



**Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg**  
**Fakultät Life Sciences**

Betrachtung der Chancen und Risiken des Einsatzes von Insekten als alternative Proteinquellen und Entwicklung eines Prüfschemas für die Zulassung als neuartige Lebensmittel nach der Verordnung (EU) 2015/2283

**Bachelorarbeit**

im Studiengang Ökotrophologie

vorgelegt von

**Jessica Trawka**

Matrikelnummer [REDACTED]

Hamburg

am 28.11.2018

Betreuender Prüfer: Prof. Dr. Martin Holle (HAW Hamburg)

Zweiter Prüfer: Prof. Dr. Sebastian Thiem (HAW Hamburg)

# Inhalt

Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	V
1. Einleitung .....	1
2. Insekten.....	3
2.1 Körperbau und Lebensraum .....	3
2.2 Metamorphose .....	4
3. Entomophagie.....	6
3.1 Insekten als alternative Proteinquelle.....	7
3.2 Zucht.....	9
3.3 Ökologische Aspekte.....	11
3.4 Nährwerte.....	13
4. Relevante Gefahren.....	15
4.1 Mikrobiologische Gefahren.....	16
4.1.1 Bakterien.....	16
4.1.2 Pilze und Hefen.....	17
4.1.3 Parasiten.....	18
4.1.4 Viren .....	18
4.1.5 Zucht als Gefahrenquelle .....	18
4.2 Chemische Gefahren .....	20
4.3 Allergie.....	21
4.4 Übersicht der relevanten Gefahren.....	23
5. Lebensmittelrecht.....	24
5.1 Vergleich VO (EG) Nr. 258/97 und VO (EU) 2015/2283 .....	24
5.2 Neuartiges Lebensmittel .....	25
5.3 Zulassungsverfahren.....	26
5.3.1 Antrag nach Art. 10 .....	28
5.3.2 Meldung nach Art.14 .....	31
5.4 Beispiel Schweiz .....	36
6. Prüfschema für die Zulassung als neuartiges Lebensmittel nach der Verordnung (EU) 2015/2283.....	37
6.1 Vorgehen.....	37
6.2 Ergebnisse .....	38
6.2.2 Allgemeine Informationen.....	38
6.2.3 Produktionsprozess.....	39

6.2.4 Kennzeichnung .....	42
7. Fazit.....	44
Kurzfassung.....	46
Abstract .....	47
Literaturverzeichnis .....	48
Rechtsquellenverzeichnis .....	51
Anhang .....	52
Eidesstaatliche Erklärung.....	57

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Insektenverzehr nach Spezies in Prozent.....	6
<b>Abbildung 2:</b> Produktionskette der Insektenzucht.....	10
<b>Abbildung 3:</b> Schematische Darstellung des Zulassungsverfahrens nach VO (EG) Nr. 258/97.....	27
<b>Abbildung 4:</b> Schematische Darstellung des Zulassungsverfahrens nach VO (EU) 2015/2283.....	28
<b>Abbildung 5:</b> Spektren verschiedener Insektenarten.....	35
<b>Abbildung 6:</b> Auszug Prüfschema „Allgemeine Informationen“.....	39
<b>Abbildung 7:</b> Auszug Prüfschema "Allgemeine Zuchtbedingungen".....	40
<b>Abbildung 8:</b> Auszug Prüfschema "Futtermittel".....	41
<b>Abbildung 9:</b> Auszug Prüfschema "Prozesse nach der Ernte".....	42
<b>Abbildung 10:</b> Auszug Prüfschema "Reinigung".....	42
<b>Abbildung 11:</b> Auszug Prüfschema "Kennzeichnung".....	43

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b> Nachhaltigkeitsindikatoren – Vergleich Mehlwurm und Schwein .....	11
<b>Tabelle 2:</b> Nährstoffzusammensetzung – Vergleich Mehlwurm und Schwein .....	13
<b>Tabelle 3:</b> Übersicht der relevanten Gefahren .....	23

## Abkürzungsverzeichnis

ABI	Amtsblatt der Europäischen Union
Abs.	Absatz
Art.	Artikel
EDI	Eidgenössisches Department des Innern
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Lit.	Buchstabe
Sublit.	Unterbuchstabe
VO	Verordnung

## 1. Einleitung

Die wachsende Weltbevölkerung, Verstädterung und eine wachsende Mittelschicht lassen den Bedarf an tierischen Proteinquellen immer weiter steigen. Diesen Bedarf zu decken stellt zurzeit eine große Herausforderung dar. Zum einen muss die Produktion klassischer Tierfutter wie Soja, Fischmehl oder Getreide noch effizienter und ressourcenschonender gestaltet werden, zum anderen müssen neue alternative Proteinquellen gefunden werden. Als eine mögliche alternative Proteinquelle sind auch Insekten in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus der Lebensmittelindustrie, der Medien und vieler Forschungsinstituten geraten. Besonders die hohen Wachstums- und Futterumwandlungsraten, die schnelle Fortpflanzung und ihr, im Vergleich zu anderen Nahrungsquellen, kleiner ökologischer Fußabdruck werden als Vorteile für die Insektenzucht angesehen. Zudem weisen sie, abhängig von der Spezies, hohe Gehalte an Protein, Fett und Mineralstoffen auf und können vielseitig von der Industrie zur Herstellung neuer Lebensmittel eingesetzt werden. Dabei können die Insekten sowohl als Ganzes oder in verarbeiteter Form als Pulver oder Paste angeboten werden. Der wissenschaftliche Begriff für den Verzehr von Insekten durch den Menschen lautet Entomophagie. In einigen Teilen der Erde ist die Entomophagie bereits jetzt weit verbreitet, wie z.B. in Asien und Südamerika. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013) In westlichen Ländern hingegen gehören Insekten bis jetzt nicht zur traditionellen Ernährung dazu (van Huis, et al., 2013, S. xiv).

Lebensmittel, die vor dem 15. Mai 1997 von den Menschen in der Europäischen Union nicht in nennenswertem Umfang verzehrt worden sind, gelten als neuartige Lebensmittel (Art. 3 VO (EU) Nr. 2015/2283). Diese werden in der Europäischen Union durch die Verordnung über neuartige Lebensmittel VO (EU) Nr. 2015/2283 geregelt und müssen zugelassen werden (Art. 10 VO (EU) Nr. 2015/2283). Seit dem 01. Januar 2018 ist diese Verordnung in allen Mitgliedsstaaten verbindlich (Art. 36 Abs. 1 VO (EU) Nr. 2015/2283) und die alte Verordnung VO (EG) Nr. 258/97 damit aufgehoben (Art. 34 Abs. 1 VO (EU) Nr. 2015/2283).

Durch die neue Verordnung hat das Thema Insekten als Lebensmittel in der Europäischen Union wieder an Aktualität gewonnen. Bei der alten Verordnung bestand bei ganzen Insekten und Insektenteilen als neuartige Lebensmittel eine rechtliche Unsicherheit in vielen Mitgliedsstaaten. Die neue Verordnung soll diese Unsicherheit beseitigen. (Helble & Wind, 2016)

Über den Verzehr von Insekten durch den Menschen und damit verbundene mögliche Gefahren liegen zurzeit jedoch erst wenig Daten vor. Zudem wurden über das mögliche Vorhandensein von Krankheitserregern und gefährlichen Chemikalien bei Insekten erst wenig Studien durchgeführt. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 1)

Ziel dieser Bachelorarbeit ist, die Chancen und Risiken des Einsatzes von Insekten als alternative Proteinquelle zu untersuchen und ein Prüfschema für die Zulassung als neuartiges Lebensmittel nach der Verordnung (EU) 2015/2283 zu entwickeln, welches die Bearbeitung von Zulassungsanträgen erleichtern soll. Das Schema soll helfen, den Antrag auf die zurzeit bekannten Gefahren bezüglich der Verwendung von gezüchteten Insekten als Lebensmittel und den damit verbundenen notwendigen Überlegungen und Maßnahmen zu überprüfen.

Hierfür wird vorab ein allgemeiner Überblick über die Zoologie von Insekten gegeben, wofür ihr Körperbau, ihr Lebensraum und ihre Entwicklung genauer beschrieben werden. Für die Zubereitung und den Verzehr von ganzen Insekten, sind Kenntnisse über den Körperbau von Bedeutung.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit der Entomophagie und der Rolle von Insekten als alternative Proteinquelle. Dafür werden zunächst allgemeine Informationen über die Zucht gegeben, anschließend werden ökologische Aspekte und die Nährwerte von Insekten näher betrachtet und mit traditionellen Proteinquellen verglichen.

Anschließend werden im vierten Kapitel die möglichen Risiken im Zusammenhang mit dem Verzehr von Insekten analysiert und mit den Risiken anderer Proteinquellen gegenübergestellt. Hierfür wird auf die mikrobiologischen und chemischen Gefahren sowie das Allergiepotezial eingegangen.

Im darauffolgenden Kapitel werden die rechtlichen Vorgaben, die bei dem Inverkehrbringen von Insekten als Lebensmittel betrachtet werden müssen, näher erläutert. Dafür erfolgt zuerst ein allgemeiner Überblick über die rechtliche Situation und anschließend ein spezifischer Teil zu den relevanten Vorgaben beim Inverkehrbringen von Insektenprodukten. Zudem werden die alte und die neue Novel-Food-Verordnung gegenübergestellt und die Unterschiede herausgearbeitet.

Das sechste Kapitel beschäftigt sich mit der Entwicklung und dem Aufbau des Prüfschemas. Abschließend werden im siebten Kapitel die Erkenntnisse zusammengefasst und Empfehlungen gegeben.



## **2. Insekten**

In den folgenden Unterkapiteln wird zuerst ein allgemeiner Überblick über die Zoologie von Insekten gegeben. Dafür wird ihr Körperbau, ihr Lebensraum und ihre Entwicklung näher beschrieben.

Die Klasse der Insekten gehört zu dem Stamm der Arthropoden (Gliederfüßler). (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson, & Eisenhour, 2008, S. 617). Charakteristisch für Arthropoden sind ihre gegliederten Extremitäten, eine Zusammenfassung von Segmenten zu funktionellen Einheiten, sogenannten Tagmata, und ihr stoßfestes und wasserundurchlässiges Cuticularskelett. Ein Hauptbestandteil dieses Skeletts ist das Polysaccharid Chitin. Für die panzerähnlichen Eigenschaften des Exoskelettes ist das wasserundurchlässige Protein Sklerotin verantwortlich (Wehner & Gehring, 2007, S. 737-739). Neben Insekten zählen Spinnen, Skorpione, Zecken, Milben, Krustentiere und die Tausend- und Hundertfüßler zu den Arthropoden (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson, & Eisenhour, 2008, S. 567). Mit ungefähr 1,1 Millionen verschiedenen Arten weltweit sind die Insekten die artenreichste Gruppe dieses Stammes (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson, & Eisenhour, 2008, S. 622) und machen zwischen 75 % und 80 % aller Tierarten aus (Dettner, et al., 2003, S. IX).

Insekten werden von Menschen häufig nur mit Schädlingen in Verbindung gebracht, dabei liefern sie viele Naturstoffe wie Honig, Wachs, Seide und Schellack. Eine der wichtigsten Aufgaben der Insekten ist die Bestäubung der Pflanzen. Sie dienen zudem vielen Tierarten als wichtige Nahrungsquelle. Und auch in der menschlichen Ernährung spielen Insekten eine Rolle (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson, & Eisenhour, 2008, S. 647-648). Hierauf wird im dritten Kapitel genauer eingegangen.

### **2.1 Körperbau und Lebensraum**

Für die Zubereitung und den Verzehr von ganzen Insekten, sind Kenntnisse über den Körperbau von Bedeutung, worauf in Kapitel 4 kurz eingegangen wird. Der Körper eines Insekts lässt sich in drei Abschnitte unterteilen: der Abdomen, der Thorax und der Kopf. Am Kopf befinden sich die Augen, ein Paar Antennen und die Mundwerkzeuge. Das Antennenpaar dient als Tastorgan, Riechorgan und, jedoch nur bei einigen Arten, als Hörorgan. Die Beschaffenheit der Mundwerkzeuge bestimmt die Ernährung eines Insekts. Der Thorax lässt sich in drei Teile unterteilen. An jedem der drei Bereiche befindet sich ein Beinpaar. Insekten besitzen dadurch im Gegensatz zu anderen Gliederfüßlern drei Beinpaare. Aufgrund der sechs Beine wird die Gruppe der Insekten in der Taxonomie häufig auch Hexapoda genannt. Am Thorax können sich zudem, je nach Art, noch ein oder zwei Flügelpaare befinden. Es gibt allerdings auch flügellose Insektenarten, für die das nicht zutrifft.

Am abschließenden Körperabschnitt eines Insekts, dem sogenannten Abdomen, befinden sich die externen Genitalien.

Insekten können je nach Art zwischen weniger als 1 mm und 20 cm groß sein. Die größten Arten sind in den tropischen Klimazonen angesiedelt. Die meisten Insekten sind jedoch nicht länger als 2,5 cm. Die Lebensräume sind sehr vielfältig und umfassen nahezu alle Bereiche, mit Ausnahme der Ozeane. Sie besiedeln beispielsweise Wälder, Erdböden, Wüsten und sandige Meeresstrände. Ihre geringe Größe, die Flugfähigkeit und ihre Anpassungsfähigkeit ermöglichen eine großflächige Verbreitung (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson, & Eisenhour, 2008, S. 622-624).

## **2.2 Metamorphose**

Bei der Entwicklung der Insekten wird in eine holometabole Metamorphose, eine hemimetabole Metamorphose und eine ametabole Entwicklung unterschieden (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson, & Eisenhour, 2008, S. 638). Unter Metamorphose wird die „Gesamtheit der Vorgänge, die von der Larvenorganisation zur Adultform führen“ (Wehner & Gehring, 2007, S. 234) verstanden.

Das Entwicklungsstadium, in dem ein Insekt verzehrt wird, variiert je nach Ordnung und Art (van Huis, et al., 2013, S. 10), weshalb eine Betrachtung der Entwicklungsstadien wichtig ist. Auf die Stadien in den die Insekten hauptsächlich gegessen werden wird in Kapitel 3 eingegangen.

Die Mehrheit der Arten durchlebt eine holometabole Entwicklung, auch vollständige Metamorphose genannt. Der Zyklus besteht dabei ausfolgenden vier Stadien: dem Ei, der Larve, der Puppe und dem adulten Tier, welches auch Imago genannt wird. Nachdem die, aus dem Ei geschlüpfte, Larve das letzte Larvenstadium erreicht hat, verpuppt sie sich. Aus der Puppe schlüpft anschließend das adulte Tier. Ein Beispiel für eine holometabole Metamorphose ist die Entwicklung des Schmetterlings (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson, & Eisenhour, 2008, S. 638-639).

Die Larven und die adulten Tiere unterscheiden sich dabei sowohl in ihrem Aussehen, als auch in ihrer Ernährung und ihrem Lebensraum (Lucius & Loos-Frank, 2018, S. 455).

Der Lebenszyklus einer hemimetabolen Metamorphose, einer unvollständigen Entwicklung, besteht nur aus drei verschiedenen Entwicklungsstadien: dem Ei, der Nymphe, mit mehreren Larvenstadien, und der Imago. Eine solche Entwicklung findet sich beispielsweise bei Heuschrecken, Zickaden und Libellen. Als Nymphe werden die aus dem Ei schlüpfenden Jungtiere bezeichnet. Sie entwickeln bereits während der frühen Larvenstadien ihre Flügel. Durch mehrere Häutungsvorgänge wachsen die Flügel und die Insekten nehmen an Körpergröße zu, bis sie zu einem beflügelten adulten Tier herangewachsen sind.

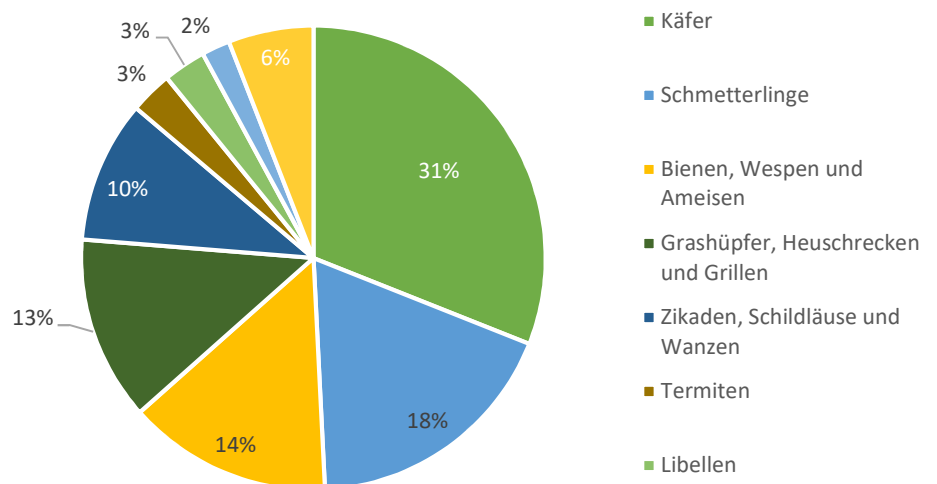
Als ametabole, direkte Entwicklung wird die Entwicklung von flügellosen Insekten wie den Silberfischen bezeichnet. Die Entwicklungsstadien werden in das Ei, die Juvenilform und die Adultform unterteilt. Der einzige Unterschied zwischen der Juvenilform und dem adulten Tier ist die Größe und der sexuelle Reifegrad. (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson, & Eisenhour, 2008, S. 639-640)

### 3. Entomophagie

Der wissenschaftliche Begriff für den Verzehr von Insekten durch den Menschen lautet Entomophagie (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013). Dieses Kapitel handelt von dem Verzehr von Insekten durch den Menschen und der Rolle von Insekten als alternative Proteinquelle. Zudem werden allgemeinen Informationen über die Zucht gegeben. Anschließend werden ökologische Aspekte und die Nährwerte von Insekten näher betrachtet und mit traditionellen Proteinquellen verglichen.

In vielen Teilen der Welt sind Insekten bereits ein Teil der traditionellen Ernährung. Bei circa 2 Milliarden Menschen weltweit zählen Insekten zu den alltäglichen Lebensmitteln. Vor allem in Ländern Asiens, Afrikas und Lateinamerikas ist der Verzehr von Insekten verbreitet. Die meisten Insekten werden in der Wildnis gesammelt, weswegen es wenig Daten über die verzehrten Spezies und die verzehrten Mengen gibt. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

Für den Verzehr sind viele verschiedene Spezies geeignet. In Abbildung 1 ist dargestellt, welche Spezies derzeit überwiegend verzehrt werden. Am häufigsten, mit circa 31 %, werden Insekten aus der Ordnung der Käfer (Coleoptera), gefolgt von Schmetterlingen (Lepidoptera), mit 18%, verzehrt.



Zu den am dritthäufigsten konsumierten Insekten mit

**Abbildung 1:** Insektenverzehr nach Spezies in Prozent; Quelle: (Fiebelkorn, 2017, S. 105)

14 % gehören Bienen, Wespen und Ameisen aus der Ordnung der Hautflügler (Hymenoptera), welche besonders in Lateinamerika als Lebensmittel dienen. Darauf folgen Grashüpfer, Heuschrecken und Grillen aus der Ordnung der Heuschrecken (Orthoptera) mit 13 % und Zikaden, Schildläuse und Wanzen aus der Ordnung der Schnabelkerfen (Hemiptera) mit 10 %. Der geringste Verzehr verteilt sich auf Termiten (Isoptera) mit 3 %, Libellen (Odonata) mit 3 %, Zweiflügler (Diptera) mit 2 % und andere mit 5 % (van Huis, et al., 2013, S. 10), (Fiebelkorn, 2017, S. 105).

