

# Fliegen statt Fleisch:



## Unsere letzte Chance?

Die Gier nach Fleisch ruiniert bekanntlich unseren Globus. Angesichts bodenständiger Köstlichkeiten der feinen Küche wie Schnepfendreck und *maccheroni piatti* müsste es doch ein Leichtes sein, den westlichen Industrienationen die Vorteile der Insektenkost nahe zu bringen. Werden wir statt überzüchteten Schweineschnitzeln und klimaschädlichen Rindersteaks dann auf Heuschrecken aus Wildfängen herumkauen, handgestreichelte Palmrüssler auszuzeln und uns in der Fastenzeit an Filzläusen vom Biobauern delectieren? Selbst die Raumfahrt soll dereinst von Insekten beflügelt werden.

Allerorten wird bereits intensiv an profitablen Mastverfahren gefeilt. In Europa tut sich die Agraruniversität im holländischen Wageningen mit einem ehrgeizigen Maden-Projekt hervor.<sup>134</sup> Zunächst soll ermittelt werden, welche Abfälle der Lebensmittelindustrie von welchem Geziefer verspeist werden – eine Zielsetzung, die einem Schädlingsbekämpfer die Schweißperlen auf die Stirn treiben könnte. In einem weiteren Schritt soll das Eiweiß der Zuchtinsekten in bewährten Speisen teurere Rohstoffe ersetzen oder als funktionales Additiv endlich die ekligen E-Nummern von den Etiketten verschwinden lassen. Und wo bleiben Abfälle wie die Chitinpanzer? Ernährungsexperten werden bald ihren Wert als Ballaststoffe erkennen und sie Gummibärchen, Geflügelwurst und Gabelbissen untermischen.

### Puppen aus Amsterdam

Auf lange Sicht geht es jedoch darum, endlich das ungesunde Fleisch durch gesundheitsfördernde Fliegen zu ersetzen. Die Forscher in Wageningen haben ausgerechnet, dass man für ein Kilo Fleisch mehr als zehn Kilo Viehfutter benötigt, während für 1 Kilo Insekten bereits 1,5 Kilo Pflanzenkost ausreichen. Nur so könne die drohende Ernährungskrise gemeistert werden, erklärte der Leiter des Programms, Arnold van Huis. Außerdem würden Kerbtiere viel weniger Treibhausgase ausscheiden – vermutlich weil sie ja viel kleiner als Kühe sind. Auch wenn diese Zahlen ein schiefes Bild ergeben, so werden sie über die Medien allmählich zum Allgemeingut.<sup>132</sup>

In das Forschungsprojekt in Wageningen wurde die Vereinigung der holländischen Insektenzüchter eingebunden. Bisher beliefern sie vorwiegend Zoohandlungen oder Anglerläden mit Lebewild. Mit diesem Projekt versucht die niederländische Landwirtschaftsministerin Gerda Verburg die in die Kritik geratene Agrarwirtschaft auf eine nachhaltige Produktion einzustellen, denn bekanntlich müssen die holländischen Schweinemäster ihre überschüssige Gülle nach Deutschland exportieren und Umweltschützer beklagen die Ammoniakemissionen der Legebatterien.

Doch Kerfe sind keine Alternative, denn auch Kleinvieh „muss mal“. Seine Ausscheidungen sind um nichts umweltfreundlicher als der Inhalt einer Güllegrube. Gefräßige Insekten wie Heuschrecken, die schnell wachsen, erzeugen riesige Mengen Kot, die aus den Brutanlagen regelmäßig entfernt werden müssen. Fliegenmaden beispielsweise scheiden jede Menge klimaschädlichen Ammoniak aus. Etwas günstiger wäre die Kakerlakenmast, denn sie geben keinen Ammoniak ab, sondern wasserunlösliche Harnsäure. So beugen die Tiere Wasserverlust vor, denn die Harnsäure muss nicht in Flüssigkeit gelöst werden, um sie auszuschwei-



**Abb. 11: Krabbeltisch**

Gegrillte Vogelspinnen, frittierte Seidenspinnerpuppen oder geröstete Grillen gefällig?

## Wurmlöcher im Weltall

*Will der Mensch seine Existenz bewahren, dann sollte er, so der Astrophysiker Stephen Hawking, lernen, das Weltall zu besiedeln: „Wenn wir die einzigen intelligenten Wesen der Galaxie sind, dann müssen wir unser Überleben sichern“, vertraute er dem Internet an. „Ich denke, dass die Zukunft der menschlichen Rasse langfristig im Weltraum liegt.“*

*Wie verpflegt man Astronauten, die über Jahre durchs All streunen wollen? Proviant für so lange Zeiträume würde zu viel Platz wegnehmen. Da bleibt wohl nur die Selbstversorgung. Leider kommt man mit dem Anbau von Pflanzen auch nicht weit. Er erfordert viel Fläche, lange Vegetationsperioden und liefert eher minderwertige Kost. Es fehlt an hochwertigem Eiweiß. Auch die Haltung von Hühnern zur Erzeugung von Frühstückseiern scheidet aufgrund der im Raumschiff erforderlichen Käfighaltung aus.*

*Fachleute schlagen deshalb vor, Insekten zur Versorgung mit tierischem Eiweiß und Fett zu züchten.<sup>66</sup> Das europäische Weltraumlabor Columbus hat schon damit begonnen, das Verhalten von Kleinvieh wie Taufliegen oder Nematoden in der Schwerelosigkeit für Langzeitreisen zu untersuchen.<sup>23</sup> Japanische Experten empfehlen bereits den Einsatz von Seidenraupen, Termiten oder Brotkäfern.<sup>141</sup>*

*US-Wissenschaftler halten mit der unverwüstlichen Stubenfliege als kulinarische All-Zweckwaffe dagegen. Deren Maden lassen sich leicht aus Eiern züchten, die in flüssigem Stickstoff lange frisch bleiben. Falls die Eier*

*zur Neige gehen, legt der Astro-Küchenchef einfach ein paar der Larven beiseite, bis sie sich zu Fliegen entwickelt haben und selbst Eier legen.*

*Die Mast erfordert wenig Platz, Arbeitszeit und Energie. Die Larven fressen alles, was im All in die Biotonne bzw. ins Klo kommt. So kriegt das himmlische „Nutzgeflügel“ Tag für Tag seine Leibspeisen pfannenfertig serviert. Aus 6 Gramm Eiern entstehen so innerhalb eines Tages 400 Gramm quirlige Maden, genug um einen Astronauten bei Kräften zu halten.*

*Das aus dem legefrischen Naturdünger herausgepulverte Gewürm kann direkt in der Küche verwendet werden, z.B. als Salatgarnitur, sie lassen sich aber auch als Eiweißbrei statt Schweinehack in die Spaghettisoße rühren. Zur Not kann man sie auch an andere Mitreisende verfüttern, beispielsweise an Delikatess-Nager, zumindest für den Fall, dass das Flugpersonal nicht auf seinen sonntäglichen Braten verzichten will.*

*Durch die Verwertung der organischen Reste entsteht ein geschlossener Nährstoffkreislauf, wie es sich für ein ordentliches Raumschiff der Ökoklasse gehört.<sup>145</sup> Wenn das mal nicht zum Bumerang wird: Denn die Maden fressen nicht nur Mist, sie produzieren selbst auch welchen: nämlich jede Menge giftigen Ammoniak. Der könnte in einer Raumkapsel schnell zum Himmel stinken. Wer da lüftet, verschmutzt vermutlich das Weltall. Und was passiert, wenn dabei auch noch ein paar Maden entwischen? Dann entdeckt Professor Hawking womöglich ein paar neue Wurmlöcher im All.*

den. Dank solcher Tricks vermögen Schaben noch die unwirtschaftlichsten Winkel zu erobern, aber das ist man sich als ausgemachtem Plagegeist ja auch schuldig. Zudem reichern Kakerlaken dieses Stoffwechselprodukt auch in ihrem Körper an. Ob das allerdings bei den Kunden Begeisterungstürme auslöst, sei dahingestellt.

### Klimagase zum Ablachen

Kerfe sind zwar kleiner als selbsternannte Klimaschützer, aber auch sie lassen gern mal ihre Darmwinde abziehen. Und die enthalten, wie sollte es anders sein, sogenannte Treibhausgase wie Lachgas, Methan oder Kohlendioxid. Zu den wichtigsten Methanproduzenten unseres Globus gehören die Termiten. Das Methan entsteht, wenn ihre Darmflora Holz in Kalorien verwandelt. Dabei wird außerdem jede Menge Kohlendioxid und molekularer Wasserstoff abgegeben.<sup>147</sup> Wer also Land, auf

dem Rinder weiden, nun für die Öko-Termitenzucht nutzen möchte, dürfte die Klimagasbilanz kaum verbessern, im Gegenteil.

