

Masterarbeit

im Studiengang Ernährungs- und Verbraucherökonomie

Die Akzeptanz und das Potenzial von Insekten in der Humanernährung

1. Prüfer: Prof. Dr. Martin Schellhorn

2. Prüfer: Dr. Lukas Kornher

Institut für Ernährungswirtschaft und Verbrauchslehre

Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät

der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von Saskia Vetter

Mat.-Nr.: 1005792

Kiel, im April 2017

Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
Abstract.....	1
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung	2
1.2 Forschungsfragen	2
2 Gerösteter Mehlwurm auf den Tellern der Welt?	2
2.1 Verzehr von Insekten weltweit.....	3
2.1.1 Geografische Aspekte.....	3
2.1.2 Kulturelle Aspekte.....	4
2.2 Insekten auf Europas Tellern.....	7
2.3 Essbare Spezies und Inhaltsstoffe	9
2.3.1 Essbare Arten	10
2.3.2 Proteine	12
2.3.3 Fette	15
2.3.4 Mineralstoffe	18
2.3.5 Vitamine.....	21
3 Das Potenzial von Insekten in der Humanernährung	23
3.1 Vorteile gegenüber der Fleischproduktion anderer Nutztierassen.....	24
3.1.1 Futtermiteinsatz	24
3.1.2 Wasserverbrauch.....	26
3.1.3 Landverbrauch.....	26
3.1.4 Treibhausgas-Emission.....	28
3.1.5 Ethik	30
3.2 Stärkung von wirtschaftsschwachen Regionen durch Insekten?	31
4 Innovationen in der Lebensmittelbranche	32
4.1 Die Novel-Food-Verordnung.....	33
4.2 Aktuelle gesetzliche Lage.....	34
4.3 Neophobie und Ängste.....	36

4.4 Erhöhung der Kaufbereitschaft und Beseitigung der Ängste.....	37
5 Methoden	38
5.1 Auswahlbasierte Conjoint-Analyse	39
5.2 Aufbau des Modells.....	42
5.3 Literatureinblick und Ableitung der Hypothesen.....	45
5.4 Schätzung des Modells	46
6 Ergebnisse	47
6.1 Deskriptive Beschreibung der Stichprobe.....	47
6.2 Ergebnisse der auswahlbasierten Conjoint-Analyse.....	58
6.3 Beantwortung der Hypothesen	67
7 Diskussion	70
7.1 Diskussion der Ergebnisse	73
7.2 Kritik am Experiment	76
8 Fazit	76
Quellen	VIII
Anhang	XV

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorkommen von Insektenspezies in verschiedenen Ländern.....	4
Abbildung 2: Landverbrauch Heuschrecke im Vergleich qm pro kg essbares Protein..	27
Abbildung 3: Landverbrauch Mehlwurm im Vergleich qm pro kg essbares Protein	27
Abbildung 4: Beispiel einer Entscheidungssituation.....	40
Abbildung 5: Potenzieller Einfluss von Vorinformationen auf die Produktwahl	43
Abbildung 6: Aufteilung der Stichprobe.....	44
Abbildung 7: Teilnutzenwerte Gesamtstichprobe	60
Abbildung 8: Relative Wichtigkeit der einzelnen Ausprägungen	61
Abbildung 9: Teilnutzenwerte der einzelnen Merkmale nach unterschiedlichen Vorinformationen aufgeteilt.....	62
Abbildung 10: Relative Wichtigkeit der einzelnen Eigenschaften nach unterschiedlichen Vorinformationen aufgeteilt.....	63
Abbildung 11: Teilnutzenwerte der einzelnen Merkmalsausprägungen nach zukünftiger Insektenakzeptanz	64
Abbildung 12: Relative Wichtigkeit der einzelnen Eigenschaften nach zukünftiger Insektenakzeptanz	65
Abbildung 13: Teilnutzenwerte der einzelnen Merkmalsausprägungen nach bisherigem Insektenkonsum	66
Abbildung 14: Relative Wichtigkeit der einzelnen Eigenschaften nach bisherigem Insektenkonsum	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von Arten der Insektenbeschaffung	9
Tabelle 2: Insektenpezies und Charakteristika	10
Tabelle 3: Deckung des täglichen Proteinbedarfs durch getrocknete Insekten	13
Tabelle 4: Deckung des täglichen Proteinbedarfs durch verschiedene Lebensmittel ...	15
Tabelle 5: Fettgehalte verschiedener ungetrockneter Lebensmittel	18
Tabelle 6: Mineralstoff- und Spurenelementgehalte ausgewählter Insekten und anderer Produkte pro Kilogramm Trockenmasse.....	20
Tabelle 7: Nötiger Verzehr einzelner Produkte in der Trockenmasse, um den Mineralstoffbedarf vollständig zu decken.....	21
Tabelle 8: Absolute Vitamingehalte einiger Spezies.....	23
Tabelle 9: Vergleich unterschiedlicher Tiere hinsichtlich essbarem Anteil, Futtermittelverwertung und Futter	26
Tabelle 10: Treibhausgasproduktion pro Kilogramm Massenzuwachs und tägliche Zunahme in Prozent des Körpergewichts.....	29
Tabelle 11: Treibhausgasproduktion pro Kilogramm Körpermasse pro Tag.....	29
Tabelle 12: Zusammenfassung der Eigenschaften und Ausprägungen einzelner Produkte	42
Tabelle 13: Einkaufsstättenwahl	47
Tabelle 14: Beurteilung der Qualität von Lebensmitteln	48
Tabelle 15: Häufigkeit des Verzehrs der Lebensmittelkategorien.....	49
Tabelle 16: Zustimmung zu Aussagen über Insekten.....	49
Tabelle 17: Verhalten in Bezug auf Lebensmittel	50
Tabelle 18: Demographie der Teilnehmer	51
Tabelle 19: Charakteristika der Cluster	52
Tabelle 20: Wie unterscheidet sich ein Insektenkonsument von einem Nicht-Konsumenten.....	55
Tabelle 21: Zustimmung von Vegetariern und Fleischessern zu Fragen zum Insektenkonsum	57
Tabelle 22: Betrachtung der Mittelwertsunterschiede zwischen den Gruppen	58
Tabelle 23: Output Schätzung der gesamten Stichprobe	59
Tabelle 24: Likelihoodtest Gesamtstichprobe	59
Tabelle 25: Schätzergebnisse für die Gesamtstichprobe	59

Tabelle 26: Likelihoodtest nach Vorinformationsgruppen	62
Tabelle 27: Likelihoodtest zukünftige Insektenakzeptanz.....	64
Tabelle 28: Likelihoodtest bisheriger Insektenkonsum	66
Tabelle 29: Wahlwahrscheinlichkeiten für Rind- und Insektenburger nach Vorinformation in Prozent.....	68
Tabelle 30: Zusammenfassung der Ergebnisse	73
Tabelle 31: Aufgeschlossenheit gegenüber Insektenprodukten nach Geschlecht	XV
Tabelle 32: Aufgeschlossenheit gegenüber Insektenprodukten, Vergleich der Mittelwerte	XV
Tabelle 33: Einstellungen gegenüber Insekten nach bisherigem Konsum.....	XVI
Tabelle 34: Einstellungen gegenüber Insekten, Vergleich der Mittelwerte.....	XVI

Abkürzungsverzeichnis

AM	Westliche Honigbiene, Larve
BM	Seidenspinner, Puppe
bzw.	beziehungsweise
CBCA	auswahlbasierte Conjoint-Analyse
d	Tag
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
g	Gramm
GA	Steppengrille
GM	Große Wachsmotte, Raupe
KbE	Kolonie-bildende Einheit
kg	Kilogramm
kJ	Kilojoule
LM	Wanderheuschrecke
m	Monat
mg	Milligramm
TM	Mehlwurm
USD	US Dollar
w	Woche
z.B.	zum Beispiel
ZM	Großer Schwarzkäfer, Larve

Abstract

By the worldwide rising protein need the subject entomophagy, which is the consumption of insects, was gaining in importance in the last ten years. However, it was not discovered a new source of protein, as the insect consumption was common around the world up to the 19th century. With the globalisation entomophagy was increasingly been seen as a primitive life-style. Even today the legal situation and the disgust prevent that insects become generally accepted for human nutrition in Europe again. Though, the insects whose breeding can be called microlivestock have significant advantages over other meat suppliers. They contain a lot of beneficial ingredients like proteins, unsaturated fatty acids, minerals and vitamins. Moreover, they can be bred more favourably, they use less land and virtual water and produce less emissions than traditional livestock does. Besides, insects also represent a potential protein source for some vegetarians. Only an allergic potential like with shellfish differentiates insects negatively from other meat. However, this potential must be investigated even further. To increase the acceptance of insects in Europe, insect consumption must be made experienceable. This can be achieved by tastings, but also by information provision. It could be shown that the potential of insect products can be raised through prior information. Consumers who receive positive or neutral information before a product choice is taken, choose insect products with a higher likelihood. To raise the acceptance of insect products even further, these must be produced biologically with low emissions and a low price. In Europe the acceptance can be increased if insects are offered processed.

1 Einleitung

Durch den weltweit steigenden Proteinbedarf hat das Thema Insekten in der Humanernährung in den letzten zehn Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen (Evans et al., 2015). Allerdings werden Insekten in Europa immer noch nicht als Lebensmittel gesehen. Unter anderem spielt der Ekel, aber auch Europas Entwicklung seit der Eiszeit eine entscheidende Rolle für die geringe Akzeptanz der Kerbtiere als Nahrungsmittel. Objektiv betrachtet stellen Insekten eine exzellente Nahrungs- und Futterquelle dar, die viele Nährstoffe, Vitamine und Mineralstoffe in sich tragen. Das Züchten von Insekten, das auch als Microlivestock bezeichnet wird, birgt noch weitere Vorteile gegenüber den in Europa heimischen Nutztieren, weshalb es auch laut der Welternährungsorganisation sinnvoll wäre eine Zucht in Betracht zu ziehen. Aufgrund

zahlreicher Herausforderungen, die sich aus der industriellen Tierhaltung ergeben, können Insekten als Chance gesehen werden, diesen zu begegnen. Allerdings ist die gesetzliche Situation in Europa derzeit noch nicht vollständig geregelt, weshalb die Tiere auch in Deutschland nur relativ teuer über das Internet bezogen werden können.

1.1 Problemstellung

In dieser Masterarbeit soll zunächst ein Überblick über das Thema Entomophagie, also den Verzehr von Insekten, und dessen Vor- und Nachteile gegeben werden. Ferner werden Hürden angesprochen, die verhindern, dass sich essbare Insekten auch auf dem deutschen Markt richtig etablieren können. Im anschließenden Experiment sollen zunächst die Einstellungen von potenziellen Konsumenten gegenüber Insekten in Erfahrung gebracht und dann getestet werden, ob sich Teilnehmer mit unterschiedlichen Vorinformationen zum Thema Entomophagie positiv in der Wahl eines Insektenproduktes beeinflussen lassen.

1.2 Forschungsfragen

Da in der vorangegangenen Literaturrecherche auf einige Fragen keine konkrete Antwort gefunden werden konnte, sollen nun folgende Forschungsfragen in der vorliegenden Arbeit näher untersucht werden:

- Welche Vorteile haben Insekten gegenüber anderen Nutztieren?
- Wie ist ein typischer Konsument von Insekten charakterisiert?
- Stellen Insekten auch für Vegetarier eine potenzielle Nahrungsquelle dar?
- Welche Eigenschaften sind bei der Wahl von Lebensmitteln relevant und müssten deshalb auch bei Insektenprodukten beachtet werden?
- Können Konsumenten durch Vorinformationen beeinflusst werden ein bestimmtes Produkt zu wählen?

2 Gerösteter Mehlwurm auf den Tellern der Welt?

Während Entomophagie für einige Erdbewohner selbstverständlich ist, sind es vor allem die Europäer, die mit dem Insektenkonsum negative Assoziationen verbinden. Während auf der Erde noch an Marketingstrategien gefeilt wird, um den Ekel zu überwinden, wird der Einsatz von Insekten bereits im Rahmen von Luft- und Raumfahrt diskutiert. Forscher versuchen bilanzierte Diäten zu entwerfen für eine mögliche Besiedlung des Mars

(Katayama et al. 2005). Kapitel 2 zeigt, geografische und kulturelle Hintergründe des Insektenkonsums weltweit, sowie Unterschiede zu Europas Bevölkerung auf.

2.1 Verzehr von Insekten weltweit

Bis 2050 wird sich der Bedarf nach tierischen Proteinen um 70 % bis 80% steigern (Ooninx & de Boer, 2012). Aus diesem Grund suchen Forscher dauerhaft nach neuen, günstigen Proteinquellen, die die Ernährung der Weltbevölkerung in Zukunft absichern. Der Einsatz von Insekten in der Tierernährung ist schon länger in der Diskussion. Sie können mit Hilfe von anfallenden Nebenprodukten großgezogen werden und enthalten wichtige Proteine, deren Beschaffung in der Tierernährung ein größer werdendes Problem darstellt (Diener et al., 2011). Doch in der Humanernährung gibt es weltweit unterschiedliche Ansichten über den Einsatz von Insekten als Nahrungsmittel.

