Thienemann, A., Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. Die Binnengewässer, **18**, 1950.
—, Diamesa parva Edw. Zool. Anz., 1952.
Wesenberg-Lund, C., Insectlivet i Ferske Vande. Kopenhagen, 1915.
Zavřel, J., Endokrine Hautdrüsen von Syndiamesa Branickii Now. Publ. Facult. Sci. Univ. Masaryk, No. 213, 1—18, 1935 (a).
—, Praemandibeln einiger Nematocerenlarven II. Věstn. Č. S. Zool. Společn. Praze, **6—7**, 518—533, 1939 (b).
—, Chironomidarum larvae et nymphae III („*Pseudokiefferiella*"). Ent. List. (Fol. ent.), **4**, 1—6, 1941 (c).

Biologie, Epidemiologie und Bekämpfung des Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris Germ.*)

Von H. Tielecke

Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften,
Institut für Phytopathologie, Aschersleben

(Mit 10 Textfiguren)

Inhalt

Seite

A. Einleitung 257
B. Biologie 258
I. Das Erscheinen der Käfer im Frühjahr 258
II. Die Massenabwanderung und der Reifungsfraß 259
III. Die Fraßpflanzen 266
IV. Die Kopula und Eiablage 268
V. Die Eientwicklung 269
VI. Die Lebensdauer der Käfer 271
VII. Die Larven-, Puppen- und Jungkäferentwicklung 272
VIII. Die Überwinterung der Jungkäfer 277
IX. Das Überliegen der Käfer 282
C. Epidemiologie 283
I. Die Heimat des Rübenderbrüßlers 283
II. Die Begrenzungsfaktoren der Kalamität 284
a) Die klimatischen Begrenzungsfaktoren 285
b) Die biologischen Begrenzungsfaktoren 291
III. Die Prognose 294
D. Bekämpfung 296
I. Kulturmaßnahmen 296
II. Mechanische Bekämpfungsmaßnahmen 298
III. Chemische Flächenbekämpfung 302
IV. Biologische Bekämpfungsmaßnahmen 309
E. Zusammenfassung 311
F. Literaturverzeichnis 312

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

A. Einleitung

Die Zuckerrübenanbaugebiete der Türkei, Ukraine, Rumäniens, Ungarns und der Tschechoslowakei sind die Dauerschadgebiete des Rübenderbrüßlers, *Bothynoderes punctiventris Germ.* Die Erfahrungen und Erkenntnisse, die über Biologie, Epidemiologie und Bekämpfung innerhalb dieser Beobachtungsgebiete gewonnen wurden, sind im Schrifttum zum Ausdruck gebracht worden.

Greis bezeichnet in seinen Ausführungen über Krankheiten und Schädlinge an Zuckerrüben, die sich auf deutsche Verhältnisse beziehen, den Rübenderbrüßler nur als einen gefährlichen Schädling der Zuckerrübenanbaugebiete Südosteuropas. Eisbein & Dyckerhoff brachten 1926 jedoch schon zum Ausdruck, daß es durchaus im Bereich des Möglichen läge, daß auch dieser Schädling eines Tages auf unseren Zuckerrübenanbau übergreifen könnte. Diese Prophezeiung erfüllte sich erstmalig 1935, als K. R. Müller von einem erheblichen Schadauftreten des Rübenderbrüßlers in den südwestlichen Teilen des Kreises Merseburg berichtete.

Die extremen Witterungsverhältnisse des Jahres 1947 bildeten dann die Ursache des Massenauftretens dieses gefährlichen Schädlings in den Jahren 1948/49, das einen erheblichen wirtschaftlichen Schaden brachte. Nach Härdtl betrug die befallene Fläche an Zucker- und Futterrüben in Sachsen-Anhalt ungefähr 21000 ha und besonders die Kreise Querfurt, Merseburg, Eisleben und Weißenfels hatten durch den Derbrüßler die größten Ausfälle zu verzeichnen. Geographisch liegen diese Kreise in einem Raum, der von Unstrut und Saale begrenzt wird und der durch wärmebegünstigende und niederschlagarme klimatische Verhältnisse gekennzeichnet ist. Den Bekämpfungsmaßnahmen, die anläßlich der Kalamität von 1948/49 ergriffen werden mußten, konnten nur die Erfahrungen und Erkenntnisse, die in den Dauerschadgebieten gewonnen worden waren, zu Grunde gelegt werden. Inzwischen sind von K. R. Müller, Hase, Eichler, Schmidt & Härdtl Arbeiten veröffentlicht worden, die auf die Kalamität von 1948/49 Bezug nehmen und einzelne Probleme dieses Schadauftretens behandeln.

Zur genaueren Erforschung der Biologie und Epidemiologie des Derbrüßlers der deutschen Schadgebiete richtete die Zweigstelle Aschersleben der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft im Sommer 1950 inmitten des Befallsgebietes in Pörsten, Kreis Weißenfels, eine Außenstelle ein. Da jedoch im Kreise Weißenfels die Kalamität zusammenbrach, mußte die Außenstelle im September 1950 in die stark befallene Gemeinde Blösien, Kreis Merseburg, verlegt werden. Im Gebiet von Blösien waren schon vorher Vergleichsuntersuchungen durchgeführt worden. Die an den beiden Orten gewonnenen Beobachtungen und Untersuchungen über Biologie, Epidemilogie und Bekämpfung des Rübenderbrüßlers werden in den nachfolgenden Ausführungen zur Darstellung gebracht.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

B. Biologie

I. Das Erscheinen der Käfer im Frühjahr

Die vorjährigen Rübenfelder sind im deutschen Schadgebiet die alleinigen Überwinterungsplätze der Rübenderbrüßler. Nur an diesen Stellen sind die im Frühjahr aus dem Boden schlüpfenden Käfer zu erwarten. Die innerhalb der einzelnen Jahre schwankenden Witterungsverhältnisse im Frühjahr erlauben es nicht, einen bestimmten, allgemein gültigen Zeitpunkt für das Erscheinen der Käfer anzugeben. Ist der Monat März z.B. naß und kalt, so wird der Käfer erst im Monat April den Boden verlassen. Bei einem zeitigen Frühjahr dagegen wird der Käfer schon Mitte März auf der Erdoberfläche sichtbar. Eichler hat im Frühjahr 1949 auf ein extrem vorzeitiges Erscheinen und Wandern der Käfer im Monat Februar hingewiesen. Im Beobachtungsjahr 1950 wurden in unserem Schadgebiet die Käfer in der 3. Märzdekade auf der Oberfläche des Bodens sichtbar.

Auch in anderen Gebieten ist der Bodenschlupf von der Witterung abhängig. So verlassen in der Gegend von Kiew die Käfer nach Negrash in der Zeit zwischen dem 12. und 25. April den Boden. Bei kaltem und nassem Wetter dagegen erst Anfang Mai. Nach Jablonowski ist in Ungarn mit dem Erscheinen der Käfer um den 19. und 20. März zu rechnen. Rozsypal, Tschechoslowakei, beobachtete die ersten Käfer auf der Erdoberfläche 1923 in der ersten Hälfte des Monats März und 1924 Anfang Mai. Im rumänischen Schadgebiet stellte Grindberg als Erscheinungsdatum Mitte bis Ende März fest. Für die türkischen Befallsgebiete liegt nach Eckstein der Zeitpunkt des Bodenschlupfes Anfang April. Er weist aber gleichzeitig daraufhin, daß in kälteren Gebieten Anatoliens sich das Erscheinen der Käfer bis Anfang Mai hinauszögern kann.

Es ist naheliegend, daß man für das erste Auftreten der Käfer die Bodentemperaturen zu Grunde legte. Nach Charkowskii beginnen die Käfer den Boden zu verlassen, wenn bei sonnigem Wetter die Oberfläche des Bodens eine Temperatur von +7 bis +8° C erreicht, und die Hauptmasse folgt bei einer Temperatur von +10 bis +12° C. Haben alle Überwinterungsplätze die Temperatur von +10° C erreicht, so ist die Winterruhe im Boden beendet. Pyatnitzkii stellte fest, daß bei einer Bodentemperatur von +2° C die Aufwärtsbewegung der Käfer aus ihren Ruhelagern in die der Oberfläche nahegelegene Bodenschicht stattfindet. Dieser Vorgang ist bei +6° C beendet. Erreicht die Oberfläche des Bodens 15 bis 18° C, so kommen die Käfer aus dem Boden. Nach Ansicht dieses Autors ist aber primär der Verlust der Fettkörpersubstanz für das Erscheinen maßgeblicher, als der Temperaturanstieg und die Feuchtigkeitsabnahme im Boden. Gleichzeitig ist nach Pyatnitzkii das Ende des Winterschlafes und die Aufwärtsbewegung abhängig vom CO_2-Gehalt des Bodens, der im Januar am niedrigsten und im Juli am höchsten ist. Der CO_2-Gehalt ist direkt proportional der Temperatur, Feuchtigkeit und Dichte des Bodens. Steiner beobachtete zur Zeit des ersten Käferauftretens in der maximalen Überwinterungstiefe von 15 bis 30 cm eine Bodentemperatur von +9,8 bis 10° C. Für das Erscheinen der Käfer zieht Eckstein zum Vergleich die Lufttemperaturminima des Monats April heran. So trat in Usak 1932 gegenüber 1931 der Käfer erst in der zweiten Aprilhälfte auf, weil noch bis zu Beginn der zweiten Aprilhälfte Lufttemperaturminima unter 0° C gemessen wurden. Die Lufttemperaturmaxima und die Bodentemperaturen sind nach seiner Meinung von sekundärer Bedeutung.

Nach meinen Beobachtungen bleibt der Käfer im Boden, solange die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe unter +8° C liegt. Er liegt nahe der Erdoberfläche bereit, um bei günstigen Bedingungen den Boden verlassen

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

zu können. Steigt die Bodentemperatur, so kann der Käfer nur dann auf der Erdoberfläche erscheinen, wenn sie genügend abgetrocknet ist. Wird die Oberfläche des Bodens dagegen durch Niederschläge feucht gehalten, so verbleibt der Käfer trotz höherer Bodentemperaturen in der Erde oder der bereits auf der Oberfläche anwesende Käfer verkriecht sich wieder, was ein Freilandversuch bestätigte. Zwei mit Erde gefüllte Kisten waren in den Boden eingelassen worden und unterlagen somit den herrschenden Bodentemperaturen. In jedem dieser Kästen war eine Anzahl von Käfern, die wir bei Bodenuntersuchungen gefunden hatten. Der eine Kasten wurde künstlich feucht gehalten und zeigte bei einer Bodentemperatur von +11,6°C an seiner Oberfläche keine Käfer, während der den normalen Bedingungen ausgesetzte Kasten bei der gleichen Bodentemperatur 23% der eingesetzten Käfer auf der Oberfläche aufwies. Die Feuchtigkeitsabnahme der obersten Bodenschicht wird naturgemäß durch Sonnenbestrahlung und erhöhte Lufttemperaturen begünstigt. Aus technischen Gründen war eine weitere Beobachtung des Versuches nicht möglich.

Vom ersten Erscheinen der Käfer bis zur Massenabwanderung von den vorjährigen Rübenfeldern vollzieht sich ein steter Wechsel in der Aktivität der aus dem Boden geschlüpften Käfer. Ein Teil von ihnen, so besonders aus den Randgebieten des Feldes, gelangt dabei schon vorzeitig in die Fanggräben. Die Tabelle 1 setzt die während der täglichen Feldkontrollen in den Fanggräben gefundenen Käfer zu verschiedenen Klimafaktoren in Beziehung. So sind trotz einer Bodentemperatur von +9,6° C am 12. 4. die Fanggräben leer. Eine zu geringe Sonnenscheindauer und einsetzende Niederschläge hemmten die Aktivität der Käfer. Mit dem 19. 4. kündigte sich das erste Massenerscheinen an. Die Bodentemperatur betrug über +13° C. Niederschlagfreies Wetter und eine lange Sonnenscheindauer begünstigten das Massenauftreten. Einsetzende Regenfälle aber und völlige Eintrübung zwangen den Käfer in den folgenden Tagen trotz einer Bodentemperatur von +10,6° C zur Ruhe. Unter Erdklümpchen oder in der obersten Schicht der aufgelockerten Erde hielt er sich verborgen.

Die Zeit des Bodenschlupfes, die folgende, wechselnde Aktivität der Käfer auf dem vorjährigen Rübenfeld und der Beginn der Massenabwanderung stellen 3 Termine dar, die unter der Berücksichtigung nur eines Klimafaktors schlecht zu fixieren sind. Ich hielt es daher für angebracht, für die einzelnen Termine phänologische Daten zu Hilfe zu nehmen, wie sie im einzelnen in der Tabelle 2 aufgeführt worden sind. So begann z. B. die Abwanderung, als der Löwenzahn in voller Blüte stand.

II. Die Massenabwanderung und der Reifungsfraß

Auch der Beginn der Massenabwanderung hängt jeweils von den Witterungsverhältnissen der einzelnen Jahre ab. Dieser Vorgang selbst kann durch das Fallen der Lufttemperatur und durch Niederschläge unter-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Tabelle 1. Vergleich der in mehreren Fanggräben gefundenen Käferzahlen zu verschiedenen Klimafaktoren vom 27. 3. bis 30. 4. 1950

Datum	Tagesmax. d. Lufttemp. in ° C	Menge der Niederschläge in mm	Sonnenscheindauer in Std.	Bodentemp. in 10 cm Tiefe um 14 Uhr	Käferzahl in den Fanggräben
27. 3.	13,1	—	9,7	10,8	41
28. 3.	9,2	—	3,6	6,4	—
29. 3.	6,5	—	0,1	4,2	—
30. 3.	9,4	—	1,6	5,7	—
31. 3.	12,3	—	9,1	8,6	39
1. 4.	10,3	—	0,2	5,6	—
2. 4.	11,3	—	—	7,4	—
3. 4.	11,1	2,4	3,4	8,6	2
4. 4.	11,2	0,3	4,1	8,2	16
5. 4.	10,1	0,1	1,4	8,1	4
6. 4.	11,6	0,5	5,0	8,4	—
7. 4.	12,7	—	9,2	10,4	58
8. 4.	20,0	—	8,3	12,3	77
9. 4.	18,7	—	4,8	11,8	nicht
10. 4.	10,3	0,8	4,5	9,4	kontr.
11. 4.	10,8	0,9	7,6	9,9	29
12. 4.	12,3	0,3	5,0	9,6	—
13. 4.	8,0	1,1	1,5	7,0	—
14. 4.	12,5	—	11,7	11,6	55
15. 4.	8,2	10,1	—	6,0	—
16. 4.	8,1	28,0	3,5	6,4	—
17. 4.	10,8	0,4	11,0	9,9	24
18. 4.	14,8	—	11,4	12,4	125
19. 4.	18,5	—	12,4	13,5	428
20. 4.	12,5	3,8	—	9,1	—
21. 4.	11,4	—	—	10,6	—
22. 4.	11,8	0,4	—	10,5	—
23. 4.	10,2	0,5	—	9,8	—
24. 4.	12,8	13,6	3,6	10,5	—
25. 4.	10,0	2,2	7,6	10,2	17
26. 4.	14,5	—	11,5	10,5	159
27. 4.	11,3	—	6,7	8,4	—
28. 4.	11,5	1,5	2,4	9,2	—
29. 4.	13,3	4,8	10,0	10,1	21
30. 4.	17,0	—	6,8	12,0	101

brochen werden, sodaß sich das Überwandern in verschiedenen Wellen vollzieht. Steiner beobachtete in der Türkei 1934 am 26. und 27. März den Beginn der Abwanderung. Die Tagestemperaturen betrugen dabei im Schatten +22,2 bis +24,7° C. Einsetzende Niederschläge und Temperaturabnahmen bis zu durchschnittlich +16,6° C maximaler Tagestemperatur im Schatten unterbrachen das Überwandern bis zum 9. April. Am 16. und 17. April fand eine nochmalige Unterbrechung statt. Bis Mitte Mai hatten dann alle Käfer das vorjährige Rübenfeld verlassen. 1935 stellte Char-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

KOVSKII in der Ukraine 5 Wogen der Abwanderung fest, am 15. und 25. April und am 7. bis 8., 13. und 18. Mai. 1936 waren es 3 Wellen, 16. bis 17. April, 26. und 29. bis 30. April. Nach KOZLOVA begann die Abwanderung in der nördlichen Ukraine am 2. bis 3. Mai.

Im Schadgebiet Sachsen-Anhalts bildete sich 1950 am 19. April die erste Abwanderungswelle unter den in Tabelle 1 zu entnehmenden Klimafaktoren. Am 26. und 30. April steigerten sich die Fangzahlen in den Gräben der Rübenfelder wieder. Weitere Höhepunkte zeigten sich am 2. und 3., sowie am 12. und 13. Mai. Vom 1. Juni ab blieben die Fanggräben leer, sodaß also um diese Zeit die vorjährigen Rübenfelder von den Käfern verlassen waren. Vergleicht man die Zahlen der in einem Fanggraben gesammelten Käfer innerhalb der vom 19. April, dem Beginn der Abwan-

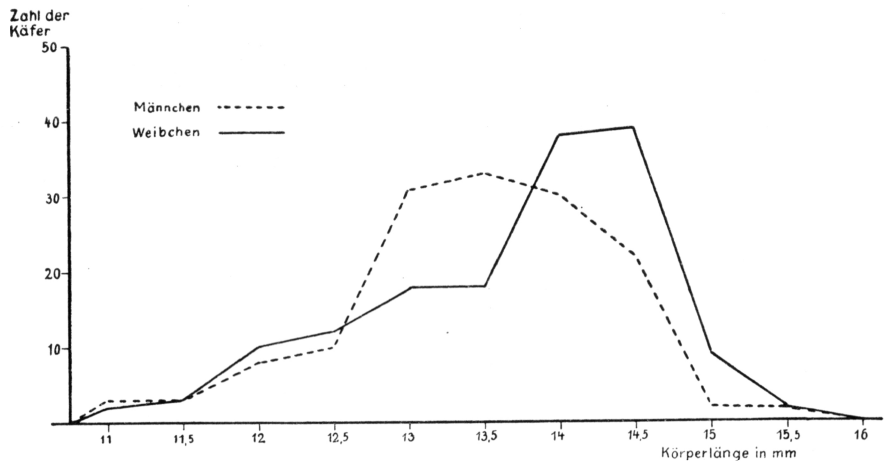


Fig. 1. Variationskurve der Körperlängen von Männchen und Weibchen des Derbrüßlers

derung, folgenden Dekaden, so strebt dieser Prozeß des Überwanderns der Käfer von der 1. zur 2. Dekade einem Höhepunkt zu, um dann in der 3. und 4. Dekade allmählich wieder abzuklingen.

Nach CHARKOVSKII deutet ein Vorherrschen der Männchen in den Fanggräben darauf hin, daß das Maximum der Abwanderung noch nicht erzielt worden ist, wohingegen ein Überwiegen der Weibchen in den Fanggräben zeigt, daß der Höhepunkt erreicht wurde und daß die Abwanderung sich ihrem Ende nähert. Auch STEINER weist darauf hin, daß in der Zeit des ersten Erscheinens der Käfer 3- bis 4 mal mehr Männchen als Weibchen den Fanggräben entnommen werden können. Zur Zeit der Hauptabwanderung war das Zahlenverhältnis der Geschlechter gleich.

Zur Diagnose der beiden Geschlechter des *Bothynoderes punctiventris Germ.* sei an dieser Stelle folgendes eingefügt: einzeln betrachtet lassen sich Weibchen und Männchen der Größe nach nicht unterscheiden. Die Größenordnung varriiert bei beiden von 10 bis 16 mm. Ordnet man aber innerhalb einer größeren Anzahl von Käfern die Männchen und Weibchen nach ihren verschiedenen Körperlängen, so liegt der maximale Häufigkeitswert der Männchen bei 13,5 mm und der der Weibchen bei 14,5 mm (Figur 1).

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Tabelle 2. Drei Termine vom Beginn des Käferschlupfes aus dem Boden bis zur Massenabwanderung im Vergleich zu phänologischen Daten

Termine	Daten für das Jahr 1950	Phänologische Daten
Beginn des Käferschlupfes	27. 3.	In Blüte: Huflattich, Gänseblümchen, Märzveilchen Aufbruch der Knospen: Holunder Schwellen der Knospen: Sauerkirsche und Flieder
Zeit der wechselnden Aktivität	27. 3. bis 19. 4.	In Blüte: Scharbockskraut, Stachel- und Johannisbeere Aufbruch der Knospen: Ackerrose (*Rosa agrestis*) Die ersten Blattrosetten vom breitblättrigen Wegerich
Beginn der Massenabwanderung	19. 4.	In Blüte: Löwenzahn

Tabelle 3. Stufen des Abwanderungsgeschehens der Käfer

Die Stufen	Daten	Zahl der gesammelten Käfer in einem Fanggraben	Prozentualer Anteil der Geschlechter ♂	♀	Phänologische Daten
Beginn ...	19. 4. bis 28. 4.	149	63	37	In Blüte: Löwenzahn
Höhepunkt	29. 4. bis 8. 5.	622	51	49	In Blüte: Süßkirsche, Pflaume Aufbruch der Kastanienknospen
Abfall	9. 5. bis 18. 5.	220	35	65	In Blüte: Spätapfel
Ende	19. 5. bis 26. 5.	79	27	73	In Blüte: Kastanie, Kuckucksnelke

Auf Grund der untersuchten Käferzahl beträgt die Differenz der mittleren Körperlängen (mittlere Körperlänge beim Weibchen 13,7 und beim Männchen 13,5) gleich 0,2 mit dem mittleren Fehler von $\pm 0{,}11$. Die Differenz der beiden Mittelwerte ist nur 1,8 mal größer als ihr mittlerer Fehler, was einer Zufallswahrscheinlichkeit von etwa 7% entspricht. Vom Standpunkt statistischer Sicherheit aus müßte jedoch gefordert wer-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

den, daß die Differenz mindestens dreimal so groß ist wie ihr mittlerer Fehler, was einer Zufallswahrscheinlichkeit von 0,27% entspricht. Der Unterschied zwischen der mittleren Körperlänge der weiblichen und derjenigen der männlichen Käfer ist als statistisch nicht gesichert, sodaß auch von dieser Seite her sich erweist, daß männliche und weibliche Käfer nicht auf Grund ihrer Körperlänge voneinander unterschieden werden können.

Auch die Variation in der Farbtönung der Flügeldecken, bedingt durch die Verschiedenheit in der Farbe der Härchen von hellgrau über grau bis graubraun, und ebenso die Variation der Flügeldeckenzeichnung von zwei deutlich ausgeprägten Schrägbinden bis zur fleckigen Marmorierung ist bei beiden Geschlechtern gleichmäßig verteilt.

Nach Jablonowski sind Männchen und Weibchen durch zwei Merkmale äußerlich charakterisiert: 1. zeigt die Bauchplatte des letzten Hinterleibssegmentes beim Weibchen eine seichte Einbuchtung, während sie beim Männchen eine glatte Umrandung aufweist; 2. ist das Weibchen nur durch eine große und stärker chitinisierte Rückenplatte am Ende des Abdomens gekennzeichnet, während die letzte Platte ins Innere verlagert und von außen nicht mehr sichtbar ist. Das Männchen dagegen ist am Hinterleibsende der Dorsalseite stets mit zwei stärker chitinisierten Rückenplatten ausgerüstet. Das erstere Unterscheidungsmerkmal wird auch von Eckstein erwähnt.

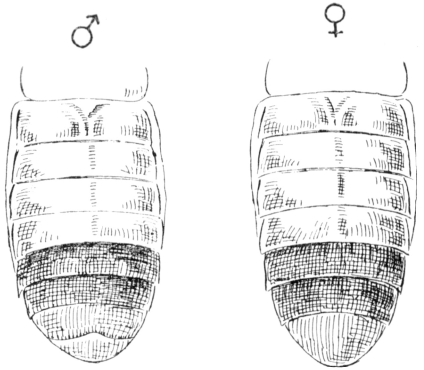


Fig. 2. Die Abdominalsegmente von ♂ und ♀ des Rübenderbrüßlers dorsalwärts gesehen nach Entfernung der Flügeldecken

Nach meinen Beobachtungen war das zuerst genannte Unterscheidungsmerkmal unzuverlässig und machte die Diagnose der Geschlechter unsicher. Das letztgenannte Unterscheidungsmerkmal ließ dagegen nie Zweifel aufkommen (Figur 2). Um das von den Flügeldecken verdeckte dorsale Hinterleibsende sichtbar zu machen, muß man am besten mit einer Präpariernadel die Flügeldecken ein wenig anheben. Die Käfer werden dabei in keiner Weise verletzt.

Die Tatsache, daß zu Beginn der Abwanderung in den Gräben mehr Männchen als Weibchen angetroffen werden, möge durch folgende Beobachtung eine Erklärung finden. Bei von mir durchgeführten Feldkontrollen am 18. April, also zu Beginn der Abwanderung, waren von den unter erhärteten Erdkrusten verborgenen Käfern 35,3% Männchen und 64,7% Weibchen. Das dürfte beweisen, daß sich die Weibchen im Boden länger verborgen halten, sodaß der prozentuale Anteil der Männchen in den Gräben zu Beginn der Abwanderung höher liegt. Bei der ständigen Kontrolle eines Fanggrabens waren von den 149 Käfern der ersten Abwanderungsdekade 63% Männchen und 37% Weibchen. Die Tabelle 3 zeigt den weiteren Wechsel in der prozentualen Verteilung der Geschlechter für die folgenden Dekaden der Abwanderung. Auch hier bestätigt der überwiegende Anteil der Weibchen (73%) in den Fanggrubenzahlen der 4. Dekade das Ende der Abwanderung. In der Tabelle sind gleichzeitig zum Vergleich der einzelnen Stufen des Abwanderungsgeschehens phänologische Daten mit herangezogen worden.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Beim Verlassen des vorjährigen Feldes breitet sich der Käfer nach den Beobachtungen von Eckstein, Steiner und Charkowskii planlos nach allen Richtungen aus, ohne Rücksicht darauf, wo die neubestellten Felder sich befinden. Dabei beobachtete Steiner, daß Wege, die infolge ihrer glatteren Fläche eine besondere Fortbewegungsmöglichkeit erlauben, von den Käfern während ihrer Wanderung bevorzugt werden. Nach Pyatnitzkii scheinen sich die Käfer hauptsächlich in der Richtung Nord oder Süd zu bewegen, weil für den größten Teil des Tages dann die Sonnenstrahlen den Käfer von der Seite treffen und ihn dabei erwärmen. Ferner sollen sie sich in ihrer Bewegung bevorzugt gegen den Wind wenden.

