

Zuchtversuche mit der Raubwanze *Podisus maculiventris* Say (*Pentatomidae*; *Asopinae*) unter Berücksichtigung ihrer Eignung als natürlicher Feind des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say).

Von Kurt Sellke und Erika von Winning,
Biologische Reichsanstalt; Berlin-Dahlem.

(Mit 5 Textfiguren.)

1. Zweck der Untersuchungen.

Die nordamerikanische Wanzenart *Podisus maculiventris* Say (Fig. 1) ist in den Vereinigten Staaten als natürlicher Feind des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) bekannt geworden. Auf Grund der dort veröffentlichten Beobachtungen und Angaben führte Feytaud-Bordeaux in Frankreich Zucht- und Bekämpfungsversuche durch, mit dem Ziel, die

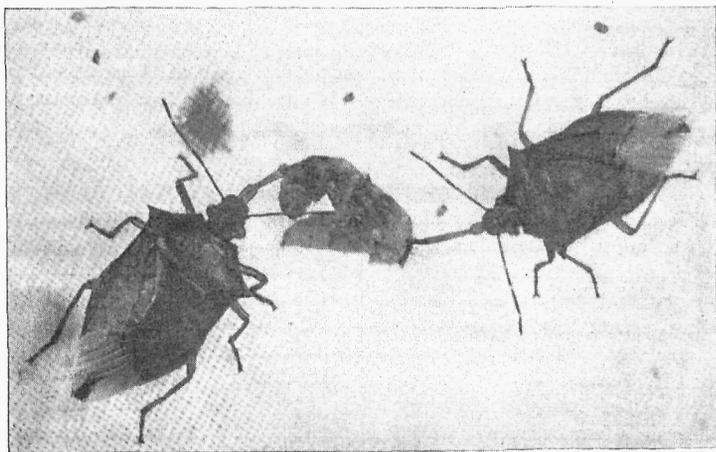


Fig. 1. Pärchen von *Podisus maculiventris* beim Aussaugen einer Mehlmottenraupe.

räuberischen Pentatomiden einzubürgern. Um kein Mittel und keinen Weg, den Kartoffelkäfer zu vernichten, oder doch wenigstens an seiner schnellen Ausbreitung zu hindern, unversucht zu lassen, wurde *Podisus maculiventris* Say in den Jahren 1935 bis 1939 auch in der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem in Zucht

genommen mit dem Ziel, die Lebensweise der Wanze zu studieren und eine Methode zur Massenzucht dieses Nützlings auszuarbeiten.

Die Ergebnisse von Laboratoriumszuchten und Einbürgerungsversuchen mit der Raubwanze *Podisus maculiventris* Say in Frankreich sind von Feytaud und Couturier in ausführlicher Bearbeitung veröffentlicht worden. Darin ist auch der Taxonomie der interessanten Raubinsekten Beachtung geschenkt.

Die Beobachtungen an der in Berlin-Dahlem unterhaltenen *Podisus*-Zucht bilden eine Bestätigung der in größerem Umfange und vor allem unter Anwendung auf den zu bekämpfenden Schädling *Leptinotarsa decemlineata* Say durchgeführten Arbeiten in Bordeaux und auf dem Lande im französischen Kartoffelkäfer-Befallsgebiet. Es sind im folgenden nur die zur Beurteilung der Verwendbarkeit des Nützlings im Kampf gegen den Kartoffelkäfer in Deutschland wichtigen Angaben über Lebensweise und Entwicklung der Art und — in Streiflichtern — einiger verwandter Arten mitgeteilt.

2. Materialbeschaffung.

Als Ausgangsmaterial stellte Professor Dr. Feytaud, der Direktor der Station d'Entomologie in Bordeaux, dem Leiter des Pflanzenschutzlaboratoriums der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Oberregierungsrat Dr. Schwartz, im September 1935 5 Zuchtpaarchen zur Verfügung. Am 20. 9. wurden die Tiere, die auf dem Transport bereits 32 Eier abgelegt hatten, in Zucht genommen. Vom 24. 9. bis 10. 10. erfolgten weitere Eiablagen, sodaß das gesamte Eimaterial 114 Stück betrug. Diese Zucht ging jedoch nach der zweiten Generation wieder ein, sodaß im Jahre 1936 neues Material beschafft werden mußte. Professor Dr. Feytaud stellte nochmals 107 Eier zur Verfügung, die am 16. 6. in Zucht genommen werden konnten. Diese Zucht wurde in ununterbrochener Generationenfolge bis zum Januar 1939 gehalten; dann wurden die Tiere abgetötet, da die gestellten Fragen als gelöst betrachtet werden konnten.

3. Methodik.

Die Wanzen, und zwar alle Entwicklungsstadien, werden am zweckmäßigsten auf Hygrostaten nach Janisch gehalten: Butterschalen mit abgebogenem Rand, die zur Hälfte mit Leitungswasser gefüllt und mit Glasbatist überspannt sind, der mittels Gummiringen stramm befestigt wird; Tiere, Futter und Zweige zum Klettern werden auf den Batist getan und mit Glasdeckeln von 3 cm Höhe und etwa 7,5 cm Durchmesser überdeckt. (Vgl. auch v. Winning, E. Versuch einer Monographie von *Tortrix promubana* Hübner mit experimentellen Untersuchungen über das biologische Verhalten des Insektes zur Klärung seiner Bedeutung als Pflanzenschädling. Zeitschrift für angewandte Entomologie, 25, 215—276, Berlin, 1938.) Durch diese Methode, die sich schon für die Anzucht anderer Insektenarten bewährt hat, wird eine hohe, etwa gleichbleibende Feuchtigkeit in den Zuchträumen gewährleistet. Außerdem kann die ausgeatmete Kohlensäure absinken, es findet ständig ein angefeuchteter, frischer Luftstrom statt.

