

Erzeugung und Bewertung von Proteinmehlen aus Insekten

Dr.-Ing. Verena Böschen und Prof. Dr.-Ing. Werner Sitzmann,
Forschungsinstitut Futtermitteltechnik der IFF, Braunschweig

Rechtliche Rahmenbedingungen

Nicht erst in den letzten drei Jahren ist der steigende Bedarf an alternativen Proteinträgern aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung bekannt. In diesem Zusammenhang sind besonders Insekten und die daraus resultierenden industriellen Entwicklungen zu nennen. Aus diesem Grund wurde vom IFF-Forschungsinstitut Futtermitteltechnik am 23. April 2021 eine Online-Fachtagung zu dieser Thematik veranstaltet. Neben den sechs Referenten hatten sich 43 Teilnehmende aus dem Bereich Mischfutterherstellung und dem dazugehörigen Anlagenbau sowie einige Vertreter des aufkommenden Industriezweiges „Insekten“ angemeldet.

Inhaltlich wurde ganz aktuell über die rechtlichen Rahmenbedingungen diskutiert. Ebenfalls erörtert wurden folgende Themen: Insekten im Allgemeinen mit Haltung und Ernte, Aufbereitung der Insekten zu Proteinmehlen und Lipiden, Eigenschaften der Produkte, Aspekte der Tierernährung sowie Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.

Im Juni letzten Jahres hatte die International Platform of Insects for Food and Feed (IPIFF) einen kurzen Ausblick zu dem sich schnell entwickelnden neuen Industriezweig gegeben und u. a. auf die vom internationalen Markt abweichende rechtliche Situation hingewiesen (Abb. 1).

Feed stocks	Insect production	Target species			
		Protein	Fat	Live*	Whole insects (dried or frozen, not milled)
✓ Vegetal substrates	<p>According to IPIFF members, the most commonly used insect species in animal feed are the black soldier fly, the yellow mealworm and the common housefly larvae.</p>	✓	✓	✓	✓
✓ Former foodstuff: vegetal, dairy and eggs		✓	✓	✓	✓
✗ Former foodstuff: meat and fish		✗	✓	✓	✗
✗ Catering waste and slaughterhouse products		✗	✓	✓	✗
✗ Animal manure		✗	✓	✓	✗

Allowed to be fed to fish as from 1st July 2017

* permitted under national legislation in certain EU Member States

Abb. 1: Gesetzliche Rahmenbedingungen für Insekten in der EU [1]

Um ein Produkt wertschöpfend erzeugen und verkaufen zu können, muss im ersten Schritt die rechtliche Zulassung dafür vorhanden sein. Seitens der EU wurden Insekten mit der Verordnung (EU) Nr. 2017/893 in die Gruppe der tierischen Nebenprodukte aufgenommen. Mit der Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 999/2002 und (EU) Nr. 142/2011 durften sie somit seit 2017 an Fische in der Aquakultur verfüttert werden und gehören dementsprechend zu den Nutztieren. Darin eingeschlossen ist zugleich die Aufhebung des Verfütterungsverbot von Insekten an Schweine und Geflügel, welches vor 20 Jahren aus der BSE-Krise hervorgegangen war. Die Zulassung für diese beiden Zieltierarten kann zum Herbst dieses Jahres erwartet werden, da erst dann der Vorschlag vom EU-Parlament abschließend diskutiert wird.

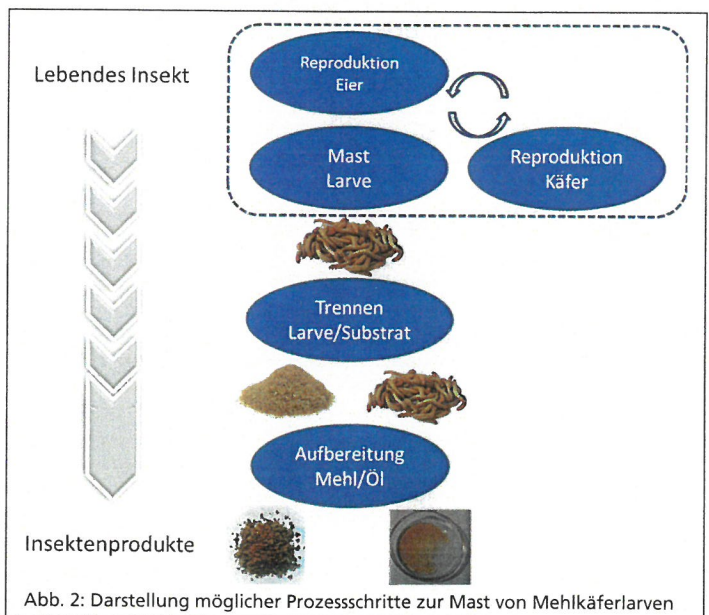
Insekten können jedoch nicht nur in der Futtermittelindustrie –