Um die Ausbreitungsgeschwindigkeit der wandernden Käfer festzustellen, sind erstmalig von Eckstein Untersuchungen durchgeführt worden. Er betont zunächst, daß die Wanderungsgeschwindigkeit naturgemäß von der Struktur der Bodenoberfläche abhängt. Versuche mit gezeichneten Käfern ergaben eine durchschnittliche Wanderungsgeschwindigkeit von 200 m/Tag, so daß der Käfer in 10 Tagen Rübenfelder, die im Umkreis von 2 km liegen, befallen kann. Charkovskii gibt als höchste Wanderungsgeschwindigkeit 900 m/Tag an, während Pyatnitzkii eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 158 m/Tag und im Maximum 297 m/Tag feststellte. Es ist jedoch fraglich, ob auf Grund der beobachteten Laufgeschwindigkeit des Käfers ein Schluß auf sein Ausbreitungsvermögen über größere Gebiete innerhalb von Tagen gezogen werden kann. Der Käfer überschreitet verschiedene Oberflächenstrukturen, die seine Wanderungsgeschwindigkeit beeinflussen. Außerdem legt er nach meinen Beobachtungen Pausen von wechselnder und unbestimmter Dauer ein.

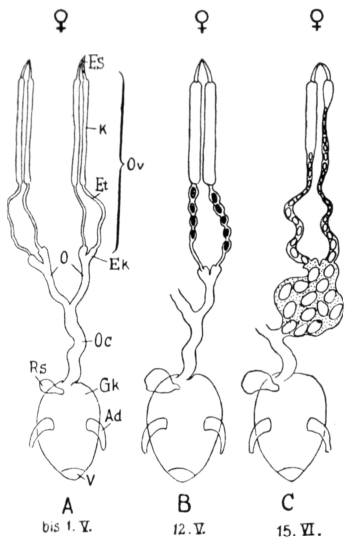
Neben dem Überwandern ist zur Erreichung neuer Futterplätze auch das Überfliegen möglich. Nur Steiner schränkt diese Art des Ausbreitungsvermögens, auf anatolische Verhältnisse bezogen, ein und sagt, daß das Überfliegen nur in seltenen Fällen vorkomme und im übrigen die Ausbreitung der Käfer nur durch Wandern erfolge. Eckstein beobachtete selbst einmalig einen Flug von ungefähr 200 Käfern, die in etwa 6 m Höhe über ein Feld dahinflogen. Nach der Befallsstärke erstmalig bestellter Felder glaubt er, daß die Ausbreitung der Käfer durch Flug eine nicht unwesentliche Rolle spiele. Jablonowski beobachtete Mitte Mai größere Schwarmflüge, die in Höhe von Akazienbäumen 30 bis 40 km weite Entfernungen zurücklegen sollen. Ergänzend fügt Grof zur Frage des Fluges hinzu, daß er Käferschwärme in 5 bis 6 m Höhe mehrere 100 m bis km weit hat fliegen sehen. Nach Charkovskii ist der Flugbeginn wetterbedingt. Es fliegen nach seinen Beobachtungen nur diejenigen Käfer, die noch nicht zum Fraß, zur Kopula und zur Eiablage übergegangen sind.

In unserem Beobachtungsgebiet bestätigte sich die Ansicht Charkovskiis, wonach nur unter bestimmten Witterungsbedingungen die Käfer zum Flug übergehen. Das Minimum der zum Fluge notwendigen Lufttemperatur beträgt +22° C, wobei zusätzlich sonniges Wetter herrschen muß. Die im schattigen Labor in offenen Zuchtgefäßen gehaltenen Käfer gingen selbst bei Temperaturen weit über +22° C nicht zum Fluge über. Der Einfluß der Sonnenstrahlung scheint besonders im Frühjahr den in der offenen Landschaft der Steppe beheimateten Käfer in seiner Vitalität zu aktivieren. Sind die Flugbedingungen erfüllt, so kündigt sich die Fluglust durch das Hervorschauen der häutigen Flügelspitzen unter den Deckflügeln an. Bevor der Käfer zum Start übergeht, wendet er sich dem Winde entgegen und erhebt sich 2 bis 3 m hoch, um dann von dem jeweils herrschenden Winde in entsprechender Richtung abgetrieben zu werden. Im Beobachtungsjahr 1950 waren infolge der geringen Populationsdichte nur vereinzelte Käferflüge im Freiland festzustellen. Nach den Aussagen eines

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Fährmannes soll ein Massenflug am Himmelfahrtstag 1948 bei Dehlitz (Kr. Merseburg) über die Saale stattgefunden haben.

Der nach dem Wandern einsetzende Fraß des *Bothynoderes punctiventris* wird von vielen Autoren als Reifungsfraß gewertet. Jablonowski macht darauf aufmerksam, daß die im Frühjahr aus dem Boden schlüpfenden Käfer noch völlig unentwickelte Ovarien besitzen und daher vor der Eiablage erst einen Reifungsfraß durchführen müssen. Eckstein bestätigte durch seine Untersuchungen diese Ansicht. Für die Entwicklung der Ovarien glaubt er eine Zeit von 3 Wochen annehmen zu können, dabei ist die Entwicklung davon abhängig, ob das Weibchen genügend rasch ausreichend Nahrung vorfindet und ob die Witterung während der Monate April und Mai für den Fraß günstig ist. Auch Steiner spricht von einem Reifungsfraß. Zur Reifung ist nach Pyatnitzkii & Pavlova neben passender Nahrung eine Mindesttemperatur der Luft von +15



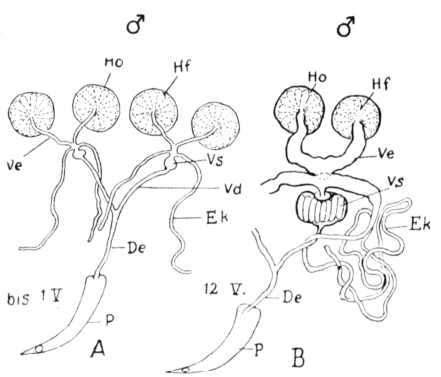


Fig. 3. Männlicher und weiblicher Genitaltraktus von *Bothynoderes punctiventris Germ.* und ihr ungleichmäßiger Entwicklungszustand zu verschiedenen Zeiten
Zeichenerklärung für ♀: Ov Ovarium, Es Endstrang, K Keimfach, Oc Oviductus communis, Rs Receptaculum seminis, Gk Genitalkammer, Ad Accessorische Drüsen, V Vagina
Zeichenerklärung für ♂: Ho Hoden, Hf Hodenfollikel, Ve Vas efferens, Vs Vesicula seminalis, Vd Vas deferens, Ek Ektadenien, De Ductus ejaculatorius, P Penis

bis +17° C notwendig. Unter diesem Temperaturbereich bei Gegenwart ausreichender Nahrung reifen die Käfer nicht. Bleibt die Nahrung aus, so reifen zwar die Käfer bei den oben angeführten Temperaturen, aber sie sterben innerhalb eines Monats infolge Austrocknung. Wird der Hunger unterbrochen, so vollzieht sich die Reifung schneller, als bei den Tieren, die nicht gehungert haben.

Nach meinen anatomischen Untersuchungen zeigte sich im Habitus des weiblichen und männlichen Genitaltraktus der Käfer, die als Jungkäfer

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

aus den Erdzellen befreit wurden, und denjenigen, die vom Bodenschlupf bis zum 1. Mai aus den Fanggräben vorjähriger Rübenfelder entnommen wurden, kein Unterschied (Fig. 3). Am 12. Mai dagegen waren bei den ebenfalls aus den Fanggräben vorjähriger Rübenfelder abgesammelten Käfern sichtbare Veränderungen am Genitalapparat zu beobachten. Beim weiblichen Geschlecht war der Durchmesser der Keimfächer der Ovarien um das Dreifache vergrößert. Das Receptaculum seminis hatte an Umfang zugenommen. Eines von 12 untersuchten Tieren zeigte in den Eiröhrenstielen des Ovariums bereits die ersten Eianlagen. Bei den Männchen waren der Vas efferens und das Mündungsstück der Ektadenien wesentlich erweitert. Auch die Vesicula seminalis hatte an Ausdehnung beträchtlich zugenommen. Beachtenswert ist, daß die untersuchten Käfer, wie schon erwähnt, den Fanggräben vorjähriger Rübenfelder entnommen waren. Diese Käfer, so könnte man schließen, waren demnach mit ihrer eigentlichen Nährpflanze, der Rübe, noch nicht in Berührung gekommen. Ob sie jedoch auf dem vorjährigen Rübenfeld schon von den ihnen zum Fraß angenommenen Wildpflanzen gefressen hatten, kann nicht entschieden werden. Somit kann evtl. geschlossen werden, daß in unserem Schadgebiet der Reifungsvorgang auch ohne Nahrungsaufnahme zumindest eingeleitet werden kann. Diese Beobachtung würde sich mit der von Pyatnitzkii & Pavlova decken, wonach also auch ohne Nahrungszuführung die Reifung sich vollzieht, wenn die Hungerzeit ein gewisses Maß nicht überschreitet. Parallel zu den Beobachtungen der soeben genannten beiden Autoren fällt auch in unserem Schadgebiet der Beginn der Reifung auf Grund des anatomischen Befundes der am 12. Mai untersuchten Käfer in den Höhepunkt der Abwanderung.

III. Die Fraßpflanzen

Neben der Zucker- und Futterrübe werden auch die zur Spezies *Beta vulgaris* gehörigen Varietäten Rote Rübe, Mangold und Spinat zum Fraß angenommen. Die Tabelle 4 führt die bisher im Schrifttum genannten Pflanzen auf, die als Futterpflanzen angenommen werden. Von Jablonwski wird dabei zusätzlich erwähnt, daß *Chenopodium album* gegenüber der Rübe als Fraßpflanze bevorzugt wird. In dieser Aufstellung ist besonders auffallend die Angabe von Fraß an Ackerdistel und Tabak. Es handelt sich hier um zwei Pflanzen, die in ihrer systematischen Stellung sich sehr weit von den Chenopodiaceen entfernen. Nach eingehenden Freilandbeobachtungen und Laboruntersuchungen konnte ich diese Behauptung nicht bestätigen. Bei der Ackerdistel handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine Verwechslung des *Bothynoderes punctiventris Germ.* mit dem sehr ähnlich aussehenden *Cleonus* piger *Scop.* Der Fraß an der Quecke, der nach Pyatnitzkii bei stark hungernden Tieren auftreten soll, wäre noch zu überprüfen. *Atriplex hortense*, als Unkrautpflanze neben den Rüben-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Tabelle 4. Die zum Fraß angenommenen Pflanzen nach Literaturangaben und eigenen Beobachtungen

\+ zum Fraß angenommen. — geprüft mit negativem Erfolg

Name der Pflanzen	Literaturangaben						Eigene Beobachtungen im	
	Jablonowski	Sorauer	Zverezomb —	Zubovski *	Eichler	Pyatnitzkii	Freiland	Labor
Atriplex tataricum			+					+
„ *hortense*							+	+
„ *patulum*								+
„ *hastatum*								—
„ *nitens*								+
Chenopodium album	+		+					+
Salsola kali			+					—
Amarantus retroflexus			+					+
Polygonum aviculare	+		+				+	+
Stellaria media					+		+	—
Cirsium arvense	+						—	—
Nicotiana tabacum	+	+						
Agropyrum repens						+		

* Zitat: Eichler

pflanzen stehend, wurde in gleicher Weise, wie die Rüben selbst, befressen. Die in unserem Beobachtungsgebiet als Ruderalpflanze sehr häufig auftretende *Atriplex nitens* wurde als Futterpflanze abgelehnt. Ausgewachsene Pflanzen von *Amaranthus retroflexus*, die ich den aus ihren Erdzellen befreiten Jungkäfern zum Fraß anbot, wurden abgelehnt. Zusammenfassend ist als Ergebnis festzustellen, daß von den Wildpflanzen nur diejenigen als Futterpflanzen gewählt werden, die zur Familie der *Chenopodiaceen* gehören oder dieser Familie systematisch sehr nahe stehen. Der Fraß hungernder Käfer an *Agropyrum repens* wäre, wie schon erwähnt, noch zu überprüfen.

Das Fraßbild ist charakteristisch. Der Käfer reitet auf dem Blattrand und frißt vom Rande her. Zu Anfang jeder Fraßphase streckt er den Rüssel und wendet ihn dann einwärts krümmend dem Körper zu. Dabei entfernt sich der Käfer allmählich rückwärts schreitend von der Ausgangsstelle. Mehr oder weniger große eingefressene Buchten charakterisieren das Fraßbild. Beginnt der Fraß in der Nähe der Basis des Keimblattes, so wird bald der Blattstiel durchnagt und das Keimblatt fällt ab. Ein derartiger Vergeudungsfraß erhöht das Schadensmoment sehr.

Von der Praxis wurde mir von verschiedenen Seiten berichtet, daß der Derbrüßler bereits vor dem Auflaufen der Saat die unterirdischen Keime

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

befrißt, was ein fleckenweises Nichtauflaufen der Rübensaat zur Folge habe. Darüber, daß die Käfer bereits vor Auflaufen auf dem Rübenfeld sein können, berichtet Eckstein. Eichler erklärt das angebliche Nichtauflaufen der Rübensaat damit, daß die Käfer die Blattstiele der Keimblätter bis zum Erdboden befressen könnten und damit einen Ausfall der Rübensaat vortäuschen würden. Die geringe Befallsdichte des Beobachtungsjahres 1950 gestattete es mir nicht, eine Überprüfung dieser Frage im Freiland vorzunehmen. Im Laborversuch bestätigte sich allerdings der Fraß an Rübenkeimlingen, auch wenn sie mit Erde bedeckt waren. Ein endgültiges Urteil kann daher die Möglichkeit des unterirdischen Fraßes noch nicht gefällt werden.

IV. Kopula und Eiablage

Nach den Beobachtungen Ecksteins findet die Kopula nicht sofort nach dem Bodenschlupf statt, sondern auch die Männchen müssen einen Reifungsfraß durchgeführt haben. Die Begattung beobachtete er nur an warmen, sonnigen Tagen, meistens in den Mittagstunden. Der Autor gibt anschließend eine ausführliche Beschreibung des Begattungsaktes selbst, wobei u. a. als längste Kopulationszeit 3 Stunden festgestellt wurde. Auch Eichler gibt eine ausführliche Beschreibung der Kopula. Bis zu ½ Stunde dauert nach seinen Beobachtungen die Kopula bei Sonnenschein. Nach Steiner begannen die am 6. April 1934 zur Zucht angesetzten Käfer 2 und 3 Wochen nach dem Erscheinen auf der Erdoberfläche mit der Kopulation. Die im Freiland schon vor diesem Termin beobachtete Kopula soll auf höhere Freilandtemperaturen und den Einfluß der direkten Sonnenbestrahlung zurückzuführen sein. Die Gesamtpaarungszeit beläuft sich auf etwa 2 Monate und ist ausgangs Juni beendet. Grindberg beobachtete die Kopula in den Monaten Mai und Juni. Entgegen den bisherigen Angaben stellte Blattny eine Paarung der Käfer auch ohne vorherige Nahrungsaufnahme fest.

Im Beobachtungsjahr 1950 sah ich auf einem vorjährigen Rübenfeld am 10. Mai die erste Kopula. Im Labor stellte ich am 2. Mai bei +17° C die erste Kopula fest. Von den zur Zucht genommenen Käfern erstreckte sich die Paarungszeit vom 2. Mai bis zum 12. Juli und im Freiland vom 10. Mai bis 19. Juli. Es ergibt sich damit auch für unser Schadbegiet eine ca. 2monatliche Dauer dieses biologischen Geschehens.

Die Eiablage beginnt nach Eckstein in der ersten Woche des Monats Mai. Es wird von ihm betont, daß der Termin der ersten Eiablage wesentlich von den jeweils herrschenden Witterungsverhältnissen beeinflußt wird und damit von Jahr zu Jahr größeren Schwankungen unterworfen ist. Zwei Wochen nach dem Beginn der Paarung wurde von Steiner die erste Eiablage beobachtet. Der Verlauf der gesamten Eiablage vollzieht sich nach diesem Autor so, daß sie im Monat Mai ihren Anfang nimmt. Der folgende Monat umfaßt die Haupteiablageperiode, während Mitte Juli in der Regel die Eiablage beendet ist. Auch im Freiland dürfte sich die Eiablagezeit nach Steiner auf etwa 2 Monate erstrecken. Jablonowski nimmt dagegen nur 20 bis 25 Tage an. Bei günstigen Witterungsbedingungen rechnen Pyatnitzkii & Pavlova mit einer 45tägigen Eiablagezeit.

Meinen Beobachtungen zufolge begann im Labor die Eiablage am Ende des Monats Mai. Nach den Laboruntersuchungen sterben die Weibchen nach der Eiablage. Da wir Ende Juli bei unseren Feldkontrollen lebende

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Käfer nicht mehr antrafen, so kann mit diesem Termin auch die Eiablage als beendet angesehen werden. Es ergibt sich daher für das deutsche Schadgebiet in Übereinstimmung mit STEINER ebenfalls eine 2monatliche Eiablagezeit mit dem Unterschied, daß sie im anatolischen Anbaugebiet um 2 Wochen früher beendet ist. Die in Gefangenschaft sich befindenden Käfer legten, wenn auch nur in sehr geringer Zahl, bis zum 12. August die letzten Eier ab.

Über die Art der Eiablage selbst berichtet ECKSTEIN, daß die Weibchen die Eier in Portionen täglich etwa zu 2 bis 5 Stück in einer Bodentiefe von 3 bis 4 cm ablegen. GROF sah, wie die Käfer die Eier nur soweit in den Boden drückten, daß sie nur wenig vom Erdboden bedeckt waren. Bei regnerischem Wetter hat er die Eier sogar freiliegend auf der Ackerfläche gefunden. Nach GRINDBERG werden die Eier 18 bis 31 cm tief in den Boden abgelegt. EICHLER berichtet, daß das Weibchen, bevor es zur Eiablage schreitet, in unmittelbarer Nähe einer Rübe oder nicht weit davon entfernt ein Loch von ¾ bis 1 cm Tiefe gräbt. Die Vorderbeine scharren dabei die Erde aus und der Rüssel drückt sie weg. In diese Löcher wird von dem Weibchen je ein Ei abgelegt, wonach es mit allen Beinen Erde in das Loch schüttet und den Boden mit dem Rüssel festdrückt.

Labor- und Freilandbeobachtungen bestätigten mir die von EICHLER soeben geschilderte Eiablage, jedoch mit dem Einwand, daß das Anlegen und Zuschütten der Eigruben lediglich mit dem Rüssel ohne Zuhilfenahme der Beine vorgenommen wurde. Ergänzend möchte ich bemerken, daß jedes abgelegte Ei mit einem Sekrettröpfchen versehen wird, das ein Ankleben kleiner Erdpartikelchen bewirkt. Kamen Eier in Sammelgefäßen zur Ablage, wo ein Vergraben nicht möglich war, so klebten diese z. B. an den Futterblättern derart fest, daß man sie ohne Beschädigung kaum ablösen konnte.

V. Eientwicklung

Über die Größe der Eier gibt STEINER für die Längsachse 1 mm und für die Querachse 0,6 mm an. Nach HASE sind folgende Größenvariationen festzustellen: $1{,}4 \times 1$; $1{,}1 \times 1{,}0$ und $1{,}0 \times 0{,}9$ mm. Die Farbe ist hellgelb und gelblich weiß. Die Oberfläche ist glatt, glänzend und ohne Skulptur. Die Beschaffenheit der Eier ist weich, und sie sind leicht verletzlich. EICHLER nennt als Größenordnung der Eier 2 bis 2,2 mm in der Länge und 1,4 bis 1,6 mm in der Breite. Die Eifarbe sei quittegelb bis dottergelb.

Die Eibeschreibung nach EICHLER scheint nach meinen Beobachtungen für die Eier von *Cleonus piger Scop.* zuzutreffen. Eier von über 1 4,mm Länge habe ich nicht feststellen können. Im Übrigen stimme ich der Eibeschreibung HASES bei.

JABLONOWSKI & ECKSTEIN nehmen als tägliche Eiablagezahl eines Weibchens 3 bis 5 Stück an. Unter Zugrundelegung der gesamten Eiablagezeit kommt STEINER zu täglich 1,8 (1934) und 2,1 (1935) Eiern pro Weibchen. Zu Beginn der Eiablageperiode sind es vielfach 4 bis 6 Eier und in Ausnahmefällen 10 bis 11 Eier, die von einem Weibchen täglich erzeugt werden können. KAMENSKII beobachtete unter optimalen Bedingungen, d. h. bei +26,2° C und 30 bis 37% relativer Luftfeuchtigkeit eine maximale Eizahl von 60 Stück pro Weibchen innerhalb von 24 Stunden.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Hinsichtlich der gesamten Eizahl eines Weibchens kommt Eckstein auf Grund eines Eiablageversuches von 10 Weibchen in der Zeit vom 8. bis 25. Mai zu 76 Eiern pro Weibchen. Da er in den Ovarien nach diesem Versuch noch legereife Eier fand, schätzt er, daß unter Freilandbedingungen noch eine größere Zahl von Eiern abgelegt werden kann. Jablonowski nimmt für die Gesamtzahl unter Berücksichtigung der in den Eiröhren von Ovarien festgestellten Eianlagen 70 bis 80 Stück pro Weibchen an, zu der gleichen Zahl kommt auch Rozsypal. Die Zuchtversuche Steiners führten zu einer durchschnittlichen Eizahl von 107,1 Eiern pro Weibchen, wobei er allerdings in einem Falle eine Maximalleistung von 375 Eiern pro Weibchen feststellte. Noch wesentlich höhere Angaben finden wir bei Kamenskii. Danach wird eine durchschnittliche Legezahl von 361 Eiern und eine maximale Eiproduktion von 755 Eiern pro Weibchen angenommen. Pyatnitzkii & Pavlova begnügen sich mit allgemeinen Angaben, indem sie feststellten, daß für die ersten 12 bis 15 Tage der Eiablageperiode die Zahl der Eier im steten Wachsen begriffen ist, für weitere 18 bis 20 Tage konstant bleibt und in den letzten 15 Tagen sehr schnell absinkt.

Um das Vermehrungsvermögen des Derbrüßlers festzustellen, wurden Käfer von mir aus den Fanggräben vorjähriger Rübenfelder entnommen und pärchenweise in Zucht genommen. Die Eiablage hatte während dieser Zeit im Freiland noch nicht begonnen. Trotz reger Fraßtätigkeit und wiederholter Kopula war die Eiablage minimal. Die besonderen Bedingungen, die durch die Gefangenschaft gegeben sind, können dafür wohl verantwortlich gemacht werden. Die aus dem Freiland während der Eiablageperiode von mir ins Labor gebrachten trächtigen Weibchen zeigten in Gefangenschaft eine hohe Sterblichkeit, ein Umstand, auf den Eichler ebenfalls aufmerksam machte.

Wurde eine bestimmte Anzahl von Weibchen zur Kontrolle der Eiablagezahl angesetzt, so war jedesmal nach einer kurzen Zeit schon ein Teil der Weibchen gestorben und eine Bezugszahl dadurch nicht mehr gegeben. Diesem Übelstand wurde dadurch Abhilfe geschaffen, daß nach jeder kürzeren Kontrollzeit die bereits gestorbenen Weibchen durch lebende ersetzt wurden. Diese Methode wurde am 23. Juni begonnen und bis zum 28. Juli durchgeführt. Leider war damit die Haupteiablagezeit nicht mehr berücksichtigt. Vom 23. Juni bis 28. Juli betrug die tägliche Eizahl pro Käfer 0,6. Legt man als ausgedehnteste Eiablagezeit 70 Tage zu Grunde, so würden sich danach 42 Eier pro Käfer ergeben. Die anatomischen Untersuchungen der Weibchen vom 15. Juni (siehe Abb. 3) wiesen in einem Falle in ihren geöffneten Abdomen 94 Eier auf, die sich teils als Anlage in den Ovarien und teils als legereife Eier in den erweiterten Ovidukten befanden. Auf Grund des anatomischen Befundes ist wohl auch in unserem Schadgebiet gemäß den Angaben der Literatur mit einer Ablage von 80 bis 100 Eiern pro Käfer zu rechnen.

Die Zeit der Eientwicklung beläuft sich nach Eckstein & Rozsypal (ohne Temperaturangaben) auf 3 Tage. Grof dagegen stellte bei einer Temperatur von +20° C 9 bis 10 Tage und Pospielov 10 bis 11 Tage fest. Nach Steiner dauert die Entwicklungszeit selbst bei konstanten Temperaturen von +36,8° C noch 5,2 bzw. 6,3 Tage. In eingehenden Laboruntersuchungen hat Steiner die Eientwicklung und die Mortalität der Eier in Beziehung zu Temperatur und Feuchtigkeit gesetzt. Danach liegt der Ent-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

wicklungsnullpunkt der Derbrüßlereier bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 89 bis 95% bei +12° C Lufttemperatur und bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 bis 80% bei +12,7° C. Liegt die relative Luftfeuchtigkeit bei 63 bis 0%, so ist die Mortalität der Eier so hoch, daß über die Eientwicklung unter diesen Verhältnissen keine Aussage mehr getroffen werden kann. Die Mortalität betrug 82 bis 86%. KAMENSKI & MENDE haben dagegen festgestellt, daß nur bei hohen Temperaturen (+25 bis +30° C) und einer 90 bis 100%igen relativen Luftfeuchtigkeit die Mortalität am niedrigsten war, während bei einer Temperatur von +20 bis +25° C und einer 55%igen relativen Luftfeuchtigkeit die Sterblichkeit der Eier auf ein Minimum herabgesetzt war.

Nach meinen Beobachtungen erstreckt sich bei einer durchschnittlichen Lufttemperatur von 20 bis 23° C die Eientwicklung bis zum Larvenschlupf auf 8 bis 10 Tage. Durchschnittliche Temperaturen von +25 bis 26° C verkürzen sie bis auf 6 Tage.

Da die Eier in die oberste Bodenschicht abgelegt werden, interessierte mich weniger der Einfluß der Luftfeuchtigkeit, als eine verschiedene Feuchtigkeitsabstufung des Mediums, auf oder in dem das Ei ruht. Zu diesem Zweck wurden je 35 Eier auf sehr feuchter, feuchter und trockener Filtrierpapierunterlage zum Larvenschlupf angesetzt. Dabei blieben auf sehr feuchter Unterlage 14,3% der Eier ungeschlüpft, während auf feuchter und trockener Unterlage nur 8% der Eier keine Larven ergaben. Von je 30 Eiern in trockene und feuchte Erde gebettet, schlüpften im ersten Falle ungefähr 50% der Larven, und im letzteren Falle nicht eine Larve. 40 Eier, die auf trockener Filtrierpapierunterlage ausgelegt waren, wurden während der Entwicklungsdauer um die Mittagszeit der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt. Nur aus einem Ei schlüpfte keine Larve. Bei der Eiablage, wie schon erwähnt, wurde beobachtet, daß jedes Ei mit einem schleimigen Sekrettröpfchen versehen wird. Wenn dieses Sekret erhärtet, wird das Ei wahrscheinlich vor übermäßiger Transpiration im trockenen Medium geschützt. Nach diesem letzten Ergebnis kann ich mich nicht der Ansicht STEINERS anschließen, daß durch Austrocknen der Eier eine erhöhte Mortalität erzielt werden könnte.

Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, daß während der Entwicklung der Eier ihre Oberfläche eine schwärzliche Farbe annimmt. Diese war nicht durch den sich entwicklenden Embryo, der hindurchschimmert, bedingt, denn auch die bereits von der geschlüpften Larve zurückgelassene Eischale behielt diese Verfärbung. In noch weit verstärktem Maße beobachtete ich das gleiche z.B. an den Eiern von *Tanymecus palliatus*.

VI. Die Lebensdauer der Käfer

Auf Grund von Laboratoriumszuchten hat STEINER eine durchschnittliche Lebensdauer bei Männchen von 132,2 und bei Weibchen 134,5 Tage festgestellt. Er fügt dabei hinzu, daß die Lebensdauer der Käfer ziemlich lang und größer sei, als man bisher nach den meisten Freilandbeobachtungen annahm. In den Grenzwerten belief sich nach seinen Beobachtungen die Lebensdauer auf über 200 Tage. Aus den Angaben STEINERS geht nicht hervor, welchen Ursprungs die Käfer sind, die zur Zucht gewählt wurden. Sind

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

es Käfer, die im Herbst aus ihren Überwinterungswiegen genommen sind, oder Käfer, die aus Bodengrabungen im Frühjahr herstammen oder aber Käfer, die erst nach dem Bodenschlupf zur Zucht gewählt worden sind?

Nach meinen Feldkontrollen nahm im Laufe des Monats Juli die Dichte an lebenden Altkäfern laufend ab. Am 19. Juli war sie nur noch sehr schwach und seit dem 26. Juli wurden keine lebenden Käfer mehr auf dem Felde gesichtet. So erstreckte sich 1950 vom Beginn des Bodenschlupfes bis zum Absterben der Käfer Ende Juli eine aktive Lebenszeit von 4 Monaten. Hier handelt es sich um Grenzwerte. In Gefangenschaft dehnte sich dieser Wert noch um einen weiteren Monat aus.

Ergänzend hierzu sei noch die Lebensdauer hungernder Tiere erwähnt. 12 aus Bodengrabungen stammende Käfer (21. März) wurden ohne Nahrung in Gefangenschaft gehalten. Am 16. Mai waren 2, am 25. Mai wiederum 2 und am 6. Juni waren alle Käfer gestorben. Der Beginn des Absterbens der zum Hungerversuch angesetzten Käfer fällt in die letzte Phase der Abwanderungswelle.

Weitgehendst ist in der Literatur die Frage erörtert, ob die Lebensdauer der Männchen oder Weibchen länger sei oder aber ob beide Geschlechter gleichzeitig sterben. Nach Grindberg sterben die Weibchen gleich nach der Eiablage und die Männchen später. Rozsypal, Jablonowski, Grof & Eckstein beobachteten, daß nach der Kopula die Männchen sterben und die Weibchen später, während Steiner ein gleichzeitiges Absterben der beiden Geschlechter annimmt.

Steiner hat zur Lösung dieser Frage zu verschiedenen Zeiten von den Feldern Käfer abgesammelt und jedesmal den zahlenmäßigen Anteil von Männchen und Weibchen festgestellt. Dabei beobachtete er manchmal in den Sommermonaten ein Überwiegen der Weibchen, aber in späteren Zeiten war das Zahlenverhältnis wieder gleich.

Tabelle 5. Verteilung der Geschlechter der vom diesjährigen Rübenfeld abgesammelten Käfer

Datum	Zahl der Käfer	♀	♂
1. 6.	100	68	32
14. 6.	62	42	20
16. 6.	100	70	30
21. 6.	100	55	45
4. 7.	100	49	51

Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch ich, als ich ebenfalls die zu verschiedenen Zeiten von den Feldern abgesammelten Käfer auf den Anteil der Geschlechter hin untersuchte (Tabelle 5). Nach diesem Untersuchungsergebnis kann ich mich hinsichtlich unseres Schadgebietes der Ansicht Steiners anschließen, daß die beiden Geschlechter eine gleich lange Lebensdauer besitzen.

VII. Larven- Puppen- und Jungkäferentwicklung

Die Larven beobachtete Grindberg Ende Juli im Boden, und die Verpuppung beginnt nach seinen Beobachtungen im Herbst. Nach Rozsypal zehrt die Larve 3 Monate an den Rüben und ist erst Ende August ausgewachsen. Larven von spät abgelegten Eiern können nach seiner Meinung überwintern und kommen erst im Frühjahr zur Verpuppung. Anfang Juli fand Jablonowski dagegen schon voll entwickelte Larven im Boden und in der zweiten Hälfte des Juli beginnt nach seinen Angaben die Ver-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

puppung. Jedoch beobachtete er an anderen Stellen Ungarns auch andere Entwicklungszeiten, so z. B. fand er in einem Schadgebiet am 1. August nur Larven ohne Puppen. Die Hauptzeit der Verpuppung liegt nach ihm um die Monate August und September. Grof berichtet, daß er schon am 18. Juli die ersten Jungkäfer im Boden fand. Zu Beginn des Monats Juli stellte Eckstein im anatolischen Schadgebiet die ersten erwachsenen Larven fest, wonach er auf die Verhältnisse seines Beobachtungsgebietes Bezug nehmend eine sechswöchentliche Larvenentwicklung annimmt. Nach seinen weiteren Untersuchungen sind die Jungkäfer etwa 3 Wochen nach der Verpuppung entwickelt. Im Juli fand Steiner bei den Bodengrabungen die ersten Larven, deren Größe zwischen 2,5 und 9 mm schwankte, und im Mittel etwa 5 mm betrug. Ende August waren ausschließlich ausgewachsene Larven im Boden. In den drei folgenden Monaten betrug das Verhältnis der im Boden vorhandenen Larven : zu Puppen : Jungkäfer im Monat September 57,3:33,3:9,4, im Monat Oktober 4,5:34,2:61,2 und im Monat November 0:1,1:98,9. In besonders wärmebegünstigten Gebieten Westanatoliens wurden bereits am 8. Juni 1933 fast erwachsene Larven gefunden. Die Gesamtentwicklung der Larven bis zum Jungkäfer beläuft sich nach Steiner auf 2 bis 3 Monate. Nach Kamenskii & Mende ist das Überleben der Larven im 1. und 2. Stadium von einer schnellen Entwicklung abhängig, die durch hohe Temperaturen besonders begünstigt wird. So ist die Entwicklung des 1. und 2. Larvenstadiums bei +38,9° C innerhalb von 5,8 bis 7 Tagen abgeschlossen. Bei +7 bis +15° C z. B. lebten die Larven des 1. Stadiums 30 bis 45 Tage und befielen die Wurzeln, ohne sich aber weiter entwickeln zu können. Das 3. Larvenstadium ist gegen Nahrungsmangel empfindlicher, als gegenüber ungünstigen Temperaturbedingungen, und das 4. und 5. Stadium ist gegen alle ungünstigen Bedingungen am widerstandsfähigsten. Bei +25,9° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit des Bodens von 15,6 bis 32,2% dauert das Larvenstadium 41 bis 79 Tage. Das Vorpuppenstadium dauert nach diesen beiden Autoren gewöhnlich unter optimalen Bedingungen 3 bis 8 Tage, aber es zögerte sich manchmal bis 18 Tage hinaus. Die Puppenentwicklung war bei +30° C am kürzesten und dauerte 8,8 Tage. Die Sterblichkeit der Puppen war bei über +25° C am niedrigsten. Das Puppenstadium betrug durchschnittlich 9,2 Tage bei über +40° C, aber die dabei sich ergebende Sterblichkeit belief sich auf 60%.

Bevor ich auf meine eigenen Untersuchungen eingehe, möchte ich die Frage beantworten, wieviel Larvenstadien in der Entwicklung des Derbrüßlers zu unterscheiden sind. Wir haben bereits erfahren, daß Kamenskii & Mende 5 Stadien anführen, ohne jedoch dabei zu erwähnen, wie sie zu dieser Zahl gekommen sind. Das übrige Schrifttum begnügt sich mit allgemeinen Angaben, wie jungen oder ausgewachsenen Larven. Zur Klärung des Problems ist mir die Larvenzucht nach der von Hase vorgeschlagenen Methode nicht gelungen. Um die Zahl der Larvenstadien zu ermitteln, habe ich von bei Bodengrabungen gesammelten Larven Körperlänge und Kopfweite gemessen. Letztere Messung fand unter dem Binokular mit angelegter Maßeinheit von 0,5 mm statt. Die 1/10-Werte wurden geschätzt. Für die Messung der Larvenlänge wurden die Larven mit der Bauchseite der Tischplatte aufgesetzt. Mit Hilfe der Präpariernadel wurde auf die Mitte des Rückens ein leichter Druck ausgeübt, um eine Streckung der Larve zu erzielen. Die Endpunkte der Larve wurden mit dem Stechzirkel abgetastet und gemessen. Die aus 559 Messungen erhaltenen Werte sind in der Fig. 4 kurvenmäßig dargestellt. Bei Fig. 4 müßten links die Maße für die Larven des 1. Stadiums, die sich ent-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

sprechend der Durchschnittsgröße des Eies von 1 mm um diesen Wert bilden, zugezählt werden. Dem Kurvenbild gemäß würden wir außer dem Eilarvenstadium noch mit drei weiteren Stadien zu rechnen haben. Die Larven des 4. Stadiums variieren dabei in ihrer Länge ebenso wie die Puppen und die daraus sich entwickelnden Käfer. Weiterhin geht aus dem Kurvenbild hervor, daß wir im 4. Larvenstadium in der Körperlänge 6 Intervalle besitzen, im 3. Larvenstadium 4 und im 2. Stadium ebenfalls 4. Würden sich die beiden Kurveneinschnitte um eine halbe Einheit nähern, so hätten wir 6 Intervalle, 4,5 und 3 Intervalle. Damit ergibt sich eine geometrische Reihe, die sich um den Betrag von 1,5 steigert. Mit zunehmender

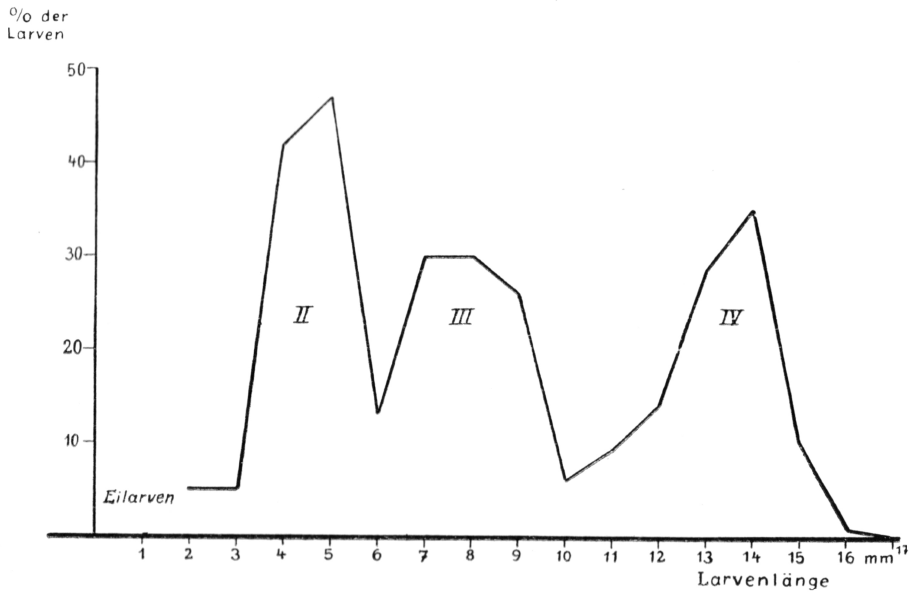


Fig. 4. Prozentualer Anteil der Larvenzahl zur gemessenen Larvenlänge

Körpergröße der Larven steigert sich ihr Dehnungsvermögen, sodaß unter Zugrundelegung der gleichen Maßeinheit eine größere Zahl von Varianten erkennbar wird, was durch die soeben angeführte geometrische Reihe ihren Ausdruck findet. Auch das Kurvenbild der verschiedenen Kopfbreiten in Fig. 5 läßt nach der Eilarve noch drei weitere Stadien erkennen, was auch hier durch die Kurveneinschnitte zum Ausdruck kommt, nur zwischen den Kurveneinschnitten ist die Zahl der Intervalle gleich. Dieses Ergebnis spiegelt die Tatsache wider, daß die Kopfkapsel nach jeder Häutung nicht dehnbar ist und in ihrer Größe innerhalb eines Stadiums konstant bleibt. Es bestehen also unter Einbeziehung der aus dem Ei schlüpfenden Eilarven vier Larvenstadien.

Um die Dauer der Entwicklung von der Eilarve bis zum Jungkäfer zu ermitteln, bedienten wir uns zunächst der statistischen Methode. An

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

gleichen Stellen wurden zu verschiedenen Zeiten Bodengrabungen durchgeführt. Nach jeder Grabung wurde der prozentuale Anteil der einzelnen Entwicklungsstadien ermittelt. Die folgende graphische Darstellung

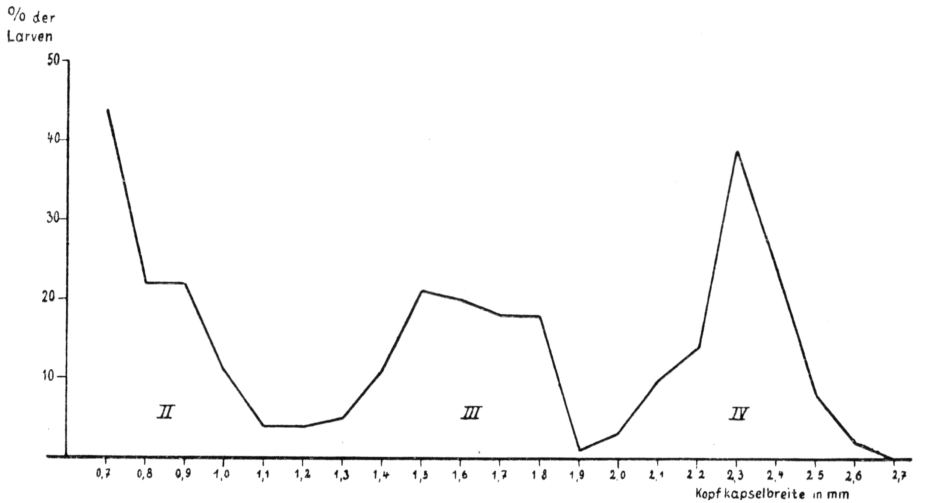


Fig. 5. Prozentualer Anteil der Larvenzahl zur gemessenen Kopfkapselbreite

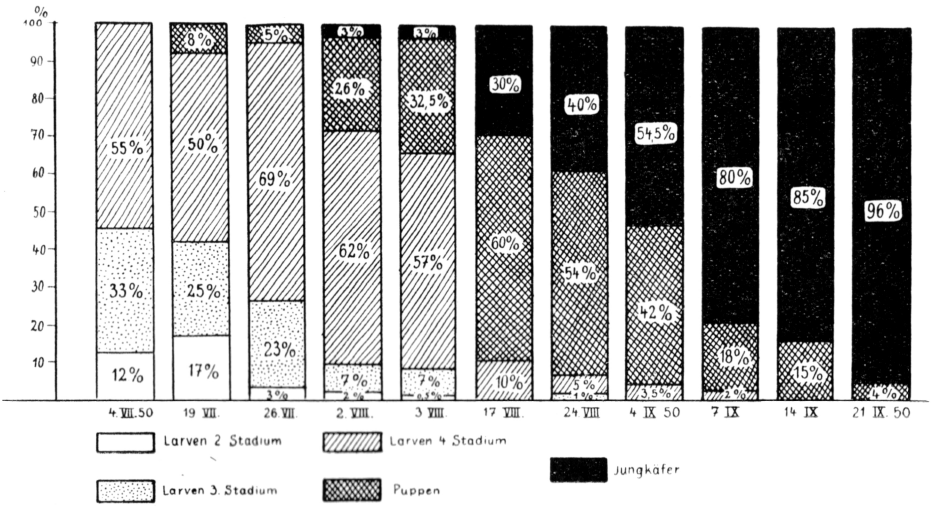


Fig. 6. Der prozentuale Anteil der einzelnen Entwicklungsstadien des Derbrüßlers vom 4. VII. bis 21. IX. 1950

(Fig. 6) gibt uns einen Überblick, wie der prozentuale Anteil der Entwicklungsstadien vom 4. Juli bis 21. September wechselt. Die am 2. August auftretenden Jungkäfer sind Käfer, die aus den zuerst abgelegten Eiern sich entwickelt haben, woraus sich eine 2 bis 2½ monatliche Ent-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

wicklungszeit ableiten läßt. Mit der Entwicklungszeit des Eies, der 4 Larvenstadien, des Puppenstadiums und der Entwicklung des Jungkäfers umfaßt die Gesamtentwicklung 7 Phasen. Durch Temperaturschwankungen innerhalb einzelner Entwicklungsstadien können natürlich die Entwicklungszeiten der einzelnen Phasen um wenige Tage verlängert oder verkürzt sein.

Im Wesentlichen fanden die aus der Statistik gewonnenen Entwicklungszeiten durch die Methode der direkten Beobachtung an Hand von Labor- und Freilanduntersuchungen ihre Bestätigung. In dem einen Falle wurden an getopften Rübenpflanzen frisch geschlüpfte Eilarven dicht unter der Erdoberfläche eingesetzt. Dabei wurden die Eilarven in verschiedenen Abständen von der Rübenpflanze (1 cm, 3 cm, 5 cm und 6 cm) in die Erde gebracht. Die Kontrolle nach 20 Tagen zeigte, daß mit steigendem Abstand die Zahl der überlebenden Larven sinkt. Bei 1 cm Abstand überleben 20 %, bei 3 cm 15 %, bei 5 cm 4 % und bei 6 cm war keine lebende Larve mehr aufzufinden. Es findet die Freilandbeobachtung ihre Erklärung, daß die Käfer in unmittelbarer Nähe der Rübenpflanzen ihre Eier ablegen. Die an getopften Rübenpflanzen durchgeführten Larvenzuchtversuche ermöglichten mir in einem Falle die Zucht von der Eilarve bis zur Puppe, die dann leider verpilzte. Die Entwicklungszeit betrug 45 Tage. Die Entwicklungszeit von der Eilarve bis zum 2. und 3. Larvenstadium dauerte 21 Tage und bis zum 4. Stadium 25 Tage. So ergibt sich in der Gesamtheit auf Grund meiner Topfversuche eine Entwicklungsdauer von der Eilarve bis zur Puppe von 45 Tagen. Ich habe aus Grabungen Erdklumpen entnommen, in denen sich Puppenwiegen befanden. Die im Labor aufbewahrten Puppenwiegen zeigten bei der Kontrolle eine Entwicklungszeit von der Puppe bis zum geschlüpften Jungkäfer von durchschnittlich 13 Tagen, wobei die kürzeste Entwicklungszeit 7 Tage und die längste 20 Tage betrug. Diese extremen Werte erklären sich aus den verschiedenen Entwicklungsstadien der Puppen selbst. Um die Puppen in ihren Wiegen nicht zu stören, habe ich den Grad ihrer Entwicklung im einzelnen nicht feststellen können. Auch nach diesen Laborversuchen ergibt sich für die Entwicklungszeit von der Eilarve bis zum Jungkäfer 2 bis 2¼ Monate.

Im Freilandversuch wurden legereife Weibchen auf eine Fläche von 1 qm eines Rübenfeldes ausgesetzt. Diese Fläche war durch einen quadratischen Fanggraben umfriedet, der die Käfer an der Flucht hinderte. An der Innenseite des 40 cm hohen Rahmens wurde kurz über der Erdoberfläche ein Normalfilm befestigt, über dessen glatte Fläche die Käfer nicht hinwegklettern konnten, während oben durch eine Mullbespannung ein Entweichen durch Flug unmöglich gemacht wurde. Mit dieser Versuchsanordnung war eine Beobachtung unter Freilandbedingungen am besten möglich. Bei der Kontrolle am 25. August der am 29. Juni zur Eiablage eingesetzten Weibchen zeigte ein gehobener Rübenkörper in seiner

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Nähe einen Jungkäfer, 2 Puppen und 7 Larven im 4. Stadium. Auf den einen Jungkäfer bezogen hätte also die Entwicklung nicht ganz 2 Monate gedauert. An einer anderen Rübe fand ich 5 Puppen und 19 Larven im 4. Stadium. Die anderen Entwicklungsstadien können das Ergebnis einer späteren Eiablage sein oder aber ihre Entwicklungszeit hat sich aus irgendwelchen Gründen verzögert. So könnte z. B. das 3. Larvenstadium unter dem Einfluß anderer Nahrungsverhältnisse, wie von KAMENSKII & MENDE beobachtet, in seiner Entwicklung gehemmt gewesen sein. Rechnet man vom 4. Larvenstadium oder vom Puppenstadium noch die oben festgestellte Entwicklungszeit hinzu, so ergibt sich daraus ebenfalls eine 2½ monatliche Entwicklungszeit.

Im Freiland ist auf Grund des Beobachtungsjahres 1950 mit dem Beginn des Monats Oktober die Entwicklung der Jungkäfer abgeschlossen.

VIII. Die Überwinterung der Jungkäfer

Übereinstimmend wird in der Literatur angegeben, daß mit dem Ende der Vegetationszeit die Entwicklung vom Ei bis zum Jungkäfer abgeschlossen ist und daß lediglich der Jungkäfer zur Überwinterung schreitet. Nur ROZSYPAL bildet hier eine Ausnahme, indem er, wie schon erwähnt, beobachtete, daß auch Larven von spät abgelegten Eiern überwintern können, um erst im nächsten Frühjahr ihre Verpuppung zu vollziehen.

JABLONOWSKI, ECKSTEIN & STEINER beobachteten nur das Auftauchen der durch Bodenbearbeitungen im Herbst aufgestörten Jungkäfer, die in seltenen Ausnahmefällen die Rübenfelder verlassen. ECKSTEIN wirft dabei die Frage auf, was den Jungkäfer veranlaßt, bei den noch im Herbst herrschenden Temperaturen im Boden zu verbleiben, wohingegen im Frühjahr weit niedere Temperaturen ihn aus dem Boden hervorlocken. EICHLER hingegen berichtet, daß ein Teil der in der Erde sich befindenden Käfer aus dem Boden auftaucht und das Rübenfeld verläßt, um an anderer Stelle zu überwintern. Auch das Schrifttum der UdSSR weist darauf hin, daß nur durch Bodenbearbeitungen in ihrem Winterschlaf aufgestörte Käfer auf der Erdoberfläche erscheinen können. Temperatureinflüsse über +2° C haben auf den in seiner Überwinterungswiege liegenden Käfer nach KAMENSKII & PAIKIN keinen Einfluß. Der Überwinterungswiege, einer Erdzelle, die durch ihre glatte und feste Wand von den übrigen Teilen des Bodens gut isoliert ist, wird von den beiden eben genannten Autoren eine besondere Bedeutung für die Beibehaltung des Winterschlafes trotz höherer Temperaturen zugesprochen. Sie haben festgestellt, daß bei einer Temperatur von +25 bis 26° C und bei einem Gehalt der Luft von 40 bis 50% CO_2 die Käfer nach 1 bis 1½ Minuten in den Schlafzustand übergehen. Ebenso wird der Schlafzustand ausgelöst, wenn die Luft an Volumenprozenten 9,5 bis 15% O_2 und 5,6 bis 8,6% CO_2 enthält. Die in normalen Böden gegenwärtige Luft enthält nach Ansicht der Verfasser nur selten einen genügend niedrigen Prozentsatz von O_2 bzw. hohen Prozentsatz von CO_2, die beide den Schlaf des Käfers auslösen können. Solche Bedingungen können aber bei normaler Atmung der Käfer innerhalb der isolierten Erdzellen oder Überwinterungswiegen eintreten. Wird die Überwinterungswiege durch Bodenbearbeitungen, Gefrieren und Auftauen des Bodens, übermäßiger Durchnässung und durch den Wuchs von Wurzeln zerstört, so wird mit der dabei verbundenen Änderung der Zusammensetzung der den Käfer umgebenden Luft der Schlafzustand bei entsprechenden Temperaturen beendet. Bei Temperaturen unter +2° C verbleibt der Käfer im Erstarrungszustand.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Bei allen von mir bis zur Rübenernte durchgeführten Feldkontrollen waren Jungkäfer auf der Erdoberfläche nicht gesichtet worden. Die Grabungen haben vielmehr gezeigt, daß alle Jungkäfer in ihren Puppenwiegen ruhen. Diese Puppenwiegen werden von den zur Verpuppung übergehen-

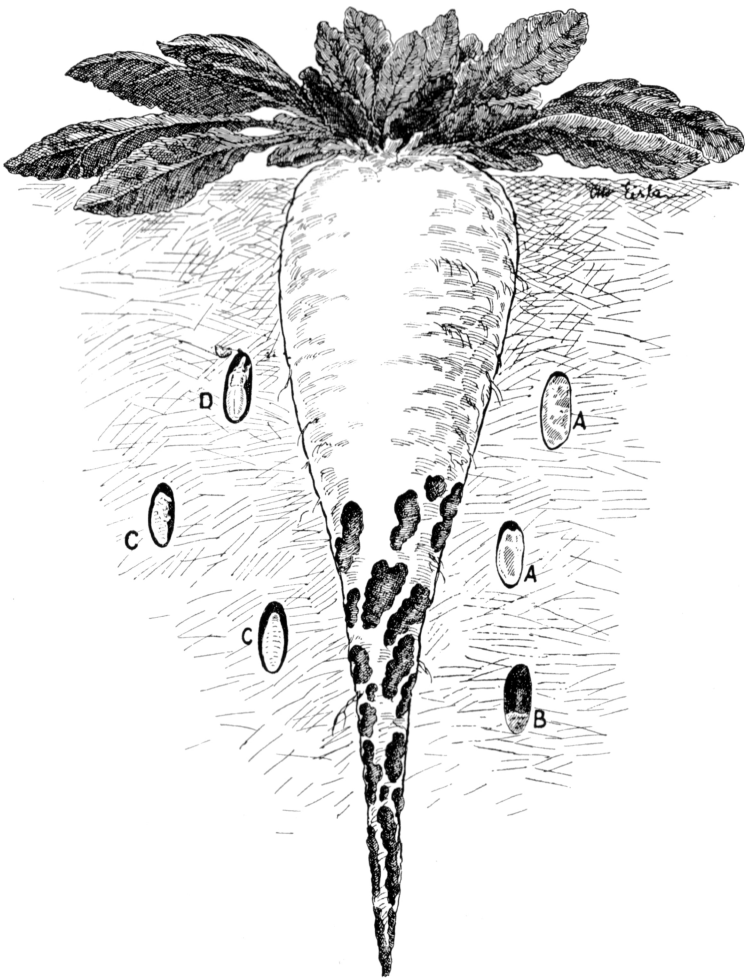


Fig. 7. Fraßbild der Larve des Rübenderbrüßlers am Rübenkörper. Um den Rübenkörper gruppiert die vertikal gelagerten Überwinterungswiegen: A mit verpilzter Larve bzw. Puppe, B leer mit verbliebener Puppenhaut, C mit Puppen und D mit dem Jungkäfer

den Larven gebildet. Es handelt sich um kleine Erdröhren mit glatter Innenwand, die im Durchschnitt 25 mm lang und ungefähr 5 bis 6 mm in der Mitte breit ist. Nach den beiden Enden hin verjüngen sich die Puppenwiegen. Sie nehmen im Boden ausnahmslos eine vertikale Lage ein und

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

die in ihnen ruhenden Jungkäfer weisen alle mit dem Kopf zur Erdoberfläche. Im unteren Teil der Puppenwiegen befinden sich die Reste der Puppenhaut. Die Fig. 7 zeigt die Lage der Puppenwiegen in der Nähe des Rübenkörpers.