Sogar in Europa lebt ein Klimasünder, wenn auch ein unscheinbarer: der Regenwurm. Er versorgt unsere Atmosphäre reichlich mit Stickoxiden, weil seine Darmflora die Gase nicht für sich behalten will.<sup>58</sup> Bis dato waren vor allem die Autofahrer für den Lachgasausstoß verantwortlich. Nun wurde zu allem Überfluss publik, dass neben Regenwürmern auch Wasserlebewesen stickoxidhaltige Abgase emittieren. Als die schlimmsten Umweltverschmutzer outeten sich die als ökologische Vorbilder gehandelten „Abfallverwerter“ wie Schnecken und Muscheln, die den Nährstoffkreislauf vollenden.<sup>120</sup>

Am besten schnitten räuberische Organismen beim Abgastest ab – die „Fleischfresser“. Lassen Sie sich also Ihre Krabben und Garnelen schmecken! Als entfernte

## Zahn der Zeit: Termiten

Besonders beliebt sind weichhäutige Insekten wie Termiten. Man muss nicht erst harte Flügeldecken oder dornenbewehrte Beine abknipsen, sondern kann gleich kraftvoll zubeißen. Zudem lassen sich die Tierchen, die übrigens eng mit den Schaben und nicht mit den Ameisen verwandt sind, kinderleicht in Massen fangen und sind sehr nahrhaft. Heimische Termitenfans haben allerdings das Nachsehen, denn den meisten Termitenarten ist es in Deutschland viel zu kalt. Es sei denn, man wohnt in einer Hafenstadt wie Hamburg.

Hier fühlt sich nachweislich seit 1937 die Gelbfußtermiten (*Reticulitermes flavipes*) in den Schächten der Fernheizungsleitungen wohl. Die Termiten wurden wahrscheinlich mit ungeschältem Ballastholz aus Nordamerika eingeschleppt, das dann als billiges Bauholz verschertelt wurde.<sup>108, 113, 136</sup> Noch heute unterminieren sie das Justizviertel, wo sie sich an Fußbodenleisten, Linoleum und womöglich auch an Gerichtsakten gütlich tun. Auch in der Bibliothek des Vatikans benagen die respektlosen Krabbler schon seit langem mehr oder minder brisante Dokumente. Gerade in diesem Jahr wurde dort die Renovierung abgeschlossen. Mit frommen Wünschen war ihnen anscheinend nicht beizukommen. Bleibt zu hoffen, dass die gottlosen Gesellen dem Pontifex nicht den Hirtenstab zerschreddern ...

Verwandte von Kreuzspinne und Küchenschabe dürfen Sie sie getrost zur Insektenkost zählen. Im Übrigen ergäbe sich aus den Erkenntnissen der Bioabgasforschung zwingend, dass der Einsatz von Insektiziden, die furchenden Schadinsekten den Garaus machen, eine ökologische Großtat ist. Und im Anschluss daran folgt vermutlich eine Klimaabgassteuer für den Verzehr von Vollkornnudeln, Zwiebelkuchen und Federweißen.

## Kein Mitleid mit den Motten

Zudem werden auch Insekten von Viren, Bakterien, Pilzen und Parasiten befallen. Über Insektenkrankheiten und Seuchen ist aber bisher erstaunlich wenig bekannt – einmal abgesehen von den Kenntnissen aus der biologischen Schädlingsbekämpfung, deren Ziel es ist, die Kerfe mit Krankheitserregern wie *Bacillus thuringiensis* zu dezimieren. Ohne Arzneimittel ist an eine Insektenmast nicht zu denken. Immer wieder brechen ganze Zuchten zusammen oder müssen abgetötet werden, um Schlimmeres zu verhindern. Imker und Seidenfabrikanten können ein Lied davon singen. Am Einsatz transgener, z.B. virusresistenter Krabbler wird kein Weg vorbeiführen.

Rätselhaft bleibt, warum die Kritik am Fleisch aus Massentierhaltung in den Internet-Chatrooms die Forderung nach Insektenkost beflügelt. Wenn der Begriff Massentierhaltung mit all seinen Begleiterscheinungen - bei manchen Arten gehört auch Kannibalismus dazu - für eine Produktionsform zutrifft, dann für die Insektenmast.

Vorerst wird das die Szene aber nicht daran hindern, Insektenbrei als ethische und



**Abb. 12:** Verheerender als Hagelschlag und nicht versichert: Wanderheuschrecken (*Locusta migratoria*)  
Bild: Brehm's Tierleben

### Zum Düngen zu schade

Derzeit finden Fäkalien drei Anwendungen: als Düngemittel, zur Gewinnung von Bioenergie und als Futtermittel für Insekten. Nutzt man Fäkalien zur Energiegewinnung oder zur Fütterung, dann benötigt die Landwirtschaft stattdessen andere Düngemittel. Vor allem die beiden Elemente Stickstoff und Phosphor müssen ergänzt werden. Am einfachsten wäre es, das Phosphat in den Kläranlagen zu fällen, um es so aus den menschlichen Fäkalien zu recyceln. Ökologisch ist die Maßnahme längst überfällig, umso mehr, als die Phosphatvorräte zur Neige gehen.

Zur Herstellung von Stickstoffdünger wurde der Luftstickstoff bisher durch das Haber-Bosch-Verfahren in Ammoniak umgewandelt und dann zu Nitraten weiterverarbeitet. Dafür war ein hoher Energieeinsatz erforderlich, da das Verfahren nur unter hohem Druck und bei 450 Grad Celsius eine befriedigende Ausbeute liefert. Inzwischen steht eine energieeffizientere Methode zur Verfügung. Als Katalysator dient ein Hafniumkomplex, der es erlaubt, bei milder Temperatur unter niedrigerem Druck zu arbeiten.<sup>70</sup> Dies sorgt dafür, dass bei der Verwendung von Fäkalien als Futtermittel keine Nährstoffdefizite in der Landwirtschaft drohen.

ökologische Alternative zum Fleisch zu etablieren. Auch das Versprechen von ewiger Jugend, Gesundheit und Schönheit könnte Wunder wirken. Glaubt der Mensch nach dutzenden Wiederholungen in den Medien, dass ein Produkt ihn vor körperlichem Verfall schützen kann, ist er sogar bereit, seinen Widerwillen zu überwinden. Wie ließe sich sonst erklären, dass Menschen ihren eigenen Urin oder gar Molke Drinks schlürfen?



Abb. 13: Absacker gefällig? Sagowürmer, die Larven des Palmenrüsslers  
Foto: Euniche Ramandey, Teacher UNCEN, Jayapura, Papua, Indonesia

### Kerfe in der Klimakammer

Zumindest Asien blickt auf eine lange und weitgehend ungebrochene Tradition der Insektenzucht zurück. Die Krabbeltiermast ist dort in der Bevölkerung ebenso populär wie bei uns die Kaninchenhaltung. So manch ein Chinese mästet im Schlafgemach seine Delikatess-Skorpione in kleinen Gefäßen liebevoll mit lebendigen Grillen; und wenn es eng wird, stellt er sie auch unter eigene Bett. Natürlich gibt es im Süden des Landes auch industrielle Skorpionmästereien mit profitabler Massentierhaltung. Wichtig für Skorpione ist vor allem die Wärme, in kühlen Gegenden gehen sie ohne Heizung ein.

Was in Südostasien funktioniert, ist in Mitteleuropa zum Scheitern verurteilt. Gern wird argumentiert, die Mast wechselwarmer Insekten sei im Gegensatz zu warmblütigen Säugetieren energetisch viel günstiger, weil Insekten keine Energie benötigen, um ihre Körper zu wärmen. Doch gerade bei Insekten ist die Mastleistung wesentlich von der Temperatur abhängig. Fast alle Nahrungsinsekten gedeihen in wärmeren Gefilden, dementsprechend findet sich der Insektenverzehr vorwiegend in einem Gürtel zwischen den 45. Breitengraden, also der Linie südlich von Bordeaux und Turin.<sup>106</sup>

Ihre Zucht gelingt in Mitteleuropa nur in ganzjährig vollklimatisierten, beheizten Gebäuden. Die Luftfeuchtigkeit muss ebenso stimmen wie die Lichtmenge oder der Anteil der UV-Strahlung. Und damit bietet sie gegenüber der traditionellen Fleischerzeugung – Rinder haben ein isolierendes Fell – nicht unbedingt energetische Vorteile. Die größten Bissen, z.B. Wanderheuschrecken (*Locusta migratoria*), benötigen im Insektarium 25 Grad Celsius Mindesttemperatur, wenn sie sich flott vermehren sollen. Die Wüstenheuschrecke (*Schistocerca gregaria*) braucht die Hitze erst recht. Denn nicht nur Lämmer erscheinen stets zur Osterzeit, auch Insekten pflanzen sich saisonal fort. Damit fallen heimische Insektenarten, die appetitlicher sind als Plagen wie Schmeißfliegen und Schaben, für die erntefrische Ganzjahresverpflegung bereits flach.

