Entomologie heute 19 (2007): 197-213

Insekten zum Nutzen und Vergnügen der Menschen

Insects for Human Benefit and Pleasure

JOACHIM SCHLIESSKE

Zusammenfassung: Die in der Gebrauchsentomologie zitierten Insekten werden als Produktlieferanten und Dienstleister vorgestellt. Zu den erfolgreichsten Insekten, die Produkte im Bereich der Nahrungsmittel, Heilmittel oder der Gebrauchsgüter liefern, gehört die Honigbiene, die im Dienstleistungsbereich durch ihre Bestäubungstätigkeit eine besondere Stellung einnimmt. Insekten, die als Nahrung genutzt werden, sind in ihrer Energiebilanz den Wirbeltieren überlegen und in tropischen und subtropischen Regionen eine wichtige Proteinquelle für die einheimische Bevölkerung. In der Belieferung des Weltmarktes mit Seide, einem Produkt des Maulbeerseidenspinners, ist China mit 42000 t p.a. führend. Die Verwendung von prächtig gefärbten Insekten als Dekorationsmaterial hat eine bis in die Gegenwart andauernde Tradition. Die Dienstleistungen der Arten, die im Agrarbereich eingesetzt werden, konzentrieren sich auf den biologischen Pflanzenschutz. In Deutschland sind etwa 50 Insektenarten als Parasitoide oder Prädatoren gegen Phytophage im Einsatz. Im Gesundheitswesen wird zunehmend wieder die therapeutische Myiasis zur Wundbehandlung angewandt. In der Grundlagenforschung sind seit mehr als 100 Jahren Fruchtfliegen die bevorzugten Labortiere. Zunehmend holen sich auch die Ingenieurwissenschaften Ideen für innovative Entwicklungen aus der Insektenwelt. In China werden die Revierkämpfe von Grillenmännchen wie sportliche Ereignisse inszeniert und hohe Wetten auf den Ausgang der Kämpfe abgeschlossen.

Schlüsselwörter: Insektenprodukte, Insektendienstleistungen, Honigbiene, Seidenraupe, biologischer Pflanzenschutz

Summary: Several insects cited in literature of applied entomology are presented as suppliers of products and services for the benefit of man. One of the most useful insects providing food, medicine and utility goods for man is the honey bee. With regard to services the honey bee is of particular significance due to its pollinating activity. Regarding energy balance insects used as food are superior to vertebrates. In tropical and subtropical regions they are an important protein source for the indigenous people. Regarding silk, the product of the silkworm, China is the chief supplier, delivering 42 000 t p.a. to the global market. The use of beautifully coloured insects for decoration has a long tradition. The services of species used in agriculture focus on biological plant protection. In Germany approximately 50 insect species are used as parasitoides or predators against phytophagous invertebrates. In health service the use of therapeutic myiasis for the treatment of wounds is increasing again. In pure research fruit flies are preferred experimental animals for more than 100 years and examples from insects give engineers the ideas for technical innovations. In China the territorial fights of male crickets are sporting events and high bets are accepted on the results of these fights.

Keywords: insect products, insect services, honey bee, silkworm, biological plant protection

1. Einleitung

Aufgefordert, Insekten zu benennen, die den Zwecken und Interessen des Menschen dienen, fallen einem spontan die Honigbiene, der Seidenspinner und vielleicht auch noch Flöhe im Flohzirkus ein. Aber es gibt weitaus mehr Insektenarten und deren Produkte sowie Dienstleistungen, die vom Menschen genutzt werden können. Viele sind selbst-

verständlich, andere aber auch so exotisch, dass sie nicht in unser Bewusstsein dringen oder wir kaum Kenntnis von ihnen haben.
Insekten in Religion und Mythologie, wie LEVINSON & LEVINSON (2005) sie aus dem Ägypten der Pharaonenzeit beschreiben, sind dagegen oft gegenwärtig. Die kulturgeschichtlichen Aspekte, die die kulturelle Entomologie oder einen Zweig von ihr, die Ethnoentomologie, prägen (WEIDNER 1995), sind nicht Gegenstand des vorliegenden Übersichtsartikels. So werden z. B. Insekten, die Künstlern als Vorlage dienen, keine Berücksichtigung finden, wohl aber solche, die direkt in Kunstwerken verarbeitet werden und somit Teil derselben sind. Da die Wurzeln der angewandten wirtschaftlichen Entomologie nach WEIDNER (1995) vielfach in der kulturellen Entomologie liegen, wird es zum Verständnis der Entwicklung zur Nutzung von Insekten aber auch Rückgriffe auf diese Disziplin geben müssen.
Im Folgenden werden die nutzbaren Insekten auf die Produktlieferanten und die Dienstleister reduziert, so dass sich unter Ausschluss des kulturentomologischen Einflusses dafür der Begriff der „Gebrauchsentomologie" prägen lässt. Eine vollständige Erfassung der als nutzbar geltenden Insekten und ihres Gebrauchs, und damit verbunden die Suche nach und Bewahrung von historischen Unterlagen, können allerdings nur einer lexikalischen Dokumentation vorbehalten bleiben. In der vorliegenden Darstellung wird auf das Zitieren von Lehrbüchern und Lexika weitgehend verzichtet. Viele durchaus interessante Quellen, die nicht immer den Ansprüchen einer wissenschaftlichen Publikation entsprechen, wurden jedoch aufgenommen, um die Vielfalt der Verwendung von Insekten aufzuzeigen.

2. Produktlieferanten

2.1. Nahrungsmittel

Das wirtschaftlich produktivste und vielseitigste Insekt ist die Honigbiene, *Apis mellifera* L. Ihre gesamten, über die Nahrungsmittelproduktion hinausgehenden Leistungen reichen von Honig über Pollen, Gelee Royal, Propolis, Wachs, Gift und Drohnenlarven bis hin zu Dienstleistungen wie Blütenbestäubung, Indikatoraufgaben und den militärischen Einsatz zur Minensuche. Wegen ihres Honigs und ihrer Larven als Proteinquelle wird sie seit Menschengedenken genutzt. Als der Mensch sesshaft wurde und lernte, die Bienen in beweglichen Beuten, Behältnissen, in denen das Bienenvolk lebt, zu halten, kam auch die Gewinnung des Wachses hinzu. Sie erlangte mit Ausbreitung des Christentums eine besondere Bedeutung, als der Bedarf zur Herstellung von Kerzen für die Kirchen und Klöster stark zunahm. Detailliertere Angaben zu den einzelnen Produkten werden in den entsprechenden Kapiteln gegeben.
In Europa ist nur *A. mellifera* mit ihren regionalen Unterarten in der Obhut des Menschen. Weitere acht *Apis*-Arten sind in Asien beheimatet. Vor allem *A. cerana, A. dorsata* und *A. florea* werden dort von der einheimischen Bevölkerung genutzt (KOENIGER & KOENIGER 2006). Neben der 1822 nach Australien eingeführten Europäischen Honigbiene werden dort stachellose Bienen (Meliponini), z. B. *Trigona carbonaria*, zur kommerziellen Honigproduktion gehalten. Honig, Pollenvorräte und Brut dieser Bienen wurden auch schon früher von den Ureinwohnern genutzt (SEDLAG 2007). Auch die Völker Afrikas nutzen Wildbienen, so die Pygmäen in Südkamerun, die ebenfalls eine stachellose Bienenart, die den beliebten Dandu-Honig liefert, ausbeuten (v. MEURERS 2005).
Ein weiteres süßes Produkt wird von Honigameisen (Abb. 1) gewonnen. Arbeiterinnen der australischen *Camponotus inflatus* werden von ihren sammelnden Artgenossinen mit Nektar und Honigtau gefüttert, bis das Abdomen auf Erbsengröße anschwillt. Diese Honigtöpfe hängen an der Decke des Nestes und dienen anderen Arbeiterinnen als Honigspender. Eine weitere australische

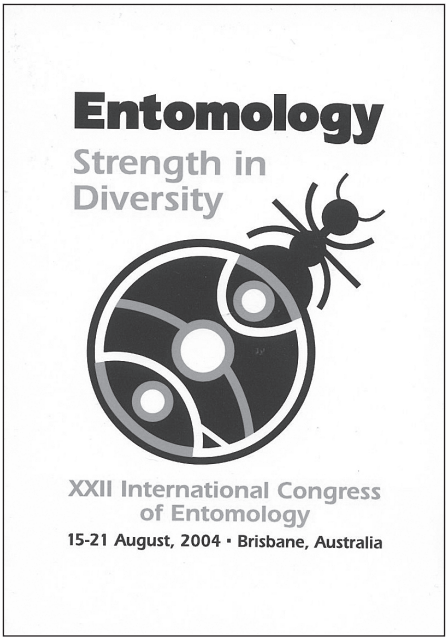

Abb. 1: Australische Honigameise als Werbeträger.
Fig. 1: Honeypot ant from Australia as an advertising medium.

Ameisenart, die ebenfalls solche Vorräte anlegt, ist *Melophorus bagoti*. Beide Arten werden von den Einheimischen ausgegraben und verzehrt. Die in Nordamerika heimischen Honigameisen (*Myrmecocystus* spp.) gewinnen den Nektar aus dem Sekret der durch Gallwespen verursachten Galläpfel von *Quercus undulata* (Krausse 1925). Im Südosten Afrikas kommt die Art *Anoplolepis trimeni* vor, die ebenfalls als Honigtopf genutzt wird.

