

Die Wüstenheuschrecke – ein Insekt der Superlative

Biologische Bekämpfung eines der größten Schädlinge

Von Heinrich Schmutterer

Die Wüstenheuschrecke war schon im Altertum ein bekanntes und gefürchtetes Insekt. Auch heute noch kommt es in Halbwüsten- und Savannengebieten Afrikas und Vorderasiens zu periodisch wiederkehrender Massenvermehrung, und die aus vielen Millionen Tieren bestehenden Wanderschwärme vernichten dann die Vegetation ganzer Landstriche. Während der Jahre 1986 bis 1988 kam es zu einer Wüstenheuschreckenvermehrung von solchem Ausmaß, daß die Industrieländer Hunderte von Millionen Dollar für die chemische Bekämpfung ausgaben; allein die Bundesrepublik Deutschland hat über vierzig Millionen aufgebracht. Eine wesentliche Entlastung der bedrohten Entwicklungsländer konnte trotzdem nicht erreicht werden. Ein besonders spektakuläres Ereignis dieser letzten Massenvermehrungsperiode war die Überquerung des Atlantischen Ozeans durch riesige Wanderschwärme. Hierbei war der Hurrican „Joan“ im Spiele; der Koran nennt die Wanderheuschrecken die „Zähne des Windes“. Die Distanz von Westafrika bis in die Karibik beträgt etwa 5000 Kilometer. Wenn es gelänge, die Leistungsfähigkeit der Wanderheuschrecken negativ zu beeinflussen oder gar die „gregäre“, die schwarmbildende Phase in die „solitäre“ Phase zurückzuführen, in der die Insekten einzeln auftreten, könnte die Gefahr der Schwarmbildung zumindest stark reduziert werden. Bei Versuchen mit Niemsamenöl, das aus den Samen kernels des tropischen Niembaumes *Azadirachta indica* stammt, konnte im Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie der Universität Gießen festgestellt werden, daß hierzu eine sehr gute Chance besteht.

Eine Wüstenheuschrecke frißt täglich Pflanzenteile bis zu 2 Gramm, was ihrem eigenen Gewicht entspricht. Wenn ein aus 50×10^6 Heuschrecken bestehender Schwarm eine Fläche von über 1000 Quadratkilometern bedeckt, muß mit einem täglichen Verlust von etwa 100000 Tonnen frischer Vegetation gerechnet werden. Zuverlässige Erhebungen über Schäden gibt es bisher nur wenige wegen der Schwierigkeiten, solche Untersuchungen in den Entwicklungsländern durchzuführen. In Marokko hat 1954 ein Schwarm in einem Tal des Atlasgebirges die Ernte im Wert von 50 Millionen Mark vollständig vernichtet.

Die über rund 35 Millionen Quadratkilometer der Erde verbreitete Wüstenheuschrecke *Schistocerca gregaria* ist ohne Frage ein Insekt der Superlative (Abb. 1). Sie hat mit ihren gewaltigen Wanderschwärmen in den Jahren 1985 bis 1988 wieder einmal viele Menschen in großen Teilen der Tropen und Subtropen, besonders aber in Afrika, in Angst und Schrecken versetzt (Abb. 2). Andere Massenvorkommen von Insekten, wie die des Afrikanischen Heerwurmes *Spodoptera exempta*, und die blutsaugender Dipteren aus den Familien Culicidae (Stechmücken) und Simuliidae (Kriebelmücken), erscheinen dagegen zweit- oder gar drittklassig, obwohl auch sie in Afrika in Schwärmen auftreten und den Menschen erheblich belästigen.

Außer der Wüstenheuschrecke kommen in warmen Ländern Afrikas und Asiens auch andere schwarmbildende Heuschrecken wie

z. B. verschiedene Unterarten von *Locusta migratoria* (Abb. 3), die Marokkanische Wanderheuschrecke *Docicostaurus maroccanus* und die Rote Wanderheuschrecke *Nomadacris septemfasciata* zeitweise in großen Massen vor. Darüber hinaus gibt es noch mehrere andere Heuschrecken, die eine Art Zwischenstellung zwischen „gregären“ und „solitären“ Arten einnehmen, d. h. nur in bestimmten Entwicklungsstadien eine Mas-

senvermehrungstendenz zeigen, z. B. die Senegalheuschrecke *Oedaleus senegalensis* (Abb. 4) und die Stinkheuschrecke *Zonocerus variegatus* in Westafrika. *O. senegalensis* bildet als Larve stellenweise große, manchmal auch dichtgedrängte Schwärme, die sich im voll entwickelten Stadium aber meist wieder zerstreuen. Man rechnet diese Art deshalb noch zu den im Englischen als „grasshoppers“ bezeichneten, vorwiegend einzeln auftretenden Heuschrecken, während die typischen Wanderheuschrecken, die sowohl als Larve als auch als vollentwickeltes Insekt, als Imago, während ihrer Wanderphase eine extrem gesellige Tendenz zeigen, „locusts“ genannt werden.