Wir müssten uns also mit Fliegenmaden bescheiden oder gleich an Kakerlaken halten. Die vermehren sich in gemüthlicher Umgebung rund ums Jahr gleichmäßig produktiv. Für die Versorgungslücke im Winterhalbjahr böten sich Kerbtiere von der Südhalbkugel an, die in ihnen zusagenden Insektarien bestimmt ihren Biorhythmus aufrecht erhalten und reich-

lich Nachwuchs produzieren. Vielleicht lassen sie sich sogar an heimischen Palmkohl statt ihrer tropischen Palmennahrung gewöhnen. Bis zur Lösung dieser Fragen bleibt den Klima-Experten wohl nichts anderes übrig, als sich für ihr Geschäft auf den Pott zu setzen und Brummer zu fangen ...

## Mistkratzer

Die „Insektenmast“ lohnt sich in Südeuropa und tropischen Gefilden. Im Vergleich zur Mast von Schweinen oder Geflügel brauchen Insekten dort viel weniger Zeit - einige Arten sind schon innerhalb von zwei Wochen „schlachtreif“. Außerdem können sie mit minderwertigerem Futter ernährt werden. Der Einsatz von Fäkalien zur Mast von Dungfliegen ist wesentlich effizienter als das Düngen von Biogemüse. Genau das bringt einen wichtigen Vorteil, der bisher unbeachtet blieb. Das großflächige Ausbringen von Naturdünger ist nämlich ein beachtliches Hygieneproblem.

Die nordamerikanische Waffenfleie *Hermetia illucens* bietet hier eine Lösung: Nicht nur, dass ihre Larven in warmen Klimaten Fäkalien praktisch zum Nulltarif in Protein und Fett umwandeln, die Larven halten auch andere Fliegenarten wie Stubenfliegen, die wichtige Überträger von Krankheiten sind, fern.<sup>57</sup> Wie die Versuche zeigten, scheint *Hermetia* besonders gut auf Hühnermist zu gedeihen, Rinderdung mundet ihr offenbar weniger und von Gemüseabfällen hält sie nicht viel. Allerdings ist bei der Verwendung von tierischen Fäkalien den Arzneimittelrückständen besondere Aufmerksamkeit zu schenken, denn Gülle ist zur Zeit noch erheblich belastet.

Waffenfiegen bieten sich als Hühner- oder Fischfutter statt Soja und Fischmehl aus der Gammelfischerei förmlich an – schließlich verputzen freilaufende Hühner große Mengen von Insekten. Und für viele wertvolle Speisefische, z.B. Forellen, bilden sie sogar eine Hauptnahrung. Man stelle sich nur vor: ein Hähnchen könnte, wie Fütterungsexperimente ergaben, tatsächlich wieder so aromatisch schmecken wie früher, als die potentiellen Sonntagsbraten noch im Mist kratzen durften<sup>115</sup>, und auch der Geschmack von Zuchtforellen würde sich vermutlich verbessern. Die Larven der Waffenfiegen bieten den entscheidenden Vorteil, dass sie nicht mühsam aus dem verrottenden Substrat abgesiebt werden müssen. Sie verlassen es vor der Verpuppung und können daher mit einfachen Mitteln geerntet werden.

## Verführt unter Palmen



Das stärkereiche Mark vieler Palmenarten ist bei Käfern und Menschen gleichermaßen begehrt. Von den Palmenrüsselkäfern ist inzwischen der Rote Palmenrüssler (*Rhynchophorus ferrugineus*) aus Asien in Südeuropa angekommen, wo er sich an den Alleepalmen vergreift. In seiner Heimat hat er dagegen eine Art Haustierstatus erreicht, da man ihn in den Abfallprodukten der Sagoproduktion, z.B. den Wurzelstöcken der Sagopalme (*Metroxylon sagu*), züchtet. Dann delectieren sich die Einheimischen an seinen bis zu acht Zentimeter langen fetten Larven (s. *EU.L.E.n-Spiegel H.5 2008, S. 6f*).<sup>28, 47, 87, 101</sup>

Auch in Südamerika werden Palmkäferlarven (*R. palmatus*) geschätzt und „domestiziert“. Die Yanomami-Indianer fällen Palmen, hacken sie der Länge nach auf und verzehren einen Teil des Palmenmarks. Den Rest überlassen sie den Käfern. Nach einigen Monaten liefert der Stamm bis zu zwei Kilo Larven. Während der Ernte werden gleich ein paar besonders schöne Exemplare mit den Zähnen geköpft. Bevor der Happen roh verspeist wird, zieht man die Innereien heraus. Die anderen wickelt man in Blätter ein und röstet sie in heißer Asche. Sind sie gar, wird das ausgetretene Fett von den Blättern geleckt, bevor die zarte Larve genossen wird.<sup>26</sup>

In Guinea fanden auch die Holländer und Franzosen alsbald Gefallen an den Tierchen, die sich vor allem in Kokosplantagen unbeliebt machten. Sie wurden an Holzspießen gebraten und mit Brotkrumen paniert, die man mit Pfeffer und Muskat würzte. Ein Schuss Limonensaft rundete die Knusperhülle ab.<sup>68 100</sup> Solche Käferzuchten sind aber auch Goldes wert: Auf den Südseeinseln sollen sie einst extra von den Einheimischen angelegt worden sein, damit diese sich reichliche Prämien für abgelieferte Kulturschädlinge erschwindeln konnten.<sup>88</sup>

Auch ökologische Risiken halten sich in Grenzen, zumindest in Mitteleuropa vermögen die Fliegen keine stabilen Populationen zu bilden, da aus den Insektarien entwichene Exemplare im Winter nördlich der Alpen erfrieren. Abgesehen davon sind Waffenfiegen bisher nirgendwo als Schädlinge aufgefallen. Die Bioverbände testen Waffenfiegenlarven als Forellenfutter.<sup>118</sup> Die Nutzung von Insekten, die mit Fäkalien gefüttert wurden, als Futtermittel ist eine sinnvolle Option zur Erzeugung von Fleisch, Eiern und Milch.

## Kakerlaken im Kräuterquark

Es ist schon komisch: Nachdem sich die Europäer jahrhundertlang darum bemüht haben, der ganzen Welt zu zeigen, wie „primitiv“ und „eklig“ die Insektenküche ist,<sup>116, 117</sup> empfehlen sie Käfer & Co. nun wegen ihrer vermeintlichen Klimaneutralität als Fleischersatz. Das sind sie natürlich nicht. Auf lange Sicht wird die Insektenproduktion,

## Höhlengereifte Pralines



**Abb. 14:** Voller Bauch studiert nicht gern. Lieber abhängen als rumrennen  
Foto: Alex Wild; [www.alexanderwild.com](http://www.alexanderwild.com)

Staatenbildende Insekten sind die vermutlich am häufigsten genossenen Krabbeltiere. Sie sind (fast) überall auf der Welt zu Hause, und ein Staat bietet genug Bewohner samt Brut, um viele Menschen zu sättigen. Da Ameisen normalerweise nur wenig Fett enthalten, fängt man vor allem die größeren Geschlechtstiere, wenn sie zur Brautschau ausschwärmen. Sie bilden nicht nur Flügel aus, sondern legen für das anstrengende Unternehmen auch ein paar Fettreserven an. Für den Fang verstopft man alle Ausgänge des Baus, bis auf einen. Über diesem spannt man dann Netze auf oder legt Besen darüber, in denen sich die Hochzeiter verfangen. Dann noch schnell in kochendes Wasser geschüttelt und sie sind verzehrfertig.