An dieser Fig. 7 möchte ich einfügend noch auf folgendes aufmerksam machen. Am Rübenkörper selbst ist das Fraßbild der Larven sichtbar. Außerdem zeigt das Blattwerk der durch Larvenfraß geschädigten Rübe eine besondere Wuchsform. Durch die Beschädigung des Rübenkörpers und der Seitenwurzeln wird die Wasserzufuhr herabgesetzt, sodaß die Blattstiele verkürzt und die Blattflächen verkleinert werden, die beide dem Boden dicht anliegen. Die Pflanze erhält so im Vergleich zu anderen Rüben des Bestandes eine abnorme Wuchsform.

Während meiner Feldkontrollen machte ich noch eine Beobachtung, die ich noch erwähnen möchte: An einer kleineren Kahlstelle eines Rübenfeldes fielen kleine kreisrunde Löcher auf, die man durchaus als Schlupflöcher der Derbrüßler deuten konnte. Tatsächlich fand ich in der Nähe dieser Löcher auch Käfer, die aber tot waren. Der beim Zerdrücken dieser Käfer sich zeigende, breiige Leibesinhalt schaltet die Vermutung aus, daß es sich hierbei um ausgetrocknete Altkäfer handeln konnte. Die Untersuchung der obersten Bodenschicht an dieser Stelle zeigte, daß ganz dicht unter der Erdoberfläche sich Puppenwiegen befanden, die teils lebende Puppen oder Jungkäfer beherbergten. Es kann angenommen werden, daß vorangegangene Regenfälle die oberste Schicht der Erde abspülten und einen Teil der Puppenwiegen freigelegt haben. Die nach dem Regen sich erhärtende Oberfläche hat es den freigelegten Jungkäfern unmöglich gemacht, sich wieder in den Boden einzugraben. Daß Auftauchen dieser Jungkäfer auf der Erdoberfläche war in diesem Falle nicht naturbedingt, sondern durch besondere Umstände zwangsläufig erfolgt.

Erst durch das Heben der Rüben wurde ein Teil der Überwinterungswiegen zerstört und die Käfer auf die Oberfläche geworfen. Sie bewegten sich auf dem Erdboden, um sich alsbald innerhalb von 24 Stunden wieder in die aufgelockerte Erde einzugraben. U. a. wurden auch Puppen und Larven zu Tage gefördert, wovon nur die letzteren imstande waren, sich wieder in die Erde einzuwühlen. Es scheint somit festzustehen, daß nur durch Bodenbearbeitung die Käfer an die Oberfläche gelangen können, daß sie aber sonst im Boden verbleiben. Aus den Bodengrabungen war zu entnehmen, daß schon Anfang August im Boden entwickelte Jungkäfer anzutreffen sind, zu einem Termin, wo wir für eine längere Zeitfolge noch mit recht hohen Temperaturen zu rechnen haben. Diese vermögen es aber auch in unserem Schadgebiet nicht, die Jungkäfer aus ihren Überwinterungswiegen hervorzulocken, während die Käfer im Frühjahr bei weit niederen Temperaturen bereits auf der Oberfläche auftauchen.

Die im Freiland getroffene Beobachtung ließ sich durch einen Laborversuch bestätigen. Es wurden Jungkäfer in ihren Erdzellen und isolierte

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Jungkäfer in Töpfen mit Erde verdeckt und der Temperatur des beheizten Labors (+18 bis 20° C) ausgesetzt. Die isolierten Jungkäfer, durch die hohe Temperatur aktiviert, erreichten die Oberfläche, während die in ihren Überwinterungswiegen sich befindenden Käfer nach einer Kontrolle von 3 bis 4 Wochen in einem Ruhezustand verblieben waren. Daraus ist zu entnehmen, daß innerhalb der Puppenwiegen Bedingungen herrschen, die den Schlafzustand des Käfers bewirken, die aber ihrerseits Temperatureinflüssen nicht unterliegen.

Nach meinen Beobachtungen ist nicht anzunehmen, daß der aus seinen Überwinterungszellen befreite und auf der Oberfläche sich bewegende Käfer zur Überwinterung die aufgelockerte Erde des abgeernteten Rübenfeldes verläßt. Ich habe Jungkäfer in Blumentöpfen mit gelockerter Erde und in andere mit festgedrückter Erde gesetzt. Die ins Freie gestellten Töpfe waren einige Tage einer Frostperiode ausgesetzt. Die Kontrolle nach 8 Tagen zeigte, daß die auf festgedrückter Erde sich befindenden Käfer nicht in der Lage waren, sich zu vergraben, während in der gelockerten Erde sich die Käfer bis zu 5 cm Tiefe eingewühlt hatten.

Der aufgestörte Jungkäfer wird vielleicht nur bei hohen Temperaturen im Oktober, wie sie im Beobachtungsjahr 1950 nicht gegeben waren, in seltenen Ausnahmen die aufgelockerte Erde des Rübenfeldes verlassen, um an anderen Plätzen zu überwintern. Die von mir in der Nähe vorjähriger Rübenfelder durchgeführten Grabungen förderten nie einen überwinternden Käfer zu Tage. Ich habe auch zwischen 2vorjährigen Rübenfeldern Grabungen vorgenommen, und auch dort keinen überwinternden Käfer angetroffen.

Hinsichtlich der Überwinterungstiefe der Käfer fanden Eckstein & Steiner die Hauptmasse in einer Bodentiefe von 20 bis 40 cm. Bei seinen systematischen Bodengrabungen stellte Steiner in 0 bis 20 cm Bodentiefe 23,5%, in 20 bis 40 cm 62,7% und in 40 bis 60 cm 13,8% der überwinternden Käfer fest. Nach Kamenskii liegen die Puppen in ihren Wiegen in einer Tiefe von 20 bis 30 cm, die gleichzeitig auch die Überwinterungstiefe der Jungkäfer ist.

In unserem Beobachtungsgebiet habe ich ebenfalls Bodengrabungen vom 7. September bis 14. September 1950 an verschiedenen Plätzen vorgenommen, deren Ergebnisse in Tabelle 6 aufgeführt sind. Im Durchschnitt befinden sich in 10 cm Tiefe 75%, in 20 cm 18%, in 30 cm 6,6% und in 40 cm 0,4% Jungkäfer, Puppen und Larven, wobei die letzteren hier einen sehr geringen Anteil ausmachen. Die Larven könnten vielleicht noch eine Lageänderung vornehmen. Auffallend ist, daß der Hauptbefraß am Rübenkörper zwischen 10 und 20 cm Tiefe liegt, aber der Hauptanteil der überwinternden Käfer in 10 cm Tiefe sich befindet. Es ist daher anzunehmen, daß die ausgewachsenen Larven zur Verpuppung nicht in die Tiefe gehen, sondern sich eher noch der Bodenoberfläche nähern. In der Tabelle 6 verdient die Grabung einer Stelle noch eine besondere Beachtung. In einer Bodentiefe von 10 cm wurden bereits 100% Käfer und Puppen

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Tabelle 6. Zahl der Larven, Puppen und Käfer in verschiedenen Bodenschichten vom 7.—14. 9. 1950. (Untersuchte Fläche ½ qm)

Bodentiefe	Nr. der Grabungsstelle I. Anzahl	%	II. Anzahl	%	III. Anzahl	%	IV. Anzahl	%	V. Anzahl	%	Durchschnitt Anzahl	%
— 10 cm	32	64	40	59,5	17	64	48	100	31	94	168	75
— 20 cm	12	24	18	27	8	32	—	—	2	6	40	18
— 30 cm	6	12	8	12	1	4	—	—	—	—	15	6,6
— 40 cm	—	—	1	1,5	—	—	—	—	—	—	1	0,4

Tabelle 7. Zahl der Puppen und Käfer in verschiedenen Bodenschichten nach der Rübenernte vom 18.—26. 10. 1950. (Untersuchte Fläche ½ qm)

Bodentiefe	Nr. der Grabungsstelle I. Anzahl	%	II. Anzahl	%	III. Anzahl	%	IV. Anzahl	%	Durchschnitt Anzahl	%
— 10 cm	22	66,7	43	78,2	36	76,6	13	76,5	114	75
— 20 cm	8	24,2	9	16,4	11	32,4	4	23,5	32	21
— 30 cm	3	9,1	3	5,4	—	—	—	—	6	4
— 40 cm	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—

gefunden. Es handelt sich hierbei um Futterrüben, die nicht so tief, wie Zuckerrüben in die Erde gehen.

In der Annahme, daß nach der Ernte ein Teil der aus seinen Überwinterungszellen befreiten Käfer sich tiefer gelegene Überwinterungsplätze wählen könnte, wurden diese Bodengrabungen in der 2. und 3. Oktoberdekade wiederholt. Aber auch hier zeigt der Durchschnitt nur eine geringfügige Abweichung (Tabelle 7). Auch die im Frühjahr bereits durchgeführten Bodengrabungen wiesen schon auf diese geringe Überwinterungstiefe hin.

Die Feststellung der auffallend niedrigen Überwinterungstiefen innerhalb unseres Schadgebietes erstreckt sich auf Grund eigener Beobachtungen über zwei Generationen. Nach einer Aussage des Pflanzenschutztechnikers Lexut, Weißenfels, bestanden auch 1948/49 ähnliche Überwinterungsverhältnisse.

Die niedrige Überwinterungstiefe ist eine nicht unwesentliche Feststellung, da sie die Prognose, auf die ich noch zurückkommen werde, beträchtlich erleichtert. Es ist allerdings der Einwand berechtigt, ob der Derbrüßler in der Vorahnung eines strengen Winters dann tiefer gelegene Überwinterungsplätze wählt, wie es von anderen, im Boden lebenden Insekten beobachtet worden ist. Den endgültigen Beweis dafür könnte natürlich nur die direkte Beobachtung während eines strengen Winters erbringen.

Das mitteldeutsche Schadgebiet ist durch mildere Winter gekennzeichnet als die unter dem Einfluß eines kontinentalen Klimas stehenden südosteuropäischen Dauerschadgebiete. Außerdem ist unser Zuckerrüben-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

boden im Schadgebiet ein schwerer, dichter, lehmhaltiger Lößboden, der ein Eindringen in tiefere Schichten sehr erschwert. Von Jablonowski, Eckstein & Steiner wird betont, daß leichtere Böden als Wohnplatz und damit auch Überwinterungsort bevorzugt werden. So sehe ich die geringe Überwinterungstiefe der Derbrüßler innerhalb unseres Schadgebietes als eine Anpassung an die hier herrschenden Klima- und Bodenverhältnisse an. Ein normaler Witterungsverlauf des Winters kann infolge der Frostresistenz den überwinternden Käfern nichts schaden. Es sei auch noch gesagt, daß der Derbrüßler nicht ohne weiteres mit denjenigen Bodeninsekten verglichen werden kann, die in Vorbereitung auf einen strengen Winter tiefere Schichten des Bodens zur Überwinterung aufsuchen, wie es von Engerlingen her bekannt ist oder von Käfern, die als Jungkäfer noch aktiv im Herbst die Oberfläche besiedeln und zur Überwinterung im Herbst, wie z.B. der Kartoffelkäfer, in den Boden eindringen.

Die Wahl des Überwinterungsplatzes wird vom Derbrüßler von der LT_4-Larve getroffen. Die Hauptmasse der Larven trifft daher diese Entscheidung schon von Juli bis Anfang August. Der Käfer in seiner Erdzelle als echter Winterschläfer ruhend, kann eine Lageänderung nicht mehr vornehmen, wie frei bewegliche überwinternde Insekten.

Übereinstimmend mit den Angaben der Literatur besteht die Behauptung zu Recht, daß bis auf seltene Ausnahmefälle das Rübenfeld der einzige Überwinterungsplatz des Derbrüßlers und daß der dort überwinternde Käfer ein echter Winterschläfer ist.

IX. Das Überliegen der Käfer

Schon Jablonowski hält ein Überliegen der Käfer für möglich. Die Härte des Bodens im Frühjahr soll nach seinen Angaben evtl. das Erscheinen der Käfer auf der Erdoberfläche verhindern können. Auch Blattny beobachtete im tschechoslowakischen Schadgebiet von 1934 zu 35 ein Überliegen der Käfer. Das trockene Jahr 1934 hatte zu einer übermäßigen Erhärtung des Bodens geführt, wodurch die Käfer nicht imstande waren, die Erde beim Schlüpfen zu durchstoßen. Auf das Unbeschädigtbleiben der Überwinterungszellen in tiefen Bodenlagen führt Kamenskii im Schadgebiet der Ukraine das 3- bis 4jährige Überliegen des Derbrüßlers zurück. Eckstein & Steiner dagegen konnten in den Zuckerrübenanbaugebieten Anatoliens ein Überliegen der Käfer nicht beobachten. Die von Steiner im Herbst auf vorjährigen Rübenfeldern durchgeführten Bodengrabungen waren ergebnislos.

Auch die von mir innerhalb vorjähriger Rübenfelder nach dem Abwandern der Käfer vorgenommenen Bodengrabungen förderten überliegende Käfer nicht zu Tage. Das Ausbleiben des Überliegens in unserem Schadgebiet könnte darauf zurückzuführen sein, daß hier die Überwinterungstiefe der Käfer so gering ist. Da die Hauptmasse der überwinternden Käfer bereits in 10 cm Tiefe liegt, wird sie schon durch die Bodenbearbeitung der Frühjahrsbestellung erfaßt und die den Schlafzustand bedingenden Erdzellen werden dabei zerstört.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

C. Epidemiologie

I. Die Heimat der Rübenderbrüßlers

Jeder Erklärungsversuch, die Kalamität des Rübenderbrüßlers 1948/49 in Mitteldeutschland auf die Einschleppung des Käfers aus den südosteuropäischen Dauerschadgebieten zurückzuführen, muß grundsätzlich abgelehnt werden. Selbst unter der Berücksichtigung des Umstandes, daß die Kalamität vom Kreis Merseburg ihren Ausgang genommen hat, kann die Ursache der Massenvermehrung nicht darauf beruhen, daß mit Gemüsesendungen aus Ungarn 1929/30 der Käfer hierhergebracht worden ist, wie es Arbeiter eines großen Industriewerkes in Merseburg beobachtet haben wollen (Härdtl). Der Derbrüßler ist seit langem ein sicherer Bestandteil der Käferfauna des Raumes, in dem er als Schädling aufgetreten und auf natürlichem Wege eingewandert ist. Den Beweis dafür liefert auch Rapp, der in dem Zeitraum von 1829 bis 1916 innerhalb des mitteldeutschen Raumes verschiedene Fundorte einzelner Sammler angibt, so z.B. im Bezirk Eisleben: Salziger See, Seeplatz bei Erdeborn, Seebecken neben dem Steinberge, Wormsleben-Rollsdorf und im Bezirk Halle: Dölauer Heide.

Meine im vorangegangenen Kapitel geschilderten Fraßversuche haben gezeigt, daß der Käfer neben den zur Familie der Chenopodiaceen gehörenden Kulturpflanzen, Zucker-, Runkelrübe, Mangold und Spinat, auch von den Wildpflanzen nur diejenigen annimmt, die zur Familie der *Chenopodiaceen* gehören. Ausnahmen bildeten nur *Polygonum aviculare* und *Stellaria media*, die aber ihrer systematischen Stellung nach den Chenopodiaceen sehr nahe stehen. Der Fraß an *Agropyrum repens* wäre noch zu prüfen. Somit besteht ein Abhängigkeitsverhältnis des in seiner Ernährungsweise als oligophag anzusehenden Derbrüßlers zu der Verbreitung und dem Vorkommen der Chenopodiaceen.

Nach Hegi gehören die meisten Arten der *Chenopodiaceen* zu den Steppen- und Wüstenbewohnern und weisen dementsprechend in ihrem Habitus xerophilen Charakter auf. Außerdem vereint diese Pflanzenfamilie einen hohen Prozentsatz von Arten, die zu den Halophyten gehören. Bezüglich der letzten Aussage sei an den Fraß des Derbrüßlers an *Salsola kali* erinnert. Die Zugehörigkeit nitrophiler Pflanzenarten zu den Chenopodiaceen ist ebenfalls ein Charakteristikum dieser Pflanzenfamilie. Auch die vom Derbrüßler als Fraßpflanze bevorzugte Zuckerrübe kann als eine nitrophile Pflanze angesehen werden, die, wie wir wissen, durch reiche Gaben an Nitratsalzen sehr gefördert wird. Die Heimatländer vieler Chenopodiaceenarten umfassen die Steppen- und Salzsteppengebiete um den Kaspischen See bis in das zentralasiatische Becken. So ist z.B. die vom Derbrüßler zum Fraß angenommene Gartenmelde *Atriplex hortense* in Zentralasien beheimatet. Es kann angenommen werden, daß der Derbrüßler den Wanderwegen der xerothermen Chenopodiaceenarten ge-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

folgt und bis in unser deutsches Schadgebiet vorgestoßen ist. Das aralo-kaspische und zentralasiatische Heimatgebiet der Chenopodiaceen findet über die südosteuropäischen-russischen Steppengebiete und die ungarische Tiefebene bis nach Böhmen und Mähren einen natürlichen Anschluß. Diese geographischen Räume umschließen die heutigen Dauerschadgebiete des Rübenderbrüßlers. Von Böhmen und Mähren aus ergeben sich für die xerothermen Pflanzen nach Walter in das Verbreitungsgebiet des Derbrüßlers zwei Einwanderungswege: 1. über die mährische Pforte nach Schlesien und 2. durch das Elbtal entlang oder richtiger über den Sattel, auf dem auch die Heerstraße nach Sachsen geht. Das zwischen Unstrut und Saale durch besondere klimatische Verhältnisse gekennzeichnete Gebiet hat den Wuchs der xerothermen Chenopodiaceen, der Fraßpflanzen des Derbrüßlers, begünstigt. Insbesondere konnten auf den Salzböden im Mansfelder Seekreis auch Arten der Salzsteppenvegetation Fuß fassen. So ist es nicht verwunderlich, daß Germar, der zum ersten Mal den Käfer beschrieben hat, ihn auf salzhaltigen Böden in der Nähe des salzigen Sees bei Eisleben gefunden hat. Rapp zählt ihn aufgrund seiner Fundorte zu den halloxenen Coleopteren, den gelegentlich auf Salzböden vorkommenden Arten.

Das deutsche Verbreitungsgebiet des Derbrüßlers entspricht nicht nur seinen Lebensbedürfnissen, sondern auch denen seiner Fraßpflanzen und beide haben sich gemeinsam (der erstere in Abhängigkeit von den letzteren) diesen Lebensraum auf natürlichem Wege erschlossen.

II. Die Begrenzungsfaktoren der Kalamität

Nach den Berichten K. R. Müllers trat 1935 der erste Schadensfall in den südwestlichen Teilen des Kreises Merseburg auf, wobei es zu einem Verlust der Rübenanbaufläche bis zu 90% kam. Bis zum Ausbruch der zweiten Kalamität 1948/49 waren keine nennenswerten Schäden zu beobachten. 1950 kam auch diese Kalamität zum Zusammenbruch und nur das kleine Gebiet im Umkreise von Blösien, Kreis Merseburg, verblieb als Seuchenherd, der 1951 zum Bekämpfungsgebiet I erklärt wurde.

Mit einem Dauerschadauftreten ist im deutschen Verbreitungsgebiet des Rübenderbrüßlers bis auf den im Kreise Merseburg verbliebenen Seuchenherd — nach den bisherigen Erfahrungen nicht zu rechnen. Naturgegebene Begrenzungsfaktoren scheinen in der Regel eine Massenvermehrung des Rübenderbrüßlers verhindern zu können. Ist die Niederhaltung einer Gradation des Rübenderbrüßlers in der Hauptsache den biologischen Begrenzungsfaktoren (z. B. Parasiten oder Feinde) oder den abiotischen Begrenzungsfaktoren (z. B. Boden oder Klima) zuzuschreiben? Uvarov mißt im allgemeinen den Parasiten als Begrenzungsfaktoren eine geringere Rolle zu. Es sind ihm eine Reihe von Fällen bekannt geworden, bei denen die Faktoren, die normalerweise eine Insektenart darniederhalten, fast völlig

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

meteorologischer Natur sind. Als Beispiel führt er die Massenvermehrung der amerikanischen Erdraupe (*Porosagrotis ortogonia Morr.*) an, die dem Einfluß der Regenmenge der Monate Mai, Juni und Juli des vorigen Jahres unterliegt. Eine Reihe trockener Jahre hat hier eine Zunahme der Wirkungen mit sehr starker Massenvermehrung zur Folge.

Mit Recht weist BREMER darauf hin, daß die Berücksichtigung des normalen Vernichtungskoeffizienten uns davor bewahrt, die Bedeutung einzelner Begrenzungsfaktoren zu überschätzen. Selbst hohe Prozentsätze in der Parasitierung sind nicht dazu angetan, sofern nicht andere Begrenzungsfaktoren mitwirken, eine Massenvermehrung wesentlich zu beeinflussen. Unter den ständigen Begrenzungsfaktoren spielt auch nach Ansicht BREMERS das Klima eine übergeordnete Rolle. Wendet man die Formel des normalen Vernichtungskoeffizienten $q = \frac{100\,(a-b)}{a}$ (a = Zahl der Eier und b = Zahl der Elterntiere) auf den Rübenderbrüßler an, so ergibt sich bei Berücksichtigung einer durchschnittlichen Eiablagezahl von 80 bis 100 Eiern/Weibchen, ein normaler Vernichtungskoeffizient von 97,5 bzw. 98%. Würden also z.B. durch Hühnereintrieb 80% der Käfer auf vorjährigen Rübenfeldern vernichtet werden, so würde dieser Begrenzungsfaktor allein genommen die Gradation in keiner Weise beeinflussen können. Klimatische Faktoren aber, die die Eiablagezahl, die Ei- und Larvenentwicklung wesentlich hemmend beeinflussen, könnten eher den Zusammenbruch der Kalamität herbeiführen. Wie die folgenden Ausführungen beweisen werden, liefert der Rübenderbrüßler innerhalb unseres Schadgebietes ein gutes Beispiel, welches mit dem von UVAROV angeführten völlig parallel läuft. Nach den allgemeinen Ausführungen BREMERS, die auf den speziellen Fall des Rübenderbrüßlers bezogen werden können, ist der Unterschied des Verhaltens dieses Schädlings in unserem Schadgebiet und dem der Dauerschadgebiete folgendermaßen zu formulieren: im deutschen Verbreitungsgebiet des Rübenderbrüßlers schließt die Variationsbreite der Klimafaktoren die Lebens- und Vermehrungsbedingungen ein. Im Massenverbreitungsgebiet, den Dauerschadgebieten des südosteuropäischen Raumes, umfaßt die Variationsbreite der Klimafaktoren die optimalen Lebens- und Vermehrungsbedingungen.

Entsprechend den bisherigen Angaben setzen wir die klimatischen Begrenzungsfaktoren ihrer Bedeutung wegen an die erste Stelle.

a) Die klimatischen Begrenzungsfaktoren

Der Niederschlagsfaktor

ECKSTEIN beobachtete im anatolischen Rübenanbaugebiet, daß, je größer der Niederschlag in den Monaten April und Mai ist, um so geringer der Schaden ist, der durch den Derbrüßler verursacht wird. Durch die Niederschläge wird der Fraß der Käfer, der nach der Beobachtung des Autors nur bei sonnigem und trockenem Wetter stattfindet, unterbunden. Außerdem wird durch die erhöhten Niederschläge das Wachstum der

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Rüben gefördert, die damit schnell über das so gefährdete Zweikeimblattstadium hinauswachsen. Wichtig ist, daß ECKSTEIN aber auch den vermehrten Niederschlägen im Monat April-Mai einen Einfluß auf die Massenvermehrung der Käfer des nächsten Jahres zuschreibt. So kann nach seiner Ansicht die Ernährung mit älteren Rübenpflanzen oder die länger andauernde Hungerperiode die Eiablageproduktion beeinflussen. ECKSTEIN kommt zum Schluß seiner Ausführungen über die Epidemiologie des Rübenderbrüßlers zu folgender Formulierung: „So gewinnt die Niederschlagssumme der Monate April, Mai für die einzelnen Anbaugegenden der Zuckerrüben besondere Bedeutung, und man kann aus ihr einen gewissen Schluß auf die Gefährdung eines Gebietes für *Bothynoderes punctiventris* ziehen, was besonders dort von erheblicher Bedeutung ist, wo mit dem Zuckerrübenbau erst begonnen werden soll, wie es in der Türkei in den letzten Jahren der Fall war".

Zur Epidemiologie ECKSTEINS nimmt STEINER insbesondere gegenüber der Behauptung, daß die Niederschlagsmengen einen Einfluß auf die Massenvermehrung ausüben, kritisch Stellung. Zum Beweis führt er an, daß das Sammelergebnis der Käfer innerhalb eines gleichen Bezirkes trotz unterschiedlicher Niederschlagsmengen im April-Mai (1934 = 83 mm, 1935 = 32 mm) gleich war. Man müßte sich seiner Meinung nach mehr von dem Gedanken an ein variables Schadbild als an eine Massenvermehrung leiten lassen. Beträgt nach STEINER die Niederschlagsmenge bei günstiger Verteilung insgesamt etwa 80 mm, so wird größerer Käferschaden verhindert, dadurch, daß die Rüben über das gefährdete Stadium, das Keimblattstadium, hinausgewachsen sind.