Obwohl die „grasshoppers“ ebenfalls eine Gruppe von Insekten bilden, die beachtliche Schäden an Kulturpflanzen – vor allem in Savannengebieten – hervorrufen kann, soll hier eine Beschränkung auf die wirtschaftlich gesehen zweifellos bedeutendste Wanderheuschrecke, die Wüstenheuschrecke *Schistocerca gregaria* erfolgen, die von vielen als der gefährlichste Schädling der Welt bezeichnet wird.

Biologie und Ökologie der Wüstenheuschrecke

Bis zum Beginn der zwanziger Jahre hat es gedauert, bis es UVAROV in England durch seine damals viel beachtete **Phasentheorie** gelungen ist, das Rätsel um die Entstehung der seit dem Altertum bekannten Wanderheuschreckenschwärme zu lösen. Diese Theorie besagt, daß die Wüstenheuschrecke wie auch andere Wanderheuschrecken normalerweise einzeln in ihrem

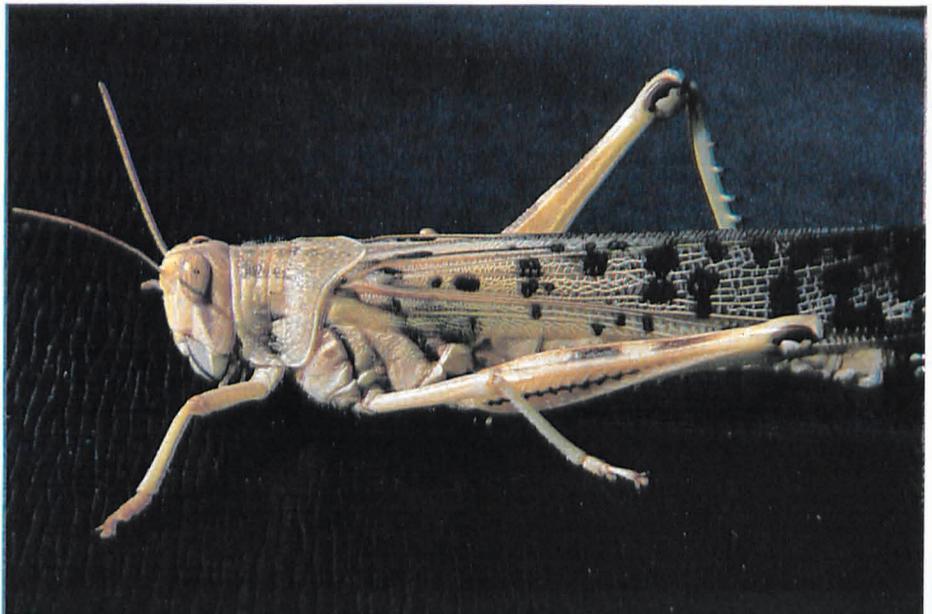


Abb. 1: Die Wüstenheuschrecke *Schistocerca gregaria* in der „gregären“, der schwarmbildenden Form.

Verbreitungsgebiet leben und bei **bestimmten Umweltbedingungen** zur Bildung großer Schwärme übergehen, die zunächst als Larven relativ begrenzte, später als Imagines weite Wanderzüge unternehmen. Zwischen die Solitär- und Wanderphase wird oft eine nicht klar definierte Übergangsphase eingeordnet, die aber unter besonders günstigen Bedingungen für die Heuschrecken offensichtlich auch übersprungen werden kann. Die Ansicht, daß sich die Massenvorkommen ausschließlich aus Schwärmen, also gregären Populationen regenerieren würden, kann heute eindeutig als nicht stichhaltig bezeichnet werden. Vielmehr existieren in den Perioden ohne Schwarmbildung nur die als Larve grünlich oder bräunlich gefärbten Solitärformen, die in Oasen und Bergmassiven des Sahelgebietes oder anderswo im Verbreitungsgebiet überleben und sozusagen auf günstige Zeiten warten, um dann wieder das große Heuschrecken-spektakel in Gang zu bringen.

Den solitären Wüstenheuschrecken wird wegen der extremen Bedingungen ihrer Umwelt eine erstaunliche Leistung abverlangt, wenn sie überleben wollen. Ihre Populationsdichte ist im Vergleich zu der der gregären Tiere nur gering bis sehr gering, d. h. bis zu zehn Tiere pro Quadratkilometer. Diese solitären Heuschrecken sind aber – was weniger bekannt ist – ebenfalls in der Lage, vor allem während der Nacht weite Wanderflüge durchzuführen, wodurch wie bei den gregären Wüstenheuschrecken Gebiete erschlossen werden können, in denen ein Überleben möglich ist. Die Fekundität der solitären *S. gregaria*-♀ und die Eifertilität ist größer als bei den gregären. Vollentwickelte Heuschrecken können bis zu fünf Monate leben.