Entomophagie ist in den tropischen und subtropischen Regionen mit ihrem Insektenreichtum weit verbreitet. Nach Fritzsche & Gitsaga (2002) gibt es weltweit derzeit etwa 1420 Insektenarten, die als Nahrung genutzt werden. Noch im 19. Jahrhundert wurden auch in Deutschland Insekten, vor allem Maikäfer (*Melolontha* spp.), verzehrt, und in manchen Kochbüchern der damaligen Zeit finden sich Rezepte für Maikäfersuppen (Weidner 1990).

Betrachtet man die Energiebilanz von Wirbeltieren und Insekten, so scheint es durchaus sinnvoll zu sein, sich von Insekten zu ernähren. Beim Rind ist sie mit 8 : 1 recht ungünstig, d.h. das Tier muss 8 kg pflanzliches Eiweiß verwerten, um 1 kg tierisches Eiweiß zu erzeugen. Bei Heuschrecken liegt das Verhältnis bei 3 : 1, ist also weitaus günstiger. Vergleicht man die Proteinanteile verwertbarer Tiere – Heuschrecken 50 bis 75 %, Fisch 21 %, Huhn 23 %, Schwein 7 % –, so schneidet hier das Insekt am besten ab (Comby 2006).

Im südlichen Afrika wird die Larve des Nachtpfauenauges *Gonimbrasia belina*, auch Mopaneraupe genannt, da sie sich auf *Colophospermum mopane* (Leguminosae) entwickelt, gesammelt und kommerziell verwertet. Noch in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden mehr als 1600 Tonnen p. a. geerntet. Die Mopaneraupen, die jetzt nicht mehr in den früheren Mengen vorkommen, sind eine sehr wichtige Proteinquelle für die einheimische Bevölkerung. Die Tabellen 1 und 2 zeigen die Unterschiede in den Inhaltsstoffen zwischen Mopaneraupen und Sojabohnen und belegen den hohen Nährwert dieser Insektenart. Die offenbar wohlschmeckenden, nahrhaften Mopaneraupen werden zur Aufbewahrung getrocknet und auf einheimischen Märkten verkauft (Snyman & Sawa 2001).

Die Raupen sind in Botswana neuerdings auch in Restaurants zu bekommen. Ein traditionelles Rezept empfiehlt 500 g getrock-

Tab. 1: Die Eiweiß-, Fettsäure- und Fettgehalte der Larven von *Gonimbrasia belina* und reifen Sojabohnen im Vergleich (mg/g Trockengewicht) (verändert nach Glew et al. 1999).
Table 1: Comparison of protein, fatty acid and lipid content of *Gonimbrasia belina* larvae and mature soybean seeds (mg/g dry weight) (modified from Glew et al. 1999).

	Gonimbrasia belina	Sojabohnen
	gemittelt	gemittelt
Gesamt-Eiweiß	482,7	388,5
-Fettsäure	152,8	161,9
-Fett	206,3	209,4

Tab. 2: Vergleich der Mineralstoffgehalte von *Gonimbrasia belina*-Larven und reifen Sojabohnen (mg/g Trockengewicht) (verändert nach GLEW et al. 1999).
Table 2: Comparison of mineral content of *Gonimbrasia belina* and soybeans (mg/g dry weight) (modified from GLEW et al. 1999).

	Gonimbrasia belina	Sojabohnen
	gemittelt	gemittelt
Kalzium	2,73	6,07
Eisen	304,00	109,00
Kalium	15,80	19,10
Magnesium	1,85	2,00
Natrium	18,80	462,00
Phosphor	6,34	5,98

nete Raupen unter fließendem kalten Wasser vorsichtig abzureiben, diese in einen Topf zu geben, mit Wasser zu bedecken und Salz zuzufügen, dann die Raupen bei offenem Topf etwa 10 min köcheln zu lassen, bis sie das ganze Wasser aufgesogen haben, vier Esslöffel Pflanzenöl hinzuzufügen und das Ganze bei starker Hitze etwa 5 min schmoren zu lassen und anschließend die Raupen im vorgeheizten Backofengrill 10 bis 15 min zu grillen, bis sie leicht knusprig sind (SNYMAN & SAWA 2001).

Ein weiteres, von Termiten kultiviertes Nahrungsmittel sind die „Omajova"-Pilze (*Termitomyces* spp.). Die Termiten (Macrotermitinae) legen in ihren mächtigen Festungsbau-

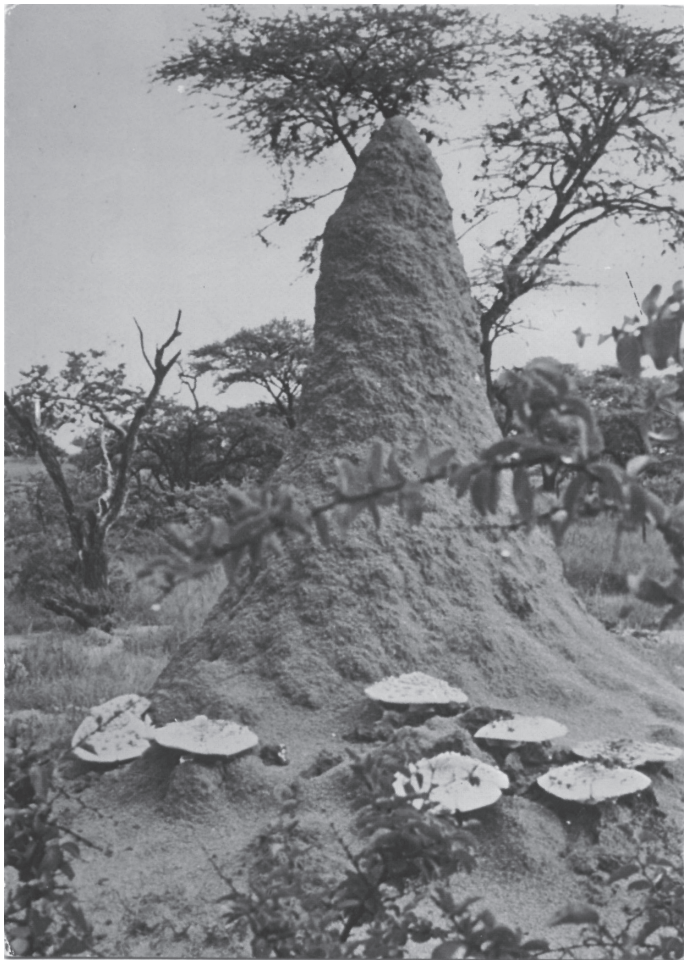

Abb. 2: Termitenhügel mit „Omajova"-Pilzen (*Termitomyces* sp.) in Namibia (Foto: W. BRONS).
Fig. 2: "Omajova"-mushroom (*Termitomyces* sp.) and termite hill in Namibia. (Photo: W. BRONS)

ten (Abb. 2) Pilzgärten an, aus denen sich nach Regenfällen auf der Schattenseite des Hügels die Fruchtkörper des Pilzes entwickeln, die nach außen durchbrechen und so geerntet werden können. In Namibia bietet zur Zeit des „Omajova"-Pilzes die heimische Landbevölkerung diese Delikatesse entlang der Straßen an.

2.2. Heilmittel

Auch bei den in der Medizin eingesetzten Insektenprodukten führt wiederum die Honigbiene mit mehreren Stoffen die Liste der Lieferanten an. Honig und Pollen liefern dem Körper nicht nur Nährstoffe, sondern sie erzielen im gesunden wie im geschwächten oder gestörten Organismus oft nachweisbare Heileffekte (Dustmann 2006). So wird Honig unter anderem auf Grund seiner antiseptischen Wirkung zur Wundbehandlung eingesetzt, vor allem in problematischen Fällen, wenn Wunden schlecht heilen oder darin befindliche Bakterien, die gegen Antibiotika bereits resistent geworden sind, die Heilung verhindern. Honig reinigt die Wunde, schützt sie vor Infektionen, vertreibt den Wundgeruch, mindert das Wundödem und beschleunigt die Heilung (Münstedt 2006). Sicherlich sind auch hier noch Forschungen, speziell zu den verschiedenen Honigsorten, notwendig, da bestimmte Wirkungen auf Bestandteile des eingetragenen Nektars der besuchten Blütenpflanze zurückgeführt werden.

Die Honigbiene hat wahrscheinlich die wirksamsten antiviralen Substanzen entwickelt. Der Verzehr von Propolis, Harze von den Knospen von Pappel, Birke und anderen Gehölzen, die von den Bienen bearbeitet werden und antimikrobiell wirken, und Gelee Royal, einem speziellen Futtersaft zur Aufzucht von Bienenköniginnen, zusammen mit Honig und Pollen kann in Zeiten viraler Epidemien einen präventiven Schutz darstellen. Durch Aktivierung der Lymphozyten und Stimulierung der antiviralen Wirkung von Propolis können diese Bienenprodukte zu einer effektiven Stärkung des Immunsystems beitragen (Dustmann 2006).

Bienengift, eine wasserklare Flüssigkeit von scharfem, bitterem Geschmack, wird in Salben zum Einreiben und Lösungen zum Einspritzen bei rheumatischen Muskel-, Nerven- und Gelenkerkrankungen sowie bei Kälteschäden angewandt. Das Gift gewinnt man durch elektrische Reizung oder indem auf den Hinterleib der Biene ein mechanischer Druck ausgeübt wird, der sie veranlasst, in eine geeignete Unterlage zu stechen. Das Gift wird aus dieser Unterlage extrahiert oder in physiologischer Kochsalzlösung aufgefangen. Wichtige Bestandteile des Giftes sind die Enzyme Phospholipase A_2 und Hyaluronidase sowie die physiologisch aktiven Peptide Melittin, Apamin und MCD-Peptid. Die lokale Entzündung nach einem Bienenstich ist in erster Linie auf die Freisetzung von Histamin aus Gewebemastzellen durch Melittin und MCD-Peptid zurückzuführen (Nitschmann & Hüsing 2002).