KAMENSKII & MENDE betonen, daß in Jahren mit reichlichen Niederschlägen im Monat Mai und Juni eine Kalamität nicht ausbrechen kann, da die damit verbundenen niederen Temperaturen und die Feuchtigkeit schädlich für die Reifung der Käfer und die Entwicklung der jungen Larven sind.

EICHLER & SCHRÖDER sehen besonders die Niederschlagsmengen in den Monaten Juni und Juli als entscheidend an, den Massenwechsel des *Bothynoderes punctiventris* zu beeinflussen, dem Monat Juni geben sie den Vorrang.

Nach SCHRÖDER besteht eine statistisch gesicherte Korrelation zwischen den Niederschlägen des Monats Juni 1947 und dem Befall 1948 innerhalb der einzelnen Landkreise. (An Zahlen wurden dabei berücksichtigt: die befallene Fläche in % der Anbaufläche und die mittleren Monatssummen innerhalb der einzelnen Landkreise.) Für die Monate Mai und Juli 1947 bestand diese Korrelation nicht.

Der Witterungsablauf, insbesondere die Niederschlagsverhältnisse von März bis Anfang Mai haben auf die Populationsdichte keinen Einfluß, denn während dieser Zeit findet das Erscheinen der Käfer auf dem vorjährigen Rübenfeld, die Abwanderung und der Beginn des Fraßes statt. Eine niederschlagsreiche Witterung zu dieser Zeit kann nur die soeben genannten Faktoren verzögern und die gefährdeten Rüben in ihrem Wachstum fördern. In die Monate Mai und Juni fallen dagegen die für die Entwicklung des Rübenderbrüßlers recht wesentlichen biologischen Geschehnisse: Reifung, Kopulation, Eiablage, Eientwicklung und Eilarvenentwicklung. Labor- und Freilanduntersuchungen haben im biologischen Teil gezeigt, wie der Feuchtigkeitsfaktor hier immer wieder einen stark hemmenden Einfluß ausübt. Der Monat Juli scheint in dieser Hinsicht nicht mehr so ausschlaggebend zu sein, da zu einem hohen Prozentsatz die Larven sich im 3. und 4. Stadium befinden, in welchem sie gegen ungünstige Bedingungen, wie auch von KAMENSKII & MENDE festgestellt wurde, nicht mehr so empfindlich sind. So kann ich mich aufgrund meiner Untersuchungen

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

der Ansicht Kamenskiis & Mendes anschließen, die die Höhe der Niederschlagsmengen in den Monaten Mai und Juni als Hauptbegrenzungsfaktor für den Massenwechsel von *Bothynoderes punctiventris Germ.* besonders ausschlaggebend bewerten.

Wie verhielten sich nun die Niederschlagsmengen innerhalb dieser beiden entscheidenden Monate in dem Ertragsjahr 1947, das für das Schad-

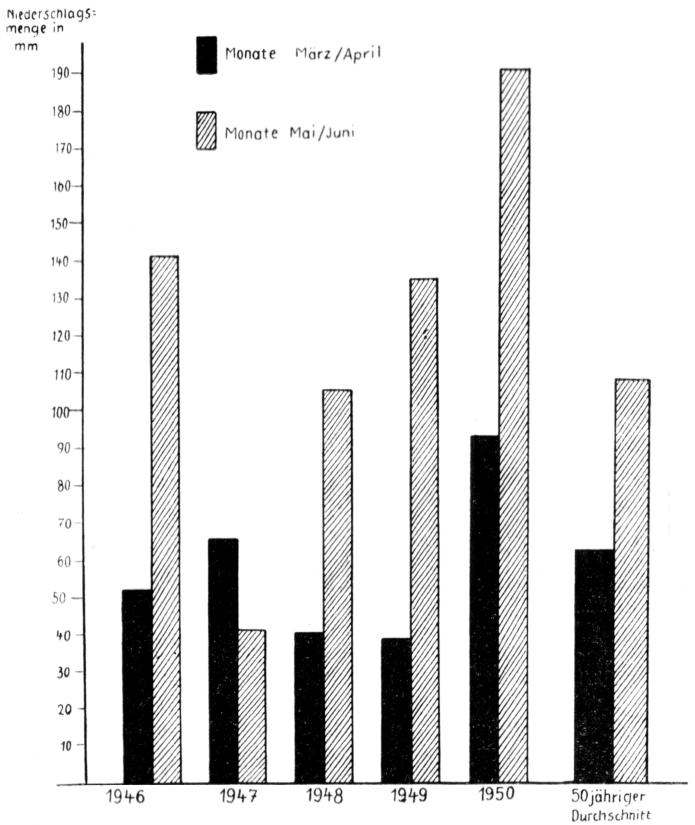


Fig. 8. Monatsniederschlagsmengen der Monate März/April und Mai/Juni von 1946 bis 1950 und einem 50jährigen Durchschnitt 1900—1949 (Klimastation Leuna, Kr. Merseburg)

auftreten 1948 die Grundlage schuf? (Im folgenden kommen die Daten aus der Klimastation der Leunawerke, die unserem Beobachtungsgebiet am nächsten lag, zur Darstellung. Diese Daten sind mir von Herrn Hölscher in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt worden. Für die langjährigen Durchschnittswerte sind die Zahlen der meteorologischen Station der Universität Halle mit zu Hilfe genommen worden.) Die graphische Darstellung der Niederschlagsmengen der Monate März/April

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

und der Monate Mai/Juni lassen die extrem niedrigen Niederschlagsmengen des Jahres 1947 deutlich sichtbar werden (Fig. 8). Diese (Mai und Juni) schufen die Grundlage für das Massenauftreten im Jahre 1948. Die unter dem Durchschnitt liegenden Niederschlagsmengen der Monate März/April 1948 beschleunigten den Bodenschlupf der Käfer und hemmten den Wuchs der gefährdeten Rübensaat. Die Niederschlagsmenge Mai/Juni 1948 entsprach ungefähr dem 50jährigen Durchschnitt. Die folgende graphische Darstellung (Fig. 9), die die Dekaden-Niederschlagsmengen der Monate Mai/Juni von 1946 bis 1950 veranschaulicht, zeigt, daß besonders die letzte Dekade des Monats Juni 1948 einen hohen Wert aufwies, während die vorangegangenen Dekaden in ihren Niederschlagsmengen weit unter dem Durchschnitt lagen. Diese für die bedeutsamen biologischen Phasen sich günstig auswirkende Niederschlagsverteilung im Monat Juni hat einen völligen Zusammenbruch der Kalamität 1949 noch nicht bewirken können.

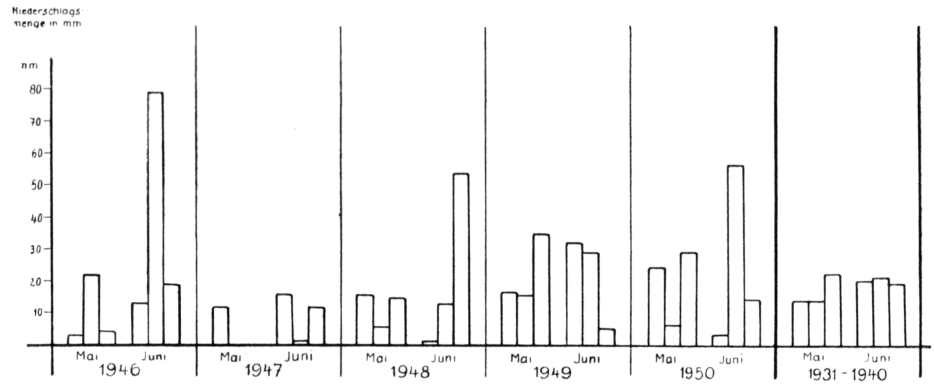


Fig. 9. Dekadenniederschlagsmengen der Monate Mai und Juni von 1946—1950 und einem 10jährigen Durchschnitt 1931—1940 (Klimastation Leuna, Kr. Merseburg)

Durch die weit unter dem Durchschnitt liegenden Niederschlagsmengen der Monate März/April 1949 wurde das Schadbild wesentlich begünstigt. Die überdurchschnittliche Niederschlagsmenge in den ersten beiden Junidekaden des Jahres 1949 verursachte den Zusammenbruch der Kalamität im Jahre 1950, wie er sich mir im Beobachtungsgebiet Pörsten, Kreis Weißenfels, darbot.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß die Niederschlagsmengen der Klimastation Leuna des Jahres 1947 mit 355 mm und des Jahres 1949 mit 365 mm erheblich unter dem 50jährigen Durchschnitt von 494 mm liegen. Aber das Jahr 1949 liegt mit seinen Niederschlagsmengen in den entscheidenden Monaten Mai und Juni über dem Durchschnitt und zwar insbesondere in der 3. Dekade des Monats Mai und in der 1. und 2. Dekade des Monats Juni. Diese letzte Tatsache beweist, daß für eine evtl. Prognosestellung die Niederschlagsmengen auf das ganze Jahr bezogen, belanglos sind, sondern daß es allein auf die Verteilung der

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Niederschlagsmengen innerhalb der einzelnen Dekaden der Monate Mai und Juni ankommt, in denen sich die wesentlichen Entwicklungsprozesse des Rübenderbrüßlers vollziehen.

Der Temperaturfaktor

Eckstein & Steiner weisen gemeinsam auf die erstaunliche Eurythermie hin, die diesen Schädling auszeichnet. So zitiert Steiner & Pospielov, der von dem Vorkommen des *Bothynoderes punctiventris* in Südsibirien (Daurien und Transbaikalien) berichtet. Die Jahresmitteltemperatur beträgt hier (Barnaul) —2,05° C. Damit ist nach Steiner das Vorkommen von *Bothynoderes punctiventris* bei mittleren Jahrestemperaturen von +13,9° C (Edirne) und —2,05° C (Barnaul) möglich. Nach Eckstein kann die Wärme nicht ein ausschlaggebendes Moment für die Massenvermehrung sein.

Die Eurythermie des Käfers resultiert aus der Frostresistenz, die den überwinternden Jungkäfern eigentümlich ist. Zur Bestätigung führe ich folgende von mir gemachte Beobachtungen an: Von 150 frei auf der Oberfläche sich befindenden Käfern überstanden 44 Frosttemperaturen bis —15° C. Die Käfer befanden sich vom 18. 10. 50 bis 30. 1. 51 in einem ungeheizten Gewächshaus. Von 33 sich nur wenige Zentimeter eingegrabenen Käfern waren unter den gleichen Bedingungen nur 5 gestorben. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß es sich um Käfer handelte, die aus ihren natürlichen Überwinterungslagern, den Erdzellen, befreit und mehrere Tage vor Ansatz des Versuches warmen Labortemperaturen bis +20° C ausgesetzt waren. Die dadurch bereits verursachte Aktivität der Käfer hatte also sicher andere stoffwechselphysiologische Verhältnisse geschaffen, als bei den Käfern, die ungestört in ihrem Winterschlaf in den Überwinterungswiegen verharren.

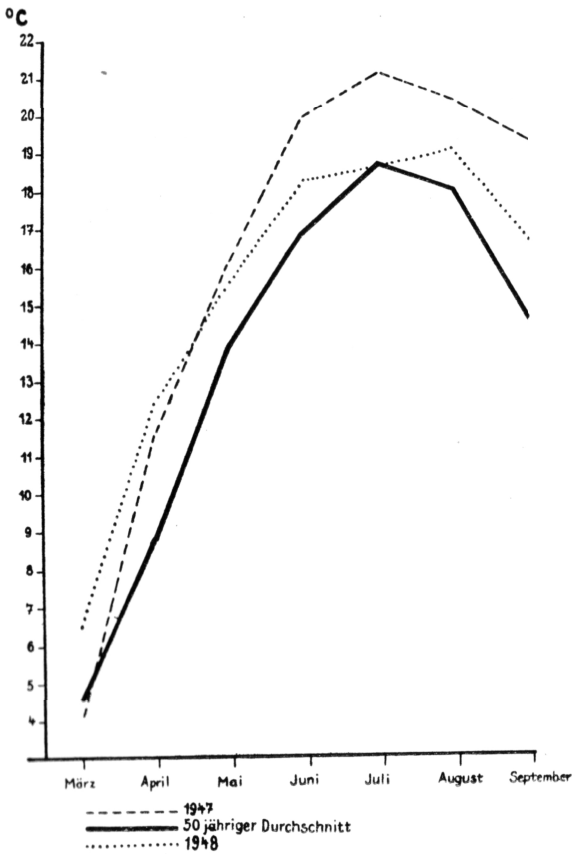


Fig. 10. Monatsdurchschnittstemperaturen der Monate März bis September in den Jahren 1947 u. 1948 und einem 50jährigen Durchschnitt (1900—1949). (Klimastation Leuna, Kr. Merseburg.)

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Im gleichen Maße, wie die Jahresniederschlagsmengen für das Zustandekommen einer Massenvermehrung belanglos sind, sind auch die Jahresmitteltemperaturen bedeutungslos. Für die Zeit der Eiablage üben aber hohe Temperaturen durchaus einen wesentlichen Einfluß aus. Ich erinnere an die Feststellungen von Steiner und von Kamenskii & Mende. Auch bei den von mir in Gefangenschaft gehaltenen Weibchen hat sich gezeigt, daß mit höheren Temperaturen die Eizahl sich um ein Vielfaches steigert. Außerdem wird die Ei- und die Eilarvenentwicklung verkürzt, wobei die letzteren über das anfälligste Stadium schnell hinwegkommen.

In den Temperaturen zeigt das Jahr 1947 ebenfalls besondere extreme Werte. So wurde z. B. im Juni 1947 seit 100 Jahren das höchste Temperaturmaximum der Luft von +35,6° C gemessen. Der Monat Juni wies 9 Tropentage (Max. +30° C und darüber), während der 70jährige Durchschnitt nur auf 1,4 Tropentage kommt. An Sommertagen (Max. +25° C und darüber) erreichte der Monat Juni 15 Tage, während der 70jährige Durchschnitt nur auf 8 Tage kommt. Seit langer Zeit ist ebenfalls nicht eine so langanhaltende Sommertagsperiode von 10 Tagen (7. bis 6. Juni) im Juni festzustellen gewesen. Zur weiteren Charakterisierung der extremen Temperaturverhältnisse des Jahres 1947 verweise ich auf Fig. 10, die die Monatsdurchschnittstemperaturen zur Darstellung bringt.

Der Sonnenscheinfaktor

Kamenskii & Mende weisen auf den stimulierenden Einfluß der direkten Sonnenbestrahlung hin. Eichler beobachtete, daß die Käfer nur an den besonnten Teil der im Pikierkasten bezogenen Rübenpflänzchen zum Fraß übergingen. Auf den nur bei sonnigem Wetter stattfindenden Fraß weist auch Eckslein hin.

Von mir aus möchte ich hinzufügen, daß, wie schon erwähnt, der Käfer nur bei sonnigem Wetter innerhalb eines bestimmten Temperaturbereiches zum Flug übergeht. Als typischen Bewohner der offenen Steppenlandschaft sollte der lebensfördernde Einfluß des Sonnenlichtes auf den Derbrüßler nicht verwundern.

Die Sonnenscheinstunden betrugen in den Monaten Mai/Juni 1946 = 446 Stunden, 1947 = 571 Stunden, 1948 = 553 Stunden, 1949 = 423 Stunden und der 50jährige Durchschnitt beläuft sich auf 481 Stunden.

Das Zusammenspiel der drei behandelten klimatischen Faktoren ist als Ursache des Massenwechsels des Derbrüßlers im Jahre 1948 zu werten, wobei dem Niederschlagsfaktor sicher die überwiegende Bedeutung beizumessen ist.

Der Bodenfaktor und der 1950 verbliebene Seuchenherd

Nach Jablonowski zeigt sich auf verschiedenen Feldern ein wesentlicher Befallsunterschied, der von ihm auf eine verschiedene Bodenbeschaffenheit zurückgeführt wird. So werden nach seiner Ansicht stark gebundene Schwarzerdeböden von Schädlingen gemieden, da sie für die Entwicklung der Käfer nicht so gut geeignet sind. Sandige,

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

lockere und daher wärmere Böden werden wesentlich bevorzugt, die allerdings in Nähe von Flußufern infolge erhöhter Bodenfeuchtigkeit ebenfalls käferfrei bleiben. Soweit es sich um örtliche Unterschiede innerhalb eines Verbreitungsgebietes handelt, hält Eckstein die Beobachtung von Jablonowski für berechtigt. In seiner anschließenden Betrachtung zur Epidemiologie betont auch Steiner, daß die Bodenart und deren Wasseraufnahmevermögen in bezug auf ein vermehrtes Käferauftreten neben dem Klima von Bedeutung ist.

Wie schon an anderer Stelle erwähnt worden ist, war im Schadgebiet Sachsen-Anhalts 1950 ein Seuchenherd verblieben. Aufgrund von Bodengrabungen im Herbst 1950 habe ich hier noch Verseuchungsgrade von 100 bis 140 Käfer/qm feststellen können. Es ist kaum anzunehmen, daß dieses Gebiet unter wesentlich anderen klimatischen Verhältnissen gestanden hat, als diejenigen Orte, wo sich der Zusammenbruch der Kalamität vollzogen hatte. Auch die Bodenart und die Bodenstruktur zeigt keine beachtenswerten Unterschiede. Jedoch ist der am Rande des Geiseltales verbliebene Seuchenherd durch einen besonderen Umstand charakterisiert. Die vielen Braunkohlengruben haben in diesem Gebiet den Grundwasserspiegel wesentlich gesenkt oder fast völlig zum Versiegen gebracht. Daraus ergeben sich hinsichtlich der Bodenfeuchtigkeit andere Verhältnisse gegenüber anderen Gebieten. Sollte dieser Seuchenherd für die kommenden Jahre erhalten bleiben, so wäre ein genaues Studium der hier herrschenden ökologischen Faktoren erforderlich. Ebenso bliebe die Frage zu klären, in welchem Umfange ein Seuchenherd unter ähnlichen klimatischen Verhältnissen, wie sie 1947 gegeben waren, im folgenden Jahre die Nachbargebiete durch abwandernde Käfer gefährden könnte. Dazu möchte ich eine Beobachtung von Rübenanbauern des Pörstener Gebietes erwähnen. Von Pörsten in nordwestlicher Richtung liegt jenseits der Saale Reichardtswerben im Kreise Merseburg.

Hier war 1948 ein starker Befall zu verzeichnen, während Pörsten selbst nur eine geringe Käferdichte aufwies. In der Zeit um Himmelsfahrt 1948 wurde das Wandern größerer Käfermengen über die Reichsautobahn und das Einfallen dieser Käfer in die Pörstener Feldflur beobachtet. Damit deckt sich auch der schon auf S. 265 erwähnte Käferflug, der am Himmelfahrtstage 1948 über die Saale stattfand.

b) Die biologischen Begrenzungsfaktoren

Die tierischen Feinde

In der Reihenfolge der einzelnen Tierklassen werden im Schrifttum die verschiedensten Feinde des Derbrüßlers aufgezählt. An käfervertilgenden Säugetieren hat Steiner im anatolischen Anbaugebiet in den Fanggruben die Spitzmausarten *Croccidura russula* und *Payura etrusca* angetroffen. Ferner beobachtete er gelegentlich in den Fanggräben die Zwerghamster *Mesocricetus Brandti* und *Cricetulus phaeus* und die Igelart *Erinaceus romanicus*.

Krähen und Stare werden unter den Vogelarten von Vostikov im Schadgebiet der UdSSR als Feinde des Derbrüßlers erwähnt. Blattny gibt in der Slowakei neben Krähen und Truthühnern noch Möven (Marchfluß) als Käfervertilger an. Den Käferfraß

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

der Krähen lehnt Eckstein ab und Jablonowski hält ihn für unbedeutend. Im Kreise Weißenfels, so berichtet Eichler, soll man im Kropf eines toten Fasans über 100 Käfer gefunden haben. Im Merkblatt des Pflanzenschutzamtes Halle zählt K. R. Müller Krähen, Stare, Haubenlerchen und Steinschmätzer als Derbrüßlerfeinde auf. Allkseev & Shschepepil'nikova kamen zu der Feststellung, daß durch Hühner auf verschiedenen Feldern eine 90 bis 100%ige Bereinigung an Käfern erzielt worden ist. Im Kapitel Bekämpfung werde ich darauf noch zurückkommen. Nach Greis wird der Derbrüßler von Vögeln nicht gefressen. Hier scheint ein Irrtum vorzuliegen. In der Ukraine beobachtete Efimenko, daß die Fanggräben und Gruben der Zuckerrübenfelder durch die von Kröten und Eidechsen angelegten Nisthöhlen Beschädigungen erleiden können. Bei Untersuchungen des Verdauungstractus dieser Tiere fand er neben Drahtwürmern und Laufkäfern auch Derbrüßler und Spitzsteißrüßler. Der Autor empfiehlt daher die Arten *Lacerta agilis*, *Pelobates fuscus* und *Bufo viridis* zu sammeln und sie Mitte Juni auf das befallene Feld auszusetzen. In den Fanggräben wird der Derbrüßler weniger von den eben genannten Tieren angegriffen.

Von den Insekten greifen verschiedene Käferarten den Derbrüßler an. So nennt Steiner die Laufkäferarten *Zabrus plapoides Kr.* und *Carabus graecus morio Mannh.* und weiterhin stellen nach seinen Beobachtungen die Larven des *Hister fimetarius Herbst* den Larven des Derbrüßlers nach und verzehren auch seine Eier. Zu dem häufig im Schrifttum genannten *Hister fimetarius* werden von Eichler noch 2 Arten dieser Gattung erwähnt, nämlich *Hister bipustulatus Schrk.* und *Hister notatus Scriba.* Nach Durchsicht des Schrifttums der UdSSR zählt Eichler noch weitere Käferarten auf, die als Feinde des Derbrüßlers zu rechnen sind. Es gehören dazu: *Poecilus cupreus* L., *Pterostichus melas Creutz.*, *Amara apricaria Payk.*, *Ophonus pubescens Müll.*, *O. griseus Panz.*, *O. calceatus Dutt.* und *Harpalus psittaceus Foure.*

Über die tierischen Feinde im mitteldeutschen Schadgebiet im Beobachtungsjahr 1950 kam ich zu folgenden Feststellungen: Unter den insektenfressenden Säugetieren ist von mir in einer Fanggrube die Spitzmaus *Croccidura russula* gefangen worden, die sich im Labor noch einen Tag mit Derbrüßlerkäfern füttern ließ. Während meiner Beobachtungen wurde ein Igel im Graben niemals gesichtet.

Von seiten der Landbevölkerung ist mir gegenüber einmütig betont worden, daß das Überhandnehmen des Derbrüßlers auf den Rückgang des früher in ihrer Feldflur sonst so reichen Wildbestandes an Fasanen und Rebhühnern zurückzuführen sei. Der Derbrüßlerfraß bei den Wildhühnerarten ist evtl. anzunehmen, aber das klimatisch bedingte Massenauftreten 1948 war damit nicht zu verhindern. Doch können anscheinend beim Zusammenbruch einer Kalamität verbleibende Herde durch Vogelfraß gelöscht werden. In unserem, mehrere Feldfluren verschiedener Gemeinden umschließenden Beobachtungsgebiet trat im Frühjahr 1950 nur noch ein besonders stark verseuchtes Feld in Erscheinung. Es herrschte hier eine Befallsdichte von 20 bis 40 Käfer/qm. Schon vor, aber auch nach der Bearbeitung des Feldes fiel ein Krähenschwarm dort ein. An vielen Stellen war der Boden vom Schnabel der Krähen aufgewühlt und die Oberfläche des Feldes war dicht mit weißen Vogelexkrementen bedeckt. Die weißen, harnsäurereichen Exkremente lassen auf eine eiweißreiche Kost schließen. Der Bauer berichtete auch, wie die Krähen seinem Pfluge folgten, um die aufgeworfenen Käfer zu fressen. Die bei der Kontrolle der Fanggräben

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

dieses Feldes angetroffene Käferzahl stand zum Verseuchungsgrad in gar keinem Verhältnis. Der Krähenfraß hatte diesen Herd gelöscht. Im Jahr 1951 bestätigte sich diese Beobachtung und zu den Krähen gesellten sich als Tischgenossen noch Stare. Während die Krähen den ganzen Käfer verschlingen, hacken die Stare den Käfern Kopf und Brustschild ab, wobei sie die Eingeweide mit herausziehen und die leeren Hinterleiber mit Flügeldecken auf dem Felde zurücklassen. In den Fanggräben fand ich in der Nähe von vielen einzelnen Flügeldecken des Derbrüßlers Exkremente kleinerer Vögel.

Der im gesamten Schrifttum erwähnte *Hister fimetarius Herbst* als Derbrüßlerfeind trat auch in unserem Schadgebiet häufig auf. Er ergreift den Derbrüßler von hinten und schiebt sich mit seinem platten Körper unter die Flügeldecken, um dorsalwärts die Weichteile des Abdomens zu verzehren. *Poecillus cupreus L.* wurde auch von mir als Derbrüßlerfeind erkannt. *Silpha obscura L.* und *Pterostichus punctulatus Schall.* werden in der Literatur bisher noch nicht genannt. Den Fraß von beiden an *Bothynoderes punctiventris* habe ich in den Fanggräben und im Labor beobachtet[1]).

Die tierischen Parasiten

Während des Massenauftretens 1948 konnte von Schmidt die Imaginalparasitierung durch die Fliege *Rondania cuculata R.-D.* festgestellt werden. Allerdings lag die Parasitierung unter 1%. Im Beobachtungsjahr 1950 wurde dieser Befall von mir an Käfern nicht bemerkt.

Beachtenswert ist im Schrifttum der UdSSR der Hinweis von Telenga auf einen zu den Schlupfwespen gehörigen Eiparasiten *Xenocrepis (Caenocrepis) bothynoderis Grom.* Die bisher üblichen, bei der Bekämpfung des Derbrüßlers sich als günstig erwiesenen Kulturmaßnahmen wirken sich auf die Entwicklung dieses Eiparasiten hemmend aus. Der Ausbruch einer Massenvermehrung des Derbrüßlers kann nach Ansicht dieses Autors auf die zu geringe Populationsdichte dieses Eiparasiten zurückzuführen sein. Telenga stellt fest, daß entgegen jeder Regel ein vorjähriges Rübenfeld, welches im folgenden Jahr auch wieder mit Rüben bestellt worden war, im Vergleich zu anderen Rübenfeldern mit anderer Vorfrucht den geringsten Derbrüßlerbefall hatte. Er glaubt, diese Tatsache auf die Gegenwart des Parasiten während der Haupteiablage des Derbrüßlers zurückführen zu können.