Insgesamt werden weltweit über 1900 verschiedene Spezies von Menschen verzehrt. (van Huis, et al., 2013, S. 9-10). Die Präferenzen variieren jedoch in den einzelnen Regionen deutlich. So werden beispielsweise in Afrika überwiegend Raupen gegessen, wohingegen in Südostasien die Eier der Weberameise sehr beliebt sind (Rempe, 2014, S. 198).

Heuschrecken, Termiten und Schnabelkerfen werden überwiegend als adulte Tiere gegessen, Hautflügler hingegen im Larven- oder Puppenstadium. Bei Käfern werden je nach Art sowohl die Larven als auch die adulten Tiere konsumiert, der Verzehr der Schmetterlinge beschränkt sich hauptsächlich auf das Raupenstadium. (van Huis, et al., 2013, S. 10)

In den meisten westlichen Ländern ist der Verzehr von Insekten bisher noch nicht weit verbreitet. Bei vielen Menschen löst der Gedanke an Entomophagie bisher häufig noch ein Gefühl von Ekel aus (van Huis, et al., 2013, S. xiv). Doch auch in der westlichen Welt haben Insekten als Lebensmittel bei Wirtschaft, Wissenschaft und Politik an Bedeutung gewonnen, vor allem wegen ihres hohen Anteils an hochwertigem Protein (Rempe, 2014, S. 199). Von besonderem Interesse sind dabei unter anderem folgende Spezies: *Tenebrio molitor* (Mehlwürmer), *Zophobas atratus* (Schwarzkäferlarven), *Alphitobius diaperinus* (Buffalowürmer), *Acheta domesticus* (Heimchen) und *Schistocera Americana* (Heuschrecken). (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 6)

### **3.1 Insekten als alternative Proteinquelle**

Der Bedarf an Nahrung wird durch die wachsende Weltbevölkerung in den kommenden Jahren und Jahrzehnten immer weiter steigen. Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nation geht davon aus, dass bereits 2030 über neun Milliarden Menschen mit Nahrung versorgt werden müssen. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013) Zudem haben sich die Ernährungsgewohnheiten in den letzten Jahren verändert, was zu einem erhöhten Konsum an Fleisch geführt hat. Die bisherige Fleischproduktion ist allerdings nicht ressourcenschonend und verbraucht große Mengen an Futtermitteln und Wasser. Außerdem werden bereits jetzt *„70 % der gesamten landwirtschaftlichen Flächen der Erde auf direkte und indirekte Weise (zum Beispiel zur Futtermittelgewinnung) für die konventionelle Nutztierhaltung genutzt.“* (Fiebelkorn, 2017, S. 106) Um den hohen Bedarf decken zu können, werden bereits jetzt große Mengen an Proteinen, zum Beispiel in Form von Sojabohnen oder Fischmehl, nach Europa importiert. So wurden im Jahr 2011 insgesamt 14,3 Millionen Tonnen Sojabohnen in die Europäische Union eingeführt. Diese stammen vor allem aus Argentinien, Brasilien und den USA. Um der steigenden Nachfrage nach Soja nachkommen zu können, wird immer mehr Regenwald abgeholzt. Der Verbrauch von Fischmehl in der EU liegt bei 1,2 Millionen Tonnen im Jahr. Das Fischmehl wird für Aquakulturen, als Schweinefutter oder für die Geflügelproduktion verwendet.

Die hohe Produktion von Fischmehl gefährdet die Biodiversität und führt zu Überfischung. (Rumpold, Klocke, & Schlüter, 2017, S. 1446-1447)

Hinzu kommt, dass die konventionelle Landwirtschaft mehr anthropogene Treibhausgase verursacht als der Transportsektor (Fiebelkorn, 2017, S. 106). Um den Nahrungsbedarf in den nächsten Jahren zu decken und die Ressourcen besser zu schonen, müssen neue alternative Proteinquellen gefunden werden. Als eine dieser möglichen neuen, alternativen Proteinquellen gilt die Insektenzucht. (Rempe, 2014, S. 199)

Zurzeit ist die Insektenzucht noch keine konkurrenzfähige Alternative zur Produktion von konventionellen Lebens- und Futtermitteln. Insekten zu Lebens- und Futtermitteln zu verarbeiten ist zwar bereits technisch möglich, jedoch sind die Produktionskosten im Vergleich zu den konventionellen Quellen aktuell noch zu hoch. Damit die Insektenproduktion wachsen und eine konkurrenzfähige Alternative werden kann, sind vor allem Fortschritte in den Technologien zur Massenproduktion nötig. Besonders die Bereiche Mechanisierung, Automatisierung und Verarbeitung müssen weiterentwickelt werden (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

Vor allem in Ländern Südostasiens und Europa steigt die Anzahl an Firmen, die sich mit der industriellen Zucht von essbaren Insekten beschäftigen. Dabei handelt es sich in Europa überwiegend um kleine, mittelständische Unternehmen, die vorher Insekten als Futtermittel produziert haben und jetzt die Produktion angepasst haben, um die nötigen lebensmittelhygienischen Vorgaben einhalten zu können. (Fiebelkorn, 2017, S. 106-107)

Ein Beispiel für ein europäisches Unternehmen ist die niederländische Firma „Protifarm“, welche Buffalo-Würmer für den menschlichen Bedarf züchtet. Um die Produktionskosten zu senken, hat „Protifarm“ die allgemeinen Bedingungen und die Automatisierung ihrer Produktion weiterentwickelt. Für einen höheren Ertrag pro Quadratmeter, erfolgt die Produktion in Form von vertikaler Landwirtschaft. Der Fütterungsprozess ist automatisiert, wodurch die Fütterung an den Wachstumszyklus angepasst und Futterabfall reduziert werden kann. (Food Valley Update, o.J.)

Neben der Möglichkeit die Insektenzucht durch Massenproduktion zu einer Alternative der bisherigen Produktion von konventionellen Lebens- und Futtermitteln zu machen (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013), können durch die Weiterentwicklung und Vergrößerung der Zucht in Ländern wie Thailand neue Arbeitsplätze für die Bevölkerung geschaffen werden (Fiebelkorn, 2017, S. 107).

### 3.2 Zucht

Hierzu folgt ein allgemeiner Einblick in den Ablauf der Insektenzucht und eine anschließende Betrachtung der umweltrelevanten und ernährungsphysiologischen Aspekte.

Die Gewinnung von Insekten, die anschließend zu Lebensmitteln verarbeitet werden, ist sehr unterschiedlich. In vielen Teilen der Welt werden Insekten in der Wildnis gesammelt und direkt verarbeitet oder in kleinem Maßstab in der Küche gezüchtet. In Ländern wie Thailand erfolgt die Zucht mittlerweile auch in industriellem Maßstab (Burger, 2016). Allerdings besteht bei den Methoden der Gewinnung und Verarbeitung von Insekten noch Forschungsbedarf, um detaillierte Informationen über die Prozesse in den einzelnen Ländern zu erhalten. In Europa werden Insekten in sogenannten Insektenfarmen gezüchtet. Hierbei handelt es sich um geschlossene Systeme aus Boxen oder Käfigen, wodurch die Bedingungen und die Fütterung kontrolliert werden können. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 13)

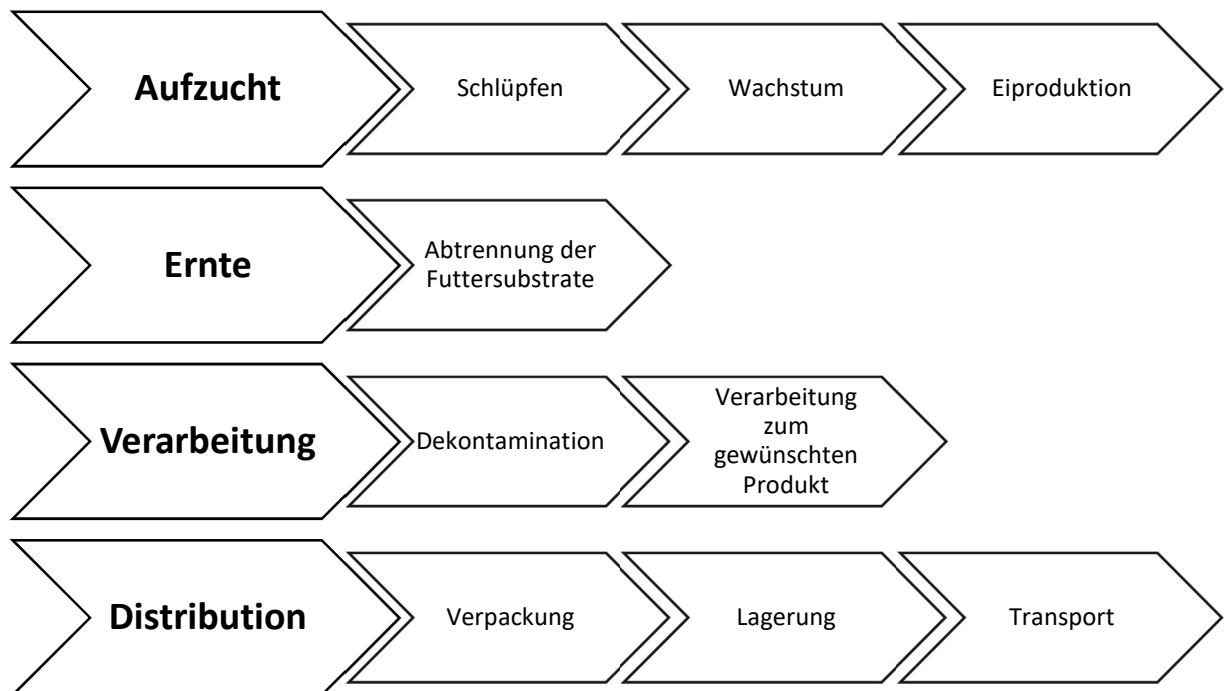
Zu den Grundvoraussetzungen für die Züchtung von Insekten gehört der Zugang zu Wasser, Verfahren, um den Eintrag von Mikroorganismen zu verhindern, und ausreichend Futter. Als Futter, im weiteren Verlauf dieser Arbeit Substrat genannt, können eine Vielzahl von verschiedenen organischen Materialien verwendet werden. Die Wahl ist abhängig von den örtlichen gesetzlichen Bedingungen, den Kosten und der gezüchteten Spezies. In der Europäischen Union werden für die Zucht zurzeit überwiegend Nebenprodukte aus der Primärproduktion von Lebensmitteln nicht tierischen Ursprungs, kommerzielle Tierfutter oder ehemalige Lebensmittel, mit Ausnahme von Fisch und Fleisch, verwendet. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 11-13)

In Ländern außerhalb der Europäischen Union werden zusätzlich speziell entwickelte Insektenfutter genutzt, es werden aber auch kommerzielle Tierfutter, überwiegend kommerzielle Hühnerfutter werden verwendet. In Thailand werden beispielsweise für die Insektenzucht Hühnerfutter, spezielles Grillenfutter und bei der Produktion von Gemüse anfallende Nebenprodukte eingesetzt. Darüber hinaus werden in einigen Ländern häufig Bioabfälle als Substrate für die Insektenzucht verwendet, welche vorher kompostiert oder einer Hitzebehandlung unterzogen werden. Wie auch bei der Gewinnung von Insekten, fehlen jedoch auch bei den global verwendeten Futtersubstraten zurzeit noch ausreichend Daten, um einen genauen Überblick erhalten zu können. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 11)

Die spezifischen Bedingungen, die für eine erfolgreiche Zucht von Insekten eingehalten werden müssen, variieren je nach Spezies (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 13). Im

Verlauf dieser Bachelorarbeit wird daher nur auf die allgemeinen Bedingungen und damit verbundenen Gefahren bei der Zucht und der Verarbeitung von Insekten eingegangen.

In Abbildung 2 ist die allgemeine Produktionskette einer Insektenzucht dargestellt. Die Grafik veranschaulicht den Weg von der Aufzucht über die Ernte und die Verarbeitung bis zum fertigen Produkt.



**Abbildung 2:** Produktionskette der Insektenzucht; Quelle: Eigene Darstellung nach (Rempe, 2014, S. 200) & (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 12-14)

Die Aufzucht besteht aus dem Entwickeln der Insekten bis zu dem gewünschten Entwicklungsstadium und der Produktion von neuen Eiern. Nachdem die Insekten die gewünschte Größe erreicht haben, werden sie geerntet. (Rempe, 2014, S. 200)

Das Entwicklungsstadium, in welchem die Insekten geerntet werden, ist abhängig von der Art. Mehlwürmer werden im Larvenstadium geerntet. Hierfür werden die Eier auf die Futtersubstrate gelegt und die anschließend schlüpfenden Larven auf diesem Substrat gehalten, bis sie die gewünschte Größe erreicht haben. Eine Trennung von Futtersubstrat und den Ausscheidungen ist nicht möglich. In manchen Insektenfarmen erfolgt vor der Ernte ein Futterentzug, sodass die Larven ihren Darm entleeren. Grashüpfer und Grillen werden als adulte Tiere geerntet. Der Vorteil bei adulten Tieren ist, dass sie sich im Käfig bewegen können, wodurch eine bessere Trennung von Futter und Ausscheidungen möglich ist. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 12-13)

Nach der Ernte und der Abtrennung der Futtersubstrate erfolgt die Verarbeitung. Hierzu gehören Hitzebehandlungen, wie Kochen oder Blanchieren und Kühl- oder



Gefrierbehandlungen. Das gewählte Verfahren hängt von dem gewünschten Produkt ab. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 13-14)

Die geernteten Insekten können als ganze Tiere angeboten, zu Pudern oder Pasten verarbeitet oder durch Extraktion als Lebensmittelinhaltsstoff genutzt werden.

Ganze Insekten werden nach der Ernte häufig blanchiert, gekühlt und getrocknet, um die Haltbarkeit zu verlängern und die mikrobielle Belastung zu reduzieren. Zur Herstellung von Pudern werden die Insekten getrocknet und zermahlen, bei Pasten erfolgt die Vermahlung in gefrorenem Zustand. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 12-14) Anschließend werden die Insekten verpackt, gelagert und vertrieben. (Rempe, 2014, S. 200)

### 3.3 Ökologische Aspekte

In diesem Unterkapitel werden die ökologischen Aspekte im Zusammenhang mit der Zucht von Insekten im Vergleich zu traditionellen Proteinquellen dargestellt. Hierfür werden ausgewählte Indikatoren bei der Produktion von Mehlwürmern mit der Produktion von Schweinen verglichen.

Neben den Vorteilen und möglichen Gefahren für den Menschen durch die Zucht und den Verzehr von Insekten, müssen auch die Auswirkungen auf die Umwelt betrachtet werden. Die folgende Tabelle 1 vergleicht bestimmte Nachhaltigkeitsindikatoren bei der Produktion von Mehlwürmern mit der Produktion von Schweinen.

	<b>Mehlwurm</b>	<b>Schwein</b>
<b>Futtermittelverwertung (kg Futter/ kg Körpermasse)</b>	2,2	9,1
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalente (g/kg Massenzuwachs)</b>	7,58	1130
<b>NH<sub>3</sub> (mg/Tag/kg Massenzuwachs)</b>	1	1920
<b>Landnutzung (m<sup>2</sup>/kg)</b>	18	47-64

**Tabelle 1:** Nachhaltigkeitsindikatoren – Vergleich Mehlwurm und Schwein; Quelle: Eigene Darstellung nach (Fiebelkorn, 2017, S. 108)

Insekten sind wechselwarme (ektotherme) Tiere (Voigt, 2010, S. 4). Dies hat den Vorteil, dass sie, im Vergleich zu gleichwarmen Tieren, keine Energie für die Aufrechterhaltung ihrer Körpertemperatur aufwenden müssen (Randall, Eckert, Burggren, & French, 2002, S. 790). Dadurch können sie ihr Futter effizienter verwerten.

Ein Mehlwurm benötigt nur zwei Kilogramm Futter um ein Kilogramm an Masse zuzunehmen. Schweine hingegen benötigen für eine Gewichtszunahme von einem Kilogramm neun Kilogramm Futter, also mehr als die vierfache Menge. (Fiebelkorn, 2017, S. 108)

Ein weiterer ökologischer Vorteil ist die verminderte Produktion von Treibhausgasen einiger Insektenarten im Vergleich zu konventioneller Nutztierhaltung. So liegt das CO<sub>2</sub>-Äquivalent bei einem Mehlwurm bei 7,58 g/kg Massenzuwachs. Bei Schweinen liegt der Wert mit 1130 g/kg Massenzuwachs um das Vielfache höher. (Fiebelkorn, 2017, S. 108)

Auch die Ammoniak-Emissionen lassen sich deutlich reduzieren (van Huis, et al., 2013, S. 2), wodurch die Versauerung und Überdüngung des Bodens mit Stickstoff reduziert werden kann. Ein Mehlwurm produziert nur 1 mg/Tag/kg Massenzuwachs. Ein Schwein hingegen verursacht 1920 mg/Tag/kg Massenzuwachs. (Fiebelkorn, 2017, S. 108) Zudem ist bei der Insektenzucht der Verbrauch von Trinkwasser und der Bedarf an großen Landflächen geringer als bei der Nutztierhaltung. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013). Mehlwürmer benötigen nur 18 m<sup>2</sup>/kg, ein Schwein jedoch 47-64 m<sup>2</sup>/kg. (Fiebelkorn, 2017, S. 108)

Insekten benötigen jedoch um zu wachsen und sich vermehren zu können eine ausreichend hohe Umgebungstemperatur. Vor allem in Ländern in kalt-gemäßigten und gemäßigten Klimazonen, wie Deutschland, muss in einer Insektenzucht diese Wärme unter Energieverbrauch häufig künstlich generiert werden. Dies hat zur Folge, dass der Energieverbrauch bei der Produktion von Mehlwürmern in den Niederlanden mit dem Verbrauch bei der Produktion von Schweinen und Rindern vergleichbar ist. Ein geringerer Energieverbrauch findet sich bei Produktionen in tropischen Ländern. (Fiebelkorn, 2017, S. 107)

Ein mögliches Umweltrisiko bei der Zucht von Insekten ist der Eintrag von Schadstoffen aus Nebenprodukten. Die Zucht von Insekten für den menschlichen Verzehr ist noch nicht sehr verbreitet, aber Insekten werden bereits für andere Zwecke, wie zum Beispiel für die Seidenproduktion, in größerem Maße gezüchtet. Hierdurch sind ausreichend Erfahrungen bezüglich der Umweltrisiken, wie etwa durch Insektenabfälle, vorhanden. Die größte Gefahr, sowohl in der traditionellen Landwirtschaft als auch bei der Zucht von Insekten, ist die Verunreinigung des Bodens und des Grundwassers durch in der Gülle enthaltene Schadstoffe und Spurenelemente. Entscheidend hierfür ist die Belastung des Futters. Die Schadstoffe werden, von den Tieren aus dem Futter aufgenommen und gelangen daher unvermeidbar, über Kot oder Skelette, in die Umwelt, wenn die Nebenprodukte als Gülle verwendet werden. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 34-35)

Der Eintrag von Schadstoffen in die Umwelt sollte so gering wie möglich gehalten werden, da es zu Akkumulationen im Boden oder Auslaugen von Verunreinigungen kommen kann, was toxisch Folgen für manche Organismen haben kann. Das Risiko von Schadstoffen in den Nebenprodukten von Insekten ist jedoch nicht höher, als bei traditionellen Quellen. Ein weiterer Aspekt, der berücksichtigt werden muss, ist die Gefahr von Zoonosen. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 34-35) „Zoonosen sind Infektionskrankheiten, die auf natürlichem Wege vom Tier (Vertebraten) auf den Menschen übertragen werden können. Die Zoonoseerreger umfassen Bakterien, Viren, Parasiten, Pilze oder andere biologische Einheiten (z.B. Prionen).“ (Alpers, Stark, Hellenbrand, & Ammon, 2004, S. 622)

Besonders in großen Zuchtanlagen steigt das Risiko für Infektionskrankheiten. Daher ist es wichtig, dass es ausreichende Maßnahmen gibt, die eine Verbreitung der Krankheiten, und damit ein Umweltrisiko, verhindern. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 35)

### 3.4 Nährwerte

Abschließend werden der Energiegehalt und die Nährstoffzusammensetzung einiger Insektenarten mit konventionellen Proteinquellen verglichen. Hierfür werden erneut beispielhaft die Werte eines Mehlwurms mit den Werten eines Schweins in einer Tabelle gegenübergestellt.

