

Insekten: Ein Beitrag zur nachhaltigen Ernährung?

Martin Rühl^{1,2}

Insekten sind in aller Munde! Neben der schwindenden Biodiversität und dem viel diskutierten Verlust an Insekten (silent spring), werden sie mittlerweile auch als Nutztiere angesehen. Fanden sich Insekten und deren Produkte bis vor Kurzem nur im Onlinehandel, sind sie heute auch im Regal des Supermarkts um die Ecke zu finden. Ob sich diese Produkte auf dem Markt behaupten können, wird vor allem vom Verbraucher abhängen. Das Potenzial der Insekten, Teile unseres Lebensmittelbedarfs zu decken, ist dagegen unbestritten. Insbesondere aufgrund der wachsenden Erdbevölkerung und der dadurch notwendigerweise steigenden Lebensmittelproduktion ist eine verbesserte Nutzung der uns zur Verfügung stehenden Ressourcen notwendig. Im Vergleich zu anderen Nutztieren lassen sich Insekten ressourcenschonender produzieren. Zudem leisten sie einen Beitrag zu einer nachhaltigen Lebensmittelproduktion.

Entomophagie

Der Verzehr von Insekten durch lebende Organismen wird allgemein als Entomophagie bezeichnet und beinhaltet alle Insektivoren, wie zum Beispiel andere Insekten oder Pilze. Die Entomophagie kommt beim Menschen seit Jahrtausenden vor. Davon zeugen neben altertümlichen Wandmalereien schriftliche Überlieferungen in der Bibel, im Koran und im Talmud, in denen vor allem verschiedene Heuschreckenarten konsumiert wurden (1). Insekten finden sich weltweit in den verschiedensten Habitaten. Neben den Larven vieler Käferarten werden Ameisen in Australien, Termiten in Afrika sowie Puppen des Seidenspinners in Südostasien als Lebensmittel verzehrt. In einer aktuellen Inventarisierung sind 1555 essbare Insektenpezies angegeben, die weltweit als Nahrungsmittel von Menschen verzehrt wurden oder werden (2). Eine Vielzahl dieser Insekten wird in ihrer natürlichen Umgebung gesammelt. So werden zum Beispiel in Australien bis heute Larven von holzbesiedelnden Schmetterlingsarten, die sogenannten Witchettymaden, aufgelesen und gegessen. In Asien werden unter anderem Spinnen, Skorpione und Wasserwanzen gesammelt und verzehrt (Abbildung 1).

Im Vergleich dazu spielten Insekten als Lebensmittel in Europa und Nordamerika bisher keine wesentliche Rolle. Seit einigen Jahren ändert sich dieses Bild, und mittlerweile sind auch in Europa Insekten oder daraus hergestellte Produkte zu bekommen. Dabei sind ganze Tiere (z.B. von Snack-Insects), über Burgerpatties (z.B. von Bugfoundation GmbH) bis hin zu Nudeln und Keksen auf Basis gemahlener Insekten (z.B. von Plumento-Foods GmbH) erhältlich. Die aktuell im



¹ Institut für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie, Justus-Liebig-Universität Giessen, Heinrich-Buff-Ring 17, D-35392 Giessen

² Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME, Institutsteil Bioressourcen, Heinrich-Buff-Ring 17, D-35392 Giessen

Handel zu findenden entomophagen Convenience-Lebensmittel in Deutschland bestehen aus Larven des Glänzendschwarzen Getreideschimmelkäfers (*Alphitobius diaperinus*), die auch als Buffalowürmer bekannt sind. Daneben werden auch Larven des Mehlkäfers (*Tenebrio molitor*) und des Grossen Schwarzkäfers (*Zophobas atratus*) zu Lebensmitteln verarbeitet oder als ganze Tiere angeboten. Die Larven des Grossen Schwarzkäfers werden aufgrund ihrer Grösse auch als Superworms vermarktet. In der Schweiz bietet Migros seit Ende 2018 die in der Schweiz zugelassenen Insekten zum Verkauf an (www.migros.ch, Artikel vom 16.10.2018, abgerufen am 1.3.2019). Die Larven des Mehlwurms sowie die



Abbildung 1: Frittierte Wasserwanzen (links) und zubereitete Skorpione (rechts) auf einem Markt in Siem Reap, Kambodscha.