zu der auch der Bereich Petfood gehört –, sondern auch in der Lebensmittelbranche innovativ eingesetzt werden. Zum 1. Januar 2018 trat deshalb die Novel-Food-Verordnung (EU) 2015/2283 in Kraft. Dieser zufolge gelten ganze Insekten, Teile davon sowie aus Insekten gewonnene Inhaltsstoffe als neuartige Lebensmittel („Novel Food“) und müssen vor dem Inverkehrbringen gesundheitlich bewertet und zugelassen werden.

Die Aktualität des Themas Insekten zeigt sich u. a. darin, dass die EU-Staaten erstmals zum 4. Mai 2021 einem Vorschlag der Europäischen Kommission zugestimmt haben, welcher vorsieht, dass getrocknete gelbe Mehlwürmer als neuartiges Lebensmittel in der EU zugelassen werden. Dies ist die erste Zulassung eines Insektes als neuartiges Lebensmittel auf dem EU-Markt.

Haltung und Ernte

Doch von der schlüpfenden Larve bis zum fertigen Endprodukt in der Futter- oder Lebensmittelindustrie sind viele Prozessschritte zu betrachten (Abb. 2).



Der gestrichelt umrandete Bereich in Abb. 2 befasst sich mit dem lebenden Insekt (d. h. mit den Eiern, Larven und Käfern), z. B. bei der Mehlwurmherstellung. Unternehmen, welche in diesem Bereich auf dem europäischen Markt agieren, sind die Firmen Ynsect aus Frankreich, Tebrito aus Schweden sowie Tenebrio aus Deutschland.

In allen Unternehmen verwendet man zur Aufzucht bzw. Mast der Larven Kästen verschiedener Größen in angepassten Regalsystemen. In diesen Behältern wachsen die Larven und müssen entsprechend ihren Wachstumsstadien gefüttert werden.

Abhängig vom zu fütternden Substrat und dem Erntezeitpunkt kann sich die Körperzusammensetzung der Larven hinsichtlich der Protein-, Fett-, Chitin- sowie Wassergehalte ändern. Je nach Insektenart und den Anforderungen des späteren Anwenders gibt es daher viele Variationsparameter, welche die Generations-/Wachstumszeiten sowie die Erntezeitpunkte beeinflussen. Bei der Mehlkäferlarve beispielsweise kann die Wachstumsphase bis zur Ernte ca. 80 Tage betragen.

In Abb. 3 ist der Lebenszyklus des Mehlkäfers dargestellt.

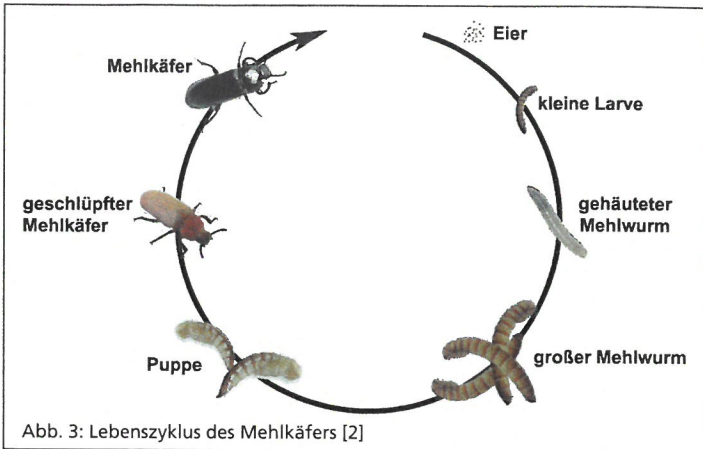


Abb. 3: Lebenszyklus des Mehlkäfers [2]