Abb. 2: Fliegender Schwarm der Wüstenheuschrecke in Ostafrika (Somalia).

Wenn es in den ausgedehnten Trockengebieten von der westafrikanischen Küste bis nach Rajastan im westlichen Indien nach Jahren mit geringen Niederschlägen zu starken, verbreiteten Regenfällen kommt – wie beispielsweise in den Jahren 1985 bis 1988

in Afrika und auf der Arabischen Halbinsel –, dann konzentrieren sich die solitären Wüstenheuschrecken vor allem in den Wüstentälern (arab. Wadi), wo es aufgrund der Niederschläge zu einer stärkeren Vegetationsentwicklung kommt; das ist eine wichtige Voraussetzung dafür, daß sich die solitären Heuschrecken sammeln können und auch die Ernährung der Larven sichergestellt ist, nachdem diese aus den hier abgelegten Eiern geschlüpft sind. Die zeitliche Abstimmung aufeinander, die von den Heuschrecken im Hinblick auf die weitere Entwicklung erreicht wird und eine weitere Grundlage für die nun eintretende Übergangs- oder Wanderphase darstellt, ist besonders auffällig. Nicht nur der Schlupf des ersten Larvenstadiums vollzieht sich weitgehend gleichzeitig, sondern auch die folgenden Häutungen und das Erreichen der Geschlechtsreife. Das gilt dann entsprechend für die Nachkommen, falls diese wieder in Schwärmen auftreten.

Geselliges Verhalten wird schon durch einen relativ kurzen Kontakt von Artgenossen bewirkt, wobei chemische Botenstoffe (Pheromone) wie das **Locustol** (5-Ethylguaiacol) im Spiel sein sollen. Solche Substanzen sind wahrscheinlich auch bei der Reifung der adulten Männchen und bei der Eiablage von Bedeutung, jedoch müssen die

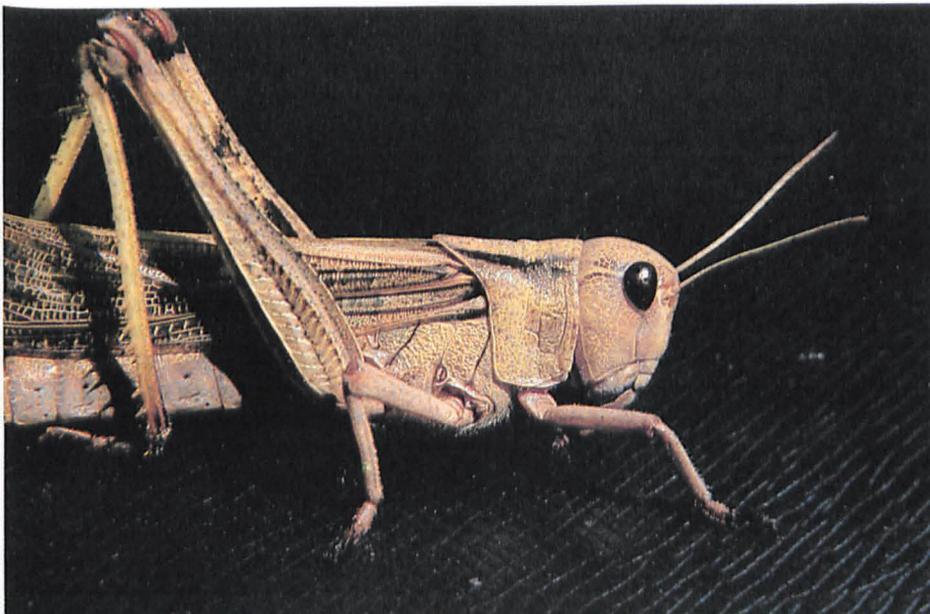


Abb. 3: Die afrikanische Wanderheuschrecke *Locusta migratoria/migratorioides*.

wirksamen Stoffe noch genauer definiert werden. Im physiologischen Geschehen der Gregärphasenentwicklung ist dem Juvenilhormon III, das bei der Häutung der Larven wichtig ist, eine besondere Rolle zugeschrieben worden. **Durch experimentelle Zuführung dieses Hormons** oder synthetischen Bioanalogen gelingt es, die gesellig lebenden Larven der Wüstenheuschrecke und der Afrikanischen Wanderheuschrecke so zu beeinflussen, daß sie die Färbung solitärer Tiere annehmen.