Abbildung 2: Larven der Schwarzen Soldatenfliege (*Hermetia illucens*) (links), adulte Fliegen nach dem Schlüpfen (Mitte) und Fortpflanzungsgehege mit Eiablage (rechts).

adulten Tiere der Europäischen Wanderheuschrecke (*Locusta migratoria*) und des Heimchens (*Acheta domestica*) werden in getrockneter Form als ganze Tiere angeboten. Bereits vorher wurden von Coop verschiedene Convenience-Produkte mit Insekten als Zutat angeboten. Alle drei Insektenarten dürfen seit dem 1. Mai 2017 in der Schweiz als Lebensmittel oder Lebensmittelzutat produziert und in Verkehr gebracht werden (3). Ganze Insekten und Lebensmittel aus Insekten stehen somit jedem Verbraucher in Europa zur Verfügung. Ob sich Insekten als Lebensmittel durchsetzen, hängt dabei vorwiegend vom Konsumenten ab. Können die Menschen ihren anerzogenen Ekel gegenüber Mehlwürmern und Grillen ablegen und sich auf dieses neue Angebot einlassen, das aus ernährungsphysiologischer Betrachtung und ressourcenschonender Sicht einige Vorteile bietet?

Nutritive Eigenschaften

Insekten haben, wie für Tiere üblich, einen hohen Proteingehalt, dessen biologische Wertigkeit der von Fleisch ähnelt. Der Proteingehalt der Insekten variiert dabei zwischen den verschiedenen Spezies, aber auch innerhalb einer Spezies in Abhängigkeit vom verwendeten Futter, wie verschiedene Übersichtsartikel zeigen. Bei Mehlwürmern liegt die Proteinkonzentration bei durchschnittlich 50 Prozent der Biotrockenmasse (4, 5). Für Heuschreckenarten sind sogar Konzentrationen von über 60 Prozent angegeben (5), wobei diese Angaben zum Teil zu hoch angesetzt sind. Grund dafür ist die Art der Bestimmung: Die Proteinkonzentration von Lebensmitteln erfolgt indirekt über den Stickstoffgehalt, und dieser wird mit einem Faktor multipliziert, um den Proteingehalt abzuschätzen. Neben den Proteinen kommt Stickstoff natürlich auch in anderen Molekülen vor, so zum Beispiel in Chitin, das in Insekten und Pilzen als Strukturbildner dient. Jedes Monomer dieses Polysaccharids besitzt ein Stickstoffmolekül und trägt somit zum Stickstoffgehalt der untersuchten Insekten bei. Eine exaktere Bestimmung erhält man über die direkte, aber aufwendigere Analyse der Aminosäurezusammensetzung und deren Quantifizierung. In einer kürzlich veröffentlichten Arbeit hat man sich diesem Problem angenommen und die Diskrepanz untersucht (6). Hier