Wer hätte schon Lust und Zeit, Myriaden von Blattläusen am Po zu lecken, um die winzigen Ausscheidungen, Honigtau genannt, aufzunehmen? Dies lässt man

doch lieber von seinen ebenso fleißigen wie zahlreichen Bienen erledigen. Der lachende Dritte ist der Imker, der sich die Arbeitskraft seiner nimmermüden Völker in Form von Waldhonig vergolden lässt.<sup>51</sup> Karl Marx würde sich im Grabe umdrehen - wenn das kein übler Fall von Ausbeutung unter Sechsheinern ist? Selbst wenn es sich dabei nur um eingesammelten Läuseschiss handelt. Ekel ist eben relativ.

### Pralles Leben

Der Hang zum Honig ist auch bei unseren Antipoden verbreitet. In Australien interessieren sich die Aborigines kaum für Honigtautropfen von Läusepopöchen, schließlich hält das Outback ergiebige Honigtöpfe bereit: die Honigameisen (*Camponotus inflatus*). Die Strategie dieser Insekten ist ebenso simpel wie genial: Die Arbeiterinnen füttern gewisse Individuen mit Nektar, aber auch mit Honigtau und vorverdauten Insekten, bis deren Speichermägen so voll sind, dass ihre Hinterleiber grotesk anschwellen. Bei manchen Arten erreichen sie die Größe einer Weintraube. Die Honigtöpfe enthalten dabei unterschiedliche Vorräte: Bei der amerikanischen Honigameise *Myrmecocystus mexicanus* (siehe nebenstehende Abb.) ist jeder 10. Honigtopf milchigtrüb. Der enthält die Eiweiß- und Fettvorräte, hergestellt aus vorverdauten Insekten.<sup>31</sup>

Logisch, dass diese prallen Honigtöpfe nichts anderes mehr tun können als bewegungslos an der Decke ihrer Wohnungen abzuhängen. Diese liegen bis zu einem halben Meter tief gut geschützt unter der Erdoberfläche. Aufgrund ihres Kugelbauches können die Tiere ihr Verlies erst dann verlassen, wenn sie von ihren hungrigen Mitbewohnern so weit ausgelutscht worden sind, dass sie wieder durch die Gänge passen. Oder dann, wenn sie begeistert ausgegraben und die abgebrochenen Hinterleiber als Bonbon verzehrt wurden.

vor allem wenn sie dem menschlichen Verzehr dienen soll, genauso intensiv betrieben werden müssen wie bei anderen domestizierten Tieren: mit Kraftfutter, Medikamenten, Wachstumshormonen und Klimaanlage. Die Fachtierärzte für Bienenkrankheiten freuen sich schon auf die neue Kundschaft.

Die Mast von Kerbtieren zur Ernährung des Menschen ist in unseren Breiten unsinnig. Neben ökologisch-ökonomischen Überlegungen sprechen auch kulturelle Aspekte gegen einen Zusatz von Fliegenmaden in Maultaschen oder Kakerlakenpulver in Kräuterquark. In tropischen Ländern mit billiger Arbeitskraft lohnt es sich sogar, eingesammelte Kerfe

an Hühner, Schweine und Fische zu verfüttern. Das spart Devisen für den Import von Sojaexpeller und Fischmehl.<sup>5, 94, 135</sup> Einer professionellen Mast von Speiseinsekten steht nichts entgegen und darf als logisches Pendant zu unserer Putenmast oder Champignonzucht angesehen werden.

Überall dort, wo traditionell Insekten und andere Arthropoden genossen werden, ist es selbstverständlich, diese weiterhin in freier Natur zu sammeln. Insekten gehören dort genauso zu den kulinarischen Highlights wie bei uns Lebkuchen mit Glühwein oder Weißwürste mit Brez'n. Nicht zuletzt fördert dies das praktische Verständnis für ökologische Zusammenhänge in der Bevöl-

## Würzende Wanzen

In Nordost-Thailand würzt man seine Speisen mit einem ganz besonderen Dip. Dazu nehme man Fischsauce, Knoblauch, Limettensaft und Chili und füge als besonderen Pfiff gestoßene Riesenwasserwanzen (*Lethocerus indicus*) hinzu.<sup>24</sup> Der Dip findet reißenden Absatz. Das begehrte Aroma wird von Stinkdrüsen am Hinterleib erzeugt und enthält Hexenole und deren Ester. Solche Verbindungen machen auch den berühmten Mief heimischer Wanzen aus. Vorwiegend landen die bis zu acht Zentimeter langen Männchen in der Sauce, denn nur sie liefern die würzenden Sexuallockstoffe. Inzwischen gibt es auch ein wanzenfreies Surrogat, aber Kenner schwören auf das Original.<sup>133</sup> Außerdem wird der Wanzenfang von den Fischern begrüßt, da die Raubinsekten einen erheblichen Nahrungsbedarf haben und sich auch an größere Beute wagen.



Riesenwasserwanze

### Alkoholisierte Ameisen

Dass Insekten auch Säuren erzeugen, hat jeder am eigenen Leibe gespürt, der sich schon mal in einen Ameisenhaufen gesetzt hat. Dabei geht's Insekten-freaks bei der kulinarischen Nutzung der Ameisen nicht um den Säurekick auf der Zunge, ihr Wert ist subtiler. Ameisensäure und andere organische Säuren reagieren mit Alkohol zu aromatischen Fruchtestern, z.B. zu Ameisensäure-Ethylester. Sein Trivialname Rumäther deutet an, wozu die Getränkeindustrie den synthetisch hergestellten Stoff heutzutage verwendet. In Norwegen und Schweden versuchte man den Geschmack von billigen Roggenbränden einst aufzuwerten, indem man Ameisen mitdestillierte. Die Norweger schreckten auch vor der Herstellung von Ameisenessig nicht zurück.<sup>68</sup>

Organische Säuren werden auch von Laufkäfern erzeugt. Bei ihnen entstammen sie jedoch nicht speziellen Wehrdrüsen, sondern dem Magen. Will man einen heimischen Laufkäfer erbeuten, spuckt er u.a. Buttersäure. Mit Alkohol vermischt, verwandelt sich die stinkende Säure in das nach Ananas duftende Butylacetat.<sup>88</sup> Käferschnäpse sind hierzulande eher unüblich, doch in Mexiko werden diverse Cicindela-Arten zu einem aromatischen Hochprozentigen verarbeitet. Kenner attestieren dem Getränk einen ganz besonders heftigen Biss. Vielleicht, weil die Laufkäfer im Englischen tiger beetles heißen?<sup>102, 127</sup>

kerung. Ein eindrucksvolles Beispiel liefern die Landwirte im Mekong-Delta. Sie züchten professionell Weberameisen (*Oecophylla smaragdina*, s. Abb. 15), so wie bei uns die Imker Bienen. Weberameisen helfen aber nicht etwa bei der Herstellung von Seidenschals, sondern werden als emsige Schädlingsbekämpfer in den Zitrus- und Kakao-plantagen geschätzt.<sup>142</sup> Das spart Pestizide

In Südostasien wird die Methode bereits seit 400 Jahren praktiziert und ist inzwischen auch im kommerziellen Obstbau Australiens angekommen. Weberameisen bauen kunstvolle Nester: Sie nähen die Blätter mit einem Seidenfaden zusammen, den ihre Larven liefern. Dazu drücken sie deren Mundöffnung erst auf den einen Blattrand und dann auf den anderen und bewegen sie hin und her. Dadurch spinnen sie ein festes Gewebe zwischen den Blättern. Damit die Ameisen auch alle Obstbäume bequem erreichen können, spannen die Landwirte Schnüre dazwischen.



Abb. 15: Pflanzenschützer aus Südostasien beim Bau einer pflanzlichen Schutzhütte: Weberameisen  
Foto: malekhanif@yahoo.com

## Mopanewürmer: Metamorphosen



**Abb. 16: Mopane-Raupen**  
So groß und köstlich wie ein Nürnberger Rostbratwürstchen

Im südlichen Afrika finden Mopanewürmer, die Raupen der Kaisermotte (*Gonimbrasia belina*), immer mehr Zuspruch. Sie werden als Snack roh verzehrt oder zur Vorratshaltung getrocknet. Zweimal im Jahr, zur Weihnachtszeit und Ende März, schwärmen Frauen und Kinder aus, um sie von den Blättern des Mopanebaums (*Colophospermum mopane*) zu pflücken. Seit sich die Landbevölkerung in Südafrika und Botswana damit ein Zubrot verdienen kann, werden die Tierchen gnadenlos abgesammelt.<sup>25, 41, 61, 81</sup>

Große Schmetterlingsraupen schätzen die Afrikaner seit altersher als eine begehrte und gefahrlos zu erbeutende Eiweißquelle. Aufgrund der enormen Nachfrage in den Großstädten - auch viele Weiße finden inzwischen Gefallen an dem exotischen Snack - werden sie industriell verarbeitet. Eingedoste Raupen sind in den Städten oft teurer als Fleisch. Parallelen finden sich vor unserer Haustür: Auch die Nordseekrabbe galt einst als Zubrot der armen Küstenbevölkerung, heute müssen horrenden Preise für die Zehnbeiner berappt werden.

