

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Heft 129

August 1968



Der gegenwärtige Stand der Erforschung und
Bekämpfung von Reisschädlingen

Sammelreferat

von

Dr. B. Ohnesorge

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Dienststelle für Melde- und Warndienst, Berlin-Dahlem

Berlin 1968

*Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
1 Berlin 61, Lindenstr. 44—47 (Westberlin)

Inhalt

A. Einleitung	7
B. Die Rolle des Reises in der Welternährung und die wirtschaftliche Bedeutung der Reiskrankheiten und -schädlinge	7
C. Nematoden	10
D. Insekten	15
1. Lepidopteren	16
2. Homopteren	28
3. Heteropteren	32
4. Dipteren	35
5. Coleopteren	38
6. Weitere Insekten	40
E. Andere Tiere	41
F. Probleme von allgemeiner Bedeutung für Forschung und Bekämpfungspraxis ..	43
1. Taxonomie. Identifizierung von Schadinsekten	43
2. Untersuchung von Lebenszyklus und Ökologie von Schadinsekten	44
3. Schadensermittlung	45
4. Kulturelle Bekämpfung. Resistenzzüchtung	48
5. Biologische Bekämpfung	51
6. Überwachung und Prognose	53
7. Chemische Bekämpfung	54
G. Literatur	61

The Present Status of Rice Pest Research and Control

A Literature Review

by

B. Ohnesorge

Contents

A. Introduction	7
B. The importance of rice for the world food supply and the economic significance of rice diseases and pests	7
C. Nematodes	10
D. Insects	15
1. Lepidoptera	16
2. Homoptera	28
3. Heteroptera	32
4. Diptera	35
5. Coleoptera	38
6. Other insects	40
E. Further animals	41
F. Problems of general importance in research and practical control	43
1. Taxonomy. Identification of rice insects	43
2. Investigations on bionomics and ecology of rice insects	44
3. Evaluation of economic losses	45
4. Cultural control. Breeding for resistance	48
5. Biological control	51
6. Survey and forecasting	53
7. Chemical control	54
G. Literature	61

La situación actual de la investigación y la lucha contra las plagas del arroz

Una revista sobre las publicaciones presentes

por

B. Ohnesorge

Sumario

A. Introducción	7
B. La importancia del arroz para la alimentación mundial y los perjuicios económicos por las enfermedades y plagas del arroz	7
C. Nematodos	10
D. Insectos	15
1. Lepidópteros	16
2. Homópteros	28
3. Hemípteros	32
4. Dípteros	35
5. Coleópteros	38
6. Otros insectos	40
E. Otros animales dañinos	41
F. Problemas de importancia general para las investigaciones y ejecución de la lucha	43
1. Taxonomía, Identificación de los insectos dañinos	43
2. Investigaciones del ciclo vital y de la ecología de los insectos dañinos	44
3. Averiguación de las perjuicios	45
4. Lucha cultural	48
5. Lucha biológica	51
6. Observación y prognosis	53
7. Lucha química	54
G. Notas bibliográficas	61

A. Einleitung

Das Jahr 1966 wurde im Rahmen der „Freedom-from-Hunger-Campaign“ zum Internationalen Reisjahr deklariert. Damit wurde der überragenden und immer noch wachsenden Bedeutung des Reises für die Welternährung Rechnung getragen. Das zunehmende Interesse an der Reiskultur findet seinen Niederschlag in einer steigenden Zahl von Veröffentlichungen. Innerhalb dieser nimmt der Pflanzenschutz einen nicht unbeträchtlichen Raum ein.

Im folgenden soll auf Grund der neusten Literatur ein Überblick darüber gegeben werden, welchen Stand die Forschung auf dem Gebiet der Bekämpfung der Reisschädlinge erreicht hat, welche Abwehrmaßnahmen derzeit gebräuchlich sind, und welche Entwicklungen sich für die Zukunft abzeichnen. Es ist dabei ausgeschlossen, in einem räumlich begrenzten Sammelreferat die umfangreiche, in zahlreichen Fachzeitschriften der ganzen Welt weit zerstreute Literatur auch nur annähernd vollständig zu erfassen. So wurde auch unter den Arbeiten, die dem Referenten als Original oder im Referat zugänglich waren, eine Auswahl getroffen; es wurden nur diejenigen von ihnen mitverarbeitet, deren Ergebnisse im Hinblick auf die aufgezeigte Fragestellung als wesentlich erschienen. — Nicht berücksichtigt wurden alle Fragen, welche den Schutz des bereits geernteten, lagernden oder schon verarbeiteten Reises betrafen, also in das Gebiet des Vorratsschutzes fielen.

B. Die Rolle des Reises in der Welternährung und die wirtschaftliche Bedeutung der Reiskrankheiten und -schädlinge

Reis ist — zusammen mit dem Weizen — die wichtigste Kulturpflanze der Erde; der Erfolg seiner Kultur ist ein entscheidender, wenn nicht sogar der wichtigste Faktor für die Lösung des Welternährungsproblems. Er ist das Grundnahrungsmittel für ca. die Hälfte der Menschheit; etwa 200 Mill. Menschen in Indien und vermutlich ca. 400 Mill. Menschen in China leben fast ausschließlich von Reis (44). Zwar ist die der Reiskultur gewidmete Fläche (1965 = 125,5 Mill. ha) nur wenig mehr als halb so groß wie die mit Weizen bestellte (1965 = 218,1 Mill. ha); jedoch sind die Flächenerträge des Reises wesentlich höher (Weltdurchschnitt 1964 = 20,9 dz/ha und 1965 = 20,3 dz/ha¹) gegenüber 12,7 bzw. 12,2 dz/ha beim Weizen), so daß die Gesamtproduktion in beiden Kulturen sich ungefähr die Waage hält (1964 = 262,7 Mill. t Reis und 275 Mill. t Weizen; 1965 = 254,2 Mill. t Reis und 265,8 Mill. t Weizen [43]). Legt man den Nährwert in Kalorien als Maßstab zugrunde, so entspricht die Ertragsleistung des Reises je Flächeneinheit im Weltdurchschnitt derjenigen des Maises und etwa dem Doppelten derjenigen des Weizens. Der Wert der Gesamtproduktion wird auf ungefähr 20 Milliarden US Dollar geschätzt; dieser Wert ist allerdings angesichts der von Region zu Region stark wechselnden Reispreise sehr unsicher (44). Während in manchen Regionen die relative Bedeutung des Weizens etwas zurückgegangen ist (im letzten Jahrzehnt wurde die Weizenanbaufläche in Nordamerika eingeschränkt [43]), wird dagegen für den Reis ein ständiges Ansteigen seiner Bedeutung während der nächsten Jahrzehnte vorausgesagt. Diese Prognose gründet sich auf folgende

¹) Die Zahlen beziehen sich — wie auch die folgenden — auf ungeschälten Reis (sog. Paddy).

Annahmen: Die Nachfrage nach Reis ist ständig im Zunehmen begriffen, denn die Länder mit dem — absolut gesehen — größten Bevölkerungszuwachs, die süd- und ostasiatischen Länder, sind klassische Reisverbraucher, deren Bewohner als traditionelle Reisesser dieses Nahrungsmittel allen anderen gleichwertigen vorziehen. Darüber hinaus nimmt in anderen Gebieten mit ebenfalls starkem Bevölkerungszuwachs — so besonders in Westafrika und Lateinamerika — der Reisverzehr zu. Namentlich in Westafrika wendet sich die Bevölkerung mit zunehmender Verstädterung und steigendem Lebensstandard immer mehr von den traditionellen, jetzt aber als „minderwertig“ empfundenen Lebensmitteln wie Mais, Jams oder Cassava ab und dem Reis als Grundnahrungsmittel zu (44). Bis vor wenigen Jahren galt Reis in Nigeria als Luxus und kam nur an hohen Feiertagen auf den Tisch; heute gehört er dort zu den Hauptnahrungsmitteln (6). Auf der anderen Seite sind die Möglichkeiten zur Produktionssteigerung noch lange nicht ausgeschöpft. In der letzten Dekade nahm die Weltproduktion an Reis um jährlich 3,5 % im Durchschnitt zu (etwas mehr als die Weizenproduktion). Etwa die Hälfte dieses Zuwachses war auf die Ausdehnung der Reiskultur, die andere Hälfte dagegen — zum ersten Mal seit längerer Zeit — auf eine Erhöhung der mittleren Erträge je Flächeneinheit zurückzuführen (44). Damit sind die beiden grundsätzlich gangbaren Wege auch für die künftige Produktionssteigerung aufgezeigt. Die Möglichkeit, neues Land der Reiskultur zu erschließen, ist vor allem in Afrika und Lateinamerika gegeben. Hier hat der Reisanbau in den letzten Jahren beträchtlich zugenommen, wird allerdings infolge des Arbeitskräftemangels in diesen Regionen vielfach sehr extensiv betrieben (meist als Trockenkultur, die von den Niederschlägen abhängig ist), und dementsprechend sind die Erträge niedrig (33), so 1965 in Südamerika 17,5 dz/ha, in Afrika 13,2 dz/ha, in der Zentralafrikanischen Republik sogar nur 7,5 dz/ha (43). Während die Kulturfläche anderer Nahrungspflanzen, die auf trockenem Boden gedeihen, wie Jams, Cassava und Mais, auch in Afrika durch den Bau von Straßen, Städten und Industrieanlagen sowie durch den Übergang zu Erwerbskulturen immer mehr eingeschränkt wird, lassen sich zahlreiche, noch ungenutzte Sumpfflächen der Reiskultur neu erschließen. Für die Ostregion Nigerias z. B. werden genannt: die Mangrovesümpfe in der Gezeitenzone der Küste, die Sümpfe in den Flußniederungen und die vom Niederschlagswasser gespeisten Sümpfe in den Senken des Waldlandes (6).

Der zweite Weg, die Verbesserung der Flächenerträge, dürfte in Zukunft noch bedeutsamer sein. Er kommt vor allem für die klassischen Reisanbaugebiete Asiens in Frage, wo eine weitere Ausdehnung der Reiskultur nur noch in beschränktem Umfang und nur auf Kosten anderer Kulturen möglich ist. Die Durchschnittserträge je Flächeneinheit sind in Asien seit der Jahrhundertwende praktisch konstant geblieben (zwischen 12 und 15 dz/ha mit einem ausgeprägten Tiefpunkt während des Krieges und der Nachkriegszeit [60]) und haben erst in den letzten Jahren etwas zugenommen (Ostasien ohne Volksrepublik China: 1963 = 18,3 dz/ha, 1964 = 18,4 dz/ha, 1965 = 17,1 dz/ha [43]). Welcher Ertragssteigerungen Reis grundsätzlich fähig ist, zeigt indessen das Beispiel Japans. Hier erhöhte sich der mittlere Jahresertrag an entspelztem braunem Reis von 20,4 dz/ha während der Dekade 1883–92 auf 38,6 dz/ha während der Dekade 1955–64 (120). Damit liegt Japan aber noch nicht an der Spitze der reisproduzierenden Länder: Australien, Spanien, Italien und Ägypten erzielen höhere Hektarerträge, wenn auch auf einer z. T. nur kleinen Anbaufläche, wie die folgende Tabelle zeigt:

Tab. 1. Mittlere Erträge an ungeschältem Reis (dz/ha) in den Ländern mit höchster Ertragsleistung (43)

Jahr	1948—52	1962	1963	1964	1965
Australien	46,6	66,1	61,1	59,1	61,4
Spanien	48,6	62,2	63,6	62,1	59,3
Italien	48,5	56,0	49,0	52,2	40,2
V. A. R.	37,9	58,4	55,1	50,4	41,8
Japan	42,5	51,4	50,9	50,1	49,5

Allerdings liegen die genannten Länder durchweg in den Subtropen oder in der warm-gemäßigten Zone. Hier werden die ertragreichen *japonica*-Varietäten kultiviert, deren Wachstum durch die längeren und sonnigen Tage begünstigt wird und die auf Düngung mit beträchtlichen Ertragssteigerungen reagieren. Sie können, da sie gegenüber der Photoperiode empfindlich sind, nicht ohne Schaden für ihren Ertrag in die Tropen verbracht werden. Die dort angebauten Varietäten der *indica*-Gruppe bringen erheblich niedrigere Erträge, besitzen zudem hohe und dünne Halme und lagern daher leicht nach starker Stickstoffdüngung. Andererseits sind ihre länglichen Körner von besserer Qualität, da sie — im Gegensatz zu den mehr rundlichen Körnern der *japonica*-Gruppe — beim Kochen nicht miteinander verkleben. Sie werden daher von den südasiatischen Reisverbrauchern den anderen Sorten bei weitem vorgezogen. Aus diesem Grunde kann nicht angenommen werden, daß sich die hohen Ernteerträge der subtropischen Länder auch ohne weiteres in den Tropen erzielen lassen. Immerhin wurde vom Internationalen Reisforschungsinstitut in Los Baños/Philippinen (IRRI) im Rahmen eines ausgedehnten Züchtungsprogramms eine Sorte gezüchtet, welche unempfindlich gegen die Photoperiode und resistent gegenüber *Piricularia* und Lagerkrankheiten ist und auch unter tropischen Bedingungen hohe Erträge liefert (44).

Daß hohe Produktionsleistungen auch in den Tropen möglich sind, zeigen japanische Anbauer, die im Amazonasbecken in der Umgebung von Belem am unteren Guana auf allerdings nur kleiner Fläche in einer Intensivkultur in einem Jahr in 4 Ernten 200 dz Paddy/ha geerntet haben sollen (5).

Folgende Wege zur Ertragssteigerung erscheinen aussichtsreich:

1. Züchtung neuer, den stark unterschiedlichen Standortbedingungen jeweils angepaßter ertragreicher Sorten
2. Verbesserung der Bewässerungstechnik
3. verstärkte Düngung vor allem mit Stickstoff insbesondere in denjenigen Gebieten, in denen bisher nicht oder in unzureichendem Maße gedüngt wurde
4. verbesserter Pflanzenschutz und intensive Unkrautbekämpfung.

Pflanzenschutz und Unkrautbekämpfung gewinnen um so mehr an Bedeutung, je mehr die vorher genannten Maßnahmen bereits angewendet werden. So nahm die Piriculariose, welche früher in Japan keine überragende Rolle gespielt hatte, dort mit der allgemeinen Stickstoffdüngung derart zu, daß offiziell empfohlen wurde, den Verbrauch an Düngemitteln einzuschränken. Erst seitdem es möglich ist, diese Krankheit direkt zu bekämpfen, wurde diese Empfehlung gegenstandslos (44). — Welchen Einfluß Pflanzenschutzmaßnahmen unter gewissen Umständen auf den Ernteertrag des Reises haben können, zeigt das Ergebnis eines vom IRRI

durchgeführten Versuchs zur chemischen Bekämpfung von Stengelbohrern und Reiszikaden (*Nephotettix impicticeps* und *Nilaparvata lugens*) und damit der durch die letztgenannten übertragenen Virosen: Auf der mit Phorat behandelten Parzelle betrug der Rohertrag an Paddy 6640 kg/ha, auf der Carbarylparzelle 5270 kg/ha, auf der Vergleichsparzelle dagegen nur 1180 kg/ha (157). Wenn man dieses Ergebnis auch sicher nicht verallgemeinern darf, so wäre es aber noch verkehrter, wollte man die Bedeutung der Reiskrankheiten und -schädlinge unterschätzen. Selbst in einem Lande wie Japan, in dem Pflanzenschutzmaßnahmen in der Reiskultur in großem Umfang durchgeführt werden, wurde die Ertragsminderung durch Schadeinflüsse verschiedener Art in den Jahren 1961–64 auf über 10 % der möglichen Ernte geschätzt. Die Verteilung dieser Schäden auf Witterungseinflüsse (Taifune, Dürreperioden, kühle Sommerwitterung), Krankheiten und Insekten ist aus Tabelle 2 ersichtlich:

Tab. 2. Schäden in der japanischen Reiskultur (in 1000 t). -- Nach Goto (1966)

Jahr	Gesamter Schaden	Schäden durch					Gesamte Ernte
		Witterung	ges. Krankh.	<i>Piricularia</i>	Sheath Blight	Insekten	
1961	1975	1176,0	540,3	263,0	131,9	245,5	12 138
1962	1105	342,3	529,6	298,7	93,1	218,5	12 762
1963	1342	317,5	876,4	649,1	93,2	136,9	12 529
1964	1719	995,3	585,7	323,5	162,1	126,4	12 362

In anderen Ländern mit weniger gut ausgebautem Pflanzenschutzdienst dürften die Verluste erheblich größer sein. Es ist sehr schwer, ihre Gesamthöhe zu erfassen. Eine neuere Schätzung spricht von durchschnittlichen Verlusten von 10 bis 15 % durch Schädlinge und 5–10 % durch Krankheiten innerhalb Asiens; es wird aber gleichzeitig darauf hingewiesen, daß diese Werte sehr unsicher sind (60).

C. Nematoden

Die Erforschung der am Reis lebenden Nematoden, ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und der Möglichkeiten zu ihrer Bekämpfung steht noch in den Anfängen. Unsere Kenntnis der Verbreitung selbst der wichtigsten Arten ist lückenhaft; zudem dürfte sich das Verbreitungsgebiet mit der Ausweitung des Reisanbaus und dem zunehmenden Verkehr ständig ändern. So wurde der Erreger der Weißspitzigkeit („White Tip“) des Reises, *Aphelenchoides besseyi* Christie vor kurzem zum ersten Mal in Afrika nachgewiesen, und zwar in Sierra Leone und im Südteil Senegals, der Casamance, wohin er offenbar mit infiziertem Saatgut verschleppt worden war (13, 80). Zur gleichen Zeit fand sich in Erdproben aus Sierra Leone zum ersten Mal auch der in den USA beheimatete *Tylenchorhynchus martini* Fielding (80). Damit man ein geschlossenes Bild von der gegenwärtigen Verbreitung der Reismatoden erhält, wurde von der Working Party on Rice Production and Protection auf ihrer 11. Sitzung in Lake Charles, Louisiana, im Jahre 1966 angeregt, eine allgemeine Bestandsaufnahme der Reismatoden auf internationaler Basis unter der Leitung der FAO durchzuführen (4).

Über die wichtigsten Nematoden-Arten am Reis ist z. Z. folgendes bekannt:

Aphelenchoides besseyi Christie, 1942, Erreger des „White Tip“.

Die Art wurde bisher in Japan, Indonesien, Ceylon, Ost-Pakistan, Indien, den USA, seit kurzem auch in El Salvador, Sierra Leone und Senegal gefunden (13).

Beschreibungen von Morphologie und Biologie des Schädlings finden sich bei Thorne (189) sowie Bara t, Delassus und Huu-Hai-Vuong (1966) (13). Er hat einen weiten Wirtspflanzenkreis, dem neben Gramineen auch Vertreter so verschiedener Pflanzenfamilien wie Rosaceen (Erdbeere), Leguminosen (Soja), Compositen (Chrysanthemen) und andere angehören. Freilich ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß sich innerhalb der Art biologische Rassen mit größerer Wirtsspezifität herausgebildet haben, jedoch fehlt bisher hierfür ein exakter Nachweis. Auf dem Reis leben die Würmer ektoparasitisch an den Vegetationspunkten der Blätter und des Sprosses, später auch in der Rispe. Sie bewegen sich von einem Pflanzenteil zum anderen, wenn sich infolge von Regenfällen, Tau oder hoher Luftfeuchtigkeit ein Wasserfilm auf der Oberfläche gebildet hat. Typischerweise bleicht bei anfälligen Reis-Varietäten infolge des Befalls die Spitze der Blätter über mehrere Zentimeter hinweg aus, eine Erscheinung, die der Krankheit ihren Namen gegeben hat. Später stirbt das befallene Gewebe ab, wird braun oder schwarz und reißt auf. An noch wachsenden Blättern kommt es häufig zu Deformationen. Die erkrankten Pflanzen bleiben im Wachstum zurück und erreichen oft nur die Hälfte der Höhe normaler Pflanzen; auch reifen sie später. Die Rispe ist verkürzt, ein erheblicher Teil ihrer Blüten ist steril. Zuweilen entwickeln sich aus tiefer gelegenen Knoten sekundäre Blütenstände. Mit dem Ährenschieben wandern die Nematoden zur Rispe ab; zur Zeit der Ernte sind sie auf Stengeln und Blättern praktisch verschwunden. Sie dringen zwischen die Spelzen ein und können auf der Oberfläche der Samenkörner bis zu 23 Monate überdauern. Es wurden bis zu 6–7 Würmer je Korn gezählt. In diesem Zustand werden die Schädlinge mit dem Saatgut übertragen.

Bekämpfung:

1. Die einzelnen Reis-Varietäten sind in sehr unterschiedlichem Maße gegen *A. besseyi* anfällig; einige Sorten scheinen praktisch resistent zu sein. Resistenzzüchtung erscheint daher aussichtsreich.
2. Nach breitwürfiger Aussaat in das Wasser ist der Befall geringer als nach einer Aussaat auf das trockene Land mit nachfolgender Bewässerung. Offenbar erlangen die Nematoden im Wasser ihre Beweglichkeit zurück und wandern ab, bevor der Samen keimt.
3. Durch Behandeln des Saatgutes mit Methylbromid können die Nematoden abgetötet werden, jedoch kommt es zu erheblichen Keimschäden, wenn der Feuchtigkeitsgehalt der Körner 14 % überschreitet.
4. Zwei Verfahren der Warmwasserbeize werden empfohlen:
 - a) Das Saatgut wird nach Vorbehandlung in kaltem Wasser 10 Minuten lang mit 53–54° warmem oder 15 Minuten lang mit 52–53° warmem Wasser behandelt. Es muß bald danach ausgesät werden.
 - b) Warmwasserbeize ohne Vorbehandlung über 15 Minuten bei 56–57°.

Da nur kleine Mengen auf diese Weise behandelt werden können, kommen diese Verfahren in erster Linie für Saatgutbetriebe in Frage (189, 13).

5. In Japan waren Versuche zur Beizung mit organischen Quecksilberpräparaten erfolgreich (4).

Ditylenchus angustatus (Butler) Filipjev 1936. Rice Stem Nematode.

Erreger der „ufra“ oder „dak pora“ (Bengalen), „akhet-pet“ (Burma), „yadngo“ (Thailand) (67). Klassisches Schadgebiet ist die Reisbauregion nördlich des Golfs von Bengalen (Indien, Ost-Pakistan), ferner ist der Nematode in Burma, Thailand und der Vereinigten Arabischen Republik verbreitet (67).

Beschreibung der Morphologie in (189).

Es wird vermutet, daß die Art auf die Gattung *Oryza* beschränkt ist; die Übertragung gelang wohl auf andere *Oryza*-Arten, nicht aber auf andere Gattungen (67).

Die Älchen leben ektoparasitisch auf Blättern, Blattscheiden, Halmen und Infloreszenzen. Zur Zeit der Reife des Reises rollen sie sich spiralförmig ein und überdauern so auf den Reisstoppeln, dem Stroh oder den Stockausschlägen, die in der Befallsregion oft auf dem Felde verbleiben. Wenn die jungen Pflanzen der nächsten Kultur zu wachsen anfangen, wandern die Älchen zu ihnen hinüber (189). Wie Übertragungsversuche zeigten, scheint das Bewässerungswasser der wichtigste Weg der Ausbreitung zu sein; daneben ist auch ein Überwandern bei direkter Berührung der Pflanzen im Saatbeet und eine Übertragung mit dem Spritzwasser bei Regenfällen möglich (67). Mit dem Saatgut wird der Nematode nicht übertragen; auch infizierten sich junge Reispflanzen, die in Erdrich aus verseuchten Reisfeldern gepflanzt wurden, nicht (67). Die Symptome (Beschreibung in 69 und 189) bestehen in einer fleckigen Verfärbung der Blätter, welche oft deformiert sind und welken, der Halm wird schwarz und verzweigt sich zuweilen, wobei nur der Haupttrieb eine normale Ähre trägt; die Pflanze bleibt im Wachstum zurück; die Entwicklung der Rispen wird gehemmt, diese enthalten nur verkümmerte Körner.

Die Ertragsminderung kann 20–90 % betragen (67). Zwischen den in Thailand angebauten Sorten ließen sich Unterschiede in der Anfälligkeit erkennen; relativ fest schien die *piricularia*-resistente Varietät Khao Tah Oo zu sein. *Indica*-Varietäten waren im allgemeinen anfälliger als *japonica*-Sorten (67).

Zur Bekämpfung wird empfohlen, den Reis vollständig abzuernten, die Ernterückstände zu trocknen und zu verbrennen, das Feld tief unterzupflügen und vor der nächsten Kultur eine möglichst lange Brache oder eine Zwischenkultur mit Jute einzuschieben (67, 189).

Hirschmanniella (Radopholus) oryzae (Van Breda de Haan) Luc et Goodey 1963. Rice Root Nematode.

H. oryzae ist in Indonesien, Japan, den Philippinen und anderen südostasiatischen Ländern sowie in den USA verbreitet (189, 67, 8).

Beschreibung der Morphologie in (189).

Außer dem Reis werden noch zahlreiche monokotyle Unkräuter der Reisfelder befallen, in welchen die Population auch während der Zeit der Brache überdauern kann. Die Art wurde außerdem auch an den Wurzeln einiger dikotyler Pflanzen gefunden (195).

Die Nematoden dringen als Adulte beiderlei Geschlechts in die Wurzel ein, wobei die von einem Individuum hergestellte Öffnung häufig von anderen mit benutzt wird. Sie bewohnen die Hohlräume im Parenchym der Wurzelrinde, von

denen aus sie geeignete Zellen anstecken und damit zerstören. In der Wurzel werden auch die Eier abgelegt; hier wachsen die Larven heran. Infolge der Fortpflanzungstätigkeit nimmt die Populationsdichte der Nematoden im Verlauf des Pflanzenwachstums zu. Es konnten bis zu 1000 Individuen in 1 g Wurzelmasse gefunden werden. Die wirtschaftliche Bedeutung von *H. oryzae* ist umstritten. Van Breda de Haan vermutete in ihm die Ursache für die sog. „Mentek“-Erkrankung des Reises in Java; jedoch wurde der Nematode auch in großen Mengen in solchen Reisfeldern gefunden, in denen die Mentek-Krankheit nicht auftrat. Van der Vecht und Bergman (195) konnten in Topfversuchen zeigen, daß starker Befall zwar zum Absterben der Wurzelrinde und zur Fäulnis des befallenen Wurzelteils führt, und daß dies eine Wachstumsverzögerung und eine Beeinträchtigung der Bestockung zur Folge hat; vielfach wirkt sich dies aber nicht im Ernteertrag aus, denn es vergeht längere Zeit, bis die in den Wurzeln sich aus den Eiern entwickelnden Nematodenlarven herangewachsen sind und neue Wurzeln infizieren können, so daß die nach der Bestockungsperiode sich als üppiges und stark verzweigendes System bildenden Wurzeln zunächst befallsfrei bleiben und der heranwachsenden Pflanze zur Zeit des Rispschiebens eine ausreichende Nährstoffversorgung gewährleisten. Infolgedessen holen die Reispflanzen den anfänglichen Wachstumsverlust wieder auf; ja, es kam sogar vor, daß die befallenen Pflanzen infolge der verringerten Konkurrenz der Halme untereinander einen höheren Körnerertrag brachten als die unbefallenen Vergleichspflanzen. So erscheint es unwahrscheinlich, daß *H. oryzae* für sich allein die Mentek-Krankheit hervorrufen kann (195).

In Reisfeldern Thailands, in denen *Hirschmanniella*-Arten*) weit verbreitet sind, führte andererseits eine Bodenbehandlung mit Nematiziden (D-D und DBCP) zu einer Ertragssteigerung um 24–36 %; freilich verbietet der hohe Preis der Präparate ein solches Vorgehen auf großer Fläche (188).

Tylenchorhynchus martini, Fielding, 1956. Rice Stunt Nematode.

Die Art ist in Reisfeldern von Texas und Louisiana verbreitet (8) und wurde vor kurzem in Ost-Pakistan gefunden (2).

Sie wurde 1951 erstmalig mit Wurzelschäden an Zuckerrohr in Verbindung gebracht. Durch Topfversuche mit sterilisierter und danach mit Nematoden beimpfter Erde wurde ihre Pathogenität für diese Kultur nachgewiesen; auf gleiche Weise wurde gezeigt, daß auch Reis und andere Kulturpflanzen wie Süßkartoffel und Sojabohne sowie Unkräuter als Wirte dienen (16). Nach Bodenentseuchung mit vier verschiedenen Nematiziden (Methylbromid, Äthylendibromid, D-D und Nemagon) auf Versuchspartzellen in Texas, in denen *T. martini* entweder bei weitem unter den phytoparasitären Nematoden vorherrschte oder zusammen mit *Hirschmanniella oryzae* auftrat, gedieh der auf den behandelten Flächen ausgesäte Reis besser, wurde höher, bestockte sich reichlicher und brachte einen um 28–45 % höheren Ertrag als auf den Vergleichsflächen. Aus diesen Versuchen wird geschlossen, daß *T. martini* als Reisschädling eine nicht unbeträchtliche Rolle spielen kann (7, 8).

Meloidogyne sp. Root-knot nematodes.

Mehrere Arten der Wurzelgallenälchen befallen die Reiswurzeln. In Japan und Indien herrscht *M. incognita* var. *acrita* vor (2, 4). In Thailand werden Wurzel-

*) Eine nähere Bestimmung der Arten steht noch aus.

gallenälchen insbesondere in den Saatbeeten schädlich, indem sie die Wurzelspitze bald nach der Keimung befallen und das weitere Wurzelwachstum verhindern, so daß jüngere Gallen oft terminal an den Wurzelenden zu finden sind (188). Auf Beeten, die mit D-D und DBCP entseucht worden waren, wuchsen die Sämlinge in größerer Zahl heran, waren erheblich kräftiger und hatten ein besser entwickeltes Wurzelwerk als auf den unbehandelten Kontrollbeeten. Da in Thailand die Saatbeete nur ca. $\frac{1}{20}$ der gesamten Reisfläche einnehmen, könnte in ihnen eine chemische Bekämpfung der Nematoden rentabel sein (188).

Heterodera oryzae Luc and Berdon, 1961.