Die Hygrostatenmethode konnte jedoch bei Massenzuchten wegen der sehr zeitraubenden Pflege keine Anwendung finden. Die Larven wurden in großen, offenen Glasschalen gehalten, deren Ränder mit Vasoline, der etwas Nelkenöl oder Bergamottöl zugesetzt war, bestrichen waren, um das Entweichen der Tiere zu verhindern. In diesen Schalen waren kleine Glasschälchen mit Wasser;

die mit Batist überspannt waren, aufgestellt; sie dienten als Feuchtigkeits-spender. Außerdem enthielten die Schalen noch Gefäße mit Kartoffelblättern, die in Wasser standen. Um das Hineinfallen von Larven in die Wasserbehälter zu verhindern, wurden diese mit Plastilin verschlossen, durch das die Blattstengel gesteckt wurden. Die Heranzucht der Larven in den offenen Schalen brachte eine höhere Sterblichkeitsquote, als die auf Hygrostaten; vermutlich war der geringere Prozentsatz der relativen Feuchtigkeit der die Tiere umgebenden Luft die Ursache.

Die Temperaturbedingungen, unter denen die Wanzen und ihre Larven herangezogen wurden, waren sehr verschieden. Der weitaus größte Teil wurde in einem nach Nordosten gelegenen Laboratorium, das nur in den frühen Morgenstunden Sonne hat, bei Temperaturen von 15—25° C, meist 18—23° C gehalten. Die Umweltbedingungen in diesem Raume erwiesen sich als sehr geeignet, da die Entwicklung der einzelnen Stadien verhältnismäßig schnell vorstatten ging und die Individuenzahl der Zucht rasch anstieg.

Der Einfluß schwankender Temperaturen, d. h. den Verhältnissen im Freien angenäherter Temperaturbedingungen konnte durch Halten von Wanzen aller Entwicklungsstadien auf einem Balkon und durch Überwinterungsversuche an Imagines in einem Freilandkäfig beobachtet werden. Auf dem Balkon wurden die Tiere auf Hygrostaten gehalten. Der Freilandkäfig bestand aus einem mit Drahtgaze bezogenen Holzgestell. (Vgl. auch Abschnitt 6). Um die Anlage vor Niederschlägen zu schützen, war in einem Abstand von etwa 20 cm ein leicht geneigtes Dach aus Dachpappe angebracht.

Versuchsweise wurden auch längere Zeit hindurch Zuchten, und zwar wiederum alle Entwicklungsstadien, auf Hygrostaten in Wärmekammern bei konstanten Temperaturen von 26° C bzw. 28° C gehalten. Einige Versuche wurden bei 28° C in einem Thermostaten angesetzt.

4. Entwicklung und Lebensweise.

a) Das Vollinsekt.

Frisch gehäutete Imagines von *Podisus maculiventris*, die zu einer Paarzucht vereinigt werden, kopulieren nach 2 bis 3 Tagen. So lieferte z. B. eine am 17. Juli angesetzte Paarzucht am 22. Juli die ersten Eier, am 30. Juli die ersten Junglarven, am 22. August die erste Imago der neuen Generation. Die Temperaturen in dem beschriebenen, nach Nordosten gelegenen Laboratorium betragen in diesem Zeitraum maximal 29° C, minimal 19° C, durchschnittlich 22° C. Die erwähnte Zucht lieferte 374 schlüpffähige Eier während einer dreimonatigen Lebenszeit des Weibchens.

Den Imagines wurde außer dem Futter in die Zuchtgefäße noch ein Ilexblatt gegeben, das als „Klettergerüst“ benutzt wurde. Häufig fand die Kopula statt, während die Tiere auf dem Ilexblatt saßen. Auch zur Eiablage wurden die Blätter gern benutzt; die Mehrzahl der Eier wurde jedoch an den Wänden der Glasdeckel abgelegt, selten auf dem Batist. In der Regel fand die Eiablage in verschiedenen großen, unregelmäßig geformten Eipaketen statt (Fig. 2), wobei die Eier eines neben das andere ungeheftet wurden, in Ausnahmefällen wurden auch Eier übereinander abgelegt, wobei die unteren dann meist nicht zur Entwicklung kamen

Ab und zu wurden die Eier auch einzeln abgelegt. Die Anzahl der von einem ♀ abgelegten Eier schwankte bei 41 beobachteten ♀♀ zwischen 7 und 393, als Durchschnitt können 156 Eier je ♀ angegeben werden. Sterile ♀♀ kamen ebenso wie sterile Eier sehr häufig vor.