2.1.1 Geografische Aspekte

Dass auf manchen Erdteilen Insekten gegessen werden und auf anderen nicht, hängt mit der geschichtlichen Entwicklung zusammen. Nach der Eiszeit begannen die Menschen in Europa Tiere landwirtschaftlich zu nutzen und Land zu bewirtschaften. Fleisch war zu dieser Zeit ein verbreitetes Nahrungsmittel, Insekten waren jedoch aufgrund der Kälte nicht mehr in großer Vielzahl vertreten. Anders am Äquator, wo die Biodiversität der Insekten ständig wuchs. In der Bevölkerung wurde die einfachste Nahrungsquelle der Region stets beibehalten. Die Menschen in Amerika, die Richtung Äquator zogen und sich dort niederließen, aßen Insekten aufgrund der hohen Verfügbarkeit und weil die Landwirtschaft dort noch nicht so verbreitet war. Es zeigt sich also, dass Insekten und andere Tiere gleichermaßen ihre Tradition als Lebensmittel haben, aber aufgrund von geografischen Verhältnissen mehr oder minder gegessen wurden (Lesnik, 2016).

Nach Jongema (2015) gibt es weltweit 2037 essbare Insektenarten, wobei 634 davon zur Ordnung der Käfer gehören. Neben den Käfern gelten auch einige Raupen (359), Ameisen, Bienen und Wespen (302), Heuschrecken (279), Wanzen (220), Termiten (63), Motten (60), Fliegen (35), Schaben (32), Spinnentiere (15) und 40 andere Insektenfamilien als essbar (Jongema 2015). Es ist allerdings schwer exakte Zahlen zu ermitteln, da immer wieder neue Spezies dazukommen, bzw. schon vorher unter einem anderen Namen bekannt waren. Das liegt daran, dass eine Art neben dem wissenschaftlichen Namen auch noch einen lokalen Namen trägt, der von dem konsumierenden Volk vergeben wurde. Außerdem sind bestimmte Spezies aufgrund von

Ähnlichkeiten auch oft schwer auseinanderzuhalten, sodass es auf die Genetik des Tieres ankommt (Yen, 2015b).

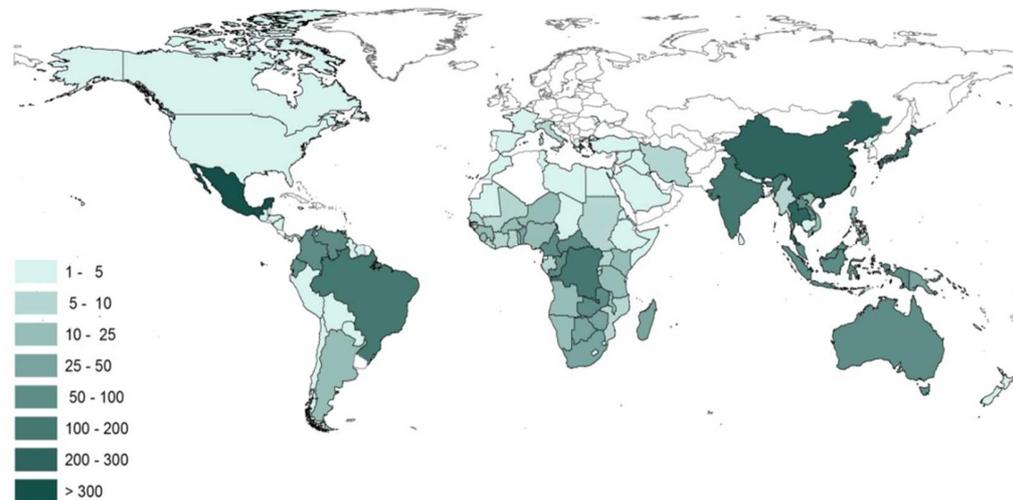


Abbildung 1: Vorkommen von Insektenpezies in verschiedenen Ländern
Quelle: Centre of Geo information by Ron van Lammeren, Universität Wageningen, basierend auf den Daten von Yde Jongema, 2015

Abbildung 1 zeigt das Insektenvorkommen der Länder der Welt. Je dunkler die Ländereinfärbung ist, desto mehr Insektenpezies kommen in diesen Regionen vor. Für Russland, Skandinavien und die Oststaaten liegen keine Daten vor. In Asien, Ozeanien, Afrika, Lateinamerika und vor allem in China, Japan und Mexiko gibt es verhältnismäßig viele heimische Insektenpezies, die auch gegessen werden. Deshalb ist es auch nicht verwunderlich, dass der Verzehr von Insekten tief in den Traditionen der Bewohner verwurzelt ist.

Die Länder, in denen Insekten hauptsächlich konsumiert werden, liegen nicht alle direkt am Äquator. China, Südkorea und Japan liegen in gemäßigten Klimazonen. Weitere Länder sind: Thailand, Laos und Vietnam, Nigeria, Kamerun, Demokratische Republik Kongo, Tansania, Sambia, Namibia, Südafrika, Madagaskar und Papua-Neuguinea, Mexiko, Brasilien, Kolumbien und Venezuela (Fehlhaber, 2015).

2.1.2 Kulturelle Aspekte

Nach Yhoun-aree und Viwatpanich (2005) können Menschen, die Insekten essen, in drei Gruppen eingeteilt werden. Die offensichtlichste Zuteilung erfolgt über die Tradition bezüglich des Insektenkonsums. In der ersten Gruppe befinden sich also Menschen, die

aufgrund ihrer indigenen Vorfahren Insekten als Grundlebensmittel sehen. Als zweites gibt es eine Gruppe von „neuen“ Insektenkonsumenten, die durch Bekannte an das Thema Entomophagie herangeführt wurden und den Geschmack mochten. Letztendlich stellen Touristen und Zugewanderte die letzte Gruppe dar, die aufgeschlossen sind neue kulturelle Eindrücke zu sammeln (FAO, 2010). Bislang dienen Insekten ca. zwei Milliarden Menschen auf der Erde als Nahrungsquelle (FAO, 2013).

Dass Entomophagie keine Erfindung der Neuzeit ist, beweisen auch die großen Weltreligionen, in deren Schriften Entomophagie thematisiert wurde. Im Christentum, Islam und Judentum war der Insektenkonsum eine verbreitete Sitte. In der Bibel heißt es beispielsweise, dass Heuschrecken und Grashüpfer gegessen werden dürfen (Kemenczel, Izso, Bognar, & Kasza, 2016). Laut hebräischer Übersetzung gelten Heuschrecken sogar als kosher (Weingarten, 2015). Im Islam können Referenzen zum Verzehr von Heuschrecken, Bienen, Ameisen, Läusen und Termiten gefunden werden (Kemenczel et al., 2016)

Das Wissen über Insekten und die zugehörigen Bräuche haben sich landesabhängig unterschiedlich entwickelt. Im asiatisch-pazifischen Raum wird das Wissen über die Lagerung, Ernte und Zubereitung von Insekten in den indigenen Völkern mündlich weitergegeben. Dort werden Insekten als Nahrung vor allem in der Natur gefangen und selten gezüchtet (Yen, 2015b). Der Insektenkonsum befindet sich im Wandel und teilt die Bevölkerung. In der westlichen Welt wird Entomophagie häufig als primitives Tun verstanden und steht damit einem zivilisierten Lebensstil entgegen. Durch die Verwestlichung und die Übernahme von westlichem Gedankengut, hat sich die Bevölkerung sogar in insektivoren Ländern vom Insektenverzehr entfernt (Fehlhaber, 2015). Andererseits werden Insekten bei den Jugendlichen als schneller Snack immer beliebter und in Ländern wie Thailand werden mehr Tiere als je zuvor verkauft. Die Subsistenzbauern, die einst Insekten auf den Märkten verkauft haben, können der größer werdenden Nachfrage nicht mehr standhalten. Deshalb werden sie langfristig von Händlern, die größere Liefermengen gewährleisten können, ersetzt. Damit verschiebt sich der Verkaufsort vom lokalen Markt in den Einzelhandel (Yen, 2015b).

In Lateinamerika kam diese Sitte in der vorspanischen Zeit auf. Bis heute werden in Mexico beispielsweise Heuschrecken gegessen, was sich positiv auf die wirtschaftliche Position der Menschen auswirkt. Das „Ernten“ wird von den Männern übernommen. Große Mengen von Heuschrecken werden mit deckenähnlichen Fangnetzen von den Feldern geholt, geringere Mengen werden per Hand geerntet. Das Verkaufen der Ausbeute auf dem Markt ist traditionell Aufgabe der Frauen. Tradition, Kultur und Religion

spielen dabei eine Rolle. Die Frauen tragen ihr Wissen über die Haltbarmachung, Zubereitung oder Wirkung der Insekten an die restliche Bevölkerung weiter. Somit können auch jüngere Generationen erreicht werden, für die Insekten inzwischen eine weniger wichtige Rolle spielen (Ramos-elorduy et al., 2012).

Des Weiteren hat die Bevölkerung Mexicos den Schädlingsbefall zu ihrem Vorteil genutzt. Mehlwürmer befallen häufig Nutzpflanzen, wie Getreide. Aufgrund des hohen Nährwertes werden Mehlwürmer häufig unter die traditionellen Maistortillas gemischt (Aguilar-Miranda et al., 2002).

In Kenia steht die Bevölkerung der Entomophagie positiv und aufgeschlossen gegenüber. Unabhängig von Traditionen werden hier bevorzugt Insekten mit hohem Nährwert gegessen. Alemu et al. fanden heraus, dass vor allem von Freunden und Bekannten empfohlene Produkte gewählt werden. Falls keine Empfehlungen vorliegen, wird aktiv nach Informationen zu den neuen Produkten gesucht, um Risiken und Unsicherheiten zu reduzieren. Außerdem konnte gezeigt werden, dass die unverarbeiteten Insekten bevorzugt werden, weil bei verarbeiteten Insekten nicht nachvollzogen werden kann, was konsumiert wird. Allerdings lässt sich diese Tatsache nicht auf andere Länder übertragen, da die meisten Kenianer mit dem Konsum von Insekten bereits vertraut sind. Die Zahlungsbereitschaft für Insekten in Kenia kann durch einen hohen Nährwert, eine hohe Lebensmittelüberwachung und die Empfehlung von offizieller Seite gefördert werden (Alemu et al., 2015).

Bei der Präferenz verschiedener Spezies, aber hauptsächlich auch beim Verarbeitungsgrad der Insekten, ergeben sich die deutlichsten Unterschiede zwischen Europa und der restlichen Welt. Ein Vergleich zwischen Niederländern und Thailänder hat gezeigt, dass sich erstere im Hinblick auf Entomophagie sehr viel mit der Sicherheit des Lebensmittels auseinandersetzen, während für Thailänder vor allem der Geschmack und die kulinarische Vertrautheit von Bedeutung war. Da Thailänder Mehlwürmer aus ihrer traditionellen Küche nicht kennen, würden sie diese auch nicht essen. Die Niederländer hingegen sind mit Mehlwürmern als nachhaltige Proteinquelle vertraut und bevorzugen diese vor anderen Spezies (Tan et al. 2015). In Europa wollen Konsumenten in der Regel nur verarbeitete Insekten essen, da anderenfalls die Hemmschwelle zu groß ist (de-Magistris et al., 2015).

Des Weiteren ist der Verzehr von Insekten eine Tradition, die indigene Völker pflegten, nicht nur, um sich zu ernähren, sondern auch aus medizinischen Gründen. In vielen indischen Regionen werden Insekten zur Bekämpfung von Erkältungssymptomen, Magenbeschwerden und bei weiteren offensichtlichen Beschwerden eingesetzt. Die

Bevölkerung vertraut der heilenden Wirkung der Tiere dabei häufig mehr als Medikamenten (Chakravorty et al., 2011). Auch in Regionen Afrikas werden seltene Insektenpezies zu Heilungszwecken eingesetzt. Die indigene Bevölkerung glaubt, dass die Tiere schicksalsbehaftet sind und viele Mythen reihen sich um die heilende Wirkung (Ayieko & Oriaro, 2008).

Der traditionelle Insektenkonsument kommt also meist aus Ländern nahe des Äquators und ist geprägt durch die Bräuche seiner Vorfahren. Doch welche Charakteristika beschreiben neue Insektenkonsumenten wie z.B. Europäer? Heuschrecken gelten laut Bibel als koschere Tiere und heben sich damit von anderen Insektenpezies ab.

2.2 Insekten auf Europas Tellern

Insekten zu essen ist für eine Vielzahl von Menschen ganz alltäglich. Doch in Europa ist diese Form der Ernährung nicht mehr verbreitet. Archäologische Funde zeigen, dass Zikaden im antiken Griechenland als Delikatesse galten. Im 17. Jahrhundert waren frittierte Seidenspinner bei deutschen Soldaten sehr geschätzt. Doch ab Ende des 19. war Entomophagie als unzivilisiertes Tun verpönt (Kemenczel et al., 2016). Bis heute ist der Verzehr bei Europäern mit großem Ekel verbunden. Ekel ist eigentlich ein Schutzmechanismus, der bewirkt, dass ungenießbare oder giftige Substanzen rechtzeitig ausgespuckt werden (Curtis et al., 2004). Der Ekel gegenüber Insekten hingegen ist anezogen. Mit Beginn des Ackerbaus vor ca. 12000 Jahren wurden Insekten als Plage und Schädlinge gesehen und sind deshalb bis heute negativ behaftet. Es wird weiterhin geglaubt, dass die Kerbtiere schmutziges Futter, wie Ausscheidungen, fressen, was sie wiederum verunreinigt. Maden z.B. werden mit dem Tod und Kakerlaken oder Läuse mit schlechter Hygiene oder einem geringen Lebensstandard assoziiert. Erstaunlicherweise funktioniert diese Kausalkette bei anderen Tieren, die „schmutziges Essen“ fressen, wie Schweinen oder Hummern, nicht. Studienprobanden wissen zwar, dass sie sich irrational verhalten, können ihre innere Haltung aber nicht verändern (Deroy et al., 2015).