Die Art wurde als erste zystenbildende Nematode am Reis 1961 in bewässerten Reiskulturen in der Zentralregion der Elfenbeinküste entdeckt.

Ihre Morphologie und ihr Lebensablauf wurden von Brizuela und Merny (27) und Merny (133) beschrieben. Der Entwicklungszyklus ähnelt dem anderer *Heterodera*-Arten: Die Larve verläßt nach der 1. Häutung und eventuell einer Ruhezeit die mütterliche Zyste und bohrt sich in eine junge Reiswurzel ein, wobei keine bestimmte Stelle bevorzugt wird. Hier kommt es innerhalb von 19 bis 20 Tagen bei den Männchen bzw. 20–25 Tagen bei den Weibchen zu drei weiteren Häutungen; die letzte von ihnen ist die Imaginalhäutung. Nach den bisher vorliegenden Versuchsergebnissen zu schließen, scheint eine parthenogenetische Fortpflanzung nicht möglich zu sein. Das Weibchen wandelt sich in eine Zyste um, welche, nachdem sie die Wurzelepidermis gesprengt hat, z. T. aus dem Wurzelkörper herausragt (27). Im Gegensatz zu den meisten anderen *Heterodera*-Arten legt es aber einen erheblichen Teil seines Eivorrats bereits vor der Zystenbildung ab. Diese Eimassen entlassen die Larven im Durchschnitt früher als die Zysten, so daß durch diese Art der Fortpflanzung die Generationenfolge beschleunigt wird. Es wird vermutet, daß *H. oryzae* im Verlauf eines Anbauzyklus mindestens 2–3 Generationen durchlaufen kann (133).

Ökologie und Populationsdynamik von phytoparasitären Nematoden wurden in Reisfeldern Louisianas, in denen vor allem *Tylenchorhynchus martini* und *Hirschmanniella oryzae* vorherrschten, untersucht. Die Populationsdichte aller Nematoden — namentlich der genannten Arten, weniger diejenige der saprophytischen Nematoden, die auch gegen Nematizide weniger empfindlich sind — geht dort nach dem Überfluten der Reisfelder jedenfalls im Oberboden stark zurück. Die entscheidende Ursache hierfür ist mit hoher Wahrscheinlichkeit das Auftreten von H_2S , welches im Reduktionshorizont des Bodens von sulfatreduzierenden Bakterien (als mutmaßliches Agens wurde *Desulfovibrio desulfuricans* [Beijerinck] Kluver et Van Niel identifiziert) produziert wird. Jedenfalls fällt der Populationsrückgang zeitlich mit dem ersten Auftreten von Schwefelwasserstoff in den überfluteten Feldern zusammen; im Laboratorium werden Nematodenpopulationen innerhalb von 5–10 Tagen durch H_2S -Konzentrationen, wie sie auch in den untersuchten Reisfeldern gefunden wurden, abgetötet. Somit übt das H_2S , das ja u. U. auch die Reispflanze selbst schädigen kann (vgl. die Akiochi-Krankheit des Reises in Japan), eine gewisse Desinfektionswirkung gegenüber den phytoparasitären Nematoden aus. Dagegen wird Mangel an Sauerstoff z. B. von *T. martini* über zwei Wochen ertragen; diese Art ist auch gegenüber dem Säuregrad unempfindlich (pH-Werte von 3,5–11,5 werden toleriert); Kohlendioxyd erhöht zwar die Mortalität der Nematoden, jedoch ist im Freiland kein zeitlicher Zusammenhang zwi-

schen ihrem Massenwechsel und der CO₂-Konzentration festzustellen. Diese genannten Faktoren scheiden also als Ursache für den Dichte-Rückgang aus (167). Dagegen wirken bestimmte organische Fettsäuren, wie sie von anaeroben Bakterien der Art *Clostridium butyricum* Prazmowski produziert werden, ebenfalls stark giftig für die Nematoden. In untergetauchten Töpfen mit Erde aus den Reisfeldern, in denen die Tätigkeit dieser Bakterien künstlich durch Hinzufügen größerer Mengen leicht zersetzlicher organischer Substanz (hier Maismehl) gesteigert worden war, nahm der Gehalt an Fettsäuren, namentlich an Buttersäure, stark zu, während gleichzeitig die Dichte der Nematoden (*T. martini*) zurückging, — im Gegensatz zu den Erdproben ohne Maismehlzusatz.

Als besonders wirksam erwies sich die Buttersäure; sie tötete in wäßriger Lösung in Konzentrationen, wie sie auch in den erwähnten Topfversuchen festgestellt wurden, freischwimmende *T. martini* zu 100 % ab. Im Freiland dürfte dieser Vorgang freilich nur eine untergeordnete Rolle spielen, da er den plötzlichen Abbau von großen Mengen organischer Substanz, wie sie sich normalerweise in tropischen und subtropischen Böden nicht ansammeln, zur Voraussetzung hat (79).

Die hier geschilderten Vorgänge spielen sich nur in dem die obersten Bodenschichten umfassenden Reduktionshorizont ab. Die primären Reiswurzeln dringen jedoch auch in die tiefer gelegene Oxydationszone vor, und hier wurden auch nach der Überflutung der Reisfelder phytoparasitäre Nematoden der Arten *Cricone-moides onoense* Luc. und *Hirschmanniella oryzae* gefunden. Möglicherweise bieten also diese tiefer gelegenen Bodenschichten den phytoparasitären Nematoden während der Zeit der Überflutung eine Möglichkeit zum Überdauern. In künftigen Untersuchungen müssen sie daher stärker als bisher berücksichtigt werden (78).

D. Insekten

„Die Geschichte der Entwicklung der Reiskulturverfahren in Japan könnte eine Geschichte des Kampfes gegen Zikaden und Stengelbohrer genannt werden“ (180). Dieses Zitat charakterisiert die Bedeutung, welche Schadinsekten seit alters her für den Reisanbau besitzen. So verursachte in den Jahren 1732 und 1733 eine Massenvermehrung der „Leafhopper“ im Westteil Japans eine Reis-Mißernte und im Gefolge davon eine Hungersnot, der mehr als 12 000 Menschen zum Opfer fielen (91). Wenn heute auch die im Reisanbau durch Insekten verursachten Verluste in Japan, wo ein sehr intensiver Pflanzenschutz betrieben wird, meist hinter den abiotischen Schäden und den Verlusten durch Krankheiten zurückstehen (vgl. S. 10 und Tab. 2), so wird doch im allgemeinen die Insektengefahr als noch ernster angesehen als die Bedrohung durch Krankheiten. So wurden im Jahr 1964 in Japan bei einer Gesamt-Reisanbaufläche von 3,26 Mill. ha insgesamt 4,53 Mill. ha*) gegen Insekten behandelt, davon allein 2,9 Mill. ha gegen den Gestreiften Reisstengelbohrer *Chilo suppressalis*, aber gegen Krankheiten nur 2,8 Mill. ha (91). Grist (60) schätzte die durch Tiere verursachte Minderung des Ernteertrages im Welt-Durchschnitt höher ein als die durch Krankheiten verursachten Verluste (vgl. S. 10); die Hauptmasse von ihnen dürfte auf Insekten zurückzuführen sein. Auf die Schwierigkeit einer genauen Schadensabschätzung wird weiter unten (Abschn. F 3) noch eingegangen.

*) Kumulative Berechnung; Mehrfach-Behandlungen wurden auch mehrfach gezählt.

Einen Überblick über die wichtigsten Reisinsekten enthalten die Lehrbücher von Angladette (2), Fröhlich et al. (47), Grist (59), Wyninger (200), sowie ein Sammelreferat von Pathak (156 a)**).

Übersichten oder Listen über einzelne Länder sind in einer Reihe von Monographien oder Einzelveröffentlichungen enthalten:

Indien (54), Ceylon (45), Thailand (199), Pakistan (1), Burma (64), Vietnam, Laos und Cambodja (66), China und Taiwan (65), Malaya (208), Philippinen (31), Korea (150), Indonesien (178), Fidji-Inseln (72), USA (22), Mexiko (171), El Salvador (15), Peru (197), Kongo, Rwanda und Burundi (29).

Diese Liste will keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

1. Lepidopteren

Zu den am weitesten verbreiteten und schädlichsten Reisinsekten zählen die sog. Stengelbohrer („Stem borer“). Es handelt sich hier um eine Gruppe von Lepidopteren-Arten, die nicht durch ihre taxonomische Zusammengehörigkeit, sondern durch ihre weitgehend übereinstimmende Lebensweise von anderen Arten abgegrenzt ist. Die Raupen der Stengelbohrer bohren sich in die Halme verschiedener Gramineen-Arten ein und höhlen sie aus. Die Folgen des Fraßes sind Kümern oder Absterben der oberhalb der Fraßstelle liegenden Pflanzenteile infolge der Unterbrechung der Leitungsbahnen, Verringerung der Knickfestigkeit der Halme und oft auch das Eindringen von Fäulniseregern. Speziell beim Reis sind zwei Schadbilder typisch: Befall an jungen Pflanzen führt zum Absterben der apikalen Teile, insbesondere der Herzblätter, und somit zum Erscheinungsbild der sog. „Dead Hearts“; Befall zur Zeit des Ährenschiebens führt zur Ausbildung verkümmelter Rispen mit tauben, vertrockneten Ährchen, den sog. „White Heads“. In leichteren Fällen steigt lediglich der Anteil an tauben Ährchen an, und der Körner-Ertrag wird gesenkt; zudem bricht ein Teil der befallenen Halme bei Wind um, wodurch zusätzliche Ernteverluste entstehen.

Eine umfassende Übersicht über das in der Literatur weit verstreute Wissen über Taxonomie, Biologie, Ökologie, Schadwirkung und Bekämpfung der Stengelbohrer hat Jepson (98) in einem Sammelreferat zusammengestellt.

Von den auf Reis lebenden Stengelbohrern gehören 18 Arten zu den Pyraliden und 3 zu der Noctuiden-Gattung *Sesamia*. Die meisten Arten — darunter die schädlichsten — sind in der Alten Welt beheimatet; nur 5 der Pyraliden-Arten leben in der Neuen Welt, und von diesen spielt nur *Chilo plejadellus* als Reisschädling eine größere Rolle. Die große Ähnlichkeit der durch die verschiedenen Arten verursachten Schadbilder führt in der Praxis leicht zu Verwechslungen. Auch ist die taxonomische Bearbeitung dieser Gruppe immer noch im Fluß. Die meisten Arten sind mehrfach umbenannt worden; ihre Zuordnung zu verschiedenen Gattungen ist bis in die letzte Zeit häufig geändert worden, so daß es für sie meist mehrere Synonyma gibt. Einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Taxonomie gibt Kapur (101).

***) Das Sammelreferat von Pathak erschien erst nach Abschluß des Manuskripts und konnte deswegen nicht in seinen Einzelheiten mehr berücksichtigt werden. Es behandelt schwerpunktmäßig Biologie und Autökologie der wichtigsten Reisinsekten und in diesem Rahmen auch kulturelle Abwehrmaßnahmen sowie die Resistenzzüchtung; andere tierische Schädlinge sowie die chemische Bekämpfung werden nicht berücksichtigt.

Chilo suppressalis Walker, Rice Chilo, Striped Stalk Borer, Gestreifter Reisstengelbohrer

(Syn. *Chilo simplex* Butler, *Ch. oryzae* Fletcher).

Ch. suppressalis ist in den meisten Reisanbaugebieten der Alten Welt verbreitet; in den nördlichen von ihnen scheint er die vorherrschende Art zu sein. In Japan gilt er als das wichtigste Reisinsekt; größere Schäden richtet er auch in China, dem südlichen Indonesien, den Philippinen und in Spanien an, während er z. B. in Indien keine größere wirtschaftliche Bedeutung hat. In Japan wurden seine Biologie und Ökologie eingehend studiert, so daß er wohl als das besterforschte Reisinsekt gelten kann (10, 48, 49, 50, 71, 75, 85, 90, 113). *Ch. suppressalis* durchläuft — je nach Klima — 1—4 Generationen im Jahr, in Japan in der Regel 2, in den Hochlagen nur eine. In warmen Jahren kann in den wärmeren Teilen Japans eine 3. Generation auftreten. Niedrige Temperaturen während des Eistadiums, Kurztagsbedingungen während des Raupenstadiums und die fortschreitende Reifung der Wirtspflanzen induzieren zum Herbst hin eine Larval-Diapause, welche im Verlauf des Winters unter der Einwirkung tiefer Temperaturen wieder beendet wird. Die Tiere überwintern im Stroh oder in den Stoppeln (letzteres vor allem in den Gebirgslagen), wobei sie an warmen Tagen fressen können. Im Frühjahr setzt die Entwicklung wieder ein, und die Raupen verpuppen sich nach nach einiger Zeit. In Japan wurden drei geographische Rassen gefunden, welche sich unter gleichen Temperaturbedingungen verschieden schnell entwickeln und auch hinsichtlich der Intensität ihrer Diapause unterscheiden (48, 113). Die Art scheint überhaupt eine beträchtliche genetische Plastizität zu besitzen: Änderungen der Koinzidenzverhältnisse zwischen Wirtspflanze und Insekt, wie sie durch Änderungen der Anbautechnik und der Aussaatstermine herbeigeführt wurden, hatten in Japan nach wenigen Generationen schon Verschiebungen der Erscheinungszeiten von Falter und Larven im Gefolge (88, 113). Nachdem man in der südlich gelegenen Präfektur Kochi dazu übergegangen war, zwei Reisernten im Jahr zu erzielen, erhöhte sich die Zahl der *Chilo*-Generationen bald danach von 2 auf 3 (206 — zit. v. 113). Die Raupen von *Chilo suppressalis* neigen anfangs dazu, in Gruppen beieinander zu bleiben. Die Angehörigen einer solchen Gruppe dringen in den Halm gemeinsam durch ein- und dasselbe Loch ein, das einer von ihnen gebohrt hat. Namentlich in der zweiten Generation, welche die älteren und bereits erstarkten Reispflanzen angreift, wächst mit der Größe dieser Gruppen die Chance, sich an einem geeigneten Fraßplatz zu etablieren. Erst in einem späteren Entwicklungsstadium zerstreuen sie sich; in der 1. Generation vielfach erst dann, wenn ihre erste (noch kleine) Wirtspflanze weitgehend zerstört ist. Zu dieser Zeit nimmt dann die Zahl der befallenen Reispflanzen in einem Feld laufend zu.

Der Frühjahrsflug ist in Japan im allgemeinen stärker als der Sommerflug, jedoch ist die Raupensterblichkeit in der ersten Generation weit höher als in der zweiten. Es überleben normalerweise nur 3—5 %, — in der 2. Generation erreichen dagegen 30—40 % die Winterruhe. Zwar kommt es nach der Überwinterung im Frühjahr noch einmal zu großen Verlusten, die aber die hohe Überlebensrate im Herbst nicht ausgleichen können. Als Ursachen hierfür werden verschiedene Umstände angesehen: die Aussonderung befallener Pflanzen beim Umpflanzen des Reises, die Notwendigkeit für die Raupen, von den kleineren und daher schneller zerstörten Wirtspflanzen früher abzuwandern, das Auftreten von Bak-

teriosen und die Tatsache, daß die Altlarven in die heißeste Zeit des Sommers hineingeraten. Dagegen sind die Überwinterungsverluste im allgemeinen gering, selbst in den nördlichen Teilen des Verbreitungsgebiets, denn die überwinternden Raupen sind relativ kältehart (113).

Chilo suppressalis ist eine ausgesprochen polyphage Art, die neben Reis auch Mais und zahlreiche Wildgramineen befallen kann. Auf dem Wasserhafer *Zizania latifolia* gedeihen die Raupen sogar noch besser als auf dem Reis selbst (113).

Tryporyza (Schoenobius) incertulas (Walker). Yellow Stem Borer, Paddy Stem Borer, Gelber Reisstengelbohrer

(Syn. *Chilo incertulas* Walker, *Schoenobius incertellus* [Walker], *Sch. bipunctifer* [Walker], *Sch. incertulas* [Walker]).

Die Art ist durch ausgesprochenen Sexualdimorphismus gekennzeichnet; beide Geschlechter wurden ursprünglich als verschiedene Arten unter den Namen *incertulas* und *bipunctifer* beschrieben (101).

Tr. incertulas ist wie *Chilo suppressalis* in Süd- und Ostasien verbreitet, aber als die in stärkerem Maße wärmeliebende Art (in allen Stadien höherer Entwicklungs-Nullpunkt) herrscht er vor allem in den tropischen Reisanbaugebieten vor. Er ist die wichtigste Reisstengelbohrerart in Indien, Ceylon und anderen südasiatischen Ländern sowie in manchen Teilen der Philippinen (31, 45, 94).

Bemerkenswerterweise wird *Tr. incertulas* in letzter Zeit mancherorts in zunehmendem Maße von *Chilo suppressalis* verdrängt, so stellenweise in Taiwan, wo er vorher die allein herrschende Art war (130), und auf den Versuchsflächen des IRRI auf den Philippinen (31). Die Ursachen für diese Erscheinung sind noch unbekannt.

Im Jahr werden je nach Klimaregion 2–6 Generationen durchlaufen, im südlichen Japan 3 (*Tr. incertulas* wird dort der „Three-brooded Borer“ im Gegensatz zum „Two-brooded Borer“ *Chilo suppressalis* genannt), die dort gut voneinander getrennt sind, während sie sich in den tropischen Reisanbaugebieten weitgehend überschneiden, so daß hier über die ganze Anbauperiode hinweg Bohrerbefall zu finden ist.

Die Frage, ob bei *Tr. incertulas* eine Diapause auftritt, ist noch nicht einwandfrei entschieden — manche Autoren sehen die Winterruhe der Raupen lediglich als eine Quieszenz an, andererseits liegen aber auch Anzeichen für eine echte Diapause vor (113).

Im Frühjahr erscheinen die Falter von *Tr. incertulas* eher als diejenigen von *Chilo suppressalis*; auch sind die Erscheinungszeiten weniger variabel als bei dieser Art, so daß sich der Gelbe Reisstengelbohrer in der gemäßigten Klimazone durch eine geeignete Wahl des Aussaattermins kurz halten läßt (105, 113, 180).

— Im Gegensatz zu *Ch. suppressalis* neigen die Raupen von vorneherein dazu sich zu zerstreuen; hierdurch kann durch eine gleiche Zahl von Raupen eine größere Zahl von Pflanzen befallen werden, was die Schädlichkeit der Art noch steigert. Wie andere Stengelbohrer-Raupen auch können sie sich auf dem Wasser der überfluteten Reisfelder schwimmend fortbewegen; nach Shiraki (174 zit. v. 10 und 98) fertigen sie aus abgeissenen Blattstücken Köcher, in denen sie mehrere Tage lang auf dem Wasser treiben. Überwinterungsort sind ausschließlich die Stoppeln, in denen ein Teil der Raupen bis unter die Erdoberfläche eindringt. Im abgeschnittenen Stroh können die Tiere nicht überleben; infolgedessen kann man einen Teil der Population durch tiefes Abschneiden der Stoppeln ausschalten, wie dies z. B. in Japan geschieht (10, 105, 113). Die Überwinterungsverluste sind erheblich größer als bei *Chilo*; infolgedessen ist in Japan der Frühjahrsflug der

schwächste, und die Befallsstärke nimmt von Generation zu Generation zu (113). In den wärmeren subtropischen und tropischen Teilen des Verbreitungsgebiets ist der Massenwechsel komplizierter; vielfach werden zwei Gipfelpunkte des Falterfluges beobachtet; einer im Frühjahr bis Frühsommer, der andere im Herbst; dazwischen geht das Auftreten während der heißen und trockenen Sommermonate zurück (10, 113); doch sind die Verhältnisse von Region zu Region verschieden.

Tr. incertulas ist bisher ausschließlich auf Reis gefunden worden.

Tryporyza innotata (Walker) White Rice Borer; Weißer Reisstengelbohrer

(Syn.: *Tipanaea innotata* Walker, *Scirpophaga serica* Snellen, *Sc. innotata* [Walker]).

Tr. innotata ist in Indonesien, Australien, den Philippinen, Malaya, Indochina und Indien verbreitet (10); er ist der häufigste Reisstengelbohrer in Indonesien, wo er vor allem die tiefer gelegenen Regionen (bis zu 200 m NN) mit einer ausgeprägten Trockenzeit in den Monaten Oktober–November heimsucht; er fehlt in extrem niederschlagsreichen Regionen (178). *Tr. innotata* durchläuft 3–5 Generationen im Jahr in schneller Folge. Die Dürreperiode überlebt er als Raupe in den basalen Teilen der Pflanzen bzw. in den Stoppeln in einem Zustand der Diapause, welcher durch die Aufnahme extrem kohlehydrat- und proteinreicher Nahrung zur Zeit des Reifens der Reispflanzen induziert wird und mehrere Monate andauert. Er wird erst durch das Einsetzen der neuen Regenfälle beendet. Je länger die Diapause gedauert hat, desto mehr verkürzt sich die anschließende Puppenperiode, so daß sich zur Zeit der ersten Regenfälle der Zeitpunkt des Falterfluges ungefähr voraussagen läßt (194 – zit. nach Soraue*) und 10). – Außer *Oryza sativa* werden in Australien auch Wildreisarten und auf den Philippinen *Cyperus*-Arten befallen (10).

Chilo traea polychrysa (Meyrick), Dark-headed Rice Borer
(Syn.: *Diatraea polychrysa* Meyrick, *Proceras polychrysa* [Meyrick]).

Diese Art ist bisher nur auf einem beschränkten Areal in Südostasien sowie in Indien beobachtet worden. Sie gehört zu den vorherrschenden Arten in Malaya, weswegen sie auch manchmal der „Paddy Borer of Malaya“ genannt wird (10). Die Tiere durchlaufen im Jahr möglicherweise 11–12 Generationen, die sich weitgehend überschneiden. Dennoch weist der Falterflug ausgesprochene Gipfelpunkte auf, wie sich auf Grund von Lichtfallenfängen nachweisen ließ (124). Massenwechseluntersuchungen in Malaya in einem Gebiet, in dem regelmäßig zwei Reisernten eingebracht werden, zeigten, daß je nach Jahreszeit und Kampagne einmal *Ch. polychrysa*, das andere Mal *Tr. incertulas* unter den Stengelbohrern überwog (119). Außer Reis werden auch Zuckerrohr und Mais befallen (100), (124).

Chilo traea (*Chilo*, *Diatraea*) *auricilia* (Dudgeon). Golden fringed Moth.

Die Art ist gebietsweise in SO-Asien und Indien verbreitet. Sie herrscht z. B. in West-Bengalen (10) und in Ost-Pakistan (1) vor. Außer Reis werden auch Zuckerrohr und einige Wildgräser befallen.

*) Handbuch der Pflanzenkr., begr. Soraue, 5. Aufl., 4. Bd., 2. Lfg., 1953.

Maliarpha separatella Ragonot, Borer blanc

(Syn.: *Anerastia pallidicosta* Hampson, *Enosima vectiferella* Ragonot, *Rhinaphe vectiferella* [Ragonot], *Rh. pallidicosta* [Hampson]).

Eine in Asien und Afrika weit verbreitete Art, die aber bisher nur in Afrika und Madagaskar an Reis schädlich geworden ist (26, 101). Wichtigster, weit verbreiteter Reisstengelbohrer in Madagaskar, wo er auch keine anderen Wirtspflanzen besitzt. (Als weiterer Stengelbohrer tritt dort noch *Sesamia calamistis* auf, wird aber nur örtlich schädlich.) Die Art benötigt für ihren Entwicklungszyklus 40–90 Tage, je nach den Witterungsbedingungen und dem Entwicklungsstand der Wirtspflanze (26 — hier auch eine eingehende Beschreibung der einzelnen Entwicklungsstadien und des Schadbildes).

Weitere weniger bedeutende Reisstengelbohrer der Alten Welt sind:

Chilo partellus (Swinhoe)

(Syn.: *Ch. simplex* Fletcher, *Ch. zonellus* [Swinhoe]).

Verbreitet in Ostafrika und Südasien. Polyphag auf Gramineen. Schäden hauptsächlich auf Mais und Sorghum; gelegentlich auf Reis (10, 101).

Chilo phaeseema Martin — Ostafrika (101).

Proceras indicus Kapur. Internodal Borer.

In Indien auf Zuckerrohr, nur in West-Bengalen auf Reis beobachtet (101).

Niphadoses (Scirpophaga) gilviberbis (Zeller) — in Süd-Asien.

Niphadoses palleucus Common — West-Australien.

Sesamia inferens (Walker). Purple Stem Borer, Violet Stem Borer, Ragi Stem Borer, Pink Borer, Violetter Reisstengelbohrer

(Syn.: *Leucania inferens* Walker, *Nonagria inferens* [Walker]).

Weit verbreitet in Süd- und Ostasien sowie in Indonesien und sehr oft an den Stengelbohrerschäden beteiligt, ohne indessen vorzuherrschen. Die Art ist ausgesprochen polyphag an zahlreichen Gramineen; Schäden entstehen vor allem an Zuckerrohr. 4–6 Generationen im Jahr (101).

Sesamia calamistis Hampson. African Pink Borer

(Syn.: *S. mediastriga* Bethune-Baker).

Verbreitet in Afrika, Madagaskar und Mauritius. In Madagaskar und Tansania Schäden an Reis; sonst meist Befall von Zuckerrohr und Mais sowie zahlreichen anderen Gramineen-Arten (10).

Sesamia botanephaga Tams et Bowden.

Verbreitet in Afrika. Polyphag auf Gramineen (101).

In der Neuen Welt kommen folgende Stengelbohrer auf Reis vor:

Chilo plejadellus Zincken — Rice Stalk Borer.

Wichtigster Reisstengelbohrer in den südlichen USA — vor allem in Louisiana — und in Mexiko. Überwinterung als Larve in den Reisstopplern. Wirtspflanzen sind außer dem Reis einige Wildgräser (22).

Diatraea saccharalis (Fabricius). Sugar-cane Borer.

Der in Nord-, Mittel- und Südamerika heimische Zuckerrohr-Stengelbohrer geht gelegentlich auf Reis über und ist z. B. in Texas häufiger als *Ch. plejadellus*. Seine Lebensweise auf Reis ähnelt der der vorgenannten Art (22).

Zeadiatraea (Diatraea) lineolata (Walker). Neotropical Corn Stalk Borer.

Befällt im tropischen Amerika Mais und Wildgräser, geht aber gelegentlich auch auf Reis über.

Scirpophaga (Rupela) albinella (Cramer).

Im tropischen Amerika auf Reis.

Elasmopalpus lignosellus (Zeller). Lesser Corn Stalk Borer.

Im tropischen und subtropischen Amerika polyphag auf zahlreichen Gramineen; vor allem auf Mais; gelegentlich aber auch auf Reis.

In Israel wurde in den neuen Reisanbaugebieten im oberen Galiläa ein bis dahin noch unbekannter Vertreter der Gattung *Chilo* schädlich, der dort nach dem Ort seines Vorkommens — den Hula-Sümpfen — der *Hula Rice Borer* genannt wird. 1959 soll er 33 % der Ernte vernichtet haben (158).

Übersichten über die natürlichen Gegenspieler der Reisstengelbohrer finden sich bei Nickel (144) und Rao (162). Spezielle Listen finden sich bei Hidaka (71) über die Gegenspieler von *Chilo suppressalis* in Japan, Brénière et al. (26) für *Maliarpha separata* auf Madagaskar, Cendana and Calora (31) für die Philippinen, Alam (1) für Ost-Pakistan.

Die Lebensweise der wichtigsten Parasiten wird bei Jepson (98) abgehandelt.

Die Angaben über die von den Reisstengelbohrern verursachten Verluste schwanken innerhalb weiter Grenzen; sie reichen von wenigen Prozent bis über 90 % Ernteverluste (54, 118, 178). Auf Grund ausgedehnter Erhebungen wurde in Japan der durchschnittliche Schaden durch die 2. Generation von *Chilo suppressalis* in den Jahren 1928—30 auf 3,56 % der gesamten Reisernte beziffert (90). In Louisiana wurde die Ertragsminderung auf rd. 140 kg/ha geschätzt (22). Jepson (98) glaubt, daß die durch Stengelbohrer insgesamt verursachten Schäden kaum hinter den Wanderheuschreckenschäden zurückstehen; nur fallen sie weniger auf. Am höchsten sind die Verluste wohl in den tropischen Gebieten Asiens; in den nördlicher gelegenen, intensiv bewirtschafteten Anbaugebieten werden sie nur durch ausgiebige Bekämpfung der Stengelbohrer niedrig gehalten. In Amerika treten die Stengelbohrer an Bedeutung hinter anderen Reisschädlingen zurück. In Afrika schließlich — namentlich in den neuen Reisanbaugebieten Westafrikas — werden Stengelbohrer so gut wie gar nicht schädlich, ohne daß man die Ursachen für diese günstige Situation kennt. Ein diesbezügliches Forschungsprogramm wurde eingeleitet (3).

Das Auftreten der Stengelbohrer wird stark von der Kulturpraxis beeinflusst. Seitdem man in Japan zu frühen Aussaatterminen übergegangen ist, hat der Gelbe Reisstengelbohrer dort zugenommen und häufige Insektizid-Anwendungen notwendig gemacht (91 — s. a. Abschn. kulturelle Bekämpfung). *Chilo suppressalis* wird durch stickstoffreiche Nahrung in seiner Entwicklung gefördert (75, 85) und tritt daher — wie *Tr. incertulas* auch — auf N-gedüngten Flächen stärker auf (75, 85, 91, 113 — eine Übersicht über entsprechende Erfahrungen bei indischen Reisstengelbohrern in 105).