Insekten haben als alternative Proteinquelle nicht nur ökologische Vorteile, sondern einige Spezies stellen aufgrund ihrer Nährstoffe auch eine nahrhafte Alternative zu konventionellen Proteinquellen wie Schwein und Rind dar. Die folgende Tabelle 2 vergleicht die Nährstoffzusammensetzung eines Mehlwurms mit einem Schwein.

	<b>Mehlwurm</b>	<b>Schwein</b>
<b>Protein (g/ 100g)</b>	49,1	22,0
<b>Fett (g/ 100g)</b>	35,0	2,0
<b>Linolsäure (% an Gesamtfettanteil)</b>	34,8	5,1
<b>Calcium (mg/ 100g)</b>	16,9	2,0
<b>Phosphor (mg/ 100g)</b>	285,0	173,0

**Tabelle 2:** Nährstoffzusammensetzung – Vergleich Mehlwurm und Schwein; Quelle: Eigene Darstellung nach (Fiebelkorn, 2017, S. 108)

Der Proteingehalt eines Mehlwurms liegt mit 49,1 g/ 100g essbarem Anteil mehr als doppelt so hoch wie der Proteingehalt eines Schweins. Dieses hat nur einen Proteingehalt von 22,0 g/ 100g essbarem Anteil. Auch der Fettgehalt des Mehlwurms ist mit 35,0 g/ 100g deutlich höher. Genauso wie der Anteil an ungesättigten Fettsäuren. Bei einem Mehlwurm macht Linolsäure 34,8 % des Gesamtfettanteils aus, bei einem Schwein nur 5,1 %. Zudem hat der Mehlwurm höhere Gehalte an Mikronährstoffen wie Calcium und Phosphor. Das Schwein hat einen Calciumgehalt von 2 mg/ 100g und einen Phosphorgehalt von 173 mg/ 100g. Der Mehlwurm hingegen hat einen acht Mal so hohen Calciumgehalt mit 16,9 mg/ 100g. Der Phosphorgehalt liegt ebenfalls höher mit 285 mg/ 100g. (Fiebelkorn, 2017, S. 108)

Positiv an der Nährstoffzusammensetzung von Insekten sind vor allem ihre hohen Gehalte an hochwertigem Protein, ungesättigten Fettsäuren und Ballaststoffen (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013). Der Proteingehalt in Bezug auf ihre Trockenmasse liegt im Mittel zwischen 35 bis 61 Prozent. Bei einigen Arten der Ordnung der Heuschrecken sogar bei bis zu 77 Prozent. Diese Arten haben damit einen doppelt so hohen Gehalt an Protein wie getrocknete Sojabohnen, die nur einen durchschnittlichen Proteingehalt von 38 Prozent aufweisen (Rempe, 2014, S. 199). Insektenproteine sind gut verdaulich und haben hohe Gehalte an essentiellen Aminosäuren. Die höchsten Gehalte, höher als in Sojamehl, finden sich bei der Puppe der Seidenraupe und der Larve der Schwarzen Soldatenfliege. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 53)

Der Fettgehalt in Bezug auf die Trockenmasse variiert im Mittel zwischen weniger als 5 % und mehr als 50 %. Die genaue Fettsäurezusammensetzung ist abhängig von der jeweiligen Spezies. Durch den hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren kann es bei Insektenprodukten zu Oxidationen kommen, welche dazu führen, dass die Produkte ranzig werden können. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 53)

Über den Kohlenhydratgehalt gibt es zurzeit noch keine ausreichenden Daten. Den höchsten Anteil macht das Chitin aus. Chitin ist für den Menschen unverdaulich und kann die Verdaulichkeit des Insektenproteins herabsetzen. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 53)

Viele der Spezies enthalten zudem hohe Gehalte an Mikronährstoffen wie Eisen, Magnesium, Mangan, Selen, Zink, Riboflavin, Pantothenensäure und Biotin (Rumpold & Schlüter, 2013, S. 802).

Mehrere Grillen-, Heuschrecken- und Käferarten sind außerdem gute Folsäurequellen (Rempe, 2014, S. 199). Heuschrecken haben im Vergleich zu Rindfleisch sogar einen höheren Eisengehalt. Bei ihnen liegt der Eisengehalt zwischen 8 mg und 20 mg/100 g Trockenmasse (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 54). Rindfleisch hingegen weist nur einen

Eisengehalt von 2 mg/100 g verzehrfertigem Lebensmittel auf (Heseker & Heseker, 2014, S. 79). Der Gehalt an Selen bei Insekten liegt zwischen 0,3 mg/kg Trockenmasse und 400 mg/kg Trockenmasse, der Magnesiumgehalt zwischen 0,3 g/kg Trockenmasse bis 27,4 g/kg Trockenmasse und die Zinkgehalte im Bezug auf die Trockenmasse variieren zwischen 21 mg/kg und 390 mg/kg. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 53-54)

Die genaue Nährstoffzusammensetzung ist abhängig von der Spezies. Zudem wird der Nährstoffgehalt von dem Entwicklungsstadium, dem verwendeten Futtersubstrat und der Behandlung und Verarbeitung beeinflusst. Daher können die Nährstoffgehalte sehr variabel sein. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 53)

Durch die sehr stark variierenden Nährstoffzusammensetzungen zwischen den einzelnen Insektenarten, können essbare Insekten nicht pauschal aus ernährungsphysiologischer Sicht als bessere Alternative im Vergleich zu konventionellen Nutztieren bewertet werden (Fiebelkorn, 2017, S. 106). Wie jedoch im Kapitel erläutert, weisen einige Arten, wie zum Beispiel die Heuschrecken, bessere Gehalte an Makro- und Mikronährstoffen auf als konventionelle Nutztiere und können daher eine gute Alternative darstellen.

#### **4. Relevante Gefahren**

Ein sehr wichtiger Aspekt bei Lebensmitteln ist der Ausschluss jeglicher Gefahren durch den Verzehr für die menschliche Gesundheit. Ein Lebensmittel, das nicht sicher ist, darf nicht in den Verkehr gebracht werden (Art. 14 Abs. 1 VO (EU) Nr. 178/2002).

Daher ist es wichtig neben der ökologischen und ernährungsphysiologischen Betrachtung von essbaren Insekten, auch die Lebensmittelsicherheit zu bewerten und mögliche Gefahren, die beim Verzehr von Insekten auftreten können, zu analysieren.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat in ihrem Risikoprofil „*Risk profil related to production and consumption of insects as food and feed*“ die möglichen Risiken analysiert, zusammengefasst und mit den Risiken anderer Proteinquellen, die für Lebens- oder Futtermittel verwendet werden, verglichen. Hierbei handelt es sich um mikrobiologische und chemische Gefahren und das Allergiepotezial. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 3)

Hinzu kommen physikalische Gefahren bei dem Verzehr von ganzen Insekten und eine mögliche Gefahr durch das im Exoskelett enthaltene Chitin. Getrocknete Insekten können bis zu 10 % Chitin enthalten. Bei dem Verzehr der Tiere können sich die unverdaulichen Teile im Darm anreichern und zu partiellen oder totalen Verstopfungen führen. Deswegen sollten sowohl die Flügel als auch die Beine nicht mitverzehrt werden. (FASFC, 2014, S. 13) (Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, 2014, S. 15)

Hierbei ist zu beachten, dass auf den Produkten ausreichend Hinweise enthalten sind, wie die Flügel und Beine entfernt werden müssen (FASFC, 2014, S. 13).

In den folgenden Unterkapiteln wird detaillierter auf die mikrobiologischen und chemischen Gefahren sowie das Allergiepotezial von Insekten als Lebensmittel eingegangen.

#### **4.1 Mikrobiologische Gefahren**

Bei den mikrobiologischen Gefahren muss unterschieden werden in Mikroorganismen, die mit dem Insekt an sich und seinem Lebensstil zusammenhängen und die Mikroorganismen, die während der Zucht und der Verarbeitung ein- und weitergetragen werden. Außerdem muss untersucht werden, ob von den für Insekten pathogenen Mikroorganismen auch welche für Menschen pathogen sein können und sollte dies der Fall sein, ob eine Übertragung über Lebensmittel möglich ist. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 17)

Eine Vielzahl an Mikroorganismen finden sich im Darm der Insekten. Die Darmflora ist wichtig für den Stoffwechsel, das Verhalten und Überleben der Tiere und spiegelt zusätzlich die Lebensweise wieder. Bei der Verarbeitung von Insekten zu Lebensmitteln, wird auch der Darm inklusive Inhalt mitverarbeitet und nicht vorher entfernt. In manchen Produktionen wird der Darm zwar im Vorfeld entleert, jedoch kann auch damit eine mögliche Kontamination mit Darminhalt nicht vollständig ausgeschlossen werden, da jederzeit Kot in die Futtersubstrate gelangen kann und auf diese Weise das Insekt mit Darminhalt kontaminieren werden kann. Weitere Mikroorganismen finden sich auf der Oberfläche der Tiere. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 17)

Die vorhandenen Mikroorganismen können in Bakterien, Pilze, Parasiten und Viren unterteilt werden (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 17). Ein weiteres mögliches Risiko sind Prionen, „anormale Proteine, die Krankheiten wie die Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE) bei Rindern und die Creutzfeldt-Jakob-Krankheit beim Menschen auslösen können.“ (European Food Safety Authority, 2015)

Hierfür stuft die EFSA das Risiko bei der Verwendung von Futter, welches kein menschliches oder von Wiederkäuern stammendes Eiweiß enthält, als gleich hoch oder sogar geringer im Vergleich zu traditionellen Proteinquellen ein (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 36).

##### **4.1.1 Bakterien**

Die mikrobielle Flora von Insekten kann aus Bakterien verschiedenster Gattungen bestehen. Es handelt sich hauptsächlich um gram-positive Bakterien. Folgende Gattungen können unter anderem in der Flora gefunden werden: Staphylococcus, Micrococcus und

Lactobacillus. Aber auch coliforme, gram-negative Bakterien wie Enterobacteriaceae können in der Flora gefunden werden. (Belluco, et al., 2013, S. 304) (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 17-18) In frischen Mehlwürmern und Heimchen wurden Enterobacteriaceae und sporenbildende Bakterien nachgewiesen (Klunder, Wolkers-Rooijackers, Korpela, & Nout, 2012, S. 630-631).

Die für Insekten pathogenen Bakterien stellen für den Menschen keine Gefahr da. Die beiden Wirte sind phylogenetisch zu unterschiedlich. Bakterielle Gefahren im Zusammenhang mit Insekten ergeben sich daher aus den Bakterien, welche während der Zucht, zum Beispiel über die Substrate, während der Handhabung oder der Verarbeitung ein- und weitergetragen werden. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 17-18) Durch die relativ hohen Temperaturen bei der Zucht, könnten sich diese schnell vermehren (Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, 2014, S. 17).

Daten über die mikrobielle Belastung von Insekten sind bisher wenig zu finden. In den verfügbaren Studien, wo Insekten unter kontrollierten Bedingungen gehalten wurden, liegt die Gesamtkeimzahl hoch zwischen  $10^5$  und  $10^7$  KbE/g. Auch die Werte für die anaerobe Gesamtkeimzahl und Enterobacteriaceae waren hoch. (FASFC, 2014, S. 7) (Klunder, Wolkers-Rooijackers, Korpela, & Nout, 2012, S. 630)

Zurzeit sind noch wenig Studien über das Vorkommen von, für den Menschen pathogenen Bakterien, bei gezüchteten Insekten vorhanden. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass unverarbeitete Insekten mit pathogenen Erregern wie Salmonellen oder Campylobacter kontaminiert sind. Hierbei sind besonders die Qualität des verwendeten Substrats und die hygienischen Bedingungen der Zucht von Bedeutung. (Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, 2014, S. 2-8)

Außerdem spielt die Verarbeitung der Insekten eine große Rolle. So hat beispielsweise das Zerkleinern von Mehlwürmern zu höheren Bakteriengehalten geführt. Durch die Zerkleinerung können Bakterien aus dem Darm freigesetzt werden, welche sich dann im Produkt verteilen können. (Klunder, Wolkers-Rooijackers, Korpela, & Nout, 2012, S. 630)

#### **4.1.2 Pilze und Hefen**

Eine weitere mögliche mikrobiologische Gefahr können Hefen und Pilze sein. Schimmelpilze wie Aspergillus, Mucor und Rhizopus können über die Futtersubstrate in die Insektenzucht eingetragen werden (Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, 2014, S. 8). Diese Pilze können direkt oder durch die Bildung von Mykotoxinen die menschliche Gesundheit gefährden. Eine Minimierung dieses Risikos ist nur möglich, wenn während der gesamten Produktionskette ausreichend hygienischen Maßnahmen eingehalten werden. Durch trockene Böden, regelmäßige Entfernung des Kots und Austausch der

Substrate kann die Bildung von Pilzen verhindert werden. Außerdem sollten alle Materialien und Boxen regelmäßig, nach jedem Zyklus, desinfiziert werden. (FASFC, 2014, S. 8-9)

#### **4.1.3 Parasiten**

Das Risiko von Parasiten beziehungsweise einer Parasitose durch den Verzehr von rohen beziehungsweise nicht ausreichend erhitzten Insekten, ist sehr abhängig davon, wie die Tiere gewonnen wurden. Ein hohes Risiko ergibt sich bei Insekten, die in der Wildnis gesammelt werden. Diese werden häufig von Parasiten als Wirt genutzt. Bei gezüchteten Insekten, mit geschlossener Umgebung und kontrollierten Substraten, ist das Risiko deutlich geringer. Zudem kann durch eine anschließende Behandlung, wie Tiefgefrieren oder Kochen, das Risiko weiter minimiert werden. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 23), (FASFC, 2014, S. 9)

#### **4.1.4 Viren**

Neben Bakterien gibt es auch eine Vielzahl von Viren, die Insekten befallen können. Die meisten sind jedoch nur für wirbellose Tiere pathogen und daher ungefährlich für Menschen. Trotzdem sollten diese Viren nicht vernachlässigt werden, da sie zu großen Verlusten der Population führen können. Es besteht trotzdem immer ein Risiko, dass Insektenprodukte mit für Menschen pathogenen Viren kontaminiert sind. Ein großes Kontaminationsrisiko besteht hier, ähnlich wie bei den Bakterien, durch die Futtersubstrate. Einige Viren können in den Substraten überleben und so übertragen werden. Dieses Risiko lässt sich durch eine gute Kontrolle der Substrate und einer anschließenden hygienischen Verarbeitung reduzieren. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 20-21)

#### **4.1.5 Zucht als Gefahrenquelle**

Die mikrobielle Flora von Insekten, sowohl die Darmflora als auch die Mikroorganismen auf der Oberfläche der Tiere, werden bei der Zucht vor allem durch die verwendeten Substrate und die Umgebung beeinflusst. Um das Auftreten von mikrobiologischen Gefahren zu verhindern, sind daher die richtige Auswahl und Qualität des Futtersubstrats und einwandfreie hygienische Bedingungen von Bedeutung. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 25) (Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, 2014, S. 2)

Die EFSA hat die möglichen Substrate, die für die Insektenzucht verwendet werden können, in verschiedene Gruppen aufgeteilt und die Gefahren, die bei der Verwendung der einzelnen Substrate auftreten können, mit anderen tierischen Proteinquellen verglichen (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 36).



Die Substrate sind in die folgenden sieben Gruppen aufgeteilt: (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 11-12)

- A. Tierfutter gemäß dem EU-Katalog für Futtermittel und zugelassen als Futtermittel für Nutztiere
- B. Lebensmittel, die für den menschlichen Verzehr hergestellt wurden, aber aufgrund von abgelaufenem Mindesthaltbarkeitsdatum oder Herstellungsfehlern nicht mehr für den menschlichen Verzehr bestimmt sind.
- C. Nebenprodukte von Schlachthöfen, die nicht in die Nahrungskette gelangen, aber von Tieren stammen, die für den menschlichen Verzehr geeignet sind.
- D. Speiseabfälle, sowohl tierischer als auch nicht tierischer Herkunft
- E. tierischer Dünger und Darminhalt
- F. organische Abfälle pflanzlicher Natur
- G. menschlicher Dünger und Klärschlamm

Bei der Verwendung von Substraten aus den Gruppen A, B, C, D und F ist das Risiko des Auftretens mikrobiologischer Gefahren, im Vergleich zu anderen tierischen Proteinquellen, gleich hoch oder sogar niedriger. Bei Substraten aus den Gruppen E und G muss eine spezifische Evaluation erfolgen, indem die genauen Verarbeitungs- und Behandlungsschritte des spezifischen Produktes berücksichtigt werden. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 36-38) Um eine mögliche Kontamination durch Substrate zu verhindern, ist der Ernteprozess von besonderer Bedeutung. Hier besteht das höchste Risiko der Übertragung möglicher Gefahren vom Substrat auf das Insekt und dementsprechend dem späteren Produkt. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 26)

Wie zu Beginn des Unterkapitels 4.1.5 erläutert, ist neben der Auswahl des Substrats auch die allgemeine Hygiene wichtig, um mögliche Kontaminationen zu verhindern. So können beispielsweise die unhygienische Behandlung von Insekten, die unachtsame Verwendung von Abfallstoffen und der nicht unterbundene Kontakt zwischen kultivierten und nicht kultivierten Tieren das Risiko für mikrobiologische Gefahren erhöhen. Daher ist es unerlässlich, dass auch bei der Zucht, der Verarbeitung und der Lagerung von Insekten und Insektenprodukten die gleichen Hygienevorschriften eingehalten werden, die auch bei anderen konventionellen Lebensmitteln gelten, zum Beispiel eine „Gute Hygienepraxis“. (FASFC, 2014, S. 8;15)

Aufgrund der möglichen hohen Belastung von Insekten mit Mikroorganismen, sollte außerdem vor dem Konsum immer ein Behandlungsschritt erfolgen, mit dem die mikrobielle Belastung reduziert werden kann (FASFC, 2014, S. 15). Bei Mehlwurmlarven und Heimchen

konnten durch einen kurzen Erhitzungsprozess, beispielsweise fünf Minuten kochen, der Gehalt an Enterobacteriaceae deutlich reduziert werden. Durch alleiniges Rösten der Tiere kann der Gehalt an Enterobacteriaceae jedoch kaum verringert werden, weswegen auch hier die Tiere zuvor gekocht werden sollten. Problematisch sind außerdem die sporenbildenden Bakterien, die durch Erhitzungsprozesse nicht entfernt werden können. Um die Gefahr von sporenbildenden Bakterien zu reduzieren, wird als Hitzebehandlung die Sterilisation in Kombination mit geeigneten Lagerungsbedingungen empfohlen. Auch gekochte Insekten sollten bei Temperaturen von fünf bis maximal sieben Grad gelagert werden, um ein Auskeimen der Sporen zu verhindern. Die Lagerung sollte zudem eine nachträgliche Kontamination mit Mikroorganismen verhindern. (FASFC, 2014, S. 9-11) (Klunder, Wolkers-Rooijackers, Korpela, & Nout, 2012, S. 630) Außerdem ist es wichtig, dass die verkaufsfertigen Produkte Hinweise für die notwendige Lagerung enthalten (FASFC, 2014, S. 1).