Die Visualisierung der als Lebensmittel gedachten Insekten ist ein Hauptgrund dafür, dass das Interesse in Europa eher klein ist. Die Konsumenten bevorzugen Produkte in denen Insekten nicht als Ganzes erkannt werden. Allerdings ist es Produzenten derzeit durch die Novel-Food-Verordnung noch untersagt Insekten „unsichtbar“ ihren Produkten beizumischen. Damit stellt diese Verordnung eine entscheidende Hürde auf dem Weg zum Insektenverzehr in Europa dar (de-Magistris et al., 2015) (mehr dazu in Kapitel 4). In Italien spielt es eine große Rolle, wie die Freunde und Familie über den

Insektenkonsum denken. Vor allem negative Haltungen gegenüber Insekten tragen dazu bei, die Inkludierung von Insekten in die Essgewohnheiten zu erschweren. Allerdings sind Neugierde und ökologische Vorteile auf der anderen Seite genauso große Antriebe (Sogari, 2015). Eine weitere Hürde auf dem Weg zur Akzeptanz stellt die Wortwahl dar. Durch den Begriff Entomophagie hebt sich das Essen von Insekten schon als anormal vom Verzehr anderer Tierarten ab, da diesen kein spezieller Begriff zugeteilt wurde. „Entomophagie“ ist relativ unbekannt und unverständlich, weshalb das Wort immer mit Bedacht gewählt werden sollte. Eine Bezeichnung für den Verzehr von Insekten sollte eng gefasst und für jeden verständlich sein. So kann der Verzehr am ehesten als normal angesehen werden (Evans et al., 2015).

Im Jahr 2013 hat die Welternährungsorganisation (FAO) stark für den Einsatz von Insekten in der Humanernährung geworben (FAO, 2013). Spätestens seit diesem Zeitpunkt wird Entomophagie auch als Ernährungsform in Europa wieder kontrovers diskutiert. Forscher meinen, wenn es möglich war Ekel zu erlernen, können auch neue positive sensorische Emotionen erlernt werden. Das Stichwort lautet „Insektivore Gastronomie“ (Deroy et al., 2015). Restaurantbesitzer wagen sich an die Verarbeitung von Insekten und ermöglichen Neulingen in der Entomophagie einen ersten kleinen Einblick. So bietet beispielsweise das deutsche Start-up Bug Foundation mit dem „Bux Burger“ einen Insektenburger an, der zu dem folgenden Experiment in Kapitel 5 inspiriert hat. Aufgrund der rechtlichen Lage in Europa (mehr dazu in Kapitel 4) werden die Burger vorerst nur in Belgien und den Niederlanden verkauft (<http://bugfoundation.com> 08.02.2017). Dort können Insekten auch bereits im Supermarkt erworben werden (Brunner, 2015).

Nach einer Befragung aus der Schweiz können potenzielle Konsumenten für Insektenprodukte am häufigsten durch Argumente der Nachhaltigkeit oder besondere Inhaltsstoffe zur Förderung der eigenen Gesundheit gefunden werden. Der erste Verzehr passiert oft aus reiner Neugierde oder ähnlich einer Mutprobe. Ein Viertel bis ein Drittel von den befragten 550 Teilnehmern gab an, dass sie häufiger Insekten essen würden, wenn sie die Möglichkeit hätten (Brunner, 2015).

Doch wie kommen Insekten in Europa oder sogar Deutschland letztendlich auf die Teller? Um Insekten zu erwerben gibt es fünf verschiedene Möglichkeiten, die in Tabelle 1 zusammengefasst wurden.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von Arten der Insektenbeschaffung

Beschaffungsmaßnahme	Vorteil	Nachteil
Natur	Schnell und einfach	Belastung des Ökosystems
Eigenzucht	Schonung des Ökosystems	Plagen durch Ausreißen
Zoofachhandel	Keine Informationen nötig, kein Zeitverlust durch Zucht	Hygiene und Qualitätsstandards
Online	Große Auswahl	Teuer, keine übergreifenden Standards
Supermarkt	Am praktischsten	Nur in Belgien und den Niederlanden

Quelle: Eigene Darstellung nach Fehlhaber, 2015

Erstens können Insekten in der Natur gefangen werden, wie es in z.B. den Tropen praktiziert wird. Doch einer steigenden Nachfrage können die wilden Insekten nicht standhalten und das Ökosystem würde langfristig belastet werden. Demnach sollten Insekten aus ökologischer Sicht besser gezüchtet werden. Bei der Eigenzucht besteht die Gefahr, dass Insekten ausreißen, sich unkontrolliert vermehren und damit zu Schädlingsplagen führen. Zudem gehört zur Eigenzucht auch ein gewisser Informationsgrad, damit die Tiere nicht krank werden. Eine bessere Möglichkeit stellt also die Fremdzucht dar, wo Tiere über den Zoofachhandel oder das Internet erworben werden können. Der Zoofachhandel birgt das Problem der mangelnden Qualitätskontrolle, die bis jetzt nicht weiter gestört hat, da die Tiere lediglich als Futter für Haustiere gedacht waren. Der Onlineshop hat keine übergreifenden Standards und ist derzeit noch sehr teuer. Wie bereits erwähnt können in Europa nur in Belgien und den Niederlanden Insekten einfach im Supermarkt gekauft werden, was in Deutschland aufgrund der gesetzlichen Lage heute noch undenkbar scheint (Fehlhaber, 2015).

2.3 Essbare Spezies und Inhaltsstoffe

Insekten gehören zu der artenreichsten Klasse im Tierreich. Ihre Inhaltsstoffe und ihr Geschmack sind unterschiedlich und variieren mit der Zubereitungsweise. Der

Geschmack wird als nussig, aber auch mit einem Hauch von Kaviar, Mais oder Avocado beschrieben (Brunner, 2015).

2.3.1 Essbare Arten

Laut der Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) gibt es mehrere Insektenordnungen, die weltweit verzehrt werden. Die beliebteste Ordnung ist dabei mit 31% die der Käfer. Auch Schmetterlinge und Raupen sind äußerst beliebt. 18% der weltweit verzehrten Insekten gehören zu dieser Ordnung. Auf Rang drei befinden sich mit 14% die Ameisen, Wespen und Bienen. Je nach Spezies werden, z.B. aufgrund des unterschiedlichen Chitingehalts verschiedener Entwicklungsstadien entweder die Larven, Puppen oder die Imagines verzehrt (FAO, 2013). Tabelle 2 zeigt die acht in der Literatur gängigsten essbaren Insektenspezies:

Tabelle 2: Insektenspezies und Charakteristika

Insekt	Lateinische Bezeichnung	Bild	Ursprünglicher Lebensraum	Nahrung
Soldatenfliege, Larve	Hermetia illucens	 [1]	Tropen und Subtropen Amerikas	Organische Nebenprodukte
Mehlwurm, Larve	Tenebrio molitor	 [2]	Europa	Organische Nebenprodukte und Zerealien
Großer Schwarzkäfer, Larve	Zophobas morio	 [3]	Süd- und Mittelamerika, Wüsten	Absterbende Pflanzenreste
Seidenspinner, Puppe	Bombyx mori	 [4]	China und Japan	

Insekt	Lateinische Bezeichnung	Bild	Ursprünglicher Lebensraum	Nahrung
Westliche Honigbiene, Larve	Apis mellifera	 [5]	Europa, Mittlerer Osten und Afrika	Pollen
Große Wachsmotte, Raupe	Galleria mellonella	 [6]		
Steppengrille	Gryllus assimillis	 [7]	Nord-, Südamerika, Westindien	Allesfresser, org. Material
Wanderheuschrecke	Locusta migratoria	 [8]	Tropen der östlichen Hemisphäre	Allesfresser, org. Material

Quelle: Eigene Darstellung nach Makkar et al., 2014; University of Florida, 2017; Spektrum a, 2017; Spektrum b, 2017; United States Department of Agriculture 1937; Ciancio & Mukerji, 2010; [1] <http://static.shoplightspeed.com>; [2],[3],[6],[7] <https://www.entomos.ch>; [4] <http://koi-wissensdatenbank.de>; [5]<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com>; [8] <https://c1.staticflickr.com>

Die Soldatenfliege kommt ursprünglich aus den Tropen und Subtropen Amerikas. Als Nahrung dienen ihr vielfältige organische Materialien wie fauliges Obst, Fischabfälle und Dünger. Wissenschaftler vermuten, dass die Soldatenfliege ein eigenes Antibiotikum enthält, da sie Salmonellen und E.coli-Bakterien unschädlich machen kann.

Ursprünglich heimisch in Europa und nun auf der ganzen Welt verbreitet, war der Mehlwurm als Getreideschädling bekannt. Er ist Allesfresser, wird aber häufig vor allem mit Zerealien gefüttert. Eine seiner nützlichen Eigenschaften ist, dass er, wenn er Zearalenone (Mykotoxine) frisst, diese entgiftet, sodass er als Nahrungsmittel überhaupt nicht schädlich ist.

Heuschrecken, Grashüpfer und Grillen sind essbar und mit über 80 Arten vor allem in Afrika, Süd-Amerika und Asien als Nahrungsmittel beliebt. Heuschrecken können als

Plage in Form von Schwärmen mit zehn Milliarden Tieren und einer Masse von 30 Tonnen auftreten. Deshalb sind sie besonders leicht wild zu fangen. Besonders in Thailand gibt es viele Heuschreckenbauern, die nachts die Tiere einsammeln, weil sie dann aufgrund der kühleren Temperatur nicht so schnell sind. Wie Mehlwürmer sind Heuschrecken und Grillen Allesfresser.

Dem Seidenspinner sind 90 % der Naturseide zu verdanken. Die getrocknete, essbare Puppe ist eigentlich ein Beiprodukt, das bei der Seidenproduktion anfällt. So fallen bei einem Kilo Seide zwei Kilo getrocknete Puppen an. Doch anstatt diese zu essen, wurden sie hauptsächlich für Dünger, Pflegeprodukte oder Pharmazeutika eingesetzt (Makkar et al., 2014).

Der Mehlwurm, die Larve des Großen Schwarzkäfers und der Seidenspinner werden am häufigsten konsumiert. Nach einer Studie von Bednárová et al. (2013) schnitten geschmacklich die Larve der Westlichen Honigbiene und die Wanderheuschrecke am besten ab. Der ungewollt markante Geschmack und die Konsistenz des viel verzehrten Mehlwurms führten zu einer schlechten Bewertung. Trotzdem taten sich die Konsumenten der Studie deutlich leichter den Mehlwurm, die Larve der Westlichen Honigbiene und die Raupe der Großen Wachsmotte zu essen. Die Larve des Großen Schwarzkäfers, der Seidenspinner und die Wanderheuschrecke verlangten dagegen einige Überwindung. Die Raupe der Großen Wachsmotte, der Mehlwurm und hauptsächlich die Wanderheuschrecke werden als Nahrungsmittel für die Ärmere gesehen. Die Autoren begründen dies mit den natürlichen Lebensräumen der Spezies, die vor allem in Afrika und Gebieten mit einem hohen Anteil an armen Haushalten leben. Eine hohe Trockenmasse der einzelnen Spezies ist von Vorteil, weil die Produkte als Trockenmasse verkauft werden und hierfür dann ein kleinerer Kostenfaktor anfällt. Demnach wäre die Larve des Großen Schwarzkäfers ein relativ kostengünstiges Produkt mit 40,61% Trockenmasse, wohingegen die Larve der Westlichen Honigbiene und der Seidenspinner mit nur 17,33 bzw. 28,22% Trockenmasse weniger effizient wären (Bednárová et al., 2013).

2.3.2 Proteine

Der menschliche Körper besteht aus etwa 10 – 12 kg Eiweiß. Täglich sollten von einem gesunden Menschen 0,8g Eiweiß pro Kilogramm Körpergewicht aufgenommen werden (Suter, 2011).

Proteine sind wichtige Bestandteile des menschlichen Körpers, weshalb diesen Inhaltsstoffen eine wichtige Rolle zukommt. Vor allem die kleinsten Bausteine der Eiweiße,

die 20 proteinogenen Aminosäuren, sind von Bedeutung, da sie am Aufbau körpereigener Proteine beteiligt sind. Heute wird laut Löffler (2014) sogar schon von 22 proteinogenen Aminosäuren gesprochen. Der menschliche Körper kann nur zehn proteinogene Aminosäuren selber aufbauen und der Rest muss mit der Nahrung aufgenommen werden. Diese Aminosäuren werden als essenziell bezeichnet. Essenzielle Aminosäuren sind: Arginin (nur für Menschen im Wachstum essenziell), Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin. Die Biokatalysatoren des Körpers, die Enzyme, sind ebenfalls aus Protein aufgebaut. Das Peptidhormon Insulin reguliert den Blutzucker und sein Gegenspieler Glucagon besteht auch aus Peptiden. Auch in den Zellmembranen sind Eiweiße unabdingbar. Sie können Ionenkanäle regulieren und membranständige Proteine, wie beispielsweise Rezeptoren, sind wichtig für die Signalweiterleitung (Zeeck et al., 2005). Insekten sind sehr nahrhaft und enthalten vor allem Proteine. Werden sämtliche Arten verglichen, fällt auf, dass durchschnittlich ca. 50 – 60% Protein in der Trockenmasse enthalten ist. Spitzenreiter ist hier die Wanderheuschrecke mit 62,21g Protein pro 100g Trockenmasse (Bednárová et al., 2013). Unter den herkömmlichen Nutztieren variiert der Proteingehalt in der Trockenmasse je nach Art zwischen 15 und 20%. Wird allerdings reines Muskelfleisch betrachtet, welches ungefähr die halbe Körpermasse ausmacht, so sind 75 bis 80% Protein in der Trockenmasse enthalten (Kirchgeßner, 2014). Einzig die Raupe der Großen Wachsmotte hat lediglich einen Proteinanteil von 38,41g in 100g Trockenmasse. Dafür hat sie aber einen umso höheren Fettanteil (Bednárová et al., 2013). Die Soldatenfliege hat einen ähnlich niedrigen Proteinanteil in der Trockenmasse von nur 42,1 % (Makkar et al., 2014).