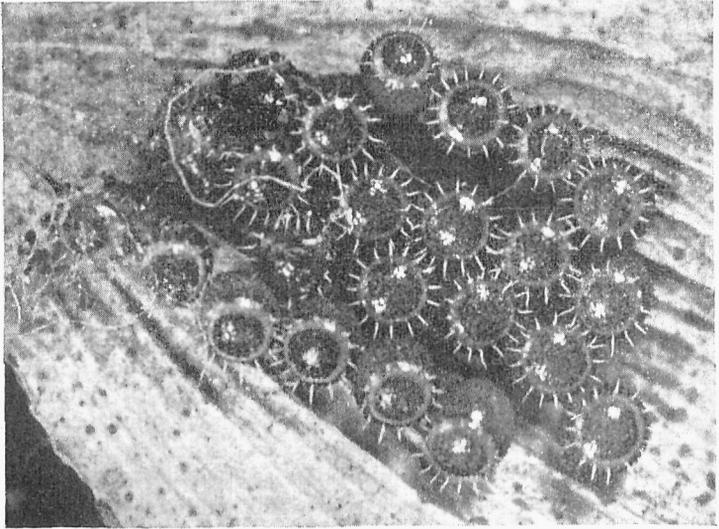


Fig. 2. Eigelege von *Podisus maculiventris*. Phot. Tomaszewski.

Ziemlich übereinstimmend mit dem kalendermäßigen Herbstanfang ließ jedes Jahr die Eiproduktion in den Hygrostatenzuchten im Laboratorium nach. Überwinterungsversuche von Ende November 1936 bis Anfang Februar 1937 mit 140 Imagines von *Podisus maculiventris* schlugen fehl, offenbar wegen zu großer Temperaturschwankungen im Versuchsraum (10° bis -6° C). Im temperaturkonstanten, geheizten Raum (26° C) war es dagegen möglich, die Wanzen pausenlos weiterzuziehen und einen sommerlichen Vermehrungsrhythmus zu erzielen. *Podisus* erwies sich damit als Dauerbrüter unter geeigneten experimentellen Bedingungen. Die im Freien stattfindende Winterruhe der Imagines läßt sich durch höhere Temperaturen unterdrücken.

Auch im Laboratorium bei Zimmertemperatur ließen sich die Wanzen in den Wintermonaten zwar weiterzuchten, jedoch hielt sich bei der größeren Sterblichkeit der Bestand der Zucht nicht aufrecht.

Die Lebensdauer der Imagines wurde an 290 Tieren festgestellt, von denen 135 ♀♀ und 155 ♂♂ waren. Die ♀♀ lebten im Durchschnitt 55,6, die ♂♂ 60,9 Tage. Als längste Lebensdauer wurde bei einem ♀ 108, bei einem ♂ 131 Tage beobachtet. Stirbt in einer Paarzucht das ♂ früher als das ♀, so legt das begattete ♀ meist noch Eier ab.

Auch Eiablage bei unbegatteten, gut ernährten ♀♀ kommt vor. Es wurde auch beobachtet, daß ♀♀ nach mehrmaliger Begattung durch ein ♂ nur sterile Eier ablegten, zum Teil über 100, während nach erneuter Kopula mit einem anderen ♂ sofort schlüpffähige Eier gelegt wurden. In den Receptaculis solcher begatteter ♀♀, die sterile Eier legten, wurden Spermien nachgewiesen. Zum Teil scheint also die relativ hohe Sterblichkeit der Eier bei *Podisus maculiventris* auf unfruchtbare ♂♂ zurückzuführen zu sein.

b) Ei und Embryonalentwicklung.

Die Entwicklungsdauer der Eier von *Podisus maculiventris* (Fig. 2) wurde bei verschiedenen Temperaturen bei konstanter, hoher Feuchtigkeit beobachtet. Die kürzeste festgestellte Entwicklungszeit lag zwischen drei und vier Tagen bei 31° C. Bei Temperaturen über 33° C schlüpfen die Junglarven nicht mehr. Bei 15° C dauerte die Embryonalentwicklung 17 bis 18 Tage. Versuche zur Klärung der Frage, ob sich die Entwicklung der Eier von *Podisus maculiventris* bei niedrigen Temperaturen verzögern läßt, die Eier sich also im Kühlschrank für längere Dauer verwahren lassen, ergaben die nur geringe Widerstandsfähigkeit der Eier gegen die Einwirkung unternormaler Temperaturen. Die Aufbewahrung der Eier bei 1° C ertrugen die Eier noch 7 Tage, bei 6° C noch auf die Dauer von 14 Tagen. Längerer Aufenthalt der Eier bei diesen Temperaturen verhinderte das Schlüpfen der Junglarven, obwohl fast stets die Embryonalentwicklung noch eingeleitet wurde. Hinsichtlich der Qualität der Eigelege der verschiedenen Weibchen, als auch hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der aufeinanderfolgenden Gelege desselben Weibchens bestehen oftmals Unterschiede. Die Eigelege von *Podisus maculiventris* verlangen Temperaturbedingungen, unter denen die Embryonalentwicklung sich unmittelbar an die Eiablage anschließend vollziehen kann. Sie ertragen Abkühlungen nur kurze Zeit und nie ohne Schädigung. Der Stillstand der Embryonalentwicklung dürfte bei 10—12° C liegen.

Die im Laboratorium abgelegten Eier bedurften zu ihrer Entwicklung im Durchschnitt 7,1 Tage. Die Entwicklungsdauer schwankte bei 959 beobachteten Eiern, die aus 62 Gelegen stammten, zwischen 4 und 10 Tagen, wobei die extremen Werte sehr selten vorkamen.

Der Schlüpfakt vollzog sich in der Regel sehr schnell und glatt. Die Eier eines Geleges reiften immer gleichzeitig heran und entließen die Larven binnen weniger Minuten.

Die Farbe der Eier ist gewöhnlich grau und undurchsichtig, mit feiner Granulation des Chorions. Schlüpfreife Eier weisen zwei rötliche Punkte auf, die durchschimmernden pigmentierten Augen des Embryos. Nicht selten werden blasschalige Eigelege beobachtet, die sich auch nicht nachfärben.