## **4.2 Chemische Gefahren**

Eine weitere Gefahr bei Insektenprodukten, ist die mögliche Belastung mit gefährlichen Chemikalien, die sich in den Insekten anreichern und so zu einer Gefahr für die menschliche Gesundheit werden können. Die Chemikalien können unter anderem aus den Substraten stammen. Dabei kann es sich um Umweltschadstoffe wie Schwermetalle, Dioxin, Polychlorierte Biphenyle und Pestizidrückstände handeln. (FASFC, 2014, S. 11)

Dazu kommen Chemikalien wie Biozide oder Tierarzneimittel, die eventuell während der Zucht eingesetzt werden. Wie auch bei den mikrobiologischen Gefahren, gibt es auch über Chemikalien in gezüchteten Insekten bisher wenig Daten. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 26)

Schwermetalle gelangen überwiegend über die Substrate in die Insekten. Die Anreicherung ist abhängig von dem Element, der Insektenspezies und dem Entwicklungsstadium. Tierarzneimittel können durch Rückstände aus Substraten wie Gülle oder durch die aktive Verwendung in die Insekten gelangen. So werden beispielsweise antimikrobielle Substanzen eingesetzt, um bakterielle Infektionen zu verhindern. Um den Einsatz von Tierarzneimitteln bei Insekten, die für die Lebensmittelproduktion verwendet werden, zu überwachen, könnten ähnliche Verfahren eingesetzt werden wie bei konventionellen Nutztieren. Bei der Verwendung von Substraten, welche Reste von Verpackungsmaterialien enthalten, muss untersucht werden, ob schädliche Verbindungen wie Bisphenol A oder Phthalate aus den Verpackungen in die Substrate und somit in die Tiere migrieren könnten. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 26-31)

Wie schwer ein Insektenprodukt mit Chemikalien belastet ist, hängt von vielen Faktoren ab und kann daher sehr stark variieren. Den größten Einfluss haben, ähnlich wie bei den mikrobiologischen Gefahren, das verwendete Futtersubstrat und die Umgebung. Der Vorteil ist, dass sich beide gut kontrollieren lassen. (FASFC, 2014, S. 11) Allerdings liegen noch nicht genügend Daten über die einzelnen Chemikalien und ihre Akkumulation in Insekten vor, um das Risiko, welches sich aus den einzelnen Substraten ergibt, ausreichend bewerten und mit dem Risiko bei anderen tierischen Proteinquellen vergleichen zu können. Dafür muss die Akkumulation einzelner Chemikalien aus dem Substrat in Abhängigkeit der Chemikalie und der Spezies weiter untersucht werden. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 31)

Um die Kontamination so gering wie möglich zu halten, ist es daher wichtig die verwendeten Substrate regelmäßig und ausführlich auf Chemikalien zu untersuchen. Anhand einer auf den Ergebnissen beruhenden Auswahl des Substrates, kann die Gefahr einer Kontamination reduziert werden.

Aber auch die Spezies und das verwendete Entwicklungsstadium haben einen großen Einfluss auf die mögliche Akkumulation von Schadstoffen. Je kürzer der Lebenszyklus des Tieres, desto geringer ist der Zeitraum von Nahrungsaufnahme und damit die Möglichkeit einer Akkumulation. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 31) Daher können bestimmte Insektenprodukte, welche aus adulten Tieren hergestellt werden, deutlich höher belastet sein, als Produkte aus Insektenlarven.

Neben möglichen aus der Umwelt und dem Substrat stammenden Kontaminanten, besteht zusätzlich die Gefahr von natürlichen Toxinen, welche von manchen Insekten in bestimmten Entwicklungsstadien selbst gebildet werden (van der Spiegel, 2016, S. 207). Diese toxischen Substanzen sind Teil der natürlichen Verteidigung der Tiere. Ein Beispiel sind die Sekrete des Mehlkäfers (*Tenebrio molitor*), welche toxisch, mutagen und karzinogen sein können. Allerdings wird dieses Sekret nur von adulten Tieren abgesondert und nicht von den für den Verzehr bestimmten Larven. Auch hier hat das verwendete Entwicklungsstadium des Insekts einen großen Einfluss auf das Risiko. Bisher sind wenig toxikologische Tests an Insekten durchgeführt worden, weswegen noch keine Risikobewertungen bezüglich der Toxizität und dem Verzehr von Insekten vorliegen. (FASFC, 2014, S. 11)

### **4.3 Allergie**

Ein weiterer Aspekt, der bei dem Vertrieb und dem anschließenden Verzehr von Insekten berücksichtigt werden muss, ist ihr mögliches Allergiepotential. Bisher sind im Zusammenhang mit Insekten und Allergien Reaktionen durch Stechen oder Beißen der Tiere bekannt,

wodurch es zu Ekzemen, Rhinitis oder Asthmaanfällen kommen kann, nicht jedoch die Gefahr beim Verzehren von Insekten. (FASFC, 2014, S. 12) Dabei gibt es bereits viele Fälle, in denen der Verzehr von Insekten Lebensmittelallergien ausgelöst hat. Dabei handelte es sich um Fälle gegen ganz verschiedene Insektenpezies, unter anderem Seidenraupen, Mehlwürmer, Heuschrecken, Sago-Würmer und Zikaden, aber auch einen Lebensmittelzusatzstoff. Bei dem Lebensmittelzusatzstoff handelt es sich um Carmine, der aus Cochenilleschildläusen gewonnen wird. (de Gier & Verhoeckx, 2018, S. 82)

Allergische Reaktionen können durch zwei Faktoren hervorgerufen werden. Die erste Möglichkeit ist eine allergische Reaktion auf ein Insekt, auf das ein Mensch vorher schon sensibilisiert wurde, oder eine Kreuzreaktion, bei der Menschen auf Inhaltsstoffe reagieren, die anderen bekannten Allergenen in ihrer Zusammensetzung oder Eigenschaften ähneln. Außerdem können eine De-Novo-Sensibilisierung auftreten, was bedeutet, dass bei Menschen „neue“ Lebensmittelallergien auftreten, die vorher nicht bekannt waren. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 31) Durch die Vielfalt an möglichen Produkten, ist die Bewertung der Gefahr und das treffen allgemeiner Aussagen allerdings sehr schwierig.

Zwei relevante Allergene sind Tropomyosin und Arginin Kinase. Bei Tropomyosin handelt es sich um ein Muskelprotein und dem Hauptallergen in Garnelen. Arginin Kinase ist ein Enzym. (Apel, 2018) „Bei beiden Allergenen handelt es sich um potentiell kreuzreaktive, sogenannte Pan-Allergene, die in verschiedenen Arthropodenspezies mit relativ großer struktureller Ähnlichkeit vorkommen.“ (Apel, 2018) Bei beiden kann es mit homologen Proteinen aus Krustentieren und Hausstaubmilben zu Kreuzreaktionen kommen. Hausstaubmilben- und Meeresfrüchteallergiker haben auf Insekten-Tropomyosin und Arginin Kinase reagiert. (de Gier & Verhoeckx, 2018, S. 82). Zudem wurden bei Hausstaubmilben- und Krustentierenallergikern mit Proteinen von Mehlwürmern Kreuzreaktionen nachgewiesen. Ebenfalls verursacht durch Reaktionen mit Tropomyosin und Arginin Kinase (Verhoeckx, van Broekhoven, den Hartog Jager, & Knulst, 2014, S. 364)

Ein weiterer Aspekt, der berücksichtigt werden muss, ist die Hitzestabilität von Tropomyosin. Bei den meisten Lebensmitteln kann die Gefahr von allergischen Reaktionen durch Kochen reduziert werden, da viele Allergene nicht hitzestabil sind. Bei Tropomyosin kann die Allergenität aufgrund der Hitzestabilität jedoch nicht reduziert werden. Daher muss auch bei erhitzten Insekten damit gerechnet werden, dass manche Menschen allergisch reagieren. Jedoch gibt es auch die Möglichkeit Produkte herzustellen, die ein geringeres Allergiepotezial aufweisen und dadurch für sensiblere Personen geeignet sind. Allergene sind Proteine. Mit Hilfe von Fraktionierung kann der Proteinanteil und damit auch der Anteil an Allergenen reduziert werden. Ein Beispiel wäre die Gewinnung eines Öles. Generell sind

jedoch immer ausführliche Untersuchungen des jeweiligen Produktes notwendig, um die Gefahr für Allergiker bewerten zu können. Außerdem ist es wichtig, dass vor allem Garne-  
lenallergiker über die Möglichkeiten von Kreuzreaktionen aufgeklärt werden.

Eine weitere mögliche Maßnahme wäre, dass die Hersteller auf ihren Produkten Hinweise über die mögliche Allergenität platzieren. Außerdem sollten Hersteller, die in ihren Anlagen unterschiedliche Produkte herstellen, auch bei anderen Produkten auf mögliche Kreuzkontaminationen hinweisen. (Apel, 2018)

#### 4.4 Übersicht der relevanten Gefahren

Die relevanten Gefahren in Bezug auf die Produktion und den Verzehr von Insekten sind in der folgenden Tabelle 3 zusammengefasst. Bei den Insekten müssen besonders die Gefahren durch natürliche Toxine, Allergene, Krankheitserreger wie Bakterien und Viren und Parasiten beachtet werden. Bei der Auswahl der Futtersubstrate und der Umwelt muss auf Mykotoxine, Schwermetalle, Pestizide und Prionen geachtet werden.

Gefahren	Insekt	Futter & Umwelt
Natürliche Toxine	x	
Allergene	x	
Krankheitserreger	x	x
Parasiten	x	
Mykotoxine		x
Schwermetalle		x
Pestizide		x
Prionen		x

**Tabelle 3:** Übersicht der relevanten Gefahren; Quelle: Eigene Darstellung nach (van der Spiegel, 2016, S. 207)

## 5. Lebensmittelrecht

In dem folgenden Kapitel werden die rechtlichen Vorgaben, die bei dem Inverkehrbringen von Insekten als Lebensmittel beachtet werden müssen, näher erläutert. Dafür erfolgt zunächst ein allgemeiner Überblick über die rechtliche Situation, insbesondere der Verordnung (EU) 2015/2283 des europäischen Parlaments & des Rates vom 25. November 2015 über neuartige Lebensmittel, im weiteren Verlauf der Arbeit *Novel-Food-Verordnung* genannt, und anschließend ein spezifischer Teil zu den relevanten Vorgaben beim Inverkehrbringen von Insektenprodukten. Außerdem werden die Unterschiede zwischen der alten und der neuen Novel-Food-Verordnung herausgearbeitet und gegenübergestellt.

Um ein Lebensmittel in den Verkehr bringen zu dürfen, muss der Lebensmittelunternehmer die gemeingültigen rechtlichen Vorgaben erfüllen. Sofern es sich hierbei nicht um ein neuartiges Lebensmittel handelt, benötigt es hierfür keiner bestimmten Zulassungsverfahren. (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, o.J.) Lebensmittel im Sinne des Artikels 2 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002, auch Basis-Verordnung genannt, sind *„alle Stoffe oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind oder von denen nach vernünftigem Ermessen erwartet werden kann, dass sie in verarbeitetem oder unverarbeitetem Zustand von Menschen aufgenommen werden.“* (Quelle: Art. 2 Abs. 1 VO (EG) Nr. 178/2002)

Handelt es sich bei dem Lebensmittel jedoch um ein neuartiges Lebensmittel im Sinne des Artikels 3 der Novel-Food-Verordnung, muss der Lebensmittelunternehmer die Vorgaben der Verordnung zum Inverkehrbringen neuartiger Lebensmittel erfüllen. (Art. 10 VO (EU) 2015/2283) Auf die genauen Vorgaben wird später detaillierter eingegangen.

Die Novel-Food-Verordnung VO (EU) Nr. 2015/2283 ist am 25. November 2015 in Kraft getreten und seit dem 01. Januar 2018 verbindlich in allen Mitgliedsstaaten (Art. 36 Abs. 1 VO (EU) Nr. 2015/2283). Die alte Verordnung über neuartige Lebensmittel VO (EG) Nr. 258/97, vom 27. Januar 1997, und die Verordnung (EG) Nr. 1852/2001 sind seit dem 1. Januar 2018 dadurch aufgehoben (Art. 34 Abs. 1 VO (EU) Nr. 2015/2283).

### 5.1 Vergleich VO (EG) Nr. 258/97 und VO (EU) 2015/2283

Die neue Novel-Food-Verordnung weist eine Vielzahl an Neuerungen auf. Zum einen wurde die Begriffsbestimmung für ein neuartiges Lebensmittel deutlicher formuliert und das Bewertungs- und Zulassungsverfahren überarbeitet, des Weiteren wurde das Inverkehrbringen von sogenannten traditionellen Lebensmitteln aus Drittländern vereinfacht, der

Datenschutz überarbeitet und Lebensmittel von geklonten Tieren in die Verordnung aufgenommen, bis es für diese Kategorie eigene Regelungen gibt. (VO (EU) Nr. 2015/2283)

## 5.2 Neuartiges Lebensmittel

In den nächsten Abschnitten werden die alte und die neue Novel-Food-Verordnung miteinander verglichen, um Neuerungen sowie Unterschiede, insbesondere in Bezug auf das Inverkehrbringen von Insekten als Lebensmittel, herauszuarbeiten. Hierfür wird insbesondere die Definition eines neuartigen Lebensmittels und die Änderungen im Zulassungsverfahren betrachtet.

Als neuartige Lebensmittel gelten gemäß Art. 3 der Verordnung (EU) 2015/2283 Lebensmittel, die vor dem 15. Mai 1997 von den Menschen in der Europäischen Union nicht in nennenswertem Umfang verzehrt worden sind. Außerdem müssen sie einer der in Art. 3 Abs. 2 lit. a VO (EU) Nr. 2015/2283 aufgeführten Kategorien zugeordnet werden können. Dazu zählen beispielsweise Lebensmittel aus Pflanzen oder Pflanzenteilen, aus Materialien mineralischen Ursprungs oder aus Mikroorganismen, Pilzen oder Algen. Relevant in Bezug auf das Inverkehrbringen von Insekten als Lebensmittel ist die Kategorie unter sublit. v. Hiernach gelten ebenfalls als neuartige Lebensmittel, *„Lebensmittel, die aus Tieren oder deren Teilen bestehen oder daraus isoliert oder erzeugt wurden [...]“* (Art. 3 Abs. 2 lit. a sublit. v VO (EU) Nr. 2015/2283)

Diese Kategorie wurde im Vergleich zur alten Verordnung (EG) Nr. 258/97 geändert, was für das Inverkehrbringen von Insekten als Lebensmitteln entscheidend ist. In der alten Verordnung lautete die Kategorie wie folgt:

*„Lebensmittel und Lebensmittelzutaten, die aus Pflanzen bestehen oder aus Pflanzen isoliert worden sind, und aus Tieren isolierte Lebensmittelzutaten [...]“* (Art. 1 Abs. 2 lit. e VO (EG) Nr. 258/97)

Aus Insekten isolierte Lebensmittelzutaten fielen damit in den Anwendungsbereich der Verordnung und galten somit als Novel Food. Nach einem erfolgreichen Zulassungsverfahren konnten sie in den Verkehr gebracht werden.

Unklarheit bestand jedoch bei der Einordnung von ganzen Insekten und Insektenteilen, da die Definition nicht eindeutig ganze Tiere miteinschließt. Dies hatte zur Folge, dass in manchen Mitgliedsstaaten auch ganze Insekten als Novel Food galten und in anderen diese ausgeschlossen wurden. (Helble & Wind, 2016)

In den Niederlanden wurden beispielsweise bereits Mehlwürmer (*Tenebrio molitor*), Buffalowürmer (*Alphitobius diaperinus*) und Heuschrecken (*Locusta migratoria*) für den menschlichen Verzehr in den Verkehr gebracht. Auch in Belgien wurden bereits

verschiedene Spezies auf den Markt gebracht, darunter auch die eben für die Niederlande aufgeführten Arten. (FASFC, 2014, S. 3) (Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, 2014, S. 7)

Die neue Begriffsdefinition in der Verordnung Nr. (EU) 2015/2283 ist klarer formuliert. Hier werden ausdrücklich auch ganze Tiere und Teile von Tieren mitaufgeführt, wodurch nun auch ganze Insekten und Insektenteile eindeutig in den Anwendungsbereich der Verordnung fallen und als Novel Food gelten. Somit konnte die rechtliche Grauzone geschlossen werden.