Aber auch andere Insekten liefern Stoffe von medizinischer Bedeutung. Ölkäfer (Meloidea) enthalten Cantharidin, ein Terpenanhydrid, das in den verschiedenen Arten dieser Käfer zwischen 0,25 bis 0,5 % Anteil zur Körpersubstanz enthalten ist (vgl. dazu auch Dettner 2007). Die Giftwirkung des Cantharidins beruht auf der Hemmung des Enzyms Proteinphosphatase im Zellstoffwechsel. Als tödliche Dosis für einen erwachsenen Menschen werden 0,03 g angegeben. Die starke Wirkung des Cantharidins war auch schon in früheren Zeiten bekannt und wurde von Heilkundigen vielfältig genutzt. Vom 16. Jahrhundert an ist der Gebrauch von Ölkäfern bei chronischen Hautkrankheiten, bei Hydrophobie, Gonorrhoe, Nieren- oder Blasensteinen sowie als Wurmmittel belegt (Klausnitzer 2002). Aber auch als Abortivum und vor allem als Aphrodisiakum ist die Verwendung der „Spanischen Fliege" (*Lytta vesicatoria*) bis heute bekannt. Allerdings hatte die Einnahme des Liebestrankes als sexuelles Stimulans häufig auch einen qualvol-

len Tod zur Folge. Noch gegen Ende des 18. Jahrhunderts musste nach einem Erlass der preußischen Regierung die Maywurm-Latwerge gegen Tollwut stets in den Apotheken vorrätig gehalten werden. Die dickbreiige Latwerge bestand aus Honig und anderen Stoffen, der man die Maiwürmer, Weibchen bestimmter *Meloe*-Arten, beimengte. In den Handel gelangten die Ölkäferarten auf Schnüre gezogen, wurden dann in Honig und Öl konserviert und extrahiert (JUNG-HOFFMANN 2005). Die Anwendung von Cantharidin in der Humanmedizin ist heute nur noch wenig gebräuchlich. Bei bestimmten Therapien mit Pflastern aufgetragen, verursacht es Hautreizungen und Blasenbildung.

Sicherlich verwenden weltweit noch viele indigene Volksgruppen Insekten oder deren Produkte als Heilmittel. So benutzen die australischen Ureinwohner die Seidengespinste von Prozessionsspinnern (Notodontidae) als schützenden Wundverband. Die fettreichen Larven von *Xyleutes leucomochla* (Cossidae), die man aus den Wurzeln von Akazienbüschen („witchety bush") gewinnt, werden als Nahrung sowie zerquetscht zur Versorgung von Wunden verwendet und eine Buschschabe (Blattidae) wird als Lokalanästhetikum eingesetzt (CHERRY 1993).

2.3. Gebrauchsgüter

Das Speicheldrüsensekret der Raupe des Chinesischen Maulbeerseidenspinners, *Bombyx mori,* hat im griechischen und römischen Altertum die zentralasiatischen und südeuropäischen Völker und insbesondere diejenigen, durch deren Siedlungsgebiete die legendäre Seidenstraße führte, wie kein anderes Produkt beeinflusst. Nach einer Legende soll Si-Ling, Gemahlin des Kaisers Huang-ti, die Seidenherstellung um 2640 vor Christus entdeckt haben (BERENBAUM 1997).

Der Seidenfaden besteht aus Fibroin (75-80 %), der paarigen, eiweißhaltigen inneren Schicht, und Sericin (20-25 %), der klebrigen äußeren Schicht, die durch Kochen entfernt wird, um der Seide ihren typischen Schimmer zu verleihen. Die Raupe spinnt mit einer Geschwindigkeit von 15 cm in der Minute zusammenhängende Fäden von bis zu 800 m Länge, aus denen sie ihren Kokon fertigt, der die Seidenfäden liefert. Etwa 500 g Seide oder 1700 Kokons werden benötigt, um beispielsweise ein Damenkleid herzustellen. Um die Raupen zu ernähren, die diese Kokons spinnen, müssen etwa 60 kg Maulbeerblätter (*Morus alba*) verfüttert werden (BERENBAUM 1997).

Bombyx mori ist heute so weit domestiziert, dass der Schmetterling ohne den Menschen nicht überleben kann, da unter anderem die Flugfähigkeit verloren ging. Weltweit werden etwa 72000 t Rohseide p.a. produziert, dabei ist China mit 42000 t p.a. führend (LEGEL 1993). Europa, wo der Seidenspinner seit dem 6. Jahrhundert n. Chr. gehalten wird, trägt lediglich mit 360 t p.a. zur Gesamternte bei. Die Ausbreitung der Seidenraupenhaltung in nördlichere Regionen erfolgte vom Mittelmeergebiet aus, wo das Klima für den Anbau von Maulbeerbäumen (*Morus alba*) günstig ist. Im 14. Jahrhundert entstand in Südfrankreich ein Zentrum der Seidengewinnung. Im 17. Jahrhundert führten Hugenotten den Seidenbau nach Deutschland ein, wo er Mitte des 19. Jahrhunderts durch die Prebrine-Krankheit der Raupen, die durch *Nosema bombycis,* ein zu den Mikrosporidia gehörendes endoparasitisches Protozoon, hervorgerufen wird, zum Erliegen kam. Danach hat die Produktion von Seide in Deutschland nie mehr besondere Bedeutung erlangt. Lediglich die noch vorhandenen Maulbeerbaumpflanzungen erinnern heute noch daran. Eine wirtschaftliche Serikultur, wie der Seidenbau auch genannt wird, ist auf eng begrenzte Zonen der Erde beschränkt, deren Zentren in Ostasien zwischen dem 36. und 30. Grad sowie in Vorderindien und Europa nahe dem 45. Grad nördlicher Breite liegen (BENECKE 1994). Neben dem Maulbeerseidenspinner *B. mori* werden aus der Familie der Bombycidae auch *Bombyx cythia,* der Rhizinus-Seidenspinner,

und in Indien, Malaysia und Indonesien *Theophila huttoni* zur Seidengewinnung verwendet. Tussahseide wird von den Augenspinnern (Saturniidae) *Antheraea yamamai, A. pernyi* und *A. paphia* gewonnen. Die sogenannte Wildseide liefern u.a. *Philosamia cynthia,* der Götterbaumspinner, dessen Wirtspflanze *Ailanthus glandulosa* (Simaroubaceae) ist, *Platysamia* spp., *Telea* spp., *Attacus* spp. und *Saturnia pyri,* das Große Nachtpfauenauge. Noch weitere 400 Arten von Schmetterlingen können Seidenfäden erzeugen, die bisher aber nicht genutzt werden (Payer 2001; Pernot 2007).

In Imkereibetrieben fällt als Nebenprodukt der Honigerzeugung Bienenwachs an. Dies ist ein Stoffwechselprodukt, das die Arbeitsbienen in einer bestimmten Phase ihres Lebens aus Wachsdrüsen am unteren Abdomen ausscheiden. Hauptbestandteile sind Myricin, Cerinsäuren, Melissinsäure, höhere Alkohole und Kohlenwasserstoffe. Das Wachs wird überwiegend zum Wabenbau benötigt. Die Wachsproduktion eines Volkes kann in einem guten Trachtjahr etwa 900 g betragen (Nitschmann & Hüsing 2002). Bienenwachs, das beträchtliche wirtschaftliche Bedeutung hat, wird in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie, in der Süßwarenindustrie, bei der Druckfarbenherstellung sowie auch in der Elektronik benötigt. Am bekanntesten ist die Verwendung von Wachs in der Kerzenfertigung oder als Werkstoff für Künstler. Erwähnung findet der Einsatz von Wachs beim Bronzeguss schon in der Bibel (Legel 1993). Die Honigbiene ist aber nicht alleiniger Wachslieferant. In China wird das vor allem von den männlichen Larven der Napfschildlaus *Ericerus pela* (Coccidae) ausgeschiedene Wachs verwertet (Jacobs & Renner 1998).

Ab Mitte des 19. Jahrhunderts lösten in vielen Bereichen die synthetisch erzeugten Farbstoffe die Naturfarbstoffe ab. Zum Anfärben von Lebensmitteln, Getränken und Kosmetika wurden Naturfarbstoffe aber vielfach weiterverwendet. So wird das Karmin, das den zu färbenden Materialien ein charakteristisches Rot verleiht, aus getrockneten und fein zermahlenen weiblichen Koschenille-Schildläusen, *Dactylopius cacti* (Coccina, Dactylopiidae), gewonnen. Die in Mittelamerika beheimateten Läuse leben auf Feigenkakteen (*Opuntia ficus-indica, O. filifera*; Cactaceae), deren Saft sie saugen. Schon die Azteken benutzten sie zur Herstellung von Farbstoff. Seit 1826 werden die Tiere auf den Kanarischen Inseln gehalten, wo die Opuntienfelder besonders auf Lanzarote auch heute noch zu sehen sind. Zur Gewinnung der erbsengroßen Schildläuse werden diese mit einem Spatel von den Opuntien gekratzt, gereinigt, in heißem Wasser abgetötet, getrocknet und zermahlen. Etwa 140000 Tiere ergeben 1 kg Pulver, aus dem etwa 50 g Karmin gewonnen werden.