Aus dem oben Gesagten ergeben sich umgekehrt wiederum Möglichkeiten für eine kulturelle Bekämpfung der Stengelbohrer. Durch die Wahl eines geeigneten Aussaat- oder Pflanztermins kann man die zeitlichen Koinzidenzverhältnisse zwischen dem Insekt und der Wirtspflanze zuungunsten

des Schädlings verändern. Den früh fliegenden Faltern der 1. Generation des in seiner Erscheinungszeit wenig plastischen und zudem monophagen *Tr. incertulas* wurde in Japan durch spätes Auspflanzen die Brutgelegenheit entzogen; — gegenüber dem polyphagen und im allg. später erscheinenden *Ch. suppressalis* war dieses Verfahren weniger wirksam (91, 180). Auf der kleinen, südlich von Kyu-Shu gelegenen Insel Tanegashima wurde umgekehrt eine besonders frühe Kultur praktiziert, welche darauf zielte, daß die Reispflanzen zur Zeit des Erscheinens der 2. Generation der Stengelbohrer bereits ihre Ähren geschoben hatten und so verhärtet waren, daß sie den Raupen nur noch schlechte Ernährungsbedingungen boten (180). Selbst in den tropischen Gebieten, in denen *Tr. incertulas* praktisch das ganze Jahr hindurch zu finden ist, kann der Befall durch die Wahl des Saat- bzw. Auspflanztermins wenigstens etwas beeinflußt werden. K h a n (105) gibt für einige Provinzen Indiens einen Überblick über die optimalen Kulturtermine für die einzelnen Kampagnen. Den größten Erfolg in dieser Hinsicht hatte man in Indonesien: Dort wurde vor dem 2. Weltkrieg der Aussaattermin auf einen Zeitpunkt zurückverlegt, zu dem der Flug der ersten Faltergeneration von *Tr. innotata* nach der Übersommerung (vgl. S. 19) abgeklungen war. Nach dem Aufhören der holländischen Kolonialverwaltung konnte die einheitlich späte Aussaat nicht mehr durchgesetzt werden, und seither haben die Schäden durch diesen Stengelbohrer stark zugenommen (41).

In den meisten tropischen Gebieten werden mehrere Reisernten im Jahr herangezogen. Zweifellos wird durch diese Praxis, welche die Schädlinge laufend mit Brutmaterial versorgt, der Bohrerbefall stark gefördert. An sich könnte F r u c h t w e c h s e l in diesen Gebieten ein wirksames Mittel zum Kurzhalten zum mindesten der monophagen Arten sein. Voraussetzung wäre jedoch, daß über größere Gebiete hinweg einheitlich nur die Zwischenfrüchte angebaut würden, weil sonst die Falter nur von einem Feld zum anderen fliegen brauchten. Dies läßt sich aus verschiedenen Gründen meist nicht durchführen (105). In Malaya wird zur Bekämpfung von *Chilotraea polychrysa* empfohlen, in der Zeit zwischen Reisernte und Neuauspflanzung den Maisanbau zu unterlassen (124). Versuche, zwischen die Ernte der ersten und die Aussaat der zweiten Frucht eine „F a n g f r u c h t“ einzuschieben, die, wenn sie ausgiebig befallen worden war, untergepflügt wurde, hatten bisher nur wenig Erfolg. Es müßte wohl eine größere Fläche dieser Frucht gewidmet sein. Eine weitere Voraussetzung für den Erfolg wäre ein genaues Abstimmen der Saattermine sowohl von Hauptfrucht als auch von Fangfrucht auf den jeweiligen Verlauf der Eiablagetätigkeit des Schädlings (161 — zit. von 105). — In Japan wurde festgestellt, daß Reis auf silikatreichen Böden im Durchschnitt weniger stark von *Ch. suppressalis* befallen war als auf silikatarmen. Auf den letztgenannten konnte der Befall durch eine D ü n g u n g mit Calciumsilikat gesenkt werden. Das Silikat wird von den Reiszurkeln aufgenommen und lagert sich in den oberirdischen Geweben ab und erhöht dort offensichtlich die Resistenz gegen Bohrerbefall. Die Mandibeln der Raupen nutzten sich auf solchen Pflanzen stärker ab (85, 139).

Die R e s i s t e n z z ü c h t u n g gegen Stengelbohrerbefall ist in den letzten Jahren stärker in den Mittelpunkt des Interesses gerückt und wird als wertvolle Ergänzung zu der Entwicklung chemischer Bekämpfungsverfahren angesehen. Beim IRRI und einigen nationalen Züchtungszentren gehört die Testung auf Bohrer-Anfälligkeit zum normalen Testprogramm für neu gezüchtete Reis-Varietäten (154). Relativ gut sind die Verhältnisse im Hinblick auf *Ch. suppressalis*

untersucht. Die einzelnen getesteten Varietäten zeigten alle Abstufungen von extremer Anfälligkeit bis zu relativ hohen Resistenzgraden. Im allgemeinen werden die *indica*-Sorten stärker befallen als die *japonica*-Sorten (138). Dieser Unterschied ist bei den Jungpflanzen besonders deutlich; bei den älteren Pflanzen verwischt er sich etwas; zur Zeit des Ährenschiebens sind einzelne *japonica*-Sorten sogar anfälliger als die Hauptmasse der *indica*-Sorten (154). Eine Übersicht über japanische resistente Sorten findet sich in (138); Angaben über einige resistente Sorten auf den Philippinen und in Indien bei Pathak (154) bzw. Israel (93). (Weitere Einzelheiten s. Abschn. F 4.)

Mehrmals wurde beobachtet, daß nach Überfluten der jungen Reispflanzen die Mortalität der Raupen erhöht war und der Befall zurückging. Dennoch kann eine solche Maßnahme nicht als ein sicheres Bekämpfungsverfahren bezeichnet werden, denn das Wasser dringt ja nicht in die Halme ein, und der Erfolg hängt daher von zahlreichen Faktoren ab — u. a. Dauer der Überschwemmung und Wassertemperatur. Bei hohen Temperaturen von ca. 35° C und darüber kann der Sauerstoffmangel zum Tode der in den untergetauchten Halmen befindlichen Raupen führen. In China wurden die Stoppelfelder während der Wintermonate überflutet, um die überwinterten Larven zu vernichten. In den USA reichte allerdings der Abtötungserfolg dieser Maßnahme nicht aus; er konnte allerdings wesentlich verbessert werden, wenn zuvor ein Teil der Raupen durch eine schwere Ackerschleppel zerquetscht worden war. — In den Tropen wird sich dieses Verfahren meist nicht anwenden lassen, da die wasserspendenden Monsunregen für die Kultur ausgenutzt werden müssen (eine Übersicht über die diesbezügliche Literatur gibt 105).

Zahlreiche mechanische Bekämpfungsmaßnahmen richten sich gegen die im Stroh oder in den Stoppeln überwinterten Raupen. Durch Abweiden oder Abbrennen der Stoppeln werden nur die in den oberirdischen Teilen lebenden Tiere vernichtet. In tropischen Gebieten starb in Stoppeln, die mit ihren Wurzeln hochgepflügt wurden und in der Sonne austrockneten, ein erheblicher Teil der Larven ab. Auf feuchten Böden förderte das Ausbringen von Calciumcyanamid die Zersetzung der Stoppeln und erhöhte die Mortalität der Raupen (126).

Das in Japan früher weithin geübte Abfangen der Falter von *Ch. suppressalis* in Lichtfallen hatte als Bekämpfungsmaßnahme keinen durchschlagenden Erfolg — die Lockwirkung der Lampen ist trotz zahlreicher immer wieder vorgenommener technischer Verbesserungen beschränkt (von freigelassenen markierten Faltern wurden im Durchschnitt nie mehr als 20 % in den Lampen wieder erbeutet) und dient heute ausschließlich der Überwachung des Falterfluges (89).

Die chemische Bekämpfung der Reisstengelbohrer wird durch drei Umstände sehr erschwert:

- a) Die Raupen sind während des größten Teiles ihres Lebens im Pflanzengewebe verborgen. Direkt von einem ausgebrachten Insektizid erreicht werden können nur die Falter, die Eier und die frisch geschlüpften Raupen, so lange sie sich noch nicht in die Halme eingebohrt haben.
- b) Gerade diese Stadien nehmen im Leben des Individuums nur verhältnismäßig kurze Zeit ein; andererseits — und das wirkt sich im Hinblick auf die Bekämpfbarkeit noch schwerer aus — verzettelt sich ihr Erscheinen innerhalb einer Population vielfach über einen längeren Zeitraum.
- c) Die Persistenz der meisten Insektizide ist in den meisten Reisanbaugebieten äußerst beschränkt.

Die unter b) und c) genannten Schwierigkeiten treffen in besonderem Maße für die Tropen zu.

Bei der Wahl des günstigsten Bekämpfungstermins, des anzuwendenden Insektizids und der Applikationstechnik muß man diesen Gegebenheiten Rechnung tragen.

Die Wahl des günstigsten Termins richtet sich wesentlich nach dem Bekämpfungsziel. In den nördlichen Reisanbaugebieten — namentlich in Japan, Korea, Spanien, z. T. auch in Taiwan —, in denen die Generationen deutlich voneinander getrennt sind und in denen das Auftreten der einzelnen Entwicklungsstadien stark ausgeprägte Gipfpunkte aufweist, kann man hoffen, durch einige wenige sorgfältig auf die Erscheinungszeit des Schädlings abgestimmte Bekämpfungen die Populationsdichte der Bohrer drastisch zu vermindern und somit die Reisernte zu schützen. In diesen Ländern wird der Falterflug durch Lichtfallenfänge überwacht, auf Grund derer der Bekämpfungstermin festgelegt wird.

In Japan existiert zu diesem Behuf seit 1941 ein das ganze Land umfassender Überwachungs- und Warndienst, der vom Landwirtschaftsministerium und von den landwirtschaftlichen Versuchsstationen der einzelnen Präfekturen getragen wird, und in dessen Rahmen an die 700 voll ausgebildete Entomologen bzw. Phytopathologen als „Forecaster“ tätig sind. Der genaue Bekämpfungstermin wird für die einzelnen Gemeinden durch Pflanzenschutztechniker festgelegt, die als Beobachter auf 2160 Versuchsfeldern über das ganze Land verteilt sind (203). Die Überwachung basiert in erster Linie auf Lichtfallenfängen. Am stärksten lockt ultraviolettes Licht an; Quecksilberdampflampen sind daher wesentlich wirksamer als gewöhnliche Glühbirnen (89); Beschreibung der verwendeten Lampen in (203).

Als günstigste Zeit für die Bekämpfung mit Endrin werden in Taiwan die ersten 10 Tage nach dem Höhepunkt des Falterfluges angesehen; ist diese Zeit verpaßt, kann man noch mit systemischen Mitteln etwas erreichen. Bekämpfungen nach dem 17. Tag haben keinen Effekt mehr (130). In Korea wurde mit Dipterox der beste Erfolg 19 Tage nach dem Höhepunkt des Falterfluges erzielt (150).

Rao und Israel (163) empfehlen für Indien für jede Generation von *Tr. incertulas* 2 Spritzungen mit Folidol (Parathion): eine auf dem Höhepunkt des Falterfluges (zur Verhinderung der Eiablage) und eine zweite 7–10 Tage später (zur Bekämpfung der Junglarven). Auf diese Weise konnte der Befall um 84% gesenkt und der Ertrag um 54% gesteigert werden.

In den Tropen dagegen verhindern im allgemeinen der über das ganze Jahr verteilte Falterflug und somit die ständige Nachlieferung von Eiern und Jungraupen einerseits und die geringe Persistenz so gut wie aller Insektizide (in Indien verloren selbst die stärksten Präparate nach 7–8 Tagen ihre Wirkung [163]) andererseits, daß mit einer einzigen Behandlung ein größerer Teil der Schädlingspopulation erfaßt werden kann. Auf den Philippinen konnte mit allen geprüften Mitteln selbst dann, wenn diese alle 10 Tage auf die Versuchsfelder ausgebracht wurden, der Bohrerbefall nicht vollständig verhindert werden (155). Eine wesentliche Reduktion läßt sich nur durch häufig wiederholte Bekämpfungen erreichen, welche sich aber angesichts der schlechten Finanzlage der meisten tropischen Reisbauern in der Praxis nicht durchführen lassen. Daher ist hier das Bekämpfungsziel wesentlich bescheidener: Schutz der Reispflanze lediglich während bestimmter Entwicklungsabschnitte, während derer sie besonders empfindlich ist.

Dies ist besonders während der mittleren Entwicklungsphasen der Fall: Den Schaden, den junge Reispflanzen durch Vernichtung des Haupttriebes oder einiger Seitentriebe erleiden, können sie später — falls sie dann nicht mehr zu stark befallen werden — durch verstärkte Bestockung wieder ausheilen; und gegen Ende der Entwicklung verhärtet das Pflanzengewebe so, daß es nur noch schlecht von den Raupen besiedelt werden kann. Am IRRI konnten durch Begiftungen, die in 14tägigen Abständen in der 8. bis 11. Woche nach dem Auspflanzen durchgeführt wurden, die Erträge wesentlich gesteigert werden. Zusätzliche Behandlungen während der ersten 50 Tage oder nach der 11. Woche führten zu keiner wesentlichen Verbesserung der Ergebnisse (155). Wenn auch dieses Verfahren vermutlich in anderen Regionen modifiziert werden muß, so dürfte doch überall dort, wo zahlreiche einander überschneidende Stengelbohrgenerationen auftreten, der günstigste Bekämpfungstermin weniger von den Erscheinungszeiten der Schädlinge als vom Entwicklungszustand der zu schützenden Reispflanze abhängen.

Gegenüber *Chilo traea polychrysa* in Malaya werden Spritzungen mit Lindan oder Dipterex ca. 1 Monat nach dem Verpflanzen des Reises bzw. 30 Tage vor Blühbeginn empfohlen (124).

An sich sind die Reisstengelbohrer gegen eine nicht unbeträchtliche Zahl von Insektiziden empfindlich. Einen Überblick über die LD₅₀ verschiedener Präparate bei *Ch. suppressalis* geben (92) und (169). Weitere Angaben über die Ergebnisse von Mittelprüfungen bei *Chilo* und anderen Stengelbohrern finden sich in (25, 155, 163).

Wegen der besonderen Bedingungen, unter denen sie wirken müssen, sollten die gegen Stengelbohrer einzusetzenden Präparate neben einer guten Kontaktwirkung nach Möglichkeit noch folgende Eigenschaften besitzen: gute Persistenz, ovizide Wirkung, systemische Wirkung, geringe Warmblütertoxizität und nicht allzu hohen Preis. — Ovizide und larvizide Wirksamkeit sind keineswegs miteinander gekoppelt — so ist z. B. Endrin wohl für die Raupen, nicht aber für die Eier von *Ch. suppressalis* hoch giftig (155, 169). Ferner finden sich Angaben über ovizide Wirksamkeit verschiedener Präparate bei Ishikura und Ozaki (92) sowie über ihre Persistenz auf der Reispflanze daselbst und in (169). Gute Residualwirkung hatten unter den chlorierten Kohlenwasserstoffen HCH, Aldrin und Isodrin und unter den Phosphorsäureestern Parathion und EPN.

In Japan werden folgende Insektizide in größerem Umfang zur Stengelbohrerbekämpfung verwendet (102): Lindan (früher als Staub, heute in zunehmendem Maße als Granulat bzw. Emulsion zur Boden- bzw. Wasser-Applikation — s. u.), Parathion (das ebenso wie Lindan gegenüber *Ch. suppressalis* auch eine gute ovizide Wirkung und eine hinreichende Persistenz besitzt, aber wegen seiner großen Giftigkeit und verschiedentlich auftretender Resistenzerscheinungen in letzter Zeit in zunehmendem Maße vom Methyl-Parathion verdrängt wurde), Methyl-Parathion (welches bei mindestens gleicher insektizider Wirksamkeit eine geringere Warmblütertoxizität, allerdings auf der Reispflanze auch eine geringere Persistenz besitzt) und EPN. Dipterex hat zwar eine geringe Warmblütertoxizität, ist aber nur in höheren Konzentrationen gegen den Bohrer wirksam und wurde deshalb in Japan kaum verwendet. Besonders günstig liegt das Verhältnis Warmblütertoxizität: insektizider Wirkung gegen *Ch. suppressalis* beim Lebaycid (das auch in Versuchen in Spanien besonders gut abschnitt [166]) und in noch stär-

kerem Maße beim japanischen Präparat Sumithion (Fenitrothion). Wegen ihres höheren Preises haben sich diese Präparate aber noch nicht allgemein in Japan durchsetzen können. — In den wärmeren Regionen bewährte sich in Versuchen neben HCH und Parathion auch besonders oft Endrin gegen die schlüpfenden Larven (155, 163, 177).

A p p l i k a t i o n s t e c h n i k. In vielen Reisanbaugebieten werden die Insektizide aus arbeitstechnischen Gründen überwiegend als Staub ausgebracht. Von der Wirkung her gesehen ist dies jedoch nicht das beste Applikationsverfahren, denn es werden dabei nur die offen auf den Halmen bzw. Blattspreiten befindlichen Raupen erfaßt. Offensichtlich dringt selbst Parathion verhältnismäßig schlecht in die Reispflanze ein. Netzpulver und Emulsionen erreichen auch die in den Blattscheiden verborgenen, ja z. T. auch die bereits eingebohrten Raupen (166, 187). Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Netzfähigkeit der verwendeten Suspensionen bzw. Emulsionen, die sowohl vom verwendeten Handelspräparat als auch vom Flüssigkeitsaufwand abhängen. So zeigten in Japan bestimmte gut netzende HCH-Emulsionen gegenüber den in den bereits herangewachsenen Reispflanzen lebenden Raupen der 2. Generation von *Ch. suppressalis* eine bessere Wirkung als die handelsüblichen Parathion-Emulsionen trotz deren größerer Giftigkeit. Gegenüber den Raupen der ersten Generation freilich, die in den noch kleinen Reispflanzen schlechter geschützt sind, ist Parathion immer überlegen. Eine Erhöhung der Flüssigkeitsmenge (bei gleichbleibender Wirkstoffmenge) bis zu einem bestimmten optimalen Wert verbessert den Erfolg. Die Spritzflüssigkeit dringt dann besser in die Spalten und Blattzwischenräume ein; durch diesen Umstand wird der Nachteil, daß bei höherem Flüssigkeitsaufwand ein größerer Teil der Spritzbrühe von den Pflanzen abtropft, mehr als kompensiert (183).

Das Eintauchen der Reispflanzen in Insektizid-Emulsionen bzw. -Suspensionen kurz vor dem Auspflanzen ist ein billiges Verfahren, den verpflanzten Reis in den ersten Tagen danach zu schützen. Leider verliert sich aber die Schutzwirkung namentlich in den tropischen Gebieten schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit.

Das neueste und für die Zukunft wohl am meisten versprechende Verfahren ist das Streuen oder Gießen bestimmter Insektizide — u. a. des Lindans — auf den Boden oder der Zusatz dieser Mittel zum Bewässerungswasser. Hierbei wird eine systemische Wirkung dieser Mittel ausgenutzt. Diese Technik soll wegen ihrer allgemeinen Bedeutung in Abschn. F 7 gesondert besprochen werden.

Neben den Stengelbohrern spielen noch folgende Lepidopteren als Schädlinge im Reisanbau eine größere Rolle:

Spodoptera mauritia Boisduval (Noctuid.). Rice Swarming Caterpillar, Seedling Cutworm.

In Süd- und Ostasien bis Australien weit verbreitet; befällt vornehmlich Reis, aber auch andere Gramineen. Mehrere Generationen im Jahr. Die Raupen verzehren des Nachts die Blätter vorwiegend der jungen Sämlinge, bei Massenvermehrungen auch die ganzen Pflanzen. Wenn ein Feld kahl gefressen ist, wandern sie zum nächsten Feld über. Verpuppung im Boden. In Ost-Pakistan dauert eine Generation 37 Tage. Die Hauptschäden treten dort im Juni–August am Aus-Reis ein. Bekämpfung durch Abtrennen der Stoppeln, Überfluten der Reisfelder, Spritzen oder Stäuben mit DDT, HCH, Endrin oder Parathion, Auslegen von Giftködern mit HCH oder Aldrin (I, 31). Auf den Philippinen wird die Art in

größeren Umfang von einer bisher nicht identifizierten Tachine parasitiert (37). — In Thailand und Malaya tritt eine verwandte Art, *Sp. pecten* Guenée (Lesser Seedling Cutworm) auf.

Pseudaletia (Cirphis) unipuncta (Haworth). Rice Ear-Cutting Caterpillar, Armyworm.

Diese polyphage Noctuide ist beinahe weltweit verbreitet; sie verursacht Schäden an Reis vor allem im südlichen und östlichen Asien. In manchen Teilen Indiens und in Ost-Pakistan zählt sie zu den schlimmsten Reisschädlingen (1, 2). 1962 wurde sie erstmalig in Persien an Reis festgestellt (28). Ihr Massenwechsel ist durch plötzliche Übervermehrungen gekennzeichnet. In Ost-Pakistan werden 5 Generationen durchlaufen; während der ersten drei bleibt die Populationsdichte niedrig, danach aber kann es, wenn die Umweltbedingungen günstig sind, im Oktober—November zu plötzlichen Massenvermehrungen kommen. Die Raupen verbergen sich tagsüber in der Streu und fressen des Nachts gesellig, wobei sie oft die halbreifen Rispen von den Pflanzen wegfressen. Der Nahrungsverbrauch nimmt in geometrischer Progression zu; allein das 6. Stadium beansprucht 80 % des gesamten Nahrungskonsums. Dies alles führt dazu, daß graduierende Populationen oft lange unentdeckt bleiben, bis dann mit einem Schlage gleich sehr starke Schäden entstehen. Dieser Umstand erschwert die Bekämpfung, denn die ausgewachsenen Raupen sind gegen Insektizide widerstandsfähig. Verpuppung im Boden. Die 5. Generation überwintert als Raupe des 5. Stadiums in Diapause und erleidet dabei hohe Verluste, so daß die Populationsdichte im nächsten Frühjahr nur niedrig ist. Bekämpfung: Verbrennen der Stoppeln, in denen die Raupen oft überwintern; Umpflügen des Bodens nach der Ernte, damit die Raupen der Sonne und natürlichen Feinden ausgesetzt werden. Bekämpfung der Wildgräser in der Nähe der Reisfelder; in ausgesprochenen Schadgebieten Anbau früh reifender Sorten, welche dem Massenbefall entgehen; Überfluten der Reisfelder; Spritzen mit DDT oder HCH; Auslegen von Giftködern (100 Teile Weizenkleie mit 10 Teilen Melasse und ausreichend Wasser gemischt unter Zusatz von HCH oder Aldrin) (1).

Weitere, meist mehr oder weniger polyphage Eulenarten werden unter anderem auch an Reis schädlich, so *Laphygma frugiperda* Smith et Abbot, der Fall Army Worm, in den südlichen Reisanbaugebieten der USA (22) und *Leucania separata* (Walker) in China und Japan. Da sich die meisten Eulenarten im Boden verpuppen, beruht der Befall in den bewässerten Reisfeldern meist auf einem Zuflug von außen her. — Eine Zunahme von *L. separata* wurde in Japan mit einer verstärkten Stickstoffdüngung in Zusammenhang gebracht (Überlebensrate und Gewicht der Raupen waren auf stark N-gedüngten Reispflanzen besonders hoch [123]). — Einen Überblick über die in der Provinz Kwantung (China) an Reis schädlichen 6 Noctuiden-Arten gibt W y u n g - C h u n g (207).

Biologie, Taxonomie und natürliche Gegenspieler des Rice Leaf Rollers *Susumia exigua* (Butler) (Pyralid.) wurde auf den Fidschi-Inseln untersucht (74).

Angaben über weitere blattfressende Pyraliden — als Rice Leafroller oder Rice Case Worm bezeichnet — finden sich im Lehrbuch von A n g l a d e t t e und im Handbuch von S o r a u e r.

2. Homopteren

Nächst den Stengelbohrern verursachen Angehörige der Unterordnung Homoptera — insbesondere Zikaden — die größten Schäden im Reisanbau. Bei Massenaufreten kann allein die Saugtätigkeit dieser Tiere zum Absterben von Pflanzenteilen oder der ganzen Reispflanzen, dem sog. „Hopper Burn“ führen. Bedeutender noch ist die Übertragung von Virose, da sie nicht das Vorhandensein extrem dichter Zikaden-Population zur Voraussetzung hat und daher durch Bekämpfungsmaßnahmen viel schwerer zu verhindern ist.

Einen Überblick über die wichtigsten dieser sog. „Leafhopper“-Arten, ihre systematische Stellung, Morphologie, Verbreitung, Wirtspflanzen und die von ihnen übertragenen Virose gibt N a s u (141).

Wiss. Name	Übertragene Virose
<i>Nephotettix cincticeps</i> (Uhl.)	Rice Dwarf Disease, Rice Yellow Dwarf Disease
<i>N. apicalis</i> Motsch. <i>N. impicticeps</i> Ish.	Rice Dwarf Disease, Rice Yellow Dwarf Disease, Tungro Disease
<i>Inazuma dorsalis</i> Motsch.	Rice Dwarf Disease, Orange Leaf Disease
<i>Sogatella furcifera</i> Horv. <i>Nilaparvata lugens</i> (Stål)	Grassy Stunt Disease
<i>Laodelphax striatellus</i> Fall.	Rice Stripe Disease Rice Black-Streaked Dwarf Disease
<i>Sogata orizicola</i> Muir	Hoja Blanca

Nephotettix cincticeps (Uhler). Green Rice Leafhopper (Syn.: *N. apicalis* Motschulsky var. *cincticeps*; *N. bipunctalis* Fabr. Forma *cincticeps*).

Die Art ist auf den japanischen Inseln, Taiwan, und in den Küstenregionen des gegenüberliegenden Festlandes verbreitet. Sie befällt neben dem Reis auch verschiedene Wildgräser. Sie durchläuft — ebenso wie die im folgenden genannten Arten — mehrere Generationen im Jahr. In Japan überwintert sie als Nymphe des 4. Stadiums in Diapause; die Adulten erscheinen Ende März.

Auf den südlichen Inseln Okinawa und Amami Oshima kommt es zu keiner Diapause, und die Imagines treten bereits im Winter auf.

Die Nachkommenschaft der Wintergeneration lebt als Nymphen auf den Unkräutern in den Reisfeldern; die drei nachfolgenden Generationen auf Reis (165). Das Auftreten erreicht in Japan und Korea seinen Höhepunkt im August/September, dann erscheinen in zunehmendem Maße die überwinterten Nymphen (11, 165). *N. cincticeps* ist nicht nur wegen ihrer Saugschäden, sondern vor allem als Überträger der Rice Dwarf Disease und der Rice Yellow Dwarf Disease gefährdet. Das Rice Dwarf Virus vermehrt sich in der Zikade und wird von dieser über das Ei an ihre eigene Nachkommenschaft abgegeben, die somit infektiös wird, ohne daß sie selbst an virösen Reispflanzen gesaugt hatte.

Mit Hilfe des Elektronenmikroskops konnte der Gang dieser Übertragung verfolgt werden. Das Virus dringt zur Zeit der Dotterbildung mit der Mycetozyte der Ovariole in die Oozyte ein. Andere Wege der Übertragung sind nicht ausgeschlossen, konnten aber nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Während der embryonalen Entwicklung vermehrt sich das Virus zunächst in den Myzetomen, später im Zytoplasma der germinativen Zellen, und in der nachembryonalen Zeit in verschiedenen Organen, wie Fettkörper, Ventriculus, Malpighischen Gefäßen und Speicheldrüsen (140).

Nicht alle Individuen einer Population eignen sich indessen als Überträger: Von Angehörigen der Arten *N. cincticeps* und *N. apicalis*, die auf Dwarf-Virus-erkrankten Reispflanzen gesogen hatten, infizierten sich nur 30 % mit dem Virus. Die Ursachen für eine solche unterschiedliche Bereitschaft zur Infektion sind noch unbekannt. Innerhalb der Freiland-Population variiert der Anteil an Trägern des Rice Dwarf Virus je nach Jahreszeit und Lokalität, beträgt aber meist weniger als 5 %. — Nach dem Saugen auf Reispflanzen, die am Yellow Dwarf Virus erkrankt sind, wird die Mehrzahl der Tiere zu Virusträgern (141).

In Japan wird *N. cincticeps* mit großem Geldaufwand bekämpft. N a s u (141) empfiehlt hierzu folgende Insektizide:

Präparat	Verdünnung mit Wasser	Dosis je ha
Sevin 15 % Emulsion	× 500— 600	100—200 l
DDT 20 % Emulsion	× 400	100—200 l
Malathion 50 % Emulsion	× 1000—3000	100—200 l
Parathion 46,6 % Emulsion	× 3000	100—200 l
Methylparathion 40 % Emulsion	× 3000	100—200 l
NAC (Sevin) 50 % Netzpulver	× 1500	100—200 l
NAC 1,5 % Staub		4,5 kg
Malathion Staub		4,5 kg
DDT 5 % Malathion 0,5 % Staub		4,5 kg

In Versuchen bewährten sich Carbaryl (Sevin) (in Korea [11] und in Indien an *Nephotettix* sp. [99]) und Malathion (99) besonders gut. —

Auch die Boden- oder Wasser-Applikation läßt sich gegen die Zikaden mit Erfolg anwenden (vgl. Abschn. F 7).

Infolge der häufigen Bekämpfungen hat *N. cincticeps* in manchen Teilen Japans Insektizid-Resistenz entwickelt (vgl. Abschn. F 7).

Von *N. cincticeps* sind taxonomisch zwei weitere Arten abgesondert worden (141):

Nephotettix apicalis apicalis (Motschulsky)

(Syn.: *Pediopsis apicalis* Motschulsky, *Thamnotettix nigropicta* Stål, *Th. nigromaculatus* Kirkaldy, *N. nigropicta* Kirk, *N. bipunctatus apicalis* Esaki et Hashimoto).

Verbreitung: Japan, Taiwan, Südchina, Philippinen, Malaya, Mikronesien, Ceylon, Ost- und Süd-Afrika. Bisher nur auf Reis untersucht.

Nephotettix impicticeps Ishihara
(Syn.: *N. bipunctatus*).

Verbreitung: Japan, Taiwan, Philippinen, Indien, Ceylon. Wirtspflanzen außer Reis sind *Hordeum vulgare* und *Triticum aestivum*.

Das Entwicklungs-Optimum liegt für alle drei Arten im Ei- und Nymphenstadium bei 30° (141).