Bereits bis zum 01. Januar 2018 rechtmäßig in den Verkehr gebrachte Insekten beziehungsweise Insektenprodukte dürfen gemäß Art. 35 Abs. 2 der Verordnung (EU) 2015/2283 weiter vermarktet werden, sobald ein Antrag auf Zulassung eines neuartigen Lebensmittels beziehungsweise eine Meldung über ein traditionelles Lebensmittel aus einem Drittstaat gemäß der neuen Novel-Food-Verordnung eingereicht wurde. Der Antrag beziehungsweise die Meldung müssen spätestens am 01. Januar 2019 eingegangen sein. Die betreffenden Lebensmittel dürfen anschließend solange in den Verkehr gebracht werden, bis eine Entscheidung über den Antrag beziehungsweise die Meldung getroffen wurde. (Art. 8 Abs. 5 Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/2469), (Art. 35 Abs. 2 VO (EU) Nr. 2015/2283)

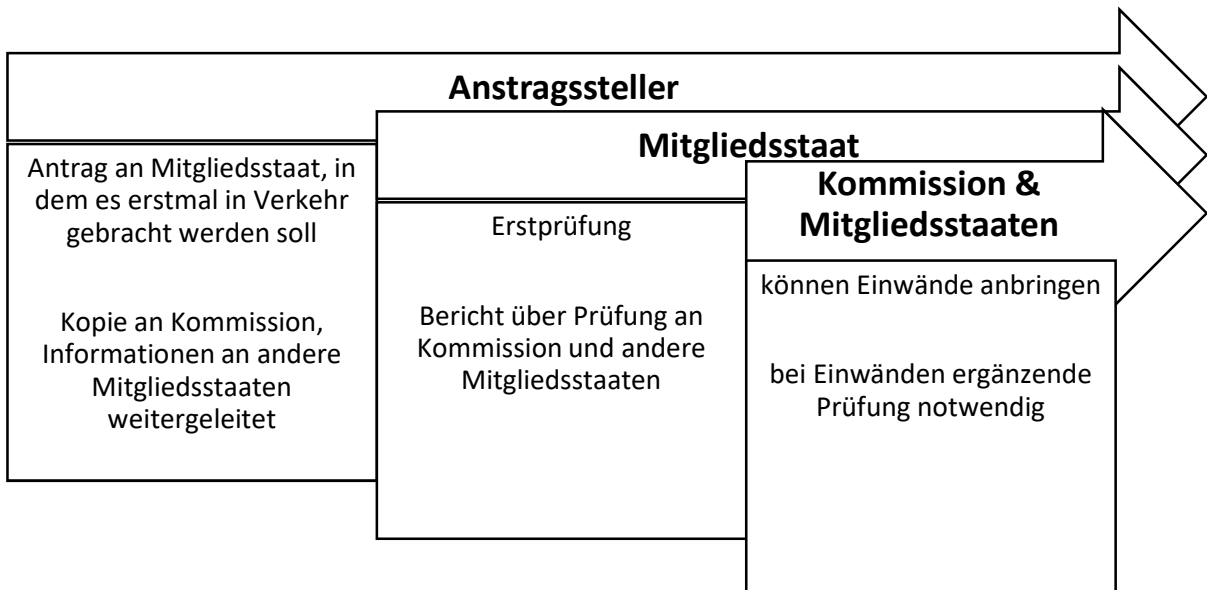
### **5.3 Zulassungsverfahren**

Auch das Zulassungsverfahren wurde mit der neuen Verordnung überarbeitet. In der alten Verordnung Nr. 258/97 musste der Antrag vom Antragssteller in dem Mitgliedsstaat gestellt werden, in dem er das Lebensmittel erstmalig in den Verkehr bringen wollte. Zusätzlich musste eine Kopie des Antrags an die Europäische Kommission gesendet werden. (Art. 4 Abs. 1 VO (EG) Nr. 258/97) Diese leitete wiederum die notwendigen Informationen an die anderen Mitgliedsstaaten weiter. Die Erstprüfung des Antrags erfolgte im Mitgliedsstaat. Der Bericht über die Prüfung wurde an die Kommission und die anderen Mitgliedsstaaten weitergeleitet. (Art. 6 VO (EG) Nr. 258/97)

Gegebenenfalls, zum Beispiel bei Einwänden der Kommission oder eines Mitgliedsstaates, waren ergänzende Prüfungen notwendig (Art. 7 Abs. 1 VO (EG) Nr. 258/97).

Das Zulassungsverfahren ist in Abbildung 3 vereinfacht schematisch zusammengefasst.





**Abbildung 3:** Schematische Darstellung des Zulassungsverfahrens nach VO (EG) Nr. 258/97

Bei dem Zulassungsverfahren der neuen Verordnung Nr. 2015/2283 ist nun ausschließlich die Europäischen Kommission unter Beteiligung der EFSA verantwortlich. Die Mitgliedstaaten sind nicht mehr beteiligt, erhalten aber alle notwendigen Informationen. Das Zulassungsverfahren ist in den Artikeln 10, 11, 12 der VO (EU) Nr. 2015/2283 näher beschrieben. Grundsätzlich werden nur neuartige Lebensmittel zugelassen, die keine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen, die Verbraucher nicht irreführen und nicht nachteilig für die Ernährung sind, wenn sie ein anderes Lebensmittel ersetzen sollen. (Art. 7 VO (EU) Nr. 2015/2283). Zusätzlich kann von der EFSA ein Gutachten über die möglichen Auswirkungen des Lebensmittels auf die Gesundheit erstellt werden. Die Anfrage der Kommission an die Behörde muss hierfür spätestens ein Monat nach Eingang des gültigen Antrags erfolgen. (Art. 11 VO (EU) Nr. 2015/2283). Die Ergebnisse des Gutachtens werden für die Entscheidung der Zulassung des neuartigen Lebensmittels berücksichtigt.

Eine weitere Neuerung ist die Vereinfachung des Inverkehrbringens von traditionellen Lebensmitteln aus Drittländern. Traditionelle Lebensmittel aus einem Drittland sind im Sinne der Verordnung: „*neuartige Lebensmittel [...], die aus der Primärproduktion [...] stammen und eine Verwendungsgeschichte als sicheres Lebensmittel in einem Drittland haben.*“ (Art. 3 Abs. 2 lit. c VO (EU) Nr. 2015/2283)

Um eine Verwendungsgeschichte als sicheres Lebensmittel in einem Drittland zu haben, muss die Sicherheit des Lebensmittels durch ausreichend Daten über die Zusammensetzung garantiert werden und durch Belege bestätigt werden, dass das Lebensmittel in mindestens einem Drittland seit mindestens 25 Jahren zu der üblichen Ernährung eines

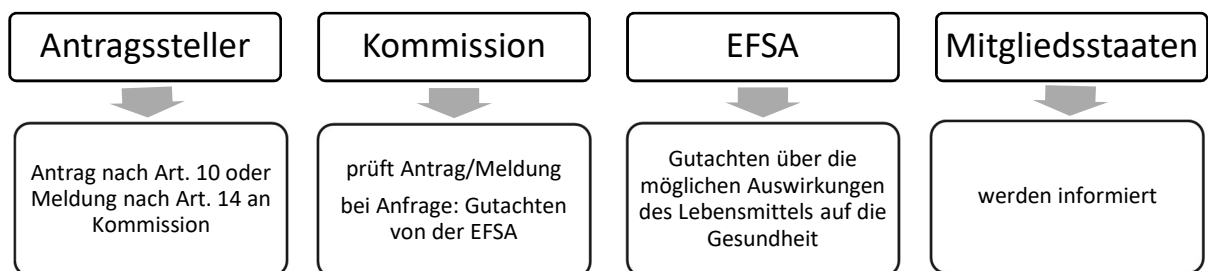
wesentlichen Teils der Bevölkerung gehört und es keine Sicherheitsbedenken gibt. (Art. 3 Abs. 2 lit. b VO (EU) Nr. 2015/2283)

Die besonderen Bestimmungen für traditionelle Lebensmittel aus Drittländern sind in den Artikeln 14 bis 19 der VO (EU) Nr. 2015/2283 näher beschrieben. Um das Inverkehrbringen zu vereinfachen, müssen Antragssteller, anstatt eines Antrags nach Artikel 10, der Kommission eine Meldung des traditionellen Lebensmittels übermitteln (Art. 14 VO (EU) Nr. 2015/2283).

In Bezug auf das Inverkehrbringen neuartiger Insektenprodukte bedeutet dies, dass diese sowohl über das klassische Zulassungsverfahren mit einem Antrag nach Artikel 10-12 in den Verkehr gebracht werden könnten als auch über die Möglichkeit als traditionelles Lebensmittel, da sie in vielen Ländern schon lange zu der Ernährung dazu gehören.

Die EFSA hat für neuartige Lebensmittel und den speziellen Fall der traditionellen Lebensmittel aus Drittländern Leitlinien veröffentlicht, um den Antragsstellern eine Hilfestellung zum Erstellen der Unterlagen zu geben und zu verdeutlichen welche Informationen auf welche Art und Weise vorzulegen sind, damit die Sicherheit des Lebensmittels bewertet werden kann. (European Food Safety Authority, Neuartige und traditionelle Lebensmittel: Leitlinien fertig gestellt, 2016)

Das Zulassungsverfahren ist in Abbildung 4 vereinfacht schematisch zusammengefasst.



**Abbildung 4:** Schematische Darstellung des Zulassungsverfahrens nach VO (EU) 2015/2283

### 5.3.1 Antrag nach Art. 10

Im Folgenden werden beide Verfahren, unter Berücksichtigung der Leitlinien der EFSA, genauer erläutert und die Besonderheiten, die sich für das Inverkehrbringen von Insekten ergeben, dargestellt. Das erste Unterkapitel beinhaltet das Verfahren nach Art. 10 der Verordnung 2015/2283 und das darauffolgende das Verfahren für traditionelle Lebensmittel.

Der generelle Ablauf des Zulassungsverfahrens ist, wie in vorherigen Kapiteln erläutert, in den Artikeln 10-12 der Verordnung beschrieben. Hiernach muss ein Zulassungsantrag folgende Informationen enthalten: Name und Anschrift des Antragsstellers, Bezeichnung und Beschreibung des Lebensmittels, Beschreibung des Herstellungsverfahrens, die Zusammensetzung, wissenschaftliche Daten darüber, dass vom Lebensmittel keine Gefahr für die menschliche Gesundheit ausgeht und Vorschläge für die Verwendung und Kennzeichnung (Art. 10 Abs. 2 VO (EU) Nr. 2015/2283). Die genauen wissenschaftlichen und administrativen Anforderungen an die Anträge gemäß Art. 10 sind in der Durchführungsverordnung Nr. 2017/2469 beschrieben. Der Antrag muss vom Antragssteller elektronisch an die Kommission gesendet werden. Zu den notwendigen Unterlagen gehört ein Begleitschreiben, welches als Muster der Verordnung angehängt ist, die technischen Unterlagen und eine Zusammenfassung des Dossiers, die einen Nachweis enthält, dass das Lebensmittel den Bedingungen gemäß Art. 7 der Verordnung (EU) 2015/2283 entspricht. (Art. 3 Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/2469) Zu den technischen Unterlagen gehören alle administrativen Daten, wozu neben den Informationen aus Art. 10 Abs. 2 der Verordnung Nr. 2015/2283 Informationen wie Name und Adresse des Herstellers, Datum der Vorlage des Dossiers, Inhaltsverzeichnis des Dossiers oder die Liste, mit Teilen, die vertraulich behandelt werden sollen, zählen. (Art. 4 Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/2469)

Ebenfalls zu den technischen Unterlagen gehören alle wissenschaftlichen Daten, die für eine vollständige Risikobewertung des Lebensmittels benötigt werden. Dafür muss der Antragssteller unter anderem darlegen, mit welchem Verfahren die Daten erhoben worden sind. Dazu gehören neben der Strategie der Sicherheitsbewertung auch die Strategien für toxikologische Untersuchungen. Teilweise müssen auch Rohdaten der Studien vorgelegt werden, um die Ergebnisse und Folgerungen zu belegen. In einer Gesamtbewertung muss abschließend vom Antragssteller die Sicherheit der beabsichtigten Verwendungszwecke des Lebensmittels dargelegt werden. (Art. 5 Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/2469) Die Kommission prüft nach Eingang des Antrags, ob er in den Anwendungsbereich der Verordnung (EU) 2015/2283 fällt und, ob die Forderungen des Art. 10 Abs. 2 der Verordnung (EU) 2015/2283 erfüllt werden. Hierfür kann die Kommission die Behörde kontaktieren und ein Gutachten beantragen. (Art. 6 Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/2469) Die Behörde prüft daraufhin den Antrag und erstellt das Gutachten, in welchem unter anderem folgende Aspekte beinhaltet sind: Bewertung des Herstellungsprozesses, Zusammensetzung, vorgeschlagene Verwendungszwecke, Allergenität und toxikologische Angaben. Genauso wie der Antragssteller erstellt auch die Behörde abschließend eine Gesamtrisikobewertung für das Lebensmittel und die beabsichtigten Verwendungszwecke und Mengen. (Art. 7 Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/2469)

Um einen gültigen Antrag für die Zulassung eines neuartigen Insektenproduktes gemäß Art. 10 der Verordnung (EU) 2015/2283 zu stellen, muss der Antragssteller die soeben erläuterten Daten zur Verfügung stellen. Hilfestellung für die Erstellung des Antrags findet der Antragssteller in der Leitlinie der EFSA „Guidance on the preparation and presentation of an application for authorisation of a novel food in the context of Regulation (EU) 2015/2283“. Die Leitlinie ist in zwei Teile aufgebaut. Der erste Teil beinhaltet erläuternde Informationen über die administrativen Daten, der zweite Teil beschäftigt sich mit der Charakterisierung des neuartigen Lebensmittels und den dazugehörigen technischen und wissenschaftlichen Daten. Außerdem sind für die einzelnen Kategorien der neuartigen Lebensmittel die spezifischen Informationen näher beschrieben. Insekten werden bei dem Unterkapitel „Toxikologische Informationen“ unter „spezifische Fälle“ erwähnt. (European Food Safety Authority, Guidance on the preparation and presentation of an application for authorisation of a novel food in the context of Regulation (EU) 2015/2283, 2016) Zudem hat die EFSA ein weiteres Dokument entwickelt, welches in Form einer Checkliste aufgebaut ist. Die Checkliste enthält dabei folgende Abschnitte: Einführung, Identität des Lebensmittels, Produktionsprozess, Daten über die Zusammensetzung, Spezifikationen, Geschichte, Verwendungszwecke und Mengen, Absorption, Verteilung, Stoffwechsel und Ausscheidungen, Nährwertangaben, toxische Informationen, Allergenität und Schlussfolgerungen.

Hiermit können Antragssteller ihren Antrag auf Vollständigkeit überprüfen. Zusätzlich enthält es vier Tabellen für die Aufbereitung der Daten aus den Studien. Die EFSA nutzt diese Checkliste, um später die Vollständigkeit der Daten des technischen Dossiers zu überprüfen. Im Folgenden werden aus einzelnen Abschnitten der Checkliste beispielhaft ein bis zwei Punkte aufgezählt, die bei der Erstellung eines Antrags für Insekten angegeben werden müssen. Dazu gehören Daten über:

- den Verwendungszweck
- die Identität des Lebensmittels
  - wissenschaftliche Bezeichnung (zoologische Familie, Gattung, Art) und Synonyme
  - verwendete Teile
  - geographische Herkunft
- den Produktionsprozess
  - Flussdiagramm und Key Steps und Parameter des Prozesses
  - Informationen über Nebenprodukte
  - Maßnahmen zur Produktionskontrolle und Qualitätssicherung
  - Informationen über die Zuchtbedingungen und Prozesse nach der Ernte.
- Zusammensetzung

- chemische und mikrobiologische Verunreinigungen
- Stabilität/Haltbarkeit
  - Lagerungsbedingungen
  - Biochemische Stabilität
  - Mikrobiologische Stabilität

Von besonderem Interesse ist außerdem der Unterpunkt bei den toxikologischen Informationen, wo die Insekten als Spezialfall aufgezählt werden. Hierfür wird vom Antragssteller gefordert, dass er Überlegungen zu den potentiellen Gefahren im Zusammenhang mit der Verwendung von gezüchteten Insekten anstellt, die die EFSA in ihrem Risikoprofil evaluiert hat. (European Food Safety Authority, 2018)

### **5.3.2 Meldung nach Art.14**

Sollte der Antragssteller, anstatt des zuvor beschriebenen Verfahrens, die Möglichkeit des traditionellen Lebensmittels wählen, muss er an Stelle eines Antrags eine Meldung gemäß Art. 14 der Verordnung (EU) 2015/2283 an die Europäische Kommission übermitteln. Die Meldung muss Name und Anschrift des Antragsstellers, Bezeichnung und Beschreibung des traditionellen Lebensmittels, die Zusammensetzung, Ursprungsländer, Vorschläge für den Verwendungszweck und die Kennzeichnung und den Nachweis über die Verwendungsgeschichte als sicheres Lebensmittel in einem Drittland enthalten. (Art. 14 VO (EU) Nr. 2015/2283) Die Kommission leitet die Meldung an die Mitgliedsstaaten und die EFSA weiter, die daraufhin die Möglichkeit haben Einwände in Bezug auf die Sicherheit zu übermitteln. Sollte es keine Einwände geben, wird das Inverkehrbringen des traditionellen Lebensmittels von der Kommission genehmigt und die sogenannte Unionsliste aktualisiert. (Art. 15 VO (EU) Nr. 2015/2283)

In die Unionsliste werden alle zugelassenen neuartigen Lebensmittel von der Europäischen Kommission aufgenommen. Neuartige Lebensmittel dürfen nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie zugelassen und in der Liste aufgeführt sind. Dabei müssen die in der Liste aufgeführten Bedingungen und Kennzeichnungsvorschriften berücksichtigt werden. (Art. 6 Abs. 1 und Abs. 2 VO (EU) Nr. 2015/2283) Bereits zugelassene und in der Liste aufgeführte neuartige Lebensmittel sind beispielsweise Arganöl, Baobab-Fruchtfleisch, Noni-Saft und Krillöl (European Commission, Union list of novel foods, o.J.). Handelt es sich bei dem neu genehmigten Lebensmittel um ein traditionelles Lebensmittel, enthält der Eintrag einen entsprechenden Hinweis. (Art. 15 Abs. 4 VO (EU) Nr. 2015/2283) Insekten beziehungsweise Insektenprodukte sind zurzeit (Stand 15.06.2018) noch nicht in der Liste zu finden (European Commission, Union list of novel foods, o.J.). Für den Fall, dass bereits ein Antrag eingereicht wurde, lassen sich auf der Website der Europäischen Kommission

alle, in Bearbeitung befindlichen, Anträge auf Zulassung eines neuartigen Lebensmittels einsehen. Folgende insektenspezifische Anträge befinden sich zurzeit in Bearbeitung (Stand 22.07.2018): (European Commission, Summary of ongoing applications and notifications, o.J.)

- *Acheta domesticus* (Heimchen)
- ganze und gemahlene *Alphitobius diaperinus* (Getreideschimmelkäfer; Mehlwurm) Larvenprodukte
- getrocknete *Grylloides sigillatus* (Grille)
- *Locusta migratoria* (Wanderheuschrecke)
- getrocknete *Tenebrio molitor* (Mehlkäfer)

Sollten jedoch Einwände übermittelt werden, und es daher nicht zu einer Genehmigung des traditionellen Lebensmittels kommen, kann der Antragssteller einen Antrag gemäß Art. 16 der Verordnung (EU) 2015/2283 stellen (Art. 15 Abs. 5 VO (EU) Nr. 2015/2283). Dieser muss, neben den Informationen gemäß Art. 14, Daten zu den übermittelten Einwänden beinhalten. Der Antrag wird von der Kommission an die Behörde übermittelt (Art. 16 VO (EU) Nr. 2015/2283), diese erstellt daraufhin ein Gutachten. Das Gutachten der Behörde über die Sicherheit von traditionellen Lebensmitteln aus einem Drittland unterscheidet sich von dem Gutachten „klassischer“ neuartiger Lebensmittel. Hier wird von der Behörde, neben der Identität des Lebensmittels, überprüft, ob die Daten die Verwendungsgeschichte als sicheres Lebensmittel aus einem Drittland belegen können. (Art. 17 VO (EU) Nr. 2015/2283) Das Gutachten wird anschließend für die Entscheidung über eine mögliche Zulassung berücksichtigt. Nach einer abschließenden Bewertung aller Informationen kann entweder der Antrag genehmigt oder die Aktualisierung der Unionsliste abgelehnt werden. (Art. 18 VO (EU) Nr. 2015/2283)

Die genauen wissenschaftlichen und administrativen Anforderungen an Meldungen beziehungsweise Anträge von traditionellen Lebensmitteln aus einem Drittland sind in der Durchführungsverordnung 2017/2468 beschrieben. Die Struktur ähnelt den Vorgaben bei Anträgen gemäß Art. 10 der Verordnung (EU) 2015/2283, weshalb im Folgenden nur auf die Unterschiede eingegangen wird. Die wissenschaftlichen Daten müssen eine Bewertung der Verwendungsgeschichte als sicheres Lebensmittel in einem Drittland gestatten (Art. 6 Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/2468). Außerdem muss einem Antrag nach Art. 16 der Verordnung (EU) 2015/2283 neben dem Begleitschreiben, den technischen Unterlagen und der Zusammenfassung die begründeten Einwände bezüglich der Sicherheit und eine darauf bezogene Stellungnahme des Antragsstellers beigelegt werden (Art. 4

Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/2468). Zudem gibt es für Meldungen und Anträge verschiedene Begleitschreiben.