Der enge Kontakt der Wüstenheuschrecke mit ihrer Umwelt wird dadurch unterstrichen, daß bei der Schwarmbildung auch von Pflanzen produzierte flüchtige Substanzen (**Ökomone**) mitwirken können. So hat man bei einer Massenvermehrung in der zweiten Hälfte der sechziger Jahre festgestellt, daß von manchen Wüstenpflanzen Wirkungen ausgehen können, die die Bildung der Gregärphase stimulieren. Diese Pflanzen entwickeln sich nach stärkeren Niederschlägen in den Wüstentälern sehr reichlich und stellen eine wichtige Nahrungsgrundlage für die Larven dar.

Bei den Ausbruchsgebieten der Wüstenheuschrecke handelt es sich nicht um relativ gut charakterisierbare Massenvermehrungszentren wie z. B. bei den verschiedenen Unterarten von *L. migratoria*, sondern es kann praktisch im gesamten Verbreitungsgebiet der Art bei einer günstigen Konstellation wichtiger Umweltfaktoren – aber immer initiiert von reichlichen Niederschlägen – zur Entstehung von Wanderschwärmen kommen, was die Überwachung und Prognose des Schädling verstandlicherweise erheblich kompliziert.

Die Eier der Wüstenheuschrecke werden in Paketen, die 20 bis 120 Stück enthalten

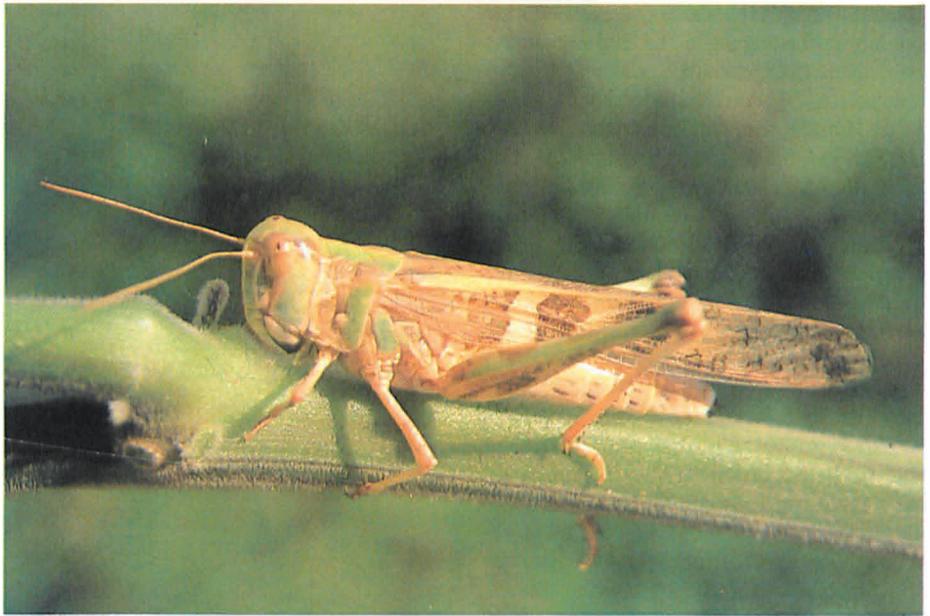


Abb. 4: Die Senegalheuschrecke *Oedaleus senegalensis*.

können, vorzugsweise in feuchten Sand gelegt. Sie müssen etwa ihr eigenes Gewicht an Wasser aufnehmen, um sich entwickeln zu können. Eine Austrocknung von mehreren Wochen Dauer können sie nicht überstehen. Die Inkubationszeit beträgt je nach Temperatur zwischen 10 und 70 Tagen. Da eine Dichte von Eigelegen von über 50 000 pro Hektar möglich ist, läßt sich hieraus eine Larvenzahl von etwa 10 Millionen pro Hektar errechnen.

Die Schwärme der relativ auffällig gelbbraun und schwarz gefärbten schwarmbildenden Larven (Abb. 5) bleiben meist zusammen, jedoch nimmt ihre Dichte mit zu-

nehmender Größe der Tiere deutlich ab. Während z. B. noch 800 erste Larvenstadien pro Quadratmeter festzustellen sind, kann man im fünften, also letzten Larvenstadium, nur noch etwa 25 Tiere/m² ermitteln. Die Larven bewegen sich während des Tages oft in die vom Wind abgewandte Richtung und rasten bei Nacht. Etwa die Hälfte der Nahrung – vorzugsweise Blüten und Samen von Kräutern und Gräsern – wird während der Wanderung aufgenommen. Larvenschwärme können im Laufe ihrer Entwicklung bis zu zehn Kilometer von ihrem Schlüpfort aus zurücklegen, was für Insektenlarven eine beachtliche Leistung darstellt.