Inazuma dorsalis (Motschulsky)

(Syn.: *Deltocephalus dorsalis* Motsch.) ist in Süd- und Südostasien sowie in Japan verbreitet und befällt außer Reis auch Zuckerrohr und andere Getreidearten. In Japan werden 4 Generationen durchlaufen. Überwinterung als Ei (141).

Sogatella furcifera (Horváth). White-Back Planthopper

(Syn.: *Delphax furcifera* Horv., *Delphacodes furcifera* [Horv.], *Sogata furcifera* [Horv.], *Chloriona furcifera* [Horv.]).

Verbreitung: Ganz Ostasien, Philippinen, Sumatra, Fidschi, Indochina, Indien, Ceylon, Nordafrika, Südstaaten der USA, Westindien, Brasilien. Die Art ist polyphag auf Gramineen; sie bevorzugt Reis, richtet in Taiwan aber auch Schäden an Zuckerrohr an. —

Eine verwandte, früher oft mit *S. furcifera* verwechselte Art, *Sogata kolophon* Kirk. bewohnte auf den Fidschi-Inseln vorwiegend grasbestandene Flächen und ging nur selten auf Reis über (73). —

Überwinterung in Japan als Ei oder Nymphe; deren Nachkommen fliegen als Adulte auf die Reisfelder und legen dort ihre Eier ab. Es folgen mehrere Generationen auf Reis. Der Höhepunkt des Auftretens fällt in den August/September. Es kommt dann infolge der starken Saugtätigkeit zu einer Vergilbung der Reisblätter. Im Sommer erscheinen brachyptere Formen, deren Ovarien sich schneller entwickeln und die früher Eier ablegen als die macropteren Formen. Die Flügelform scheint durch die Umweltbedingungen — insbesondere Populationsdichte und Wirtspflanze — determiniert zu werden. Nymphen, die in hoher Populationsdichte heranwachsen und sich auf Unkräutern wie *Poa annua* und *Alopecurus pratensis* ernähren, wachsen zu macropteren Imagines heran (135).

Nilaparvata lugens (Stål). Brown Plant Hopper
(Syn.: *Delphax ludens* Stål, *D. oryzae* Matsumura).

Verbreitung: Japan, Korea, Mandschurei, Taiwan, Südhina, Philippinen, Neu Guinea, Fidschi, Java, Indien, Ceylon. Wirtspflanze ist in erster Linie Reis; daneben werden (auf Taiwan) Zuckerrohr, ferner *Zizania latifolia* und *Leersia japonica* befallen. *N. lugens* überwintert als Ei; ihre Generationen erscheinen später als die entsprechenden von *S. furcifera*; dementsprechend läuft ihre Massenvermehrung auch langsamer an, und der Höhepunkt wird erst im September/Oktober erreicht (141). Sie wird deshalb auch als „Autumn Planthopper“ im Gegensatz zum „Summer Planthopper“ *S. furcifera* bezeichnet (180). Auf den Fidschi-Inseln ist *S. furcifera* ein Schädling vornehmlich des jungen Reises in den Saatbeeten; *N. lugens* dagegen des älteren verpflanzten Reises (73). In China und Südostasien verschiebt sich der Zeitpunkt des Massenauftretens gegenüber Japan auf etwas frühere Termine (141). Im Herbst nimmt der Anteil der diapausierenden Winterer mit dem Datum der Eiablage zu (186).

Auf den Fidschi-Inseln neigt *N. lugens* besonders auf verpflanztem Reis zu Übervermehrungen; auf gesättem Reis wird sie durch die räuberische Miride *Cyrtorhinus lividipennis vitiensis* Usinger, welche die Eier aussaugt und z. B. auf 6 Monate altem Reis häufiger sein kann als die Weibchen von *N. lugens*, kurz gehalten (73).

Für Insektizid-Behandlungen gibt N a s u (141) folgende Empfehlungen, die auch für *S. furcifera* gelten:

	Verdünnung mit Wasser	Dosis je ha
NAC (Sevin) Emulsion 15 ‰	× 450— 600	500—1100 l
Malathion 50 ‰ Emulsion	× 2000—3000	500—1100 l
NAC 50 ‰ Netzpulver	× 1500—2000	500—1100 l
Malathion 1,5 ‰ Staub		3—4 kg
NAC 1,5 ‰ Staub		3—4 kg
HCH 1 ‰ Staub oder 3 ‰ Staub		3—4 kg
DDT 5 ‰ Malathion 0,5 ‰ Staub		3—4 kg

Auf den Fidschi-Inseln wurde Resistenz gegen HCH und Dieldrin beobachtet (73).

Laodelphax striatellus (Fallen). Small Brown Planthopper
(Syn.: *Delphax striatella* Fall., *Delphacodes striatella* [Fall.], — im Handbuch von S o r a u e r als *Calligypona marginata* F. bezeichnet).

Die Art ist über die ganze paläarktische Region der Alten Welt von Europa bis Japan verbreitet, tritt aber auch auf Taiwan und den Philippinen auf. Sie befällt außer Reis auch Weizen, Gerste, Hafer und verschiedene Wildgräser, tritt in den verschiedensten Biotopen auf und überträgt mehrere bedeutende Getreidevirosen, — speziell auf Reis das Rice Stripe Virus und das Rice Black Streaked Virus. Die Art überwintert im 4. Nymphenstadium. Im Winter und Frühjahr werden in Japan und China Weizen und andere Pflanzen befallen; im Juni wandern Adulte der ersten Generation auf den frisch verpflanzten Reis über, wo sie dann die Virosen übertragen (141, 160). Ca. 5 ‰ dieser Tiere sind Träger des Rice Stripe Virus. Zur Verhütung der Übertragung müssen die Reisfelder behandelt werden, ehe die ersten Imagines der Zikade auf ihnen erscheinen (141). In Süd-Japan wurde Malathion-Resistenz beobachtet (108).

Sogata orizicola Muir. Rice Delphacid.

Die Art ist im tropischen und subtropischen Amerika verbreitet und tritt insbesondere in Mexiko, Kuba, der Dominikanischen Republik, Kolumbien und Venezuela auf (5, 141). In den südlichen USA wurde sie wiederholt gefunden, ohne daß sie dort indessen ständig heimisch zu sein scheint (22). Einzige Wirtspflanzen sind der Reis und nahe Verwandte. Die wirtschaftliche Bedeutung besteht in der Übertragung der Hoja Blanca Virose. Auch bei *S. orizicola* besteht nur ein Teil der Population — ca. 7—15 ‰ — aus aktiven Überträgern.

In den USA konnte ein Ausleseverfahren entwickelt werden, das es erlaubt, aktive Vektoren innerhalb von 4—10 Tagen zu erkennen, so daß solche Tiere danach noch während genügend langer Zeit für Übertragungsversuche (namentlich im Rahmen der Resistenzzüchtung) verwendet werden können.

Vor kurzem konnte auch bei dieser Art eine Virusübertragung über das Ei auf die Nachkommenschaft nachgewiesen werden: Die Nachkommen der nach dem erwähnten Verfahren ausgelesenen weiblichen Überträger infizierten die von ihnen besogenen Reissämlinge, ohne daß sie vorher selbst mit einer erkrankten Pflanze in Berührung gekommen wären (175).

Die Art benötigt zu ihrem Gedeihen hohe Luftfeuchte und mäßig hohe Temperaturen; eine Temperatur von 107° F ist lethal. Auf Kuba erreicht das Auftreten zweimal im Jahr einen Höhepunkt — einmal im späten Frühling und Frühsommer, das andere Mal im Frühherbst, wenn der Reis zu trocknen beginnt und die Tiere auf jüngere Reispflanzen überwandern. Die größte Aktivität ist in der Dämmerung zu beobachten. — Bekämpfung durch wiederholte Applikation von DDT, Methyldimeton, Chlordan, Dieldrin, HCH und Malathion (22).

Von minderer Bedeutung ist

Thaja oryzicola Ghauri in Thailand. Die Gattung wurde 1962 von Ghauri neu beschrieben und steht den Gattungen *Zygina* und *Typhlocyba* systematisch sehr nahe. Seit kurzem werden in Thailand Saugschäden durch diese Art auf Blättern älterer Reispflanzen, weniger auf Sämlingen, beobachtet. Der Höhepunkt des Auftretens fällt in die Monate November bis März (129).

Unter den Aphiden hat sich

Rhopalosiphum (Toxoptera) rufiabdominalis (Sasaki), die Rice Root Aphid, gelegentlich in West-Bengalen etwas stärker bemerkbar gemacht. Die Laus lebt an den unterirdischen Teilen von Paddy-Reis und Kartoffeln und ruft Wachstumsstörungen hervor (9). 1956 wurde sie erstmalig in Malaya beobachtet (63).

Die Schildlaus *Ripersia oryzae* Green — Paddy Mealy Bug —, der man in Indien bisher wenig Beachtung schenkte, ist in den letzten Jahren in West-Bengalen zu einem ernsthaften Reisschädling geworden. Die Tiere leben zwischen Blattscheiden und Stengel und besaugen diesen. Die befallenen Pflanzen bleiben im Wachstum zurück. Befallsherde lassen sich in einem Reisfeld von weitem als eingesunkene Stellen erkennen. Die chemische Bekämpfung wird durch die dicke Wachsschicht, unter welcher die Tiere leben, erschwert. In Freilandversuchen konnte mit 0,625 und 1,125 l eines 20 %igen Carbophenothion Emulsionskonzentrats (Trithion [R]) in rd. 550 l Wasser je ha ein ausreichender Abtötungserfolg erzielt werden (14).

3. Heteropteren

Die Reisswanzen können entweder dadurch schädlich werden, daß sie durch ihre Saugtätigkeit die ganze Pflanze schwächen und so den Ernteertrag mindern, oder dadurch, daß sie die reifenden Körner besaugen, so daß diese entweder vollständig verkümmern oder doch wesentlich in ihrer Qualität beeinträchtigt werden. Zu der erstgenannten Gruppe gehören Angehörige der Gattung *Nezara*, zur letztgenannten die Gattungen *Leptocoris* und *Oebalus*.

Nezara viridula L. Grüne Reisswanze, Southern Green Stink Bug.

Es handelt sich hier um eine in wärmeren Gebieten weltweit verbreitete Art, welche außer dem Reis noch zahlreiche andere Kulturpflanzen befällt. In Japan durchläuft sie drei Generationen im Jahr; in warmen Herbstern kann noch eine vierte hinzukommen. Die Imagines der dritten (bzw. vierten) suchen die Winterquartiere — meist dichte Hecken z. B. von *Cryptomeria japonica* oder *Juniperus*

chinensis, oder auch Ritzen in den Blättern von *Yucca recurvifolia* — auf. Nach der Überwinterung werden zunächst Raps, Weizen und andere Pflanzen, später auch Kartoffeln und Reis befallen (111). *N. viridula* war in den letzten Jahren in Japan der Gegenstand eingehender Massenwechseluntersuchungen.

Die Populationsdynamik der Wanze wird danach durch folgende Größen gesteuert:

- a) die Überwinterungsmortalität, welche in normalen Wintern zwar nur mäßig groß ist und wenig schwankt, im strengen Winter 1962/63 jedoch 97,5 % erreichte. Ihr Ausmaß wird von der Art des Winterverstecks beeinflusst — in allen Jahren war sie in der dichten *Cryptomeria* Hecke am niedrigsten — und trifft die Männchen stärker als die Weibchen, die eine echte Diapause eingehen und daher widerstandsfähiger sind (112).
- b) Parasitierung der Eier durch *Asolcus mitsukurii* und *Telenomus nakagawai*, welche besonders während der ersten Generation sehr stark ist und wesentlich über die Populationsdichte in den folgenden Generationen entscheidet.
- c) Sterblichkeit der jungen Nymphen infolge ungünstiger Witterung und des Angriffs räuberischer Feinde (77, 109, 110). Eine deutliche Zunahme der *Nezara*-Population in Japan während der letzten Jahre wird darauf zurückgeführt, daß der Paddy-Reis jetzt früher gepflanzt wird und der Wanze Nahrung und Brutgelegenheit gibt, wenn andere Nahrung noch knapp ist. Werden frühe und späte Reissorten in mosaikförmiger Mischung angebaut, kann der Schädling extrem hohe Populationsdichten erreichen (109).

Ebenfalls an Reis schädlich werden die verwandten Arten *N. antennata* Scott in Japan, *N. smaragdalis* F. im tropischen Afrika und *Acrosternum acuta* Pall. in Kamerun (2). Über Schäden durch *Blissus leucopterus* Say wurde aus Venezuela berichtet (61).

Die Angehörigen der Gattung *Leptocorisa* sind in vielen wärmeren Ländern der Erde, insbesondere aber in Südostasien und Ozeanien verbreitet. *Srivastava* und *Saxena* (179) haben die Angaben über die Verbreitung der einzelnen Arten sowie die morphologischen Merkmale, an denen sie unterschieden werden können, zusammengestellt.

Leptocorisa varicornis Fabricius — Rice Bug (Coreidae) — ist in den letzten Jahren zu einem Großschädling des Reises in Süd- und Südostasien und in Ozeanien geworden. Es wurden schon Ernteverluste von 10—40 %, vereinzelt sogar Totalverluste beobachtet (179). 1952 kam es im nördlichen Indien auf rd. 3 Mill. ha zu einer Massenvermehrung, die allerdings durch rechtzeitig einsetzende Bekämpfungsmaßnahmen abgefangen werden konnte, so daß im Durchschnitt nur ca. 10 % Ernteverluste eintraten (159). Die Wanze überwintert als Imago. Im Frühjahr befällt sie zunächst Wildgräser und dikotyle Unkräuter (*Srivastava* und *Saxena* geben eine tabellarische Übersicht über die Wirtspflanzen, auf denen *L. varicornis* bisher beobachtet wurde) und vermehrt sich auf ihnen, ehe sie auf die Reisfelder überwandert. Das Weibchen legt 200—300 Eier in mehreren Reihen auf die Oberfläche der Blätter ab. Eiruhe ca. 5—8 Tage. Die Nymphe durchläuft 5 Stadien; die Angaben über ihre Entwicklungsdauer schwanken zwischen 14 und 25 Tagen. Die Imago lebt ca. 3 Monate. Die Wanze ist feuchtigkeitsliebend; während der trockenen Sommermonate geht — ebenso wie im Winter — die Populationsdichte zurück. Am günstigsten sind häufige, nicht allzu heftige Regenfälle, während Platzregen die jungen Nymphen von den Pflanzen schwemmen und somit die Populationsdichte reduzieren können. — Der Schaden entsteht in erster Linie durch das Saugen an den Infloreszenzen und an den Körnern im Milchreifestadium; es werden aber auch vorher an den jungen Pflanzen die zarten

Blätter und Triebe befallen. Das Ausmaß des Schadens hängt weitgehend davon ab, ob der Höhepunkt des Auftretens der Wanzen zeitlich mit der Blüte oder dem Milchreifestadium zusammenfällt oder nicht. Vielfach — so auch 1952 in Indien — werden die früh reifenden Reissorten am meisten geschädigt. Auch leiden solche Reispflanzen, die vor oder nach der Hauptmasse der anderen reifen, besonders stark, weil sich dann die gesamte Wanzenpopulation auf sie konzentriert. Als kulturelle Abwehrmaßnahmen werden empfohlen: Je nach Gegend Anbau extrem früh oder extrem spät reifender Reissorten; Koordinierung des Auspflanztermins, damit die ganze Ernte auf einmal reift, Unkrautbekämpfung — z. B. häufiges Abbrennen der Gräser an den Feldrändern, damit den Wanzen die Zwischenwirte entzogen werden. Sorten, bei denen die Rispen dauernd von den stark verlängerten Blattscheiden umhüllt bleiben, sind so gut wie resistent. Dieses Merkmal findet sich aber nur bei einigen Landsorten von minderer Qualität und Ertragsleistung. Die Resistenzzüchtung hat sich jedoch dieser Eigenschaft angenommen, und man hofft, brauchbare Hybriden zu finden. *L. varicornis* läßt sich mit einer Reihe von Insektiziden — chlorierten Kohlenwasserstoffen und organischen Phosphorsäureestern — bekämpfen; das Stäuben mit Lindan wird einstweilen noch als die wirtschaftlichste Methode angesehen. Allerdings sind schon erste Ansätze zu einer HCH-Resistenz beobachtet worden (bis zu 6,6fache Erhöhung der LD₅₀) (179 — hier auch eine Übersicht über die natürlichen Gegenspieler der *Leptocorisa*-Arten).

Leptocorisa acuta Thunberg — Rice Bug — hat eine ähnliche Lebensweise wie die vorgenannte Art. Auch sie ist von Indien über Indochina, Malaya, Indonesien bis nach Australien, Fidschi und Japan verbreitet (179). Auf den Philippinen tritt sie vor allem in Regionen mit gleichmäßig über das ganze Jahr verteilten Niederschlägen auf. Dort wird empfohlen, auf jedem größeren Feld eine kleine Fläche mit besonders früh reifendem Reis anzubauen, der als Fangpflanze dient, und dann die auf dieser Fläche sich ansammelnden Wanzen durch intensive Insektizidbehandlung zu vernichten (31).

Oebalus (Solubea) pugnax (Fabricius). Rice Stink Bug
(Syn.: *Cimex pugnax* Fabr., *Pentatoma [Oebalus, Cimex] typhoeus*).

Lebt in Nordamerika polyphag auf Gramineen. Außer Reis werden u. a. auch Mais, Weizen, Gerste, Hafer und Sorghum befallen (22 — hier eine Übersicht über die Wirtspflanzen). Die Wanze überwintert als Imago; sie befällt im Frühjahr zunächst Wildgräser und vermehrt sich auf ihnen. Später wandert die Population auf die Reisfelder über. Die Faktoren, welche diese Migration veranlassen, sind noch unbekannt. Reiskulturen mit starkem Graswuchs waren in Arkansas besonders stark befallen (145). Die Eier — im Durchschnitt 70 Stück je Weibchen — werden in Doppelreihen auf verschiedene Teile der Gräser oder Reispflanzen abgelegt und entwickeln sich innerhalb von 4–8 Tagen (22). Die Dauer des Nymphenstadiums wird mit 30 (22) bzw. mit 18 Tagen (145) im Mittel beziffert. — Die Reiskörner, die im frühen Milchstadium besogen werden, verkümmern vollständig; ältere Körner reifen zwar aus; es bilden sich aber an den Saugstellen schwarze Flecken, welche nach neueren Untersuchungen (39) höchstwahrscheinlich auf einen Befall mit dem Hefepilz *Nematospora coryli* Peglion zurückzuführen sind, welcher offenbar von der Wanze mit dem Anstich übertragen wird. Solcher „pecky“ Reis ist von minderer Qualität, zerbricht leicht bei der Verarbeitung, und diejenigen Körner, welche mit in den polierten Reis

gelangen, setzen dessen Verkaufswert herab. Beobachtungen aus Arkansas, nach denen auch starker Wanzenbefall nicht zu einer wesentlichen Verschlechterung der Erntequalität führte (145), könnte u. U. mit der Abwesenheit von schädlichen Mikroorganismen zu erklären sein (22). Die Höhe des Schadens wurde mehrfach mit Hilfe von Käfigungsversuchen abgeschätzt. Bereits 7—8 Wanzen je 1000 Rispen können schon vereinzelt eine merkliche Qualitätsminderung herbeiführen; bei 200—300 Wanzen je 1000 Rispen sank der Ernteertrag auf die Hälfte ab, und die Ausbeute der Verarbeitung verschlechterte sich quantitativ und qualitativ wesentlich (184); 1 bzw. 2 bzw. 4 Wanzen je Quadratfuß verursachten einen Schaden von (umgerechnet) 6,5 bzw. 12,8 bzw. 19,9 US \$/acre (17, 22). Der Massenwechsel von *Oe. pugnax* wird von Witterungsfaktoren und natürlichen Gegenspielern beeinflusst: Hohe Sommertemperaturen und niedrige Wintertemperaturen sind gleichermaßen schädlich für das Tier. Unter den Gegenspielern (Tachinen, Hymenopteren und dem zu den Starlingen gehörigen Red-Wing) spielt die Proctotrupide *Telenomus podisi* Ashmead, die in Louisiana von 0 bis 100 % der Eier parasitierte, eine besondere Rolle (22). Zur chemischen Bekämpfung wurden Aldrin, Dieldrin und Toxaphen verwendet, sollen aber in manchen Gebieten in letzter Zeit nicht mehr so gut gewirkt haben. Zur Zeit werden Carbaryl, Malathion, Methylparathion und Phosphamidon empfohlen. Die Mittel sollten ca. 1 Woche vor dem Ährenschieben ausgebracht werden (22).

Oebalus (Solubea) poecilus (Dall.) ist in Bolivien, Columbien, Brit. Guyana, Brasilien und Nordargentinien weit verbreitet und schadet auf gleiche Weise wie die vorgenannte Art. In Käfigungsversuchen wurde die Höhe des Schadens (gemessen am Ernteertrag, der Verarbeitungsausbeute und dem Anteil an zerbrochenen und verfärbten Körnern) mit dem Zeitpunkt der Infektion und der Zahl der angesetzten Wanzen in Beziehung gesetzt. Frühinfektion führte zu größeren Verlusten als Befall zur Zeit der Milchreife. Aus der Relation Populationsdichte: Schaden wurde abgeleitet, daß die Verluste in Brit. Guyana bei starkem Auftreten der Wanze zwischen 38 und 159 Dollar je acre schwanken dürften (104).

Solubea ornata Sailer wird als Hauptschädling des Reises in der Dominikanischen Republik bezeichnet (5).

4. Dipteren

Pachydiplosis oryzae (Wood-Mason) Mani (Cecidomyidae). Rice Gall Midge.

Die Art ist in Süd- und Südost-Asien sowie in Nigeria, Kamerun und im Sudan verbreitet. Hauptwirtspflanze ist der Reis; jedoch sind Gallbildungen, wie sie von *P. oryzae* hervorgerufen werden, auch auf Wildreis und Wildgräsern in der Umgebung von befallenen Reisfeldern gefunden worden (freilich ist dabei eine Verwechslung mit verwandten Arten nicht ausgeschlossen) (164). — Die Imagines sind kurzlebig, meist nachts aktiv und legen ihre Eier — maximal über 300 Stück — einzeln oder in Gruppen auf verschiedene Teile der Reispflanze ab. Nach 3—6 Tagen schlüpft die ca. 1 mm lange Larve und wandert die Blattscheide hinab bis zum Vegetationspunkt der Haupt- oder einer Seitenknospe. Hier veranlaßt sie das Pflanzengewebe (es handelt sich entgegen früherer Auffassung um Gewebe der Blattscheidenanlagen), eine Galle zu bilden. Diese besteht aus einer weißlichen, blaßgrünen, rosa oder purpurfarbenen Röhre, dem sog. „Silver Shoot“, welcher

bis zu 50 cm lang werden kann, die Larve einschließt und das Hauptmerkmal des Befalls bildet (164 — hier sind auch die zahlreichen lokalen Namen für das Krankheitsbild zusammengestellt worden). Nach 6–33 Tagen verpuppt sich die Larve. Die Puppe ist mit einer Reihe von Dornen versehen, mit Hilfe derer sie sich zur Spitze des Silver Shoot emporarbeitet, um dort die Mücke zu entlassen. Es werden je nach Region 5–8 Generationen im Jahr durchlaufen, die sich weitgehend überschneiden. In den Tropen kann während der heiß-dürren Frühsommermonate eine Larval-Diapause in den Entwicklungsablauf eingeschaltet sein, desgleichen auch in den kühleren Regionen während des Winters. *P. oryzae* stellt namentlich als frisch geschlüpfte Larve hohe Feuchtigkeitsansprüche. Daher ist das Auftreten im allgemeinen während der warmen Monsun-Regen am stärksten; Gradationsjahre zeichnen sich vielfach durch warmfeuchte Witterung und häufige Regenfälle aus. Allerdings können heftige Güsse zur Zeit des stärksten Fluges den Befall auch reduzieren. Verpflanzter Reis zur Zeit der Bestockung wird meist bevorzugt. Nach Israel, Vedamoorthy und Rao (95 — zit. in 164) fördert Stickstoffdüngung den Befall. — Unter den natürlichen Feinden spielt ein Eiparasit — die Proctotrupide *Platygaster oryzae* C. eine große Rolle (weitere Angaben über Parasiten bei 164). — Typischerweise beschränkt sich das Massenauf-treten nur auf ganz bestimmte Regionen innerhalb des Verbreitungsgebiets. Solche befinden sich in Indien, Indochina, Thailand, China und Kamerun, während in anderen Ländern, so im Sudan, *P. oryzae* bedeutungslos ist. In den Schadgebieten kann es zu Ernteverlusten von 10–60 %, örtlich sogar zu totaler Zerstörung der Ernte kommen.

Bekämpfung: Das Ausreißen und Verbrennen der vergallten Pflanzen hat wenig Zweck, da die Mücken meist schon ausgeflogen sind, wenn die Gallen auffällig werden. Der Wert von Lichtfallenfängen als Bekämpfungsmaßnahme ist umstritten; in Indien konnte der Befall dadurch herabgesetzt werden (106 — zit. in 164), in China dagegen nicht (198 — zit. in 164). — Früh ausgepflanzter Reis und früh reifende Sorten wurden in Indien weniger befallen (164). — Brauchbare resistente Sorten wurden noch nicht gefunden (45). — Versuche zur chemischen Bekämpfung führten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Spritzungen mit Insektiziden — genannt werden besonders oft Parathion, Dipterox, Diazinon, Endrin, Dieldrin und Telodrin — auf die Pflanze selbst reduzierten den Befall nur dann, wenn sie mehrfach wiederholt wurden (164). Selbst die organischen Phosphorsäureester dringen offensichtlich nicht tief genug ein, um bereits im Innern verborgene Larven zu töten (30). Daher ist für den Erfolg die Wahl des Applikationszeitpunktes besonders wichtig. Wenn die ersten Gallen in den Feldern bemerkbar werden, ist es meist zu spät. Eine Überwachung des Mückenfluges mit Hilfe von Lichtfallen könnte bessere Hinweise liefern, jedoch sind die vorhandenen Fallentypen noch verbesserungsbedürftig (164, 45). In Thailand verliefen Versuche zur Wurzelapplikation systemischer Insektizide erfolgreich. Zwar konnte der Prozentsatz der vergallten Schößlinge durch Eintauchen der Reiwurzeln kurz vor dem Auspflanzen nicht wesentlich vermindert werden, wohl aber durch Ausstreuen von Granulaten (am besten 2 Wochen nach dem Auspflanzen) oder (in etwas geringerem Maße) durch Spritzen von Insektiziden auf den Boden dicht um die Pflanzen*). Am besten bewährte sich in beiden Applikationsformen Phorat, daneben auch Carbaryl (30).

*) Das Wasser wurde zuvor abgelassen; die Parzellen blieben danach 24 Sdt. trocken.

Chlorops oryzae Matsumara (*Chloropidae*). Rice Stem Maggot.

Verbreitet in Japan, Korea und Vietnam. Die Eier werden auf die Blätter abgelegt; die Larve befällt unentfaltete Blätter, Halme und Rispen des Reises. In Japan treten zwei geographische Rassen auf, von denen die eine zwei, die andere, deren Larven sich unter gleichen Außenbedingungen schneller entwickeln, drei Generationen durchläuft (76, 96). — Durch Spritzen von Dieldrin oder EPN zur Zeit der Eiablage können die Larven daran gehindert werden, in die Halme einzudringen; bereits eingebohrte Larven werden dabei jedoch nicht getötet. Eine kurative Wirkung konnte mit systemischen Mitteln erzielt werden, die dem Boden oder dem Wasser zugesetzt wurden, oder mit denen man die Wurzeln vor dem Auspflanzen einstaubte (125).

Die Gelbe Weizenhalmfliege *Chlorops pumilionis* Bjerkander soll in Frankreich ebenfalls Reis befallen (2).

Hydrellia griseola Fallén (*Ephydridae*). Graue Gerstenminierfliege.
Rice Leaf Miner.

Die weltweit verbreitete polyphage Fliege befällt in den westlichen USA auch Reis. Ihr Auftreten ist im allgemeinen sporadisch, doch wurden 1953 in Kalifornien während einer Gradation Schäden in Höhe von 10–20 % der Ernte im Gegenwert von 16 Mill. \$ angerichtet (22). Morphologie, Biologie und Ökologie des Schädlings wurden dort von Grigarič (57) untersucht. Die Fliege durchläuft zahlreiche einander weitgehend überschneidende Generationen, befällt im Frühjahr Wassergräser und geht auf Reis über, sobald dieser aus dem Wasser aufragt. Dort bis zu 3 Generationen. — Der Schaden entsteht durch den Minierfraß der Larven in den Blättern, durch den diese transparent und schlaff werden und auf dem Wasser liegen (22). Bekämpfung durch Spritzen mit Dieldrin oder Heptachlor vor der Eiablage. Zum Zeitpunkt der Applikation sollte der Wasserspiegel gesenkt werden (22).

Atherigona exigua Stein (*Anthomyiidae*). Rice Seedling Fly.

Aus Indonesien, Malaysia, den Philippinen und Ceylon wird Befall des Reises durch *Atherigona*-Arten gemeldet, von denen die häufigste *A. exigua* ist. Diese befällt außerdem Mais, Weizen und einige Wildgräser (178). Bevorzugt werden vor allem die Sämlinge und die jungen Reispflanzen bis zu einem Alter von 8 Wochen (45). Die Eier werden auf den jüngsten Blättern abgelegt. Die Junglarven gleiten in einem Wassertropfen zwischen die Blattscheiden bis zum Vegetationspunkt. Die Basalteile der jüngsten Blätter werden benagt, so daß diese verwelken. Verpuppung im Boden (178). In Indonesien tritt sie besonders in den niederschlagsreichen Regionen auf (178), in Ceylon dagegen mehr in den trockeneren (45). Durch Überfluten kann der Befall gesenkt werden. Saatgutbeize mit Telodrin, Aldrin, Endrin und Dieldrin (178), oder Spritzen der 14 Tage alten Sämlinge mit Parathion, Ekatin, Gusathion oder Diptorex (45) verminderte in Feldversuchen gleichfalls den Befall wesentlich.