Das ankerförmige Chitinstück, das nach dem Ausschlüpfen des Embryos an der Eischale zurückbleibt, ist der in dieser Form bei allen Pentatomiden ausgebildete Eisprenger (Heymons).

c) Die Larvenstadien.

Die frisch geschlüpften Larven bleiben zunächst, meistens in der unmittelbaren Nähe des verlassenen Eigeleges, dicht beieinander sitzen, ohne sich zu bewegen. Werden sie gestört, z. B. durch Berühren, so laufen sie jedoch mit großer Geschwindigkeit nach allen Richtungen auseinander. Einige Zeit nach dem Schlüpfen sammeln die Eilarven sich, entweder alle Individuen eines Geleges zusammen, oder in kleinen Gruppen auf dem als Nahrung dargebotenen Kartoffelblatt, um daran zu saugen. Die Larven leben gesellig; in den späteren Larvenstadien findet man sie nicht mehr so häufig in großer Anzahl dicht beieinander sitzend, wie als L_1 . Da Kannibalismus sowohl bei Larven, als auch bei Imagines oft beobachtet werden konnte, selbst wenn die Zuchtschalen ausreichend mit Futter versehen waren, wurden auch Versuche durchgeführt, die Tiere in Einzelzuchten zu halten. Diese Versuche hatten keinen Erfolg; die in Einzelzuchten gehaltenen Insekten wiesen eine weit größere Sterblichkeit auf, als die gesellig gehaltenen, bei denen hin und wieder ein Stück von den Artgenossen ausgesaugt wurde.

Die Häutungen vollziehen sich im allgemeinen sehr glatt und schnell. Die vierte Häutung liefert die Nymphe, die sich in ihrer Lebensweise von den Larven nicht unterscheidet (Fig. 3). Nach 5 Häutungen ist die Imago fertig ausgebildet.

Dauer der einzelnen Larvenstadien.

Larvenstadium	Tage im Durchschnitt	Entwicklungsdauer	
		kürzeste	längste
L_1 (Eilarve)	6,1	3	10
L_2	10,1	3	22
L_3	6,3	2	21
L_4	6,9	2	17
L_5 (Nymphe)	12,9	5	26

An 242 Stücken konnte die Entwicklungsdauer vom Ei zur Imago beobachtet werden; im Durchschnitt waren es 38,7 Tage. Als kürzeste Dauer wurden 24 Tage, als längste Entwicklungszeit 55 Tage festgestellt. Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Geschlechter konnten nicht beobachtet werden.

5. Fraßgewohnheiten und Nahrungsbedarf.

Da lebendes Kartoffelkäfermaterial nicht zur Verfügung stand, mußten für die Ernährung der Wanzen andere leicht zu züchtende Insektenarten

ausfindig gemacht werden. Diesen Anforderungen genügten am besten Mehlmottenraupen (*Ephestia kuehniella* Z.) und im Sommer Seidenspinnerraupen (*Bombyx mori* L.). Letztere konnten jedoch nur bis nach der zweiten oder dritten Häutung Verwendung finden, da die älteren Raupen wegen ihrer Größe nur schwer oder gar nicht von den Wanzen bewältigt wurden. Die größeren Raupen konnten nur dann bezwungen werden, wenn sich gleichzeitig mehrere Imagines oder auch Larven über das Opfer hermachten (Fig. 3). Während der Sommermonate, wo noch allerlei

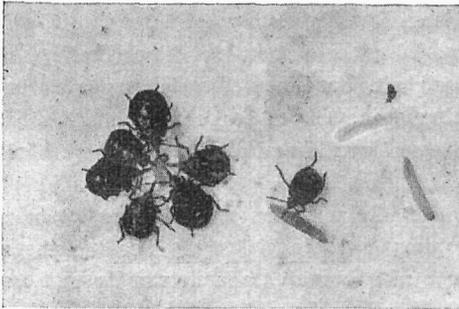


Fig. 3. Nymphen von *Podisus maculiventris* beim Aussaugen von Mehlmottenraupen.

andere Insektenarten zur Verfügung standen, wurde auch mit Gespinnstmottenraupen (*Hyponomeuta* spec.), Obstmade (*Carpocapsa pomonella* L.), Blattwespenlarven (*Lophyrus pini* L.), verschiedenen Blattlausarten (*Aphidae*), vor allem der Pfirsichblattlaus gefüttert, ferner gelegentlich versuchsweise mit *Vanessa*- und *Euproctis*-Raupen, sowie mit denen von *Lymantria dispar* L. und *Lymantria monacha* L., *Pieris brassicae* L. usw. Auch Falter wurden ausgesaugt, in einem Freilandkäfig in Ahun (Frankreich) sogar Fliegen, Tipuliden und Ephemeriden erbeutet. Auch Kartoffelkäfer (Vollinsekten) werden durch die weiche Haut der Sternite hindurch angestochen und ausgesaugt. Selbst Insekten, die *Podisus* nie erbeuten kann, wie die Larve von *Myrmeleon formicarius* L. oder Tachinidenlarven (*Bactromyia*) werden ohne Zögern angegriffen und ausgesaugt. Auch Wachsmottenraupen (*Galleria melonella* L.) wurden gern angenommen, erwiesen sich jedoch insofern für die Verwendung bei künstlichen Zuchten als ungeeignet, als sie in den Batist der Hygrostaten große Löcher hineinfraßen. Versuche, Schildläuse (*Coccidae*) als Futter zu verwenden, schlugen fehl. Jedenfalls kann aus der Anzahl der gut angenommenen Insektenarten auf eine bedeutende Polyphagie geschlossen werden.