Junge adulte Tiere, die durch eine rötliche Grundfärbung charakterisiert sind, bleiben zunächst für etwa fünf bis sieben Tage in dem Gebiet, in dem sie ihre letzte Häutung durchgeführt haben. Hierbei kräftigt sich ihre Flugmuskulatur. Während dieser Periode ist auch eine zunehmende gesellige Tendenz und Neigung zu spontanen, kürzeren Flügen zu beobachten. Dann beginnt der eigentliche Wanderflug (Abb. 2).

Während man noch vor kurzem annahm, daß noch nicht geschlechtsreife Wüstenheuschrecken maximal bis zu 20 Stunden ununterbrochen fliegen können und dabei ihren Fettkörper als Treibstoff benutzen, andererseits aber auch von Flügen über das Meer bis zu 2 500 Kilometer Entfernung berichtet wurde, muß nach den Erkenntnissen des Jahres 1988 eine Berichtigung dieser Meinung erfolgen. Besonders gut ernährte Tiere aus dem Norden Senegals und/oder den südlichen Gebieten Mauretaniens ist es nämlich gelungen, Surinam in Südamerika und Trinidad in der Karibik zu erreichen,



Abb. 5: Schwarmbildende gelbbraun und schwarz gefärbte Larve der Wüstenheuschrecke.

wozu sie mindestens einige Tage und Nächte unterwegs gewesen sein mußten. Diese Wanderung über den Atlantik erfolgte in zwei Wellen: die erste etwa Mitte Oktober, die zweite Ende Oktober und Anfang November. Früher glaubte man, daß die Wüstenheuschrecke höchstens bis 100 Kilometer pro Tag zurücklegen kann. Ob die Heuschrecken vielleicht auch eine Rastmöglichkeit auf toten, im Meer schwimmenden Artgenossen auf ihrer Wanderung nach Westen ausnützen und sich dabei zusätzlich durch Fraß an toten Artgenossen stärken konnten, muß dahingestellt bleiben. Dies erscheint aber wenig wahrscheinlich, da bisher nur einmal von einer Schiffsbesatzung über ein solches Verhalten berichtet wurde. Die Entfernung von Senegal und Mauretanien nach Trinidad beträgt etwa 4750 Kilometer.

Man muß zu der erstaunlichen Flugleistung der Wüstenheuschrecken bemerken, daß sie nur mit der Unterstützung des Windes zustandekommen kann. Auch die Wanderflüge im afrikanischen und asiatischen Kontinent werden vom Wind gesteuert und führen die Wüstenheuschrecken mit großer Regelmäßigkeit in neue Brutgebiete, z. B. von den Frühjahrsbrutplätzen in Saudiarabien zu den Sommerbrutgebieten, die sich wie ein Gürtel quer durch Afrika vom Sudan bis nach Mauretanien erstrecken, und schließlich auch zu den Winterbrutplätzen längs der nordafrikanischen Küste von Libyen bis Algerien. Diese Verfrachtung der Heuschreckenschwärme mit dem Wind resultiert in einer Massierung der Insekten in Regionen mit niedrigem Luftdruck, wo durch aufsteigende Luftbewegung eine Voraussetzung für Regenfälle, also Brutmöglichkeiten gegeben sind.

Bedeutung als Schädling

Die Wüstenheuschrecke ist eine von vielen Pflanzenarten lebende Art, die praktisch alle Getreidearten, Zuckerrohr, Kartoffel und Süßkartoffel, Hülsenfrüchte, verschiedene Obstbäume und Weinrebe, Banane, Baumwolle, Erdnuß und Kaffee angreift, um nur einige Kulturpflanzen zu nennen (Abb. 6). Selbst die giftigen Blätter des Manioks und des Tabaks werden verzehrt. Erheblichen Schaden richtet sie auch im Weideland an. Steng gemiedene werden dagegen bestimmte Arten der Pflanzenfamilie Meliaceae (Mahagonigewächse), wie der Niembaum *Azadirachta indica* und der Persische Flieder *Melia azedarach*. Es wird geschätzt, daß 8 Prozent der Schäden durch Larven, 69 Prozent durch noch nicht geschlechtsreife Vollkerfe und 23 Prozent durch geschlechtsreife Wüstenheuschrecken verursacht worden sind.



Abb. 6: Von Heuschrecken nahezu kahlgefressenes Hirsefeld in Nigeria; im Hintergrund nichtgeschädigte Felder.