A. seticauda Malloch ruft bei entsprechender Lebensweise auf den Philippinen gleichartige Schäden hervor.

In Süd-Europa werden junge Reissaaten vielfach von *Chironomiden* geschädigt. Die Larven der *Chironominae* (wichtigste Art vermutlich *Chironomus Cavazzai*) — in Italien „Vermi rossi“ genannt —, ausgesprochene Schlammbewohner, nagen von den Samen den Keimling ab, so daß die Saat nicht aufläuft

und oft eine Wiederholung der Aussaat erforderlich wird. Besonders leiden späte, nach Mitte Mai durchgeführte Aussaaten. Die wahre Ursache des Schadens wird meist nicht erkannt; mangelnde Keimkraft des Saatgutes wird für das Versagen verantwortlich gemacht. — Die Larven der *Orthocladinae* (wichtigste Art vermutlich *Cricotopus trifasciatus*) — in Italien als „Leccariso“ bezeichnet —, welche im Gegensatz zu den vorgenannten mehr im offenen Wasser leben und sowohl gegen Sauerstoffmangel als auch gegen Austrocknung äußerst empfindlich sind, dringen in die keimenden Samen ein und zerstören den Embryo vollständig, — oder sie zerstören die Wurzelanlagen der Keimpflanzen, so daß diese nur mit der Primärwurzel im Boden verankert sind und schon beim geringsten Wellengang losgerissen und dann vom Wind an die Deiche getrieben werden. Bei etwas älteren Pflanzen lagern sich die „Leccariso“ an die Blattscheiden oder die Unterseite der auf dem Wasser liegenden Blätter und zernagen das Parenchym, so daß nur die Nerven übrig bleiben. Oft trennen sich solche Blätter vom Stengel und treiben auf dem Wasser. Durch Trockenlegen der Felder können die „Leccariso“, nicht aber die „Vermi rossi“ bekämpft werden, welche sich in den Schlamm zurückziehen. Chemische Bekämpfung wird empfohlen (34).

In Kalifornien benagt *Cricotopus sylvestris* (F.) die Blätter jungen Reises auf ähnliche Weise, doch bleibt der Schaden meist auf wenige Pflanzen beschränkt. Es fanden sich in kalifornischen Reisfeldern weitere 35 Chironomidenarten, die aber nicht schädlich wurden (38 — hier Bestimmungsschlüssel und Beschreibung der Biologie).

5. Coleopteren

Lissorhoptus oryzophilus Kuschel (Curcul.) — Rice Water Weevil — ist der gefährlichste und verbreitetste Reisschädling in den USA. Seine ursprünglichen Wirtspflanzen sind Wildgräser, vor allem *Paspalum* sp. und *Echinochloa* sp. Nach der Einführung der Reiskultur ging er auf diese über (22), in Kalifornien erst 1959 (58). Sein Auftreten wird auch aus Surinam und Columbien gemeldet (5 — richtige Artbestimmung?). — Die Käfer überwintern im Moos oder dichten Gras und fliegen — je nach Region — vom März bis Juni zu den Reisfeldern. Sie können sich dort auch unter der Wasseroberfläche schwimmend fortbewegen. Sie befraßen die Blätter der jungen Reispflanzen, jedoch wird diesem Fraß keine wirtschaftliche Bedeutung beigemessen (22). Eiablage erst nach der Überflutung der Felder einzeln an die untersten Teile der Blattscheiden, weniger an die Wurzeln (42, 58). Die Larve frißt die Wurzeln und kann sich dabei von Pflanze zu Pflanze bewegen. Bei starkem Befall kann das Wurzelwerk so stark geschädigt werden, daß die Pflanze umfällt oder sogar auf der Wasseroberfläche treibt. Extrem früh (im Mai) oder extrem spät (im Juli) ausgesäter Reis wurde in Texas weniger befallen (22). Sortenunterschiede hinsichtlich der Resistenz konnten bisher noch nicht gefunden werden (18, 22). Durch mehrfach wiederholtes Austrocknen der Reisfelder können die Larven bekämpft werden, ein Verfahren, das heute aber nicht mehr praktiziert wird. Als Standardmethode hat sich die Saatgutbeize mit Aldrin (4 oz je 100 lb = 250 g Wirkstoff je 100 kg) bewährt, welche die Vorteile niedriger Kosten, des Schutzes des Saatgutes schon während der Lagerung und der relativ geringsten Störung der Gesamtbiozönose (punktförmiger Einsatz des Insektizids) in sich vereinigt (22). Eine Lagerung des Saatgutes bis zu 5 Monaten beeinträchtigt die Schutzwirkung nicht (168). Dagegen nahm der Bekämpfungserfolg bei starkem Unkrautwuchs (= ungünstigem Men-

genverhältnis von Wassergräsern zu Reis) ab, da offensichtlich ein Teil der *Lissorhoptrus*-Larven auf den Gräsern überlebte und nachträglich zu den Reiswurzeln überwanderte (168). Zur Beizung kann Aldrin als Netzpulver (Slurry) oder in kolloidaler Form verwendet werden, während es in organischer Lösung phytotoxisch wirkt (20). Kombinationen mit Fungiziden waren nicht phytotoxischer als die einzeln angewendeten Mittel (19).

Seit 1963 wird in den Reisanbaugebieten der USA in zunehmendem Maße Resistenz gegen Aldrin beobachtet (1963 in Missouri, 1964 in Texas und Louisiana); bei einzelnen eingehender beobachteten Populationen wuchs der Resistenzgrad von 1964 auf 1965 beträchtlich an (56). Es besteht gleichzeitig Kreuzresistenz gegenüber Endrin (56); dagegen scheinen nach vorläufigen Testen Phosphorsäureester und Carbamate als Ersatz geeignet zu sein (21, 56).

Weitere *Lissorhoptrus*-Arten schaden in Mexiko, Mittel- und Südamerika am Reis und gehören dort gebietsweise, so z. B. in Brit. Guyana, zu den wichtigsten Reisschädlingen (5).

Der Paddy Root-Weevil *Hydronomidius molitor* Faust (Curcul.) verursacht entsprechende Schäden am Reis in Bihar (Indien). Er durchläuft allerdings nur eine Generation im Jahr, überwintert als Larve in den tieferen Bodenschichten und verpuppt sich im Mai. Eiablage im Juli auf die Oberfläche der Erde rings um die Pflanzen; die Larven schlüpfen 3–4 Tage später. Bekämpfung der Larven durch Bodenapplikation von Aldrin, Telodrin, Heptachlor und Lindan (176).

Colaspis flavida Say (Chrysomel.). Grape Colaspis.

Die Käfer fressen in Nordamerika die Blätter, und die Larven die Wurzeln verschiedener Kulturpflanzen, insbesondere mit Vorliebe von Soja und Lespedeza. Überwinterung als Larve in einer selbstgefertigten Kammer im Boden. Im Frühjahr Wiederaufnahme des Fraßes; Verpuppung im Juni. Schäden am Reis entstehen insbesondere dann, wenn dieser nach Lespedeza angebaut wird. Die auflaufenden Saaten können durch den Larvenfraß erheblich ausgedünnt werden. Der Schaden beschränkt sich auf Trockenkulturen und erhöhte Stellen in Bewässerungskulturen. Auftreten insbesondere in Arkansas und Louisiana. Bekämpfung durch Vermeiden von Lespedeza in der Fruchtfolge oder durch Saatgutbeize mit Aldrin oder Phorat (22).

Ähnliche Schäden ruft in Südasien *Donacia aeraria* Baly (Chrysomel.) hervor.

Hispa armigera Olivieri (Chrysomel.). Rice Hispa. Rice Leaf Beetle, Reisblattkäfer.

Der Reisblattkäfer ist in ganz Süd- und Südostasien sowie in Indonesien verbreitet. Allein in Ostpakistan werden alljährlich mindestens 60–80 000 ha Reisanbaufläche von diesem Käfer geschädigt. Der Käfer legt seine Eier einzeln oder in Gruppen an die Unterseite der Blätter, wobei die Spitzenpartie bevorzugt wird. Die Larven minieren in den Blättern, während die Käfer einen ausgesprochenen Fensterfraß ausführen. In Ost-Pakistan 6 Generationen im Jahr. Der Ernteverlust, welcher infolge der Schwächung der Pflanzen eintritt, ist auf stark befallenen Flächen auf 10–65 % geschätzt worden. Bekämpfung: Absammeln der Käfer, Abschneiden und Verfüttern der Blattspitzen, an denen sich die Eigelege bevorzugt befinden, oder Spritzen mit DDT, HCH, Endrin, Parathion, Dimecron oder Metasystox (1).

Andere *Hispa*-Arten in Asien und Afrika besitzen eine ähnliche Lebensweise und Schadwirkung.

Weitere an Reis schädliche Blattkäfer sind

Leptispa pygmaea Baly in Indien,

Lema oryzae Kuwayama in Ostasien,

L. tristis Herbst in den gemäßigten Zonen der alten Welt.

Die Engerlinge mehrerer *Scarabaeiden*-Arten werden in Trockenreiskulturen schädlich. Die wichtigste Art unter ihnen ist auf den Philippinen *Leucopholis irrorata* Chevrolat. Die Käfer konzentrieren ihre Eiablage auf jeweils eng begrenzte Flächen, auf denen es dann zu deutlichen Schäden kommt. Es handelt sich meist um feuchte Stellen, Senken, in denen sich das Wasser nach Regenfällen ansammelt, aber nicht lange ansteht. Bekämpfung durch Einsammeln der Käfer, Umpflügen oder Bodenapplikation von Aldrin, Dieldrin, Heptachlor oder Chlordan in den bekannten Befallsnestern vor dem Auspflanzen des Reises (31).

Weitere schädliche Arten gehören der Gattung *Heteronychus* an (2).

6. Weitere Insekten

Mehrere *Acrididen*-Arten werden am Reis schädlich. In Indien gehören insbesondere die Gattungen *Hieroglyphus* und *Oxya* zu den gefährlichsten Reisschädlingen, die bei gelegentlichem Massenaufreten ganze Kulturen vernichten können. Zur Vernichtung der Eigelege wird Umpflügen der Felder, zur Bekämpfung der aktiven Stadien Auslegen von Giftködern, Stäuben mit HCH oder Aldrin und Spritzen mit Parathion empfohlen (54).

Auf den Philippinen stellte die Wanderheuschrecke *Locusta migratoria manilensis* Meyen eine ernsthafte Bedrohung auch der Reiskulturen dar; doch scheint die Gefahr im Augenblick durch eine sorgfältige Überwachung der Herdgebiete und sofortige Bekämpfung jeder größeren Ansammlung von Heuschrecken gebannt zu sein (31).

Grylotalpa africana Beauvois — Mole Cricket — zerstört die Wurzeln junger Reispflanzen oder beißt sie dicht über dem Boden ab. Auf den Philippinen können in Trockenkulturen des Tieflandes auf diese Weise Schäden bis zu 25 % entstehen, die durch den Nutzen, welchen die Maulwurfsgrille gelegentlich durch Verzehren anderer Schädlinge stiftet, nicht ausgeglichen werden. Durch gründliches Überfluten der bedrohten Felder kann Abhilfe geschaffen werden; wo dies nicht möglich ist, hilft das Auslegen von Giftködern (31).

Thrips oryzae Williams (Thysanopt.) besaugt als Nymphe und Imago im tropischen Asien und auf den Philippinen junge Reisblätter, die sich daraufhin einrollen und verdorren. Das Befallsbild ähnelt einem Dürreschaden. Der Reis-Thrips ist ein Schädling der Sämlinge und jungen Pflanzen; auf den Philippinen erreichte der Befall eine Woche nach dem Auspflanzen seinen Höhepunkt und ging in der dritten Woche zurück (31). Bekämpfung mit Nikotinsulfat, HCH, Endrin und Parathion (54).

E. Andere Tiere

Mit der Ausdehnung der Reiskultur auf neue Gebiete ist die Möglichkeit verbunden, daß Vertreter der einheimischen Fauna, die bislang noch nicht am Reis beobachtet wurden, auf die neue Wirtspflanze übergehen und zu Reisschädlingen werden.

Ein solcher Fall trat vor kurzem in Swaziland (Südafrika) ein, wo seit 1950 ca. 8000 ha Steppe künstlich bewässert und z. T. mit Reis bestellt wurden. Der Reis wird hier in starkem Maße von einem Krebs, *Triops granarius* (Lec.) und einer Gehäuseschnecke, *Lanistes ovum*, geschädigt (35, 36).

Triops granarius (Lec.) (Crustac., Notostraca), von der einheimischen Bevölkerung wegen seiner äußerlichen Ähnlichkeit mit einer Kaulquappe auch „Todpole Shrimp“ genannt, ist zwar in Afrika und Asien bis an die chinesische Küste verbreitet, bisher aber — im Gegensatz zu anderen Arten dieser Gattung — noch nicht am Reis schädlich geworden. Der Krebs schlüpft einige Tage nach dem Überfluten der Felder aus den Eiern, welche die lange Zeit der Trockenlegung überstehen können. Wenn dann die Saat, die vom Flugzeug aus in die überfluteten Felder ausgebracht wird, aufläuft, beißen die Tiere mit ihren kräftigen Mandibeln die Sproßanlage und Keimwurzeln ab. Junge Pflanzen können auf diese Weise getötet werden; über 12 Tage alte werden nicht mehr geschädigt. Die *Triops*-Arten sind anfällig gegen verschiedene Insektizide; die Bekämpfung ist daher leicht. In Swaziland führte die Behandlung der Felder mit 500 g Malathion/ha vom Flugzeug aus zu einem durchschlagenden Erfolg (35, 36).

Andere *Triops*-Arten sind aus Südeuropa, Asien und Kalifornien als Reisschädlinge bekannt, so *Triops (Apus) cancriformis* (Bosc.) in den neu angelegten Reiskulturen des sowjetischen Mittelasiens (Kasachstan und Usbekistan) (170) und *T. longicaudatus* (Le Conte) in Kalifornien (22).

Weitere in der Reiskultur schädliche Krebse sind die in Süd- und Ostasien heimischen *Parathelphusa*-Arten, welche die Reispflanzen bald nach dem Umpflanzen abbeißen und andererseits Löcher in die Deiche graben, wodurch diese undicht werden können (2). Bis jetzt ließen sich diese Krebse durch Begiften des Bewässerungswassers mit Endrin, gegen das *Parathelphusa* von Natur aus extrem empfindlich ist, leicht bekämpfen; jedoch wurde vor kurzem aus Ceylon ein Fall von Insektizid-Resistenz gegen dieses Mittel und gleichzeitig Kreuz-Resistenz gegen Telodrin bei Populationen von *P. ceylonensis* aus Reisfeldern, die über mehrere Jahre hinweg mit Endrin behandelt worden waren, bekannt (45). Gegen *Procambarus clarki* (Gerard), der in Kalifornien ebenfalls durch seine Grabtätigkeit lästig wird, bewährte sich bei frühzeitiger Ausbringung im Mai Fenthion (1 lb/acre — 32).

Die Schnecke *Lanistes ovum* (Ampullariidae) lebt in Zentral- und Südafrika an Orten, die zeitweilig überschwemmt sind. Während der Trockenheit verkriecht sie sich in den Schlamm und kann dort längere Zeit überdauern. Eier werden nur in tieferem Wasser abgelegt. Die Schnecke nagt von dem ausgesäten Samen die Wurzel- und Sproßanlagen ab. Die kritische Periode ist wiederum die erste Woche nach der Aussaat; ältere Pflanzen heilen den Schaden aus. Die Stärke des Befalls wird meist unterschätzt, da der größte Teil der Population im Schlamm verborgen ist. Stichprobenerhebungen ergaben Populationsdichten bis zu 75 000 Tiere/acre (200 000 je ha), von denen sich aber nur 3500 frei außerhalb der

Schlammsschicht bewegten. Von verschiedenen auf kleiner Fläche getesteten Mollusciciden erwies sich Triphenyl-zinn-azetat als am wirksamsten. Ca. 1 kg/ha Wirkstoff reichte aus, um 90 % der Tiere zu töten. Da Tiere, die sublethalen Dosen ausgesetzt sind, sich nur langsam erholen, genügen u. U. auch geringere Mengen, um die Reispflanzen während der kritischen Periode zu schützen. Wegen der Phytotoxizität des Mittels muß allerdings zwischen Behandlung und Aussaat eine Woche verstreichen (35, 36).

Eine andere Gehäuseschnecke (die Art wird nicht genannt) schädigte 1964 in Brit. Guayana Reiskulturen auf ca. 800 ha erheblich. Sie konnte durch Zusatz von Kupfersulfat (5 kg/ha) zum Bewässerungswasser bekämpft werden (103). — In Indien wird der Reis von der Schnecke *Viviparus variatus* befallen (2).

Aus dem Stamm der Wirbeltiere stellen vor allem die Nagetiere und die Singvögel einige bedeutende Reisschädlinge. Auch Tauben, Wildenten und Wildgänse können zuweilen bedeutende Verheerungen in Reisfeldern anrichten.

In den Reiskulturen, die im Verlauf der letzten Jahrzehnte in Westafrika — namentlich am Unterlauf des Senegals — frisch angelegt wurden, spielt der Blutschnabelweber *Quelea quelea quelea* eine überragende Rolle. Zur Zeit der Milchreife der Körner versammeln sich die Vögel, deren natürliche Nahrung — die Sämereien verschiedener Wildgräser — oft gerade in dieser Zeit knapp wird, in ungeheuren Mengen auf den Getreidefeldern, u. a. eben auch den Reisfeldern an und können u. U. die ganze Ernte vernichten. Im Senegal-Tal waren die Schäden von Anfang an so schwer, daß zuweilen die Aufgabe der Reiskultur erwogen wurde (137). Es ist unwahrscheinlich, daß die Tiere sich erst infolge der Kultivierung und der damit verbundenen Verbesserung der Ernährungsbedingungen derart vermehrt haben; vielmehr dürfte der Massenbefall darauf zurückzuführen sein, daß sich Teile der Population, die normalerweise in dem weiten, ein unerschöpfliches Reservoir darstellenden Savannengürtel verteilt ist, in der Notzeit auf die ergiebige Futterstelle konzentrierten (137, 172). Aus diesem Grund nimmt Ward (196) an, daß die technische oder chemische Bekämpfung mit Hilfe von Flammenwerfern, Sprengladungen und Aviziden nur für den Augenblick Erleichterung verschafft, aber keine Dauerlösung des Problems herbeiführt. Mehr Aussicht scheint ihm eine Änderung der Saat- und Pflanztermine zu bieten; das gefährdete Stadium der Körnerreife sollte in eine Zeit fallen, in welcher die Webervogel auch in ihrem natürlichen Habitat ausreichende Nahrung finden (196).

In Nordamerika sind es vor allem die Starlinge (*Blackbirds*), welche durch ihren Körnerfraß große Verluste an der Reisernte anrichten. Scheuchvorrichtungen waren bisher noch relativ am wirksamsten; Dezimierung der Vögel an ihren Schlafplätzen durch Sprengladungen sowie das Auslegen von Giftködern hatten keinen ausreichenden Erfolg. Zur Zeit werden das Webervogelmittel Queletox sowie das Präparat Avitrol erprobt. Letztgenanntes greift das Zentralnervensystem der Vögel an, so daß diese nach dem Verzehr Angstgebärden vollführen und Angstschreie ausstoßen und so ihre Artgenossen von den Feldern vertreiben (131).

Wasservögel können in den jungen Saaten schaden, indem sie die Pflänzchen teils verzehren, teils beim Umherwandern in den Schlamm treten (137). Der Schaden, der durch die im Herbst in die Reisfelder Kaliforniens einfallenden Wildgänse und Wildenten angerichtet wird, ist auf 600 000 \$ jährlich geschätzt

worden. Da der Abschluß der durchziehenden Vögel verboten ist, beschränkt sich die Abwehr einerseits auf das Verscheuchen mit Hilfe von Lärmvorrichtungen, Lichtbaken usw. und andererseits auf die Anlage von Naturschutzgebieten, in denen z. T. eigens für die Zugvögel Reis angebaut wird und in welche diese ausweichen können (131).

Ratten verzehren nicht nur den bereits geernteten, lagernden oder auch schon verarbeiteten Reis, sondern werden auch der Saat gefährlich. Dies ist in Kalifornien besonders dann der Fall, wenn man den Wasserstand auf den Feldern senkt, um das Auflaufen zu beschleunigen. Namentlich an den etwas höher gelegenen Stellen werden dann die Körner aus dem Schlamm gegraben und verzehrt (131). Ältere Pflanzen werden an der Basis abgebissen, die Ähren entweder gleich auf dem Felde leer gefressen oder in die Baue der Tiere, die in den Deichen angelegt werden, eingeschleppt (2). Günstig ist es, wenn die Ränder der Felder von Vegetation und Gestrüpp frei gehalten werden. Bekämpfung durch Auslegen von Giftködern (Zinkphosphid, Natriumfluoracetat oder Cumarin-Präparate) oder durch Begasen der Baue (131).

Bisamratte und **Nutria** werden vor allem durch die Beschädigung der Dämme gefährlich; Nutria verzehrt außerdem die grünen Pflanzen in größeren Mengen. Bekämpfung wie üblich durch Fallenfang, Begasen der Baue, Giftköder, — bei Nutria auch Abschluß (131).

Auf den Reisfeldern Ceylons ist der schädlichste Nager die Blindmaus *Ganomys gracilis*, welche in den Deichen ausgedehnte, vielfach verzweigte Gangsysteme anlegt, deren Ausgänge mit Lehmpropfen verschlossen werden, so daß sie nur schwer zu entdecken sind. In der ersten Zeit nach der Aussaat fressen die Tiere Samen, Keimlinge und Wurzeln; später beißen sie die ganzen Pflanzen ab und tragen sie an bestimmten Plätzen zusammen, an denen dann die Körner verzehrt werden. Die Halme in Deichnähe bleiben zunächst verschont, so daß der Schaden erst spät entdeckt wird. — Bekämpfung mit Giftködern führte nicht zu ausreichendem Erfolg, da die Tiere bald Köderscheu entwickelten. In Freilandversuchen konnte dagegen durch Begasen der Baue mit Phosphin-Tabletten ein befriedigender Abtötungserfolg (von meist über 80 %) erzielt werden (46).

F. Probleme von allgemeiner Bedeutung für Forschung und Bekämpfungspraxis

1. Taxonomie. Identifizierung der Schadinsekten (152)

Die zuverlässige Identifizierung des Schädling ist eine wesentliche Grundlage sowohl für die Erforschung seiner Lebensweise und Ökologie als auch für mehrere gegen ihn gerichtete Pflanzenschutzmaßnahmen (z. B. Resistenzzüchtung und Sortenwahl, Vernichtung von Zwischenwirten, Prognose). Übersichten über morphologische Erkennungsmerkmale bzw. Bestimmungsschlüssel gibt es für folgende Schädlinge: Stengelbohrer (101), Zikaden (140), *Leptocorisa-Arten* (179) und *Pachydiplosis oryzae* (164). Es fehlt jedoch noch ein Schlüssel für die Bestimmung der Raupen und Puppen der Stengelbohrer. Auch ist die taxonomische Bearbeitung, namentlich der Pyraliden, noch keineswegs abgeschlossen (101).

Ein besonderes Problem stellt das Auftreten mehrerer Biotypen mit unterschiedlicher Reaktionsnorm dar, wie sie bei *Chilo suppressalis* und *Chlorops oryzae* gefunden wurden. Auch die anderen Großschädlinge wären noch auf das Vorhandensein solcher Biotypen zu untersuchen.

2. Untersuchung von Lebenszyklus und Ökologie der Schadinsekten

Wenn auch die Bionomie der wichtigsten Schadarten in einzelnen Regionen sehr gründlich untersucht worden ist, so fehlen doch koordinierte, in mehreren Regionen durchgeführte Erhebungen über den Einfluß von Klima, Kultursystemen usw. auf Erscheinungszeit, Generationenzahl, Koinzidenzverhältnisse. Durch solche Erhebungen würden auch gleichzeitig bisher noch unerkannt gebliebene Biotypen entdeckt werden.

Das Wirtspflanzenpektrum ist erst für einige wenige Arten vollständig bekannt.

Welche Bedeutung eine vollständige Kenntnis des Wirtspflanzenpektrums für die Bekämpfungspraxis haben könnte, läßt sich am Beispiel der Rice Gall Midge *Pachydiplosis oryzae* zeigen: Sollten die an den Rändern und in der Umgebung der Reisfelder wachsenden Wildgräser mit zum Wirtspflanzenkreis dieser Gallmücke gehören bzw. sollten die auf diesen Gräsern gefundenen Gallen auch von *P. oryzae* verursacht worden sein (vgl. S. 35), so wäre die Vernichtung dieser Gräser eine wichtige kulturelle Bekämpfungsmaßnahme, durch die dem Schädling der Zwischenwirt entzogen würde. Sollte es sich aber herausstellen, daß die Gallmückenpopulation der Reisfelder nicht auf die Wildgräser übergehen kann bzw. daß die dort gefundenen Individuen einer anderen Art oder wenigstens einem anderen Biotyp angehören, dann wäre die Bekämpfung der Wildgräser nicht nur überflüssig, sondern u. U. sogar schädlich, denn diese könnten ja ein Reservoir für die natürlichen Gegenspieler von *P. oryzae* sein (152).

Die Erforschung der Physiologie ist bisher bei den Stengelbohrern am weitesten vorgeschritten. Neben der Physiologie der Diapause (48, 50 — vgl. auch S. 17) war insbesondere diejenige der Ernährung von *Chilo suppressalis* Gegenstand eingehender Studien. Ishii und Mitarbeiter konnten mit Hilfe der Aufzucht von Raupen auf synthetischen Nährmedien feststellen, welche Bestandteile der natürlichen Nahrung für eine normale Entwicklung unentbehrlich sind und welche nicht.

Unersetzlich sind die Aminosäuren Arginin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin, bestimmte Vitamine der B-Gruppe und Cholesterin. Unter den Kohlehydraten können Glukose, Fruktose, Saccharose und Maltose einander ersetzen, wenn auch die beiden erstgenannten das beste Wachstum ermöglichen. Die Amylase-Aktivität ist in den Raupen sehr schwach; dennoch kann die in der Reispflanze enthaltene Stärke zu einem nicht unbeträchtlichen Teil ausgenutzt werden — vielleicht unter der Mitwirkung von Mikroorganismen. Außer den genannten Stoffen scheint das Reisblatt noch weitere unentbehrliche Bestandteile zu enthalten, die unter dem Namen „Leaf Factor“ zusammengefaßt wurden: Der synthetischen Diät mußte ein wäßriger Extrakt aus Reisblättern zugesetzt werden, sonst konnte anschließend ein Teil der weiblichen Falter nicht aus der Puppenhülle schlüpfen (85).

Die Entdeckung einer synthetischen Diät erlaubte die Entwicklung einer weitgehend mechanisierten, von der Verfügbarkeit natürlichen Pflanzenmaterials unabhängigen Methode der fortlaufenden Massenzucht von *Chilo suppressalis* unter aseptischen Bedingungen, welche es erlaubt, innerhalb einer Generation die Zahl der Individuen auf das 20–50fache zu steigern. Für die Aufzucht von 10 000 Larven wird Futter für lediglich 10 US\$ verbraucht (49). Es bieten sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, die noch längst nicht ausgenutzt sind: Produktion von sterilisierten Männchen für Ausrottungsaktionen in abgeschlossenen Arealen, Anzucht von natürlichen Gegenspielern oder von Virosen zur biologischen Bekämpfung (142).

3. Schadensermittlung

Es gibt zahlreiche Schätzungen der durch verschiedene Reisinsekten verursachten Schäden, deren Ergebnisse innerhalb weiter Grenzen schwanken. Die wenigsten von ihnen basieren auf genauen Erhebungen oder auf Experimenten; die meisten Werte wurden mit Hilfe roher, mehr oder weniger große Fehlerquellen enthaltender Schätzmethode erschlossen und sind daher ungenau.

Versuche, die Höhe der Ertragsverluste genau zu ermitteln bzw. die Gesetzmäßigkeit in den Beziehungen zwischen Befallsstärke und Höhe des Schadens zu erfassen, enthüllten die ganze Komplexheit des Problems. Dies mag am Beispiel der Reisstengelbohrer, die besonders oft der Gegenstand solcher Untersuchungen gewesen sind, gezeigt werden.

Folgende Momente erschweren eine genaue Schadensermittlung (90, 94, 191):

- a) Die Schäden durch Stengelbohrer treten selten für sich allein auf; meist ist auf den gleichen Feldern Befall durch andere Insekten oder durch Krankheiten zu finden. Die Anteile der einzelnen Erreger am Gesamtschaden sind schwer voneinander zu trennen. Zudem wird die Höhe der Ernteerträge von anderen Faktoren wie Witterung, Boden, Sorte, Düngung usw. beeinflußt, so daß es schwer ist, eine zuverlässige Bezugsbasis zu finden, auf die man die Erträge der geschädigten Felder beziehen kann.
- b) Befallene Halme sind weniger fest; sie werden leicht vom Wind umgeknickt und erbringen dann bei der Ernte erheblich weniger Körner, als dies sonst der Fall wäre. Je nachdem, ob es zu einem solchen Windbruch kommt (was wiederum von der Sorte, vom Wetter, den Kulturmaßnahmen usw. abhängt), kann sich also der Bohrerbefall ganz unterschiedlich auswirken.
- c) *Chilo suppressalis* bevorzugt innerhalb eines Feldes die Pflanzen mit den meisten Rispen und die Rispen mit den meisten Körnern. Infolgedessen führt der Vergleich der Körnererträge von befallenen und unbefallenen Halmen zu einer Unterschätzung der Ertragsminderung.
- d) Die Reispflanze kompensiert den Schaden, der ihr durch die Bohrer zugefügt wird, zum Teil. Dies trifft insbesondere für den Befall durch die 1. Generation der Stengelbohrer zu. Die Pflanze reagiert auf den Verlust des Haupttriebes und der obersten Seitentriebe mit verstärkter Bestockung. Zwar hat eine derart geschädigte Pflanze im Durchschnitt zuletzt doch weniger Halme; diese sind aber oft besonders stark und tragen mehr Körner. Es ist daher umstritten, ob durch die 1. Generation der Stengelbohrer überhaupt eine Ertragsminderung hervorgerufen wird. — Befall durch die 2. Generation führt in jedem Fall zu einer deutlichen Ertragsminderung bei den befallenen Halmen; dafür tragen aber die verschont gebliebenen Halme der befallenen Pflanzen Körner von größerem Gewicht als die vergleichbaren Halme der unbefallenen Pflanzen.
- e) Der Zeitpunkt des Befalls wirkt sich stark auf die Höhe der Schäden aus: Frühbefall durch Raupen der 2. Generation ist schädlicher und führt in der Regel zu dem Erscheinungsbild der „White Heads“, während später angreifende Raupen auf eine erstarkte und widerstandsfähigere Pflanze treffen und dementsprechend geringere Schäden verursachen. — Künstliche Infektionsversuche mit *Chilo polychrysa* in Malaya zeigten, daß die Reispflanzen — bei

jeweils gleicher Befallsdichte — am stärksten mit Ertragsverlusten reagierten, wenn sie im Alter von 50–65 Tagen infiziert wurden (118).