Hilfestellung sowohl für die Erstellung einer Meldung als auch für einen Antrag findet der Antragssteller in der Leitlinie der EFSA „Guidance on the preparation and presentation of the notification and application for authorisation of traditional foods from third countries in the context of Regulation (EU) 2015/2283“. Die Leitlinie soll den Antragssteller unterstützen, damit er alle Informationen zusammenstellt, die notwendig sind, um die Sicherheit des traditionellen Lebensmittels bewerten zu können.

Hierfür müssen folgende Daten bereitgestellt werden:

- Beschreibung des Lebensmittels
- den Produktionsprozess
- die Zusammensetzung
- Spezifikationen
- Verwendungsbedingungen
- und die Erfahrungen der längerfristigen Verwendung des Lebensmittels in einem Drittland.

(European Food Safety Authority, Guidance on the preparation and presentation of the notification and application for authorisation of traditional foods from third countries in the context of Regulation (EU) 2015/2283, 2016)

Der Aufbau der Meldung sollte dabei den Abschnitten der Leitlinie entsprechen. Die Struktur der Leitlinie entspricht dem Aufbau der Leitlinie für Anträge gemäß Art. 10 der Verordnung (EU) 2015/2283. Im Folgenden werden daher nur noch relevante Unterschiede beispielhaft erläutert. Von besonderer Bedeutung ist das Kapitel 2.6, wo es um die Daten von den Erfahrungen mit der fortgesetzten Verwendung des Lebensmittels in dem Drittland geht. Die Daten können aus wissenschaftlichen Publikationen, Expertenmeinungen, Informationen internationaler oder nationaler Organisationen, Regierungsdokumenten, Darstellungen über Anbau, Ernte oder Vertrieb oder Rezepten beziehungsweise Kochbüchern stammen. Dabei ist es besonders wichtig, die traditionelle Verwendung so genau wie möglich zu charakterisieren. Dies ist von Bedeutung, da die Auswirkungen auf die Gesundheit bei einem Lebensmittel, welches traditionell nur zu bestimmten Anlässen oder nur in bestimmten Kombinationen verzehrt wird, beim längerfristigen Verzehr, dem Verzehr von größeren Mengen oder in einer anderen Kombination, unterschiedlich sein können.

Hierfür sollten die Daten folgende Aspekte möglichst genau beschreiben:

- den Umfang der Verwendung
- die relevante Bevölkerungsgruppe
- die Zubereitung und Handhabung inklusive Lagerung
- die Rolle in der Ernährung
- und Vorsichtsmaßnahmen wie notwendige Verarbeitungsschritte, um zum Beispiel die Menge an toxischen Substanzen zu reduzieren.

(European Food Safety Authority, Guidance on the preparation and presentation of the notification and application for authorisation of traditional foods from third countries in the context of Regulation (EU) 2015/2283, 2016)

Hierfür werden zum Beispiel Informationen über die Mengen, die pro Jahr produziert werden, Verzehrsmengen und Häufigkeiten, am besten aus Ergebnissen von Verzehrsstudien, und den Anlass des Verzehrs gesammelt. Ebenso wie eine detaillierte Beschreibung der Bevölkerungsgruppe inklusive Alter, Geschlecht und Bevölkerungsgröße, und ob es als Hauptmahlzeit oder nur als Snack oder Gewürz verzehrt wird. Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass das Lebensmittel in der EU anders zubereitet und konsumiert wird als in dem Drittland, sollte der Antragssteller die Zielgruppe, die Verwendung und Vorsichtsmaßnahmen und Einschränkungen so genau wie möglich charakterisieren. (European Food Safety Authority, Guidance on the preparation and presentation of the notification and application for authorisation of traditional foods from third countries in the context of Regulation (EU) 2015/2283, 2016)

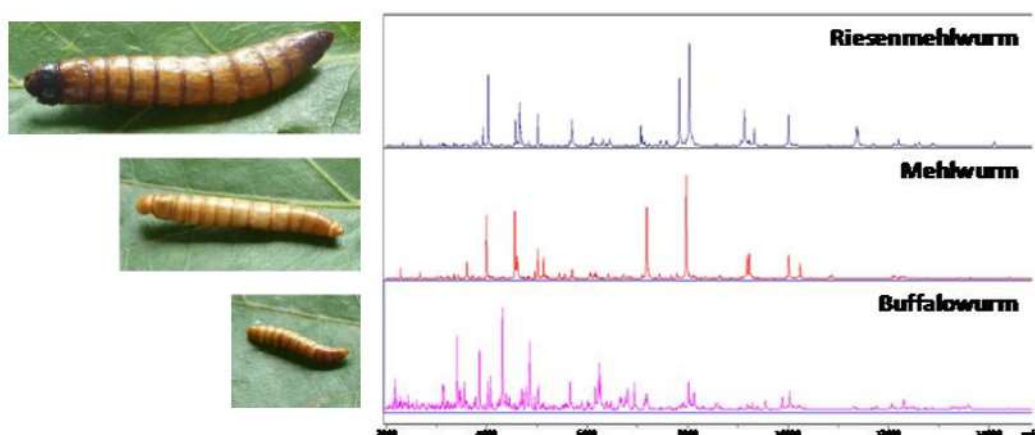
Wenn ein Antragssteller ein Insekt als traditionelles Lebensmittel aus einem Drittland in den Verkehr bringen möchte, muss seine Meldung die eben aufgeführten Informationen enthalten. Insekten gehören zwar in vielen Teilen der Welt zur traditionellen Ernährung, jedoch werden sie dort größtenteils in der Wildnis gesammelt und in kleinem Rahmen zubereitet und vertrieben anstatt professionell in großen Zuchten. Zudem ist die Zahl an verzehrten Spezies sehr groß. Dadurch wird es schwierig sein, bei den einzelnen Spezies die Verwendungsgeschichte als sicheres Lebensmittel in einem Drittland zu belegen, da es nur wenig Daten über die spezifische Spezies geben wird. Auch die genaue Verzehrsmenge wird kaum bestimmt werden können, da der Verzehr von Insekten wahrscheinlich noch nicht in Verzehrsstudien abgefragt wird und in der Vergangenheit auch nicht abgefragt wurde. Hinzu kommt, dass die Gesundheitssysteme vieler Länder nicht mit den europäischen Standards mithalten können, weshalb auch Daten über die Sicherheit des Verzehrs von Insekten, beispielsweise durch Statistiken über Lebensmittelinfektionen, nur wenig vorhanden sein werden. Eine weitere Herausforderung sind die generell noch nicht vorhandenen



Erfahrungen bei dem Zulassungsverfahren von traditionellen Lebensmitteln, wodurch die Antragssteller noch nicht genau wissen, wie detailliert die Daten sein müssen, um auszureichen. Beziehungsweise, wie mit Meldungen verfahren wird, bei denen Teile der Daten nicht vorgelegt werden können.

Eine generelle Schwierigkeit, sowohl beim Zulassungsverfahren als auch später bei der Überwachung, ist die Untersuchung der Zusammensetzung der Produkte. Um diese analysieren zu können, müssen die enthaltenen Spezies identifiziert werden. Zurzeit gibt es jedoch nur wenige Methoden, um Insektenpezies zu identifizieren. Zudem gibt es keine vollständige Datenbank für Insekten, die als Referenz zum Abgleich dienen kann. Das Chemische und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg entwickelt daher eine erste Insektendatenbank. (Wind, Diekmann, Helble, Grabowski, & Scherer, 2016)

Hierfür wurden von Insekten, die von einem Fachmann identifiziert wurden, mit Hilfe von Proteinextraktion Referenzspektren entwickelt. Derzeit enthält die Datenbank 24 Referenzen von 11 verschiedenen Insektenpezies. Dafür wurden zuerst die Spezies aufgenommen, die schon in Europa vermarktet wurden. Weitere, sowohl erwünschte als auch unerwünschte, Arten sollen ergänzt werden. Diese Datenbank kann anschließend genutzt werden, um die Spezies zu identifizieren. Hierfür wird von den Insekten, die als Lebensmittel vertrieben werden sollen, Probematerial entnommen. Dieses wird dann mit den Spektren der Datenbank verglichen. Eine Software berechnet dafür die Übereinstimmung der Probe mit der Referenz. In Abbildung 5 sind beispielhaft die Spektren des Riesenmehlwurms, des Mehlwurms und des Buffalowurms, die zur Bestimmung der Übereinstimmung genutzt werden, dargestellt. (Wind et al., 2016)



**Abbildung 5:** Spektren verschiedener Insektenarten Quelle: (Wind et al., 2016)

## 5.4 Beispiel Schweiz

In der Schweiz sind, gemäß dem Anhang 1 der Verordnung des EDI über neuartige Lebensmittel vom 16. Dezember 2016, SR 817.022.2, seit Mai 2017 bereits folgende drei Insektenarten als Lebensmittel zugelassen: die adulte Form von *Acheta domesticus* (Heimchen, Grille), die adulte Form von *Locusta migratoria* (Europäische Wanderheuschrecke) und das Larvenstadium vom *Tenebrio molitor* (Mehlkäfer). Dabei dürfen sowohl ganze Tiere, als auch zerkleinerte oder gemahlene vertrieben werden. Im Anhang sind alle, ohne Bewilligung in der Schweiz, verkehrsfähigen neuartigen Lebensmittel zusammen mit den dazu einzuhaltenden Vorschriften aufgelistet. Bei den zugelassenen drei Insektenarten muss in der Sachbezeichnung immer ein Hinweis auf die Tierart beinhaltet sein. Dabei muss sowohl die gemeine als auch die wissenschaftliche Bezeichnung angegeben werden. Zudem müssen sie aus einer Zucht stammen und vor dem Inverkehrbringen immer tiefgefroren werden. Pflicht ist außerdem das Durchführen einer Hitzebehandlung, wobei auch ein alternatives Verfahren gewählt werden kann, wenn dadurch die Abtötung von vegetativen Keimen gewährleistet ist. (Anhang 1 Verordnung des EDI über neuartige Lebensmittel, SR 817.022.2) Die genauen Bedingungen und die notwendigen Behandlungsverfahren wurden von dem Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BVL), nach der Durchführung einer Risikobewertung, bestimmt. Andere Insektenarten sind nicht zugelassen und müssen vorher als neuartige Lebensmittel bewilligt werden. (Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Insekten als Lebensmittel, 2017) Um alle relevanten Interessensgruppen bezüglich der Zulassung der drei Insektenarten und die rechtlichen Rahmenbedingungen zu informieren, hat das BVL ein Informationsschreiben über die Produktion und Verarbeitung von Insekten zur Verwendung als Lebensmittel entworfen. Darin enthalten sind die Anforderungen an die Primärproduktion und die Anforderungen bei der Lebensmittelproduktion. So müssen zum Beispiel beim Einbringen neuer Tiere Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, um Ansteckungen zu vermeiden. Eine Kontamination durch Schädlinge oder Rückständen muss zu jeder Zeit ausgeschlossen werden. Eine weitere essenzielle Vorgabe ist die räumliche Trennung von Insekten zu Lebensmittelzwecken und Insekten zu Futtermittelzwecken. (Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Informationsschreiben 2017/1, 2017, S. 3) Um sicherzustellen, dass die Insekten keine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen, wird außerdem empfohlen, „*dass eine Zucht, in der die F1 Generation aus Futterinsekten besteht, 3 Generationen mit definiertem Futter für Nutztiere ausser Fische zu füttern sind. Die F4 Generation gilt als lebensmitteltauglich.*“ (Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Informationsschreiben 2017/1, 2017, S. 3)

Nach jedem Zuchtzyklus sollte anschließend eine Reinigung der Anlage und der Geräte erfolgen. Desinfektion wird bei besonderen Vorfällen wie einer gesteigerten Mortalitätsrate empfohlen. (Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Informationsschreiben 2017/1, 2017, S. 3) Dieses Informationsschreiben enthält nützliche Informationen, die auch bei der Produktion von Insekten in Europa angewendet werden könnten.

## **6. Prüfschema für die Zulassung als neuartiges Lebensmittel nach der Verordnung (EU) 2015/2283**

Die rechtliche Unsicherheit bei der alten Novel-Food Verordnung (EG) Nr. 258/97 kann viele interessierte Lebensmittelunternehmer von dem Inverkehrbringen von Insekten abgehalten haben. Durch die Einführung der neuen Novel-Food-Verordnung konnte diese rechtliche Grauzone geschlossen werden, Insekten und Insektenteile fallen eindeutig in den Anwendungsbereich der Verordnung (EU) 2015/2283. Die ersten Anträge befinden sich, wie in 5.3.2 erläutert, bereits in Bearbeitung. Jedoch sind die Erfahrungen bei der Bearbeitung solcher Anträge zurzeit noch gering. Dazu kommt, dass aktuell kaum Erfahrungen oder Berichte über den langfristigen Verzehr von Insekten in Europa vorliegen und auch die wissenschaftlichen Daten über mögliche toxikologische, mikrobiologische, chemische oder allergene Risiken noch nicht in allen Bereichen ausreichend sind und weiterer Forschung benötigen.

Das von mir entwickelte Prüfschema befindet in der ausführlichen Version im Anhang A. Im Kapitel 6.2 werden Auszüge aus dem Prüfschema gezeigt.

### **6.1 Vorgehen**

Um die Bearbeitung solcher Anträge zu erleichtern, wurde ein Prüfschema entwickelt, welches für Anträge gemäß Art. 10 der Verordnung (EU) 2015/2283 genutzt werden kann. Das Schema soll helfen, den Antrag auf die zurzeit bekannten Gefahren bezüglich der Verwendung von gezüchteten Insekten als Lebensmittel und den damit verbundenen notwendigen Überlegungen und Maßnahmen zu überprüfen.

Für die Erstellung des Prüfschemas wurden folgenden Quellen berücksichtigt:

- EFSA: „Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed“
- EFSA: „Guidance on the preparation and presentation of an application for authorisation of a novel food in the context of Regulation (EU) 2015/2283“
- EFSA: „Administrative guidance on the submission of applications for authorisation of a novel food pursuant to Article 10 of Regulation (EU) 2015/2283“

- FASFC: „Food safety aspects of insects intended for human consumption“
- Verordnung des EDI über neuartige Lebensmittel, SR 817.022.2

Zuerst wurden alle möglichen Risiken bezüglich der Verwendung von gezüchteten Insekten analysiert. Die Ergebnisse stammen überwiegend aus den Risikobewertungen der EFSA und Belgiens. Für den Aufbau des Prüfschemas wurde anschließend die Leitlinie der EFSA „Guidance on the preparation and presentation of an application for authorisation of a novel food in the context of Regulation (EU) 2015/2283“ und die Checkliste aus der „Administrative guidance on the submission of applications for authorisation of a novel food pursuant to Article 10 of Regulation (EU) 2015/2283“ der EFSA durchgegangen und untersucht, welche Punkte bei der Bewertung der Gefahren bezüglich Insekten besonders relevant sind. Diese Punkte wurden anschließend in Prüffragen aufgenommen. Die Prüffragen enthalten verschiedene Antwortmöglichkeiten. Auf Basis der gegebenen Antworten, kann überprüft werden, ob die Überlegungen des Antragsstellers ausreichend sind, die Gefahren zu reduzieren, oder ob weitere Maßnahmen oder weitere Forschung notwendig sind.

Nach aktuellem Stand ist das Prüfschema zwar vollständig, jedoch besteht noch in vielen Bereichen Forschungsbedarf und sollte auf Basis neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse jederzeit erweitert werden.

## 6.2 Ergebnisse

Das Prüfschema ist in drei Abschnitte unterteilt.

- Allgemeine Informationen
- Produktionsprozess, unterteilt in
  - Allgemeine Zuchtbedingungen
  - Futtermittel
  - Prozesse nach der Ernte
  - Reinigung
- Kennzeichnung

### 6.2.2 Allgemeine Informationen

Bei dem allgemeinen Teil wird zu Beginn abgefragt, um was für ein Produkt es sich handelt. Hier soll geklärt werden, ob es ein ganzes Insekt, ein Pulver beziehungsweise eine Paste oder ein Extrakt ist. Das Schema behandelt nur Produkte aus ganzen Insekten oder Pulver und Pasten. Bei Extrakten kann das Schema nicht verwendet werden. Die möglichen Risiken bei der Verwendung von Insektenextrakten, wie Proteinextrakten, wurde in der Arbeit nicht behandelt. Bei zerkleinerten Insekten muss berücksichtigt werden, dass es zu

höheren Bakteriengehalten kommen kann (Klunder, Wolkers-Rooijackers, Korpela, & Nout, 2012, S. 630).

Anschließend wird abgefragt, welches Entwicklungsstadium verwendet wird. Dieses dient zum einen dazu, zu verdeutlichen, ob sich der Antrag auf die Spezies generell oder nur bestimmte Entwicklungsstadien bezieht und zum anderen hat es Einfluss auf die Bewertung der Gefahren. Wie bereits im Kapitel 4.2 erläutert, besteht die Gefahr von natürlichen Toxinen, welche von manchen Spezies in bestimmten Entwicklungsstadien selbst gebildet werden (van der Spiegel, 2016, S. 207). Daher ist es wichtig, dass bei dem betreffenden Antrag überprüft wird, ob bei der verwendeten Spezies in dem angegebenen Entwicklungsstadium Toxine produziert werden. Zudem besteht das Risiko von Akkumulationen von Schadstoffen aus den Substraten, welche bei adulten Tieren durch die längere Nahrungsaufnahme höher sein kann. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 31) Zusammengefasst ist das Hauptziel eine Akkumulation auszuschließen. Insbesondere bei der Verwendung von adulten Tieren sollten, um dieses Ziel zu erreichen, noch strengere Maßnahmen etabliert werden. Dieses sollte vom Antragssteller ebenfalls berücksichtigt werden. In Abbildung 6 ist ein Auszug aus diesem Teil des Prüfschemas dargestellt.

<p><i>Um was für ein Produkt handelt es sich?</i></p> <p><input type="checkbox"/> ganzes Insekt <input type="checkbox"/> Pulver <input type="checkbox"/> Extrakt (z.B. Proteinextrakt)</p> <p><b>Hinweis: Schema behandelt nur Produkte als ganze Insekten oder Pulver</b></p>
--

Abbildung 6: Auszug Prüfschema „Allgemeine Informationen“

### 6.2.3 Produktionsprozess

Bei dem Abschnitt „Produktionsprozess“ geht es zuerst um die „Allgemeinen Zuchtbedingungen“. Dafür wird als erstes abgefragt, ob die Insekten wild gefangen oder in einem „Farming-System“ gezüchtet werden. Sollte ein Antrag auf wild gefangenen Insekten beruhen, sollten besonders die mikrobiologischen und chemischen Gefahren betrachtet werden, da hier das Risiko für mögliche Kontaminationen und Parasiten deutlich höher sein können. Generell liegen aber noch nicht viele wissenschaftliche Daten über diese Risiken vor. Das Prüfschema berücksichtigt daher bisher nur die Gefahren bei aus einer Zucht stammenden Insekten. Für aus der Wildnis gesammelten Insekten müsste es noch weiterentwickelt werden, sobald mehr Daten verfügbar sind.