Verabscheut wurden außer Insekten mit undurchdringlicher Körperdecke nur ganz wenige andere, unter diesen die Larven des Erlenblatt-

käfers, *Agelastica alni* L. Die einheimische Asopidenart *Arma custos* Hhn. saugt auch die Larven dieser Chrysomeliden aus. Wie beobachtet wurde, schont *Podisus maculiventris* auch „Nützlinge“ nicht, sondern greift Coccinelliden-, Syrphiden- und Hemerobiidenlarven an. Ebenso werden gewisse Blattlausarten angenommen, z. B. die auf Kartoffeln vorkommende *Myzodes (Myzus) persicae* Sulz. und deren Larven, während z. B. die schwarze Schneeballblattlaus nicht angegriffen wird. Larven und Nymphen anderer Pentatomiden, wie *Palomena prasina* L. werden ebenfalls ausgesaugt.

Auch an anderen Eiweißstoffen, wie Hühnereiweiß oder Milch, saugen die Wanzen gern, jedoch ersetzt keiner dieser Stoffe die Aufnahme von Insektenkörperflüssigkeit. Dasselbe stellte sich bei Ernährung mit Pflanzensäften heraus. Abgesehen von Junglarven, die sich bei hinreichend hoher Luftfeuchtigkeit sogar ganz ohne Nahrungsaufnahme häuten können, gelang es bisher nicht, eines der folgenden Larvenstadien durch ausschließliche Ernährung mit Pflanzensäften zur Häutung zu bringen. Insektenkörpersäfte sind also nach den bisherigen Beobachtungen für die Fortentwicklung aller Stadien der Wanzen notwendig und auch hinreichend. Mit Kartoffelblattsäften ernährte Nymphen (L_5) machen Ansätze zur letzten Häutung, erreichen aber nicht das Imaginalstadium, sondern sterben während der Häutung. Die Lebensdauer solcher Tiere, die nur bei Pflanzenkost gehalten wurden, übertraf die hungernder Larven der entsprechenden Stadien nicht. Neben der notwendigen Insektennahrung saugen die Wanzen und ihre Larven gern an Pflanzenteilen, auch an Fruchtparenchym, am Fleisch der Kartoffelknolle (im Versuch) usw.

Für eine Paarzucht von *Podisus maculiventris* wurden zur Fütterung 28 bis 34 erwachsene Mehlmottenraupen verbraucht. Einzeln gehaltene Imagines, die in der Regel länger als die Kontrolltiere in Paarzuchten lebten, verbrauchten allein 20 bis 25 Mehlmottenraupen während 60 Tagen. Für die Entwicklung einer einzelnen Larve von *Podisus maculiventris* vom Ausschlüpfen aus dem Ei bis zur letzten Häutung genügen 6 bis 7 ausgewachsene Mehlmottenraupen, von denen allein die Nymphe (L_5) 3 oder 4 aussaugt. Die Gesamtnahrungsmenge eines normal ernährten, gesunden, einzeln gehaltenen Tieres von der Junglarve bis zum Tode der Imago ist auf etwa 30 erwachsene Mehlmottenraupen zu beziffern.

Für das Junglarvenstadium sind Insekten zur Ernährung nicht nötig; im allgemeinen begnügt sich dieses mit Pflanzensäften. Auch ohne Nahrung vermögen die L_1 bei hinreichender Luftfeuchtigkeit sich zu häuten. Man findet aber gelegentlich auch Junglarven von *Podisus maculiventris* an Insekten, zuweilen auch an Eiern der eigenen Art saugend vor. Für die Stadien L_2 bis L_5 ist es notwendig, daß sie mindestens einmal Insektenblut saugen, wenn sie sich häuten sollen. Eine Nymphe verbraucht im

allgemeinen 3 bis 4 erwachsene Mehlmottenraupen; es genügt aber zum Eintritt der letzten Häutung auch, daß die L_5 einmal 2 bis 3 Stunden an einer Mehlmottenraupe gesaugt hat. Die Dauer des Nymphenstadiums solcher nur einmal gesättigter L_5 ist nicht länger als das ausgiebig ernährter Tiere. Es dauert in beiden Fällen bei durchschnittlich 21°C 10 bis 12 Tage. Dagegen dauerte die Entwicklung einer L_5 von der vorletzten Häutung bis zur Imago bei ausschließlicher Ernährung mit Blattläusen [*Myzodes (Myzus) persicae*] unter sonst gleichen Bedingungen doppelt so lange Zeit. Ein Einfluß der Nahrungsmenge und auch der Beschaffenheit der Kost auf die Dauer eines Larvenstadiums ist also erkennbar.

Beutetiere, die ausgesaugt sind, schrumpfen zusammen. Mehlmottenraupen z. B. weisen dann keinerlei Fett- oder Muskelgewebe mehr auf, sondern nur noch die Chitinhülle mit Resten des Darminhaltes. Im Speichel der Wanzen muß daher ein proteolytisches Ferment vorhanden sein, so daß man die Nahrungsaufnahme dieser räuberischen Pentatomiden als eine extraintestinale Verdauung bezeichnen kann.