- f) Bei der Vorausabschätzung der zu erwartenden Ertragseinbußen auf Grund der Dichte der Eier ist zu berücksichtigen, daß die in die Halme eingedrungenen Raupen eine dichte-abhängige Mortalität erleiden; d. h. in den stark überfüllten Halmen sind die Verluste besonders stark, so daß sich die Befallsunterschiede von Pflanze zu Pflanze ausgleichen.

Im Licht dieser Befunde müssen die verschiedenen angewendeten Methoden der Schadensabschätzung beurteilt werden:

1. Es werden die Ernteerträge
 - a) resistenter bzw. anfälliger Reissorten,
 - b) einer und derselben Reissorte innerhalb und außerhalb eines Schädigungsgebiets,
 - c) einer und derselben Reissorte am selben Ort, aber in verschiedenen Jahren mit und ohne starken Bohrerbefall

miteinander verglichen. Beim Vergleich a) bleibt die unterschiedliche Ertragsleistung der Sorten unberücksichtigt, bei b) der Standorteinfluß und bei c) der Witterungseinfluß. Zudem können die Ergebnisse aller drei Vergleiche durch das Auftreten von anderen Schädlingen und von Krankheiten verfälscht werden.

2. Das vom japanischen Landwirtschaftsministerium vorgeschlagene Standardverfahren der Schadensermittlung fußt auf der Bestimmung des Anteils der befallenen Halme und des durchschnittlichen Minderertrages je befallenem Halm. Die Ertragsreduktion errechnet sich nach der Formel

$$R = \frac{S_i}{S_o + S_i} \times \frac{y_o - y_i}{y_o}$$

worin S_o und S_i die Zahl der gesunden bzw. der infizierten Halme und y_o und y_i der durchschnittliche Körnerertrag der gesunden bzw. der infizierten Halme sind. In der zweiten Hälfte der 20er Jahre wurden nach dieser Methode über das ganze Land hinweg ausgedehnte Erhebungen durchgeführt; danach betrug in den Jahren 1928–30 der durch die 2. Generation des Stengelbohrers verursachte mittlere Ertragsverlust 3,56 % der gesamten Reisernte. — In diesem Verfahren ist die Präferenz der stärksten Halme durch *Chilo suppressalis* (vgl. oben Punkt c) nicht berücksichtigt worden, desgleichen auch nicht die Kompensationsreaktion der befallenen Reispflanzen (vgl. oben Punkt d) sowie der möglicherweise mitwirkende Einfluß anderer Schädigungsfaktoren.

Um das zeitraubende Untersuchen und Auszählen der einzelnen Halme überflüssig zu machen, suchten manche Autoren eine Beziehung zwischen dem Prozentsatz der befallenen Büschel und der Zahl bzw. dem Prozentsatz der befallenen Halme abzuleiten. Die Anwendung solcher Umrechnungsformeln bringt natürlich ein zusätzliches Unsicherheitsmoment in die Schätzungen.

3. Es wurde versucht, rein empirisch eine Beziehung zwischen der nach verschiedenen Kriterien geschätzten Stärke des Befalls und der Größe des Ertrages bzw. der Höhe der Ernteverluste herzuleiten, die es ermöglichen sollte, allein mit Hilfe der Befallskriterien zu einem Schätzwert für den Schaden zu gelangen. In der Regel wurden hierzu die Versuchsfelder in zahlreiche kleine, unter-

schiedlich stark befallene Parzellen unterteilt, für die der Befallsgrad (= Prozentsatz der befallenen Pflanzen bzw. der befallenen Halme oder der „White Heads“) sowie der Ernteertrag gesondert ermittelt wurden. Mit Hilfe der Regressionsrechnung ließ sich die Beziehung zwischen beiden Größen errechnen und daraus ableiten, wie groß der Ernteertrag ohne Bohrerbefall hätte sein müssen. Mit diesem Wert verglich man dann die tatsächlichen Ernteerträge und leitete daraus die Ertragsminderung ab. Es wurden von mehreren Autoren solche mathematischen Beziehungen errechnet, die sich alle auf die Grundformel $y = ax$ bzw. $y = ax^2$ oder auch (etwas komplizierter) $y = ax + bx^2$ zurückführen lassen, worin y die Minderung des Ertrages in $\%$, x der Befallsgrad (Prozentsatz befallene Halme, Pflanzen, Büschel, Zahl der White Heads je Flächeneinheit oder dergleichen) und a bzw. b Konstanten sind.

So besagt die Formel $y = 0,008 x^2$, daß die Ertragsreduktion mit dem Quadrat des Prozentsatzes an befallenen Halmen ansteigt bzw. im einzelnen das 0,008fache des Quadrats des Prozentsatzes der befallenen Halme beträgt (90, 191).

Diese empirisch gefundenen mathematischen Beziehungen haben indessen nur beschränkte Gültigkeit: je nach dem Kriterium, das man für die Befallsabschätzung wählt, dem Zeitpunkt des Befalls, der Reissorte, dem Standort und der Kulturmethode kann die Beziehung zwischen Befallsstärke und Ertragsminderung ganz verschieden sein; und demzufolge weichen die einzelnen aufgestellten Formulierungen mehr oder weniger stark voneinander ab. Dies trifft insbesondere in bezug auf die von den Stengelbohrern der 1. Generation angerichteten Schäden zu; hier bewegen sich die Werte, welche für die Konstante a angegeben werden, innerhalb sehr weiter Grenzen, die sich wie 1 zu über 10 verhalten. (Für die 2. Generation liegen die Verhältnisse etwas günstiger.) Daher müßte eine Formel, die Anspruch auf allgemeine Gültigkeit erhebt, die oben genannten modifizierenden Faktoren mit berücksichtigen; auch wäre es realistischer, wenn man mit ihrer Hilfe keinen Punktwert, sondern einen Konfidenzbereich als Schätzwert für die Höhe des Schadens errechnen würde (90, 191).

4. Durch künstliches Fernhalten der Schädlinge von bestimmten Teilflächen und Vergleich der Erträge von geschützten und ungeschützten Flächen läßt sich im Einzelfall die Höhe der Ertragsminderung herleiten, obwohl es auch hier Fehlerquellen gibt. Wird die befallsfrei zu haltende Fläche durch einen Käfig abgeschirmt, so spielt die unterschiedliche Beschattung eine Rolle. — Am gebräuchlichsten ist es, die Befallsfreiheit durch intensive chemische Bekämpfung herzustellen. Hierbei tötet man allerdings meist andere Schädlinge mit ab und kann die Anteile der einzelnen Erreger nicht voneinander trennen. Auch kann eine eventuell vorhandene phytotoxische Wirkung des Insektizids das Ergebnis verfälschen (94).
5. Verhältnismäßig zuverlässige Werte dürfte man mit Hilfe eines Vergleichs der Erträge von eingekäfigten Reispflanzen erhalten, die man mit unterschiedlichen Mengen der fraglichen Schädlinge infiziert hat (Beispiele: *Chilotraea polychrysa* — 118, *Oebalus pugnax* — 17). Zwar spielt auch hier die Beschattung durch die Käfige als Störfaktor mit hinein, jedoch sind infizierte Pflanzen und unbefallene Vergleichspflanzen bei dieser Versuchsanordnung gleichermaßen davon betroffen. Die Ertragsminderung derjenigen Pflanzen, deren Infektionsstärke den mittleren Befallsverhältnissen des umliegenden Freilandes

entspricht, kann als Schätzwert für das tatsächliche Ausmaß der Schäden angesehen werden.

6. Bei Schadenserhebungen, die sich über größere Gebiete erstrecken, spielt neben der Schadensabschätzung auf dem einzelnen Feld die Auswahl der Probefelder eine wesentliche Rolle. Es erwies sich dabei als zweckmäßig, das ganze Kollektiv der zu untersuchenden Felder zu stratifizieren, d. h. in Untereinheiten aufzuteilen, die in sich nach Standort, Anbaumethode und Befallsstärke homogen waren, und für diese einzelnen Strata das Schadausmaß gesondert zu ermitteln. Eine solche Aufteilung erwies sich als vorteilhafter als eine bloße Aufteilung nach politischen Einheiten (94, 191).

Bei anderen Reisinsekten ist man in der Frage der Schadensermittlung noch nicht so weit fortgeschritten. Hier tauchen z. T. zusätzliche Probleme auf. So treten Saugschäden durch Zikaden meist in Verbindung mit den durch diese übertragenen Viren auf; und beide Schadensquellen sind in ihren Auswirkungen nur schwer voneinander zu trennen. Bei manchen Reissorten, die sich sehr reichlich bestocken, kann ein mäßiger Befall durch *Pachydiplosis ory-zicola* sogar einen gewissen Vorteil bedeuten, da er zur Ausdünnung der Halme beiträgt. Von Schäden wird man in einem solchen Fall erst von einer bestimmten Befallsstärke ab sprechen können.

4. Kulturelle Bekämpfung. Resistenzzüchtung

Während in einigen Ländern — wie vor allem in Japan —, deren Landwirtschaft einen hohen Standard erreicht hat und in denen kulturelle Bekämpfungsverfahren schon seit langem Tradition sind (vgl. S. 15 u. 22), die Auswirkungen verschiedener Kulturpraktiken auf das Auftreten der Schädlinge recht gut bekannt sind, fehlt es in vielen Ländern namentlich der tropischen Region an systematischen Untersuchungen über diesen Punkt.

Vielfach kommt es zu einem Interessen-Konflikt: Durch frühen Anbau des Reises in Süd-Japan hofft man der Gefährdung durch Taifune und der Akiochi-Erkrankung zu entgehen; man nimmt dafür das verstärkte Auftreten des Paddy Borers *Tryporyza incertulas* und der Zikaden *Nephotettix cincticeps* und *Laodelphax striatellus* in Kauf, die man ja heute auch auf chemischem Wege bekämpfen kann (91, 173).

Einen großen Einfluß auf das Auftreten der Schädlinge dürfte die sich als Kulturmaßnahme in den Entwicklungsländern immer mehr einbürgernde, aber auch in den hochentwickelten Ländern immer weiter verstärkte Düngung der Reisfelder haben. So stieg in Japan der durchschnittliche Stickstoffverbrauch im Zeitraum 1950—1960 von 65 auf 90 kg/ha, der Phosphatverbrauch von 33 auf 60 kg/ha und der Kaliverbrauch von 19 auf 74 kg/ha an (91). Die Stickstoffdüngung fördert im allgemeinen das Auftreten der Reisschädlinge, so insbesondere der Stengelbohrer *Chilo suppressalis* und *Tr. incertulas* (105), der Gallmücke *Pachydiplosis oryzae* (95) und des Rübblers *Lissorhoptrus oryzophilus* (22). Mit starkem Phosphatgehalt des Bodens nahm das Auftreten von *Tr. incertulas* in Indien zu (105), dasjenige von *Pachydiplosis oryzae* ab (95 — zit. in 169); Kalidüngung scheint *P. oryzae* zu fördern (95 — zit. in 164). Die Hemmung des Auftretens von *Chilo suppressalis* durch Silikatdüngung wurde oben (S. 22) schon erwähnt.

Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie von *Chilo suppressalis* zeigen, daß die Raupen besonders stark auf hohen Proteingehalt ihrer Nahrung mit erhöhter Wuchleistung, Verringerung ihrer Sterblichkeit und erhöhter Fruchtbarkeit der sich aus ihnen entwickelnden Falter reagierten, während der Gehalt an verwertbaren Kohlehydraten (namentlich Zuckern) einen wesentlich geringeren Einfluß hatte, sofern nur überhaupt ein gewisses lebensnotwendiges Minimum dieser Stoffe geboten wurde. Andererseits steigerte ein extrem hoher Stickstoffgehalt der Nahrung die Anfälligkeit der Raupen gegenüber Bakteriosen und wirkte sich insofern wiederum nachteilig aus. Stickstoffgedüngte Pflanzen hatten einen erhöhten Gehalt an Proteinen und gewährten infolgedessen den an ihnen fressenden Raupen ein besseres Gedeihen. Phosphor- und Kalidüngung hatten in Topfversuchen einen weitaus geringeren Einfluß auf die stoffliche Zusammensetzung der Pflanzen und so gut wie keinen auf das Larvenwachstum (75).

Bestimmte wuchsstoffhaltige *Herbizide* — wie 2,4 D — rufen selbst in geringen Spuren bereits beträchtliche stoffliche Veränderungen in der Reispflanze hervor; insbesondere steigt der Gehalt an Proteinen und nicht-reduzierenden Zuckern beträchtlich an. *Suppressalis*-Raupen, die auf solchen Pflanzen heranwachsen, waren erheblich größer als die auf den Vergleichspflanzen heranwachsenden (75). Gleichzeitig wurde auch festgestellt, daß die wuchsstoffbehandelten Pflanzen auch größere Mengen des Lockstoffes Oryzanon enthielten (138). Somit kann auch eine Unkrautbekämpfung mit solchen Mitteln die Anfälligkeit des Reises gegenüber Stengelbohrern steigern (75, 138).

Das Einhalten geringerer Pflanzenabstände bei der Aussaat, wie es in letzter Zeit in Japan üblich geworden ist, wird in Verbindung mit stärkerer Düngung für eine Förderung schädlicher Zikaden verantwortlich gemacht (91).

Die *Resistenzzüchtung* ist eine wertvolle Ergänzung der chemischen Bekämpfung namentlich gegenüber solchen Insekten, die von Insektiziden nur schwer erreicht werden (wie z. B. die Stengelbohrer). Am IRRI werden jährlich ca. 3000 Reissorten auf ihre Anfälligkeit gegenüber Stengelbohrern — insbesondere *Chilo suppressalis* — getestet; insgesamt sollen 10 000 Sorten auf diese Weise geprüft werden (P a t h a k 1964 — hier auch Angaben über die angewandten Testmethoden). Parallel hierzu laufen auch in den einzelnen Ländern mehr oder weniger umfangreiche Testprogramme; so sind allein in Indien über 1000 Sorten auf Resistenz vorwiegend gegenüber *Tr. incertulas* geprüft worden (93).

Gegenüber einigen anderen Reisschädlingen wird Resistenzzüchtung in etwas geringerem Umfange betrieben; es ist hierüber bei der Besprechung der einzelnen Arten berichtet worden.

Die Schwierigkeit solcher Untersuchungen besteht einerseits darin, daß mehrere Eigenschaften der Pflanze (und dementsprechend auch mehrere Gene) für das Merkmal „Resistenz“ verantwortlich sein können, von denen manche nur unter bestimmten Umständen Schutz gegen Befall verleihen können, unter veränderten Bedingungen aber nicht. So blieben Sorten, die in ihren Jugendstadien kaum von Stengelbohrern befallen wurden, keineswegs immer auch im höheren Alter von diesen verschont, — und umgekehrt (93, 150, 154); eine Sorte, die in einem Jahr resistenter als eine andere gegen *Pachytiplosis oryzae* zu sein schien, wurde im nächsten Jahr oder in einer anderen Region stärker als diese befallen (45). Andererseits wird Resistenz oft in Linien gefunden, die in anderer Hinsicht unerwünschte Eigenschaften haben. P a i n t e r weist in diesem Zusammenhang jedoch

darauf hin, daß es im Augenblick zunächst nur darauf ankommt, nach resistenzbedingenden Genen zu suchen, und man nicht erwarten darf, gleich eine für den Anbau brauchbare resistente Hochleistungsorte zu finden (152).

Man hat versucht, den Mechanismus der Resistenz gegenüber Stengelbohrern dadurch aufzuklären, daß man einerseits die Verteilung der Eiablage und die Raupensterblichkeit auf resistenten und anfälligen Sorten untersuchte, und andererseits bestimmte Eigenschaften der Pflanzen mit dem Befallsgrad korrelierte und aus der Güte dieser Korrelation ableitete, welche Eigenschaften der Pflanze für die Resistenz von Bedeutung sein könnten. Danach wurden *indica*-Sorten meist stärker mit Eiern belegt als *japonica*-Sorten, ohne daß es gelungen wäre, die Ursachen hierfür einwandfrei aufzuklären (138). Behaarung der Blätter wurde einmal als eiablagefördernd (93), das andere Mal als hemmend angesehen (153). Sorten mit dichter Bestockung und demzufolge dichter Belaubung wurden stärker belegt, waren aber später keineswegs immer stärker geschädigt als andere (93). Der spätere Befallsgrad (Prozentsatz an Dead Hearts oder befallenen Halmen) wies keine straffe Korrelation zu der Zahl der Eigelege auf (40). Präferenz-Unterschiede sind demnach nur zu einem geringen Teil für die Unterschiede in der Anfälligkeit der Sorten verantwortlich. Dagegen war in der Regel auf den resistenten Sorten die Sterblichkeit der Raupen wesentlich erhöht (107, 138); so betrug in den Versuchsflächen des IRRI die Überlebensrate auf den anfälligen Sorten 60–70 %, auf den resistenten dagegen nur 30–40 % (154). Es lag also Antibiosis im Sinne von Painter (151) vor. Diese erhöhte Sterblichkeit betraf insbesondere die Jugendstadien der Raupen (154). Vielfach war bereits der Einbohrerfolg geringer (138); die frisch geschlüpften Raupen der 1. Generation von *Chilo suppressalis* neigten auf resistenten Sorten weit stärker dazu sich zu zerstreuen, als dies sonst der Fall ist (107). Auch nach dem Einbohren zeigten sich noch sortengebundene Unterschiede in der Sterblichkeit (138). Besonders groß war die Sterblichkeit in den apikalen Teilen der resistenten Pflanzen, während bei den anfälligen apikale und basale Teile gleich gut geeignet waren (154). Darüber hinaus entwickelten sich die Raupen auf den resistenten Sorten langsamer, erreichten ein geringeres Gewicht, und ihre Puppen entließen zu einem geringeren Prozentsatz Falter (154). Sorten mit dicken Halmen und schweren Rispen wurden stärker befallen als die sich reichlich bestockenden Sorten mit dünnen Halmen (93, 107, 138, 153). In den letztgenannten war die Mortalität der Raupen erheblich größer; möglicherweise bietet das enge Lumen dieser Halme den Tieren weniger Bewegungsfreiheit, so daß sie größere Nagearbeit in den harten Sclerenchymsschichten zu leisten haben, um sich den nötigen Platz zu verschaffen (153). Während die anfälligen Sorten meist kreisrunde Halme besaßen, waren die Halme der resistenten Sorten oft gerieft; die peripheren Leitbündel in ihnen waren allseits von einer dicken Sclerenchymsschicht umgeben, während sie in den runden Halmen nur außen eine Sclerenchymsschicht von geringer Stärke besaßen. Es bestand eine negative Korrelation zwischen dem Befall und dem Anteil des Sclerenchymms an der Querschnittsfläche des Halmes (153). Schließlich wurde auch der (sorten-bedingte) Silicium-Gehalt der Halme als ein wesentlicher Faktor für die Disposition nachgewiesen; die am stärksten resistenten Sorten hatten den höchsten Si-Gehalt, die anfälligen dagegen einen mittleren oder niedrigen. Auf der Sorte mit dem höchsten Si-Gehalt konnte sich in die Internodien der Halme so gut wie keine Raupe, in die Knoten zumindest deutlich weniger Raupen als auf den anfälligen Sorten einbohren. Raupen, die auf dieser Sorte herangewachsen waren,

hatten völlig abgenutzte Mandibeln (40). Wenn auch zwischen den eben genannten Merkmalen und der Stärke des Bohrerbefalls eine gute Korrelation bestand, so war diese doch keineswegs vollkommen: Stets gab es Ausnahmen, d. h. Sorten, die das als resistenzfördernd erkannte Merkmal nicht besaßen und dennoch verschont blieben, oder die es besaßen und dennoch befallen wurden. Dies ist ein Anzeichen dafür, daß Resistenz sich eben nicht auf ein einziges Merkmal zurückführen läßt, sondern durch eine Kombination verschiedener Eigenschaften bedingt wird (153).

Einige der als resistent ermittelten Sorten haben sich bereits auch in größeren Versuchsanbauten des IRRI bewährt. Der Anteil an „Dead Hearts“ bzw. an befallenen Halmen war bei ihnen weitaus geringer als bei vergleichshalber angebauten anfälligen Sorten, selbst dann, wenn diese mit Insektiziden behandelt wurden. Auch bei den resistenten Sorten konnte der Befall mit Hilfe von Insektiziden noch weiter herabgesetzt werden. Die Erträge dieser Sorten waren höher als diejenigen der gleichzeitig angebauten anfälligen, ein Zeichen dafür, daß die Eigenschaft „Resistenz“ durchaus mit anderen wünschenswerten agronomischen Eigenschaften vereinbar ist (154).

In Japan wurden aus Reispflanzen einige Stoffe isoliert, die für die Disposition bzw. Resistenz möglicherweise von Bedeutung sein könnten. Der Blattextrakt, der den sog. „Leaf Factor“ enthält und für eine normale Entwicklung von *Chilo suppressalis* unentbehrlich ist (vgl. S. 44), hemmt in hoher Konzentration das Wachstum der Raupen. Man konnte ihn in eine phenolische, saure, neutrale und basische Fraktion aufspalten, die alle auch für sich allein eine Hemmwirkung ausübten. Innerhalb der sauren Fraktion waren Benzoesäure und Salizylsäure besonders wirksam, niedere Fettsäuren (Essig- bis Valeriansäure) dagegen kaum. Die neutrale Fraktion, die besonders stark hemmt, konnte noch nicht näher analysiert werden (85, 87, 138).

Aus der Reispflanze konnte durch fortgesetzte Fraktionierung eines Äthanol-Extraktes ein Lockstoff — p-Methyl-Acetophenon — isoliert werden, der Oryzanon genannt wurde. Er lockt einerseits die Raupen von *Chilo suppressalis* an und regt andererseits die Falter zur Eiablage an (138 — hier auch eine Beschreibung der Versuchsanordnung und des Fraktionierungsverfahrens).

5. Biologische Bekämpfung*)

Der Einsatz natürlicher Gegenspieler ist bisher nur zur Bekämpfung der Stengelbohrer versucht worden. Die Arbeiten von Nickel (143, 144), Rao (162) und Yasumatsu (202) bieten einen Überblick über diese Versuche. Listen der bisher bekannten räuberischen und parasitischen Feinde der Stengelbohrer unter Angabe ihrer Wirte und ihres Verbreitungsgebiets finden sich bei Nickel (144) und Rao (165). Speziell die Parasiten- und Prädatorenfauna von *Chilo suppressalis* im Tohoku-Distrikt (Nordosten von Hondo) wird von Hidaka (71) behandelt. Ein Bestimmungsschlüssel mit zahlreichen Abbildungen der auf den Kulturfeldern, speziell den Reisfeldern Japans zu findenden Laufkäfer-Larven findet sich bei Habu und Sadanaga (62).

*) Nach Abschluß des Manuskripts erschien in der Annual Review of Entomology ein ausführliches Sammelreferat von Yasumatsu und Torii über die Biologie und ökologische Bedeutung der wichtigsten autochthonen und eingeführten Gegenspieler und Krankheiten von Reisinsekten (210), das in der vorliegenden Zusammenstellung nicht mehr berücksichtigt werden konnte.

Es gibt drei Möglichkeiten, die Wirkung der natürlichen Gegenspieler zu erhalten bzw. zu steigern:

- a) Rücksichtnahme auf einheimische Entomophagen bei der Durchführung von Kultur- und Bekämpfungsmaßnahmen
- b) künstliche Vermehrung und Aussetzen einheimischer Entomophagen
- c) Einfuhr exotischer Entomophagen in Regionen, in denen sie noch nicht vorhanden sind.

Zu a) Der Haupt-Eiparasit von *Ch. suppressalis*, die Chalcidide *Trichogramma japonicum*, leidet stark unter der Anwendung von DDT, Parathion und anderen Insektiziden; jedoch erwies sich Carbaryl (Sevin) als Netzpulver bei Bodenapplikation als unschädlich für diese Art; auf derart behandelten Flächen blieb der Parasitierungsgrad der Eigelege hoch (Tateishi unpubl. zitiert von 202).

Zu b) Versuche zur künstlichen Vermehrung und Freilassung in Schadherden des Reisstengelbohrers wurden vor allem in Japan mit *Trichogramma japonicum* durchgeführt. Ein Dauererfolg war diesen Versuchen nicht beschieden. In der 1. Generation des Stengelbohrers konnte zwar der Parasitierungsgrad heraufgesetzt werden (162, 202), jedoch ging er bereits in der 2. Generation wieder stark zurück. Als Ursachen dieses Rückgangs wird teils der Mangel an Zwischenwirten, teils die dichtere Belaubung der älteren Reispflanze angesehen, die dem Parasiten die Wirtssuche erschwert (202). Aus grundsätzlichen Erwägungen heraus — (auch vor dem Einsetzen der chemischen Bekämpfung haben die natürlichen Gegenspieler das Massenaufreten der Stengelbohrer nicht zu unterdrücken vermocht) — erwartet man von der künstlichen Vermehrung einheimischer Parasiten keine entscheidenden Erfolge (143, 202).

Zu c) Die Einfuhr auswärtiger Parasiten (Parasitenaustausch zwischen den Ländern) ist mehrfach versucht worden (Übersicht in 144 und 162). Der einzige durchschlagende Erfolg ist bisher die biologische Bekämpfung von *Chilo suppressalis* in Hawaii, wohin dieser eingeschleppt worden war, durch die aus China und Japan importierten Parasiten *Trichogramma japonicum*, *Bracon chinensis* und *Eriborus sinicus* im Jahre 1929 (143). Dennoch wird die Fortsetzung dieser Versuche als aussichtsreich angesehen. Insbesondere soll dem interkontinentalen Parasitenaustausch mehr Aufmerksamkeit als bisher geschenkt werden. Als meistversprechendes Herkunftsland für Stengelbohrerparasiten wird Afrika genannt. Hier sind bei gleichzeitig niedriger Populationsdichte die Larven und Puppen der Stengelbohrer zu einem besonders hohen Anteil parasitiert (143).

Eine mikrobielle Bekämpfung der Stengelbohrer ist noch nicht in größerem Umfang versucht worden. *Chilo suppressalis* wird von mehreren Pilzarten befallen; aber trotz des in den Reisfeldern herrschenden warm-feuchten Mikroklimas, das an sich die Ausbreitung von Mykosen begünstigen müßte, hat bisher keine dieser Arten die Populationsdichte dieses Schädlings wesentlich reduziert (144). *Bacillus thuringiensis* ist für die Reisstengelbohrer pathogen, gleichzeitig aber auch für die Seidenraupen; deshalb hat man ihn in den Ländern mit Seidenindustrie noch nicht einzusetzen gewagt. Man versucht einen Stamm herauszuzüchten, gegen den die Seidenraupe resistent ist (202). Vor kurzem wurde eine Viruskrankung an *Chilo suppressalis* entdeckt, dessen Erreger nach der Erscheinung, daß die von ihm befallenen Wirtsgewebe irisieren, Chilo Iridescent Virus (CIV) genannt wird (51, 134).

6. Überwachung und Prognose

In mehreren Ländern Asiens, so in Japan, Korea und Taiwan, sind besondere Überwachungsdienste eingerichtet worden, deren Aufgabe darin besteht, das Auftreten verschiedener Reisinsekten, insbesondere der Stengelbohrer zu verfolgen, und daraus den günstigsten Bekämpfungstermin abzuleiten. Wichtigstes Hilfsmittel sind dabei Lichtfallen. Außerdem wird die Entwicklung der Larven der Stengelbohrer im Freiland oder in Freilandzuchten verfolgt; der Zeitpunkt, an dem 50 % der Tiere als Falter geschlüpft sind, entspricht im allgemeinen recht gut dem Höhepunkt des Fluges. Die Ermittlung des Entwicklungszustandes erlaubt schon eine gewisse Vorwarnung (130). Die Frage, welcher Zeitpunkt als Bezugsbasis für die Bestimmung des günstigsten Bekämpfungstermins am besten zu wählen sei (der Höhepunkt des Fluges oder der Zeitpunkt, an dem 50 % der Falter geschlüpft sind oder dergl.), die Methoden der Überwachung des Entwicklungsverlaufs der Freilandpopulationen sowie die damit zusammenhängenden statistischen Probleme werden von T o r i i (191) diskutiert.

Das umfangreiche Datenmaterial, das sich im Laufe der Jahre angesammelt hatte, wurde wiederholt statistisch bearbeitet. Das Ziel war u. a., eine statistische Beziehung zwischen Witterungselementen etc. einerseits und Beginn des Schlüpfens, Höhepunkt des Falterfluges usw. andererseits herauszuarbeiten und damit die Grundlagen für langfristige Prognosen zu schaffen (Grundsätzliches zur Methodik in 191). Die Funktionsgleichungen, die auf diese Weise gefunden wurden, hatten jedoch nur örtlich Gültigkeit; mehr noch, mit Änderungen der Kulturpraxis verloren sie auch diese. So verlagerte sich der zeitliche Höhepunkt des Falterfluges des Reisstengelbohrers mit der Einführung eines frühen Pflanztermins (203).

Wiederholt wurde versucht, Gesetzmäßigkeiten im Massenwechselablauf der Stengelbohrer zu erkennen und daraus Verfahren abzuleiten, die S t ä r k e des Auftretens vorauszusagen.