Tabelle 3: Deckung des täglichen Proteinbedarfs durch getrocknete Insekten

	LM	GA	AM	ZM	BM	TM	GM
Trockenmassen- gehalt	62,2%	59,2%	54,3%	54,3%	52,6%	50,9%	38,4%
Tagesbedarf Mann (80 kg)	103g	108g	118g	118g	122g	126g	167g
Tagesbedarf Frau (65 kg)	84g	88g	96g	96g	99g	102g	135g

LM (Wanderheuschrecke), GA (Steppengrille), AM (Westliche Honigbiene, Larve), ZM (Großer Schwarzkäfer, Larve), BM (Seidenspinner, Puppe), TM (Mehlwurm) und GM (Große Wachsmotte, Raupe), Tagesbedarf Protein 0,8g/kg
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung nach (Bednárová et al., 2013) und (Suter, 2011)

Mit Blick auf einzelne Aminosäuren lässt sich für die Seidenspinnerpuppe (BM) erkennen, dass diese vor allem reich an Alanin, Asparaginsäure und Glycin ist. Die Larve der Westlichen Honigbiene schneidet besonders bei Glutaminsäure und Prolin gut ab. Die Wanderheuschrecke enthält hohe Anteile von Methionin, Phenylalanin, Serin und Tryptophan. Die Raupe der Großen Wachsmotte weist bei Cystein und Serin solide Anteile auf, wenn auch, wie bereits erwähnt, etwas weniger Protein und damit auch Aminosäuren enthalten sind als bei den anderen Spezies. Die Steppengrille erreicht die höchsten Gehalte bei Arginin, Lysin, Valin, Tyrosin und Threonin. Im Falle des Mehlwurms können hohe Mengen von Cystein, Histidin, Isoleucin und Leucin beim Verzehr aufgenommen werden. Und schlussendlich bietet die Larve des Großen Schwarzkäfers im Vergleich solide Mengen von Glutaminsäure, Tyrosin und Serin (Bednárová et al., 2013). Einer anderen Quelle lassen sich die entsprechenden Werte für die Soldatenfliege entnehmen, die hohe Mengen Lysin enthält (Makkar et al., 2014). Alle Spezies enthalten vergleichbar gute Mengen der Aminosäuren. Auffällig ist nur, dass die Raupe der Großen Wachsmotte insgesamt durch den geringeren Proteingehalt auch absolut weniger einzelne Aminosäuren enthält. Außerdem zeigt die Larve des Großen Schwarzkäfers im Vergleich zu den anderen Insekten ebenfalls etwas weniger Aminosäuregehalte (Bednárová et al., 2013).

Die Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln der DFG hat einen Vergleich zwischen dem Protein- und Fettgehalt von Fleisch, Mehlwürmern, Seidenspinnerpuppen und anderen Lebensmitteln dargestellt. Dabei wurden allerdings nicht die Gehalte der Trockenmasse verglichen, weshalb die prozentualen Anteile bei den Insekten nun niedriger ausfallen. Im nicht getrockneten Zustand enthält der Seidenspinner 8,8 – 9,3g Protein pro 100g und damit ungefähr so viel Eiweiß wie 100g Vollkornweizenmehl (10,7g). Mageres Rindfleisch enthält 22,3% Protein und mageres Schweinefleisch und Huhn enthalten 22,8%. Ein rohes Ei besitzt 12,6% Protein. Da der Seidenspinner aber zu 82 – 87% aus Wasser besteht und Fleisch und Ei nur zu etwa 75%, ist zu erwarten, dass die Werte in den Trockenmassen variieren. Im Falle des Mehlwurms können ungetrocknet 18,7g Eiweiß pro 100g gemessen werden (SKLM, 2016).

Tabelle 4: Deckung des täglichen Proteinbedarfs durch verschiedene Lebensmittel

	BM	TM	Vollkorn- weizen- mehl	Rind- fleisch	Schwei- ne- fleisch	Huhn	Rohes Ei
Protein- gehalt	8,8%	18,7%	10,7%	22,3%	22,8%	22,8%	12,6%
Tagesbedarf Mann (80kg)	727g	342g	598g	287g	281g	281g	508g
Tagesbedarf Frau (65kg)	591g	278g	486g	233g	228g	228g	413g

BM (Seidenspinner, Puppe) und TM (Mehlwurm)

Tagesbedarf Protein 0,8g/kg

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung nach SKLM, 2016, Bednárová et al., 2013 und Suter, 2011

Die Diskussion über Inhaltstoffe und Gehalte im Vergleich zu Fleisch ist wenig aussagekräftig, wenn keine Information darüber gegeben wird, ob der Körper die Proteine von Insekten genauso gut verwerten bzw. lösen kann, wie die von Fleisch oder Pflanzen. Die Autoren Bußler et al. haben hierzu geforscht und festgestellt, dass der Mehlwurm in seiner Proteinverwertbarkeit Pflanzen und ihren Proteinen ähnelt. Der Mehlwurm und auch die Soldatenfliege sind gut geeignet, um die proteinreichen Vorprodukte zu erstellen, die dann für Nahrungs- und Futtermittel benutzt werden. Je nach Verarbeitungsgrad sind sie sowohl im sauren, als auch alkalischen Milieu löslich und können vom Körper gut verwertet werden (Bußler et al., 2016).

2.3.3 Fette

Lipide werden beim Mensch wie beim Tier in Form von Triacylglycerinen im Fettgewebe gespeichert. Eine wichtige Funktion ist die Wirkung als Polsterung z.B. an der Fußsohle oder schlicht um zu wärmen. Daneben wirkt Fett im Vergleich zu Kohlenhydraten als effizienterer Energielieferant. Im Körper eines Erwachsenen werden ca. 10kg Fett als Glycogen gespeichert, aber nur 500g Kohlenhydrate. Des Weiteren ist Fett notwendig, um Membranen der Zellen aufzubauen. Ebenso spielt es eine entscheidende Rolle bei der Übermittlung von Signalen. In Form von Hormonen, wie Steroidhormonen oder Prostaglandinen, beeinflusst es den Stoffwechsel und ist des Weiteren auch häufig als second messenger tätig. Prostaglandine tragen je nach Unterart zur Spannung oder Entspannung von Muskeln bei und können Entzündungen und Fieber auslösen. Als Membranbauteile sind vor allem Phospholipide und Cholesterin bekannt. Zudem sind

Lipide Träger fettlöslicher Vitamine und essenzieller Fettsäuren (Löffler, 2014).

Essenzielle Fettsäuren sind Fette, die der Körper nicht selbst herstellen kann, weshalb sie mit der Nahrung zugeführt werden müssen. Es mangelt hauptsächlich an entsprechenden Enzymen, um aus vorhandenen Fettsäuren andere essenzielle herzustellen. Die essenzielle Linolsäure z.B. ist eine ω -6-Fettsäure, das heißt sie besitzt am sechsten Kohlenstoffatom vom omega-Ende (Methylende) aus gezählt eine Doppelbindung. Die ω -3-Fettsäuren besitzen ihre Doppelbindung hingegen am dritten Kohlenstoffatom vom Methylende gezählt (Zeeck et al., 2005, S. 266). Auch α -Linolensäure ist eine essenzielle Fettsäure, die mit der Nahrung aufgenommen werden muss. Sie ist eine ω -3-Fettsäure und kommt genau wie Linolsäure vor allem in Pflanzenölen vor. Laurinsäure (12:0), Myristinsäure (14:0), Palmitinsäure (16:0), Stearinsäure (18:0) und Arachinsäure (20:0) sind langkettige gesättigte Fettsäuren. Im Stoffwechsel fungieren diese in erster Linie als energiebeladene Träger in der β -Oxidation. Ungesättigte Fettsäuren sind hauptsächlich für die Stabilität von Zellmembranen mitverantwortlich. Einige Fettsäuren haben einen zusätzlichen medizinischen Nutzen. Zu nennen sind Arachidonsäure, Bestandteil von Phosphoglyceriden, und Eicosapentaensäure (EPA), die sonst in hohen Mengen in Fischölen vorkommen. Aus EPA können Prostaglandine gebildet werden. Sie wirkt gegen die Entstehung von Entzündungen und Atherosklerose, also Verkalkung der Blutgefäße. Docosahexaensäure (DHA) hingegen verhindert den unerwünschten Zelltod und hilft bei der Entwicklung von unterschiedlichen Nervenzelltypen. EPA und DHA sind beide semi-essenzielle Fettsäuren, das heißt sie können aus essenziellen Fettsäuren im Körper selbst hergestellt werden. So können Linol- und α -Linolensäure also ebenfalls Entzündungsprozesse beeinflussen (Löffler, 2014).

In der Trockenmasse zeigen die acht beschriebenen Spezies einen durchschnittlichen Fettgehalt von 30 – 40% je nach Nahrungsangebot. Wie oben bereits erwähnt stellt die Raupe der Großen Wachsmotte einen positiven Ausreißer mit 56,65g Fett pro 100g Trockenmasse dar. Die Wanderheuschrecke hingegen enthält nur 12,61% Fett (Bednárová et al., 2013). Der Fettgehalt der Soldatenfliege lässt sich nicht pauschal bestimmen, da er sehr mit dem Nahrungsangebot variiert. Frisst die Larve hauptsächlich Geflügeldünger, enthält sie ca. 15 – 25 % Fett in der Trockenmasse. Bei Schweinedünger kann der Wert auf 28 % und bei Rinderdünger sogar auf 35 % angehoben werden. Doch den höchsten Fettanteil (42 – 49 %) enthält die Soldatenfliege, wenn sie Essensabfälle mit hohem Ölanteil frisst. Genauso ist es auch möglich die Fettbeschaffenheit der Larve zu verändern und z.B. den Gehalt an ω -3-Fettsäuren zu erhöhen (Makkar et al., 2014).

Bei den Gehalten an einzelnen Fettsäuren lassen sich wieder Spezies-spezifische Unterschiede erkennen. Werden die gesättigten Fettsäuren betrachtet, so bestehen vor allem die Seidenspinnerpuppe, aber auch die Larve der Westlichen Honigbiene und die Steppengrille mit guten Gehalten. Alle anderen Spezies enthalten ebenfalls Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure und Arachinsäure (Bednárová et al., 2013). Bei der einfach ungesättigten Ölsäure (18:1), die in jedem Insekt vorkommt, ist die Raupe der Großen Wachsmotte mengenmäßiger Spitzenreiter. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren wie z.B. die Linolsäure (18:2, ω -6-Fettsäure) kommt bei allen Spezies, doch besonders beim Mehlwurm vor. Die dreifach ungesättigte α -Linolensäure (18:3, ω -3-Fettsäure) besitzt besonders der Seidenspinner und in kleinen Mengen auch die Larve der Westlichen Honigbiene, die Wanderheuschrecke und die Raupe der Großen Wachsmotte. Arachidonsäure (20:4, ω -6-Fettsäure) ist lediglich in der Wanderheuschrecke enthalten. Außerdem ist die Wanderheuschrecke auch die einzige Spezies, die die ω -3-Fettsäuren EPA und Docosahexaensäure (DHA) enthält (Bednárová et al., 2013).

Mit 18 bis 25% haben die bekannten Nutztiere einen deutlich kleineren Fettanteil als Insekten. Allerdings variiert auch dieser stark mit der Fütterung. Werden vor allem ungesättigte Fettsäuren gefüttert, bildet sich weiches Körperfett, welches nachteilig für die weitere Verarbeitung ist. Doch um die Fettbeschaffenheit zu verhärten, ist es ausreichend, die Fütterung vier Wochen vor Schlachtung auf vorwiegend Kohlenhydrate und gesättigte Fettsäuren umzustellen (Kirchgeßner 2014).

Der Fettanteil in Fisch- und Sojamehl ist bedeutend geringer mit 9,9 bzw. 2 % Anteil in der Trockenmasse (Makkar et al., 2014).

Verglichen mit magerem Rind-, Schweine- oder Hühnerfleisch enthält der Mehlwurm in ungetrocknetem Zustand bis zu 13-mal mehr Fett (Tabelle 5). Mageres Rindfleisch enthält 1,8%, mageres Schwein 1,2% und Huhn sogar nur 0,9% Fett. Rohes Ei liegt mit 9,9% ziemlich nah am Wert des Mehlwurms (13,4%). Der Seidenspinner zeigt einen Anteil von 1,2 – 4% Fett und ordnet sich somit beim Fleisch ein. Vollkornweizenmehl besitzt zwar noch doppelt so viel Fett auf 100g wie Schweinefleisch, allerdings immer noch entscheidend weniger als 100g Mehlwurm. Im getrockneten Zustand haben Seidenspinner 8,1 – 9,5% und Mehlwürmer 35,2% Fett (SKLM, 2016).