Mit Ausnahme des von Telenga geschilderten Falles können insgesamt die tierischen Feinde des Derbrüßlers nach dem Urteil vieler Autoren eine Massenvermehrung, die durch klimatisch sehr begünstigende Faktoren ausgelöst wird, nicht verhindern.

Bakterien- und Pilzkrankheiten

Von Jablonowski werden eine Reihe von bakteriellen Erkrankungen angegeben, denen die Larven und Eier zum Opfer fallen können. So die an Larven verursachte Schlaffsucht durch *Streptococcus pastorianus* und *Micrococcus bombycis*. Ferner führt

[1]) Herrn Prof. Dr. Sachtleben danke ich herzlich für die Bestimmung von *Pterostichus punctulatus Schall.* und *Poecilus cupreus L.*

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

er noch andere Mikroben an, wie *Oospora destructrix*, *Sporotrichum globuliferum* und *Sorosporells agrotidis*.

Die durch den Pilz *Metarrhizium anisopliae* verursachte Infektion an Larven im Monat Juli bis August betrug im Schadgebiet der UdSSR nach Pospielov in sauren, schwereren Böden 50%, dagegen in sandigen Böden nur 13%, während in der letzten Bodenart die durch den Pilz *Tarichium uvella* verursachte Infektion 45% betrug. Für *M. anisopliae* hat Pospielov die optimalen Lebensbedingungen ermittelt. Sie liegen bei einer Temperatur von +22 bis +28° C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100% und einem Medium mit dem p_H von 6,2 bis 4,8. Bei +16° C wird die Entwicklung sehr verlangsamt und sie hört unter +10° C auf.

Im anatolischen Zuckerrübenanbaugebiet ist nach Steiner & Eckstein die Verpilzung infolge der dort vorherrschenden trockenen Sommermonate sehr gering.

Inwieweit in unserem Schadgebiet die Verpilzung eine Verseuchung des Bodens mit Jungkäfern wesentlich einschränken kann, bedarf noch Beobachtungen in Jahren, in denen durch überdurchschnittliche Regenmengen während der Monate Juli bis September eine höhere Bodenfeuchtigkeit herrscht. Für die Monate August/September mit Ausnahme des Monats August 1948 lagen die Niederschlagswerte in den Jahren 1946 bis 1950 unter dem 50jährigen Durchschnitt.

Von den seit dem 1. August 1950 durch Bodengrabungen zu Tage geförderten Larven, Puppen und Jungkäfern waren von 1415 Individuen 11,6% verpilzt. Im Maximum betrug bei einer Bodengrabung die Verpilzung 35,6%. In den Monaten August/September ist als anfälligstes Stadium die verpilzte Puppe zahlenmäßig am häufigsten vertreten gewesen. Während unserer Grabungen im Frühjahr habe ich unter den 44 aufgefundenen Käfern nicht einen verpilzten angetroffen.

III. Die Prognose

Die Kalamitäten des Derbrüßlers in den Jahren 1935 und insbesondere die der Jahre 1948/49 haben, wie in der Einleitung bereits erwähnt, die mahnenden Worte, die Eisbein 1926 zum Ausdruck brachte, zur Wahrheit werden lassen. Eisbein hielt es damals für durchaus möglich, daß der in den südosteuropäischen Zuckerrübenanbaugebieten so gefürchtete Schädling *Bothynoderes punctiventris Germ.* auch eines Tages unseren Rübenanbau gefährden könnte, und empfahl, sich mit diesem Schädling und seiner Bekämpfung vertraut zu machen, um bei einem evtl. Auftreten entsprechend gerüstet zu sein.

Dieses Gerüstetsein ist ein Erfordernis, das für den schlagartigen Einsatz aller erfolgversprechenden Bekämpfungsmaßnahmen die Voraussetzung bildet. Ist nun durch eine Prognose die Möglichkeit gegeben, diesem Erfordernis gerecht zu werden? Im Hinblick auf die Prognose fordert Hase für die wichtigsten Großschädlinge der Landwirtschaft die Unterscheidung einer Vorprognose und einer Endprognose. Die Vorprognose soll mit ihren Meldungen und Beobachtungen bis Mitte Dezember vorliegen, um die Übersicht zu gewinnen, wo im kommenden Jahre mit einem starken

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Auftreten der Großschädlinge gerechnet werden kann. Die Endprognose, die bei Frühjahrsbeginn gestellt werden soll, gibt endgültig Aufschluß darüber, wo starkes Auftreten eines Schädlings Bekämpfungsmaßnahmen notwendig machen wird.

Die genaue Beobachtung des Witterungsablaufes des Frühjahrs, insbesondere der Monat Mai und Juni im Verbreitungsgebiet des Rübenderbrüßlers geben einen Anhaltspunkt für die Vorprognose. Die Bodenuntersuchungen auf den abgeernteten Rübenfeldern bis Anfang März nächsten Jahres gestatten die Aufstellung einer Endprognose.

Die Bodenuntersuchungen können im Hinblick auf meine Ergebnisse zur Überwinterung der Jungkäfer innerhalb unseres Schadgebietes eine Vereinfachung erfahren. Wie bereits hervorgehoben wurde, liegt die Hauptmasse der überwinternden Käfer (75%) in 10 cm Tiefe und der Überwinterungsplatz ist ausschließlich das vorjährige Rübenfeld.

¼ qm bis zu 10 cm Tiefe genauestens untersucht nimmt für 2 Mann einen Zeitraum von 10 Minuten in Anspruch. 20 Proben dieser Art gleichmäßig über einen Morgen eines Feldes verteilt, ermöglichen mit ziemlicher Sicherheit den Verseuchungsgrad eines Feldes zu beurteilen. Diese Kontrolle würde einen halben Arbeitstag beanspruchen. Diese Tätigkeit wäre z. B. eine Aufgabe für den Pflanzenschutzwart einer Gemeinde, der jeweils von dem Besitzer des zu untersuchenden Feldes eine zusätzliche Hilfskraft anfordert. Von der Rübenernte bis zum März des folgenden Jahres könnte je nach dem Wetter ein gewisser Prozentsatz der Rübenanbaufläche einer Gemeinde untersucht werden. In die Kontrolle müssen bevorzugt alle diejenigen Rübenfelder einbezogen werden, die sich durch starken Befall auszeichneten.

Es erhebt sich hieran anschließend die Frage, welcher Verseuchungsgrad als kritisch zu beurteilen ist? Nach den Untersuchungen von Eckstein, Steiner & Eichler beträgt die kritische Befallszahl an aufgelaufener Rübensaat 2 bis 3 Käfer/qm. Eine so geringe Populationsdichte, die schon zum Totalschaden führen kann, ist ein besonderes Charakteristikum des Derbrüßlers. Als weiteres erschwerendes Moment kommt evtl. noch hinzu, daß der Käfer auch durch einen Fraß an der gekeimten Rübensaat einen Schaden anrichten kann. Würde sich ein Verseuchungsgrad des Bodens auf Grund der Bodenuntersuchungen von durchschnittlich 2 bis 3 Käfer/qm ergeben, so wäre damit unter der Voraussetzung, daß diese Käfer auch das diesjährige Rübenfeld erreichen, der kritische Punkt gegeben. In unserem Beobachtungsgebiet hatten wir im Frühjahr 1950 28 qm z. T. noch bis auf 45 cm Tiefe durchsucht und fanden dabei 28 Käfer, also 1 Käfer/qm. Dabei fanden die Grabungen auf denjenigen Feldern statt, die im Vorjahr auf Grund ihrer Befallsdichte einen beträchtlichen Schaden erlitten hatten. Im Verlauf der weiteren Beobachtungen stellte sich im Schadgebiet der Zusammenbruch der Kalamität ein. Die Beantwortung der Frage, ob bei Feststellung eines Verseuchungsgrades von 1 Käfer/qm selbst auch auf

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

breiterer Grundlage sich jedesmal der Zusammenbruch einer Kalamität andeutet, möchte ich noch offen lassen. K. R. Müller hält den Verseuchungsgrad von 1 Käfer/qm für ausreichend, vorbeugende Bekämpfungsmaßnahmen zu erstellen.

D. Bekämpfung

I. Kulturmaßnahmen

Eine wesentliche Herabsetzung des Käferschadens durch Kulturmaßnahmen ist im allgemeinen nicht zu erwarten. In der Erstellung des Anbauplanes für ein kommendes Vegetationsjahr ergibt sich zunächst die Forderung nach Fruchtwechsel und Vermeidung unmittelbarer Nachbarschaft, da die Käfer, wie festgestellt, ausschließlich auf dem vorjährigen Rübenfeld überwintern. Die nächste Frage, die in diesem Zusammenhang zu erörtern ist, ist die nach dem Aussaattermin.

Nach Eckstein erscheint der Käfer alljährlich gleichzeitig mit den auflaufenden Rüben, in der Türkei meistens Anfang April. Ausnahmsweise beobachtete er den Käfer auch früher. Im allgemeinen kann nach Ansicht des Verfassers weder Früh- noch Spätsaat zur Herabsetzung des Schadens durch den Derbrüßler empfohlen werden, da beide von den örtlichen klimatischen Verhältnissen abhängen. Im Gegensatz dazu steht die Ansicht von Negrash. So zeigten Rübenfelder im Süden der UdSSR, die zwischen dem 1. und 15. Mai bestellt wurden, einen stärkeren Befall, als diejenigen Felder, die entweder vor oder nach diesem Zeitraum zur Aussaat kamen. Das gleichzeitige Zusammentreffen des Auflaufens der zwischen dem 1. und 15. Mai gedrillten Saat mit dem Massenerscheinen der Käfer wird von Negrash als Erklärung angeführt.

Ob frühe oder späte Aussaat der Rüben den Schaden herabsetzen kann, hängt in unserem Schadgebiet ebenfalls von dem Witterungsverlauf eines Jahres ab, der leider nicht vorauszusehen ist. Wenn mir von den Bauern berichtet worden ist, daß spät gedrillte Felder vor Schaden bewahrt blieben, dann nur deswegen, weil in der übrigen Feldflur bereits früh aufgelaufene Rübensaat vorhanden war, die die Käfer anlockte. Ist aber generell der Aussaattermin über größere Räume hinausgezögert worden, so wird der Käfer, wie die Hungerversuche es zeigten, auf die auflaufende Saat ohne Schaden warten können. Spätsaat bedeutet also keinen Schutz und führt gleichzeitig zu Ertragsdepressionen. Frühzeitige Aussaat gibt dafür die Möglichkeit, daß durch günstige Witterungsverhältnisse die aufgelaufene Saat schnell über das gefährliche Keimblattstadium hinwegwächst. Dem Vorschlag Schmidts, die Aussaat der Rüben gleichzeitig und schlagartig erfolgen zu lassen, da einzelne, früher bestellte Flächen die Wirkung eines Fangstreifens besitzen, stimme ich bei. Es fragt sich nur, ob gleiche Aussaat auch gleiches Auflaufen der Rüben bedingt, denn kleinklimatische Unterschiede in der Feldflur können sicher ein gleichmäßiges Auflaufen der Rüben verhindern.

Nach dem Auflaufen der Saat trägt häufiges Hacken und Düngen dazu bei, die Pflanzen in ihrem Wuchs zu kräftigen und zu beschleunigen.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Letzteres führt dazu, das anfällige Stadium schneller zu überbrücken. Durch häufiges Hacken, besonders im Monat Juni, glauben Eckstein & Steiner eine Austrocknung der Eier und eine Störung ihrer Entwicklung zu bewirken. An ein Austrocknen glaube ich auf Grund des auf S. 271 beschriebenen Versuches nicht.

Das Hinauszögern des Verziehens der Rüben bei besonders hoher Befallsdichte, so hat es die Erfahrung die Bauern des Befallsgebietes schon selbst gelehrt, kann als wichtige Kulturmaßnahme gewertet werden.

Im Herbst kann, wie es das Schrifttum der UdSSR zum Ausdruck bringt, durch das Tiefpflügen ein Bekämpfungserfolg erzielt werden. Nach Ansicht Pyatnitzkiis wird der Käferschlupf im Frühjahr durch das Tiefpflügen beschleunigt. Der Schlaf und die Aufwärtsbewegungen werden durch die damit verbundene Veränderung des CO_2-Gehaltes im Boden beeinflußt, denn es fällt der CO_2-Gehalt des Bodens und damit wird der Schlaf der Käfer bei über 2° C unterbrochen. Auch die mit dem Tiefpflügen verbundene mechanische Zerstörung der Überwinterungszellen führt nach Kamenskii dazu, das Überliegen der Käfer zu verhindern.

Ich hatte leider nicht mehr die Möglichkeit, das Tiefpflügen auf abgeernteten Rübenfeldern zu beobachten. Der Witterungsverlauf des Jahres 1950 hatte das Pflügen der Felder sehr verzögert und größtenteils unmöglich gemacht. Es hätte mich dabei interessiert, wie hoch der Prozentsatz derjenigen Käfer ist, die durch das *Tiefpflügen* aufgestört werden und an die Oberfläche gelangen. Beim Heben der Rüben zeigte sich, daß der Prozentsatz der aufgestörten und an die Oberfläche beförderten Käfer sehr gering war. Im Maximum fanden wir 9,3/qm, andere Werte beliefen sich auf 3,75, 1,43 und 0,8/qm. Bei den höheren Werten waren aber zusätzlich noch die aufgeworfenen Erdbrocken auf überwinternde Käfer untersucht worden, die schlafend in ihren Erdzellen ruhten. An den Untersuchungsplätzen betrug die Käferdichte 55 bis 110 Käfer/qm, so daß also im Höchstfalle 10% an die Oberfläche befördert worden waren.

Als letzte Kulturmaßnahme wäre noch die Methode des Fangstreifens zu erörtern.

Blattny glaubt den Befall der Rübenfelder durch Anlage eines Rübenfangstreifens in Drillmaschinenbreite um ein vorjähriges Rübenfeld mit frühzeitigem Aussaattermin um 5 bis 6 Tage hinauszögern zu können. Eckstein lehnt wegen der zu kurzen Saatperiode in der Türkei das Fangpflanzenverfahren ab. Jablonowski fordert zusätzlich die Begiftung der Fangpflanzen, weist aber daraufhin, daß mit dieser Methode nur ein Erfolg erwartet werden kann, wenn die Saat nicht durch ungünstige Bedingungen zurückgehalten wird. Negrash empfiehlt, auf Brachland Rüben zur Aussaat zu bringen, die als Fangplätze dienen sollen.

Der Bekämpfungserfolg, den man sich durch die Anlage von Fangstreifen auf vorjährigen Rübenfeldern verspricht, wiegt meiner Meinung nach nicht die Behinderung und Verzögerung in der Bestellung vorjähriger Rübenfelder auf. Andererseits ist mit dem Erscheinen der Käfer durchaus nicht immer gleichzeitig eine Fraßtätigkeit verbunden. Aus Fanggräben stammende Käfer, die von mir auf Feldern mit aufgelaufener Rübensaat

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

ausgesetzt wurden, gingen durchaus nicht gleich zum Fraß über, sondern wanderten planlos umher. Der aus dem Boden schlüpfende Käfer wird wahrscheinlich zunächst nur vom Wandertrieb beherrscht.

II. Mechanische Bekämpfungsmaßnahmen

Der zu den mechanischen Bekämpfungsmaßnahmen gehörende Fanggraben kann auch heute noch zu den wirksamen Bekämpfungsverfahren gerechnet werden. Seine Anlage ist um vorjährige oder diesjährige Rübenfelder notwendig. Nach meinen Erfahrungen ist der Anlage von Fanggräben um vorjährige Rübenfelder der Vorrang zu geben, da während der Abwanderung von vorjährigen Rübenfeldern noch vorzugsweise Lufttemperaturen herrschen, die den Flug der Käfer nicht zulassen. Für fliegende Käfer ist natürlich der Fanggraben illusorisch.

Trockene und sandige Böden sind nach Eckstein zur Anlage von Fanggräben ungeeignet, da die Gräben kurz nach dem Errichten wieder zusammenfallen. Das Bohren von Löchern (z. B. 8 Löcher/qm), wie es von Grindberg & Jablonowski vorgeschlagen wird, ist nach Eckstein wegen der damit verbundenen Kosten und der dadurch verursachten Austrocknung des Bodens abzulehnen. Da die Käfer besonders in den in Nordsüdrichtung verlaufenden Gräben durch den Einfluß des direkten Sonnenlichtes zum Flug veranlaßt werden, schlägt Blattny vor, diese Gräben in Zickzackform anzulegen, eine Maßnahme allerdings, die mit einem großen Flächenverlust verbunden ist.

Im Schrifttum der UdSSR führen Charkovskii & Negrash an, daß die Zahl der aus den Gräben entweichenden Käfer abnimmt, je enger und je tiefer sie sind. Paikin erhöht die mechanische Fangwirkung der Gräben dadurch, daß er die Grabenwand, die das Weiterwandern der Käfer verhindern soll, mit einem Filmstreifen versieht. Nach dieser Methode wurden 99% der Käfer im Graben zurückgehalten, während es im Kontrollversuch weniger als 80% waren.

Die für die Bekämpfungsaktion des Rübenderbrüßlers vom Pflanzenschutzamt Halle durch Polizeiverordnung vorgeschriebenen Maße für die Fanggräben, deren Anlage den Rübenanbauern zur Pflicht gemacht wurden, waren: Sohlenbreite und Tiefe 25 cm, obere Weite 20 cm. Die Wand des Grabens, die der Weiterwanderung der Käfer sich entgegenstellt, soll überhängend sein. In Abständen von 10 m sind innerhalb des Fanggrabens Fanggruben in Spatenstichtiefe und Grabenweite mit quadratischem Querschnitt anzulegen. Um die notwendige Wirkungsdauer der Fanggräben zu gewährleisten, ist vom Tage der Anlage eine sorgsame Überwachung und Instandhaltung der Gräben erforderlich, Regenfälle und anschließende Trockenheit bringen die Grabenwände zum Einsturz. Geneigte Rübenflächen führen bei starken Regenfällen zum Verschlammen der Fanggruben. Ungepflegte Fanggräben können schon in kurzer Zeit in ihrer Wirkung illusorisch werden. Die durch Trecker gezogenen Grabenpflüge haben sich als sehr brauchbar erwiesen. Wird die vom Grabenpflug zur Feldseite hin ausgeworfene Erde mit dem Spaten ausgebreitet, so kommt in günstigen Fällen nur etwas mehr als die Grabenbreite an nutzbarer Fläche in Fortfall. Selbst Sommerungen, die sich schon vor der Anlage im Boden

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

befinden, werden dabei nur wenig in ihrem Wuchs beeinträchtigt. Leider wird, wie schon erwähnt, die Fängigkeit der in Nordsüdrichtung verlaufenden Gräben um die Mittagszeit stark herabgesetzt.

Um festzustellen, bei welcher Grabentiefe und Grabenweite die höchste Fängigkeit erzielt werden kann, führte ich einen entsprechenden Versuch durch. Die Einzelversuche fanden in der Zeit vom 11. bis 14. Mai bei klarem, sonnigem und warmem Wetter statt, so daß die Käfer ihre höchstmögliche Aktivität entfalteten. Zur Durchführung wurden zwei Gräben von gleicher Breite und Länge angelegt, die sich rechtwinklig an ihren Enden trafen. Der eine Graben verlief in Richtung OW und der andere in Richtung NS, wodurch im Laufe eines Tages die verschiedene Sonneneinstrahlung erfaßt wurde. Die Länge der Gräben betrug 4 m, an den Enden und im Scheitelpunkt befanden sich Fanggruben. In der ersten Versuchsreihe waren die Gräben auf 10 cm und in der zweiten Versuchsreihe auf 20 bis 25 cm Tiefe ausgehoben. In völliger Parallelität dazu wurde ein zweites Grabenpaar von 13 cm Weite untersucht. In der Mitte der vier Gräben wurden je 25 Käfer eingesetzt. Bei 10 cm Grabentiefe war bei beiden Weiten von 20 und 13 cm kein wesentlicher Unterschied in der Fangwirkung festzustellen. Sie betrug im Durchschnitt 40%. Bei 20 cm Tiefe dagegen war der schmale Graben dem breiten bis zu durchschnittlich 30% überlegen. Als Erklärung ist die größere Schattenwirkung des engeren Grabens anzuführen, die die Aktivität der Käfer herabsetzt. So zeigte auch die Außengrube des beschatteten Grabenteils jeweils eine höhere Fangzahl gegenüber der Fanggrube, die am Ende des in Richtung der Sonnenstrahlen liegenden Grabenteils sich befand. Es ist daher zu empfehlen, um eine weitgehende Beschattung zu erzielen und dadurch die Aktivität der Käfer herabzusetzen, die Gräben zu verengen.

Für die Grabenweite von 13 cm Weite war bereits innerhalb unseres Beobachtungsgebietes in einer Gemeinde ein entsprechender Grabenpflug zur Anwendung gekommen. Dieser Grabenpflug hebt weniger Erde aus und bedarf daher einer geringeren Antriebskraft. Ein mit der Hand zu bedienender Fanggrubenbohrer mit dem Durchmesser der Grabenweite erleichtert und beschleunigt die Anlage der Fanggruben. Für die Säuberung und Instandsetzung des Grabens ist ein besonderes Schaufelgerät erforderlich. Die Fängigkeit der Gräben läßt sich durch eine größere Anzahl von Fanggruben, als in dem bisher üblichen Abstand von 10 m, erhöhen.

Die Fängigkeit der Gräben kann durch die Anwendung von Kontaktinsektiziden erhöht werden. Wie der anschließende Versuch zeigt, kann eine erhöhte Fangwirkung von über 50% erzielt werden. Im Abstand von je 2 m legte ich nebeneinander in einer Linie 5 Versuchsgräben von 3 m Länge an, die 20 cm weit und tief waren und an ihren Enden mit Fanggruben von 40 cm Tiefe abschlossen. Die Lage der Gräben in NS-Richtung bewirkte die Sonneneinstrahlung um die Mittagszeit und führte zur höchsten Aktivität der Käfer. Stäubedichten, die, bezogen auf die Grabenfläche,

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

unter 60 kg/ha lagen, waren in ihrer Wirkung unbefriedigend. Das Ergebnis bei Anwendung einer Stäubedichte von 60 kg/ha zeigt die folgende Tabelle 8.

Tabelle 8. Fangwirkung der mit Kontaktinsektiziden behandelten Versuchsgräben. Zahl der eingesetzten Käfer je Graben 25. Kontrolle nach 6 Stunden

Nr. des Grabens	Behandelt mit	Zahl der im Graben verbliebenen Käfer	in %	Zahl der getöteten Käfer	in %
I.	Gesarol	4	16	2	8
II.	Verindal	16	64	9	36
III.	Wofatox	14	56	11	44
IV.	C-B-Ho	18	72	6	24
V.	Kontrolle	5	20	1	4

Offensichtlich hat C-B-Ho die meisten Käfer an der Flucht gehindert. Ob dieses Ergebnis auf der stark lähmenden Wirkung des Mittels beruht oder ob es Zufälligkeiten zuzuschreiben ist, kann nicht entschieden werden, da die Wiederholung des Versuches aus technischen Gründen nicht mehr möglich war. Der hohe Abtötungserfolg des Estermittels Wofatox bestätigte sich wieder im Vergleich zu anderen Versuchen. Darum scheint es mir gerechtfertigt, auch bei dieser Bekämpfungsmaßnahme den E-Mitteln den Vorzug zu geben. Sollten Sammler die mit E-Mitteln behandelten Gräben ablesen, so sind sie darauf aufmerksam zu machen, daß sie sich gründlichst die Hände zu waschen haben, bevor sie sie zum Munde führen oder Nahrungsmittel damit berühren.

Es bleibt nun noch die Frage offen, wann und wie oft die Bestäubung des Grabens zu erfolgen hat. Die ersten Käfer zeigten sich im Graben 1950 am 27. März und die letzten Ende Mai. Es ist natürlich wirtschaftlich untragbar, während dieser ganzen Zeit die Gräben unter einem ständig wirksamen Giftbelag zu halten, da Regenfälle und die begrenzte Wirkungsdauer der Mittel eine Unzahl von Bestäubungen notwendig machen würden. Es ist falsch, so wie ich es in der Praxis beobachten konnte, die Bestäubung gleich nach der Anlage der Gräben oder beim Erscheinen der ersten Käfer vorzunehmen. Die Bestäubung hat sich vielmehr auf die Zeit der Massenabwanderung zu beschränken, die in einem Zeitraum fällt, wie er besonders durch die aus der Tabelle 3 zu entnehmenden phänologischen Daten gekennzeichnet ist. Innerhalb dieses Zeitraumes bestimmt die ständige Beobachtung des vorjährigen Rübenfeldes und die Wetterlage den Einsatz der Grabenbestäubung.

Die gute Wirkung der E-Mittel gestattet die Erörterung des Problems, ob der Fanggraben durch einen Stäubeschutzstreifen ersetzt werden kann. Um der Lösung dieses Problems näher zu kommen, stellte ich durch einen

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Laborversuch fest, daß eine 10 Minuten währende Berührungszeit der Käfer mit einer Stäubeunterlage von 80 kg/ha Wofatox ausreicht, einen 80 bis 90%igen Abtötungserfolg zu erzielen. Dieses Laborergebnis wurde in einem Freilandversuch nachgeprüft.

Von einem Fangkäfig (1 qm) wurde eine Wand entfernt und die umfriedete Fläche mit 80 kg/ha Wofatox bestäubt. An der der offenen Seite gegenüberliegenden Wand wurden 20 Käfer ausgesetzt, die, um ins Freie gelangen zu können, die bestäubte Fläche passieren mußten. Dabei ergaben sich folgende Durchgangszeiten: in 10 Minuten hatten 15%, in 20 Minuten 25% und in 30 Minuten 10% der eingesetzten Käfer die Stäubefläche durchlaufen. Die übrigen 50% der Käfer hatten nach 70 Minuten die Fläche noch nicht verlassen. Von den 5 Käfern, deren Berührungszeit zwischen 10 und 20 Minuten lag, starb nur einer und 4 blieben am Leben. Im Freilandversuch betrug also die Mortalität nur 20% gegenüber 90% im Laborversuch. Nach 70 Minuten wurden die noch verbliebenen Käfer entfernt. Von den 20 zum Einsatz gekommenen Käfern waren nach Ablauf eines Tages 7 gestorben (35%). Die Kontrolltiere lebten alle. Nach diesem Versuchsergebnis kann ein Stäubestreifen Wofatox von 1 m Breite und 80 kg/ha Stäubedichte einen Fanggraben nicht ersetzen. Es wäre zu prüfen, ob ein wesentlich breiterer Stäubestreifen bessere Ergebnisse erzielt.