So wurden Beziehungen zwischen den Fluktuationen von *Ch. suppressalis* und der Witterung (insbesondere im Juni–Juli) sowie dem Anteil an parasitierten Eiern und Larven gefunden (136); die zentrifugale Ausbreitung einer Gradation dieses Insekts von einem bestimmten Herd aus wurde in Südwest-Japan beobachtet (114); auch ließ sich ein 15jähriger Gradationszyklus in dieser Art erkennen (204, zit. von 203). — In Taiwan war die Stärke des Auftretens der Frühjahrsgeneration von *Tr. incertulas* mit der Winterwitterung korreliert: nach einem kühl-feuchten Winter blieb der Befall gering, z. T. auch deshalb, weil dann das Land frühzeitig umgepflügt wurde, wobei ein großer Teil der Raupen umkam. Nach warm-trockenen Wintern waren die Schäden hoch, weil ein großer Teil der Tiere überlebte und andererseits nach solchen Wintern meist weniger Reis angebaut wird, so daß die vorhandene Population sich auf kleinere Flächen konzentriert. Die Befallslage kann aber noch nachträglich durch die Frühjahrswitterung abgewandelt werden (130).

Für alle diese Versuche gilt sinngemäß das Obengesagte.

Die Brauchbarkeit der Lichtfallenfänge als Hilfsmittel zur Abschätzung der Populationsdichte wird von I s h i k u r a (89) angezweifelt.

Die Populationsdichte der Zikaden wurde meist mit Hilfe von Ketscherfängen überwacht. Für *Nephotettix cincticeps* wurden die mit dieser Methode gewonnenen Werte mit den Ergebnissen einer nach der Markierungs- und Wiederfangmethode (Dreifachfangmethode nach B a i l e y) durchgeführten Dichteschätzung

verglichen. Danach werden bei klarem Himmel 10–30 % der Population durch die Ketscherfänge erfaßt (185). — Wenn Anfang Juli im südlichen Japan die Populationsdichte der Imagines von *Sogatella furcifera* in den Reisfeldern 1–3 je qm übersteigt, ist in der nächsten Generation mit Massenbefall zu rechnen. Wenn im August dann mehr als 50 Individuen/qm gefunden werden, sollte bekämpft werden (141).

7. Chemische Bekämpfung

Der vielleicht bedeutungsvollste Fortschritt in der Bekämpfungstechnik, der im Verlauf des letzten Jahrzehnts erzielt wurde, war die Erprobung der Boden- und Wasserapplikation bestimmter Insektizide — insbesondere des Gamma-HCH — zur Bekämpfung nicht nur der unter, sondern auch der oberhalb der Wasseroberfläche lebenden Reisschädlinge.

1956 wurde erstmalig festgestellt, daß HCH, welches in den Oberboden der Reisfelder eingearbeitet worden war, das Einbohren der Eiraupe der 1. Generation von *Chilo suppressalis* verhinderte und bereits eingebohrte Larven tötete (122).

Der Erfolg dieses Verfahrens beruht darauf, daß die betreffenden Substanzen vom Boden bzw. von der Wasseroberfläche zu den oberen Teilen der Reispflanzen transportiert werden und dort ihre Wirksamkeit entfalten. Der Weg, den das Lindan, das ja nicht als systemisches Insektizid gilt, dabei nimmt, war einige Zeit umstritten.

Reynolds (165) weist darauf hin, daß HCH — insbesondere die Gamma-Isomere, zwischen systemischen und nicht-systemischen Mitteln insofern eine Sonderstellung einnimmt, als es wohl in die Pflanze eindringt und in ihr transportiert wird, jedoch nur zu einem sehr geringen Anteil, so daß nur bei hohen Applikations-Konzentrationen die Menge des transportierten Wirkstoffes dazu ausreicht, eine größere insektizide Wirkung zu entfalten.

Einige japanische Autoren vertraten die Auffassung, daß das Mittel von den Wurzeln der Reispflanze aufgenommen und in den Gefäßen zum Fraßort transportiert wird. Gestützt wurde diese Ansicht durch die Ergebnisse von Versuchen, in denen Reispflanzen entweder so in lindanhaltigen Nährlösungen gezogen wurden, daß nur die Wurzeln, nicht aber die Blattscheiden mit der Lösung in Berührung kamen (192), oder in Töpfen mit einer Mischung aus Lindan-Staub und Erde, welche ihrerseits in ständig fließendem Wasser standen (Wasseroberfläche 3–4 cm über der Bodenoberfläche), so daß das die Reispflanzen umspülende Wasser wegen seiner ständigen Erneuerung praktisch insektizidfrei war (121). In beiden Fällen konnte in den oberirdischen Teilen der Pflanzen auf chemischem Wege oder im Biotest das Vorhandensein des Wirkstoffes nachgewiesen werden, der also nur in den Leitungsbahnen dorthin gelangt sein konnte. — Das Radioautogramm von Sämlingen, die in einer Lösung von radioaktivem Lindan gezogen worden waren, zeigte, daß das Mittel in Wurzeln und Gefäßen verteilt war. Gleichzeitig wurde dabei aber auch nachgewiesen, daß das Lindan darüber hinaus auch außen an der Oberfläche der Blattscheiden mit Hilfe der Kapillarkräfte aufsteigt: Vasingetränkte Baumwolle, mit der die Reispflanze 4–5 cm oberhalb der Wasseroberfläche eingewickelt worden war, enthielt 65 Stunden nach Versuchsbeginn ebenfalls radiaktives HCH (86). Schließlich kann das Lindan in diejenigen Teile der Blattscheiden, welche in direktem Kontakt mit der Lösung stehen, eindringen und

dann innerhalb der Blattscheide weiter transportiert werden. In einer sinnreichen Versuchsanordnung, in der jeweils zwei der genannten Wege versperrt wurden, konnte L e e (127) nachweisen, daß der Wirkstoff in der Tat auf allen drei Wegen nach oben gelangt. Das in den Blattscheiden und auf der Oberfläche transportierte Lindan bewirkte regelmäßig eine hohe Mortalität der in den Blattscheiden fressenden Raupen, dagegen eine nur geringe Mortalität im Herzen der Pflanze. Das von der Wurzel aufgenommene Lindan war dagegen für die Raupen in den Blattscheiden wirkungslos, tötete aber zuweilen die im Herzen der Pflanze fressenden Tiere zu 100 % ab. Da aber die Eiraupen von *Chilo suppressalis* zunächst in den beiden äußeren Blattscheiden fressen, dürften die beiden erstgenannten Transportwege praktisch die größte Bedeutung haben.

Der Transport in den Blattscheiden reichte für sich allein aus, um alle im Biotest angesetzten Versuchstiere abzutöten, sofern nur eine genügend große Oberfläche der Pflanze dem lindanhaltigen Wasser ausgesetzt war. Nur dann, wenn die Blattscheiden nur 0,5 cm tief in das Wasser ragten, führte eine Unterbrechung des Kapillaranstieges durch einen Vaseline-Einband zu einer wesentlichen Reduktion der Mortalität (128).

Carbaryl (Sevin) scheint überwiegend nur durch die Blattscheiden oder an der Oberfläche der Reispflanzen nach oben transportiert zu werden: Reispflanzen, die mit radioaktivem Sevin behandelt worden waren, zeigten ein weitaus höheres Maß an Radioaktivität, wenn das Mittel auf den Boden gebracht oder dem Bewässerungswasser zugesetzt war, als wenn es in den Boden eingearbeitet worden war (132, zit. von 52).

Das Lindan kann in Form von Granulaten oder als Gießmittel auf die Bodenoberfläche ausgebracht oder auch einfach dem Bewässerungswasser zugesetzt werden. Im letztgenannten Verfahren erreicht die Konzentration des Wirkstoffes in den Blattscheiden schon nach einem Tag seinen Höhepunkt und nimmt danach laufend ab. Bei der Verwendung von Granulaten ist der Höhepunkt erst nach 6 Tagen erreicht, und die Schutzwirkung hält länger an (82).

Vermittels Diffusion gelangt das Insektizid auch in solche Teile des Reisfeldes, die nicht unmittelbar behandelt worden waren (81).

Das neue Verfahren hat gegenüber dem herkömmlichen Spritzen oder Stäuben wesentliche Vorteile:

- a) Die Ausbringung ist einfach und erfordert keine kostspieligen Geräte. Das Insektizid kann sogar zusammen mit Düngemitteln vor dem Auspflanzen ausgestreut werden; die Behandlung bedingt dann überhaupt keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand (allerdings ist dann eine höhere Dosis erforderlich).
- b) Es kann das verhältnismäßig ungefährliche Lindan anstelle des gefährlichen Parathions verwendet werden.
- c) Die Schutzwirkung, die eine einzige Behandlung gewährt, hält weitaus länger an als bei allen anderen Verfahren. So genügt in Japan zur Behandlung der 1. Generation des Stengelbohrers eine einzige Behandlung (81). Auf den Philippinen wurden mit Lindan, das in monatlichen Abständen auf die angegebene Weise ausgebracht wurde, bessere Bekämpfungserfolge gegenüber Stengelbohrern erzielt als mit Methylparathion, das alle 14 Tage gespritzt wurde (156).

Die beiden letztgenannten Vorteile haben gerade in den Tropen besondere Bedeutung.

Dem stehen einige Nachteile gegenüber:

- a) Es sind verhältnismäßig hohe Wirkstoff-Mengen erforderlich. Vielfach werden 2–3 kg/ha reine Gamma-Isomere genannt (156). Die erforderliche Dosis richtet sich nach Applikationsform und -zeitpunkt, wie folgende Aufstellung zeigt:

Erforderliche Dosis für die Bekämpfung der 1. Generation des Stengelbohrers	nach Okamoto (146 — zit. v. Kawada [102])	nach Horiguchi (82)
Einarbeiten in den Boden (zusammen mit Dünger) vor dem Auspflanzen	3600 g/ha	5000 g/ha
Gießen auf den Boden nach dem Auspflanzen (zusammen mit Herbiziden)	1800 g/ha	
Applikation bei Erscheinen der Insekten		
Bodenapplikation durch Gießen Zusatz zum Reiswasser	1200 g/ha	800 g/ha 9–1200 g/ha

- b) In den apikalen Teilen größerer Reispflanzen ist der Abtötungserfolg schlechter als in den basalen Teilen (156).

Gegen die 2. Generation von *Chilo suppressalis* versagte die Bodenapplikation von Lindan-Staub überhaupt (122). Bei Wasserapplikation sieht Okamoto (146) eine Wirkstoffdosis von 2,4 kg/ha als erforderlich an.

- c) Gegenüber dem Pink Borer *Sesamia inferens* reichte die Wirkung des Lindans nicht aus; völlig ungenügend war sie gegenüber den Reiszikaden — insbesondere *Nephotettix* sp. (99, 156, 157). Diese lassen sich dafür mit Carbaryl bekämpfen, dessen Wirkung aber bei der angegebenen Applikationstechnik nicht gegen die Stengelbohrer ausreicht und außerdem auch schneller nachläßt (99, 156). Phorat wirkt gegen beide Schädlingsgruppen gleich gut, kann aber wegen seiner hohen Giftigkeit für den Menschen nicht für den praktischen Gebrauch empfohlen werden (156, 157).

Pathak (156) empfiehlt für tropische Reiskulturen, die unter starkem Befall sowohl von Stengelbohrern als auch von Zikaden leiden, folgendes Standard-Verfahren: 50 Tage nach dem Auspflanzen wird eine Kombination von Lindan und Carbaryl (je 2–3 kg Wirkstoff/ha) auf den Boden oder in das Wasser eingebracht; die Carbarylbehandlung muß noch zweimal in 15-tägigen Abständen, die Lindanbehandlung nur noch einmal nach 30 Tagen (also 80 Tage nach dem Auspflanzen) wiederholt werden.

Nach neueren Untersuchungen wirkt Diazinon sowohl gegen Stengelbohrer als auch gegen Zikaden und kommt daher als allgemeines Behandlungsmittel für das Bewässerungswasser in Frage (156).

Neben den bisher genannten Insektiziden werden natürlich auch systemische Mittel wie Metasystox und Phosphamidon in der Reis-pflanze transportiert (155, 157).

Eine Reihe von Untersuchungen, welche die Translokation und den Abbau von Organophosphaten in der Reispflanze zum Gegenstand hatten, werden von F u k u d a (52) referiert. Danach kann Parathion in beschränktem Maße innerhalb der Reispflanze transportiert werden, und zwar vorwiegend spitzwärts, weniger in umgekehrter Richtung. — Die neuerdings stärker zur Bekämpfung der Stengelbohrer eingesetzten Präparate Lebaycid und Sumithion werden in der Reispflanze langsamer zu wasserlöslichen Metaboliten abgebaut als Methylparathion oder Malathion. Andererseits geht der Abbau aller Organophosphate doch so schnell vonstatten, daß zur Zeit der Ernte kein Rückstandsproblem mehr besteht, obwohl die Wirkstoffe bzw. ihre Metabolite auch zu den Ähren und Körnern transportiert werden.

Die Menge der R ü c k s t ä n d e an HCH in verschiedenen Teilen von abgeernteten Reispflanzen aus Kulturen, die mit Lindan-Staub oder -Granulaten behandelt worden waren (s. o.), wurden nach Extraktion mit n-Hexan und Säulenchromatographie mit Hilfe eines Biotestes mit *Callosobruchus chinensis* wie folgt bestimmt:

geschälte Körner	0,002—0,051 ppm
Kleie	0,05 —0,53 ppm
ungeschälte Körner	0,013—0,081 ppm
Spelzen	0,01 —0,18 ppm
Stroh	0,1 —1,8 ppm

Die an sich hohen Rückstände verbleiben demnach zum größten Teil im Stroh. Nur zum geringen Teil gehen sie in die Körner, und hier konzentrieren sie sich vornehmlich in der Kleie, mit der sie dann bei der Verarbeitung abermals zum größten Teil entfernt werden (182). Danach läge die Menge an Lindan, die selbst bei einem Verzehr von 400 g ungeschälten Reises aufgenommen würde, immer noch weit unter der Tagesmenge, die vom WHO-Komitee für Rückstandsfragen als erträglich angesehen wird (193).

Wenn also demnach Insektizidrückstände in der Reisernte auch kein ernsthaftes Problem sind, so stellt die G e f ä h r d u n g der A n w e n d e r durch hochgiftige Präparate sehr wohl eines dar. Im Jahre 1954, in dem das Parathion das am meisten verwendete Insektizid im Reisanbau war, kam es in Japan zu über 1900 Vergiftungen durch dieses Mittel (Morde und Selbstmorde nicht mitgerechnet), davon 70 mit tödlichem Ausgang. Danach ging die Zahl infolge besserer Schulung der Landwirte und strenger Verordnungen über den Vertrieb und die Anwendung des Parathion sowie schließlich infolge der allmählichen Verdrängung dieses Präparats durch das weniger giftige Methylparathion auf 200 im Jahre 1963 (davon 20 mit tödlichem Ausgang) zurück (193). Besonders gefährlich ist die zweite Spritzung im August, wenn die Reispflanzen etwa hüfthoch sind. Die Hosen eines Mannes, der dann durch ein frisch begiftetes Feld geht, saugen sich mit dem Gift voll, welches dann durch die Haut in den Körper eindringt (193). In den Tropen ist die Gefahr besonders groß. Die hohen Temperaturen verbieten das Tragen von Schutzkleidung; der oft schlechte Ausbildungsstand der Bevölkerung erhöht die Unfallgefahr.

Das beste Mittel, Abhilfe zu schaffen, wäre der Ersatz der hochgiftigen Präparate durch weniger giftige Mittel, also etwa des Parathions durch Lebaycid oder

Sumithion (193). Der höhere Preis dieser Insektizide schließt aber gerade in den wirtschaftlich unterentwickelten Gebieten diese Möglichkeit aus. Die Boden- oder Wasserapplikation von HCH ist dagegen ungefährlich und wirtschaftlich tragbar.

In Japan wurde der Cholinesterase-Spiegel von Arbeitern, welche Parathion ausbrachten, laufend untersucht. Es zeigten sich dabei beträchtliche Unterschiede in der individuellen Anfälligkeit. Während bei normaler Giftbelastung der Cholinesterase-Spiegel der meisten Versuchspersonen um nicht mehr als 10 % absank (dies ist ein Ausmaß, bei dem noch keine subjektiven Beschwerden eintreten), gab es einige besonders empfindliche Individuen, die eine stärkere Reaktion zeigten. Eine Überwachung der Cholinesterasereaktion der Personen, die mit Begiftungsarbeiten beschäftigt sind, und der Ausschluß der besonders empfindlichen Individuen wäre eine weitere Möglichkeit, die Unfallgefahr zu senken (193). In jedem Fall ist aber eine gründliche Schulung des Begiftungspersonals eine unabdingbare Voraussetzung für jede Unfallverhütung.

Weitere unerwünschte Nebenwirkungen des Insektizideinsatzes sind die Gefährdung der natürlichen Gegenspieler der Reischädlinge, der wildlebenden Tiere und der Nutztiere, sowie die Ausbildung von Insektizid-Resistenz bei den bekämpften Arten. Die verheerenden Auswirkungen von Insektizid-Applikationen auf die Parasiten der Stengelbohrer waren der Gegenstand mehrerer Arbeiten, über die Yamamatsu (202) einen kurzen Überblick gibt. In Japan führte in einigen Fällen die chemische Bekämpfung der Reisstengelbohrer einen Monat später zu einer Massenvermehrung der Reiszikaden, offenbar infolge der Vernichtung der Spinnen, welche als wirksame Gegenspieler der Zikaden fungieren (115 — zit. in 102). — Im Fett freilebende Fasanen aus Reisanbaugebieten Kaliforniens, die jährlich mit DDT behandelt worden waren, fanden sich außerordentlich hohe DDT-Rückstände (bis zu 2930 ppm). Die Nachkommenschaft solcher weiblicher Fasanen hatte im Jungvogelalter eine verminderte Überlebensrate (83). — Bedeutende Nebenerwerbsquellen in der Reiskultur sind die Fischzucht, wie sie namentlich in südostasiatischen Ländern auf den bewässerten Reisfeldern betrieben wird, und die Krebszucht. Diese hat vor allem in Louisiana in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen; ihre Erträge sollen u. U. diejenigen des Reisanbaus übertreffen können (69). Bei der Auswahl der anzuwendenden Pflanzenschutzmaßnahmen muß daher auf die Nutztiere Rücksicht genommen werden. In Freiland- und Aquarienversuchen am IRRI erwies sich von den drei am häufigsten auf Reisfeldern gezogenen Fischen der Karpfen (*Cyprinus carpio*) gegenüber Lindan als am widerstandsfähigsten; selbst bei der höchsten angewendeten Dosis von 4 ppm (was einer Menge von 4 kg Wirkstoff je ha bei 10 cm Wasserstand entspricht) gingen nur 7,5 % der Versuchstiere ein. Es folgte der „Tawes“ *Puntius javanicus*; am empfindlichsten war *Tilapia mossambica*.

Die Vergiftungssymptome waren bei allen drei Arten gleich: die Fische wurden erregt, sprangen heftig und schnapten nach Luft. Die gleiche Wirkstoffdosis hatte in reinen Aquarien ohne Bodenbedeckung einen größeren Effekt als in solchen, deren Boden mit einer dicken Schlamm- oder Erdschicht bedeckt war, oder im Freiland. Offenbar adsorbierten die Bodenpartikel einen Teil des Giftes, so daß die Konzentration im Wasser sank.

Es wird daher empfohlen, auf Reisfeldern, auf denen Fischzucht betrieben wird, nicht mehr als 2 kg Lindan/ha auszubringen (bei dieser Dosis blieben die

Verluste aller dreier Fischarten erträglich), auch wenn dann nicht alle Reisstengelbohrer abgetötet werden. Außerdem sollten in Reiskulturen, die aller Voraussicht nach häufiger begiftet werden müssen, nur Karpfen gezogen werden (117). — In Louisiana sind die Krebse besonders den Beizmitteln Aldrin und Panogen (Methylquecksilberdicyanamid) ausgesetzt. Im Laboratorium lag die LD₅₀ beider Präparate für junge Krebse bei 38 ppb bzw. 93 ppb und damit über den Werten, wie sie im allgemeinen im Wasser der Reisfelder gefunden werden. Krebse hatten auf Reisfeldern, auf denen gebeiztes Saatgut ausgebracht worden war, keine höheren Verluste als auf Vergleichsfeldern (69). Das Aldrin ist im Boden der Drillreihen noch einen Monat nach der Aussaat in größeren Mengen nachzuweisen, bis zur Ernte jedoch zum weitaus größeren Teil in Dieldrin umgewandelt. Dieses wird allerdings in den nassen, schweren Böden der Reisfelder nur äußerst langsam abgebaut. Da aber die mit dem Saatgut zugeführten Mengen Aldrin nur sehr gering sind, würde sich selbst dann, wenn überhaupt kein Abbau stattfände, erst nach 20 Aussaaten (die sich nach der in den USA geübten Kulturpraxis über 40–60 Jahre erstrecken würden) eine Rückstandsmenge von 1 ppm ansammeln. Die Rückstände im Wasser waren äußerst gering, dagegen fanden sich in Krebsen von den Versuchsfeldern Mengen an Dieldrin, die ausgereicht hätten, um ihren Verkauf über die Staatsgrenze hinaus zu verbieten. Krebse aus benachbarten landwirtschaftlichen Betrieben, deren Boden noch einen geringeren Dieldringehalt hatte, enthielten keine nachweisbaren Aldrin- oder Dieldrinrückstände (70).

Insektizid-Resistenz ist bisher an folgenden Reisschädlingen beobachtet worden:

Schädling	Insektizid	Land	Zitat
<i>Chilo suppressalis</i>	Parathion	Japan	53, 97
<i>Nephotettix cincticeps</i>	Methylparathion	Japan	147
	Malathion		
<i>Laodelphax striatellus</i>	Malathion	Japan	108
<i>Nilaparvata lugens</i>	Dieldrin	Fidschi	73
<i>Leptocorisa varicornis</i>	Lindan	Ceylon	179
Erste Anzeichen für Resistenz:			
<i>Tryporyza incertulas</i>	Endrin, Lindan	Ceylon	45
<i>Lissorhoptrus oryzophilus</i>	Aldrin	USA	56

Die Resistenz von *Chilo suppressalis* gegenüber Parathion beruht auf einem schnelleren Abbau des Parathions zu unschädlichen Metaboliten, nicht aber auf einer unterschiedlichen Eindring-Rate oder Oxydationsrate des Parathions. Sie erstreckt sich nicht auf das nahe verwandte Methylparathion (97, 116, 190); dagegen war die Empfindlichkeit eines solchen resistenten Stammes auch gegen Difterex und Lindan etwas herabgesetzt (190). Ausgesprochene Lindanresistenz wurde noch nicht beobachtet; angesichts der verstärkten Anwendung von Lindan muß aber mit ihr gerechnet werden (190).

Der Resistenzgrad von Populationen von *Laodelphax striatellus* und *Nephotettix cincticeps* gegenüber Malathion war im allgemeinen um so höher, je häufiger dieses Mittel

in ihren Habitaten im Verlauf der letzten Jahre ausgebracht worden war (108, 147); einige Populationen von *N. cineticeps* waren aber auch malathionresistent geworden, obwohl sie speziell mit diesem Insektizid nur wenig in Berührung gekommen waren. Allerdings waren sie schon oft mit anderen Organophosphaten bekämpft worden. Die Methylparathionresistenz wies bei dieser Art überhaupt nur eine schlechte Korrelation zur Menge des zuvor ausgebrachten Methylparathions auf, dagegen eine gute zur Gesamtmenge der ausgebrachten Organophosphate. Der Verdacht liegt nahe, daß diese anderen Mittel die Ausbildung der Malathion- bzw. Methylparathionresistenz gefördert haben (147).

Die Wirtschaftlichkeit der chemischen Schädlingsbekämpfung im Reisanbau steht in Ländern mit hochentwickelter Landwirtschaft außer Zweifel. Die durchschnittlichen Ernteverluste durch Krankheiten und Schädlinge gingen in Japan von 1950 bis heute von schätzungsweise 500 kg/ha auf weniger als 200 kg/ha Reis zurück. Der gesamte durch Pflanzenschutz herbeigeführte Mehrertrag wird auf rd. 1 Mill. t Reis im Gegenwert von 109 Mrd. Yen (= rd. 1 Mrd. DM) veranschlagt. Demgegenüber stehen Mehraufwendungen von schätzungsweise 42 Mrd. Yen (26 Mrd. für die Mittelproduktion, 5 Mrd. Handelsspanne, 4 Mrd. für den Kauf von Pflanzenschutzgeräten und 7 Mrd. für Wartungs- und Betriebskosten sowie Arbeitslöhne) (91). In speziellen Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Anwendung einzelner Insektizide gegenüber Stengelbohrern in Korea schnitt Lebaycid trotz hohen Preises am besten ab, da es — absolut gesehen — den höchsten Mehrertrag brachte (Ermittelt wurde der Reingewinn = Mehrertrag in Geld minus Bekämpfungskosten). Theoretische Überlegungen zeigten, daß der durch die Anwendung eines bestimmten Insektizids erzielte Reingewinn weniger durch den Mittelpreis und seine Schwankungen als durch die Schwankungen des Reispreises beeinflußt wird (150).

Anders liegen die Dinge in manchen unterentwickelten Gebieten der Tropen. Hier lassen die geringen Ertragsleistungen der oft auf ungedüngten, schlecht bearbeiteten Feldern mit ertragsarmen Landsorten betriebenen Reiskultur und das Fehlen eines Marktes, auf dem Mehrerträge zu angemessenen Preisen in Geld umgesetzt werden können, die Wirtschaftlichkeit chemischer Bekämpfungsmaßnahmen einstweilen noch fraglich erscheinen. Wenn sich aber dort erst einmal die Produktionsbedingungen verbessert haben, so wird auch in diesen Gebieten die chemische Schädlingsbekämpfung unumgänglich sein.

G. Literatur

1. Alam, M. Z., Insect pests of rice in East Pakistan. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 643-655.
2. Angladette, A., Le riz. G. P. Maisonneuve et Larose, Paris, 1966.
3. Anonym, West African Rice Research Station. Annual Report 1963. PANS, A, 11. 1965, 462-463.
4. —, C. R. Onzième session du Groupe de Travail de la production et la protection du riz (23.-26. 7. 1966). Agron. trop. 21. 1966, 1182-1186.
5. —, La production du riz dans divers pays d'Amérique Latine. Agron. trop. 22. 1967, 49-62.
6. Appah, J. H. B., The role of rice in the banishment of world hunger. PANS, A, 12. 1966, 255.
7. Atkins, J. G., and Fielding, M. J., A preliminary report on the response of rice to soil fumigation for the control of stilet nematodes, *Tylenchorhynchus martini*. Plant Dis. Repr. 40. 1956, 488-489.
8. —, —, and Hollis, J. P., Preliminary studies on root parasitic nematodes of rice in Texas and Louisiana. FAO Plant Prot. Bull. 5. 1956, 53-56.
9. Banerjee, S. N., and Basu, A. N., The rice root aphid in West-Bengal. FAO Plant Prot. Bull. 5. 1956, 29.
10. —, and Pramanik, L. M., The lepidopterous stalk borers of rice and their life cycles in the tropics. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 103-124.
11. Bang, Y. H., and Kae, B. M., The green rice leafhopper, *Nephotettix bipunctatus cincticeps*, and its control in Korea. J. econ. Ent. 56. 1963, 773-776.
12. —, Timing of insecticides applied as foliar sprays and in irrigation water against *Chilo suppressalis* in Korea. J. econ. Ent. 57. 1964, 706-710.
13. Barat, H., Delassus, M., et Huu-Hai-Voung, Présence en Casamance de l'anguillule de feuilles de riz *Aphelenchoides besseyi* Christie 1942. Agron. trop. 21. 1966, 47-55.
14. Basu, A. C., and Banerjee, S. N., The control of *Ripersia oryzae* Green, a mealybug of the paddy plant in West Bengal. J. econ. Ent. 58. 1965, 621-623.
15. Berry, P. A., Entomología Económica de El Salvador. Serv. Coop. Agric. Salvad. Americ. Min. Agr. Ganadria Santa Tecla, El Salvador, 1959.
16. Birchfield, W., and Martin, W. J., Pathogenicity on sugarcane and host plant studies of a species of *Tylenchorhynchus*. Phytopathology 46. 1956, 277-280.
17. Bowling, C. C., Cage tests to evaluate stink bug damage to rice. J. econ. Ent. 56. 1963, 197-200.
18. —, Tests to determine varietal reaction to rice water weevil. J. econ. Ent. 56. 1963, 893-894.
19. —, Compatibility of insecticides and fungicides for treatment of seed rice. J. econ. Ent. 58. 1965, 353-355.
20. —, Comparison of three formulations of Aldrin for use as seed treatments for rice water weevil control. J. econ. Ent. 59. 1966, 1008-1009.
21. —, Tests with insecticides as seed treatment to control rice water weevil. J. econ. Ent. 60. 1967, 18-19.
22. —, Insect pests of rice in the United States. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 551-570.