Wie bereits für andere Asopiden beschrieben, sind auch bei *Podisus maculiventris* die Stechborsten, die durch das beim Saugen knieförmig abgelenkte Rostrum weit in das Opfer hineingetrieben werden, außerordentlich beweglich. Sie schlängeln und winden sich durch den ganzen Leib der Beute und verteilen dabei offenbar das verdauende Speichelsekret, so daß z. B. die Kopfkapselmuskulatur einer Mehlmottenraupe am Ende eines Saugaktes völlig verschwunden ist, obwohl die Wanze oder ihre Larve das Tier am Hinterende angestochen haben. Ein Männchen stach in einer Paarzucht das Weibchen am Mittelbein an, obwohl Beutetiere reichlich zur Verfügung standen. Die Extremitäten der linken Seite des Weibchens waren daraufhin gelähmt, und die verletzte Femurröhre enthielt im Innern statt des Muskelinhaltes eine Luftblase.

Imagines von *Podisus maculiventris* saugen noch bei Temperaturen zwischen 6° und 10°C , Nymphen dagegen nicht mehr. Diese bleiben unter 15°C im allgemeinen unbeweglich und sterben bald. Paarzuchten von *Podisus maculiventris* bei 15°C lieferten Eigelege und Junglarven.

Ohne jede Nahrung gehaltene Nymphen lebten im Laboratorium durchschnittlich 28 Tage (eine L_5 jedoch 58 Tage), hungernde L_4 ungefähr ebenso lange. Imagines hielten Hungerzeiten bis zu eineinhalb Monaten aus.

Zur Klärung der Frage, ob Larven und Imagines von *Podisus maculiventris* gefährdet sind, wenn sie an arsenvergifteten Beutetieren saugen, wurden an Larven, Nymphen (L_5) und Imagines der Raubwanzenart Seidonraupen verfüttert, die mit Bleiarsenat und Kalkarsenat vergiftetes Maulbeerlaub gefressen hatten. Es ergab sich, daß keines der untersuchten Entwicklungsstadien der Wanzen gefährdet ist, selbst dann nicht, wenn die angestochenen

Beutetiere schon an der Wirkung des aufgenommenen Giftes schwer krank oder gar tot sind. Die L_4 häuten sich bei Fütterung mit so vergifteter Kost normal nach Ablauf der auch bei den Kontrolltieren beobachteten Zeiten, desgleichen entwickeln sich die Nymphen normal zur Imago weiter. Auch einmalige Verabreichung einer durch Gift verendeten Seidenraupe an eine Nymphe genügt für den — allerdings verzögerten — Eintritt der letzten Häutung. Die Verfütterung arsenvergifteter Kost an Imagines in Paar- und Einzelzuchten bleibt ohne erkennbare Folgen, selbst bei fortdauernder Fütterung mit derartig behandelten Seidenraupen. Durstige *Podisus*-Imagines vergiften sich jedoch, wenn sie auch nur einmal von einer 0,5% igen Natriumarsenatlösung trinken.

Um größenordnungsmäßig die mutmaßlich durch die Wanzen aufgenommene Menge Arsen zu bestimmen, wurden Seidenraupen des dritten Stadiums, die gehungert hatten, mit bleiarsenbespritztem Maulbeerlaub gefüttert. Die Tiere fraßen etwa 2 Stunden und hielten dann ein. Zur Entfernung äußerlich anhaftenden Arsens wurden die Raupen erst mit erwärmter Kalilauge, dann mit Wasser und danach mit erwärmter Salpetersäure gewaschen. Die Raupen verfielen unter dieser Behandlung, die unter Mithilfe des Chemischen Laboratoriums der Biologischen Reichsanstalt durchgeführt wurde, in eine Starre. Vereinzelte Kotballen, die Arsen hätten enthalten können, wurden sorgfältig entfernt. Darauf wurden 47 Raupen präpariert, und zwar in der Weise, daß mit arsenfreier Schere jede Raupe der Länge nach unter Schonung des Darmkanals aufgeschnitten wurde. Der Darmkanal wurde entfernt, die Hämolymphe mit Filtrierpapier aufgesaugt und die Haut und der anhaftende Hautmuskelschlauch in einem Rundkolben aus arsenfreiem Glas der As-Analyse unterzogen. Die beschriebene Operation, bei der es darauf ankam, daß der Darmkanal unverletzt blieb, gelang bei 17 Raupen. Der mit arsenvergiftetem Laub angefüllte Darmtrakt war bei den schon ansehnlichen Raupen in vorausgegangenem Versuchen von den Wanzen nicht angestochen worden, vielmehr saugten diese stets nur Hämolymphe und Hautmuskulatur aus. Es ergab sich ein Gehalt von 1,3 γ As pro Seidenraupe. Diese Zahl gibt größenordnungsmäßig einen Anhalt für die Menge As, die eine Wanze beim Aussaugen arsenvergifteter Seidenraupen aufnehmen kann, wobei angenommen wird, daß die Raubwanze nicht in den Darmkanal sticht und auch das Darmepithel nicht angreift, das bedeutend mehr As enthält.

6. Temperatur- und Überwinterungsversuche.

Vom 23. Mai bis 18. Juli wurden bei Temperaturen, die zwischen 9° und 28° C schwankten, Hygrostaten mit Wanzen auf einem nach Nordosten gelegenen Balkon gehalten. Damit die Zuchtschalen vor Sonneneinstrahlung und Regen geschützt waren, standen sie unter einem Wellpappedach.