Bekämpfung

Seit der Mensch von der Wüstenheuschrecke bedroht wird, versucht er, sich des gefräßigen Schädling zu erwehren. Vom Altertum bis zu unseren Tagen war er dabei nicht sonderlich erfolgreich. Erst mit der Entdeckung der in großen Mengen produzierten und anwendbaren synthetischen Insektizide vor etwa 50 Jahren schien sich eine Wende anzubahnen, da hierdurch erstmalig die Vernichtung großer Schwärme möglich wurde, noch bevor diese größeren Schaden angerichtet hatten. Während der Massenvermehrungen der vergangenen Jahrzehnte waren es vor allem die chlorierten Kohlenwasserstoffe Lindan und Dieldrin, die man bei der Wüstenheuschreckenbekämpfung verwendete. Sie wurden meist vom Flugzeug aus durch Versprühen von ULV (ultra low volume)-Formulierungen eingesetzt. Auch die Erzeugung eines dieldrinhaltigen Nebels mit Hilfe der Auspuffgase von Kraftfahrzeugen, wobei dieser dann mit Unterstützung des Windes in von Heuschrecken befallene Gebiete verdriftete, war eine oft angewandte Bekämpfungsmethode.

Während auf das persistente Dieldrin – trotz mancher Kritik aus den betroffenen Entwicklungsländern, die dieses Umweltgift weiterhin anwenden wollten – in den letzten Jahren in der Regel nicht mehr zurückgegriffen wurde, kamen bei der letzten Heuschreckenplage u. a. noch alte Lagerbestände von Lindan zur Anwendung, wodurch beispielsweise in Tunesien unter nützlichen Vögeln verheerende Sekundärvergiftungen zustande kamen.

Andere Insektizide, die derzeit angewendet werden, sind Organophosphate wie Fenitrothion, Carbamate wie Propoxur und synthetische Pyrethroide. Da es sich auch hierbei um breit wirkende Stoffe handelt, können Nebenwirkungen auf Nützlinge und „indifferente“ Insekten nicht ausbleiben.

Die starke Politisierung des Heuschreckenproblems führt dazu, daß den betroffenen Ländern von den Industrienationen Bekämpfungsmittel im Übermaß gratis zur Verfügung gestellt werden, die dann in allen möglichen, auch nicht bedrohten Kulturen Anwendung finden, erste Ansätze zu einer integrierten Schädlingsbekämpfung zunichte machen und zudem zu erheblicher Umweltbelastung führen können. Trotz intensiver Bekämpfungsmaßnahmen mit chemischen Mitteln ist es bis 1988 nicht befriedigend gelungen, die *S. gregaria*-Plage in den Griff zu bekommen. Der Zusammenbruch der Massenvermehrung im Jahre 1989 war im wesentlichen dem Ausbleiben ausreichender Niederschläge in den Winterbrutgebieten im Sudan und Saudiarabien zuzuschreiben.

Forschungsbedarf

Zweifellos besteht ein dringender Bedarf für die Entwicklung umweltverträglicher Methoden und Mittel für die Bekämpfung der Wüstenheuschrecke. Hierbei sind aus ökonomischen Gründen synthetische Stoffe ausdrücklich mit zu berücksichtigen, falls diese die erwünschten Eigenschaften, z. B. eine möglichst große Selektivität und gerin-

ge Toxizität bei Warmblütern besitzen. Zunächst ist die Grundlagenforschung gefordert. Da man sich von der genauen Analyse der Art und Wirkung der Exo- und Endohormone sowie der Ökomone, die bei der Bildung der gregären Phase Bedeutung besitzen, auch die Entwicklung umweltschonender Bekämpfungsmittel versprechen könnte, sollte sich die Arbeit von Insektenphysiologen und Ökophysiologen vor allem auf diese Bereiche konzentrieren.

Trotz mancher Zweifel an der ausreichenden Wirksamkeit rein biologischer Methoden gegen die zur Ortsveränderung so ausgezeichnet befähigte Wüstenheuschrecke muß auch die Suche nach solchen biologischen Bekämpfungsmöglichkeiten erheblich verstärkt werden. Obwohl es eine lange Liste von natürlichen Gegenspielern von den Viren bis zum Menschen gibt, ist man sich darüber weitgehend einig, daß nur von bestimmten Pathogenen wenigstens Teilerfolge erwartet werden können. Von Interesse wären z. B. neue Stämme von Bakterien wie *Bacillus thuringiensis* und *B. sphaericus* sowie von Pilzen wie *Metarhizium* spp. und *Beauveria bassiana*. Auch mit Protozoen wie *Nosema locustae* wird experimentiert. Bei diesen Arbeiten muß aber besonders berücksichtigt werden, daß eine ausreichende Wirkungsdauer der angewendeten Pathogene im Freiland und ihre Formulierbarkeit für den Flugzeugeinsatz unerlässlich ist. Hierbei ergeben sich mit Sicherheit manche technische Probleme, deren Lösung oft nicht einfach sein dürfte.