zeigte sich, dass der üblicherweise angenommene Faktor von 6,25 sich bei Mehlwürmern auf 4,75 und bei Buffalowürmern auf 4,86 reduziert. Der Proteingehalt wurde demnach in einigen Fällen zu hoch geschätzt. Dennoch sind die Larven des Mehlkäfers mit einer Proteinkonzentration von 45 Prozent – bezogen auf die Biotrockenmasse – und die des Glänzendschwarze Getreideschimmelkäfers mit 50 Prozent überaus hoch. Zudem ist auch die Proteinqualität hoch, da die Insektenproteine alle essenziellen Aminosäuren enthalten. So wurde der Aminosäureindex (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score; PDCAAS) für native Larven der Seidenraupe mit 0,86 bestimmt (7) und liegt nur etwas unterhalb des PDCAAS von Rindfleisch (ca. 0,92). Ihre vorteilhafte Aminosäurezusammensetzung und ihr hoher Proteingehalt machen Insekten deshalb zu einer interessanten Alternative zu anderen tierischen Lebensmitteln. Zum hohen Proteingehalt, der mengenmässig den Grossteil der Insektenbiotrockenmasse ausmacht (5), kommt ein sehr variabler Anteil an Fett hinzu, dessen Konzentration zwischen < 10 Prozent für die Seidenspinnerraupe und > 40 Prozent für Mehlwürmer variieren kann (4, 5). Die Zusammensetzung der Fettsäuren von Insekten variiert ebenfalls, wobei Insekten generell einen höheren Anteil an ungesättigten als an gesättigten Fettsäuren besitzen (5). Weiterhin sind Insekten reich an Mineralien wie Kalzium, Kalium, Kupfer, Magnesium, Mangan, Phosphor sowie Zink und zeigen für einige dieser Mineralien eine hohe Löslichkeit (5, 8). Daneben enthalten Insekten auch Eisen in sehr unterschiedlichen Konzentrationen (5). Die Verfügbarkeit von Eisen wurde in einer Studie von Latunde-Dada et al. (8) untersucht. In den essbaren Insekten wurden zwischen 6 mg Eisen je 100 g Biotrockenmasse für den Grashüpfer *Sphenarium purpurascens* und 13 mg Eisen je 100 g Biotrockenmasse für die Grille *Gryllus bimaculatus* bestimmt (8). Dabei ist die Bioverfügbarkeit von Eisen in Insekten vergleichbar mit derjenigen in Rindfleisch und für die derzeit beliebten Buffalowürmer sogar höher (8).

Neben diesen positiven Eigenschaften gibt es derzeit aber auch noch offene Fragen hinsichtlich der Eignung von Insekten als Lebensmittel, die sich durch den Zulassungsprozess in der EU (siehe «Rechtliche Bewertung») zum grössten Teil klären wird. Ein Punkt sei an dieser Stelle herausgegriffen: Es ist derzeit wenig über das allergene Potenzial der Insekten oder, besser gesagt, der Insektenproteine bekannt. Durch den Konsum von Insektenproteinen kann es zu allergischen Reaktionen kommen, wie sie von anderen Lebensmittelproteinen bekannt sind.

Nachhaltigkeit der Insektenproduktion

Die Frage der Nachhaltigkeit eines Lebensmittels beziehungsweise dessen landwirtschaftliche Produktion wird durch die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) in fünf Prinzipien zusammengefasst:

1. Verbesserung der Ressourceneffizienz.
2. Schutz und Verbesserung der natürlichen Ressourcen durch direktes Handeln.
3. Nachhaltige Landwirtschaft muss die Lebensbedingungen der ländlichen Bevölkerung, die Verteilungsgerechtigkeit und das soziale Wohlergehen schützen und verbessern.
4. Eine verbesserte Widerstandsfähigkeit von Menschen, Gemeinschaften und Ökosystemen ist der Schlüssel zu einer nachhaltigen Landwirtschaft.
5. Nachhaltige Ernährung und Landwirtschaft erfordern verantwortungsbewusste und wirksame Steuerungsmechanismen.