### Verkohlt

Die Folgen der Mopane-Konservenindustrie ließen nicht lange auf sich warten. Die Kaisermotte scheint in manchen Gebieten inzwischen verschwunden zu sein. Da die Falter nur wenige Tage leben und schwerfällig fliegen, können sie geplünderte Regionen - wenn überhaupt - nur sehr langsam wiederbesiedeln. Auch den Wäldern droht Gefahr, denn die Mopaneraupen werden nach dem Einsammeln gekocht und dann getrocknet, was viel Feuerholz verbraucht.<sup>85, 111</sup> Mit der Abholzung verlieren auch Elefanten und andere Pflanzenfresser ihre Futterbäume.<sup>51, 61</sup>

Hinzu kommt, dass die Nachfrage nach Mopanewürmern zwar konstant hoch ist, ein Massenaufreten der Raupen aber nicht vorherzusagen ist. Das führt zu Konflikten innerhalb der Bevölkerung, denn die Raupenbäume gehören Stammesgemeinden. In der Raupensaison reisen die Sammler bis zu 300 Kilometer weit an.<sup>15, 41</sup> Die Hemmschwelle durchreisender Sammlertrupps, ungefragt Bäume abzuernten oder Äste abzusägen, um an die Raupen zu kommen, ist niedrig, der Schaden umso höher.

Zudem wissen viele über den Lebenszyklus Ei-Raupe-Schmetterling kaum Bescheid. Verlassen die Raupen den Baum, um sich in der Erde zu verpuppen, glauben viele, sie würden sterben. Also sammelt man sie vorher komplett ab. Natürlich sind nicht alle so unwissend: Traditionell bestimmten die Stammesführer, ab wann und bis wann Raupen gesammelt werden dürfen. So blieben immer genügend übrig, um sich in Schmetterlinge zu verwandeln und den Lebenszyklus zu vollenden.<sup>129</sup>

### Leichte Beute

In Botswana und Simbabwe wird seit 2001 versucht, Mopane auf Mikrofarmen zu züchten.<sup>41, 56</sup> Damit will man ein Nahrungsmittel erhalten, das schon im vorkolonialen Afrika ein wichtiger Handelsartikel war. Ob diese Maßnahmen wirklich das größte Problem bei einer Kommerzialisierung der Raupen mindern, nämlich ihre saisonale Verfügbarkeit, hängt davon ab, ob die Afrikaner die Mopanezucht in den Griff bekommen. Die Raupen werden von Krankheiten und Parasiten, wie Viren und Schlupfwespen, heimgesucht, auch viele Vögel lassen sie sich schmecken.

Zudem liegt die Hygiene im Argen. Da die Ernte in die Regenzeit fällt und die ausgeweideten und gekochten Tierchen zum Trocknen auf dem Boden ausgebreitet werden, verschmutzen oder verschimmeln sie. Doch viele Afrikaner können sich nicht einmal bescheidene Ausrüstungsgegenstände wie Vogelschutznetze leisten, geschweige denn einen einfachen Dörrapparat.

Eine Bewirtschaftung essbarer Schmetterlinge könnte sowohl die Raupenproduktion steigern als auch der Umwelt zu Gute kommen. Denn dann würden keine späten Buschfeuer mehr gelegt, da dies die Futterbäume der begehrten Raupen schwer schädigen würde. Nur frühe Feuer fördern die Verjüngung des Bewuchses. In Sambia bleibt er inzwischen eh niedrig, da die großen Raupenfutterbäume gefällt wurden. Die Bäumchen sind dafür umso leichter abzuernten,<sup>54</sup> ähnlich wie die Hochstammchen unserer Obstbauern.



**Abb. 17: Verschmähte Models**  
Von einer schönen Hülle wird keiner satt  
Foto: Robert J. Knell; [www.mopane.org](http://www.mopane.org)



## Literatur

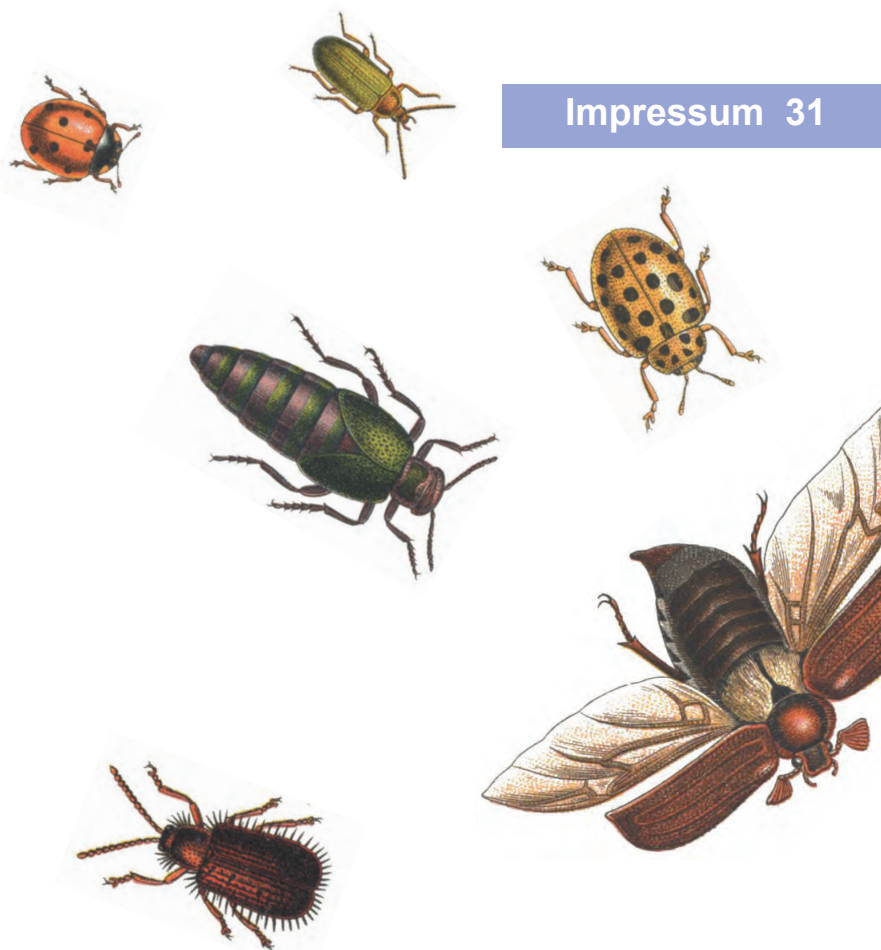
1. Adamolekun B et al: Epidemic of seasonal ataxia in Nigeria following ingestion of the African silkworm *Anaphe venata*: role of thiamine deficiency. *Metabolic Brain Disease* 1997; **12**: 251-258
2. Adamolekun B: Etiology of konzo, epidemic spastic paraparesis associated with cyanogenic glycosides in cassava: role of thiamine deficiency? *Journal of the Neurological Sciences* 2010; **296**: 30-33
3. Agbidje FS : Some edible insect species consumed by the people of Benue State, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* 2009; **8**: 946-950
4. Akinnowo OO et al: Toxicological study on the edible larva of *Cirina forda*. *African Journal of Biomedical Research* 2002; **5**: 43-46
5. Amao OA et al: Effect of Westwood (*Cirina forda*) larva meal on the laying performance and egg characteristics of laying hen in a tropical environment. *International Journal of Poultry Science* 2010; **9**: 450-454
6. Amadi EN et al: Microbiology and nutritional composition of an edible larva (*Bunaea alcinoe* Stoll) of the Niger Delta. *Journal of Food Safety* 2005; **25**: 193-197
7. Anon: Rigasches Kochbuch. Kymmel, Riga 1880
8. Anon: Traditionelle Spezialität: Spinnenkäse. *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung* 2001; **53**: 35
9. Armentia A et al: Allergic hypersensitivity to the lentil pest *Bruchus lentis*. *Allergy* 2006; **61**: 1112-1116
10. Aspöck H: Zecken, Insekten und andere Gliederfüßer als Erreger und Überträger von Krankheiten. *Denisia* 2002; **184**: 397-445
11. Asturias JA et al: Molecular characterization of American cockroach topomyosin (*Periplaneta americana* Allergen 7), a cross-reactive allergen. *Journal of Immunology* 1999; **162**: 4342-4348
12. Auerswald L, Lopata A: Allergy and asthma to indigenous seafood species in South Africa. *Current Allergy & Clinical Immunology* 2007; **20**: 196-199
13. Backwell LR, d'Errico F: Evidence of termite foraging by Swartkrans early hominids. *PNAS* 2001; **98**: 1358-1363
14. Banjo AD et al: The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. *African Journal of Biotechnology* 2006; **5**: 298-301
15. Bartlett E: Hold the turkey... - Forget the christmas roast, get out and round up those yummy little mopane worms. *New Scientist* 1996; H.2061: 58-59
16. Battran M: Wanderheuschrecken – eine ständige Bedrohung Afrikas. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 2005; **58**: 357-362