Schon vor Christi Geburt wurde die im Mittelmeergebiet vorkommende Kermeslaus *Kermes vermilio* (Coccina, Kermesidae) zur Farbstoffgewinnung genutzt. Die Insekten leben auf der Färber- oder Kermeseiche *Quercus coccifera* (Fagaceae). Die Ernte der Laus ist ebenso mühsam wie die der Koschenille. Eine Person kann etwa 1 kg Schildläuse am Tag ernten, was etwa 200 g getrockneter Substanz entspricht. Da die Kermeslaus nur eine Generation p.a. hat, ist die Produktion des roten Farbstoffes Karmesin sehr begrenzt (Berenbaum 1997). In Südostasien lebt auf Feigen und anderen Baumarten die Schildlaus *Laccifer lacca* (Coccina, Lacciferidae) von der ein Lackharz gewonnen wird. Oft findet man auf den Ästen über 150 Individuen pro cm^2, die fast an der ganzen Körperoberfläche Lackharz, ein komplexes Gemisch verschiedener Polyhydroxysäuren, sezernieren. Die gewaltigen Populationen können Äste mit einer Lackharzschicht von mehr als einem Zentimeter Dicke umgeben. Dieser „Stocklack“ wird gemahlen, gewaschen, gefiltert und gewalzt, sodass flache Flocken entstehen, der handelsübliche „Schellack“, von dem allein Indien 18000 t p.a. herstellt. Wegen seiner physikalischen Eigenschaften

wie Thermoplastizität, Fähigkeit zur Filmbildung, geringe Empfindlichkeit gegen organische Lösungsmittel und gute elektrische Eigenschaften kann er in vielen Industrien, z.B. in der Möbel-, Elektro- und Raumfahrtindustrie, hervorragend eingesetzt werden. Erinnert sei an die 1907 entwickelte Schellack-Schallplatte, die bis zum zweiten Weltkrieg für die wachsende Schallplattenindustrie sehr bedeutsam war. Hinzu kommt, dass Schellack vollständig biologisch abbaubar, ungiftig und geruchlos ist (BERENBAUM 1997).

Die in Osteuropa und dem westlichen Asien von der Gallwespe *Andricus gallae-tinctoria* (Hymenoptera, Cynipidae) hervorgerufenen Aleppo-Gallen an *Quercus infectoria* (Fagaceae) enthalten 50 bis 60 % Gerbsäure, die für Mikroorganismen sehr giftig ist und in Verbindung mit Eisensalzen einen blauschwarzen Niederschlag bildet. Diese Substanz verwendet man seit mehr als 4000 Jahren als Tinte. Aber auch zum Gerben und Färben von Leder sowie in der Kosmetikherstellung, z.B. als Haarfärbemittel wurde die Gerbsäure aus den Aleppogallen verwendet (BERENBAUM 1997).

Die im südlichen Afrika lebenden San oder Buschmänner verwenden die Puppen von drei Erdflohkäfer-Arten (Halticinae) als Quelle für ihre Pfeilgifte. Zwei dieser Käferarten, *Diamphidia simplex* und *D. nigroornata,* entwickeln sich auf dem Laub von *Commiphora africana* (Burseraceae) und die andere, *Polyclada* sp., auf *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae). Alle drei Arten werden im Larvenstadium von den Larven des Laufkäfers *Lebistina* sp. (Carabidae) parasitiert. Die San halten die *Lebistina*-Larven für giftiger als ihre Wirtslarven. Die Larven der Erdflohkäfer lassen sich zu Boden fallen und graben sich etwa 50 bis 100 cm tief in den Boden ein. Die *Lebistina*-Larven klammern sich an die voll ausgewachsenen Erdfloh-Larven und gelangen so in deren Kokons. Diese Kokons graben die San aus, öffnen sie sorgfältig und ziehen die Puppen, die zum Vergiften der Pfeile verwendet werden, vorsichtig heraus. Am häufigsten wird *Diamphidia simplex* benutzt. Die Puppe wird zwischen den Fingern gerollt, um den Inhalt geschmeidig zu machen, dann geöffnet und mit dem austretenden Inhalt leicht über die Bindung zwischen Schaft und Pfeilspitze gestrichen. Etwa acht bis zehn Puppen werden benötigt, um den Pfeil, dessen Spitze nicht präpariert wird, um Unfälle zu vermeiden, mit dem Gift zu versehen. Das Diamphidiatoxin bewirkt eine extrem schnelle, massive Hämolyse und die Störung des Elektrolytgleichgewichts. Darüber hinaus treten Krämpfe, Schwächezustände und Lähmungserscheinungen auf; insgesamt wirkt das Gift neurotoxisch. Aus kurzer Entfernung abgeschossen, um eine ausreichende Eindringtiefe zu erzielen, kann mit diesen Giftpfeilen Wild in der Größenordnung von Giraffen oder Zebras erlegt werden. Das Fleisch des erlegten Wildes ist nicht beeinträchtigt (SKAIFE et al. 1981; ROODT 1998).

Als Gebrauchsgüter müssen auch Insekten aufgeführt werden, die als Adulte oder in ihren Entwicklungsstadien lebend oder tot als Angelköder oder Futter für Terrarientiere gehandelt werden. So werden lebende oder tiefgefrorene Drohnenlarven der Honigbiene vermehrt von Anglern nachgefragt. Lebende Larven werden zu je 50 Stück pro Dose angeboten; sie dürfen nicht über 14 °C gelagert werden, damit sie nicht mit der Verpuppung beginnen. Unter diesen Bedingungen sind sie drei bis fünf Tage am Leben zu halten. Die Palette des im Handel erhältlichen Lebendfutters für Terrarientiere reicht von Springschwänzen (Collembola) über diverse Schabenarten (Blattoptera) bis zu Heuschrecken (Saltatoria). Von den Käfern (Coleoptera) werden hauptsächlich die in Vorräten lebenden Arten, wie der Mehlkäfer *Tenebrio molitor*, und von den Rosenkäfern *Pachnoda butana* verfüttert. Auch eine Reihe von Fliegen- (Diptera) und Falterarten (Lepidoptera) werden zu Futterzwecken in Massen produziert.

2.4. Kunstgegenstände

Die Verwendung von Falterflügeln und Flügeldecken bestimmter Käfer als Dekorationsmaterial hat eine lange Tradition. Der Prachtkäferschrein in Japan, im Jahre 600 von der Kaiserin Suiko errichtet, zeigt buddhistische Symbole und Szenen, in denen die schillernden Flügeldecken von Prachtkäfern verwendet wurden (BERENBAUM 1997). In manchen tropischen Regionen werden aus Schmetterlingsflügeln massenweise folkloristische Kunstgegenstände hergestellt. Dies birgt die Gefahr der „Übersammlung", so dass z.B. in Brasilien und Papua-Neuguinea Schmetterlingszuchtbetriebe entstanden sind. In der Goldschmiedekunst werden bevorzugt Prachtkäfer (Buprestidae) verwendet. Die Käfer werden in Gold gefasst als Brosche oder Anstecknadel getragen. Aber auch zur Verzierung von Textilien werden Elytren von schillernden Käfern verwendet. Die Nagavölker in Nordostindien benutzten die Flügeldecken des Prachtkäfers *Sternocera aequisignata* zur Dekoration von Gewändern (BERENBAUM 1997; KLAUSNITZER 2002). Einen anderen Weg gehen Kathy und Ben Stout, Schmuckdesigner aus Virginia. Sie stellen Schmuck aus den Köchern der Larven von Köcherfliegen (Trichoptera) her, indem sie kleine Halbedelsteine wie Opale und Granate in das Wasser der Aquarien geben, in denen sie die Tiere halten. Aus 50 bis 100 dieser Steinchen bauen die Larven dann die etwa 2 cm langen Köcher. Nach dem Schlupf der Adulten bleiben diese kleinen Edelsteinköcher zurück, die dann zu Ketten, Ohrringen oder Broschen verarbeitet werden (N.N. 2005a).

Abb. 3: Schmetterlinge in einem Kunstwerk verarbeitet („La Maison des Papillons", Musée Dany Lartigue, Saint Tropez). (Foto: FICHAUX).
Fig. 3: Butterflies in an artwork ("La Maison des Papillons", Musée Dany Lartigue, Saint Tropez). (Photo: FICHAUX).

Der französische Maler Dany Lartigue fertigte einzigartige Bilder unter Verwendung von Schmetterlingen (Abb. 3). Neben einer umfangreichen Lepidopterensammlung sind seine Arbeiten im „La Maison des Papillons" in St. Tropez zu sehen.

Zoocecidien, durch Insekten erzeugte Pflanzengallen, spielen bei manchen Naturvölkern als Schmuck eine Rolle. Durch ihren oftmals sehr hohen Gerbsäureanteil sind sie sehr haltbar und können so über einen langen Zeitraum benutzt werden. Die Gallen werden wie Perlen zu Halsketten aufgefädelt (BERENBAUM 1997).

Bei den San sind Rasselschnüre, die an den Beinen befestigt werden, in Gebrauch. Sie werden aus besonders getrockneten Kokons und kleinen Stein- oder Straußeneistücken hergestellt und machen ein eindringlich wischendes Geräusch, wenn die Männer sich im engen Kreis in Trance tanzen. Dieser Trancetanz hat soziale, religiöse und rituelle Bedeutung (WANNENBURGH et al. 1979).