Tabelle 5: Fettgehalte verschiedener ungetrockneter Lebensmittel

	Huhn	Schwein	BM	Rind	Vollkorn- weizen- mehl	Rohes Ei	TM
Fettgehalt %	0,9	1,2	1,2-4	1,8	2,4	9,9	13,4

BM (Seidenspinner, Puppe) und TM (Mehlwurm)

Quelle: Eigene Darstellung nach SKLM, 2016

Da Fett mit 38 – 39kJ pro Gramm der Hauptenergieträger ist, können 100g getrockneter Mehlwurm mit 2258kJ eine ganze Mahlzeit ersetzen (Löffler, 2014).

2.3.4 Mineralstoffe

Eisen, Mangan, Kupfer und Zink gehören zu den essenziellen Spurenelementen und müssen dem menschlichen Körper in ausreichenden Mengen zugeführt werden. Eisen ist dabei das mengenmäßig häufigste Spurenelement mit drei bis vier Gramm. Vor allem im Blutfarbstoff, dem Hämoglobin, kommt es vor und zirkuliert durch den Körper. Dabei wird durch ein spezielles Transportsystem sichergestellt, dass das Eisenmolekül niemals ungebunden vorliegt und sich somit auch keine schädlichen Radikale bilden kann. Im Blut ist Eisen für den Sauerstofftransport und den Ladungsaustausch zuständig. Täglich sollten 12 – 15mg über z.B. Fleisch, Brot oder Gemüse aufgenommen werden. Von einem Mangel betroffene Menschen fühlen sich müde und leiden unter Blutarmut.

Kupfer ist in Meerestieren, grünem Gemüse oder Getreide enthalten und hat wichtige Funktionen in der Atmungskette und bei der enzymatischen Katalyse. 1 – 1,5mg sollten pro Tag aufgenommen werden, um z.B. Osteoporose vorzubeugen.

Mangan ist vor allem in Pflanzen enthalten. Bei einer täglichen Aufnahme von 2 – 5mg werden Störungen in der Reproduktion verhindert und das Wachstum kann normal von statten gehen.

Letztlich dient Zink im Körper der Speicherung von Insulin und zur Struktur von Proteinen. Die empfohlenen 7 – 10mg können über Fleisch, Milch oder Eier aufgenommen werden und so wird das Immunsystem gestärkt, die Wundheilung gefördert und die Fruchtbarkeit sichergestellt. Alle genannten Spurenelemente haben zusätzlich noch die Funktion enzymbeteiligte Prozesse zu beschleunigen.

Von Calcium, Phosphor, Kalium, Magnesium und Natrium braucht der Körper etwas mehr, weshalb diese zu den Mengenelementen zählen. Kalium sollte mit vier Gramm pro Tag zugeführt werden. Es ist in Nüssen, Kartoffeln oder Dinkelmehl enthalten und kann

den Blutdruck senken und Schlaganfällen vorbeugen.

Natrium wird hauptsächlich über Speisesalz aufgenommen. Die DGE empfiehlt eine tägliche Zufuhr von 1,5g, die meist übertroffen wird. Durch den Konsum von Obst und Gemüse kann Natrium eingespart und Kalium zugeführt werden.

Von Magnesium sollten 300 – 400mg aufgenommen werden, damit Herz, Kreislauf und die Nerven richtig funktionieren können. Nüsse, Getreide und tierische Produkte stellen eine gute Quelle dar.

Die empfohlene Zufuhr von Calcium liegt bei ca. einem Gramm. Calcium stärkt Knochen und Zähne, beugt Osteoporose vor und kommt in Milchprodukten vor. Zusammen mit Phosphor spielt es eine entscheidende Rolle im Vitamin-D-Stoffwechsel. Phosphor sollte täglich mit einer Menge von 700 – 1250mg aufgenommen werden. Es ist Bestandteil des kleinsten Energiebausteins des Körpers (Domke et al., 2004; Stichting OrthoKennis, 2008; DGE, 2016).

In Tabelle 6 sind einzelne Insektenpezies, sowie Geflügel, Fisch und Schwein mit ihren Mineralstoffgehalten aufgeführt. Auffällig ist, dass die Soldatenfliege (HI) vor allem beim Calcium-, Eisen- und Mangangehalt sehr hohe Werte aufweist. Geflügel, Fisch und Schwein schneiden im Vergleich mit den Insekten sehr schlecht ab. Sie haben nur sehr geringe Mineralstoffgehalte. Als Ausnahme ist hier der Jagdfasan mit seinem Eisen- und Zinkgehalt anzuführen. Der Eisengehalt entspricht in der Trockenmasse ungefähr dem der Heuschrecke und der Zinkgehalt ist nicht so weit entfernt vom dem der Soldatenfliege. Leider liegen die Werte der Regenbogenforelle nur pro Kilogramm Muskelfleisch vor, weshalb die Vergleichbarkeit etwas schwierig ist. Sie enthält einen relativ hohen Phosphor und Kaliumgehalt. Der Phosphorgehalt entspricht dennoch nur 30% von dem der Soldatenfliege. Schweinefleisch stellt wie der Jagdfasan eine sehr gute Zink- und Eisenquelle dar, wenn es auch nur 6% des Eisens und 22% des Zinks eines Seidenspinners enthält. Der Kaliumwert ist mit 15g pro Kilogramm Trockenmasse der vergleichsweise höchste.

Tabelle 6: Mineralstoff- und Spurenelementgehalte ausgewählter Insekten und anderer Produkte pro Kilogramm Trockenmasse (außer Regenbogenforelle, in Gewicht pro Kilogramm Muskelfleisch)

	Ca (g)	P (g)	K (g)	Na (g)	Mg (g)	Fe (mg)	Mn (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)
HI	75,6 ±17,1	9,0 ±4,0	6,9	1,3	3,9	1370	246	108	6
TM	2,7 ±1,9	7,8 ±3,7	8,9	0,9	2,3 ±0,4	57,0 ±32,0	9,0 ±4,0	116,0 ±24,0	16,0 ±1,0
LM/GA	10,1± 5,3	7,9	.	.	1,2	116,0±5 8,0	40,0±1 0,0	215,0±6 0,0	15,0± 7,0
BM	3,8 ±3,0	6,0 ±2,3	.	.	3,7 ±2,5	326,0 ±67	18	224,0 ±126	15 ±12
Fischmehl	43,4	27,9	.	.	.	.	.	.	.
Sojamehl	3,9	6,9	.	.	.	.	.	.	.
Jagdhasan	0,2		12	2,3	0,8	121		80	
Regenbogenforelle	0,4	2,7	4,5	0,6	0,32	5,2±0,8		5,9±0,3	0,2±0,3
Schwein	0,1		15	1,4	0,96	22,6	0,7	50,8	1,8
Empfehlung	1g/d	700- 1250m g/d	4g/ d	1,5g /d	0,3- 0,4g /d	12- 15mg/d	2- 5mg/d	7- 10mg/d	1- 1,5mg /d

HI (Soldatenfliege), TM (Mehlwurm), LM (Wanderheuschrecke), GA (Steppengrille), BM (Seidenspinner)

Quelle: Eigene Darstellung nach Makkar et al., 2014; Kokoszynski et al., 2014; Siemianowska et al., 2016; Zhao et al., 2016; Domke et al., 2004; Stichting OrthoKennis, 2008; DGE, 2016.

Das Max-Rubner-Institut hat mit der Nationalen Verzehrs Studie untersucht, inwiefern die Referenzwerte der DGE für die einzelnen Mineralstoffe von der Bevölkerung erreicht werden. Natrium und Kalium werden von Männern und Frauen gleichermaßen zu viel aufgenommen. Die Calciumzufuhr ist in der mittelalten Bevölkerung ausreichend, jedoch zwischen 14 und 18 Jahren bzw. ab 51 deutlich verbesserungswürdig. Die Magnesiumaufnahme ist im Durchschnitt gut, nur bei den Jugendlichen etwas schwach. Aufgrund von unterschiedlichen Ernährungsphilosophien teilt die Eisenzufuhr die Bevölkerung. Frauen haben, im Gegensatz zu den Männern, häufig ein Eisendefizit. Erst bei den älteren Frauen ab 51 zeigen sich diese Unterschiede nicht mehr so stark. Die Zinkaufnahme ist sehr gut. Für den Calcium-, Magnesium- und Eisenhaushalt könnte der Verzehr von Insekten gegebenenfalls sehr interessant sein (Max Rubner-Institut, 2008).

Tabelle 7: Nötiger Verzehr einzelner Produkte in der Trockenmasse, um den Mineralstoffbedarf vollständig zu decken

	Calcium	Magnesium	Eisen
Soldatenfliege	13,2g	20,3g	10,9g
Seidenspinner	263g	108g	46g
Mehlwurm	370g	174g	263g
Jagdfasan	5kg	500g	124g
Schwein	10kg	417g	664g

Quelle: Eigene Berechnung aus Tabelle 6

Tabelle 7 zeigt, wie viel vom jeweiligen Lebensmittel gegessen werden muss, um den Bedarf in der Spalte zu erreichen. In einem Kilogramm Trockenmasse einer Soldatenfliege befinden sich, mit ca. 75,6g Calcium, die Tagesdosen für 75 Erwachsene. Ein Erwachsener müsste also in der Trockenmasse 13,2g Soldatenfliege essen, oder vergleichsweise zwei Scheiben Käse und einen halben Liter Milch, um den Tagesbedarf an Calcium zu decken (PZ, 2009). Falls der Calciumbedarf ausschließlich durch den Verzehr von Forelle gedeckt werden sollte, müssten zweieinhalb Kilo davon gegessen werden. Beim Tagesbedarf von Eisen ergeben sich ähnliche Zahlen. Um den Bedarf zu decken sollten am Tag rund 10g getrocknete Soldatenfliege verzehrt werden, oder rund 46g Seidenspinnerpuppe (BM). Vom Fasan müssten 100g gegessen werden und von Schwein und Fisch noch fünf- bzw. 24-mal mehr. Auch beim Ausgleich von Magnesiumdefiziten ist der Gehalt der Insekten deutlich effizienter. Die besten Ergebnisse liefern wieder die Soldatenfliege und der Seidenspinner mit den vierfachen Gehalten von Fasan und Schwein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Insekten eine weitaus bessere Mineralstoffbilanz aufzeigen und bei den nicht erreichten empfohlenen Tagesdosen von Calcium, Magnesium und Eisen Defizite leicht ausgleichen könnten. Noch dazu enthalten sie nicht ganz so viel Kalium und Natrium, wie die fleischhaltigen Alternativen.

2.3.5 Vitamine

In Afrika weist ca. die Hälfte der Bevölkerung eine Vitamin A (Retinol)-Unterversorgung auf und in Süd-Ost-Asien reicht die Zahl sogar bis an die 70%. Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt eine tägliche Retinol-Zufuhr von 0,5 bis 0,6mg pro Tag. Einige Säugetiere sind zwar in der Lage Vitamin C selbst zu synthetisieren, der Mensch gehört allerdings nicht dazu, weshalb Ascorbinsäure mit der Nahrung zugeführt

werden muss. Die Mangelkrankheit Skorbut war vor allem bei Seefahrern bekannt, dennoch tritt sie auch heute noch auf. Meist äußert sie sich in Zahnfleischbluten, Zahnausfall und Gliederschmerzen. Ein gesunder Mensch soll am Tag 7,5 bis 10mg α -Tocopherol, also Vitamin E, aufnehmen. Vitamin E ist ein starkes Antioxidans und hilft den oxidativen Stress im Körper zu vermindern und damit die Zellen zu schützen. Es gibt mehrere Tocopherolarten, wobei das α -Tocopherol die höchste biologische Aktivität aufweist. Bei einem Mangel treten muskuläre und neurologische Probleme auf. Ein Riboflavinmangel (Vit. B2) zeigt sich durch Hautentzündungen, Entzündung der Zunge und ein eingeschränktes Wachstum. In Entwicklungsländern ist ein Mangel an B-Vitaminen relativ häufig, da die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln oft nicht ausreichend ist. Folsäure (B9) ist in frischem grünen Gemüse enthalten und wird auch in der westlichen Welt häufig von Schwangeren in nicht ausreichenden Mengen aufgenommen. Bei zu geringer Zufuhr ist das Risiko eines Neuralrohrdefektes beim Neugeborenen um ein Vielfaches erhöht. Deshalb wird Folsäure oft in Tablettenform supplementiert. Niacinmangel (B3) führt zur gerade in Entwicklungsländern verbreiteten Krankheit Pellagra und Enzephalopathie (WHO & FAO, 2004).