17. Baumann JF: *Der Dresdner Koch, oder: die vereinigte deutsche, französische und englische Koch- und Back-Kunst*. Selbstverlag, Dresden 1831, Band 1
18. Bhat SA et al: Microsporidiosis of silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera, Bombycidae): A review. *African Journal of Agricultural Research* 2009; **4**: 1519-1523
19. Bechtel P (Hrsg): *Henriette Löffler's illustriertes Kochbuch*. Ebner, Ulm 1878
20. Benecke N: *Der Mensch und seine Haustiere*. Theiss, Stuttgart 1994
21. Bodenheimer FS: *Insects as Human Food*. Dr W Junk, The Hague 1951
22. Bophimai P, Siri S: Fatty acid composition of some edible dung beetles in Thailand. *International Food Research Journal* 2010; **17**: 1025-1030
23. Brinckmann E, Schiller P: Experiments with small animals in Biolab and EMCS on the international space station. *Advances in Space Research* 2002; **30**: 809-814
24. Bristowe WS: *Insects and other invertebrates for human consumption in Siam*. Transactions of the Entomological Society of London 1932, **80**: 387-404
25. Campbell B (Hrsg): *The Miombo in Transition - Woodlands and Welfare in Africa*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia 1996
26. Chagnon NA: *Yanomamo: the fierce people*. Holt, Rinehart and Winston, New York 1968
27. Chen H et al: Stability of plant defense proteins in the gut of insect herbivores. *Plant Physiology* 2007; **143**: 1954-1967
28. Choo J et al: The importance of traditional ecological knowledge for palm-weevil cultivation in the Venezuelan Amazon. *Journal of Ethnobiology* 2009; **29**: 113-128
29. Cianferoni A: Visceral larva migrans associated with earthworm ingestion: Clinical evolution in an adolescent patient. *Pediatrics* 2006; **117**: e336-e339
30. Cobbold TS: On *Blaps mortisaga* as a human parasite. *British Medical Journal* 1877; **1**: 420
31. Conway JR: Sweet dreams: in which an american biologist follows the trail of honey ants to Australia and meets people who can teach him about an ancient treat. *Natural History*, April 2008
32. Cowan F: *Curious Facts in the History of Insects Including Spiders and Scorpions*. Lippincott, Philadelphia 1865
33. DeFoliart GR: Edible insects as minilivestock. *Biodiversity and Conservation* 1995; **4**: 306-321
34. DeFoliart GR: Insects as food: Why the western attitude is important. *Annual Reviews in Entomology* 1999; **44**: 21-50
35. de Oliveira VTP, da Cruz-Landim C: Morphology and function of insect fat body cells: a review. *Bio-ciências (Porto Alegre)* 2003; **11**: 195-205
36. Durst PB, Shono K: Edible forest insects: exploring new horizons and traditional practices. In: Durst PB et al (Hrsg.): *Forest insects as food: humans bite back*. FAO, Bangkok 2010: 1-4
37. Förster M: Gefährliche Plagegeister: Fliegen als Überträger von Mikroorganismen. *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung* 2009; **61**: 286-288
38. Freiherr von la Valette St. George: Ueber die Feinde der Fische. *Circular des Deutschen Fische-rei-Vereins* 1879; **H.3**: 77-86
39. Fritzsche R et al (Hrsg): *Angewandte Entomologie*. Gustav Fischer, Stuttgart 1968
40. Gashe BA et al: The microbiology of phane, an edible caterpillar of the emperor moth, *Imbrasia belina*. *Journal of Food Protection* 1997; **60**: 1376-1380
41. Ghazoul J et al (Hrsg.): *Mopane Woodlands and the Mopane Worm: Enhancing rural livelihoods and resource sustainability*. Final Technical Report. DFID, London 2006
42. Gordon DG: *The Eat-a-Bug Cookbook*. Ten Speed Press, Berkeley 1998
43. Gorham JR: The significance for human health of insects in food. *Annual Reviews in Entomology* 1979; **24**: 209-224
44. Grenier AM et al: Artificial parthenogenesis and control of voltinism to manage transgenic populations of *Bombyx mori*. *Journal of Insect Physiology* 2004; **50**: 751-760
45. Grzimek B (Hrsg). *Grzimeks Tierleben*. Band 2: Insekten. Kindler, München 1993
46. Günther K et al (Hrsg): *Urania Tierreich*. Insekten. Urania, Berlin 2000
47. Hanboonsong Y: Edible insects and associated food habits in Thailand. In: Durst PB et al (Hrsg.): *Forest insects as food: humans bite back*. FAO, Bangkok 2010: 173-182
48. Haritakun R et al: An antimycobacterial cyclodepsipeptide from the entomopathogenic fungus *Opiocordyceps communis* BCC 16475. *Journal of Natural Products* 2010; **73**: 75-86
49. Harris M: *Wohlgeschmack und Widerwillen: die Rätsel der Nahrungstabus*. Klett-Cotta; Stuttgart 1990
50. Hase W: *Der Maikäfer als Forstschädling in Schleswig-Holstein*. Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins von Schleswig-Holstein 1984; **54**: 103-115
51. Herold E, Weiß K: *Neue Imkerschule*. Ehrenwirth, München 1999
52. Hinz E: Über Entomophagie und ihre Bedeutung für die Humanparasitologie. *Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie* 2001; **23**: 1-16
53. Hoffman WE: *Insects as human food*. Proceedings of the Entomological Society of Washington 1947; **49**: 233-237
54. Holden S: Edible caterpillars - a potential agroforestry resource? *Food Insects Newsletters* 1991; **H.4**: 3-4
55. Holt V: *Why not eat insects?* Orig 1885, Reprint British Museum (Natural History); H Ling Limited, Dorchester 1988
56. Hope, RA et al: Experimental analysis of adoption of domestic mopane worm farming technology in rural Zimbabwe. *Development Southern Africa* 2009; **26**: 29-46
57. Hopkins J: *Strange food: Bush Meat, Bats, and Butterflies*. Periplus, Hong Kong 1999
58. Horn MA et al: The earthworm gut: an ideal habitat for ingested N<sub>2</sub>O-producing microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology* 2003; **69**: 1662-1669
59. Hrabar H et al: Differential effects of defoliation by mopane caterpillars and pruning by African elephants on the regrowth of *Colophospermum mopane* foliage. *Journal of Tropical Ecology* 2009; **25**: 301-309