3. Dienstleistungen

3.1. Agrarbereich

Der Einsatz von Insekten, die als Parasitoide oder Prädatoren gegen Phytophage wirken, nimmt stetig zu und konkurriert in manchen dem Erwerb dienenden Pflanzenkulturen ernsthaft mit dem von Insektiziden. In Deutschland werden etwa 50 Insektenarten für die biologische Schädlingsbekämpfung angeboten. Die Hymenopteren stellen mit mehr als 30 Arten von Parasitoiden den Hauptteil der Nützlinge. Weiter werden räuberische Dipteren, Coleopteren und Hetero-

pteren gehandelt. Eine Liste der aktuell angebotenen Nützlingsarten wird vom Institut für biologischen Pflanzenschutz in Darmstadt herausgegeben (www.bba.bund.de).

Zum Einsatz kommen die verschiedenen nützlichen Insektenarten im Pflanzenbau unter Glas oder im Freiland. In Gewächshäusern, die nahezu geschlossene Systeme sind, können sie sehr gezielt gegen einen Schädling eingesetzt werden; oft werden sie auch zur Unterstützung schon vorhandener Nützlingspopulationen ausgebracht. Der Trend zur Entwicklung neuer Strategien in der biologischen Schädlingsbekämpfung setzt sich weiter fort. Ein schon klassisches Beispiel ist der Einsatz einer Schlupfwespe gegen die San-José-Schildlaus *Quadraspidiotus perniciosus* (Homoptera, Diaspidinae), die in Süddeutschland eine ernsthafte Gefahr für den Obstbau darstellte (NEUFFER 1990). Im Jahre 1946 wurde die San-José-Schildlaus an der Bergstraße bei Heidelberg erstmals festgestellt. In den USA wurde sie bereits um 1870 bei der Stadt San José in Kalifornien gefunden. Ihre Heimat ist vermutlich der Norden Chinas und Korea. Bereits 30 Jahre später richtete sie an der Ostküste der USA starke Schäden an, die aber in den folgenden Jahrzehnten durch die Wirkung von natürlichen Gegenspielern auf ein Minimum reduziert wurden; es traten also keine wirtschaftlichen Schäden mehr auf. Einer der Parasitoide der San-José-Schildlaus war die Schlupfwespe *Prospaltella perniciosi* (Hymenoptera, Aphelinidae), die 1950 für die biologische Bekämpfung der San-José-Schildlaus nach Deutschland eingeführt wurde. Sie konnte in Insektarien in Massen auf Wassermelonen, *Citrullus vulgaris* (Cucurbitaceae), und Kürbissen, *Cucurbita maxima* (Cucurbitaceae), die mit San-José-Schildläusen besiedelt waren, gezüchtet werden und wurde dann mit Erfolg freigelassen. Mittlerweile ist diese Schlupfwespe in Süddeutschland eingebürgert und hat den Schildlausbefall um über 90 % reduziert (NEUFFER 1990).

Auch gegen unerwünschte Begleitkräuter von Kulturpflanzen lassen sich Insekten wirksam einsetzen. So wird in Virginia seit 1969 gegen die Distel *Carduus nutans* (Compositae) der Rüsselkäfer *Rhinocyllus conicus* (Curculionidae), der auch auf anderen Distelarten vorkommt, mit Erfolg eingesetzt (KOK & PIENKOWSKI 1984). In der Kleinen Karoo, einer trockenen Hochebene in Südafrika, vermehrten sich die aus Mittelamerika eingeführten Feigenkakteen derart, dass sie zunehmend Weideland verdrängten; ihr Wachstum war nicht einzuschränken. Erst Koschenille-Läuse, *Dactylopius cacti,* schwächten die Kakteen so stark, dass man sie entfernen konnte. Ebenfalls in Südafrika setzt man den aus Florida importierten, nur 2 mm langen Rüsselkäfer *Stenopelmus rufinasus* erfolgreich gegen den Großen Algenfarn *Azolla filiculoides* (Azollaceae) ein, der Flüsse und Seen zuwuchert. Zudem ist der Einsatz der Käfer preiswerter als andere Verfahren (N.N. 1999). Rüsselkäfer der Gattung *Neochetina* kontrollieren das Wachstum von Wasserhyazinthen am Viktoriasee (WILSONA et al. 2007).

Eine andere Dienstleistung von Insekten im Agrarbereich ist die Übertragung von biologischen Pflanzenschutzmitteln in die Blüten der zu schützenden Pflanzen. Der Rapsglanzkäfer *Meligethes aeneus* gehört zu den bedeutendsten Rapsschädlingen. Die Käfer zerstören Knospen und Samen. Zur Bekämpfung können insektenpathogene Pilze wie *Metarhizium anisopliae* eingesetzt werden. Dazu werden wegen ihrer Trachtstetigkeit vor allem Honigbienen, gewissermaßen als „flying doctors“ (EICKERMANN 2006), eingesetzt. Vor das Flugloch des Bienenstockes werden Schalen mit Pilzsporen gestellt. Beim Verlassen des Stockes beladen sich die Bienen mit Sporen und transportieren diese zu den Blüten, wo sich die Rapsschädlinge dann infizieren (EICKERMANN 2006).

In der Bestäubungsimkerei wird nicht der Honigertrag des Bienenvolkes favorisiert, sondern dessen Bestäubungsleistung in Pflanzenkulturen unter Glas, Folie oder auch im Freiland. Der Imker lebt von den Prämien, die ihm die Gartenbaubetriebe pro Volk

zahlen. Neben der Honigbiene werden auch Hummeln, *Bombus terrestris,* und solitäre Bienen eingesetzt. So wird in Maryland, USA, die Pelzbiene *Anthophora abrupta* zur Bestäubung von Preiselbeeren an die Kulturflächen gebracht (LEE 1998). In Deutschland laufen Versuche, die Rote Mauerbiene *Osmia bicornis* als Ergänzung zur Honigbiene in Obstkulturen zu verwenden.

Ältere Gärtner bedienen sich auch heute noch der Zeigerorganismen. So tritt zur Zeit des Apfelwicklerfluges, *Cydia pomonella*, auch der sehr viel größere und auffälligere Weiße Bär, *Spilosoma menthastris,* auf, der dem Praktiker die Gefahr anzeigt, die vom Apfelwickler für seine Obstkultur ausgeht. Das gilt auch für zwei andere Falter. Zur Zeit des Erscheinens des Pflaumenwicklers, *Laspeyresia funebrana*, fliegt auch der auffälligere Zimtbär, *Phragmatobia fuliginosa*, der als Zeigerorganismus auf den unscheinbaren Pflaumenwickler hinweist. Aus Quercy in Frankreich wird berichtet, dass zur Zeit der Trüffelernte bestimmte Fliegenarten auftreten, die offenbar die Reife und den Ort der Trüffel im Boden anzeigen. In Mexiko wird die Qualitätskontrolle bei dem Agavenbrand Tequila („Mescal") mittels einer Insektenlarve durchgeführt, die beim Abfüllen des Getränkes in die Flasche gegeben wird. Zersetzt sich die Larve, war der Alkoholgehalt nicht ausreichend.

Von großer wirtschaftlicher Bedeutung können auch koprophage Insekten sein. Besonders deutlich wurde dies an einem Beispiel aus Australien. Die einheimischen dungfressenden Käfer waren unfähig, den Kot der eingeführten Rinder zu verwerten, so dass sich der Rinderdung häufte und die Populationen der lästigen Fliege *Musca vetustissima* dramatisch anwuchs. Ab 1964 führte man 44 Mistkäferarten aus Europa und Afrika ein. Im Verlauf von 15 Jahren siedelten sich davon 14 Arten dauerhaft an. Dass sich die Dungentsorgung verbesserte und das Fliegenproblem nachließ, ist unter anderem auch dem afrikanischen Mistkäfer *Onthophagus ferox* zu verdanken (BERENBAUM 1997; O'TOOLE 2000).

Abb. 4: Goldfliege *Lucilia sericata* (Diptera:, Calliphoridae) auf einer Briefmarke der Atlantikinsel Ascension (aus HAMEL 1990).
Fig. 4: Ascension Island stamp, green bottle fly, *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae) (from HAMEL 1990).

3.2. Gesundheitswesen

Noch in den Dreißigerjahren des vorigen Jahrhunderts war die therapeutische Myiasis in der medizinischen Wundbehandlung weit verbreitet. Die Behandlung von schlecht heilenden Wunden mit den Larven der Schmeißfliegen *Calliphora vicina* und *C. vomitaria* oder der Goldfliege *Lucilia sericata* (Abb. 4) geriet jedoch durch die Entwicklung der Antibiotika in Vergessenheit. Erst durch die Zunahme der Antibiotika-Resistenzen bei Bakterien erfährt diese Behandlungsmethode eine Renaissance (DINKEL 2005). Heute wird bei akut und chronisch infizierten Wunden fast ausschließlich *L. sericata* eingesetzt. Die Fliegenlarven werden unter sterilen Bedingungen angezogen und, zu je 100 oder 200 in Zellkultur-Röhrchen verpackt, an Arztpraxen und Kliniken versandt. Die Larven werden hier in die Wunden gesetzt und luftdurchlässig abgedeckt. Nach zwei bis drei Tagen müssen sie mit steriler Kochsalzlösung aus der Wunde gespült und durch neue Tiere ersetzt werden. Etwa drei Anwendungen reichen, um die Voraussetzung für eine Heilung zu schaffen. Die Wirkungsweise der Larven beruht auf dem mechanischen Abtragen ausschließlich abgestorbenen Gewebes und dem

Verdauen der die Wunde kontaminierenden Mikroorganismen. Über 90 % der oft langjährigen Wunden, wie z.B. diabetische Fußgeschwüre, heilen ohne Nebenwirkungen ab. Um den Ekeleffekt bei Patienten und Ärzten zu reduzieren, hat man diesem alternativen und sehr erfolgreichen Verfahren der Wundreinigung den unverfänglichen Namen „Biochirurgie" gegeben (POSPISCHIL 2000; STOCKINGER 2001; DINKEL 2005).