Anschließend wird abgefragt, welche Generation aus der Zucht als Lebensmittel verwendet wird. Umso mehr Generationen unter den kontrollierten Bedingungen gezüchtet werden,

umso besser können mögliche Risiken gesteuert werden. Auch das Risiko möglicher Gefahren wie zum Beispiel eine Belastung mit Mikroorganismen oder Schadstoffen, lässt sich so verringern. Als Empfehlung kann die Angabe aus der Schweiz verwendet werden. Hier gilt bei einer F1 Generation aus Futterinsekten, die F 4 Generation als lebensmitteltauglich. (Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Informationsschreiben 2017/1, 2017, S. 3)

Zudem sollte bei jedem Antrag überprüft werden, ob es ein Konzept zur Einbringung neuer Tiere gibt. Nur so können Ansteckungen vermieden werden.

Auch das Farming-System an sich sollte näher betrachtet werden. Daher wird mit einer Prüffrage ermittelt, ob es sich um ein geschlossenes Farming-System handelt. Bei geschlossenen Systemen können Atmosphäre und Substrat kontrolliert werden und ungewollte Kontamination verhindert werden. Bei nicht geschlossenen Systemen, bei denen der Kontakt mit Substanzen oder Organismen nicht ausgeschlossen werden kann, sollte der Antrag ein Konzept enthalten, indem erläutert wird, wie die Kontamination der Substrate mit Mikroorganismen oder chemischen Substanzen von außen, inklusive der möglichen Übertragung von anderen Organismen, verhindert wird. In Abbildung 7 ist eine Frage aus dem Teil „Allgemeine Zuchtbedingungen“ aufgeführt.

<p><i>Gibt es ein Konzept für die Einbringung von neuen Tieren? Quarantäne etc.</i></p> <p><input type="checkbox"/> ja      <input type="checkbox"/> nein</p>
---

**Abbildung 7:** Auszug Prüfschema "Allgemeine Zuchtbedingungen"

Nach den allgemeinen Informationen geht es um die verwendeten „Futtermittel“. Hierfür muss zuerst angegeben werden, aus welcher Gruppe (A-G) das verwendete Futtersubstrat stammt. Die Substratgruppen entsprechen der Gruppen, die die EFSA zur Bewertung der Gefahren entwickelt hat. (EFSA Scientific Committee, 2015, S. 11-12) Anschließend kann überprüft werden, wie hoch die biologischen und chemischen Gefahren bei dem verwendeten Substrat sind. Bei den biologischen Gefahren bei Gruppe E und G ist das Risiko unbekannt, hier muss das Prüfschema, sobald neue Daten vorhanden sind, weiterentwickelt werden. Das gleiche gilt für das Risiko bei der Verwendung von Material aus Wiederkäuern und den chemischen Gefahren bei allen Substratgruppen. In Abbildung 8 ist eine Frage aus dem Teil „Futtermittel“ aufgeführt.

Welche der folgenden Gruppen werden für die Fütterung verwendet?

A: Futtermittel (aus dem EU Katalog)	<input type="checkbox"/>
B: LM für menschlichen Verzehr z.B. mit abgelaufenem MHD	<input type="checkbox"/>
C: Nebenprodukte vom Schlachthof	<input type="checkbox"/>
D: Lmabfälle (tierisch&nichttierisch)	<input type="checkbox"/>
E: Tiermist & Darminhalt	<input type="checkbox"/>
F: Andere organische Abfälle pflanzlicher Natur	<input type="checkbox"/>
G: Menschliche Gülle und Klärschlamm	<input type="checkbox"/>

**Abbildung 8:** Auszug Prüfschema "Futtermittel"

Der nächste Teil des Abschnittes „Produktionsprozess“ beschäftigt sich mit den Prozessen nach der Ernte. Hierfür wird zuerst abgefragt, ob es einen Prozessschritt gibt, mit dem vegetative Keime abgetötet werden und wenn ja, welcher. Hierfür kann unterschieden werden in Kochen, Pasteurisation, Rösten, Sterilisation oder anderes. Bei den Angaben sollte berücksichtigt werden, dass Rösten nicht alle Enterobacteriaceae abtötet. Daher sollte überprüft werden, ob das Produkt vorher zusätzlich gekocht wird. Außerdem muss beachtet werden, dass Sporen beim Kochen oder der Pasteurisation überleben können.

Bezüglich der möglichen Gefahr von Sporen, gibt es noch eine weitere Prüffrage, bei der gefragt wird, ob die Insekten nach der Hitzebehandlung gekühlt oder tiefgefroren werden und bei welcher Temperatur dieser Prozess stattfindet. Vor allem bei Hitzebehandlungen, bei denen die Sporen nicht abgetötet werden, sind eine ausreichende Kühlung beziehungsweise tiefgefrieren wichtig, um das Auskeimen der Sporen und das Wachstum von Mikroorganismen zu verhindern. Für eine ausreichende Kühlung sollten Temperaturen von 5-7 °C eingehalten werden. (Klunder, Wolkers-Rooijackers, Korpela, & Nout, 2012, S. 630) In einer weiteren Prüffrage werden weitere Prozessschritte, die das Wachstum von Mikroorganismen verhindern, abgefragt. Hier können Trocknung, Gefriertrocknung, Milchsäure oder andere angegeben werden. In Abbildung 9 ist eine Frage aus dem Teil „Prozesse nach der Ernte“ dargestellt.

*Gibt es einen Prozessschritt, mit dem vegetative Keime abgetötet werden?*

ja             nein

*Wenn ja, welches Verfahren wird verwendet?*

kochen    Pasteurisation    Rösten    Sterilisation    anderes: \_\_\_\_\_

**Abbildung 9:** Auszug Prüfschema "Prozesse nach der Ernte"

Der letzte Teil des Abschnittes „Produktionsprozess“ beschäftigt sich mit der Reinigung. Hierfür wird zuerst ermittelt, ob es einen Reinigungs- und Desinfektionsplan für die Zuchtanlage gibt. Sollte es keinen Plan geben, besteht die Gefahr von Kontaminationen, dem Wachstum von Mikroorganismen, dem Eintrag von Schädlingen und der Anreicherung von Schadstoffen. Außerdem soll überprüft werden, ob folgende Punkte im Plan berücksichtigt werden: Zuchtanlage, Einrichtung und Geräte, Entfernung von Ausscheidungen und toten Tieren, Erneuerung der Substrate und des Trinkwassers. Zudem muss der Reinigungszyklus angegeben werden. Hierfür kann als Empfehlung wieder die Angaben aus der Schweiz herangezogen werden. Hiernach sollte nach jedem Zuchtzyklus eine Reinigung erfolgen und eine Desinfektion bei besonderen Vorfällen (Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Informationsschreiben 2017/1, 2017, S. 3). In Abbildung 10 ist eine Frage aus dem Teil „Reinigung“ aufgeführt.

*Gibt es einen Reinigungs- und Desinfektionsplan für die Zuchtanlage?*

ja             nein

*(Bei nein, weiter mit Teil 4 „Kennzeichnung“)*

**Abbildung 10:** Auszug Prüfschema "Reinigung"

#### **6.2.4 Kennzeichnung**

Der letzte Abschnitt des Prüfschemas beschäftigt sich mit der Kennzeichnung. Zunächst wird abgefragt, ob es in der Sachbezeichnung einen Hinweis auf die Tierart gibt. Dabei sollte sowohl die gemeine als auch die wissenschaftliche Bezeichnung angegeben werden.

In der Folge muss angegeben werden, ob das Produkt einen Hinweis auf die Möglichkeit einer Allergie beziehungsweise Kreuzallergie enthält. Dieses ist wichtig, weil der Verzehr sonst vor allem für Allergiker gegen Krustentiere oder Milben gefährlich sein kann (de Gier & Verhoeckx, 2018, S. 82).



Bei der nächsten Prüffrage geht es um das Vorhandensein einer Gebrauchsanleitung. Sollten bestimmte Aufbewahrungs- oder Verwendungsbedingungen notwendig sein, sollte hierfür eine Gebrauchsanleitung vorhanden sein.

Die abschließende Frage betrifft insbesondere Anträge, bei denen ganze Insekten verzehrt werden sollen. Hier wird abgefragt, ob es, falls erforderlich, einen Hinweis zum Entfernen von Beinen oder Flügeln gibt. Sollte es keinen Hinweis geben und diese Teile trotzdem mitverzehrt werden, können diese die menschliche Gesundheit schädigen. In Abbildung 11 ist eine Frage aus dem Teil „Kennzeichnung“ aufgeführt.

<p><i>Gibt es eine Sachbezeichnung mit Hinweis auf die Tierart?</i></p> <p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p>
---

**Abbildung 11:** Auszug Prüfschema "Kennzeichnung"

## 7. Fazit

Um den immer weiter steigenden Nahrungsbedarf auch in Zukunft decken zu können, müssen die vorhandenen Ressourcen besser geschont werden und neue, alternative Nahrungsquellen gefunden werden. Zu neuen, alternativen Proteinquellen werden auch Insekten gezählt. Ziel dieser Bachelorarbeit ist, Chancen und Risiken des Einsatzes von Insekten als alternative Proteinquelle zu untersuchen und ein Prüfschema für die Zulassung als neuartiges Lebensmittel nach der Verordnung (EU) 2015/2283 zu entwickeln.

Um die Chancen bewerten zu können, wurden ökologische Aspekte und die Nährwerte von Insekten mit traditionellen Proteinquellen verglichen. Zudem wurde der Stand der Technik bezüglich der Möglichkeit der Massenproduktion untersucht.

Bei Betrachtung der umweltrelevanten Aspekte zeigen sich bei der Zucht von Insekten, im Vergleich zu traditionellen Proteinquellen, wie beispielsweise Schweine, diverse Vorteile, wodurch Ressourcen besser geschont werden könnten. So benötigen Insekten für die Zucht weniger Fläche und Trinkwasser, zudem sind der Ausstoß von Treibhausgasen und die entstehenden Ammoniak-Emissionen geringer als bei traditionellen Proteinquellen. Ein weiterer Vorteil sind ihre hohen Wachstums- und Futterumwandlungsraten.

Insekten können ernährungsphysiologisch nicht pauschal als bessere Alternative zu traditionellen Proteinquellen bewertet werden. Der Proteingehalt ist zwar, im Vergleich zu konventionelle Nutztieren, hoch, jedoch variieren die Gehalte von Makro- und Mikronährstoffen je nach Spezies, Entwicklungsstufe, verwendetem Futtersubstrat und Verarbeitungsart stark. Einige Spezies, beispielsweise Heuschrecken, weisen jedoch sogar deutlich bessere Gehalte an Makro- und Mikronährstoffen auf. Daher ist bei der ernährungsphysiologischen Bewertung des Insektenproduktes die verwendete Spezies von Bedeutung.

Allerdings sind zurzeit die Technologien für die Massenproduktion noch nicht ausreichend entwickelt. Die Produktionskosten sind aktuell noch zu hoch, um eine konkurrenzfähige Alternative zu traditionellen Proteinquellen darzustellen. Um Insekten wettbewerbsfähig vertreiben zu können und die Chancen als zukünftige, alternative Proteinquelle zu erhöhen, müssen die Technologien, besonders die Bereiche Mechanisierung, Automatisierung und Verarbeitung weiter entwickelt werden (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

Wie auch bei anderen tierischen Lebensmitteln, gehen auch von Insekten diverse Risiken aus. Um die Risiken von Insektenprodukten zu untersuchen wurden die relevanten Gefahren insbesondere mikrobiologische und chemische Gefahren sowie das Allergiepotezial betrachtet und mit traditionellen Proteinquellen verglichen.

Eine vollständige Risikobewertung ist zurzeit noch nicht möglich, da bis jetzt erst wenig Daten über den Verzehr von Insekten durch den Menschen und relevante Gefahren vorliegen und erst wenig Studien über relevante Krankheitserreger und Chemikalien durchgeführt wurden. Im Bezug auf das Auftreten und die Akkumulation von Chemikalien, vorhandenen Krankheitserregern und dem Allergiepotezial besteht, aufgrund der hohen Anzahl an verschiedenen Spezies, weiterer Forschungsbedarf. Insbesondere, weil durch die Einführung der neuen Novel-Food-Verordnung die rechtliche Unsicherheit bezüglich Insekten beseitigt wurde und die Anzahl an Zulassungsanträgen von Insekten beziehungsweise Insektenprodukten als neuartige Lebensmittel zunehmen wird. Deshalb muss zeitnah ein standardisiertes Prüfverfahren entwickelt werden, welches diese Risiken vor der Zulassung ausschließen kann. Zur Orientierung kann das erarbeitete Prüfschema für Anträge gemäß Art. 10 der Verordnung (EU) 2015/2283 genutzt werden. Dieses Schema muss auf Basis neuer wissenschaftlicher Erkenntnis ständig erweitert werden.

Sowohl das Auftreten und die Ausprägung von chemischen als auch von biologischen Gefahren in Bezug auf Insekten ist stark abhängig von der Spezies, den Zucht- und Produktionsbedingungen, aber vor allem dem Futtersubstrat (Belgium). Zu den relevanten Gefahren bei Insektenprodukten gehören natürliche Toxine, Allergene, Krankheitserreger wie Bakterien und Viren und Parasiten. Dazu kommt das Risiko durch Mykotoxine, Schwermetalle, Pestizide und Prionen. (EFSA) Von besonderer Bedeutung ist die Auswahl und Kontrolle des Futtersubstrats und die allgemeinen Hygienebedingungen. Hierdurch kann das Risiko von möglichen Kontaminationen reduziert werden. Außerdem muss im Zuge der Prüfung und Überwachung, die vom Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg entwickelte Datenbank zur Speziesbestimmung weiter ergänzt werden, um Referenzen zu haben.

Das entwickelte Prüfschema ist nur anwendbar für Anträgen gemäß Art. 10 der VO (EU) Nr. 2015/2283. Insekten könnten auch als traditionelles Lebensmittel in den Verkehr gebracht werden. Allerdings besteht jedoch die Schwierigkeit, dass es zurzeit erst wenig Erfahrungen mit diesem Verfahren und wenige gesicherte Daten über den langfristigen Verzehr von Insekten in Drittländern gibt, was zu Unsicherheiten bei den Antragstellern führen kann. Deshalb ist zu erwarten, dass das klassische Zulassungsverfahren wesentlich häufiger zur Anwendung kommen wird.

## **Kurzfassung**

Ziel dieser Bachelorarbeit ist, die Chancen und Risiken des Einsatzes von Insekten als alternative Proteinquelle zu untersuchen und ein Prüfschema für die Zulassung als neuartiges Lebensmittel nach der Verordnung (EU) 2015/2283 zu entwickeln, welches die Bearbeitung von Zulassungsanträgen erleichtern soll. Das Schema ist darauf ausgelegt mögliche Gefahren für die menschliche Gesundheit auszuschließen.

Eine Gegenüberstellung von Insekten und traditionellen Proteinquellen kommt zu dem Ergebnis, dass Insekten weder bei Nährwerten noch bei ökologischen Aspekten Nachteile aufweisen. Für eine genauere Beurteilung werden außerdem die relevanten Gefahren im Zusammenhang mit Insekten und der Zucht untersucht. Zu den relevanten Gefahren zählen natürliche Toxine, Allergene, Krankheitserreger wie Bakterien und Viren und Parasiten, sowie Mykotoxine, Schwermetalle, Pestizide und Prionen. Die Gefahren sind stark abhängig von der Spezies, Zuchtbedingungen und dem Futtersubstrat. Den höchsten Einfluss auf mögliche Kontaminationen haben die Auswahl des Futtersubstrates und die allgemeine Hygiene.

Die Analyse zeigt, dass noch ein hoher Forschungsbedarf besteht. Die Anzahl an Spezies, die verzehrt werden können, ist groß. Deswegen ist es wichtig, dass für alle relevanten Spezies ausreichend Daten über mögliche Chemikalien oder Krankheitserreger vorliegen. Hierfür müssen weitere Studien durchgeführt werden.

## **Abstract**

The aim of this Bachelor Thesis is to investigate the chances and risks of the use of insects as an alternative protein source and to create a testing scheme for approval as a novel food according to Regulation (EU) No. 2015/2283, which should facilitate the handling of applications of authorisation. The scheme is designed to eliminate potential hazards to human health.

A comparison of insects and traditional protein sources concludes that insects have no nutritional or ecological disadvantages. For a more accurate assessment, the relevant hazards associated with insects and breeding are also analyzed. Relevant hazards include natural toxins, allergens, pathogens such as bacteria and viruses and parasites, as well as mycotoxins, heavy metals, pesticides and prions. The risks are highly dependent on the species, breeding conditions and the food substrate. The highest influence on possible contamination has the selection of the feed substrate and general hygiene conditions.

The analysis shows that there is still a great need for research. The number of species that can be consumed is large. Therefore, it is important that there is sufficient data on possible chemicals or pathogens for all relevant species. For this further studies have to be done.