60. Huiting HF et al: Monitoring of the cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) and control of the grubs in outside crops. *Applied Plant Research*, Wageningen 2006
61. Illgner P, Nel E: The geography of edible insects in sub-Saharan Africa: a study of the mopane caterpillar. *The Geographical Journal* 2000; **166**: 336-351
62. Irvine K: Macrodistribution, swarming behaviour and production estimates of the lakefly *Chaoborus edulis* (Diptera: Chaoboridae) in Lake Malawi. *Advances in Ecological Research*, 2000; **31**: 431-448
63. Iwalewa EO et al: Sub-acute toxicity and biochemical effects of extracts of *Anaphe venata* larvae in mice. *African Journal of Biomedical Research* 2005; **8**: 89-93
64. Jahn J: *Lebendfutter*. Albrecht Philler Verlag, Minden o.J.
65. John DT et al (Hrsg): *Markell and Voge's Medical Parasitology*. WB Saunders, Philadelphia, 2006
66. Katayama N et al: Entomophagy: a key to space agriculture. *Advances in Space Research* 2008; **41**: 701-705
67. Kathan B: *Verschwundene und seltene Gäste der Speisekarte*. Ein Kochbuch. Vor-Ort, Innsbruck 1992
68. Keferstein GA: *Ueber den unmittelbaren Nutzen der Insekten*. Maring'sche Buchhandlung, Erfurt 1827
69. Kim YH et al: Effects of Bt transgenic Chinese cabbage pollen expressing *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin on the non-target insect *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) larvae. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 2008; **11**: 107-110
70. Knobloch DJ et al: Dinitrogen cleavage and functionalization by carbon monoxide promoted by a hafnium complex. *Nature Chemistry* 2010; **2**: 30-35
71. Kollmannsperger F: *Heuschrecken in der Sahara*. Kosmos, Stuttgart 1957
72. Kunimi Y: Current status and prospects on microbial control in Japan. *Journal of Invertebrate Pathology* 2007; **95**: 181-186
73. Lee KP: The interactive effects of protein quality and macronutrient imbalance on nutrient balancing in an insect herbivore. *Journal of Experimental Botany* 2007; **210**: 3236-3244
74. Lewis C, Kaufman PE: Cheese (of ham) skipper, *Piophilha casei* (Linnaeus) (Insecta: Diptera; Piophilidae). University of Florida, IFAS Extension, Doc-No EENY468, 1. Jan. 2010
75. Liang X, Yao C: [Nahrhaftes alkoholisches Getränk, hergestellt aus Puppen und Maden von *Musca domestica* zur Förderung der Gesundheit und Herstellung desselben.] CN 101 245 305 vom 20. 8. 2008
76. Loveridge JP: The control of water loss in *Locusta migratoria migratorioides* R. & F. *Journal of Experimental Biology* 1968; **49**: 1-13
77. MacGregor R: La représentation des insectes dans l'ancien Mexique. *L'Entomologiste* 1969; **25**: 1-8
78. MacLaren WR et al: Reactions to insect allergens. *California Medicine* 1960; **93**: 224-226
79. Maximilian zu Wied-Neuwied: *Reise in das innere Nord-America in den Jahren 1832 bis 1834*. J. Hölscher, Koblenz 1839-41.
80. Mebs D: *Gifftiere*. WVG, Stuttgart 2000
81. Menzel P, D'Aluisio F: *Man Eating Bugs: The Art and Science of Eating Insects*. Ten Speed Press, Berkeley 2004
82. Meyer H: *Das Deutsche Kolonialreich*. Erster Band: Ostafrika und Kamerun. Bibliographisches Institut, Leipzig 1909
83. Miokovic B, Kozacinski L: Die Rolle der Käsefliege bei der Herstellung von „Fauligem Käse“. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 2003; **54**: 44-46
84. Mori M: n-Hexacosanol and n-Octacosanol: Feeding stimulants for larvae of the silkworm, *Bombyx mori*. *Journal of Insect Physiology* 1982; **28**: 969-973
85. Musvoto C et al: Reality and preferences in community Mopane (*Colophospermum Mopane*) woodland management in Zimbabwe and Namibia. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 2007; **28**: 83-87
86. Netolitzki F: Käfer als Nahrungs- und Heilmittel. *Koleopterologische Rundschau* 1918; **7**: 121-129
87. Netolitzki F: Käfer als Nahrungs- und Heilmittel. Fortsetzung. *Koleopterologische Rundschau* 1919; **8**: 21-26
88. Netolitzki F: Käfer als Nahrungs- und Heilmittel. Fortsetzung und Schluß. *Koleopterologische Rundschau* 1919; **8**: 47-60
89. Netz C: *Anleitung zur Zucht der Seidenraupen*. Selbstverlag, Darmstadt 1855
90. Nishimune T et al: Thiamin is decomposed due to *Anaphe* spp. entomophagy in seasonal ataxia patients in Nigeria. *Journal of Nutrition* 2000; **130**: 1625-1638
91. Nonaka K: Cultural and commercial roles of edible wasps in Japan. In: Durst PB et al (Hrsg.): *Forest insects as food: humans bite back*. FAO, Bangkok 2010: 123-130
92. Osman SE et al: Comparative biochemical studies on the fat bodies of *Blaps sulcata* and *Blaps polychresta* Forskål. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*: 1990; **96**: 319-322
93. Overstreet RM: Flavor buds and other delights. *Journal of Parasitology* 2003; **89**: 1093-1107
94. Oyegoke OO et al: Dietary potentials of the edible larvae of *Cirina forda* (Westwood) as a poultry feed. *African Journal of Biotechnology* 2006; **5**: 1799-1802
95. Paoletti MG et al: The importance of leaf- and litter-feeding invertebrates as source of animal protein for the Amazonian amerindians. *Proceedings of the Royal Society London* 2000; **267**: 2247-2252
96. Paoletti MG et al: Nutrient content of earthworms consumed by Ye'Kuana amerindians of the Alto Orinocco of Venezuela. *Proceedings of the Royal Society London* 2003; **270**: 249-257
97. Paoletti MG et al: Nutrient content of termites (*Syntermes Soldiers*) consumed by Makiritare amerindians of the alto Orinoco of Venezuela. *Ecology of Food and Nutrition* 2003; **42**: 177-191
98. Parona C: *Liguliphages?* Bulletin Populaire Pisciculture et des Améliorations de la Pêche. Paris/Toulouse 1908 Juillet-Août-Septembre: 17-19
99. Phillips J, Burkholder W: Allergies related to food insect production and consumption. *Food Insect Newsletter* 1995; H2: 1-2,4
100. Provancher L: Des insectes comme aliment. *Naturaliste Canadien* 1890; **20**: 114-127
101. Ramandey E, van Mastrigt H: Edible insects in Papua, Indonesia: from delicious snack to basic need. In: Durst PB et al (Hrsg.): *Forest insects as food: humans bite back*. FAO, Bangkok 2010: 105-114