Einige Autoren haben sich mit dem Vitamingehalt unterschiedlicher Heuschreckenarten auseinandergesetzt. Kinyuru et al. (2010) haben grüne mit braunen Laubheuschrecken (*Ruspolia differens*) verglichen und haben bei beiden Arten einige wasserlösliche B-Vitamine und Ascorbinsäure (Vitamin C), sowie die fettlöslichen Vitamine Retinol (Vitamin A) und Tocopherol (Vitamin E) entdeckt. Durch den Verzehr von etwa 200g der braunen Laubheuschrecke könnte der gesamte Tagesbedarf an Retinol gedeckt werden (Kinyuru, Kenji, Muhoho, & Ayieko, 2010). Die Harlekinschrecke enthält zwar nur 1/30 des Retinolgehalts, aber kann dafür beim Ascorbinsäuregehalt mit hohen Werten punkten. Von empfohlenen 45mg pro Tag enthalten 100g Harlekinheuschrecke schon 8,64mg (Banjo et al., 2006). Die anderen Heuschrecken weisen Gehalte zwischen null und einem Milligramm auf. Die Laubheuschrecken sind besonders reich an Tocopherol. In 100g der braunen Laubheuschrecke wurden 15,2mg und in der grünen sogar 20,1mg entdeckt. Mit ca. 50g Insekt könnte einem Vitamin E-Mangel vorgebeugt werden (Kinyuru et al., 2010). Bei Betrachtung der B-Vitamine sind für die Harlekinheuschrecke nur die B2-Gehalte verfügbar. Sie weist 0,07mg Riboflavin von benötigten 1,1 bis 1,3mg pro Tag auf (Banjo et al., 2006). Die Laubheuschrecke enthält pro 100g bis zu 1,4mg Riboflavin und kann damit vollständig den Tagesbedarf abdecken. Der zukünftige Verzehr von Insekten könnte den Folsäurestatus auf ein angemessenes Level anheben, denn die Laubheuschrecke enthält pro 100 Gramm 0,9mg der benötigten 0,4mg. Schlussendlich

fällt der Niacingehalt moderat aus, mit bis zu 2,4mg von empfohlenen 14 bis 16mg pro Tag (Kinyuru et al., 2010). Neben den oben erwähnten Vitaminen enthalten andere Spezies auch zusätzlich noch Gehalte an Vitamin B1 (Thiamin), Vitamin B5 (Pantothensäure) und Vitamin B7 (Biotin). Der Mehlwurm kann im Larvenstadium pro 100g bis zu 36mg Ascorbinsäure enthalten. Mit 100g können ¼ des Thiaminbedarfs, der komplette Riboflavin-, Niacin- und Pantothensäurebedarf, sowie Biotin- und Folsäurebedarf gedeckt werden (Rumpold & Schlüter, 2013).

Der Verzehr von Insekten kann die bestehenden Vitamindefizite der Bevölkerung zumindest abschwächen, was die Lebenserwartung und Lebensqualität gerade auch in Entwicklungsländern verbessern könnte.

Tabelle 8: Absolute Vitamingehalte einiger Spezies

	Wasserlösliche Vitamine					Fettlösliche Vitamine			
	Vit. B1	Vit. B2	Vit. B3	Vit. B5	Vit. B7	Vit. B9	Vit. C	Vit. A	Vit. E
Täglicher Bedarf ¹	1,1 - 1,2mg	1 - 1,3mg	14 - 16mg	5mg	30 µg	0,4mg	45 mg	0,5 - 0,6mg	7,5 - 10mg
TM ²	0,28	2,34	14,80	6,61	77,13	0,38	14,88	.	.
ZM ²	0,14	1,78	7,67	4,61	83,14	0,16	2,85	.	12,25
AM ²	.	3,24	.	.	.	.	10,25	0,01	.
RD grün ³	.	1,2	2,1	.	.	0,9	0,1	0,002	0,2
RD braun ³	.	1,4	2,4	.	.	0,9	0,1	0,003	0,15

in mg pro 100g Trockenmasse (außer Vit. B7 µg pro 100g Trockenmasse)

AM (Westliche Honigbiene, Larve), TM (Mehlwurm), ZM (Großer Schwarzkäfer, Larve) und RD (*Ruspolia differens*, Laubheuschrecke)

Vit. B1 (Thiamin), B2 (Riboflavin), B3 (Niacin), B5 (Pantothensäure), B7 (Biotin), B9 (Folsäure), C (Ascorbinsäure), A (Retinol), E (α-Tocopherol)

Quelle: Eigene Darstellung nach WHO & FAO, 2004 ¹, Rumpold & Schlüter, 2013 ², Kinyuru et al., 2010 ³

3 Das Potenzial von Insekten in der Humanernährung

Um den Welthunger zu bekämpfen, wird dringend nach effizienten Proteinquellen gesucht. Entomophagie könnte hierfür einen Lösungsansatz darstellen. Schätzungen zufolge könnten Insekten das weltweite Proteinangebot um 10% steigern (Bamaiyi &

Aniesona, 2012). Neben den vielfältigen Inhaltsstoffen weisen die Kerbtiere noch weitere Vorteile gegenüber anderen Nutztieren auf, die in diesem Kapitel dargestellt werden sollen.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage, welche Vorteile Insekten gegenüber herkömmlichem Nutztier haben, sind einige Argumente anzuführen, die in den folgenden Kapiteln im Detail diskutiert werden. Aus wirtschaftlicher Sicht gesehen sind Insekten um einiges billiger als herkömmliche Nutztiere, weil ihr Lebenszyklus viel kürzer ist und sie sich daher auch schneller reproduzieren. Mit teilweise 1500 Eiern alle drei bis vier Wochen produzieren sie deutlich mehr Nachkommen, was eine Zucht lohnenswert macht (Capinera, 2004). Das Züchten von Insekten, auch bekannt als Microlivestock, ist speziesabhängig sehr einfach. Heuschrecken z.B. können sich sehr gut an alle möglichen Umgebungen und klimatischen Bedingungen anpassen. Beim wilden Fangen der Insekten könnte neben der Tatsache einer effizienten neuen Energiequelle auch der Einsatz von Chemikalien an Ackerpflanzen reduziert werden (Bamaiyi & Aniesona, 2012). Als praktischer Grund ist anzuführen, dass Insekten überall vorkommen und eine starke Diversität aufweisen (Oonincx et al., 2010). Gerade in ärmeren Ländern kommt diese Tatsache der Bevölkerung zu Gute, die bei Nahrungsengpässen vermehrt auf Insekten zurückgreifen (Yen, 2015b). Aus ernährungsphysiologischer Sicht ist der Insektenkonsum gutzuheißen, da viele günstige Inhaltsstoffe in Insekten enthalten sind, wie auch in Kapitel 2.3 beschrieben wird.

3.1 Vorteile gegenüber der Fleischproduktion anderer Nutzierrassen

Jedes Jahr isst der durchschnittliche deutsche Bundesbürger 60,3kg Fleisch. 37,5kg davon entfallen auf Schweinefleisch, 11,8kg ist Geflügelfleisch und 9,3kg Rindfleisch (BLE, 2016). Nach Expertenschätzungen wird sich die Nachfrage nach tierischen Nahrungsmitteln zwischen 2000 und 2050 von 229 Millionen Tonnen auf 465 Millionen Tonnen steigern, was wiederum mit steigenden Umweltschäden einhergeht. Vor allem Tierdünger mit seinen pathogenen Bakterien birgt das Risiko das Grundwasser zu verunreinigen und auch die steigende Abholzung hängt im weitesten Sinne ebenfalls mit dieser Nachfrage zusammen (FAO, 2006).

3.1.1 Futtermiteinsatz

Um ein Kilogramm Lebendgewicht dazuzugewinnen, muss ein Schwein fünf Kilo Futter zu sich nehmen. Geflügel braucht nur halb so viel Futter (2,5kg), Rinder allerdings müssen zehn kg Futter fressen, um ein Kilo schwerer zu werden. Da der tatsächlich

essbare Anteil des Tiers mit 40% beim Rind sehr gering ist, ist die Futtermenge, um ein Kilo essbares Fleisch zu produzieren, noch deutlich höher. Ein Rind muss 25kg fressen, um ein Kilo essbares Fleisch herzustellen. Diese Massen sind dem Umstand geschuldet, dass pflanzliches Protein nicht so effizient verwertet werden kann wie tierisches. Bei Schweinen und Geflügel sind 55 % des Tieres essbar. Ein Schwein muss neun Kilo fressen um ein Kilo essbares Fleisch zu produzieren, ein Huhn 4,5kg (Smil, 2002). In all diesen Kategorien besticht eine Heuschrecke mit besseren Werten (Tabelle 9). 80% des Körpers ist essbar. Es müssen nur die chitinhaltigen Beine des Exoskeletts entfernt werden, weil diese unverdaulich sind (van Huis, 2011). Um ein Kilo Lebendgewicht aufzubauen, müssen 1,7kg gefressen werden und entsprechend 2,1kg für ein Kilogramm essbares Fleisch. Im Vergleich zum Rind ist die Heuschrecke also ein zwölfmal besserer Futtermittelverwerter. Diese Tatsache ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass Insekten wechselwarme Tiere sind. Bei anderen Nutztieren wird ein hoher Prozentsatz der aufgenommenen Futtermenge dazu genutzt, die Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. Die Soldatenfliege und der Mehlwurm können mit organischem Abfall gezüchtet werden. So verbrauchen sie, anders als herkömmliche Nutztiere, keine Lebensmittel, sondern nutzen Nahrungsquellen ohne mit dem Menschen zu konkurrieren. Pro Jahr können die kleinen Tiere 1,3 Milliarden Tonnen Biomüll umsetzen. Heuschrecken werden mit Hilfe von hochqualitativem Futter ernährt, welches auch Hühner zu fressen bekommen. Das Züchten könnte sich um einiges profitabler gestalten, wenn sie langfristig ebenfalls mit anfallenden Nebenprodukten ernährt werden (FAO, 2006).

Mehlwürmer sind nach 45 – 60 Tagen ausgewachsen und können weiterverarbeitet werden (Cortes Ortiz et al., 2016). In der Bullenmast können die Tiere nach 15 bis 23 Monaten geschlachtet werden, um eine gute Fleischqualität zu gewährleisten (Kögel et al., 2003). Während ein Rind in der Regel in seinem ganzen Leben vier Kälber bekommt, kann eine Heuschrecke alle drei bis vier Wochen 1500 Eier legen (Capinera, 2004). Ein weiblicher Mehlwurm legt im Leben ca. 160 Eier und ein Schwarzkäfer 1500 Eier (Oonincx & de Boer, 2012). Aufgrund der schnelleren Reproduktion und günstigeren Verwertung ist der Futtermiteinsatz bei Insekten besser als bei herkömmlichen Nutztieren.

Tabelle 9: Vergleich unterschiedlicher Tiere hinsichtlich essbarem Anteil, Futtermittelverwertung und Futter

	Heuschrecke	Rind	Schwein	Huhn
Essbarer Anteil	80%	40%	55%	55%
Futtermittelverwertung	2,1kg	25kg	9kg	4,5kg
Futter	Hühnerfutter/ Nebenprodukte	Anbau des Futtermittels konkurriert mit Flächen für die Humanernährung		

Quelle: Eigene Darstellung nach Capinera, 2004; Oonincx & de Boer, 2012

3.1.2 Wasserverbrauch

Wasserknappheit ist ein permanentes Problem von über der Hälfte der Weltbevölkerung. Derzeit steht eine heftige humanitäre Krise bevor, die unter anderem auf eine starke Dürreperiode in Afrika zurückzuführen ist (<https://www.tagesschau.de>, Stand 12.03.2017). Schätzungen zufolge werden 2025 1,8 Milliarden Menschen mit Wasserknappheit konfrontiert sein (FAO, 2006). 70% des weltweiten Wasserverbrauchs ist auf die Landwirtschaft zurückzuführen, 8% entfallen explizit auf die Tierhaltung. Durch z.B. Dünger oder Hormone, die ins Grundwasser geraten, stellt sie den Hauptgrund für Wasserverschmutzung dar (Steinfeld et al., 2006). Es braucht fünf bis 20-mal weniger Wasser, um ein Kilogramm Getreideprotein zu entwickeln als ein Kilo tierisches Eiweiß (FAO, 2006).

Da Insekten mit Hilfe von organischen Nebensubstraten, wie Bioabfall, aufgezogen werden können, wird indirekt weniger Wasser verbraucht als für die Ernährung von Rindern. Ein Rind verbraucht pro Kilogramm 22.000 bis 43.000 Liter Wasser. Die Zahlen beziehen sich hierbei auf das verbrauchte virtuelle Wasser. Virtuelles Wasser schließt nicht nur das getrunkene Wasser des Tieres mit ein, sondern auch den Wasserverbrauch zur Erzeugung der Futtermittel. Für Insekten liegen zwar im Moment noch keine absoluten Zahlen vor, doch der Verbrauch an virtuellem Wasser ist um ein Vielfaches geringer. Zum einen wird für das Futter ein geringerer Wasseranteil gebraucht, zum anderen weisen Insekten eine bessere Futtermittelverwertung auf und zusätzlich können einige Spezies, wie z.B. der Mehlwurm, auch Dürreperioden überstehen (Halloran & Vantomme, 2012; van Huis, 2011).

3.1.3 Landverbrauch

Der Platzverbrauch der reinen Tierhaltung von Insekten verglichen mit Rindern fällt um einiges geringer aus. Die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) regelt

den vorgeschrieben minimalen Platz, den Wirbeltiere in der Haltung zu Verfügung haben sollen. Kälber in Gruppenhaltung sollen bei einem Gewicht von 220kg mindestens 1,8 Quadratmeter Bodenfläche zu Verfügung haben. Ein Stall für Sauen in Gruppenhaltung mit über 40 Tieren soll mindestens 2,05 Quadratmeter pro Tier garantieren (Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz, 2001). In der Rindermast hat ein Bulle, der zwischen 300 und 700 Kilogramm wiegt und alleine in einem Tiefmiststall gehalten wird, mindestens 7,7 Quadratmeter Platzanspruch (Aulendorf, 2015). Bisher existieren keine Haltungsvorschriften für Insekten. In China zählt der Mehlwurm zu den meistgezüchteten Insekten. Er kann in Boxen mit den Maßen 65 x 50 x 15cm gezüchtet werden. Eine Tierdichte von 1,18 Larven pro Quadratzentimeter hat sich dabei als effizient bewährt (Cortes Ortiz et al., 2016)

Zum Landverbrauch werden in der Literatur auch Ackerflächen gezählt, die zur Ernährung der Tiere nötig sind (Oonincx & de Boer, 2012). 70% des landwirtschaftlichen Landes wird zu Tierhaltungszwecken verbraucht (Steinfeld et al., 2006). Hierbei wird das meiste Land durch die Rinderhaltung beansprucht. Der Vergleich bezieht sich auf die Produktion von einem Kilogramm essbares Protein. Rinder verbrauchen acht bis 14-mal mehr Land, um ein Kilogramm Protein aufzubauen als Mehlwürmer und Heuschrecken. Geflügel und Schweine verbrauchen zwar deutlich weniger Land als Rinder, jedoch zeigen auch sie zwei bis dreimal höhere Werte im Vergleich zu Mehlwürmern auf (Oonincx & de Boer, 2012; Sogari, 2015).