Bei chirurgischen Eingriffen benutzen die Indianer des Amazonasgebietes Treiberameisen, um die Operationsschnitte zu verschließen. Soldaten der Treiberameise *Ecton burchellii* werden mit ihren Mandibeln an die Wundränder angesetzt. Haben die Ameisen die Wunde mit den Mandibeln wie mit einer Klammer geschlossen, wird der Kopf vom Körper getrennt, die Kiefer bleiben geschlossen und die Wundränder sind somit fest aneinandergefügt (BERENBAUM 1997; WILSON 2006). Zu demselben Zweck benutzt man in Indien und Teilen Afrikas Arten der Gattung *Camponotus* (BERENBAUM 1997).

In der Veterinärmedizin wird bei Zoo- und Wildtieren zur stressfreien und schmerzlosen Blutentnahme die mexikanische Raubwanze *Dipetalogaster maxima* benutzt. Dieses am Institut für Zoo- und Wildtierforschung in Berlin entwickelte Verfahren vermeidet die Gegenwehr und damit verbundene Aufregung der Tiere, denn eine erhöhte Ausschüttung von Stresshormonen kann die Ergebnisse von Blutuntersuchungen beeinflussen oder sogar verfälschen. Die bis zu zwei Zentimeter große Raubwanze nimmt über ihren feinen Stechrüssel das Blut auf. Für die Blutanalyse wird die Bauchhöhle der Wanze mit einer feinen Hohlnadel punktiert. Das von der Wanze aufgenommene Blut wird im Verdauungstrakt nicht verändert. Bei Tieren wie Fledermäusen, die sehr feine Gefäße haben und bei denen eine Blutentnahme mit der Kanüle unmöglich ist, hat sich der Einsatz der mexikanischen Raubwanze sehr bewährt (N.N. 2004; vgl. dazu VOIGT et al. 2004; BECKER et al. 2006).

3.3. Forschung und Technik

Im Jahre 1900 hatte die Fruchtfliege *Drosophila* spp. in Harvard ihren ersten Auftritt im Labor. Man war auf der Suche nach einem Organismus für embryologische Studien und stieß dabei zufällig auf Fruchtfliegen, die sich auf reifen Weintrauben niedergelassen hatten. Schnell wurde *Drosophila* zum Labortier der Wahl für das Studium der Vererbung, unter anderem, weil sie sich leicht halten und züchten lässt. Ein Weibchen kann mehrere hundert Eier legen; die Generationszeit beträgt nur zwei Wochen. Die große Zahl von Nachkommen aus einer Kreuzung macht es möglich, systematisch nach genetisch veränderten Individuen zu suchen. Zudem kann man die Mutationsrate durch Bestrahlung oder durch Verfüttern gewisser Chemikalien experimentell deutlich erhöhen. So hängen Techniken zur genauen Lokalisierung von Genen für menschliche Krankheiten von den Prinzipien zur Erstellung von genetischen Karten ab, die zuerst mit Hilfe der Fruchtfliege erarbeitet wurden. Erst die Grundlagenforschung an der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* verdeutlichte die Gefahren, die Strahlung für die menschliche Gesundheit bedeutet. Tatsächlich steht die gesamte moderne Genetik, von der Gentherapie über das Klonen bis zum Humangenomprojekt, auf den Fundamenten der Fruchtfliegenforschung des frühen 20. Jahrhunderts (NÜSSLEIN-VOLHARD 1996; BROOKES 2002). Andere Insekten wie Honigbienen und aus den oben genannten Gründen auch Mehlmotten, *Ephestia kuehniella,* Küchenschaben, *Blatta orientalis,* Mehlkäfer, *Tenebrio molitor,* und je nach Eignung noch einige andere mehr, werden in den verschiedensten Forschungsdisziplinen eingesetzt.

Bionik, ein Kunstwort, zusammengesetzt aus Biologie und Technik, beschreibt neue Technologien, die nach dem Vorbild der Natur entwickelt werden. Manche bezeichnen die Bionik auch als Produktpiraterie in der Natur. In der Forschung ist Bionik aber inzwi-

schen zum Dechiffrierschlüssel für die großen Innovationsgeheimnisse der Natur geworden. Man entdeckt in biologischen Systemen lebende Prototypen als Vorbilder für neue, umweltverträgliche Produkte, Prozesse und Strategien (NACHTIGALL & BLÜCHEL 2000).

Das Insekt als bionisch-ökotechnologischer Ideengeber wird im Wissenschaftsschaufenster „Zukunftszentrum Mensch – Natur – Technik – Wissenschaft" der NICOL-Stiftung in Nieklitz, Mecklenburg-Vorpommern gewürdigt (HEYDEMANN 2005) (www.zmtw.de/stiftung.html).

Wenn der Meeresnebel vom Atlantik her über die extrem trockene Namib zieht, zeigen einige Schwarzkäferarten (Tenebrionidae) ein seltsames Verhalten. Um den Nebel optimal einfangen zu können, stellen sich die Käfer (*Onymacris unguicularis, Cauricara phalangium, Stenocara* spp. u.a.) mit dem Kopf nach unten, den Hinterleib in den Wind gestreckt, auf den Grat einer Düne. Der Nebel schlägt sich am Körper des Käfers nieder; die Wassertröpfchen rinnen zur Mundöffnung und werden geschluckt. Die Flügeldecken von *Stenocara* spp. zeigen eine unebene, buckelige Struktur. An den leicht abgeflachten Spitzen dieser Buckel bilden sich Tröpfchen aus dem Kondenswasser, die sich in Rillen sammeln und zum Kopf des Käfers fließen. Diese Struktur der Flügeldecken bildete die Vorlage zur Entwicklung von Dächern und Folien, um den sich niederschlagenden Nebel in regenarmen, ariden Gebieten optimal sammeln zu können (SKAIFE et al. 1981; N.N. 2003).

Die Auswertung insektenkundlicher Spuren zur Klärung kriminalistischer Fragestellungen stellte 1894 erstmals der französische Entomologe MEGNIN vor (HÖRBST 2002). Dabei wird die Liegezeit einer Leiche mittels Altersbestimmung der sich an der Leiche entwickelnden nekrophagen Insekten oder anhand der Analyse der vorgefundenen Artenzusammensetzung bestimmt. Kurz nach Todeseintritt erscheinen Schmeißfliegen (Calliphoridae) an der Leiche und beginnen die natürlichen Körperöffnungen und eventuell vorhandene Wunden anzufliegen und dort ihre Eier abzulegen. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Eier entwickeln, wird von der Umgebungstemperatur und der Artzugehörigkeit bestimmt. Die Artspezifität der Entwicklungszeit und Wachstumsrate macht es möglich, die Zeit zu ermitteln, die die asservierten Insekten unter den Temperaturbedingungen des Fundortes bis zum Erreichen des festgestellten Entwicklungsstadiums benötigt haben. Diese Altersbestimmung erlaubt den Rückschluss auf den Todeszeitpunkt (AMENDT 2005). Von Bedeutung können auch Nachweis und Typisierung von aus Insektenlarven extrahierter menschlicher DNA sein. Auch Drogen oder Medikamente können nach Aufbereitung der Larven oder Puparien gaschromatgraphisch nachgewiesen werden (AMENDT 2005). Der erste überlieferte Kriminalfall, der mit Hilfe von Insekten aufgeklärt werden konnte, datiert aus dem China des 13. Jahrhunderts: Im Jahr 1235 wurde ein Mann in einem Reisfeld mit einer Sichel umgebracht. Alle Arbeiter mussten ihre Sicheln auf dem Dorfplatz ablegen. In der Mittagssonne ließen sich die Fliegen nur auf der Sichel nieder, die noch Spuren von Blut aufwies. Der Besitzer gestand den Mord (HÖRBST 2002).

Die Larvalentwicklung vieler Insekten findet im Wasser statt. Sie haben definierbare Ansprüche an die Wasserqualität und werden oft bei entsprechendem Verschmutzungsgrad verdrängt oder zeigen eine explosive Massenentwicklung. So gelten Eintagsfliegenlarven als sehr empfindlich gegen Gewässerverunreinigungen. Ihre Massenentwicklung wird als Indikator für relativ unbelastete Gewässer angesehen. Wie Untersuchungen entlang des Mississippi zeigten, kann dabei die Wirkung von Abwassereinleitungen erkannt werden. Wasserinsekten eignen sich auch als Indikatoren für kurzfristige Schwermetallbelastungen von Gewässern. Sie sind weniger empfindlich als Fische und können daher nach einem Fischsterben einen Hinweis auf die Ursache einer

solchen Erscheinung geben. Sie akkumulieren Metalle auf voraussagbare und reproduzierbare Weise, wie Tests an der Eintagsfliege *Ephemerella grandis* und der Steinfliege *Pteronarcys californica* mit Blei, Zink, Kupfer und Silber zeigten (ARNDT et al. 1987). Zur Prüfung der Luftqualität werden am Hamburger Flughafen seit 1999 Bienenstöcke in der Nähe der Start- und Landebahnen aufgestellt. Eine eventuelle Belastung der Blütenpflanzen, die auf dem Flughafengelände vorkommen, kann mittels Honiganalyse sicher nachgewiesen werden. Mittlerweile setzen zahlreiche Flughäfen Honigbienen zur Ermittlung von Schadstoffen ein (N.N. 2005b).