Zu der mechanischen Bekämpfungsmethode wäre noch das Absammeln der Käfer zu rechnen. Eichler äußert sich dieser Methode gegenüber sehr skeptisch und hält sie nach seinen Erfahrungen für illusorisch. Im großen und ganzen kann man dieser Ansicht beipflichten. Bei trübem, regnerischem Wetter sind die Käfer unter Erdklümpchen verborgen und dem suchenden Auge unsichtbar. Bei klarem und trockenem Wetter ist ihre Mimese derart ausgeprägt, daß nur das geübteste Auge alle Käfer entdeckt. Bei einer Feldkontrolle trafen wir mit dem Anbauer eines 1 Morgen großen Rübenfeldes zusammen, der damit beschäftigt war, durch intensives Absammeln die aufgelaufene Rübensaat seines schon zum zweiten Male bestellten Feldes zu schützen. Das von ihm zur Anwendung gebrachte Gesarol hatte ihn enttäuscht. Es war schwer, die Käfer ausfindig zu machen, die innerhalb der Drillreihen dieses Feldes noch verschiedentlich Kahlstellen durch ihren Fraß verursacht hatten.

Eine Suchkolonne von Schulkindern oder anderen Sammlern hätte auf diesem Felde kaum Käfer gefunden. Bei sehr hohen Befallsdichten mag diese Methode des Absammelns nicht ganz wertlos sein, aber gemessen an dem Erfolg, den eine Wofatox-Behandlung z.B. verspricht, ist ihr Wert sehr gering.

In diesem Zusammenhang möchte ich auch annehmen, daß die innerhalb der Gemeinden getätigten Sammelergebnisse, wie angenommen, sich nicht immer ausschließlich allein auf den Derbrüßler beziehen. Es wird vielleicht in manchen Fällen sogar überwiegend der Liebstöckelrüßler (*Otiorrhynchus ligustici*) und der sehr ähnlich aussehende Distelrüßler (*Cleonus piger*) am

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Sammelergebnis mit beteiligt gewesen sein. Dieser Fall bestätigte sich z. B., als Schulkinder meines Beobachtungsgebietes mir ihre abgesammelten Käfer brachten, deren Liebstöckelrüßleranteil ungefähr 70% betrug.

III. Chemische Flächenbekämpfung

Zur chemischen Bekämpfung des Rübenderbrüßlers waren bisher Arsen-, Fluor- und Bariummittel als Fraßgifte zur Anwendung gekommen. Dodonov, Kozlova & Novishkov berichten noch 1941 von ihren Erfahrungen mit diesen Mitteln, die zum Teil unter Einsatz von Flugzeugen zur Anwendung gekommen sind. Mit Pyrethrum und Derris hat Eckstein selbst im Kleinversuch unbefriedigende Ergebnisse erzielt.

Die neuen synthetischen Kontaktinsektizide werden auch in der chemischen Bekämpfung des Rübenderbrüßlers zu besseren Erfolgen führen, denn sie treffen nicht nur den fressenden Käfer, sondern auch den auf dem Rübenfeld frei umherlaufenden Schädling. Die freien Flächen zwischen der aufgelaufenen Rübensaat bieten eine ausgedehnte Kontaktunterlage, mit der die Käfer in ständiger Berührung bleiben. In den Großbekämpfungsaktionen 1948/49 war bisher außer Kalkarsen als Fraßgift nur Gesarol als Kontaktinsektizid zur Anwendung gekommen. Vom ungarischen Schadgebiet berichtete Aczel über die Anwendung von Gesarol, wobei er aus technischen und wirtschaftlichen Gründen dem Spritzgesarol (2 bis 4%) gegenüber der Behandlung mit Stäubegesarol den Vorzug gibt. Hexa- und Ester-Mittel, die in ihrer Wirkung auf den Derbrüßler zum ersten Male von mir im Freiland geprüft worden sind, zeigen im Vergleich zum Gesarol eine bedeutend höhere Initialtoxizität. Eichler weist darauf hin, daß nach einer Gesarolanwendung bei Kontrolle nach 2½ Tagen noch etwa zur Hälfte lebende Käfer festgestellt werden können. Regnet es bald nach Anwendung des Gesarols, so ist mit einem vorzeitigen Erlöschen der Gesarolwirkung zu rechnen. Die von mir kontrollierten, mit Gesarol behandelten Fanggräben und Rübenfelder zeigten völlig unbefriedigende Ergebnisse. Auch die Bauern selbst waren von der Wirkung dieses Mittels in keiner Weise beeindruckt.

Ein im Labor zunächst ausgeführter Stäubeversuch mit Hilfe der Lang-Welteschen-Glocke zeigte deutlich die erhöhte Wirkungsintensität der Hexa- und Ester-Mittel (Tabelle 9). In der Kontrolle nach einem Tage waren 100% der Käfer bei den Hexa- und Ester-Mitteln tot bzw. wiesen das ko.-Stadium auf, beim Gesarol waren es nur 25%.

In einem Freilandversuch war das Estermittel Wofatox dem Hexamittel Verindal Hx überlegen. Auf einem Rübenfeld mit einer durchschnittlichen Befallsdichte von 2 Käfer/qm wurden gleich große Versuchsparzellen ausgewählt, von denen eine als Kontrolle unbehandelt blieb. Die Parzellen wurden mit Gesarol, Verindal Hx und Wofatox, Stäubedichte 20 kg/ha, behandelt. Nach der am Vormittag stattgefundenen Behandlung setzte am Abend ein ausgedehnter und starker Regenfall ein. Bei der Kontrolle nach 24 Stunden war am Vormittag der Boden des Feldes noch sehr

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Tabelle 9. Stäubeversuch gegen den Rübenderbrüßler mit Hilfe der Lang-Welteschen Glocke (Stäubedichte 20 kg/ha)

Schädigungsstufen: I = Gehstörungen. II = Rückenlage. III = ko IV = tot

Mittel	Kontrolle nach 1 Tag					Kontrolle nach 3 Tagen				
	Schädigungsstufen									
	0.	I.	II.	III.	IV.	0.	I.	II.	III.	IV.
Kontrolle	18	1			1	16				4
Gesarol		4	14	3	2		2		7	11
Verindal			1	14	5					20
Viton				15	5				2	18
Wofatox				19	1				5	15
E 605				17	3				7	13

feucht, so daß sich eine Anzahl der Käfer verborgen hielt. Die Befallsdichte betrug daher an frei umherlaufenden Käfern nur 1,1 Käfer/qm. Es betrug der Bekämpfungserfolg, gemessen an dem Totenanteil der Käfer, auf der Kontrollparzelle und der Gesarolparzelle 0%, auf der Verindalparzelle 20% und der Wofatoxparzelle 41%.

Nach diesem Versuch hatte das Wofatox nach einer 9- bis 10stündigen Berührungszeit bis zum Beginn des starken Regenfalles den höchsten Prozentsatz an Käfern getötet. Im Falle des Gesarols kann angenommen werden, daß bereits innerhalb der Berührungszeit von 9 bis 10 Stunden einige Käfer geschädigt waren, die nach dem Abwandern von der behandelten Parzelle an entfernt gelegenen Stellen später gestorben sind. Diese Möglichkeit ist nicht kontrollierbar, und so gibt lediglich der Totenanteil der auf einer behandelten Fläche angetroffenen Käfer eine Vergleichsmöglichkeit der zur Anwendung gekommenen Mittel. Auf diese Schwierigkeit in der Freilandmittelprüfung hat bereits Eichler hingewiesen.

Die hohe Wirkungsintensität der Hexa-Mittel und des Wofatox gegenüber dem Gesarol wirkt vor allen Dingen auf den Rübenanbauer überzeugender, und er wird den Wert dieser Bekämpfungsmaßnahme schätzen und sie eher zur Anwendung bringen.

Um Freilandbedingungen möglichst nahe zu kommen, prüfte ich Wofatox und Verindal Hx gegenüber unbehandelt mit Hilfe von Fangrahmen, deren Bau bereits auf S. 301 beschrieben worden ist. In jeden Fangrahmen wurden vor der Behandlung 30 Käfer eingesetzt. Bei der Kontrolle nach 1½ Tagen hatten beide Mittel 17 Käfer getötet, wobei im Falle des Wofatox noch 5 und des Verindal noch 7 stark geschädigte Käfer hinzuzurechnen sind. Im unbehandelten Fangrahmen befanden sich zur gleichen Zeit 6 tote Käfer und sonst ungeschädigte Tiere.

In dem letzten Versuch und der Labormittelprüfung zeigten Verindal Hx und Wofatox ungefähr die gleichen Ergebnisse, während in der Freilandprüfung und dem Bestäubungsversuch der Fanggräben Wofatox überlegen war.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Auf Grund von Versuchen mit Taufliegen in Glasgefäßen scheint die Wirkungsdauer des Wofatox im Vergleich zu Hexa-Mitteln auf leblosem Substrat anhaltender zu sein. Es wäre dabei noch zu prüfen, ob der behandelte Erdboden in der gleichen Weise reagiert.

Nach den bisherigen Erfahrungen und Versuchen sind mit Wofatox die bisher besten Bekämpfungsergebnisse zu erwarten. So kam auf meinen Vorschlag im Vegetationsjahr 1951 auf den Rübenplänen des Versuchsgutes Leuna in Blösien Wofatox zur Bekämpfung des Rübenderbrüßlers zur Anwendung. Die hierbei erzielten Bekämpfungserfolge entsprachen den von mir gehegten Erwartungen. Bei der am 1. Juni 1951 von mir durchgeführten Kontrolle eines am Vortage mit Wofatox behandelten Rübenfeldes wies eine Fläche von 4 qm dieses Feldes einen Befall von 103 Käfern auf. Von diesen Käfern waren 50% tot, weitere 20% befanden sich in Rückenlage, 10% zeigten Gehstörungen und nur 10% machten einen völlig ungeschädigten Eindruck. Nach 24 Stunden ergab die Kontrolle der von dieser Fläche abgesammelten Käfer einen weiteren Totenanteil von 30%. Es ist anzunehmen, daß es sich hierbei um diejenigen Käfer handelt, die sich in Rückenlage befanden und um einen Teil derjenigen Käfer, die Gehstörungen aufgewiesen hatten. Von den weiterhin in Gefangenschaft gehaltenen und mit Futter versehenen Käfern lebten am 4. Juni nur noch 10%, also sicher die Käfer, die als ungeschädigt am 1. Juni eingesammelt worden waren.

Durch eine intensive Wofatoxbehandlung hatte man einen Zuckerrübenplan von 70 Morgen vor der Vernichtung durch den Derbrüßler bewahrt und nur ein ebenso großer Futterrübenplan hatte infolge eines überaus starken Befalles eine Kahlfraßstelle zu verzeichnen. Von den übrigen Rübenanbauern des Seuchengebietes war teils aus Schwierigkeiten in der Beschaffung des Wofatox und teils aus finanziellen Gründen dieses Bekämpfungsmittel nicht zur Anwendung gekommen. Nur mit ganz geringen Ausnahmen war infolge dieses Versäumnisses ein wiederholtes Umbrechen der bestellten Felder erforderlich. Dabei war ein großer Teil der Käfer aufgrund von Nahrungsmangel zur Abwanderung gezwungen worden. Auf die unversehrten Gutsfelder werden viele von diesen abgewanderten Käfer gewechselt sein, die die überaus hohe Befallsdichte dieser Felder verursachten.

Auf der Zuckerrübenfläche von 70 Morgen sind bei einer 8maligen Bestäubung insgesamt 1900 kg Wofatox zur Anwendung gekommen, die 2204.— DM kosteten. Eine 1malige mit dem Olkü durchgeführte Bestäubung erfordert einen Arbeitsaufwand von 2 Männern mit 6 Stunden Arbeitszeit, die einen Stundenlohn von 0.82 DM erhalten. Für eine 8malige Bestäubung ergibt sich ein weiterer Kostenaufwand von 78.72 DM. Damit beliefen sich die Gesamtkosten der Wofatoxbehandlung auf 2282.72 DM.

Diese hohe Summe läßt berechtigterweise Zweifel an der Rentabilität dieses Bekämpfungsverfahrens aufkommen. Unter Zugrundelegung der

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Populationsdichte des Schädlings innerhalb des Seuchengebietes wäre eine 2malige Neubestellung auch des Zuckerrübenfeldes des Versuchsgutes unausbleiblich gewesen. Jede Neubestellung aber führt nun ihrerseits mit ihren einzelnen Arbeitsgängen und dem Saatgut zu folgenden Unkosten:

Saatgut für 70 Morgen (½ kg/Morgen	913.50 DM
Einsatz der Scheibenegge und Schleppe mit der Zugmaschine, 20 Arbeitsstunden (8.— DM/Std.)	160.— „
Einsatz von Gespannen zum Walzen und Eggen, 48 Arbeitsstunden (3.50 DM/Std.)	168.— „
Einsatz der Drillmaschine, 24 Arbeitsstunden (3.50 DM/Std.)	84.— „
Zusätzliche Arbeitskraft, 1 Mann, 24 Stunden (0.82 DM/Std.)	19.44 „
1 Mädchen, 24 Stunden (0.75 DM/Std.)	18.— „
Einsatz von Gespannen zum Walzen, 40 Arbeitsstunden (3.50 DM/Std.)	140.— „
Gesamtunkosten:	1502.94 DM

Eine 2malige Neubestellung erfordert demnach einen Kostenaufwand von 3005.88 DM. Dieser Betrag wäre zunächst von den Bekämpfungsunkosten in Abzug zu bringen. Weiterhin ist nun aber der Betrag in Anrechnung zu setzen, der sich aus der Ertragsdepression durch die verspätete Aussaat ergibt.

Nach den von Wimmer & Lüdecke angegebenen Zahlen lag 1936 die Ertragsdepression des letzten Aussaattermines vom 8. Mai 1936 gegenüber vorangegangenen Aussaatterminen innerhalb verschiedener Zuckerrübensorten zwischen 15 und 20%. Die im Befallsgebiet Blösien erforderliche dritte Aussaat fiel in die ersten Tage des Monats Juni. Dieser durch die Notlage sich ergebende Aussaattermin ist natürlich in der Arbeit von Wimmer & Lüdecke, die den für den Höchstertrag günstigsten Aussaattermin der einzelnen Zuckerrübensorten ermittelten, nicht berücksichtigt worden. Zwischen dem günstigsten Aussaattermin und der zuletzt durchgeführten Aussaat am 8. Mai liegt nach den Zahlen von Wimmer & Lüdecke ein Zeitraum von 4 bis 5 Wochen. Beträgt hierbei die Ertragsverminderung 15 bis 20%, so ist bei einem Aussaattermin Anfang Juni durchaus mit einer Ertragsdepression von 35% zu rechnen. Ich will diesen Betrag, der nach den Angaben der Praxis eher zu niedrig als zu hoch angesetzt ist, der weiteren Rentabilitätsrechnung zu Grunde legen.

Bei einem Durchschnittsernteertrag von 160 Ztr./Morgen würden die 70 Morgen einen Ertrag von 11200 Ztr. Zuckerrüben bringen. Der Preis für 1 Ztr. Zuckerrüben betrug 1950 2.— DM, für 11200 Ztr. 22400.— DM. Bei einer 35%igen Ertragsdepression beläuft sich demnach der Geldverlust auf 7840.— DM. Auf Grund dieser Zahlen ergibt sich dann folgende Gegenüberstellung:

Wert des Durchschnittsernteertrages von 70 Morgen	22 400.— DM
Kostenaufwand der Wofatoxbehandlung	2 282.72 „
Wert des Ernteertrages mit Wofatoxbehandlung:	20 117.28 DM

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Wert des Durchschnittsernteertrages von 70 Morgen	22 400.— DM
Kosten der zweimaligen Neubestellung	3 005.88 „
Wert der Ertragsdepression (35%).....	7 840.— „
Wert des Ernteertrages ohne Wofatoxbehandlung:	11 554.12 DM

Der Gewinn durch eine Wofatoxbehandlung beträgt demnach für 70 Morgen Zuckerrüben 8563.12 DM.

Bei dieser Berechnung sind verschiedene Momente noch unberücksichtigt geblieben. Der durch eine Wofatoxbehandlung verursachte Mehrertrag liefert naturgemäß eine größere Menge an Blattmasse und eine höhere Rücklieferung von Schnitzeln aus der Zuckerfabrik. Beides bildet eine wesentliche Futtergrundlage der Viehhaltung, die dieser zugute kommt. Ferner kommt die durch die 2malige Neubestellung verursachte Störung des Betriebswirtschaftsplanes in Fortfall, die durchaus nicht geringfügig einzuschätzen ist.

Zum Abschluß sei erwähnt, daß bei einer allgemeinen Wofatoxbehandlung aller Rübenanbauer innerhalb des gesamten Seuchengebietes der erhöhte Aufwand, wie er für die Felder des Versuchsgutes erforderlich war, sicher nicht notwendig gewesen wäre. Außerdem war durch die vielen Niederschläge im Monat Mai 1951 die Wofatoxbehandlung sehr oft unwirksam geworden.

Das Ernteergebnis betrug auf dem mit Wofatox behandelten Zuckerrübenfeld 3651 dz. Aus technischen Gründen erfuhren 10 Morgen des 70 Morgen großen Feldes nicht die notwendige Behandlung mit Wofatoxstaub, sodaß es hier zum Kahlfraß und zu einem Ernteausfall kam. Die 3651 dz sind also von 15 ha geerntet worden mit einem Durchschnittsernteertrag von 243 dz/ha. Die Erträge der Bauern innerhalb der gleichen Feldflur beliefen sich durchschnittlich auf 120 bis 160 dz/ha, diejenigen aber, die infolge eines hohen Befalles, so wie er sich auf dem behandelten Zuckerrübenfeld gezeigt hatte, ihren Acker 3mal bestellen mußten, erzielten nur 50 dz/ha. Bei einem derzeitigen Rübenpreis von 4.— DM/dz hatte das Gut einen Ernteerlös von 14604.— DM zu verzeichnen. Bringt man die Unkosten der Wofatox-Behandlung in Abzug, so bleibt eine Summe von 12321.28 DM. Lege ich nun nicht 50 dz, sondern 100 dz/ha als Durchschnittsernteertrag zu Grunde, so ergäbe das für ein 70 Morgen großes Feld einen Ernteerlös von 7000.— DM, wobei das Gut also lediglich nur unter der Berücksichtigung der Ernteergebnisse noch einen Gewinn von 5321.28 DM zu buchen hat. Bei dieser Berechnung bleiben unberücksichtigt die Kosten für das Saatgut und die Bestellungsarbeiten, wie sie für eine 2malige zusätzliche Neubestellung notwendig gewesen wären. Diese sind aus der vorangegangenen Rentabilitätsberechnung zu entnehmen. Ebenso unberücksichtigt bleibt, wie schon einaml erwähnt, der Mehrertrag an Blattmasse und die Schnitzelrücklieferung.

Es soll die Frage nicht unberücksichtigt bleiben, ob die Mittel als Spritz- oder Stäubemittel zur Anwendung gelangen sollen. Wie schon er-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

wähnt, gab Aczel dem Spritzgesarol den Vorzug. Auch Baranyovits empfiehlt mehr die Spritzmittel, da sie nach seiner Ansicht sparsamer und wetterbeständiger sind.

Nach der Anwendung eines Mittels kann mit einer weiteren Zuwanderung von Käfern gerechnet werden, die dann lediglich durch Berührung mit dem angewandten Mittel in Verbindung kommen. Im Falle der besonders gefährdeten frisch aufgelaufenen Rübensaat bildet die Fraßpflanze nur einen sehr geringen Anteil der zu berührenden Unterlage. In weit überwiegendem Maße ist die zwischen den Drillreihen sich befindende freie Erdoberfläche die Kontaktunterlage, auf der der Käfer hin und her läuft. Im Labor wurde auf Erde Wofatox als Spritz- und Stäubemittel aufgetragen. Bei gleicher Berührungszeit starben oder wurden geschädigt nur diejenigen Käfer, die mit der bestäubten Erde in Kontakt standen, während die gespritzte Erde auf die Käfer wirkungslos blieb. Dieser Versuch zeigt, daß die Spritzmittel in die Erde einsickern und ihre Kontaktwirkung an der Oberfläche verlieren. Wurden beide Anwendungsformen des Mittels auf Glas aufgetragen, das also ein Eindringen verhindert, so stimmten in beiden Fällen die Mortalitätsziffern überein.

Nach diesem Ergebnis ist eine Unterlagenbehandlung mit einem Spritzmittel abzulehnen. Bei direkter Behandlung der Käfer in der Labormittelprüfung war die Wirkung der Stäubemittel im Vergleich zu den Spritzmitteln entweder gleich oder die ersteren waren, wenn auch nur wenig, wirksamer. Die Stäubemittel sind auch in wirtschaftlicher Hinsicht den Spritzmitteln überlegen, da der lästige und zeitraubende Wassertransport in Fortfall kommt, der bei Behandlung großer Flächen eine wesentliche Rolle spielt. Nach meinen Erfahrungen kann ich daher die Ansicht Aczels, der in Ungarn den Spritzmitteln in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht den Vorzug gibt, nicht teilen.

Sehr wesentlich für die chemische Behandlung ist die Wahl des geeigneten Stäubetermins. Die Abwanderung aus den Überwinterungslagern erstreckt sich in der Regel über den Zeitraum eines Monats. Demzufolge ist auch mit einer lang andauernden Zuwanderung der Käfer auf diesjährige Rübenfelder zu rechnen. Prophylaktisch kann eine Stäubung nicht durchgeführt werden, da Regenfälle den schützenden Giftbelag unwirksam machen können. Im Zeitraum der Gefährdung bedarf das Feld einer ständigen Kontrolle und Bereitstellung eines schlagartigen Einsatzes der Mittel und der dazugehörigen Geräte.

Ist bei Beobachtung der Witterungslage in den frühen Morgenstunden in kürzester Zeit mit Eintrübung und Niederschlägen zu rechnen, so hat der Einsatz der Bekämpfungsmittel zu unterbleiben. 1. geht bei diesem Wetter der Käfer nicht zum Fraß über und 2. wird durch Niederschläge die Wirkung des Mittels beeinträchtigt und bei stärkeren Regenfällen vernichtet. Kommt dagegen bei klarem Wetter Wofatox in den frühen Morgenstunden zur Anwendung, so versprechen schon die folgenden Nach-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

mittagsstunden einen sichtbaren Erfolg. Sollten nach diesem Einsatz stärkere Niederschläge folgen, so wird man sich aufgrund des ersten Erfolges, wenn die weitere Beobachtung bei gutem Wetter eine neue Zuwanderungswelle feststellen sollte, zu einer Wiederholung der Behandlung des befallenen Feldes gern entschließen. Der günstigste und zweckmäßigste Einsatztermin des Bekämpfungsmittels ist nur durch ständige Beobachtung des bedrohten Feldes gewährleistet.

Im Schadgebiet der Ukraine ist von MAKSIMOVICH für die chemische Bekämpfung des Rübenderbrüßlers ein besonderes Köderverfahren entwickelt worden. Zu diesem Zweck werden Rückstände von Zuckerrübensamen mit Wasser ausgelaugt. Ein Konzentrat davon dient unter Zusatz von Insektiziden als Spritzköder. Ebenso wirksam haben sich Extraktionen aus den Stengeln von Samenträgern erwiesen, die, bis zur Trockne eingedampft, zu einem Staubköder verarbeitet wurden. Auch getrocknete Rübenblätter und Stengel von Samenträgern können pulverisiert zu Staubködern verarbeitet werden. Diese Staubköder sollen vor allen Dingen auf vorjährige Rübenfelder gestreut werden, um die aus dem Boden schlüpfenden Käfer zu vernichten. Die genaue Anwendungsmenge/ha war noch nicht zu ermitteln. Befindet sich auf dem vorjährigen Feld junger Hafer, so ist der Spritzköder wirksamer, dagegen auf schossendem Hafer der Staubköder.

Mitteilungen über eine chemische Bekämpfung der Larven liegen bisher nur von sowjetischer Seite vor. SAVCHENKO & YARMOLENKO mischen Chlorpikrin im Verhältnis 1:5 mit Paradichlorbenzol oder Naphthalin, rohem Anthracen und gebrauchtem Schmieröl. Die letzten Beistoffe haben den Zweck, die Verdampfung des durch einen höheren Siedepunkt ausgezeichneten Chlorpikrins zu verzögern. Mit dieser Maßnahme ist wohl die überaus lange Wirkungsdauer des Chlorpikrins im Boden zu erklären. So empfehlen die Verfasser, den Boden mit diesen Mitteln nur vor Aussaat der Rüben oder nach der Ernte durchzuführen, da zu anderen Terminen 70—80% der Rübenwurzeln geschädigt werden.

Unsere modernen Kontaktinsektizide, insbesondere die Hexa- und Estermittel, sind vielfach mit Erfolg gegen im Boden lebende Insekten vor allem deren Larven zur Anwendung gekommen. Sie wurden auch von mir zur Larven- und Puppenbekämpfung des Rübenderbrüßlers geprüft. Es wurde dabei zunächst die Einwirkung des Mittels gegenüber den frei beweglichen Larven und den in ihren Wiegen ruhenden Puppen getrennt unterschieden. Bei den Larven sind in den Erfolgszahlen die verpilzten Larven mit einbezogen, während sie im anderen Falle fortgelassen wurden. Die verpilzten Larven können entweder schon vor Ausführung des Versuches vom Pilz abgetötet worden sein oder aber nach Abtötung der Larven kann durch die Einwirkung des Mittels die Verpilzung sekundär erfolgt sein. Es ist auch noch eine weitere Deutung möglich, nämlich, daß die Larven, durch den Einfluß des Giftes geschwächt, von dem Pilz als Schwächeparasiten befallen wurden. Für die beiden letzten Erklärungsversuche könnte der Umstand sprechen, daß die Anzahl der verpilzten Larven bei dem am wirksamsten reagierenden Mittel, dem E605f, am höchsten war. Bei den beiden unbehandelten Kontrollpflanzen (trocken und naß) betrug die Zahl der verpilzten Larven 3 bzw. 4 und bei den mit E605f behandelten Pflanzen 12. Um festzustellen, ob die Gießflüssigkeit

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

allein eine erhöhte Verpilzung verursachen könnte, wurden 2 Gruppen von Kontrollpflanzen gewählt. Die eine Gruppe blieb völlig unbehandelt und die andere mit der mittelfreien Gießflüssigkeit behandelt. Ein Unterschied in der Verpilzung trat aber nicht ein. Die Verpilzung der Puppenstadien war so geringfügig, daß sie unberücksichtigt bleiben konnte. In bezug auf die Puppen war das Hexamittel E Do 6/49 am wirksamsten, während das E-Mittel hier völlig abfiel.