Angewandt auf die Zucht von Insekten und deren Verwendung als Lebensmittel, lassen sich verschiedene Aspekte gegenüber anderen Lebensmitteln tierischen Ursprungs herausgreifen. Eine Analyse des Lebenszyklus hilft dabei, die gesamte Umweltbelastung von der Zucht eines Insekts bis zu dessen Verzehr einzuschätzen und mit anderen tierischen Lebensmitteln zu vergleichen (9). Für Mehlwürmer konnte gezeigt werden, dass zur Herstellung von tierischem Protein das Treibhauspotenzial und die Flächennutzung bei der Insektenzucht geringer sind als bei der Produktion von Fleisch (Huhn, Schwein und Rind) oder Milch (10). Auch die Verwertung des Futtermittels durch den Mehlkäfer mit 2,2 kg Futtermittel pro kg Lebendgewicht ist ausgesprochen gut und vergleichbar mit derjenigen für Hühnchen (2,3 kg) und besser als für Rind (bis zu 8,8 kg) oder Schwein (4,0 kg) (10, 11). Lediglich der Energieverbrauch ist höher als bei der Produktion von Milch und Geflügel, aber in der gleichen Grössenordnung wie bei der Zucht von Schweinen und Rindern (10). Da Insekten, im Vergleich zu den gleichwarmen Nutztieren, wechselwarme Tiere sind, benötigen diese konstante Temperaturen, um die reproduzierbare Zucht zu gewährleisten. Der Fussabdruck des Wasserverbrauchs ist hingegen wiederum sehr positiv für die Produktion von Mehlwürmern eingeschätzt worden. Dabei wurde eine Menge von 23 l Wasser für 1 g Insektenprotein bestimmt, was deutlich unterhalb der Menge für Rindfleisch (112 l/g-1-Protein) und Schweinefleisch (57 l/g-1-Protein) liegt, aber auch unterhalb der für Hühnerfleisch benötigten Menge von 34 l/g-1-Protein (12). Wie auch in der traditionellen Nutztierhaltung finden sich in der Insektenproduktion sowohl kleinere Familienbetriebe als auch grössere Industriebetriebe. Während im asiatischen Raum sicherlich eine Mischung aus beiden Betriebsarten besteht, sind vor allem in Europa industrielle Produzenten anzutreffen. Landwirtschaftliche Betriebe, die auf Insektenzucht umsatteln, sind derzeit noch rar. Neben der Insektenzucht können und werden Insekten in der Natur gesammelt, dies hat sowohl Vor- als auch Nachteile für die Umwelt. Das Sammeln von Schädlinginsekten, die wie der Grashüpfer *S. purpurascens* für die menschliche Ernährung geeignet sind, kann zu komplementären Effekten führen. Zum einen führt eine reduzierte Menge an Schädlinginsekten zu einem verminderten Eintrag von Pestiziden, und zum anderen können die bäuer-

lichen Kleinbetriebe einen neuen Lebensmittelmarkt bedienen (13, 14). Auf der anderen Seite kann sich eine zu starke Entnahme einzelner Insekten negativ auf das Ökosystem auswirken.