Gegenüber den Laboratoriumszuchten wurden für die Dauer der einzelnen Larvenstadien sehr abweichende Zahlen festgestellt:

(Siehe nächste Seite oben.)

Besonders auffällig ist die Verlängerung des L_1 -Stadiums auf über die doppelte Zeit. Da gerade das L_1 -Stadium besonders anfällig ist, müßte befürchtet werden, daß auch im Freien weit mehr L_1 zugrunde

Dauer der einzelnen Larvenstadien:

Larven- stadium	Tage im Durchschnitt	Entwicklungsdauer	
		kürzeste	längste
L ₁ (Eilarve)	12,37	10	14
L ₂	8,84	6	16
L ₃	11,57	7	16
L ₄	8,00	2	16
L ₅ (Nymphe)	13,88	11	21

gehen als bei den Laboratoriumszuchten, wo die Larven schneller über das gefährdete Stadium hinwegkommen. Im Laboratorium, wo im Sommer die über den Winter gehaltenen Imagines eine individuenreiche Zucht ergaben, trat im Herbst immer eine deutliche Depression des Zuchtstammes ein. Im temperaturkonstanten geheizten Raum ließ sich jedoch die Zucht immer wieder beleben und vermehren. Bei 26 bis 28° C betrug bei der Aufzucht im Hygrostaten die Lebensdauer eines ♀ im Durchschnitt etwa 19, die eines ♂ 26 Tage, und die Anzahl der durchschnittlich abgelegten Eier belief sich auf 90 (maximal 261) Kannibalismus war in den Zuchten in der Wärmekammer besonders häufig fest-



Fig. 4. Freilandkäfig zur Überwinterung von Vollkerfen von *Podisus maculiventris*.

zustellen. Bei diesen Temperaturen sind die Wanzen außerordentlich beweglich und fluglustig, auch im Freien fliegen sie bei warmem Wetter gern.

Eine der Hauptfragen, deren Klärung allen Einbürgerungsversuchen vorangehen mußte, war, wie die Wanzen den Winter überstehen können. Ein im Winter 1936/37 durchgeführter Versuch, Wanzen in einem ungeheizten Raum zu halten, mißlang, wohl wegen zu großer Temperaturschwankungen und zu trockener Luft. Im folgenden Winter (1937/38) wurde (am 22. 11. 37) mit 150 Vollinsekten in einem dazu hergestellten, halb in den Boden versenkten Drahtkäfig (Fig. 4) ein Versuch angestellt. Die Imagines wurden bis zum Eintritt tiefer Temperaturen mit Futter versorgt. Bei 5° C fangen sie bereits an, sich langsam zu bewegen. Als Schlupfwinkel in dem Zwinger dienten Ziegelsteinrümmer, Holz, Topfscherben und Rasen. Am 15. 3. 38 wurde der Käfig ausgehoben. Sämtliche Tiere waren gestorben. Der 5—6 cm hoch aufgeschüttete Boden entsprach in seinem Feuchtigkeitsgrad dem Erdboden der Umgebung. Bei Eintritt von Gefriertemperaturen (am 7. 12.) wurde der Käfig (Fig. 5) mit einem Laubwall umgeben.



Fig. 5. Überwinterungskäfig für Vollkerfe von *Podisus maculiventris*.

Die tiefste beobachtete Temperatur betrug — 11,5° (am 5. 1.), das tiefste Tagesmittel — 6° C.

Nach den bisherigen Versuchen ist es unwahrscheinlich, daß *Podisus maculiventris* unter den einheimischen Klimabedingungen überwintern kann. Aus den Arbeiten von Feytaud und Couturier geht hervor, daß in dem Winterklima Süd- und Mittel-frankreichs die Wanzen zwar überwintern, jedoch eine große Sterblichkeit aufweisen.

7. Erfahrungen mit anderen Asopidenarten.

Zu Vergleichszwecken mit der Art *Podisus maculiventris* Say wurden im Sommer 1937 im Freien gesammelte einheimische Asopiden: *Picromerus bidens* L., *Arma custos* Hhn., *Troilus luridus* F. und *Pinthaeus sanguinipes* F. in Zucht genommen.

Die Aufzucht aus dem Ei gelang bei *Arma custos* und *Troilus luridus*. Während jedoch diese beiden Arten im Freien nur vereinzelt anzutreffen waren, fanden sich die Larven von *Picromerus bidens* in einigen von den Nonnen (*Lymantria monacha*) befallenen Kiefernwäldern der Mark Brandenburg zu

Tausenden. Die in Gemeinschaften bis zu hundert Individuen gesellig anzutreffenden Larven und Nymphen dieser Asopidenart haben als natürliche Feinde der Forstverderber gelegentlich wirtschaftliche Bedeutung, wie auch neuerdings von Gäbler bestätigt wurde. Die beobachteten Larvengemeinschaften (Sympädien) von *Picromerus* zeigen, daß auch räuberische Insekten, sogar zu Kannibalismus neigende Arten, wie die Asopiden, bei Vorhandensein ausgiebiger Nahrungsquellen eine Massenvermehrung unter den heimischen Klimabedingungen erfahren können.

Die in der Zucht beobachteten Asopidenarten sind der einzubürgernden Art *Podisus maculiventris* hinsichtlich der Polyphagie sehr ähnlich. Ob die einheimischen Arten im Kampf gegen den Kartoffelkäfer brauchbar werden können, ist zu bezweifeln. Versuche, die mit *Picromerus* im Kartoffelkäfer-Feldlaboratorium Ahun (Frankreich) angestellt wurden, schlugen fehl. Die aus überwinterten Eiern gezogenen jungen Larven häuteten sich ohne Nahrung. Die auf Insektenkost angewiesenen L_2 greifen Kartoffelkäferlarven nur bei großem Hunger und auch dann nur vorübergehend an.