Das E-Mittel hat die höchste Abtötungsquote erzielt. Da es sich aber nur gegen die im Boden frei beweglichen Larven richtet, hätte der Einsatz nur von Mitte Juli bis Ende Juli zu erfolgen. Damit würde gleichzeitig der schädigende Fraß der Larven an den Rüben verhindert werden können. Vorerst reicht das Versuchsergebnis aber noch nicht aus, um es in der Praxis zur Anwendung zu bringen.

Die Wiederholung des Gießversuches zu einem späteren Zeitpunkt und mit etwas erhöhten Konzentrationen der Mittel hatte gegenüber den inzwischen sich in ihren Erdzellen zu Jungkäfern entwickelnden Derbrüßlern keinen Erfolg. Die Jungkäfer scheinen besonders widerstandsfähig zu sein.

IV. Die biologischen Bekämpfungsmaßnahmen

Lediglich im Schrifttum der UdSSR wird der biologischen Bekämpfungsmethode des Rübenderbrüßlers besondere Beachtung gezollt. Um die Wirksamkeit des natürlichen Befalls durch den Eiparasiten *Xenocrepis* (*Caenocrepis*) *bothynoderis Grom.* zu fördern, ist es nach Telenga erforderlich, den neuen Rübenanbau des folgenden Jahres möglichst in Nähe der vorjährigen Felder zu legen. Eine Maßnahme, die den vorhergehenden Kulturmaßnahmen zuwiderläuft.

Ein weiterer Weg in der biologischen Bekämpfung beruht auf der künstlichen Infektion des *Bothynoderes punctiventris* mit Pilzen. Metschnikoff (nach Paillot) machte 1878 auf den damals noch unter der Bezeichnung *Entomophtora anisopliae* (jetzt *Metarrhizium anisopliae*) laufenden Pilz aufmerksam, der die wurzelzerstörenden Larven des *B. punctiventris* befällt. Schon 1884, so berichtet Eckstein, führten Metschnikoff & Krassilstschick im damaligen Gouvernement Kiew Versuche zur Bekämpfung des *B. punctiventris* mit *Isaria* durch. Diese Versuche zeitigten gute Ergebnisse, jedoch stellte sich in der Praxis heraus, daß die Bekämpfung mit Pilzkulturen nicht durchgeführt werden kann.

Pospielov stäubte Sporen von *Metarrhizium anisopliae* auf befallene Zuckerrübenfelder im Mai während der Eiablage oder im August, wenn die Jungkäfer sich entwickeln. Er erhielt dabei Mortalitätsziffern von 81,4 bis 85,7%. Die gleichen Abtötungserfolge wurden erzielt, wenn der Boden mit den ausgestreuten Pilzsporen vermischt wurde und mit den an den Wurzeln der Zuckerrüben sich befindenden Larven in Berührung kam. Böden mit einem p_H-Wert um 6 herum, zeigten den besten Bekämpfungserfolg. Auffallend ist hierbei der Hinweis, daß der natürliche, pilzparasitäre Befall der Larven auf den Feldern in trockenen Böden höher sei, als in feuchten Böden. Die Entwicklung des Pilzes beginnt nach Ansicht des Verfassers in den Fettkörpern und in den Epithelien der Tracheen und erst später durchdringt der Pilz die Körpergewebe, um mit seinem Myzel und seinen Konidienträgern auf der Oberfläche der Käfer zu erscheinen. Nur selten greift der Pilz das Integument von außen her an. Einige Jahre später (1941) kommt der Verfasser zu anderen Feststellungen. Versuche, Kulturen von *Metarrhizium anisopliae* in den Boden während der Larvenentwicklung einzuarbeiten, waren ohne Erfolg, ebenso auch das Einpflügen im Herbst. Bespritzungen der Käfer mit Pilz-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

kulturen auf dem Felde während heißer und trockener Witterung blieben ebenfalls erfolglos. Wurden dagegen die Käfer in Fanggräben und Fanggruben mit Pilzkulturen behandelt, so ergaben sich Mortalitätsziffern von 92 bis 98%, während die Kontrollen nur 27 bis 32% Tote aufweisen. Es scheint so, daß es sich hier um einen Schwächeparsiten handelt.

Kalashnikov gibt eine Methode an, nach der *Metarrhizium anisopliae* in größeren Mengen auf Kartoffelscheiben in besonderen Kulturgefäßen gezüchtet werden kann, um sie für die Bekämpfung des Rübenderbrüßlers anwenden zu können.

Eine besondere Bedeutung wird im Schrifttum der UdSSR dem Hühnereintrieb beigemessen. Ich habe bereits auf die Arbeit von Alekseev & Shchepetil'nikova hingewiesen. Nach den Ergebnissen dieser Verfasser ist ein Huhn in der Lage, 300 bis 1475 Käfer täglich zu fressen. Um 0,4 ha von Käfern zu säubern, sind 21 bis 45 Hühner täglich notwendig, unabhängig von der im Boden befindlichen Käferdichte. Zu ähnlichen Feststellungen kommt auch Luisenko, der Hennen auf vorjährige Rübenfelder eintreibt. Nach seinen Angaben reichen 3 bis 4 Hennen aus, um eine Fläche von 10451 m² in 15 bis 20 Tagen von Käfern zu säubern. Eine Henne verzehrt täglich 700 bis 1400 Käfer.

Jablonowski, der den Eintrieb von Truthühnern empfiehlt, macht darauf aufmerksam, daß zusätzlich die Hühner auf dem Felde mit Körnerfutter und Trinkwasser versorgt werden müssen, damit durch die einseitige Käferkost nicht Ernährungsstörungen auftreten.

Erfahrungen über den Erfolg des Hühnereintriebs bestehen innerhalb unseres Schadgebietes nicht. Es sind gegen diese Methode aber gewisse Bedenken zu erheben. Während des Massenauftretens der Käfer auf vorjährigen Rübenfeldern wird bei uns die junge Saat der Neubestellung meist schon aufgelaufen sein, die dann durch Hühnereintrieb erheblich geschädigt werden könnte. Auch die noch nicht aufgelaufene Saat kann durch das Scharren der Hühner in Unordnung gebracht werden. Für die in unserem Schadgebiet vorherrschenden kleineren Flurstücke wäre ein Hüter für das Geflügel notwendig. Der Hühnereintrieb auf diesjährige Felder ist erst dann möglich, wenn die Blattmasse der Rüben so groß ist, daß auch die Pflanzen durch Hühnerfraß nicht mehr geschädigt werden können. Als Sofortmaßnahme ist zum Schutze der frischaufgelaufenen Rübensaat das chemische Bekämpfungsverfahren durch nichts zu ersetzen.

Daß gerade in den Gebieten der UdSSR, den Dauerschadgebieten des Rübenderbrüßlers, der biologischen Bekämpfungsmethode besondere Beachtung geschenkt wird, ist nicht verwunderlich. In den Dauerschadgebieten steht der Käfer vorwiegend unter optimalen klimatischen Bedingungen, besonders in seinen Vermehrungs- und Entwicklungsphasen. Man ist daher dort bemüht, durch Intensivierung der natürlichen biologischen Begrenzungsfaktoren die Populationsdichte herabzusetzen, um so den Schaden in der Zukunft zu verringern. In unserem Schadgebiet, so wie es die Erfahrung nun schon 2mal gelehrt hat, ist mit einem spontanen Massenauftreten zu rechnen, das durch anormale Witterungsverhältnisse bedingt wird. Bei uns werden biologische Bekämpfungsmaßnahmen unter der Berücksichtigung des natürlichen Vernichtungskoeffizienten ein Massenauftreten nicht verhindern können. Wir müssen dagegen die Käfer, die den Hauptschaden durch Vernichtung der aufgelaufenen Rübensaat verur-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

sachen, schnell und direkt bekämpfen. Ich glaube nicht, daß z.B. eine Pilzinfektion auf den Käfer so schnell wirkt, daß ein Kahlfraß verhindert werden könnte. Die biologischen Methoden sind Maßnahmen auf längere Sicht. In unserem Schadgebiet gebe ich daher folgenden beiden Methoden den Vorzug: 1. dem begifteten Fanggraben, der einen großen Teil der vom vorjährigen Rübenfeld abwandernden Käfer zurückhält und 2. die chemische Bekämpfung mit E-Mitteln, die z.Zt. im Vergleich zu anderen Mitteln den Käfer auf den gefährdeten Rübenfeldern am schnellsten und sichersten vernichtet. Alle anderen Bekämpfungsmaßnahmen spielen nach meinen Erfahrungen zwar eine ergänzende, aber keine ausschlaggebende Rolle.

E. Zusammenfassung

Biologie

Eine Bodentemperatur (10 cm Tiefe) von über +8° C bildet die erste Voraussetzung für das Erscheinen der Käfer. Oberhalb dieser Temperatur entscheidet die Bodenfeuchtigkeit, bedingt durch Niederschläge, Sonnenschein und Lufttemperatur, den Käferschlupf.

Zwischen Erscheinen und Massenabwanderung ist eine Zeit wechselnder Aktivität der Käfer auf den vorjährigen Rübenfeldern eingeschaltet, die zu verschiedenen klimatologischen Faktoren in Beziehung gesetzt wird. Erscheinen, Zeit der wechselnden Aktivität und Beginn der Massenabwanderung werden mit Hilfe phänologischer Daten fixiert.

Die Massenabwanderung (Beginn 1950 am 19. 4., Ende am 1. 6.) vollzieht sich entsprechend den Witterungsverhältnissen in mehreren Wellen. Der Höhepunkt der Abwanderung ist durch die gleichmäßige Verteilung der Geschlechter in den Fanggräben gekennzeichnet. Zu Beginn überwiegen die Männchen, am Ende die Weibchen.

Die Erkennungsmerkmale der Geschlechter werden erörtert.

Ein gerichtetes Wandern wurde nicht beobachtet. Der Käferflug findet nur bei einer Lufttemperatur über +22° C und Sonnenschein statt. Ein Massenflug wurde 1950 nicht beobachtet.

Auf Grund anatomischer Untersuchungen besteht die Wahrscheinlichkeit, daß die Reifung ohne Nahrungsaufnahme eingeleitet werden kann.

Eine tabellarische Übersicht gibt Auskunft über die zum Fraß angenommenen Pflanzen.

Die Dauer der Kopula erstreckt sich auf 2 Monate (Beginn 1950 am 10. 5. und Ende am 19. 7.). Die Dauer der Eiablage erstreckt sich ebenfalls auf 2 Monate (Beginn 1950, Ende Mai und Ende in den letzten Tagen des Monats Juli).

Es wird eine Beschreibung der Eiablage, der Eier (Legezahl/Weibchen 80 bis 100 Stück) und der Eientwicklung gegeben. Eine hohe Bodenfeuchtigkeit verursacht eine hohe Sterblichkeit der Eilarven. Die direkte Sonnenbestrahlung der Eier verhindert einen Larvenschlupf nicht.

Die aktive Lebenszeit der Käfer beträgt 4 Monate. Die Lebensdauer hungernder Käfer währte im Labor bis zu 2½ Monaten. Männchen und Weibchen sterben zur gleichen Zeit.

Die Larven-, Puppen- und Jungkäferentwicklung werden im einzelnen erörtert. Die Dauer der Gesamtentwicklung vom Ei bis zum Jungkäfer beträgt 2½ Monate. Auf Grund der Auswertung statistischer Messungen von Larvenlänge und Kopfkapselbreite werden 4 Larvenstadien festgestellt.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Larven werden Ende Oktober im Boden nicht mehr gefunden. Nur der Jungkäfer überwintert in einer Erdzelle, die er bis zum Frühjahr nicht verläßt. Aus den durch Bodenbearbeitung zerstörten Erdzellen kann der Jungkäfer an die Oberfläche gelangen, ohne das Rübenfeld jedoch zur Überwinterung zu verlassen.

Die Hauptmasse der überwinternden Jungkäfer liegt in 10 cm Bodentiefe (75%). Ein Überliegen wurde nicht beobachtet.

Epidemiologie

Die klimatischen Begrenzungsfaktoren sind für das Massenauftreten entscheidend und unter diesen besonders die Niederschlagsmengen von Mai und Juni. Die Niederschlagsmengen von März bis Anfang Mai bestimmen das Schadmaß. Es werden die extremen Klimafaktoren des Jahres 1947 erörtert, die die Kalamität von 1948/49 bedingten. Jahresniederschlagsmengen und Jahresmitteltemperaturen der Luft sind für das Massenauftreten belanglos. Die überwinternden Jungkäfer sind gegen Frosttemperaturen widerstandsfähig.

Die tierischen Feinde werden aufgezählt und neu hinzugefügt *Silpha obscura L.* und *Pterostichus punctulatus Schall.* Tierische Parasiten wurden 1950 nicht beobachtet.

Bakterien und Pilzkrankheiten wurden erörtert. Die Verpilzung betrug 1950 im Durchschnitt 11,6%.

Der Fortbestand eines Seuchengebietes des Derbrüßlers im Kreise Merseburg wird als Problem aufgezeigt.

Es wird die Aufstellung einer Prognose erörtert.

Bekämpfung

In der Bekämpfung durch Kulturmaßnahmen werden besprochen: Fruchtwechsel, Aussaattermin, Pflegemaßnahmen, Tiefpflügen im Herbst und das Fangstreifenverfahren.

Die Bedeutung der Fanggräben um vorjährige Rübenfelder wird betont. Versuche haben gezeigt, daß die Fängigkeit durch Verengen der Gräben um 40% erhöht wird. Weiterhin wird die Fängigkeit der Gräben durch Behandlung mit Kontaktinsekziden erhöht und zwar am wirksamsten mit dem E-Mittel Wofatoxstaub. (Stäubedichte in bezug auf Grabenfläche 60 kg/ha.) Die Termine der Grabenbestäubung werden erwogen. Ein meterbreiter Wofatoxstäubestreifen (80 kg/ha) kann den Fanggraben nicht ersetzen. Das Absammeln der Käfer im Vergleich zu einer chemischen Bekämpfung ist unbedeutend.

Auf Grund von Labor- und Freilanduntersuchungen ist das E-Mittel Wofatoxstaub das am schnellsten und intensivsten wirkende Bekämpfungsmittel im Vergleich zu anderen. Die Rentabilität einer Wofatox-Staubbehandlung von 70 Morgen Zuckerrüben im Jahre 1951 im Seuchengebiet Blösien bei Merseburg wird aufgezeigt. Stäuben oder Spritzen wird zugunsten des ersteren entschieden.

Über einen eigenen und einen in der UdSSR durchgeführten Versuch zur chemischen Bekämpfung der Larven wird berichtet.

Die biologischen Bekämpfungsverfahren werden erörtert und für das deutsche Schadgebiet als nicht ausschlaggebend bewertet.

Literaturverzeichnis

Aczél, M., Neue Pflanzenschutzmittel gegen Rübenrüsselkäfer. Mezögazdaságtudományi Közlemények, E XX **IV.**, 1944*.

Alekseev, Ya. A. & V. A. Shchepetilnikova, The more extensive use of fowls in the Control of insect pests. Bull. Plant. Prot. 1941, p. 3—8, Leningrad, 1941.*

Baranyovits, F., Angaben zur Biologie und Bekämpfung der Rübenkäfer. Jahrb. Pflanzengesundheitsd., **2—4**, 389—395, Budapest, 1944.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Blattny, C., Einige Erfahrungen aus dem Kampfe gegen *Bothynoderes punctiventris Germ.* Verh. VII. Intern. Kongr. Ent., **4,** 2499—2501, 1938.

Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Ztschr. angew. Ent., **14,** 254—272, 1928.

Charkovskii, M. P., Basic laws gouverning the behaviour of the Beet Weevil. In Kulagin & Pyatnitzkii, p. 47—50, 1940.*

—, Mechanisation of the mechanical control of the Beet Weevil. In: Kulagin & Pyatnitzkii, p. 51—52, 1940.*

—, A contribution to the methods of shortdated forecasts of the Beet Weevil infestation. Nauch. Zap. sakh. Prom., **15,** 184—197, 1938, Kiev, 1939.*

Dodonov, B. A., The effectiveness of Sodium Fluorsilicat and Barium Chloride as insektizides against the Beet Weevil. In: Kulagin & Pyatnitzkii, p. 73—83, 1940.*

Eckstein, F., Zur Kenntnis des Rübenrüsselkäfers (*Bothynoderes punctiventris Germ.*) in der Türkei. Ztschr. angew. Ent., **22,** 463—507, 1938.

Efimenko, M. S., Über die Nahrung der Kröten und Eidechsen, die in den Fanggräben der Zuckerrübenfelder nisten. Rep. zool. Mus., **23,** 105—115, Kiev, 1939.*

Eichler, Wd., Die kritische Befallszahl beim Rübenderbrüßler (*Bothynoderes punctiventris*). Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd., N. F., **3,** 137—140, Berlin, 1949.

—, Rübenfeind Derbrüßler. Neue Brehm-Bücherei, Heft 25, Wittenberg, 1951.

—, Fragen der Derbrüßlerbekämpfung. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd., N. F., **5,** 35—37, Berlin, 1951.

—, Freilandmittelprüfungen beim Rübenderbrüßler. Anz. Schädlingsk., **24,** 39—40, 1951.

Eichler, Wd. & H. Schröder, Witterungsfaktoren als Urheber der Massenvermehrung des Rübenderbrüßlers 1947—1949 (*Bothynoderes punctiventris*) in Mitteldeutschland. Ztschr. angew. Ent., **32,** 567—575, 1951.

Eisbein, C. & F. Dyckerhoff, Die kleinen Feinde des Zuckerrübenanbaues, Berlin, 1926.

Greis, H., Krankheiten und Beschädigungen der Zuckerrübe. Kleinwanzleben, 1942.

Grindberg, S., La lutte contre le *Cleonus punctiventris* en Roumanie. Ann. Gembloux, **22,** 80—82, 1922.

Grof, B., Der Rübenrüsselkäfer, Biologie und Bekämpfung. Zuckerrübenanbau, **14,** 1932.*

Hase, A., Über das Auftreten und die Bekämpfung des Rübenderbrüßlers *Bothynoderes* (*Cleonus*) *punctiventris* im Jahre 1948 sowie über einige andere schädliche Rüßler des Rübenanbaues. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., N. F., **2,** 33—36, Berlin, 1948.

—, Einfache Verfahren zur Gewinnung von Eiern und Junglarven der Rübenderbrüßler. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., N. F., **2,** 112—114, Berlin, 1948.

Härdtl, H., Eine Großbekämpfung des Rübenderbrüßlers in Mitteldeutschland. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., N. F. **3,** 176—187, 1949.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 1. Aufl., **31,** 210—260, München, 1906.

Jablonowski, J., Die tierischen Feinde der Zuckerrübe. Budapest, 1909.

Kalaschnikov, K. Ya., An experiment of preparing in large quantities cultures of the fungus *Metarrhizium anisopliae* Sorok. Plant. Prot., **18,** 154—158, Leningrad, 1939.*.

Kamenski, S. A. & V. N. Mende, Effect of temperature and moisture on the development of the Beet Weevil. Plant. Prot., **19,** 3—28, Leningrad, 1939.*

Kozlova, E. N., The application of concentrated solution of Barium Chlorid for the control of the Beet Weevil. In: Kulagin & Pyatnitzkii, p. 84—91, 1940*.

Kulagin, N. M. & G. K. Pyatnitzkii, The Beet Weevil and its control. Akad. s.kh. Nauk Lenina, 151 pp., Moskau, 1940.*

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Luisenko, T. O., Regarding the control of the Beet Weevil. Proc. Lenin Acad. agric. Sci. UdSSR., **6**, 3—10, Moskau, 1941.*

Maksimovich, A. E. & A. A. Mikulskii, Dust bait preparations of the Beet Weevil. Rep. Acad. Sci. ukr. SSR., **12**, 47—52, Kiev, 1940.*

—, Bait preparations for the Beet Weevil made of vegetable raw material. Rep. Acad. Sci. ukr. SSR., **12**, 41—46, Kiev, 1940.*

Müller, K. R., Der grobe Derbrüßler, ein neuer Feind der Rüben. Landwirtsch. Wochenschr., **93**, 552, Halle/S., 1935.

—, Der Rübenderbrüßler und seine Bekämpfung. Merkbl. Pflanzenschutzamt Halle/S., 4. Aufl., 1951.

Negrash, K. A., The influence of the time of sowing of beet on the control of the Beet-root Weevil, *Bothynoderes unctiventris Germ.* Sborn S.S.U., **8**, 69—94, Kiev, 1929.*

—, The rationalisation of the system of trap and directional Ditches for the control of the Beet Weevil. In: Kulagin & Pyatnitzkii, p. 53—60, 1940.*

Novichkov, F. S., Results of experiments in the ariotechnical control of the Beet Weevil. In: Kulagin & Pyatnitzkii, p. 107—118, 1940.*

Paikin, D. M., Improvement of mechanical control measures against the Beet Weevil on old plantations. In: Kulagin & Pyatnitzkii, p. 61—68, 1940.*

Paillot, A., Les microorganismes parasites des insectes; leur emploi en agriculture. Ann. Serv. Epiphyt., **2**, 188—232, 1915.*

Pospielov, V. P., Methods of infecting insects with entomogenous fungi. In: Summary of the scientific research work of the Institute of Plant Protection for the Year 1936. Part III, p. 64—67. Lenin Acad. agric. Sci., Leningrad, 1938.*

—, Biological methods of controlling the Beet Weevil. In: Kulakin & Pyatniztkii, p. 45—46, 1940.*

Pospielov, V., *Bothynoderes punctiventris Germ.* and methods of fighting it. St. Petersburg, 1913.*

Pyatnitzkii, G. K., Ecological basis of the control measures against the Beet Weevil on old beet fields. In: Summary of the scientific research work of the institute of Plant protection for the year 1939. Lenin Acad. agric Sci., Leningrad, 1940.*

—, Agrotechnical methods of controlling the Beet Weevil. In: Kulagin & Pyatnitzkii, p. 25—37, 1940.*

Pyatniztkii, G. K. & K. J., Pavlova, The process of maturation and Oviposition in the Beet Weevil in nature in connection with weather conditions. In: Kulagin & Pyatnitzkii, p. 38—44, 1940.*

Rapp, O., Die Käfer Thüringens unter besonderer Berücksichtigung der faunistisch-ökologischen Geographie. Erfurt, 1933.

Reh, L., In Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten **5**, 253, Berlin, 1932.

Reitter, E., Fauna Germanica, **5**, 85. Stuttgart, 1916.

Rozsypal, J., Der Zuckerrübenschädling *Bothynoderes punctiventris Germ.* und seine natürlichen Feinde. Bull. École sup. Agron. Brno., **16**, 1936.*

Savchenko, E. N. & I. M. Yarmolenko, The bonification of Chloropikrin and the mechanisation of its introduction into the soil during the application of control measures against the larvae of the Beet Weevil. Bull. Plant Prot., **1—2**, 53—61, Leningrad, 1940.*

Schmidt, G., *Rondania cucullata* als Parasit des Rübenderbrüßlers. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd., N. F., **2**, 82, Berlin, 1948.

—, Beobachtungen im Derbrüßlerbefallsgebiet Sachsen-Anhalts und Vorschläge zur Bekämpfung. Anz. Schädlingsk., **23**, 101—102, 1950.

Schröder, H., Die Niederschlagsverhältnisse in Sachsen-Anhalt 1947/48 als Ursache der kreisweisen Befallsunterschiede beim Massenauftreten des Rübenderbrüßlers 1948. Angew. Meteorol., **1**, 60—62, 1951.

Steiner, P., *Bothynoderes punctiventris Germ.* als Zuckerrübenschädling in der Türkei. Ztschr. angew. Ent., **29**, 339—369, 1936.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315

Telenga, N. A., Biological method of controlling the weevil. Visti. Akad. Nauk. ukr. rad. sotz. Resp., No. 7—8, p. 63—69, Kiev, 1940.*
Tielecke, H., Ein Beitrag zur Biologie des Distelrüßlers (*Cleonus piger Scop.*). Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. N. F., **5**, 31—35, Berlin, 1951.
Uvarov, B. P., Wetter und Klima in ihren Beziehungen zu den Insekten. Ztschr. angew. Ent., **17**, 154—177, 1931.
Walter, H., Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena, 1917.
Warming, E., Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin, 1902.
Wimmer, G. & H. Lüdecke, Aussaatversuche mit Zuckerrüben unter besonderer Berücksichtigung der Ertragsfeststellung. Ztschr. Wirtschaftsgr. Zuckerind., **88**, 87—106, 1938, Technischer Teil.
(Die mit * bezeichneten Arbeiten waren nur als Referate zugänglich.)

Eine Methode zur Trockenpräparation von Raupen

Von Hans John, Bad Nauheim

Die geringe Aufmerksamkeit, welche bisher der Präparation von Raupen im allgemeinen gewidmet wurde, ist wohl darauf zurückzuführen, daß Angaben über eine Methode fehlten, die erstens eine unbegrenzte Haltbarkeit des Präparates gewährte, zweitens es ermöglichte, den Tieren eine natürliche Stellung zu geben bei voller Erhaltung ihrer Farben. Die bekannte Methode des Blasens ergibt bei allen unbehaarten und farbigen Raupen schlechte Resultate und im besten Falle einen gedunsenen Raupenkörper mit weit vorgestrecktem Kopf. Ich habe nun folgendes Verfahren seit mehreren Jahren erprobt und für gut befunden:

Die Raupe wird, wie vor dem Blasen, vorsichtig entleert und dann mit einer Masse bestimmter Zusammensetzung gefüllt. An Material wird benötigt: 1 Injektionsspritze mit dicker Hohlnadel (10 ccm Inh.), chemisch reines Glycerin, weiße Gelatine, Schlämmkreide, Borax, Präpariernadeln, Torf. Die Hohlnadel wird mittels einer scharfen Feile auf die Länge von 2—3 cm gekürzt, schräg zugespitzt und vorn sanft abgerundet. Die Gelatine wird kurze Zeit in Wasser geweicht, etwas an der Luft getrocknet, um überflüssiges Wasser zu entfernen und im Wasserbade geschmolzen. Etwa ⅓ Glycerin wird warm hinzugerührt und etwas Borax hinzugetan, um späteres Faulen zu verhindern. Unter stetem Rühren erhitzt man die Mischung noch etwa 10 Minuten, um möglichst alles Wasser abdampfen zu lassen, und hat dann eine nach dem Erkalten halbstarre Glycerin-Gelatinelösung, die in einer gut geschlossenen Flasche aufbewahrt werden kann. Die Schlämmkreide wird zwischen Zeitungspapier mit einem Hammer geklopft, bis sie pulverförmig ist. In einem Topf wird jetzt die Glycerinlösung erwärmt, teelöffelweise Kreide zugesetzt und mit einem Hölzchen glatt verrührt. Die Masse muß eine gewisse Zähigkeit und geringes Klebevermögen besitzen, wenn sie richtig bereitet ist. Man überzeugt sich von ihrer Brauchbarkeit, indem man das Ansatzstück der Injektionsspritze hinein-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315