Wie in Abb. 2 gezeigt, kann die Ernte der Larven über mechanische Verfahren wie Sieben oder Sichten erfolgen. Dabei werden die Larven von ihren Ausscheidungen (Fraß) sowie dem restlichen Substrat getrennt. Für den Kleintier- und Reptilienmarkt ist die Prozesskette an diesem Punkt abgeschlossen und die Larven werden lebend verfüttert. Diese Möglichkeit besteht ebenfalls in der Nutztierhaltung (Schweine, Geflügel, Fische) und ist rechtlich zulässig (Abb. 1). Für eine genaue Rezepturgestaltung im Nutztierbereich oder in der Lebensmittelindustrie ist es jedoch vorteilhaft, die Larven in ihre wertbestimmenden Bestandteile wie Protein und Fett zu überführen.

Aufbereitung der Insekten

Zur weiteren Verarbeitung müssen die Larven daher inaktiviert bzw. getötet werden. Für diesen Prozessschritt gibt es verschiedene Möglichkeiten und keine gesetzlichen Vorgaben. Je nach Weiterverarbeitungsstrategie hat sich die Inaktivierung der Larven über Hitze (Blanchieren) bzw. Kälte (Einfrieren) am Markt etabliert.

Zur Erzeugung eines Proteinmehles für die Futter- oder Lebensmittelindustrie haben sich ebenfalls zwei Verfahren durchgesetzt: die Nass- und die Trockenaufbereitung (Abb. 4).

Am Ende der Prozessketten stehen in beiden Fällen (Nass- und Trockenaufbereitung) ein Proteinmehl und ein Lipid (Fett). Je nach Aufbereitungsstrategie sind die Eigenschaften der Endprodukte jedoch verschieden, z. B. die Farbe des Proteinträgers, die Zusammensetzung des Rohproteins durch die Aminosäuren, die variierenden Restfettgehalte und die Lagerstabilität der Erzeugnisse. Bei den resultierenden Lipiden ergeben sich ähnliche Unterschiede in den Merkmalen, etwa hinsichtlich Farbe und Lagerstabilität, um nur einige zu nennen.

Die Eigenschaften der Proteinmehle bzw. Lipide sind jedoch für die spätere Nutzung z. B. in der Mischfutterindustrie von entscheidender Bedeutung. Einen wesentlichen Einfluss auf die weitere Verwendung hat beispielsweise der Restfettgehalt des Proteinmehles. Für eine optimale Rezepturgestaltung sind Restfettgehalte von <10% i. Tr. vorteilhaft. Eine getrocknete Fliegen- oder Mehlkäferlarve kann jedoch – abhängig vom gefütterten Substrat – einen Endfettgehalt von 25–40% aufweisen. Daher werden die unterschiedlichen Aufbereitungsverfahren zur Reduzierung des Fettgehaltes in den Proteinmehlen verwendet.

Eigenschaften und Verwendung

Am Beispiel des Einsatzes in der Futtermittelindustrie soll nachfolgend der Einfluss des Restfettgehaltes im Proteinmehl näher betrachtet werden.

In der Futtermittelindustrie werden ca. 80% der Waren pelletiert. Die Einflussfaktoren beim Pelletieren sind in Abb. 5 dargestellt.

In der Formulierung des Mischfutters, welches pelletiert werden soll, kommt der Restfettgehalt des Proteinmehles unter den chemischen Stoffeigenschaften zum Tragen. Der Gesamtfettgehalt der Formulierung bleibt konstant; es ändert sich lediglich die Zusammensetzung der fetthaltigen Komponenten in der Mischfutterrezeptur.