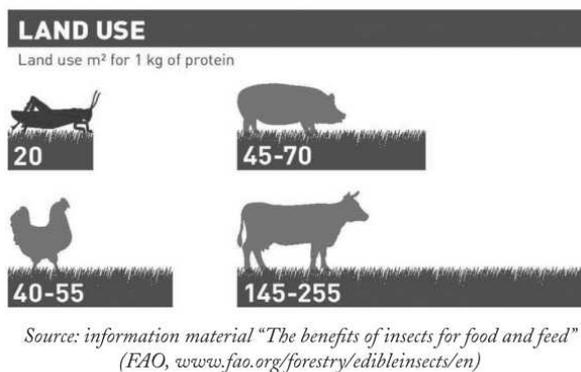


Abbildung 2: Landverbrauch Heuschrecke im Vergleich qm pro kg essbares Protein
Quelle: Sogari, 2015

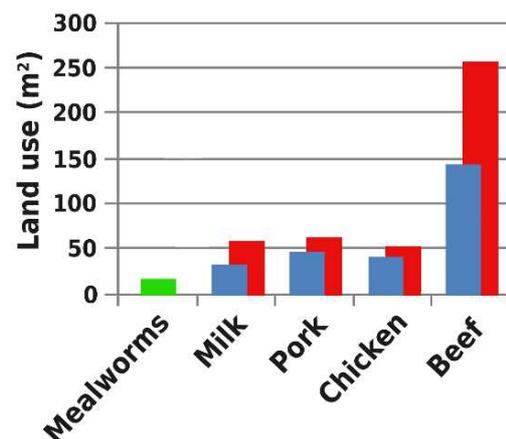


Abbildung 3: Landverbrauch Mehlwurm im Vergleich qm pro kg essbares Protein
Quelle: Oonincx & de Boer, 2012

3.1.4 Treibhausgas-Emission

15% der vom Menschen produzierten Treibhausgase weltweit entfallen auf die Haltung von Tieren (Steinfeld et al., 2006). Vor allem Wiederkäuer mit ihrem hohen Methanausstoß (CH_4) belasten die Umwelt. Aber auch der Ausstoß von Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Lachgas (N_2O) treibt den Klimawandel voran. Das Johann Heinrich von Thünen-Institut erforscht, ob eine Futterumstellung die Treibhausgasproduktion von Nutztieren vermindern kann. Dafür sollen die Kraftfuttermengen sowie Proteine und Fette im Futter angepasst werden. Außerdem muss die Gülle gasundurchlässig gelagert werden, um den Ausstoß zu reduzieren. Es bestehen allerdings oft keine Anreize bzw. mangelt es an der Umsetzbarkeit (Osterburg et al., 2009). Auch bei einer erfolgreichen Implementierung sind die reduzierten Emissionen noch um einiges höher, als die der Insekten.

In einer Studie von Oonincx et al. (2010) wurde getestet, wie viele Treibhausgase bestimmte Insektenpezies bei der Haltung und Fütterung produzieren. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 10 und 11 aufgeführt und stehen dort im Vergleich zu den Ergebnissen von Schweinen und Rindern. In Tabelle 10 sind die durchschnittlichen Tageszunahmen in Prozent des Körpergewichts, sowie die Treibhausgasproduktion der Spezies pro Kilogramm Massenzuwachs aufgelistet. Es fällt auf, dass die zwei Insektenpezies, der Mehlwurm (TM) und die Wanderheuschrecke (LM), täglich viel höhere Zunahmen in Prozent ihrer Körpermasse haben. LM kann täglich ihr Gewicht um ca. 19,6% steigern, ein Rind dagegen nur um 0,3%.

Die CO_2 -Produktion in Gramm pro Kilogramm Massenzuwachs zeigt, dass die Wanderheuschrecke am wenigsten Gas produziert. Das Rind ist mit 2835g CO_2 das umweltschädlichste Tier. Der Mehlwurm produziert etwa halb so viel wie ein Rind und etwas mehr als ein Schwein. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass Insekten im Vergleich zum Rind eine bessere Futtermittelverwertung aufweisen. Beim Methan-, Lachgas- und Ammoniak-Ausstoß weisen die Insekten eine bessere Bilanz auf, als die beiden konventionellen Nutztiere. Insekten produzieren so gut wie kein Methan, ein Rind hingegen 114g pro Kilogramm Zunahme. Beim Lachgas sind die Vergleichsanteile 25-60% von denen des Schweins und bei der Ammoniakproduktion ist die Menge kaum nennenswert.

Tabelle 10: Treibhausgasproduktion pro Kilogramm Massenzuwachs und tägliche Zunahme in Prozent des Körpergewichts

Spezies	g CO ₂	g CH ₄	mg N ₂ O	mg NH ₃	ø tägliche Zunahme
Mehlwurm	1031±349	0,1±0,03	25,5±7,70	1±2,0	7,3±2,5%
Wanderheuschrecke	734±119	0,0±0,11	59,5±104,8	36±10,8	19,6±2,1%
Schwein	865-1194	1,92-3,98	106-3457	1140-1920	3,2±0,53%
Rind	2835	114	.	.	0,3±0,07%

Quelle: Eigene Darstellung der Daten von Oonincx et al. 2010

In Tabelle 11 sind die gleichen Gase und Tiere aufgeführt, aber die Zahlen beziehen sich nun auf die Treibhausgasproduktion pro Kilogramm Körpermasse pro Tag. Da Insekten eine höhere tägliche prozentuale Zunahme aufweisen, fallen die täglich produzierten Gramm CO₂ pro Körpermasse auch höher aus als die der Nutztiere. Die Heuschrecke produziert täglich ca. 110g pro Kilo Körpermasse, der Mehlwurm etwa halb so viel, das Schwein nur 21,6g und ein Rind bis zu 7g. Die Autoren erklären das zuvor gute Ergebnis bei der Wanderheuschrecke damit, dass je höher die täglichen Zunahmen sind, desto weniger die ausgestoßenen Gramm CO₂ pro Kilogramm Massenzuwachs. Im Vergleich der Treibhausgasproduktion pro Kilo Körpermasse pro Tag lässt sich das hohe Ergebnis der Insekten rechtfertigen, weil sie einen höheren Sauerstoffkonsum pro Kilo Körpermasse haben. Es wird davon ausgegangen, dass die anteilige CO₂-Produktion pro O₂-Konsum für alle aufgeführten Tierspezies gleich ist.

Methan wird von den Insekten auch pro Kilogramm Körpermasse pro Tag kaum produziert. Und auch bei Lachgas und Ammoniak sind die Nutztiere gasbildender.

Tabelle 11: Treibhausgasproduktion pro Kilogramm Körpermasse pro Tag

Spezies	g CO ₂	g CH ₄	mg N ₂ O	mg NH ₃
Mehlwurm	61±9	0,00±0,002	1,5±0,13	0,0±0,09
Wanderheuschrecke	110±21	0,00±0,017	8,0±13,50	5,4±1,65
Schwein	21,6-29,6	0,049-0,098	2,7-85,6	4,8-75
Rind	5,3-7,0	0,239-0,283	.	14-170

Quelle: Eigene Darstellung der Daten von Oonincx et al. 2010

Nicht nur die ausgestoßenen Gase zu Lebzeiten der Tiere sind zu beachten, sondern auch das Erderwärmungs-Potenzial, das aufgrund von Transport, Schlachtung,

Lagerung und Verarbeitung entsteht. In der Literatur sind lediglich Werte zu Hühnern und Schweinen zu finden, die 17 bis 25% zur Erderwärmung beitragen. Für den Mehlwurm stehen noch keine Schätzwerte fest, da Mehlwürmern in der Humanernährung noch keine Verarbeitungsstandards zugeteilt sind und auch keine Daten über die Lagerung der Tiere vorliegen (Oonincx & de Boer, 2012).

3.1.5 Ethik

Einige Vegetarier, für die der Verzehr von Fleisch Gefühle des Ekels hervorruft, würden Insekten essen. Für einen Teil von ihnen scheinen Insekten also tatsächlich eine potenzielle Nahrungsquelle darzustellen. Dieses irrationale Verhalten begründen sie damit, dass sie nicht glauben, dass Insekten Schmerzen so empfinden können wie Menschen und Wirbeltiere. Wenn Insekten tatsächlich keinerlei Schmerzen spüren könnten, dann würde die Ethik der Situation einen weiteren Vorteil von Insektenkonsum gegenüber herkömmlichen Fleischkonsum darstellen.

Im Hinblick auf den Verzehr von Insekten ist die ethische Grundlage ein kontroverses Thema. In der Wissenschaft ist die Frage, ob Insekten bzw. allgemein wirbellose Tiere Schmerzen empfinden können, sehr umstritten. Die Ansicht, dass Insekten entwicklungsstechnisch so entfernt vom Menschen sind und deshalb keine Schmerzen empfinden können, steht der Ansicht entgegen, dass Insekten nicht menschenähnlich leiden, aber es wahrscheinlich dennoch tun (Gjerris et al., 2016).

1994 wurde zu diesem Thema ein Versuch an Fruchtfliegen durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass Fruchtfliegen, die einem Hitzereiz ausgesetzt waren, ein atypisches Bewegungsmuster entwickelten. Diese Erkenntnis führte zu der Annahme, dass Insekten ebenfalls schmerzempfindlich reagieren. Allerdings konnte auch festgestellt werden, dass Insekten mit verletzten Körperteilen nicht von ihrem normalen Verhalten abweichen. Das beste Beispiel stellt eine Heuschrecke dar, die weiterfrisst, obwohl sie von einer Gottesanbeterin gefressen wird. Hieraus wird wiederum abgeleitet, dass Insekten keine Schmerzen empfinden. Das Empfinden von Schmerzreizen ist bei Wirbeltieren von besonderer Bedeutung. Sie haben einerseits eine Alarmfunktion, um verletzte Körperteile zu schützen, andererseits werden Lernprozesse angeregt. Insekten hingegen zeigen häufig vorprogrammiertes Verhalten ohne Lerneffekte und versuchen bei einer Verhaltensänderung durch Schmerzreize nur größeren Schmerzen zu entgehen. Da Schmerzen im Gehirn entstehen, wird für ein Schmerzempfinden zudem ein „emotionales Gehirn“ gebraucht, welches in bisherigen Forschungen bei Insekten noch nicht entdeckt werden konnte. Allerdings ist ein fehlender Gegenbeweis noch kein Beweis.

Zusammenfassend beschreibt der jetzige Forschungsstand, dass Insekten Schmerzen wahrnehmen können, dabei aber keine Leiden empfinden (Erens et al., 2012). Ob die Situationsethik den Verzehr von Insekten gegenüber dem Verzehr von herkömmlichen Fleisch billigt, bleibt weiterhin ungeklärt.

3.2 Stärkung von wirtschaftsschwachen Regionen durch Insekten?

Unterernährung ist weltweit das Problem von ca. 805 Millionen Menschen. Jedem Einzelnen fehlt es dabei täglich an etwa 84 Kilokalorien (Nadeau et al. 2014). Vor einigen Jahren aus Notwendigkeit oder Tradition gegessen, wird der Verzehr von Insekten heute wieder bei der Jugend außerhalb Europas beliebt. Auf dem Land werden Insekten von den Subsistenzbauern gefangen und dann auf lokalen Märkten verkauft. Der Verzehr ist oft als Beilage auf den Tellern zu finden. Welche Spezies dabei genau verzehrt werden, hängt wiederum von der Region, deren Biodiversität und der Saison ab. In der Stadt hingegen sind die Insekten in gleichen Mengen ganzjährig verteilt zu kaufen, wobei dann nur ausgewählte Arten angeboten werden. Diese werden häufig nicht mehr wild gefangen, sondern schon professionell herangezüchtet und anschließend kühl gelagert oder gefrostet, um sie haltbar zu machen. Meist als Snacks auf die Hand, können sie dann nicht nur auf Märkten, sondern auch in Geschäften gekauft werden. Die Schaffung einer großen Branche mit neuen Arbeitsplätzen, bietet somit auch Möglichkeiten zum wirtschaftlichen Aufschwung (Müller et al., 2016). Nach Yen (2015) spielt das Züchten von Insekten als Nahrung derzeit noch eine untergeordnete Rolle. Es wird hauptsächlich wild gefangen und die Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit und das Ökosystem sind bislang noch ungewiss. Einige Spezies sind wahrscheinlich in der Lage sich so schnell zu reproduzieren, wie es im Moment gewünscht ist, aber nicht alle. Es fehlt an Informationen über die genauen Inhaltsstoffe, über externe Effekte und, schon auf niedrigster Ebene angefangen, über die Insekten selbst. Lokale und traditionelle Namen und Informationen zu bestimmten Insekten unterscheiden sich sehr von den wissenschaftlichen. Dieses System muss zu allererst einmal vereinheitlicht werden, um Missverständnisse auszuschließen.