Die Fähigkeit von Termiten (Termitidae), lebendes und totes Holz zu verzehren, nutzen die australischen Aborigines, um ihr Windinstrument, das „Didjeridu", herzustellen. Symbiontische Mikroorganismen im Darm der Termiten schließen mittels Cellulasen die Cellulose auf und ermöglichen so den Abbau des Holzes. Die Termiten höhlen Äste bestimmter Bäume aus, aus denen dann die Instrumente gefertigt werden (CHERRY 1993). Zur Präparation der Skelette kleiner Wirbeltiere werden die Speckkäferarten *Dermestes lardarius* und *D. vulpinus* eingesetzt, da so feinste Skelettteile und Knochenstrukturen erhalten bleiben.

Bienen nehmen Düfte über große Entfernungen wahr und können sich Düfte einprägen. Diese Fähigkeit nutzt man, um sie als lebende Geruchsdetektoren einzusetzen. Arbeitsbienen werden nach Erreichen des Flugbienenstadiums mit einem bestimmten Duft angeblasen und bekommen gleichzeitig ein Nektartröpfchen vorgesetzt. Schon nach drei Durchgängen, die nur wenige Minuten dauern, sind die Bienen auf diesen Duft geprägt. Werden sie später wieder mit diesem Duft konfrontiert, reagieren sie reflexhaft und strecken den Rüssel hervor. Das macht man sich z.B. auf Flughäfen zunutze, um zu kontrollieren, ob Sprengstoffe im Gepäck der Passagiere versteckt sind. Die Reaktion der Bienen auf den andressierten Gefahrstoff wird von einer Kamera überwacht und die Bewegungen der Versuchstiere werden von einem Computer ausgewertet. Die olfaktorische Leistung der Bienen ist so differenziert, dass sie noch verwandte Stoffe, wie sie im Sprengstoffbereich vorkommen, voneinander unterscheiden können. Bei Sicherheitskontrollen muss man daher nur unterschiedlich dressierte Bienen hintereinander aufstellen, um verschiedene Sprengstoffarten zu identifizieren (BROCKMANN 2007). Auch zur Detektion von Landminen lassen sich entsprechend trainierte Bienen einsetzen. Mit einer laserbasierten Detektionstechnik lässt sich der Flug der Bienen verfolgen und so die Landmine lokalisieren (JACOBSEN 2006).

Der militärische Einsatz von Bienen und anderen stechenden Hautflüglern ist schon in der Bibel belegt: „Ich will Hornissen vor dir her senden, die vor dir herausjagen die Hiwiter, Kanaaniter und Hethiter" (Exodus 23, 28). Im Mittelalter wurden sie gegen Belagerer von Festungsanlagen eingesetzt, indem man die Bienenkörbe über die Befestigungsmauern auf die Feinde warf (BERENBAUM 1997).

Durch die Verbreitung von Malaria wollte die deutsche Wehrmacht den Vormarsch der Alliierten in Italien 1943 stoppen. Zu diesem Zweck wurde Wasser in die während der Mussolini-Zeit trockengelegten Pontinischen Sümpfe geleitet. Dadurch konnten sich die die Malaria übertragenden Mückenarten wieder ausbreiten, was zu einem drastischen Anstieg der Erkrankungen unter der einheimischen Bevölkerung führte. Die nach Norden vorrückenden alliierten Truppen waren aber bereits mit ausreichend Medikamenten versorgt, so dass diese Maßnahme keinen Einfluss auf das Kriegsgeschehen hatte (N.N. 2006).

Die chinesische Fangschrecke *Tenodera aridifolia sinensis* hat die Kung-Fu-Kampfkunst geprägt, die in vielen Stellungen und Bewegungen das Jagdverhalten dieses Insektes nachahmt. Angeregt von den Beobachtungen die-

ser Gottesanbeterin beim Beuteschlagen, entwickelte der Kampfkünstler Wang Lang vor 400 Jahren in der Provinz Shantung diesen Kampfstil (Berenbaum 1997).

3.4. Unterhaltung

Noch bis in die Sechzigerjahre des vorigen Jahrhunderts war der Flohzirkus auf unseren Jahrmärkten zu finden. Heute sind die Arenen mit den kleinen Artisten selten geworden, vielleicht auch, weil Menschenflöhe, *Pulex irritans,* immer rarer werden (Connif et al. 1996). Die wenigen noch existierenden Schaugeschäfte arbeiten meist mit Katzenflöhen, *Ctenocephalides felis,* die zwar kleiner und schwächer, dafür aber verfügbar sind. Um die Tiere zu handhaben, wird ihnen eine Schlinge aus feinem Draht um den Thorax zwischen Mittel- und Hinterbeine gelegt. Der Floh verliert dadurch die Fähigkeit, zu springen und kann jetzt kleine Karossen und Kanonen ziehen oder auf dem Seil tanzen. Alles sieht nach Dressur aus, ist aber selbstverständlich keine. Der „Dompteur" nutzt lediglich die natürlichen Reflexe sowie die Robustheit und Stärke dieser kleinen, hochspezialisierten Insekten aus (Weidner 1967; Connif et al. 1996).

Seit dem achten Jahrhundert züchtet man in China Grillen wegen ihrer Aggressivität und Revierkämpfe der Männchen werden auch heute noch, wenn auch illegal, wie sportliche Ereignisse inszeniert. Sobald die Grillenlarven alt genug sind, um ihr Geschlecht zu bestimmen, separiert man die Männchen in besonderen Keramiktöpfen und füttert sie mit einem speziell zusammengestellten Substrat aus Bohnen, Reis, gekochtem Getreide, Fisch u.a. Die Tiere leben etwa 100 Tage und können während dieser Zeit ihrem Besitzer hohe Preisgelder einbringen. Zurzeit werden gute Tiere, d.h. gute Kämpfer, mit 500,- Euro pro Exemplar gehandelt (Holte 2006).

In Thailand wie auch anderen tropischen Ländern mit Vorkommen großer Nashornkäferarten werden Wetten über den Kampfausgang von Nashornkäfermännchen abgeschlossen, die um die Vorherrschaft über das Territorium, z.B. auf einem Baumstamm, kämpfen (O'Toole 2000). Noch im vorigen Jahrhundert gab es auf Seeschiffen den Brauch, gegen die Langeweile Schabenwettrennen zu veranstalten. Schaben, *Periplaneta americana, Blatta orientalis* u.a., waren an Bord meistens allgegenwärtig und so war an Rennschaben, die auf einer Tischplatte zwischen zwei Kreidestrichen zum Ziel manövriert wurden, kein Mangel, wie der Autor aus eigener Erfahrung bestätigen kann.

In China hat die Einzelhaltung von Grillen, Feld- und Laubheuschrecken wie auch Zikaden einzig der Lautäußerungen wegen lange Tradition. Die Käfige bestehen aus Bambusstäbchen oder Keramik; mache sind kunsthandwerkliche Kleinode aus Porzellan oder Metall, verziert mit Malereien oder Emaillearbeiten.

Aber auch in den Alpenländern waren hölzerne Grillenkäfige gebräuchlich. Es waren bunt bemalte Häuschen mit einem verschließbaren Eingangsloch auf der Vorderseite. Neben „Einmannkäfigen" gab es auch „Dreimännerhäuser", die auf der Vorderseite drei Öffnungen zeigten, entsprechend der Unterteilung des Innenraumes in drei Kammern. Hier dürften sich die eingesperrten Grillenmännchen gegenseitig zu einem besonders lauten Rivalengesang angeregt haben (Weidner 1977). In Florenz wurde am Himmelfahrtstag das Grillenfest als Volksfest gefeiert. Jedes Kind suchte Grillen, die in Käfigen mitgenommen und dann ans Fenster der Wohnung gestellt wurden. Eine ähnliche Sitte war bis gegen Ende des Ersten Weltkrieges auch in Hamburg verbreitet. Hier hielt man die Männchen der großen grünen Laubheuschrecke *Tettigonia viridissima* in häuschenartigen Pappkäfigen. Dieses Spielen mit Insekten war für die Kinder oft sehr lehrreich und mancher hat durch solche Erlebnisse sein Leben lang ein Interesse an der Entomologie behalten (Weidner 1977).

Literatur

AMENDT, J. (2005): Forensische Entomologie – Insekten auf Leichen. DGaaE Nachrichten 19: 190-192.

ARNDT, U., NOBEL, W., & SCHWEIZER, B. (1987): Bioindikatoren. Verlag Eugen Ulmer; Stuttgart.

BECKER, P. H., VOIGT, C.C., ARNOLD, J.M., & NAGEL, R. (2006): A non-invasive technique to bleed incubating birds without trapping: a blood-sucking bug in a hollow egg. Journal of Ornithology 147: 115-118.

BENECKE, N. (1994): Der Mensch und seine Haustiere. Konrad Theiss Verlag; Stuttgart.

BERENBAUM, M.R. (1997): Blutsauger, Staatsgründer, Seidenfabrikanten. Spektrum, Akademischer Verlag; Heidelberg, Berlin, Oxford.