Die Überwinterung der Art *Picromerus bidens* im Eistadium verschafft ihr eine Überlegenheit in der Fähigkeit zur Massenvermehrung gegenüber den verwandten einheimischen Arten *Troilus luridus* und *Arma custos*, die an denselben Standorten, jedoch in viel geringerer Dichte als *Picromerus* vorkommen und als Imago überwintern. Auch bei der einzubürgernden Art *Podisus maculiventris*, die den Winter als Vollkerf verbringt, wäre mit einer höheren jährlichen Vernichtungsziffer und einer geringeren Aussicht auf eine Massenvermehrung zu rechnen als bei Arten, die als Ei überwintern. Ferner könnten die Imagines von *Podisus*, die in Verstecken den Winter überstehen, bei warmer Frühjahrswitterung leicht zu früh die Winterquartiere verlassen und vor dem Auflaufen der Kartoffeln Nahrungsmangel leiden, da Kartoffelkäferlarven noch nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, und die Käfer schwerer zu erbeuten sind.

Eine andere aus Nordamerika nach Frankreich gebrachte Asopidenart, *Perillus bioculatus* Fab., bietet wegen ihrer Anpassung an mediterrane Klimabedingungen als natürlicher Feind des Kartoffelkäfers noch weniger Aussicht auf Ansiedlungsmöglichkeit als *Podisus maculiventris*.

8. Schlußfolgerungen.

Nach den vorstehenden Versuchen und Beobachtungen erscheint es fraglich, ob *Podisus maculiventris* Say, wenigstens unter den klimatischen Verhältnissen Deutschlands als natürlicher Feind des Kartoffelkäfers größere Bedeutung gewinnen könnte. Die Schwierigkeiten, die sich seiner Einbürgerung entgegenstellen würden, liegen:

1. in der großen, wenn nicht gar 100%igen Sterblichkeit der überwinterten Imagines,
2. in der großen im Freiland zu erwartenden Sterblichkeit der Junglarven (L_1),
3. in der Wahrscheinlichkeit, daß die Imagines das Winterquartier früher verlassen als der Kartoffelkäfer und daher Hunger leiden würden und unkämen,
4. in der Polyphagie der Wanzen und ihrer Larven, die sich aus

Mangel an Schlupfwinkeln auf den Kartoffelfeldern nicht über den Winter halten könnten und in insektenreiche Wald- und Bruchstandorte abwandern würden.

Auch unter den einheimischen Asopiden wurde bisher keine Art gefunden, die außer gelegentlicher Erbeutung von Kartoffelkäfern und Larveninstande wäre, als natürlicher Feind des Schädling eine größere Bedeutung zu erlangen. Die Erfahrungen im langjährigen französischen Befallsgebiet zeigen, daß eine auf größeren Flächen und in größeren Gebieten durchgreifende Hilfe auch von keiner der zahlreichen, als gelegentliche Verteiliger von Kartoffelkäfer-Entwicklungsstadien bisher beobachteten Tierarten zu erwarten ist.

Literaturverzeichnis

der wichtigsten Arbeiten über *Podisus maculiventris* Say
als natürlicher Feind des Kartoffelkäfers.

- Bruneteau, J., Recherches sur les ennemis naturels du doryphore en Amérique. Ann. Epiph. & Phytogén., 3, 113—135, Paris, 1937.
Couturier, M., Observations biologiques sur *Podisus maculiventris* Say, hémiptère prédateur américain du doryphore Rev. Zoologie agric. & appliqué. 35, 47. Bordeaux, 1936.
Feytaud, J., Recherches sur le doryphore. III. Causes de réduction naturelles. Ann. Epiph. & Phytogén., 3, 85—97, Paris 1937.
Trouvelot, B., Recherches sur les parasites et prédateurs attaquant le doryphore en Amérique du nord, et envoi en France des premières colonies des espèces les plus actives. Ann. Epiph., 17, 408—445, Paris, 1931.

Eine einfache Methode zur Unterscheidung lebender und toter Schildläuse.

In der seit dem vorigen Jahre erscheinenden japanischen Zeitschrift für angewandte Entomologie „Oyo-Kontyu“ findet sich (Vol. I, No. 1, p. 1—2, Nisigahara, Takinogawa, Tokio, August 1938) eine Veröffentlichung von N. Yagi: „Determination of living and dead insects of Coccidae by the reaction of Methylene blue“. Dr. R. Takahashi, Taihoku, Formosa, war so liebenswürdig, mir auf meine Bitte einen kurzen Auszug des in japanischer Sprache verfaßten Aufsatzes zu übersenden.

Die zu untersuchenden Cocciden sind zu zerquetschen und in eine Lösung von Methylenblau (5—7 mg auf 100 ccm Aqua dest.) zu legen. Wenn es sich um lebendes Material gehandelt hat, ändert sich die Farbe der Lösung in 1—3 Minuten in Weiß. Handelt es sich um totes Material, wird die Farbe der Lösung dunkler blau. Die Untersuchung soll nicht früher als 3 Stunden nach der Blausäurebegasung ausgeführt werden, da das Gas das Reagens beeinflusst.

Hans Sachtleben.