Rechtliche Bewertung

In der europäischen Union werden laut der aktuellen Verordnung zu neuartigen Lebensmitteln (EU) Nr. 2015/2283 (15) «... ganze Insekten und Teile davon» sowie aus Insekten gewonnene Inhaltsstoffe als neuartiges Lebensmittel (Novel Food) eingestuft. Daher bedarf es vor einer Zulassung und dem Inverkehrbringen einer gesundheitlichen Bewertung. Allerdings gibt es für Insekten derzeit eine Ausnahmeregelung, denn einige EU-Mitgliedsstaaten, wie zum Beispiel die Niederlande, Belgien, Österreich und Dänemark, hatten aufgrund von Ungenauigkeiten in der vorherigen Novel-Food-Verordnung (EG) Nr. 258/97 (16) das Inverkehrbringen von Insekten toleriert. Andere EU-Mitgliedstaaten klassifizierten hingegen die Insekten als neuartige Lebensmittel. Die daraus entstandene Diskrepanz wird durch eine Übergangsmassnahme, die in Artikel 35 der aktuellen Novel-Food-Verordnung (16) festgehalten ist, aufgelöst. Diese sieht vor, dass Insekten oder deren Teile, die vor dem 1. Januar 2018 als Lebensmittel auf dem Markt vorhanden sind, weiterhin als Lebensmittel vermarktet werden dürfen. Allerdings müssen die Produzenten bis zum 2. Januar 2020 einen Zulassungsantrag stellen, um über dieses Datum hinaus Insekten als Lebensmittel zu vermarkten. Unabhängig von der Übergangsmassnahme sind derzeit bereits sieben Insekten als Tierfutter für Aquakulturen in der EU zugelassen (17): Die Soldatenfliege (*Hermetia illucens*, Abbildung 2), die Stubenfliege (*Musca domestica*), der Mehlkäfer (*T. molitor*), der Getreideschimmelkäfer (*A. diaperinus*), das Heimchen (*A. domesticus*), die Kurzflügelgrille (*Grylloides sigillatus*) und die Steppengrille (*Gryllus assimilis*) können produziert und zu Futtermittel weiterverarbeitet werden. Dabei gelten für die Fütterung und die Haltung dieser Insekten die gleichen Vorgaben wie für andere Nutztiere, das heisst, es dürfen keine Speiseabfälle, Gülle oder Fleischmehle an Insekten verfüttert werden. Hinsichtlich der humanen Entomophagie bleibt abzuwarten, ob nach dem 2. Januar 2020 einige Insektenpezies als Novel Food zugelassen werden. Es wäre uns und der Umwelt zu wünschen.

Korrespondenzadresse:

Dr. Martin Rühl
 Institut für Lebensmittelchemie
 und Lebensmittelbiotechnologie
 Justus-Liebig-Universität Giessen
 Heinrich-Buff-Ring 17
 D-35392 Giessen
 E-Mail: martin.ruehl@uni-giessen.de

Literatur:

1. Costa-Neto EM, Dunkel FV: Insects as food: History, culture, and modern use around the world, in *Insects as sustainable food ingredients* (Ed. Dossey, Morales-Ramos, Rojas) 2016; 29–60.
2. Dossey TA, Morales-Ramos JA, Rojas MG (Ed): *Insects as sustainable food ingredients*, Academic Press 2016, 1st Edition.
3. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV: Informationsschreiben 2017/1: Produktion und Verarbeitung von Insekten zur Verwendung als Lebensmittel; 06.04.2017.
4. Finke MD: Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biol* 2002; 21: 269–285.
5. Rumpold BA, Schlüter OK: Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol Nutr Food Res* 2013; 57: 802–823.
6. Janssen EH, Vincken J-P, van den Broek LAM et al.: Nitrogen-to-protein conversion for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. *J Agric Food Chem* 2017; 65: 2275–2278.
7. Longvah T, Mangthya, Ramulu P: Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. *Food Chem* 2011; 128: 400–403.
8. Latunde-Dada GO, Yang W, Aviles MV: In vitro iron availability from insects and sirloin beef. *J Agric Food Chem* 2016; 64: 8420–8424.
9. van Huis A, Oonincx DGAB: The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agron Sustain Dev* 2017; 37: 43.
10. Oonincx DGAB, de Boer IJM: Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans – a life cycle assessment. *PLoS One* 2012; 7: e51145.
11. Wilkinson JM: Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 2011; 5: 1014–1022.
12. Miglietta PP, De Leo F, Ruberti M, Massari S: Mealworms for food: a water footprint perspective. *Water* 2015; 7: 6190–6203.
13. Payne CLR, Van Itterbeeck J: Ecosystem services from edible insects in agricultural systems: a review. *Insects* 2017; 8: 24.
14. FAO: *Der Beitrag von Insekten zu Nahrungssicherung, Lebensunterhalt und Umwelt*. 2013.
15. Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 über neuartige Lebensmittel.
16. Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 1997 über neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten.
17. Verordnung (EU) 2017/893 der Kommission vom 24. Mai 2017.