Deutliche Verbesserungen sind auch auf den Gebieten der Heuschreckenüberwachung und der Prognose von Massenvermehrungen erforderlich. In dieser Richtung ist vor allem die Ernährungs- und Land-



Abb. 7: Bei Versuchen mit Niemsamenöl am Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie der Universität Gießen entstanden ältere Larvenstadien, die grün oder braun gefärbt sind, also Merkmale der Solitärphase zeigen (siehe auch Titelbild). Fußglieder und Fühler sind geschädigt.

wirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) bemüht, jedoch bedarf es zusätzlicher Forschungsarbeiten. Mit dem Einsatz von Satelliten und anderem hochmodernen Gerät wie Radar ist es heute möglich, z. B. anhand der Vegetationssituation Heuschreckenbefallsgebiete bzw. Schwärme zu lokalisieren und rechtzeitig Bekämpfungsmaßnahmen in Gang zu bringen – falls in den betroffenen Gebieten nicht gerade militärische Auseinandersetzungen im Gange sind. Als unzugängliche Krisengebiete gelten derzeit Teile von Somalia,

Marokko und Mauretanien, wo es bezeichnenderweise häufiger zu Massenvermehrungen der Wanderheuschrecke kommt. Wegen der Bedeutung der Niederschläge für die Schwarmbildung der Wüstenheuschrecke wären möglichst lückenlose Wetterdaten für die Prognose gleichfalls von großer Wichtigkeit. Die Computertechnik könnte besonders bei der Modellierung von Heuschreckenwanderungen und bei der Auswertung von Klimadaten (Niederschlag etc.) wertvolle Hilfestellung leisten.

Heuschreckenforschung in Gießen

Zur biologischen Bekämpfung im weiteren Sinne kann man auch die Verwendung unveränderter Naturstoffe rechnen. Hierfür kommen Inhaltsstoffe von Meliaceen, insbesondere des Niembaumes *Azadirachta indica* in Frage, dessen wichtigster Wirkstoff, das den Triterpenoiden zugerechnete Azadirachtin, nach Ansicht von Fachleuten durch Koevolution mit der Wüstenheuschrecke in Südasien entstanden sein könnte, da der Schädling ein spezielles Geschmackssinnesorgan für diese Substanz entwickelt hat. Unter Freilandbedingungen werden die Blätter des Niembaumes von der Wüstenheuschrecke nicht gefressen.

Bei Versuchen mit Niemsamenöl, das als Wirkstoffe u. a. Deacetylazadirachtinol und Azadirachtin enthält, konnte im Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie in Gießen im vergangenen Jahr nachgewiesen werden, daß bei Behandlung schwarmbildender Erst-, Zweit- und Dritt-



Abb. 8: Mit Niemsamenöl behandelte Heuschrecke, deren Flügel und Beine stark geschädigt sind.

larven der Wüstenheuschrecke *S. gregaria* und von Erst- und Zweitlarven der Afrikanischen Wanderheuschrecke Schritt für Schritt ältere Larvenstadien entstehen, die grün oder braun gefärbt sind, also Merkmale der Solitärphase zeigen (Abb. 7). Diese Tiere sind wesentlich weniger aktiv als Kontrolltiere und zeigen Defekte, z. B. an den Fußgliedern, was ihre Beweglichkeit erheblich einschränkt. Aber auch dann, wenn die Füße bei den Häutungen nicht geschädigt werden, ist die Lauf- und Kletteraktivität der Heuschrecken stark reduziert. Sehr auffällig sind Schäden an den Fühlern, die nach Anwendung von Niemsamenöl Schritt für Schritt degenerieren, was die Fitneß der betroffenen Tiere erheblich vermindert. Geschädigt werden auch die Augen, was das Sehvermögen mehr oder weniger beeinträchtigen dürfte. Falls es den behandelten Heuschrecken bei Anwendung niedriger Konzentration gelingt, bis zum vollentwickelten Stadium zu kommen, so ist dieses durch stark geschädigte Flügel und Beine charakterisiert (Abb. 8). Die Tiere sind des-

halb auch nicht flugfähig und nur wenig beweglich. Die Schäden beruhen auf einer Störung des Hormonsystems der Insekten. Wenn es gelänge, die Leistungsfähigkeit („Fitneß“) und die Entwicklung der Wanderheuschrecke auch unter Freilandbedingungen durch die Anwendung des in Afrika selbst in größeren Mengen produzierbaren, billigen, nicht eßbaren, für Warmblüter nicht giftigen Niemsamenöls in ähnlicher Stärke wie im Labor negativ zu beeinflussen, könnte die Gefahr der Schwarmbildung zumindest stark reduziert werden. Die geschädigten Heuschrecken würden durch die Behandlung mit Naturstoffen außerdem auch nicht sofort ausgeschaltet, sondern könnten natürlichen Feinden wie Vögeln als Nahrung dienen. Damit würde ein Bekämpfungskonzept verwirklicht, das wesentlich umweltverträglicher ist als breitwirkende, akut toxische, synthetische Produkte. Die erforderlichen Freilandversuche wurden in Benin in Westafrika durch einen Mitarbeiter des Instituts vor kurzem aufgenommen.