In dem AiF-geförderten IGF-Projekt „Funktionsmuster einer industriellen Produktions- und Fraktionierungsanlage (Protein, Fett) von Insekten“ wurde beim IFF in einer Schweinefutterformulierung das Sojaextraktionsschrot zu 25%, 50% und 75% durch ein Mehlkäfermehl ersetzt (Tab.). Da dessen Restfett-

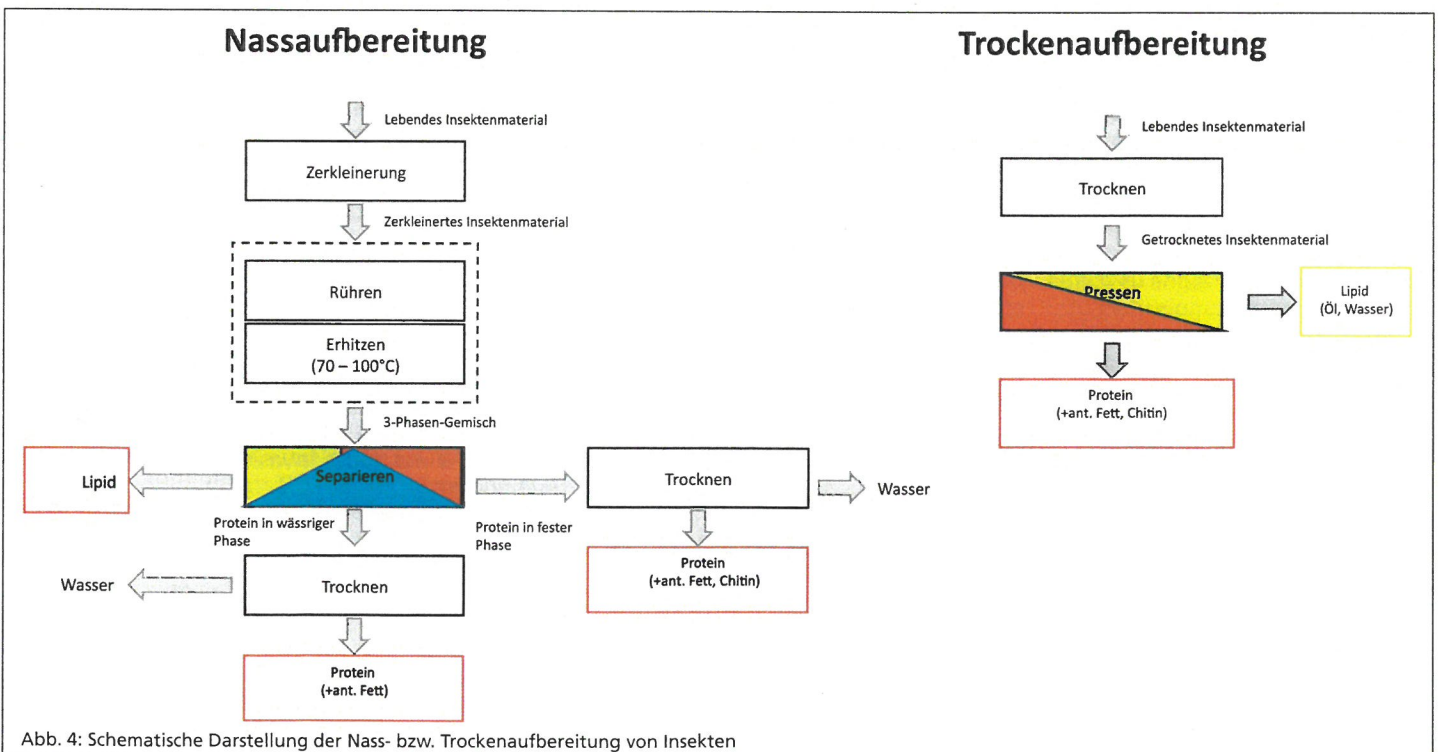


Abb. 4: Schematische Darstellung der Nass- bzw. Trockenaufbereitung von Insekten

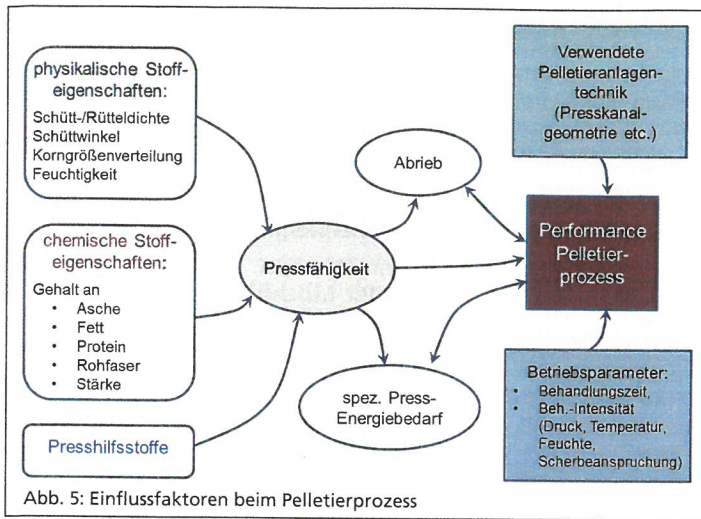


Abb. 5: Einflussfaktoren beim Pelletierprozess

gehalt mit 5,5% höher war als jener des verwendeten Sojaschrotes (3%), konnte die Zugabe von Sojaöl in der Formulierung verringert werden. Der Gesamtfettgehalt der Formulierung blieb konstant.

Anteil des Mehlkäfermehles in % in Bezug auf das zu ersetzende Sojaextraktionsschrot in einer Schweinefuttermittelformulierung mit Auswirkung auf die Pelletqualität (Abrieb nach Pfst; Härte) und das zuzusetzende Sojaöl bei gleichbleibendem Fettgehalt				
Insektenmehlanteil, %	0	25	50	75
Sojaöl, %	4,75	3,6	2,6	2
Härte, N	47	51	63	77
Abrieb, %	2,5	2,3	1,7	1,5

Mit zunehmendem Anteil des Mehlkäfermehles nahm die Pelletqualität zu, d. h. es wurden niedrigere Abriebwerte und steigende Härten der hergestellten Pellets gemessen. Der Einsatz des neuen Einzelfuttermittels (Mehlkäfermehl) hatte somit einen deutlichen Einfluss auf den anschließenden Prozess (das Pelletieren) unter sonst konstanten Bedingungen.

Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit

Ein weiterer Aspekt beim Thema Insekten ist neben der Produktion alternativer Proteinträger die globale Herausforderung, diese so herzustellen, dass sich keine negativen Folgen für Umwelt und Klima ergeben.

Allgemein gilt die Annahme, dass Insekten klimafreundlich sowie platz- und ressourceneffizient produziert werden können (Abb. 6). Ihre Futtermittelwertung gilt als gut. So können unter optimalen Voraussetzungen aus 1 kg Futter 0,8 kg Insekten erzeugt werden [3].

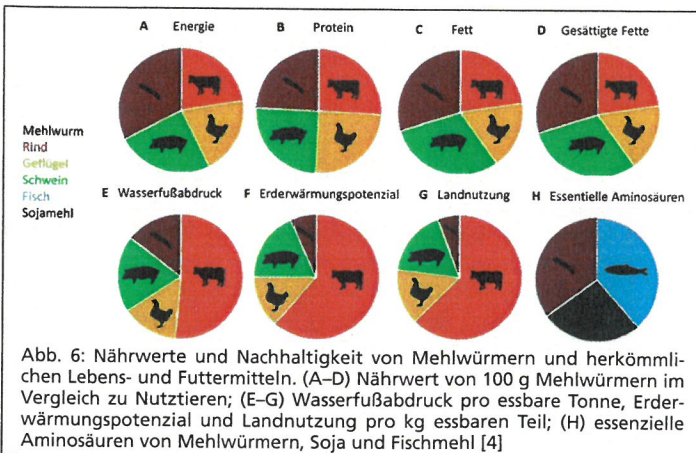


Abb. 6: Nährwerte und Nachhaltigkeit von Mehlwürmern und herkömmlichen Lebens- und Futtermitteln. (A–D) Nährwert von 100 g Mehlwürmern im Vergleich zu Nutztieren; (E–G) Wasserfußabdruck pro essbare Tonne, Erderwärmungspotenzial und Landnutzung pro kg essbaren Teil; (H) essentielle Aminosäuren von Mehlwürmern, Soja und Fischmehl [4]

Da Insekten jedoch futtermittelrechtlich als Nutztiere anzusehen sind, müssen sie als solche auch mit zugelassenen Futtermitteln gefüttert werden. Dadurch entsteht eine Konkurrenzsituation mit der konventionellen Nutztierhaltung. Erst wenn Insekten nachhaltig gefüttert werden, können ihre positiven Eigenschaften, z. B. hoher Nährwert und geringer Platzbedarf, optimal ausgenutzt werden.