## Literaturverzeichnis

- Alpers, K., Stark, K., Hellenbrand, W., & Ammon, A. (2004, Juli). Zoonotische Infektionen beim Menschen. (BfArM, PEI, RKI, DIMDI, & BZgA, Eds.) *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 8(7), pp. 622-632.
- Apel, M. (2018, April 17). *Allergiepotezial von essbaren Insekten sollte nicht unterschätzt werden*. Retrieved Juni 3, 2018, from Ernährungsumschau: <https://www.ernaehrungsumschau.de/online-plus/17-04-2018-allergiepotezial-von-essbaren-insekten-sollte-nicht-unterschaetzt-werden/565352/>
- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C., Paoletti, M., & Ricci, A. (2013, Mai). Edible Insects in a Food Safety and Nutritional Perspective: A Critical Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(3), pp. 296-313.
- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen. (2017, April 6). *Informationsschreiben 2017/1*. Retrieved Juni 2, 2018, from Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen: <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/lebensmittel-und-ernaehrung/lebensmittelsicherheit/einzelne-lebensmittel/insekten.html>
- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen. (2017, April 28). *Insekten als Lebensmittel*. Retrieved Juni 2, 2018, from Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen: <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/lebensmittel-und-ernaehrung/lebensmittelsicherheit/einzelne-lebensmittel/insekten.html>
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. (o.J.). *Lebensmittel*. Retrieved Juni 10, 2018, from Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: [https://www.bvl.bund.de/DE/Service/Impressum/impressum\\_node.html;jsessionid=6A84B4C64820CB23C46295023E86E276.1\\_cid350](https://www.bvl.bund.de/DE/Service/Impressum/impressum_node.html;jsessionid=6A84B4C64820CB23C46295023E86E276.1_cid350)
- Burger, K. (2016, Mai 30). *Bienenlarven mit Rhabarberessig*. Retrieved Juli 5, 2018, from Spektrum: <https://www.spektrum.de/news/bienenlarven-mit-rhabarberessig/1411461>
- de Gier, S., & Verhoeckx, K. (2018, August). Insect (food) allergy and allergens. *Molecular Immunology*, 25(100), pp. 82-106.
- Dettner, K., Peters, W., Bauer, T., Milde, J., Buschinger, A., Eggert, A.-K., . . . Müller, J. (2003). *Lehrbuch der Entomologie*. München: Spektrum Akademischer Verlag.
- EFSA Scientific Committee. (2015, Oktober 5). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13(10). Retrieved from [efsa](http://efsa.europa.eu).
- European Commission. (o.J.). *Summary of ongoing applications and notifications*. Retrieved Juni 15, 2018, from European Commission: [https://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/authorisations/summary-ongoing-applications-and-notifications\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/summary-ongoing-applications-and-notifications_en)
- European Commission. (o.J.). *Union list of novel foods*. Retrieved Juni 15, 2018, from European Commission: [https://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/authorisations/union-list-novel-foods\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/union-list-novel-foods_en)
- European Food Safety Authority. (2015, Oktober 8). *Insekten als Lebens- und Futtermittel: Was sind die Risiken?* Retrieved Juni 2, 2018, from [efsa](http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/151008a): <http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/151008a>

- European Food Safety Authority. (2016, November 10). *Guidance on the preparation and presentation of an application for authorisation of a novel food in the context of Regulation (EU) 2015/2283*. Retrieved Mai 15, 2018, from European Food Safety Authority: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2016.4594>
- European Food Safety Authority. (2016, November 10). *Guidance on the preparation and presentation of the notification and application for authorisation of traditional foods from third countries in the context of Regulation (EU) 2015/2283*. Retrieved Juni 2, 2018, from European Food Safety Authority: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4590>
- European Food Safety Authority. (2016, November 10). *Neuartige und traditionelle Lebensmittel: Leitlinien fertig gestellt*. Retrieved Juni 1, 2018, from European Food Safety Authority: <http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/161110>
- European Food Safety Authority. (2018, Februar 15). *Administrative guidance on the submission of applications for authorisation of a novel food pursuant to Article 10 of Regulation (EU) 2015/2283*. Retrieved Mai 29, 2018, from European Food Safety Authority: <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-1381>
- FASFC. (2014, September). *Opinions 2014*. Retrieved Juni 1, 2018, from Scientific Committee Federal Agency for the Safety of the food chain: [http://www.favv-afsc.be/scientificcommittee/opinions/2014/\\_documents/Advice14-2014\\_ENG\\_DOSSIER2014-04.pdf](http://www.favv-afsc.be/scientificcommittee/opinions/2014/_documents/Advice14-2014_ENG_DOSSIER2014-04.pdf)
- Fiebelkorn, F. (2017, April 24). Insekten als Nahrungsmittel der Zukunft. *Biologie in unserer Zeit*, 47(2), pp. 104-110.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013, Mai 11). *Der Beitrag von Insekten zu Nahrungssicherung, Lebensunterhalt und Umwelt*. Retrieved Mai 28, 2018, from Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/docrep/018/i3264g/i3264g.pdf>
- Food Valley Update. (o.J.). *Nature & technology unit in sustainable protein production*. Retrieved Juli 8, 2018, from Food Valley Update: <https://www.foodvalleyupdate.com/news/nature-technology-unite-in-sustainable-protein-production/>
- Helble, S., & Wind, C. (2016, November 24). *Insekten als Lebensmittel - Rechtliche Rahmenbedingungen*. Retrieved Mai 21, 2018, from Untersuchungsämter-BW: [http://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=3&Thema\\_ID=2&ID=2393&Pdf=No&lang=DE](http://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=3&Thema_ID=2&ID=2393&Pdf=No&lang=DE)
- Heseker, H., & Heseker, B. (2014). *Die Nährwerttabelle*. Neustadt an der Weinstraße: Neuer Umschau Buchverlag.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Larson, A., l'Anson, H., & Eisenhour, D. (2008). *Zoologie*. München: Pearson Studium.
- Klunder, H., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J., & Nout, M. (2012, August). Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*, 26(2), pp. 628-631.
- Lucius, R., & Loos-Frank, B. L. (2018). *Biologie von Parasiten*. Berlin: Springer-Verlag.
- Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority. (2014). *Advisory report on the risks associated with the consumption of mass reared insects*. Retrieved Mai 28, 2018, from

ResearchGate:

[https://www.researchgate.net/publication/277716517\\_Advisory\\_report\\_on\\_the\\_risks\\_associated\\_with\\_the\\_consumption\\_of\\_mass\\_reared\\_insects](https://www.researchgate.net/publication/277716517_Advisory_report_on_the_risks_associated_with_the_consumption_of_mass_reared_insects)

- Randall, D., Eckert, R., Burggren, W., & French, K. (2002). *Tierphysiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Rempe, C. (2014, Juli). Hui oder pfui: Insekten in der menschlichen Ernährung. (Bundeszentrum für Ernährung, Ed.) *Ernährung im Fokus*, 16(4), pp. 198-202.
- Rumpold, B., & Schlüter, O. (2013, März 8). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition Food Research*, 57(5), pp. 802-823.
- Rumpold, B., Katz, H., Katz, P., & Schlüter, O. (2014, Februar). Insekten in der Humanernährung: Eine alternative ressourceneffiziente Proteinquelle als Beitrag zur Ernährungssicherung. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 7(2), pp. 87-90.
- Rumpold, B., Klocke, M., & Schlüter, O. (2017, Juni). Insect biodiversity: underutilized bioresource for sustainable applications in life sciences. (Springer-Verlag, Ed.) *Regional Environmental Change*, 17(5), pp. 1445-1454.
- Rumpold, B., Klocke, M., & Schlüter, O. (2017, Juni). Insect biodiversity: underutilized bioresource for sustainable applications in life sciences. (Springer-Verlag, Ed.) *Regional Environmental Change*, 17(5), pp. 1445-1454.
- van der Spiegel, M. (2016). *Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods*. USA: Academic Press.
- van Huis, A., Itterbeeck, J. V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Verhoeckx, K., van Broekhoven, S., den Hartog Jager, C., & Knulst, A. (2014, März). House dust mite (Der p 10) and crustacean allergic patients may react to food containing Yellow mealworm proteins. (Elsevier, Ed.) *Food and Chemical Toxicology*, 65, pp. 364-373.
- Voigt, T. F. (2010). *Schädlingsbekämpfung: Basiswissen zur sach- und fachgerechten Schädlingsprophylaxe und -bekämpfung in Lebensmittelbetrieben*. Hamburg: Behr's Verlag.
- Wehner, R., & Gehring, W. (2007). *Zoologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Wind, C., Diekmann, R., Helble, S., Grabowski, N., & Scherer, B. (2016, September). *Insekten als Lebensmittel Identifikation mittels MALDI-TOF-MS*. Retrieved Mai 20, 2018, from Untersuchungsamt-BW: [http://www.ua-bw.de/uploaddoc/cvuafr/GAP\\_2016\\_Poster\\_MALDI\\_Insekten\\_Wind.pdf](http://www.ua-bw.de/uploaddoc/cvuafr/GAP_2016_Poster_MALDI_Insekten_Wind.pdf)



## Rechtsquellenverzeichnis

Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit, ABI. Nr. L 031, 01.02.2002, S.1, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 652/2014 des Europäischen Parlaments und Rates vom 15.05.2014, ABI Nr. L 189, S.1

Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlaments und Rates vom 27. Januar 1997 über neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten, ABI. L 043, 14.02.1997, S.1, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 596/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.06.2009, ABI Nr. L 188, S.14, aufgehoben durch Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.11.2015, ABI. Nr. L327, S.1

Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 über neuartige Lebensmittel, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlaments und des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 1852/2001 der Kommission, ABI. Nr. L327, S.1

Durchführungsverordnung (EU) 2017/2469 der Kommission vom 20. Dezember 2017 zur Festlegung administrativer und wissenschaftlicher Anforderungen an die Anträge gemäß Artikel 10 der Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates über neuartige Lebensmittel, ABI. Nr. L351, S. 64

Durchführungsverordnung (EU) 2017/2468 der Kommission vom 20. Dezember 2017 zur Festlegung administrativer und wissenschaftlicher Anforderungen an traditionelle Lebensmittel aus Drittländern gemäß der Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates über neuartige Lebensmittel, ABI. Nr. L351, S. 55

Verordnung des EDI über neuartige Lebensmittel vom 16. Dezember 2016, SR 817.022.2, Stand 01. Mai 2018, AS 2017, 1457

## Anhang

### Anhang A: Prüfschema für die Zulassung als neuartiges Lebensmittel nach der Verordnung (EU) 2015/2218

#### 1. Allgemeine Informationen

*Um was für ein Produkt handelt es sich?*

ganzes Insekt  Pulver  Extrakt (z.B. Proteinextrakt)

**Hinweis: Schema behandelt nur Produkte als ganze Insekten oder Pulver**

*Welches Stadium wird verwendet?*

Larven  Nymphe  adulte Tiere

#### 2. Produktionsprozess

*Allgemeine Zuchtbedingungen*

*Werden die Insekten wild gefangen oder gibt es ein Farmsystem mit Züchtung?*

- Wild gefangen
- Züchtung in einem Farming-System

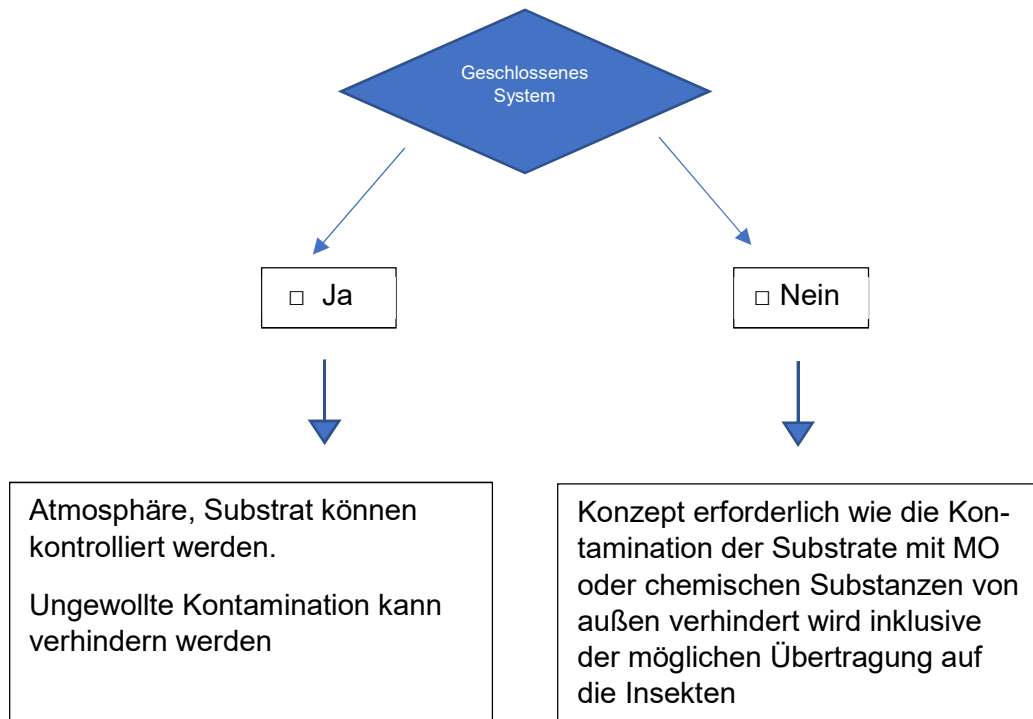
*Die wievielte Generation aus der Zucht wird als Lebensmittel verwendet?*

- \_\_\_\_\_

*Gibt es ein Konzept für die Einbringung von neuen Tieren? Quarantäne etc.*

ja  nein

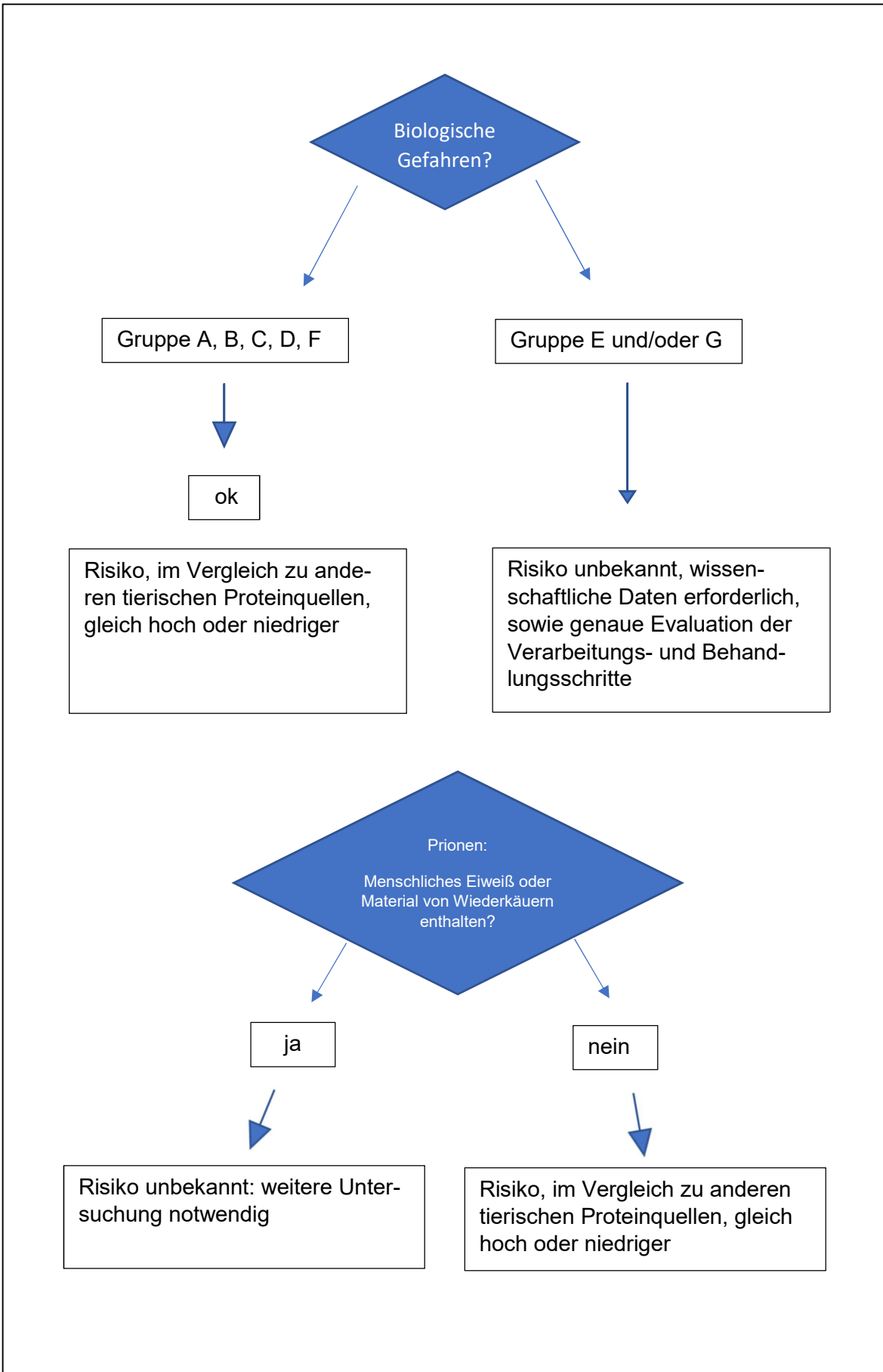
*Gibt es ein geschlossenes Farming-System?*

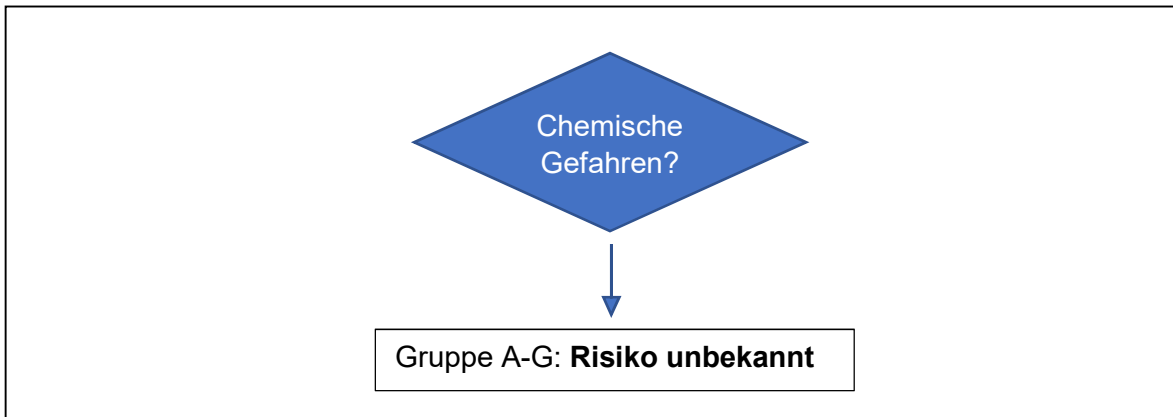


*Futtermittel*

*Welche der folgenden Gruppen werden für die Fütterung verwendet?*

A: Futtermittel (aus dem EU Katalog)	<input type="checkbox"/>
B: LM für menschlichen Verzehr z.B. mit abgelaufenem MHD	<input type="checkbox"/>
C: Nebenprodukte vom Schlachthof	<input type="checkbox"/>
D: Lmabfälle (tierisch & nichttierisch)	<input type="checkbox"/>
E: Tiermist & Darminhalt	<input type="checkbox"/>
F: Andere organische Abfälle pflanzlicher Natur	<input type="checkbox"/>
G: Menschliche Gülle und Klärschlamm	<input type="checkbox"/>





*Prozesse nach der Ernte*

*Gibt es einen Prozessschritt, mit dem vegetative Keime abgetötet werden?*

ja       nein

*Wenn ja, welches Verfahren wird verwendet?*

kochen    Pasteurisation    Rösten    Sterilisation    anderes: \_\_\_\_\_

*Werden die Insekten nach der Hitzebehandlung gekühlt oder tiefgefroren?*

ja       nein

Kühlung: \_\_\_\_\_ °C       Tiefgefrieren: \_\_\_\_\_ °C

*Welche anderen Prozessschritte werden verwendet, um das Wachstum von MO zu reduzieren?*

keine    Trocknung    Gefriertrocknung    Milchsäure    andere: \_\_\_\_\_

*Reinigung*

*Gibt es einen Reinigungs- und Desinfektionsplan für die Zuchtanlage?*

ja       nein

*(Bei nein, weiter mit Teil 4 „Kennzeichnung“)*

Werden folgende Punkte im Reinigungsplan berücksichtigt?

- Zuchtanlage, Einrichtung & Geräte, Entfernung von Ausscheidungen & toten Tieren, Erneuerung der Substrate & Trinkwasser

ja       nein

Welche Angaben fehlen? \_\_\_\_\_

Welchen Reinigungszyklus gibt es?

Reinigungszyklus: \_\_\_\_\_

### 3. Kennzeichnung

Gibt es eine Sachbezeichnung mit Hinweis auf die Tierart?

ja  
 nein

Gibt es eine Gebrauchsanleitung? (Aufbewahrung, Verwendung)

ja  
 nein

Gibt es einen Hinweis (falls erforderlich) zum Entfernen von Beinen, Flügeln etc. vor dem Verzehr?

ja  
 nein

Gibt es einen Hinweis auf die Möglichkeit einer Allergie / Kreuzallergie? (Krustentiere, Milben)

ja  
 nein

## Eidesstaatliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

---

Ort, Datum

---

Jessica Trawka