- *23. Brénière, J., Measures against the rice borer in Madagascar. Investigations on times favourable for insecticidal treatments. A test made at Anjozorobe in 1960. Riz et Rizic. 7. 1961, 125-133, ref. in Rev. appl. Ent. 51. 1963, 441-442.
24. —, et Lacoste, P., Lutte contre le borer du riz (*Maliarpha separatella* Rag.). Efficacité des insecticides. Essais du premier degré. Agron. trop. 17. 1962, 969 bis 978.
25. —, et Rodriguez, H., Le borer du rize à Madagascar (*Maliarpha separatella* Rag.). Efficacité des insecticides. Sensibilité variétale. Expérimentation 1961. Agron. trop. 18. 1963, 427-459.
26. —, —, et Ranaivosoa, H., Un ennemi du riz à Madagascar, *Maliarpha separatella*, Rag., ou borer blanc. Agron. trop. 17. 1962, 223-302.
27. Brizuela, B. R., et Merny, G., Biologie d'*Heterodera oryzae* Luc et Berdon, 1961. I. Cycle du parasite et réactions histologiques le l'hôte. Rev. Path. veg., Ent. agric. France 43. 1964, 43-53.
- *28. Broumand, H., The unipunctate rice noctuid *Cirphis unipunctata* Haworth. Ent., Phytopath. appl., Téhéran, 21. 1963, 1-9, ref. Rev. appl. Ent. 52. 1964, 49.
29. Buyckx, E. J. E., Précis des maladies et des insectes nuisible rencontrés sur les plantes cultivés au Congo, au Rwanda et au Burundi. Publ. Inst. nat. Étude agron. Congo Belge 1962 (hors Série).
30. Cantelo, W. W., and Kovitvadh, K., Effectiveness of insecticides applied to the root area of the rice plant in controlling the rice gall midge. J. econ. Ent. 60. 1967, 109-111.
31. Ceñdaña, S. M., and Calora, F. B., Insect pests of rice in the Philippines. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 591-616.
32. Chang, V. C. S., and Lange, W. H., Laboratory and field evaluation of selected pesticides for control of the red crayfish in California rice fields. J. econ. Ent. 60. 1967, 473-477.
33. Colonna, J. P., Le riz et sa culture en République Centralafricaine. Agron. trop. 22. 1967, 11-27.
34. Corbeta, G., Danni al rizo da "Chironomidi". Inform. Fitopat., Bologna, 8. 1966, 177-179.
35. Crossland, N. O., New agricultural pests in Africa. Nature, London, 202. 1964, 342.
36. —, The pest status and control of the todpole shrimp, *Triops granarius*, and of the snail, *Lanistes ovum*, in Swaziland rice fields. J. appl. Ecol. 2. 1965, 115-120.
37. Dagan, A. B., Some notes on the biology of a larvaevorid fly parasite (Genus sp.) of rice armyworm (*Spodoptera mauritia* Bois.) in the Philippines. Philippine J. Agric. 27. 1964, 25-32.
38. Darby, R. E., Midges associated with California rice fields, with special reference to their ecology (*Diptera: Chironomidae*). Hilgardia 32. 1962, 1-206.
39. Daugherty, D. M., and Foster, J. E., Organism of yeast-spot disease isolated from rice damaged by rice stink bug. J. econ. Ent. 59. 1966, 1282-1283.
40. Djamin, A., and Pathak, M. D., Role of silica in resistance to asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in rice varieties. J. econ. Ent. 60. 1967, 347-351.
41. Dresner, E., The present status of economic entomology in Indonesia. FAO Plant Prot. Bull. 3. 1954, 49-55.
42. Everett, T. R., and Trahan, G., Oviposition by rice water weevils in Louisiana. J. econ. Ent. 60. 1967, 305-307.

43. F A O, Production Yearbook 1966.
44. —, The state of food and agriculture 1966. IV. Rice in the world economy: Situation and outlook in the International Rice Year 1966, 137—187.
45. F e r n a n d o, H. E., Insect pests of rice in Ceylon. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 575—589.
46. —, K a w a m o t o, N., and P e r e r a, N., The biology and control of the rice field mole rat of Ceylon, *Gunomys gracilis*. FAO Plant Prot. Bull. 15. 1967, 32—37.
47. F r ö h l i c h, G., und R o d e w a l d, W., Pflanzenschutz in den Tropen. Wiss. Ztschr. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-Naturwiss. Reihe. Sdr.-Bd. 3. 1963, 293 S.
48. F u k a y a, M., Physiology of rice stem borers, including hibernation and diapause. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 213—227.
49. —, and K a m o n o, S., Mass rearing of the rice stem borer. IRRI, The major insect pests of the rice plant, John Hopkins Press, Baltimore, 1967, 241—248.
50. —, and M i t s u h a s h i, J., Larval diapause in the rice stem borer with special reference to its hormonal mechanism. Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 13. 1961, 1—32.
51. —, and N a s u, S., A chilo iridescent virus (CIV) from the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. Appl. Ent. Zool. 1. 1966, 69—72.
52. F u k u d a, H., Mode of action, translocation, oxidation and decomposition of insecticides within the rice plant. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 305—316.
53. F u k u n a g a, K., Recent development of agricultural chemicals. A. Use and development of agricultural pesticides. Agriculture, Asia, "Plant Protection in Japan", Spec. issue, 1967, 107—111.
54. G h o s e, R. L. M., G h a t g e, M. B., and S u b r a h m a n y a n, V., Rice in India. New Delhi; Indian Council of Agric. Res. 1960, 474 p.
55. G o t o, K., Disease and insect-pest control. (1) Disease control. Agriculture, Asia, "Development of paddy rice culture techniques in Japan", Spec. issue, 1966, 131—152.
56. G r a v e s, J. B., E v e r e t t, T. R., and H e n d r i c k, R. D., Resistance to Aldrin in the rice water weevil in Louisiana. J. econ. Ent. 60. 1967, 1155—1157.
57. G r i g a r i c k, A. A., Bionomics of the rice leaf miner, *Hydrellia griseola* (Fallen), in California (*Dipter., Ephydr.*). Hilgardia 29. 1959, 1—80.
58. —, and B e a r d s, G. W., Ovipositional habits of the rice water weevil in California as related to a greenhouse evaluation of seed treatments. J. econ. Ent. 58. 1965, 1053—1056.
59. G r i s t, D. H., Rice. Longmans, Green & Co, London, New York, Toronto, 1953.
60. —, Potentials of rice production in Asia. PANS A 13. 1967, 33—43.
61. G u a g l i u m i, P., Venezuela: Occurrence of chinch bug. FAO Plant Prot. Bull. 9. 1960, 131.
62. H a b u, A., and S a d a n a g a, K., (Illustrations for identification of larvae of the *Carabaeidae* found in cultivated fields and paddy-fields [III].) (jap.) Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 19. 1965, 81—216.
63. H a l l, W. J., FAO Plant Prot. Bull. 5. 1956, 108.
64. H a n s o n, H. C., Diseases and pests of economic plants of Burma. Amer. Inst. Crop. Ecol., Washington D.C., 1963.

65. —, Diseases and pests of economic plants of Central and South China, Hong Kong and Taiwan (Formosa). Amer. Inst. Crop. Ecol., Washington D.C., 1963.
66. —, Diseases and pests of economic plants of Vietnam, Laos and Cambodia. Amer. Inst. Crop Ecol., Washington D.C., 1963.
67. Hashioka, Y., The rice stem nematode *Ditylenchus angustatus* in Thailand. FAO Plant Prot. Bull. 11. 1963, 97-102.
68. Hendrick, R. D., Everett, T. R., Lamey, H. A., and Showers, W. B., An improved method of selecting and breeding for active vectors of Hoja blanca virus. J. econ. Ent. 58. 1965, 539-543.
69. —, and —, Toxicity to the Louisiana red crayfish of some pesticides used in rice culture. J. econ. Ent. 58. 1965, 958-961.
70. —, Bonner, F. L., Everett, T. R., and Fahey, J. E., Residue studies of Aldrin and Dieldrin in soils, water, and crayfish from rice fields having insecticide contamination. J. econ. Ent. 59. 1966, 1388-1391.
71. Hidaka, T., (Studies on the natural enemies of insects injurious to rice plant in Tohoku district in Japan. 1) On the parasites and predators attacking the rice stem borer and their ecological peculiarities.) (jap.) Bull. Tohoku nat. agric. Exp. Stat. 32. 1965, 145-160.
72. Hinkle, A. D., Insect pests of rice in Fiji. FAO Plant Prot. Bull. 11. 1963, 31-33.
73. —, Ecology and control of rice planthoppers in Fiji. Bull. ent. Res. 54. 1963, 467-481.
74. —, The rice leafroller *Susumia exigua* (Butler), in Fiji. J. econ. Ent. 56. 1963, 112-113.
75. Hirano, Ch., Studies on the nutritional relationships between larvae of *Chilo suppressalis* Walker and the rice plant with special reference to role of nitrogen in nutrition of larvae. Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 17. 1964, 103 bis 180.
76. Hirao, J., Further observations on the ecotype formation of the rice stem maggot. Jap. J. appl. Ent., Zool. 7. 1963, 338-342.
77. Hokyo, N., and Kiritani, K., Two species of egg parasites as contemporaneous mortality in the egg population of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. Jap. J. appl. Ent., Zool. 7. 1963, 214-227.
78. Hollis, J. P., Nature of the nematode problem in Louisiana rice fields. Plant Dis. Repr. 51. 1967, 167-169.
79. —, and Rodriguez-Kabana, R., Rapid kill of nematodes in flooded soils. Phytopathology 56. 1966, 1015-1019.
80. Hooper, D. J., and Merny, G., Two rice nematodes new for Africa. FAO Plant Prot. Bull. 14. 1966, 25-26.
81. Horiguchi, H., (Studies on the control of the first generation rice stem borer by the soil application of gamma-BHC in paddy field.) (jap.) Bull. Tohoku nat. agric. Exp. Stat. 30. 1964, 115-149.
82. —, (Studies on the control of the rice stem borer by the application method of pouring insecticides into the water in paddy rice field.) (jap.) Bull. Tohoku nat. agric. Exp. Stat. 32. 1965, 109-144.
83. Hunt, E. G., Studies of pheasant-insecticide relationships. J. appl. Ecol. Suppl. 3. 1966, 113-123.
84. International Rice Research Institute (IRRI), The major insect pests of the rice plant. Proc. of a Symposium at the International Rice Research Institute, Sep. 1964. Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 729 p.

85. Ishii, Sh., Nutritional studies of the rice stem borer *Chilo suppressalis* Walker. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 229-239.
86. —, and Hirano, C., (Translocation of gamma-BHC in rice plant cultured in aqueous solution of C¹⁴ - gamma-BHC.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 6. 1962, 28-33.
87. —, —, Iwata, Y., Nakasawa, M., and Miyagawa, H., Isolation of benzoic and salicylic acids from the rice plant as growth-inhibiting factors for the rice stem borer (*Chilo suppressalis* Walker) and some rice plant fungus pathogens. Jap. J. appl. Ent., Zool. 6. 1962, 281-288.
88. Ishikura, H., Seasonal prevalence of the appearance of the rice stem borer moth (*Chilo suppressalis*) and the practices of rice crop cultivation. I. Indication of the modification of seasonal prevalence accompanied by the introduction of extraordinarily early cultivation. Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 6. 1956, 1-10.
89. —, Assessment of the field population of the rice stem borer moth by light trap. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 169-179.
90. —, Assessment of rice loss caused by the rice stem borers. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 251-264.
91. —, Present situation of disease and insect pest control. A. Rice. Agriculture, Asia, "Plant protection in Japan". Spec. issue 5. 1967, 29-40.
92. —, and Ozaki, K., (Studies on the improvement of chemical control of the rice stem borer. I.-V.) (jap.) Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 20. 1966, 83-118, 119-134, 135-144, 145-165, 167-179.
93. Israel, P., Varietal resistance to rice stem borers in India. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 391-403.
94. —, and Abraham, T. P., Techniques for assessing crop losses caused by rice stem borers in tropical areas. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 265-275.
- *95. —, Vedamoorthy, G., and Rao, Y. S., Technical report of the Central Rice Res. Inst., Cuttack 6, India, for the year 1961. Ent. Div. Centr. Rice Res. Inst., 48-51 - zit. in 164.
96. Iwata, T., and Kishino, K., (Geographical races in the rice stem maggot, *Chlorops oryzae* Matsu. [2] Development ecology of the population of the "intermingled region".) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 5. 1961, 8-16.
97. Iyatomi, K., and Saito, T., Metabolism of parathion in resistant and susceptible rice stem borer. Proc. 12. Int. Congr. Ent., London 1964. 1965, 500-501.
98. Jepson, W. F., A critical review of the world literature on the lepidopterous stalk borers of tropical graminaceous crops. Commonw. Inst. Ent. 1954, 127 p.
99. John, V. T., Insecticidal control of *Nephotettix* spp., the vector of tungro and yellow dwarf diseases of rice in the Philippines. Indian Phytopath. 19. 1966, 150-154.
100. Kalshoven, L. G. E., Vander Vecht, J., Sody, H. J. V., Van Bommel, A. C. V., De plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie. W. van Hoeve, "S-Gravenhage/Bandoeng 1950-51, 1065 p.
101. Kapur, A. P., Taxonomie of the rice stem borers. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 3-43.

102. Kawada, A., Development in insecticide control of the rice stem borer in Japan. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 325-334.
103. Kennard, C. P., British Guiana. — Snail control in rice fields. PANS A 11. 1965, 258-259.
104. —, Effect of the paddy bug, *Oebalus poecilus*, on rice yield and quality in British Guiana. FAO Plant Prot. Bull. 14. 1966, 54-57.
105. Khan, M. Q., Control of paddy stem borers by cultural practices. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 369-389.
- *106. —, and Murthy, D. V., Some notes on the rice gall fly *Pachydiplosis oryzae* (W.-M.). J. Bombay natural Hist. Soc. 53 (1). 1955, 97-102, zit. in 164.
107. Kikuchi, M., (Ecological studies on the infestability of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. I. Differential survival and development of the first generation borer in different varieties.) (jap.) Bull. Tohoku nat. agric. Exp. Stat. 30. 1964, 105-113.
108. Kimura, Y., (Resistance to Malathion in the Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 9. 1965, 251-258.
109. Kiritani, K., The natural regulation of the population of the Southern Green Stinkbug, *Nezara viridula* L. Proc. 12. Int. Congr. Ent., London 1964. 1965, 375.
110. —, and Hokyō, N., Studies on the life table of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. Jap. J. appl. Ent., Zool. 6. 1962, 124-140.
111. —, —, and Kimura, K., Differential winter mortality relative to sex in the population of the southern green stink bug, *Nezara viridula* (Pentatom., Hemipt.). Jap. J. appl. Ent., Zool. 6. 1962, 242-245.
112. —, —, and —, Factors affecting the winter mortality in the southern green stink bug, *Nezara viridula* L. Ann. Soc. ent. France 2. 1966, 199-207.
113. Kiritani, K., and Iwao, S., The biology and life cycle of *Chilo suppressalis* (Walker) and *Tryporyza (Schoenobius) incertulas* (Walker) in temperate-climate areas. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 45-101.
114. —, and Oho, N., Centrifugal progress of outbreaks of the rice stem borer *Chilo suppressalis*. Jap. J. appl. Ent., Zool. 6. 1962, 61-69.
- *115. Kobayashi, T., The effect of insecticide applications to the rice stem borer on leafhopper populations. Special research reports on disease and insect forecast. Tokushima agric. Exp. Stat. 6. 1961, 1-126, zit. in 102.
116. Kojima, K., Ishizuka, T., Shiino, A., and Kitakata, S., Studies on metabolism of parathion in parathion susceptible and resistant larvae of the rice stem borer. Jap. J. appl. Ent., Zool. 7. 1963, 63-69.
117. Kok, L. T., and Pathak, M. D., Toxicity of Lindane used for asiatic rice borer control to three species of fish. J. econ. Ent. 59. 1966, 659-663.
118. —, and Varghese, G., Yield losses due to lepidopterous stem borer infestation of rice (*Oryza sativa*). Trop. Agric., Trinidad, 43. 1966, 69-73.
119. —, Assessment of rice stem borer infestation: a case study in North Malaya. Trop. Agric., Trinidad, 43. 1966, 331-334.
120. Kondo, Y., General aspect (development of rice culture techniques). Agriculture, Asia, "Development of paddy rice culture techniques in Japan", Spec. issue 1966, 9-16.
121. Koshihara, T., Absorption and translocation of gamma-BHC in rice plants through the root systems. Jap. J. appl. Ent., Zool. 9. 1965, 13-18.

122. —, and Okamoto, D., (Control of rice stem borer by the application of BHC dust in the paddy field soil.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 1. 1957, 32–35.
123. Koyama, J., (The relation between the outbreak of army worm (*Leucania separata* Walker) and the richly nitrogenous manured cultivation of rice plant.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 10. 1966, 123–128.
- *124. Koyama, T., Bionomics and control of *Chilotræa polychrysa* (Meyr.) in Malaya. Bull. Div. Agr. Min. Agr. Co-op., Malaysia 115. 1964, 1–51, ref. PANS A 11. 1965, 447–451.
125. —, (Studies on the control of rice stem maggot by application of insecticides to the soil.) (jap.) Bull. Tohoku nat. agric. Exp. Stat. 32. 1965, 89–108.
126. Lee, S. Y., Effect of calcium cyanamide on the rice borer (*Schoenobius incertellus* Walk.). J. econ. Ent. 47. 1954, 186–187.
127. —, Laboratory studies of the translocation of benzene hexachloride in rice for control of the asiatic rice borer, *Chilo suppressalis*. J. econ. Ent. 58. 1965, 331–335.
128. —, Further studies of the translocation of benzene hexachloride in rice for control of the asiatic rice borer. J. econ. Ent. 59. 1966, 1281–1282.
129. Leeuwangh, J., and Leuamsang, Pr., Observations on the ecology of *Thaia oryzivora*, a leafhopper found on rice in Thailand. FAO Plant Prot. Bull. 15. 1967. 30–31.
130. Lew, G. T., and Liu, H. Y., The rice stem borer forecasting system in Taiwan. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 195–210.
131. Marsh, R. E., Methods of controlling rodents and birds in rice fields. C. R. Trav. Congr. Prot. Cult. Trop., Marseille, 1965, 633–637.
- *132. Masuda, T., Fukuda, H., Tomizawa, G., and Kobayashi, A., (Absorption and translocation by the rice plant of 1-naphthyl N-methyl-carbamate applied to the soil by several methods.) (jap.) Proc. Assoc. Plant Prot., Kyushu 9. 1963, 39–42, zit. in 52.
133. Merny, G., Biologie d'*Heterodera oryzae* Luc et Berdon, 1961. II. Rôle des masses d'oeufs dans la dynamique des populations et la conservation de l'espèce. Ann. Épiphyties 17. 1966, 445–449.
134. Mitsuhashi, J., Appearance of iridescence in the tissues of the rice stem borer larvae, *Chilo suppressalis* Walker infected with *Chilo* iridescent virus. Appl. Ent. Zool. 1. 1966, 130–138.
135. Miyake, T., and Fujiwara, A., (Studies on the diapause and host plant preference in the white back planthopper, *Sogata furcifera* Horváth.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 5. 1961, 174–179.
136. Miyashita, K., Outbreaks and population fluctuations of insects, with special reference to agricultural insect pests in Japan. Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 15. 1963, 99–170.
137. Morel, G., La riziculture et les oiseaux dans la vallée du Sénégal. C. R. Trav. Congr. Prot. Cult. Trop., Marseille, 1965, 639–642.
138. Munakata, K., and Okamoto, D., Varietal resistance to rice stem borers in Japan. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 419–430.
139. Nakano, K., Abe, G., Taketa, N., and Hirano, C., (Silicon as an insect-resistance component of host plant, found in relation between the rice stem borer and the rice plant.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 5. 1961, 17–27.
140. Nasu, S., Electron microscopic studies on transovarial passage of rice dwarf virus. Jap. J. appl. Ent., Zool. 9. 1965, 225–236.

141. —, Rice leafhoppers. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 493–523.
142. Newsom, L. D., Present knowledge and implications for future research on the major insect pests of rice. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 687–692.
143. Nickel, J. L., The possible role of biotic factors in an integrated program for rice stem borer control. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 443–453.
144. —, Biological control of rice stem borers: a feasibility study. Tech. Bull. int. Rice Res. Inst. 2. 1964, 111 p.
- *145. Odglen, G. E., and Warren, L. O., The rice stink bug, *Oebalus pugnax* F., in Arkansas. Rept. Ser. Ark. agric. Exp. Stat. 107. 1962, 23 p., zit. in 22.
- *146. Okamoto, D., Insecticide application in the paddy field. Plant Prot. 17. (4), 1963, 131–134, zit. in 102.
147. Ozaki, K., Some notes on the resistance to malathion and methyl-parathion of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. Appl. Ent. Zool. 1. 1966, 189–196.
148. —, (Studies on the improvement of chemical control of the rice stem borer. VI. Analysis into the mechanism of chemical control of the rice stem borer and on the problems related to the general study of insecticides.) (jap.) Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 20. 1966, 181–224.
149. —, and Koike, H., Naphthyl acetate esterase in the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, with special reference to the resistant colony of the organophosphorus insecticide. Jap. J. appl. Ent., Zool. 9. 53–59.
150. Paik, W. H., Insect pests of rice in Korea. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore 1967, 657–674.
151. Painter, R. H., Insect resistance in crop plants. McMillan Comp., New York 1951, 520 p.
152. —, Present knowledge and implications for future research on the major insect pests of rice. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore 1967, 693–695.
153. Patanakajorn, S., and Pathak, M. D., Varietal resistance of rice to the asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Lep.: Crambidae), and its association with various plant characters. Ann. ent. Soc. Amer. 60. 1967, 287–292.
154. Pathak, M. D., Varietal resistance to rice stem borers at IRRI. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore 1967, 405 bis 418.
155. —, Recent developments in and future prospects for the chemical control of the rice stem borer at IRRI. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore 1967, 335–349.
156. —, Significant development in rice stem borer and leafhopper control. PANS A 13. 1967, 45–60.
- 156a. —, Ecology of common insect pests of rice. Ann. Rev. Ent. 13. 1968, 257–294.
157. —, Vea, E., and John, V. T., Control of insect vectors to prevent virus infection of rice plants. J. econ. Ent. 60. 1967, 218–225.
158. Plaut, H. N., Israel: The Hula rice borer — a new pest of rice. FAO Plant Prot. Bull. 9. 1960, 157.
159. Pruthi, H. S., An epidemic of rice bug in India. FAO Plant Prot. Bull. 1. 1952, 87.

- *160. Pu, M. H., (A preliminary study on the small brown planthopper, *Delphacodes striatella* Fallén in South Kiangsu.) (chin.) Acta ent. sin. 12. 1963, 117-136, zit. Rev. appl. Ent. 52. 1964, 181.
- *161. Puttarudriah, M., and Appanna, M., The usefulness of "trap crop" in the control of the paddy stem borer *Schoenobius incertellus* Walker. Mysore agric. J. 32. 1957, 203-204, zit. v. 105.
162. Rao, V. P., Natural enemies of rice stem-borers and allied species in various parts of the world and possibilities of their use in biological control of rice stem-borers in Asia. Techn. Bull. Commonw. Inst. biol. Contr. 6. 1965, 1-68.
163. Rao, Y. S., and Israel, P., Recent development in and future prospects for the chemical control of the rice stem borer in India. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 317-324.
164. Reddy, D. B., The rice gall midge *Pachytiplosis oryzae* (Wood-Mason). IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 457-491.
165. Reynolds, H. T., Research advances in seed and soil treatment with systemic and non-systemic insecticides. Advances Pest Contr. Res. 2. 1958, 135-182.
166. Rivero, J. M., and Fabregat, F. M., Dos años de experiencias de lucha contra el barrendo del arroz (*Chilo suppressalis* Wlk.). Investigacion sobre la epoca conveniente para realizar los tratamientos. Bol. Pat. veg., Ent. agric., Madrid, 28. 1964, 66-67.
167. Rodriguez-Kabana, R., Jordan, J. W., and Hollis, J. P., Nematodes: Biological control in rice fields: Role of hydrogen sulfide. Science 148. 1965, 524-526.
168. Rolston, L. H., and Rouse, P., Effect of common variables in rice production on rice water weevil control. J. econ. Ent. 57. 1964, 395-397.
169. Saito, T., Topical fumigation and residual toxicity of insecticides to rice stem borers. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 279-290.
- *170. Sborshchikova, M. P., (Pests of the shoots of rice.) (russ.) Zashch. Rast. Vredit. Bolez. 9. 1964, (5), 33-34, ref. in Rev. appl. Ent. 54. 1966, 140-141.
171. Secretaria de Agricultura y Granadera. Direccion general de defensa agricola: Lista de las principales plagas y enfermedades de los cultivos de Mexico. Mexico 1955.
172. Serrurier, A., Ecologie du *Quelea quelea quelea*. C. R. Trav. Congr. Prot. Cult. Trop., Marseille, 1965, 643-645.
173. Shigemura, C., Stabilization of rice production through rice culture techniques development in the warm areas of Southwestern Japan. Agriculture, Asia, "Development of paddy rice culture techniques in Japan", Spec. issue 1966, 29-41.
- *174. Shiraki, T., The paddy borer (*Schoenobius incertellus* Walker). Taihoku Agr. Exptl. Sta., Formosa 1917, 256 p., (zit. von 10).
175. Showers, W. B., and Everett, T. R., Transovarial acquisition of Hoja Blanca virus by the rice delphacid. J. econ. Ent. 60. 1967, 757-760.
- *176. Singh, M. P., and Choudhary, D. P., Paddy root-weevil (*Hydronomidius molitor* Fst.). A new insect pest of paddy in Bihar. Rice New Teller, New Delhi, 13. 1965, 37-38, ref. Rev. appl. Ent. 55. 1967, 161.
- *177. Singh, M. R., and Sinha, M. M., Chemical control of *Tryporyza* (*Schoenobius*) *incertellus* Wlk. Allahabad Farmer 38. 1964, 272-276, ref. Trop. Abstr. 1966, p. 57.

178. Soenardi, I., Insect pests of rice in Indonesia. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 675-683.
179. Srivastava, A. S., and Saxena, H. P., Rice bug *Leptocorisa varicornis* Fabricius and allied species. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 525-548.
180. Suenaga, H., Disease and insect-pest control. (2) Insect-pest control Agriculture, Asia, "Development of paddy rice culture techniques in Japan", Spec. issue 1966, 153-163.
181. Sugimoto, A., (Observations on insecticidal effects of BHC emulsion in relation to the behaviour of rice stem borer larvae.) (jap.) Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 18. 1965, 249-255.
182. —, (Bioassay of gamma-BHC residues in rice grains and straws.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 10. 1966, 156, 162.
183. —, Azim, A., and Hatai, N., Relation between the wetting power and volume of spray liquids and their effect of killing rice stem borer larvae. II. Effects of BHC emulsions. Bull. nat. Inst. agric. Sci., Tokyo, ser. C 18. 1965, 205-242.
184. Swanson, M. C., and Newsom, L. D., Effect of infestation by the rice stink bug, *Oebalus pugnax*, on yield and quality in rice. J. econ. Ent. 55. 1962, 877-879.
185. Takai, A., (Estimation of population density of the green rice leafhopper [*Nephotettix cincticeps* Uhler] by the mark-recapture and the sweeping methods.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 9. 1965, 5-12.
186. Takezawa, H., (Studies on the overwintering of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål. I. Overwintering of the brown planthopper egg under the natural temperature condition.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 5. 1961, 40-45.
187. —, (Studies on the overwintering of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål. II. The relation between the time of the oviposition and the overwintering of eggs.) (jap.) Jap. J. appl. Ent., Zool. 5. 1961, 134-140.
188. Taylor, A. L., Kaosiri, T., Sittaichi, Th., and Buangsuwon, D., Experiments on the effects of nematodes on the growth and yield of rice in Thailand. FAO Plant Prot. Bull. 14. 1966, 17-23.
189. Thorne, G., Principles of nematology. McGraw-Hill, New York, Toronto, London, 1961, 553 p.
190. Tomizawa, Ch., Mode of action of insecticides on the rice stem borer and development of resistance. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 291-304.
191. Torii, T., Statistical methods in rice stem borer research. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 127-167.
192. Tsukano, Y., and Suzuki, T., Absorption and translocation of gamma-BHC by rice plants. Botyu-Kagaku 27. 1962, 12-16.
193. Ueda, K., Hazards of insecticides and residue problems in rice cultivation. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 351-366.
- *194. Vander Goot, P., Levenswijze en bestrijding van den witten rijstboorder op Java. Meded. Inst. Plantenziekt., Buitenzorg, 66. 1925, 308 p., zit. v. 178.
195. Van der Vecht, J., and Bergman, B. H. H., Studies on the nematode *Radopholus oryzae* (Van Breda de Haan) Thorne and its influence on the growth of the rice plant. Pemb. Balai Besar Penj. Pert., Bogor, 131. 1952, 82 p.
196. Ward, P., Biological implications of *Quelea* control in West Africa. C. R. Trav. Congr. Prot. Cult. Trop., Marseille, 1965, 661-665.

197. Wille, J., *Entomologia agricola del Peru*. Min. Agric. Lima, Peru, 1952, 544 p.
- *198. Wong, T. C., Lee, J. P., and Hunang, C. C., (Research on *Pachydictyophora oryzae* Wood-Mason in Chiang-Hsi-Province.) (chin.) *East China J. agric. Sci.* 7. 1956, 347-354, zit. v. 164.
199. Wongsiri, T., and Kovitvadhi, K., *Insect pests of rice in Thailand*. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 571-574.
200. Wyninger, R., *Pests of crops in warm climates and their control*. *Acta trop. Suppl.* 7. 1962, 555 p.
- *201. Xu, Ch-Y., and Yeh, Y.-L., (Early transplanting in avoiding paddy borer damage of medium rice crop in Anhui.) (chin.) *Acta ent. sin.* 12. 1963, 385-393, ref. *Rev. appl. Ent.* 52. 1964, 351.
202. Yasumatsu, K., *The possible control of rice stem borers by the use of natural enemies*. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 431-442.
203. Yoshimiki, M., *A summary of the forecasting program for rice stem borer control in Japan*. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 181-194.
- *204. —, and Suenaga, H., (Annual fluctuation of the rice stem borer population and forecasting importance.) (jap.) *Proc. Assoc. Plant Prot., Kyushu*, 8. 1962, 3-6, zit. v. 202.
- *206. Yoshino, T., (The life cycle of the rice stem borer in relation to the cultivation of paddy twice a year.) (jap.) *J. Plant Prot., Tokyo*, 17. 1930, 321-332, 400-407, zit. v. 113.
- *207. Yung-Chung, Wu, (A report on the rice noctuids in Kwantung province.) (chin.) *Acta phytopath. sin.* 2. 1963, 263-275, ref. *Ztschr. Pfl.krankh.* 72. 1965, 722.
208. Yunus, A., and Rothschild, G. H. L., *Insect pests of rice in Malaya*. IRRI, The major insect pests of the rice plant, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1967, 617-641.
210. Yasumatsu, K., and Torii, T., *Impact of parasites, predators, and diseases on rice pests*. *Ann. Rev. Ent.* 13. 1968, 295-324.