102. Ramos-Elorduy J, Pino JM. Los insectos comestibles en el México antiguo. Estudio Etnoentomológico. ATG Editor, México 1989
103. Ramos-Elorduy J: Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico, and some measures to preserve them. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2006; **2**: e51
104. Ratzeburg JTC: Die Forst-Insecten. Erster Theil. Die Käfer. Nicolai'sche Buchhandlung, Berlin 1839
105. Rothschild M et al: Toxic lepidoptera. *Toxicon* 1970; **8**: 293-296
106. Schabel HG: Forest insects as food: a global review. In: Durst PB et al (Hrsg.): Forest insects as food: humans bite back. FAO, Bangkok 2010: 37-64
107. Schilling W: Hand- und Lehrbuch für angehende Naturforscher und Naturaliensammler. Bernh. Friedr. Voigt, Weimar 1860; Band 2
108. Schmidt H: Beobachtungen an der eingeschleppten gelbfüssigen Bodentermite (*Reticulitermes flavipes* Kollar). *Insectes Sociaux* 1968; **3**: 319-322
109. Schmidt-Nielsen K. *Physiologie der Tiere*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1999
110. Schwenke W (Hrsg): Die Forstschädlinge Europas. Parey, Hamburg 1974
111. Schütt P et al (Hrsg): Bäume der Tropen. ecomed, Landsberg 2003
112. Sedlag U: Urania Tierreich: Tiergeographie. Berlin 2000
113. Sellenschlo U: Termiten in Hamburg. Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz 1988; **61**: 105-108
114. Shaxson A et al: The Malawi Cookbook. Blantyre Printing and Publishing Ltd., Zomba, Malawi 1985
115. Sheppard SA et al: A value added manure management system using the black soldier fly. *Biore-source Technology* 1994; **50**: 275-279
116. Silow CA: Edible and other Insects of Mid-Western Zambia. *Studies in Ethno-Entomology II*. Almqvist & Wiksell, Uppsala 1976
117. Silow CA: Notes on Ngangala ethnozoology, ants and termites. *Ethnological Studies* 1983; **36**: 1-177
118. Stamer A: Erschließung alternativer Proteinquellen zum Fischmehl für Forellenfuttermittel. Naturland, München 2005
119. Sternberg W: Kochkunst und ärztliche Kunst. Enke, Stuttgart 1907
120. Stief P et al: Nitrous oxide emission by aquatic macrofauna. *PNAS* 2009; **106**: 4296-4300
121. Sugar AM, McCafferty RP: Antifungal activity of 3'-Deoxyadenosine (cordycepin). *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 1998; **42**: 1424-1427
122. Süß L: Der Insektenfresser. *Slowfood* 1999; **16**: 24-29
123. Srivastava SK et al: Traditional insect bioprospecting - As human food and medicine. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 2009; **8**: 485-494
124. Takehisa-Silvestri G: A new model for an ecological niche for early hominids in respect to diet. Diplomarbeit, Universität Wien 2002
125. Takemura Y et al: Artificial insemination using cryopreserved sperm in the silkworm, *Bombyx mori*. *Journal of Insect Physiology* 2000; **46**: 491-497
126. Tas E et al: Berufsbedingte Inhalationsallergie gegen die gemeine Hausfliege (*Musca domestica*). *Hautarzt* 2007; **58**: 156-160
127. Théodoridès J: Les Coléoptères comestibles. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelle de Belgique* 1949; **30**: 126-137.
128. Thomas CD et al: The prevalence of introduced *Vespula vulgaris* wasps in a New Zealand beech forest community. *New Zealand Journal of Ecology* 1990; **13**: 63-72
129. Toms R, Nonaka K: Harvesting of insects in South Africa and Japan – Indigenous knowledge in the classroom. *Science in Africa* 2005. [www.sciencein-africa.co.za/2005/july/edibleinsects.htm](http://www.sciencein-africa.co.za/2005/july/edibleinsects.htm)
130. Truszkowski R, Chajkinówna S: Nitrogen metabolism of certain invertebrates. *Biochemical Journal* 1935; **29**: 2361-2365
131. Umoh IB et al: Effect of thiamin status on the metabolism of linamarin in rats. *Annals of Nutrition & Metabolism* 1985; **29**: 319-324
132. Van Huis A: Wir sollen alle Insekten essen – gegen den Welthunger. [Bild.de](http://Bild.de) vom 10.08.2010
133. Vara-asavapati V et al: Edible-insects in North-east Thailand. *Research Note No 7. Mahasarakam: University of Srinakarinviro* 1975
134. Wageningen UR, Ministerie van LNV: Minister Verburg trekt 1 miljoen euro uit voor aside for Wageningen UR-onderzoek naar insecten in voedsel. *Pressemeldung* vom 15.5.2010
135. Wang D et al: Nutrition value of the Chinese grasshopper *Acrida cinerea* (Thunberg) for broilers. *Animal Feed Science and Technology* 2007; **135**: 66-74
136. Wichmann HE: Unbekannte Wege der Termiten-Einschleppung. *Anzeiger für Schädlingskunde* 1957; **30**, 183-185
137. Wilson ME: Worms that cause lumps in the mouth. *Lancet* 2001; **357**: 1888
138. Winkler D: *Cordyceps sinensis*: A precious fungus infecting Tibet. *Field Mycology* 2010; **11**: 60-68.
139. Winkler D: Yartsa Gunbu (*Cordyceps sinensis*) and the fungal commodification of Tibet's rural economy. *Economic Botany* 2008; **62**: 291-305
140. Xiao S et al: [Massenprodukt aus Seidenraupen-Exkrementen und Herstellung desselben.] *CN* 1078 893, 1. Dez. 1993
141. Yang Y et al: Silkworms culture as a source of protein for humans in space. *Advances in Space Research* 2009; **43**: 1236-1242
142. Yen AL: Edible insects: traditional knowledge or western phobia? *Entomological Research* 2009; **39**: 289-298
143. Yen AL: Edible insects and other invertebrates in Australia: future prospects. In: Durst PB et al (Hrsg.): Forest insects as food: humans bite back. FAO, Bangkok 2010: 65-84
144. Ying F et al: Common edible wasps in Yunnan Province, China and their nutritional value. In: Durst PB et al (Hrsg.): Forest insects as food: humans bite back. FAO, Bangkok 2010: 93-98
145. Zhang M: Raising fly larvae as the space food for crew. *US Patent* 20030233982. 25. Dez 2003
146. Zhang ZY et al: Acute toxicity of organophosphorus and pyrethroid insecticides to *Bombyx mori*. *Journal of Economic Entomology* 2008; **101**: 360-364
147. Zimmermann PR et al: Termites: a potentially large source of atmospheric methane, carbon dioxide, and molecular hydrogen. *Science* 1982; **218**: 563-565

1. Arav A et al: Ovarian function 6 years after cryopreservation and transplantation of whole sheep ovaries. *Reproductive Biomedicine Online* 2010; 20: 48-52
2. Arav A, Natan Y: Directional freezing: a solution to the methodological challenges to preserve large organs. *Seminars in Reproductive Medicine* 2009; 27: 438-442
3. Bakhach J: The cryopreservation of composite tissues. *Organogenesis* 2009; 5: 119-126
4. Fahy GM et al: Physical and biological aspects of renal vitrification. *Organogenesis* 2009; 5: 167-175
5. Pegg DE: The relevance of ice crystal formation for the cryopreservation of tissues and organs. *Cryobiology* 2010; 3: (Sp1) S36-44
6. Petzold G, Aguilera JM: Ice morphology: fundamentals and technological applications in foods. *Food Biophysics* 2009; 4: 378-396
7. Ramløv et al: Freezing tolerance of the New Zealand alpine weta, *Hemideina maori* Hutton [Orthoptera; Stenopelmatidae]. *Journal of Thermal Biology* 1992; 17: 51-54



### Kontakt: Herausgeber:

Dipl.-Biol. Andrea Fock  
Fon: ++49/(0) 40 / 21 99 04 54  
E-Mail: AFock@das-eule.de

Europäisches Institut für Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften (EU.L.E.) e.V.  
Dr. med. vet. Manfred Stein, Am Kiebitzberg 10, D-27404 Gyhum  
Internet: <http://www.das-eule.de>  
Vorstand und V.i.S.d.P.: Dr. med. vet. Manfred Stein, Gyhum

### Redaktion:

Dipl.-Biol. Andrea Fock (Chefredaktion)  
Dipl.-Biol. Wolf Lengwenus  
Dipl. oec. troph. Jutta Muth  
Dr. rer. nat. Monika Niehaus  
Dipl.-Übersetzerin Kirsten Nutto  
Dipl.-Ing. Jürgen Pfuhl  
Lebensmittelchemiker Udo Pollmer  
Marianne Polzin (Lehrerin)  
Dr. med. Dipl.-Ing. Peter Porz (Internist)  
Dipl.-Lebensmitteltechnologin Ingrid Schilsky  
Dr. med. vet. Manfred Stein

### Wissenschaftlicher Beirat:

Prof. Dr. Michael Böttger, Hamburg  
Dr. Hans F. Hübner, MD, Berlin  
Prof. Dr. Dr. Heinrich P. Koch, Wien  
Prof. Dr. Egon P. Köster, Dijon  
Dr. Anne-Maria Pajari, Helsinki  
Prof. Dr. Karl Pirlet †, Garmisch-Partenkirchen

### Spenden:

EU.L.E. e.V. ist als gemeinnützig und besonders förderungswürdig anerkannt.  
Spenden sind steuerabzugsfähig.  
Stadtparkasse München, Konto 111 128 906, BLZ 701 500 00.

### Grafische Gestaltung:

Grafikdesigner Karl-Ludwig Leiter

### Bezug:

Bezug des EU.L.E.-Spiegels ist durch Fördermitgliedschaft oder Abonnement möglich. Beides kostet 92.- Euro für Privatpersonen und 499.- Euro für Firmen (institutional subscription).  
Bestellformular unter <http://www.das-eule.de/> oder bei der Mitgliederverwaltung:  
Jutta Muth, Heinrich-Hesse-Straße 9, 35108 Rennertehausen,  
Fon ++49/ (0) 6452 / 7624, E-Mail: JMuth@das-eule.de

### Abdrucke:

Der Abdruck einzelner Beiträge ist nur mit Genehmigung durch das EU.L.E. und bei entsprechender Quellenangabe gestattet.  
Erbeten werden zwei Belegexemplare.  
Der EU.L.E.-Spiegel oder Teile daraus dürfen nicht zu Werbezwecken eingesetzt werden.

## Danksagung

**Das Team des EU.L.E. e.V. bedankt sich herzlich bei allen Bildautoren:  
The EU.L.E. e.V. owes special thanks to the following authors for providing us  
with photos:**

**Patrick B. Durst**, FAO, Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok

**Robert J. Knell**, University of London, London

**Kenichi Nonaka**, Rikkyo University, Tokio

**Eunice Ramandey**, Cenderawasih University, Port Numbai

**Alex Wild**, University of Illinois, Champaign-Urbana, Illinois

**Daniel Winkler**, Seattle, Washington

**Feng Ying**, Chinese Academy of Forestry, Kunming

**Weitere Abbildungen wurden folgenden Werken entnommen ([www.zeno.org](http://www.zeno.org)):**

*Brehm's Thierleben*. Verlag des Bibliographischen Instituts, Leipzig 1883-1887

*Reitter E: Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches*. Lutz, Stuttgart 1908-1916

Abb. 11: © iStockphoto.com / Maxfocus

Abb. 15: © iStockphoto.com / Maxfocus