Zum Autor:



Prof. Dr. Heinrich Schmutterer,

Jahrgang 1926, ist Inhaber der Professur für Angewandte Entomologie am Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie. Er habilitierte sich in Gießen mit einer Arbeit über Insekten mit beißend-kauenden Mundwerkzeugen als Vektoren phytopathogener Viren. Schwerpunkte seiner Arbeit sind umweltverträgliche Alternativen (Naturstoffe) zu synthetischen Insektiziden, Nebenwirkungen von Schädlingsbekämpfungsmitteln auf natürliche Feinde von Schadinsekten, biologische Bekämpfung und die Ökologie tropischer Insekten. Er ist Autor, Mitautor, Herausgeber und Mitherausgeber einiger Fachbücher sowie Mitherausgeber mehrerer Fachzeitschriften.

mit einer Arbeit über Insekten mit beißend-kauenden Mundwerkzeugen als Vektoren phytopathogener Viren. Schwerpunkte seiner Arbeit sind umweltverträgliche Alternativen (Naturstoffe) zu synthetischen Insektiziden, Nebenwirkungen von Schädlingsbekämpfungsmitteln auf natürliche Feinde von Schadinsekten, biologische Bekämpfung und die Ökologie tropischer Insekten. Er ist Autor, Mitautor, Herausgeber und Mitherausgeber einiger Fachbücher sowie Mitherausgeber mehrerer Fachzeitschriften.

Khat in Äthiopien

Ein Genußmittel mit Nebenwirkungen

Von Jochen Alkämper, Susanne Esser und Christoph Schmitt

Die Pflanzenwelt bietet nicht nur Nahrungsmittel, sie liefert auch Stoffe, die anregen, berauschen und sogar Sucht erzeugen. Eine dieser Pflanzen ist *Catha edulis* FORSKAL, kurz Khat genannt. Sie liefert ein pflanzliches Amphetamin. Khat pflanzen vor allem die Bauern im östlichen Hochland von Äthiopien, in der Verwaltungsregion Hararghe an. Daneben hat Khat nur noch für die Menschen im Jemen eine vergleichbare Bedeutung. Die Forschung hat sich bis heute meist auf die chemische Zusammensetzung der Inhaltsstoffe von Khat konzentriert. Es blieben daneben offene Fragen wie: Beeinflusst das Kauen von Khat die Ernährungsgewohnheiten? Werden durch den Khatanbau weniger Nahrungsmittel produziert? Bremsen die Khatsträucher die Erosion? Wie ernten, verarbeiten und vermarkten die Bauern den Khat? Welche ökonomische Rolle spielt die Pflanze? Diese und weitere Fragen wollten Prof. Dr. Jochen Alkämper, Dipl. oec. troph. Susanne Esser und Dipl. Ing. agr. Christoph Schmitt von der Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung des Tropeninstituts der Justus-Liebig-Universität Gießen klären. Das Vorhaben führten sie in Zusammenarbeit mit der Alemaya University of Agriculture in Äthiopien durch.

Khat wächst besonders gut in Höhenlagen zwischen 1800 und 2400 Metern über dem Meeresspiegel. Die günstigste Durchschnittstemperatur liegt bei 19 °C und die optimale Niederschlagsmenge bei 600 bis 1200 Millimeter (zum Vergleich dazu die Werte der Stadt Gießen: 200 Meter über dem Meeresspiegel, 8 °C Durchschnittstemperatur, 600 Millimeter Jahresniederschlag).

Die Botaniker zählen Khat zur Familie der Celastraceae, zu der auch die bei uns heimische Pflanze „Pfaffenhütchen“ gehört. Der wildwachsende Khat gehört zur Waldrandflora der immergrünen Bergwälder. Dort

kann er eine Höhe von bis zu 25 Metern erreichen. In Hararghe, dem Hauptanbaubereich in Äthiopien, gibt es Khat aber heute nur noch als Kulturform. Dort läßt man ihn nicht höher als 1,5 bis 2,5 Meter wachsen, da sonst die Ernte zu schwierig wird.

Die länglich ovalen Blätter des Khat sind ledrig, meist etwa 20 Millimeter breit und etwa 60 Millimeter lang. Die Blüten entspringen neben den Blättern in den Blattachseln und sind nicht größer als 30 Millimeter im Durchmesser. Durch ihre gelbgrüne Farbe fallen sie kaum auf. Die Stämme des Khat tragen eine graugrün gefärbte Rinde und sind ungewöhnlich stark mit

