseits und Burgenland, Niederösterreich andererseits. Es macht den Eindruck, daß diese beiden Gebiete sich über Ungarn zu einem einheitlichen Seuchengebiete zusammenschließen. Gerade die Übereinstimmung eines kleinen Teiles von Mittelkärnten und Mittelsteiermark ohne territorialen Zusammenhang wie auch das Ineinander- und Übereinandergreifen der beiden Flugjahrsfolgen

im Mieslingbachtal lassen den Schluß zu, daß die Jahresfolgen 1914, 1917, 1920 usw. in Mittelkärnten mit denen von Mittelsteiermark gleichzeitig entstanden sind. Vielleicht deuten diese in den beiden Ländern laufenden Verwerfungen auf eine einmalige Einschaltung einer Vierjahrsfolge in den südlichen Gebieten in lange vergangenen Zeiten. So läßt uns das Studium der Maikäferflugjahre und Fluggebiete Klimaschwankungen ahnen, von denen sonst keine Notizen mehr berichten.

Ich möchte damit das Thema der Maikäferbiologie beschließen. Ich habe es hier aus ganz bestimmten Gründen in einer Versammlung zum Vortrag gebracht, an welcher vornehmlich Systematiker und beschreibende Entomologen teilnehmen. Die Systematik, die Formenbeschreibung, das Studium der Mannigfaltigkeit, alles dessen, was wir als Aberrationen und Varietäten bezeichnen, sind eine gewiß unentbehrliche Grundlage für unsere Naturerkenntnis, für unsere Stellungnahme zu den Objekten, wie die Sichtung und Ordnung derselben. Wenn wir aber die entomologische Fachliteratur durchsehen, wenn wir wahrnehmen, wie die Formenbeschreibung nicht nur in der Menge, sondern auch in der Methode ins Chaos führt, dann müssen wir uns allen Ernstes die Frage vorlegen, ob es nicht wertvoller wäre, die viele kostbare Zeit biologischen Studien zuzuwenden und unsere gerade hierin noch recht mangelhaften Kenntnisse zu vertiefen. Ich habe schon seinerzeit bei meinen lepidopterologischen Publikationen und dann als Schriftleiter der „Zeitschrift des österreichischen Entomologenvereines“, leider allerdings vergeblich, eingzugreifen und in die Neubeschreibung der Formen ein System, eine Ordnung hineinzubringen versucht. Unter Verzicht auf die unselige Mihsucht müßte es möglich sein, einmal die Aberration, also das, was man im allgemeinen als Variationsbreite ansprechen kann, und die Varietäten, also die Standortsformen, reinlich zu trennen und für beiderlei entsprechende, das gegenwärtige Chaos abbauende und vereinfachende Benennungslinien unter Ausschaltung oder Einschränkung des Mißbrauches mit Dedikationsnamen zu normieren. Dabei würden wir erkennen, wieviele Namen überflüssig oder sinnverwirrend sind und daß die Bemühungen systemloser Beschreibung und Benennung, an welcher die Entomologen so viel kostbare Zeit vergeuden, wertlose Arbeit gewesen sind und unbeweint wieder verschwinden können. Hat sich diese Erkenntnis aber einmal Bahn gebrochen, haben sich unsere Lepidopterologen, Coleopterologen, Hymenopteren usw. einmal davon überzeugt,

daß sie damit unserer Wissenschaft nicht dienen, dann wird kostbare Zeit und Arbeitskraft frei für biologische Untersuchungen.

Die Biologie, die Gradationslehre, die Ökologie, die Biocoenose, das sind so herrliche, große Fragenkomplexe, so große kaum erst in Angriff genommene Aufgaben, daß jedem Naturforscher und auch dem weniger vorgebildeten, aber mit Verständnis arbeitenden Naturfreund, sei es in Zusammentragen von Beobachtungen, sei es in deren Verwertung für allgemeine Gesichtspunkte, ein reiches Betätigungsfeld winkt.

Photographische Aufnahmen lebender Insekten.

Von Franz Hollas, Teplitz-Schönau, Böhmen.

(Fortsetzung.)

Natur- oder Selbstdruck.

Wenn auch dieses Verfahren nun eigentlich nicht zur Photographie lebender Insekten gehört, so will ich es trotzdem hier erwähnen, da es an dieses Gebiet eng anschließt und dieses ergänzt, indem es uns die verschiedenen Fraßbilder der Insekten an Blättern veranschaulicht. Zur Herstellung von Selbstdrucken benötigt man keine Kamera und Platte, sondern man benützt das betreffende Blatt selbst als Matrize. Am besten eignen sich dazu frische Blätter, die man zuerst, um Saffflecke zu vermeiden, zwischen Fließpapier preßt. Dann nimmt man einen Kopierrahmen, legt in denselben eine reine Glasplatte, darauf das Blatt und zuletzt das lichtempfindliche Papier. Setzt man nun das Ganze dem Lichte aus, so schwärzen sich die unbedeckten Stellen am Papier. Unterbricht man beizeiten diesen Vorgang, so erhält man einen Schattenriß; setzt man aber die Belichtung weiter fort, so durchdringt das Licht je nach der verschiedenen Dichte das Blatt verschieden stark und die ganze Äderung tritt schließlich zutage. Hat das Blatt starke Rippen, so muß es mit der Unterseite gegen die Glasplatte gelegt werden; andernfalls treten sonst teilweise Verschwommenheiten ein. Was das Papier für diese Naturdrucke anbelangt, so können hier auch Lichtpauspapiere, sog. Eisenblaupapiere, wie sie Architekten und Techniker zur Vervielfältigung von Plänen verwenden, benützt werden. Dieselben sind billig und auch einfach zu behandeln, da man das gedruckte Bild ohne weitere Behandlung nur im reinen Wasser auswäscht und dann trocknet. Wenn man hier

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologischer Anzeiger \(1921-1936\)](#)

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Zweigelt Fritz

Artikel/Article: [Klima und Entwicklung. Vortrag, gehalten auf der Tagung des Verbandes deutschsprachlicher Entomologenvereine in Wien. Tafel 1-4. 107-114](#)