BIANCHI, C., CANI, F., GERACI, E., LAI, B.M., & MASCIADRI, D. (2003): Il Museo didattico della Seta di Como. Nodo Libri; Como.

BROCKMANN, G. (2007): Duftlenkung gegen Sprengstoffterror. die biene 143/158 (2): 7-9.

BROOKES, M. (2002): Drosophila. Rowohlt Verlag; Reinbek.

CHADWICK, D.H. (1998): Planet of the beetles. National Geographic 193 (3): 100-119.

CHERRY, R. (1993): Australian Aborigines. American Entomologist 32: 8-13.

CLEMENT, H. (2006): Le traite rustica de l'apiculture. Editions Rustica/FLER; Paris.

COMBY, B. (2006): Insekten als Nahrung. In: ADAC (Hrsg.): Faszinierende Forschung. ADAC Verlag; München.

CONNIF, R., KOCH, H., & KOCH, H.-J. (1996): Wie Flöhe auf den Homo kamen. Geo 11: 154-158.

DETTNER, K. (2007): Gifte und Pharmaka aus Insekten – ihre Herkunft, Wirkung und ökologische Bedeutung. Entomologie heute 19: 3-28.

DINKEL, A. (2005): Maden-Therapie – Erfolgreiche Wundheilung durch Biochirurgie. DGaaE Nachrichten 19: 192-193.

DUSTMANN, J.H. (2006): Die Kunst, durch Bienenprodukte zu heilen. Deutsches Bienenjournal 14 (7): 10-11.

EICKERMANN, M. (2006): Persönliche Mitteilung zu „Flying doctors".

FRITZSCHE, I., & GITSAGA, B. (2002): Das Insektenkochbuch. Natur und Tier-Verlag; Münster.

GLEW, R.H., JACKSON, D., SEN, L., VANDERJAGD, D.J., PASTUSZYN, A., & MILLSON, M. (1999): *Gonimbrasia belina* (Lepidoptera: Saturniidae): a nutritional food source rich in protein, fatty acids, and minerals. American Entomologist 45: 250-253.

HAMEL, D.R. (1990): Insects on stamps. American Entomologist 36: 273-281

HEYDEMANN, B. (2005): Persönliche Mitteilung zur Nieklitzer Ökologie- und Ökotechnologie Stiftung.

HOLTE, J. (2006): Grillenwettkämpfe. Zweites Deutsches Fernsehen. Doku-Kanal vom 13.03.

HÖRBST, G. (2002): Der Mörder in der Fliegenfalle. Hamburger Abendblatt vom 14.02.: 3.

HYDE, N. (1984): The queen of textiles. National Geographic 165: 2-49.

JACOBS, W., & RENNER, M. (1998): Biologie und Ökologie der Insekten. 3. Auflage. Gustav Fischer Verlag; Stuttgart.

JACOBSEN, T. (2006): Honigbienen auf Abwegen. Monatsschrift 6.

JUNG-HOFFMANN, I. (2005): Vom Theriak, Maywurm-Latwerge und Wurmküchlein. Deutsches Bienenjournal 13: 34-35.

KLAUSNITZER, B. (2002): Wunderwelt der Käfer. 2. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag; Heidelberg, Berlin.

KOENIGER, N., & KOENIGER, G. (2006): Konkurrenz oder harmonisches Zusammenleben: Die Honigbienenarten Südost-Asiens. die biene 142/157 (6): 12-15.

KOK, L.T., & PIENKOWSKI, R.L. (1985): Biological control of musk thistle by *Rhinocyllus conicus* (Coleoptera: Curculionidae) in Virginia from 1969 to 1980. Proceedings of the VI. International Symposium Biological Control of Weeds, Agriculture Canada: 433-438.

KRAUSSE, A. (1925): Staatenbildende Insekten. Verlag Ullstein; Berlin.

LAMPE, K.-H. (2005): Persönliche Mitteilung zu Cochenille-Schildläusen.

LEE, J. (1998): Cranberry-pollinating bee wears a mustache. Agricultural Research 9: 16.

LEGEL, S. (1993): Nutztiere der Tropen und Subtropen. S. Hirzel Verlag; Stuttgart, Leipzig.

LEVINSON, H., & LEVINSON, A. (2005): Zur Entomologie des pharaonischen Ägypten. DGaaE-Nachrichten 19: 153-159.

LEWIS-WILLIAMS, D., & BANNISTER, A.(1996): Bushmen – a changing way of life. Second

impression. Struik Publishers (Pty) Ltd.; Cape Town.

MEURERS, R. VON (2005): Pygmäen in Südkamerun Experten im Aufspüren von Bienenvölkern. die biene 141/156 (8): 26-28.

MÜNSTEDT, K. (2006): Honig in der Medizin: Wundbehandlung mit Honig bald medizinischer Standard? die biene 142/157 (6): 28.

NACHTIGALL, W., & BLÜCHEL, K.G. (2000): Das große Buch der Bionik. Deutsche Verlagsanstalt; Stuttgart, München.

NEUFFER, G. (1990): Zur Abundanz und Gradation der San-José-Schildlaus *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. und deren Gegenspieler *Prospaltella perniciosi* Tow. Gesunde Pflanzen 42: 89-96.

NITSCHMANN, J., & HÜSING, J.O. (2002): Lexikon der Bienenkunde. Tosa Verlag; Wien.

N.N. (1999): Ein heilsamer Appetit. Geo 1999 (9).

N.N. (2003): Wasserfalle nach Käferart. National Geographic Magazine Deutschland 2003 (3): 11.

N.N. (2004): Kanüle auf sechs Beinen. Geo 7: 161-163.

N.N. (2005a): Schmucker Kokon am Ohr. National Geographic Magazine Deutschland 2005 (8): 16.

N.N. (2005b): Biodetektive aktiv. Niederelbe Zeitung vom 12.05.

N.N. (2006): Wehrmacht setzte Malaria als Waffe ein. Niederelbe Zeitung vom 14.02.

NÜSSLEIN-VOLHARD, C. (1996): Gradienten als Organisatoren der Embryonalentwicklung. Spektrum der Wissenschaft 10: 38-46.

MÜNSTEDT, K. (2006): Honig in der Medizin. Wundbehandlung mit Honig bald medizinischer Standard? die biene 142/157 (6): 28.

O'TOOLE, C. (2000): Faszinierende Insekten. Weltbild Verlag; Augsburg.

PAYER, A. (2001): Entwicklungsländerstudien (Tierische Produktion), 9. Seidenraupen. Tüpfli's Global Village Library; Stuttgart.

PERNOT, F. (2007): Die Seidenstraße. Paragon Books Ltd.; Bath.

POSPISCHIL, R. (2000): Goldfliegen. Der praktische Schädlingsbekämpfer 52 (8): 4-5.

ROODT, V. (1998): Trees & shrubs of the Okavango Delta. The Shell Field Guide Series: Part I. Shell Oil Botswana (Pty) Ltd.; Gaborone.

SEDLAG, U. (2007): Australien – Natur komprimiert. Ampyx-Verlag; Halle (Saale).

SKAIFE, S.H., LEDGER, J., & BANNISTER, A. (1981): Afrikanische Insekten. Perlinger Verlag; Wörgl.

SNYMAN, L., & SAWA, A. (2001): Die Regenbogen-Küche. Könemann Verlagsgesellschaft; Köln.

STOCKINGER, G. (2001): Patrouillen im Fleisch. Der Spiegel 7: 194-198.

VAUPEL, E. (1995): Im Deutschen Museum geht es bunt zu – Sonderausstellungen zum Thema „Farbe". Spektrum der Wissenschaft 9: 114-116.

VOIGT, C.C., FASSBENDER, M., DEHNHARD, M., WIBBELT G., JEWGENOW K., HOFER H., & SCHAUB G.A. (2004): Validation of a minimally invasive blood-sampling technique for the analysis of hormones in domestic rabbits, Oryctolagus cuniculus (Lagomorpha). General and Comparative Endocrinology 135: 100-107.

WANNENBURGH, A., JOHNSON, P., & BANNISTER, A. (1979): Buschmänner. Landbuch-Verlag; Hannover.

WEIDNER, H. (1967): Geschichte der Entomologie in Hamburg. Kommissionsverlag Cram, de Gruyter & Co.; Hamburg.

WEIDNER, H. (1977): Insekten in Kinderspielzeug und -erziehung. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 50: 33-40.

WEIDNER, H. (1990): Die nutzbaren Insekten. Wolfgang-Siegel-Stiftung; Hof.

WEIDNER, H. (1995): Kulturelle Entomologie. Journal of Applied Entomology 119: 3-7.

WILSON, E.A. (2006): The civilized insect. National Geographic 210 (8): 136-149.

WILSONA, J.R.U., AJUONUB, O., CENTERC, T.D., HILLD, M.P., JULIENE, M.H., KATAGIRAF, F.F., NEUENSCHWANDER, P., NJOKAG, S.W., OGWANGH, J., REEDERI, R.H., & VAN, T. (2007): The decline of water hyacinth on Lake Victoria was due to biological control by *Neochetina* spp. Aquatic Botany 87: 90-93.

WYK, B.-E. VAN (2003): People's plants. Second Impression. Briza Publications; Pretoria.

Prof. Dr. Joachim Schliesske
Wasserwerkstraße 2
D-21789 Wingst
E-Mail: mellarius@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologie heute

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: 19

Autor(en)/Author(s): Schliesske Joachim

Artikel/Article: Insekten zum Nutzen und Vergnügen der Menschen. Insects for Human Benefit and Pleasure 197-213