Ein weiterer Vorteil von Insekten ist die geringe erforderliche Substratspezifität, d. h. die Larven können viele Rohstoffe als Substrat zum Wachsen verwerten. In diesem Zusammenhang kann man einen Nachteil sogar in einen Vorteil umwandeln. So wird die Lebensmittelbranche ja vielfach dafür kritisiert, dass auf dem Weg vom Landwirt bis zum Konsumenten etwa ein Drittel der Produkte im Abfall landet. Entlang dieser Kette entstehen allein in Deutschland bei der Industrie, im Handel, bei Großverbrauchern und in Privathaushalten ca. 11 Mio. t Lebensmittelabfälle pro Jahr [5]. Insekten könnten diese Ressourcen effizient nutzen, da sie in der Lage sind, beispielsweise Nebenströme der Lebensmittelindustrie als Futter zu verwerten. Insektenprodukte können somit eine preisliche Alternative zu Fischmehl und Sojaprotein sein und sind damit für die Futtermittelindustrie und für Investoren interessant. Dazu müssen jedoch u. a. folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Untersuchungsergebnisse zu Nährstofftransformation, Ausbeute und Produktqualität müssen vorliegen.
- Verfahrensschritte entlang der Produktionskette sollten bekannt und optimiert sein.
- Hygienischer Status und Qualität der Insektenprodukte entlang der Wertschöpfungskette müssen gewährleistet sein.

In dem von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (AiF) geförderten Projekt „Auswirkungen von Farmmanagement und Verarbeitungstechnologie auf den Hygienestatus und die Produktqualität von Larven der Soldatenfliege (BSFL) und daraus erzeugter Produkte“ werden diese Kriterien vom IFF-Forschungsinstitut Futtermitteltechnik und dem Deutschen Institut für Lebensmitteltechnik (DIL) untersucht.

Entlang der Prozesskette (Abb. 1) von der Aufzucht der Larve bis zum Proteinnmehl wurde auf viele Abhängigkeiten und Einflussparameter hingewiesen.

Es gilt, auf industriellem Niveau eine ausgeglichene und definierte Zusammensetzung der Insekten hinsichtlich sowohl des Fett-Protein-Verhältnisses als auch der für die Nutztierhaltung relevanten Aminosäuren wirtschaftlich zu gewährleisten. Gerade hierfür sind eine überwachte und geregelte Larvenfütterung sowie ein entsprechender Automatisierungsgrad essenziell. Hinzu kommt, dass bei der Produktion von Lebens- und Futtermitteln eine ständige Qualitätskontrolle der Rohstoffe und Prozesse unerlässlich ist, da die Hersteller rechtlich verpflichtet sind, ausschließlich sichere Produkte in Verkehr zu bringen. Auch zu diesen Aspekten besteht Forschungsbedarf.

In einem von der AiF geförderten IGF-Projekt arbeiten diesbezüglich das IFF-Forschungsinstitut Futtermitteltechnik, die Hochschule Bremerhaven und die Universität Erlangen-Nürnberg zusammen. Gegenstand des Projektes ist, die „Optimierung der Aufbereitung von Mehlkäferlarven (*Tenebrio molitor*) und daraus resultierender Produkte durch eine automatisierte Prozessführung auf Basis eines nicht invasiven Nahinfrarot-Messsystems“ zu untersuchen.

Literatur

1. <https://ipiff.org/insects-eu-legislation/>
2. www.dlco-ea.org/index.php/about-us/dlcoea-mission/26-desert-locust
3. FAO: Edible insects – Future prospects for food and feed security. – Forestry Paper, Rome (2013)
4. Grau, T., A. Vilcinskas, and G. Joop: Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed (2017)
5. BMBF: Nationale Bioökonomiestrategie für eine nachhaltige, kreislauforientierte und starke Wirtschaft. – Pressemitteilung 003/2020