Das Sammeln von Insekten in der Natur kann nachhaltig funktionieren, wie indigene Völker beweisen. Doch mit zunehmenden Druck durch immer größere Verkaufsmengen könnte die Schere zwischen arm und reich weiter auseinanderklaffen (Yen, 2015a).

Studien aus Laos zeigen, dass Entomophagie durchaus in der Lage ist das Proteinangebot zu steigern. Allerdings verhindern die Saisonalität und die derzeit noch

hohen Kosten von Insekten, dass diese wirklich häufig verzehrt werden. Am meisten profitieren die Frauen in Laos von der neuen Proteinquelle, da sie ihr Einkommen durch den Verkauf von Insekten auf Märkten am deutlichsten steigern können. Doch es wird auch hier davor gewarnt, die Umwelt auszubeuten, weshalb mehr Forschung im Bereich Züchtung und Biodiversität nötig ist (Barennes et al., 2015).

Durch essbare Insekten kann eine grüne, also nachhaltige, Wirtschaft in wirtschaftsschwachen Ländern auf den Weg gebracht werden. Genau das hat sich zumindest ein dänisches Projekt mit dem Namen „GREEINSECT“ zum Ziel gemacht. Als Projektland wurde Kenia in Ostafrika erwählt, weil der Insektenkonsum dort schon in der Bevölkerung verwurzelt ist, aber wenig Nachhaltigkeit betrieben wird. Es geht bei dem Projekt um die Züchtung von Insekten, die Vermeidung von Gesundheitsrisiken und anschließend soll die grüne Wirtschaft von den Konsumenten akzeptiert werden. Bei der Züchtung wirkt Thailand mit einer ausgereiften Wertschöpfungskette für Heuschrecken als Vorbild (Roos, 2014). Ein weiteres Projekt nennt sich „Flying Food“, welches in den letzten vier Jahren Erfolge feiern konnte. 2013 wurde in Kenia und Uganda damit begonnen, Landwirte in der Heuschreckenzucht auszubilden, damit diese ihre Einkommen etwas aufwerten konnten. Schon nach kürzester Zeit konnten 4000 Kleinbauern ihr Jahreseinkommen um 200€ steigern. Doch nicht nur die Zucht, sondern auch die weitere Verarbeitung, das Marketing, die Entwicklung der Wertschöpfungskette und ein umfassendes Evaluationssystem wird mit vorangetrieben. Der Wirtschaftszweig soll einerseits eine Verdienstmöglichkeit bieten, aber andererseits sollen Lebensmittel für kaufschwache Konsumenten entwickelt werden (<http://www.flyingfoodproject.com>, Stand 21.03.2017). Insekten sind also in der Lage wirtschaftsschwache Regionen auf mehrere Arten positiv zu beeinflussen. Einerseits stellen sie eine Möglichkeit für zusätzliche Kilokalorien dar und werten die Ernährung der armen Bevölkerung auf. Andererseits können durch den Insektenkonsum neue wirtschaftliche Infrastrukturen entstehen, die neue Arbeitsplätze generieren und das Einkommen der Bevölkerung erhöhen.

4 Innovationen in der Lebensmittelbranche

Neue Lebensmittel können in Europa nicht einfach auf den Markt gebracht werden. Um qualitative Mängel auszuschließen und Sicherheitsrisiken zu vermindern, muss jedes neuartige Nahrungsmittel einen langen Genehmigungsprozess durchlaufen, der bis zu dreieinhalb Jahre dauern kann und kostenintensiv ist (Europäische Kommission, 2015). Bis zum Jahr 2015 wurden in der ganzen EU insgesamt 180 Zulassungsanträge gestellt,

von denen 80 als Novel Foods tatsächlich in der EU zugelassen wurden (European Commission, 2017). Der Begriff „Novel Food“ ist der Überbegriff für alle neuartigen Lebensmittel, die modifiziert wurden, aus Mikroorganismen, Algen oder Pilzen bestehen oder bei denen ein neues Herstellungsverfahren zum Einsatz kommt. Des Weiteren fallen unter diesen Begriff alle neuen Produkte, die aus Pflanzen oder Tieren bestehen, bzw. aus diesen hergestellt worden sind (BVL, 2017). Zu letzterem gehört z.B. der noni Saft, der aus einer tahitischen Pflanze gewonnen wird. Ein Beispiel für eine neue Herstellungstechnologie sind Lebensmittel, die mit Phytosterolen angereichert werden, um das Cholesterin zu senken, oder der Fettersatzstoff Salatrim (European Commission, 2017). Als neu wird ein Lebensmittel dann bezeichnet, wenn es vor dem Stichtag am 15. Mai 1997 in noch nicht nennenswertem Umfang in der EU verzehrt wurde (BMEL, 2017).

4.1 Die Novel-Food-Verordnung

Am 15. Mai 1997 hat das Europäische Parlament zusammen mit dem Rat der Europäischen Union die Verordnung (EG) 258/97, die „Novel-Food-Verordnung“ auf den Weg gebracht. In dieser Verordnung sind die Beschlüsse zu neuartigen Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten niedergeschrieben.

Aufgrund der Tatsache, dass in jedem einzelnen Mitgliedsstaat der EU unterschiedliche Rechtsvorschriften zum Umgang mit neuartigen Lebensmitteln existierten, war die Notwendigkeit einer einheitlichen Regelung geschaffen. Diese sollte Handelshemmnisse aus dem Weg räumen und den Wettbewerb fördern. Außerdem sollte ein allgemeiner Sicherheitsstandard festgelegt werden.

Nach Artikel 1 sind alle Lebensmittel und Zutaten dann neuartig, wenn sie „bisher noch nicht in nennenswertem Umfang für den menschlichen Verzehr verwendet wurden“. In Absatz 2 sind alle neuartigen Varianten aufgezählt, so z.B. Lebensmittel und Zutaten aus genetisch veränderten Organismen, aus Algen, Pilzen oder Mikroorganismen. Es ist keine exakte Regelung zu Insekten als Lebensmittel zu finden. Lediglich in 2e) sind Zutaten erwähnt, die aus Tieren isoliert wurden, „die mit herkömmlichen Vermehrungs- oder Zuchtmethoden gewonnen wurden und die erfahrungsgemäß als unbedenkliche Lebensmittel gelten können“. Ob die Vermehrung von Insekten herkömmlich ist, wird nicht explizit erklärt.

In Artikel 3 wurde festgelegt, dass von dem neuartigen Produkt keinerlei Schäden für Verbraucher ausgehen darf und der Verbraucher durch das neue Produkt auch nicht getäuscht werden darf (Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen

Union, 1997).

Diese alte Novel-Food-Verordnung legt den Umgang mit verarbeiteten und Teilen von Insekten fest, die vor dem Stichtag (15. Mai 1997) in der EU noch nicht mehrheitlich von Menschen konsumiert wurden. Diese Insektenteile dürfen nicht ohne gültige Sicherheitsbewertung in der EU veräußert werden. Ganze Insekten fallen nach der Verordnung nicht in die Kategorie „neuartiges Lebensmittel“. Aus diesem und weiteren Gründen war eine Überholung der Novel-Food-Verordnung nötig (Bayrisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, 2017).

Am 31. Dezember 2015 ist eine neue Novel-Food-Verordnung (EU) 2015/2283 in Kraft getreten (BMEL, 2017). Diese gilt aber erst vollständig am 01.01.2018 und regelt dann explizit den Umgang mit ganzen Insekten (Rumpold & Schlüter, 2016). Auf der Homepage des Europäischen Parlamentes ist unter „Aktuelles“ ein Artikel über Innovationen im Lebensmittelbereich zu finden. In diesem Artikel vom 28.10.2015 werden Insekten unter dem Begriff Novel Food bereits aufgeführt. Es heißt hierzu: Unter Novel Food werden Lebensmittel verstanden, die „aus Tieren oder Teilen von Tieren bestehen, isoliert oder hergestellt wurden, inkl. ganze Tiere wie beispielsweise Insekten“ (Europäisches Parlament, 2017).

Zusätzlich soll sich durch die neue Verordnung das bislang dreieinhalb Jahre lange Zulassungsverfahren verkürzen und neue Technologien leichter verwaltet werden können. Die europäische Lebensmittelsicherheits-Behörde (EFSA) übernimmt bei der Zulassung die Risikobewertung (Europäische Kommission, 2015).

4.2 Aktuelle gesetzliche Lage

Mit der alten Novel Food Verordnung (Verordnung (EG) 258/97), wie sie derzeit gilt, ist in Europa noch keine einheitliche Regelung bezüglich der Entomophagie gefunden. In Belgien und den Niederlanden können Insekten im Supermarkt gekauft werden (Rumpold & Schlüter, 2016). In Deutschland sind Insektenteile in der Human- und Nutztierernährung bislang verboten (außer sie wurden explizit zugelassen oder schon vor dem 15. Mai 1997 konsumiert). Für ganze Insekten besteht derzeit allerdings bis zum 01.01.2018 keine Regelung, weshalb diese veräußert werden dürfen. Um ein Produkt in Deutschland zu vermarkten, müssten die Insekten also als solche erkennbar sein. Sobald sie untergemengt werden, zählen sie gesetzlich als neuartiges Lebensmittel und müssen im Rahmen der Novel Food Verordnung zugelassen werden. Solange die Novel-Food-Verordnung auf die Erkennbarkeit von Insekten in Produkten pocht, steht sie damit der Akzeptanz von Insekten als Lebensmittel in Europa im Weg (de-Magistris et al., 2015).

Nur, weil das Zulassungsverfahren für neue Lebensmittel so aufwendig ist, heißt das nicht, dass auf dem deutschen Markt keine Insekten zu finden sind. Schon heute können sie in einigen Geschäften in Deutschland erworben werden, wenn sie bereits vor dem Stichtag (15. Mai 1997) verzehrt wurden. Zu nennen sind hier der besondere Tequila Mezcal, der Falterraupen beinhaltet. Mezcal wird aus einer Agavenpflanze hergestellt auf der Dickkopffalter oder Holzbohrer leben. Diese werden dann zusammen konsumiert. Des Weiteren können Lutscher mit kandierten Insekten erworben werden. Ansonsten können bestimmte Spezies auch in ausländischen Fachgeschäften gekauft werden. In asiatischen Läden ist es häufig möglich Seidenspinner zu kaufen und im afrikanischen Handel gibt es teilweise getrocknete Falterraupen. Online können bei einigen Shops in Deutschland gezüchtete, verzehrfertige Insekten erworben werden, die den deutschen Hygienestandards entsprechen. Die Ware ist oft gefriergetrocknet oder frittiert (Fehlhaber, 2015).

Seit der Einführung der neuen Novel-Food Verordnung (EU) 2015/2283, gilt die gesetzliche Lage in Bezug auf Insekten nun endgültig als geregelt. Ab dem 01.01.2018 werden auch ganze Insekten explizit als Lebensmittel kategorisiert (BVL, 2017). Wenn ein Unternehmen ganze Insekten oder Insektenprodukte als Lebensmittel veräußern will, so muss ein Antrag auf Zulassung gestellt werden. In Deutschland ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) die entsprechende Behörde, an die Zulassungsanträge gerichtet werden müssen. Jeder Antragsteller muss darin beweisen, dass sein Produkt ungefährlich ist, keine Ernährungsmängel hervorruft und den Verbraucher nicht in die Irre führt. Ferner soll der Antrag schon einen Designvorschlag für das Produkt und ein angemessenes Etikett enthalten. Nach Erhalten muss das BVL dann innerhalb von drei Monaten einen Bericht zur Erstprüfung verfassen. Dieser ist dann für alle Mitgliedstaaten der EU zugänglich und kann 60 Tage lang kritisiert werden. Anschließend muss die Europäische Kommission eine endgültige Entscheidung zum kompletten Produktvorschlag fällen. Diese Prozedur ist nicht nur zeit- sondern auch kostenintensiv und beläuft sich zwischen 2.556 Euro und 5.112 Euro. Die Kosten müssen auch bei vorzeitiger Rücknahme oder Ablehnung des Antrags entrichtet werden (BVL, 2017). Auch in der Tierernährung ist der Einsatz von Insekten nicht den Landwirten überlassen. Derzeit ist das Verfüttern von Insekten an Nutztiere untersagt, da tierische Proteine, außer teilweise Milch und Eier, nach Verordnung (EG) Nr. 999/2001 in der Tierernährung verboten sind (BfR, 2017).

4.3 Neophobie und Ängste

Insektenbasierte Produkte haben das Potenzial eine Neophobie hervorzurufen (Caparros Megido et al., 2016). Die Angst vor Neuem ist neben der Neugierde in jedem Lebewesen verankert. Die Angst fungiert dabei als Schutz vor Risiko und Gefahr (James, 1890). Die Ungewissheit in Bezug auf Inhaltsstoffe und allergenes Potenzial einerseits und der Ekel vor Insekten andererseits führt häufig zum strikten Ablehnen von Insekten in der menschlichen Ernährung. Teilweise sind die Ängste in der Bevölkerung auch nicht vollkommen unbegründet, denn ganz ungefährlich sind die Kerbtiere selten. So enthält die in Afrika verzehrte Seidenraupe (*Anaphe venata*) z.B. bestimmte Proteine, die neuronale Schäden hervorrufen können. Allerdings können diese Inhaltsstoffe durch Kochen oder Trocknen der Raupe unschädlich gemacht werden. Auch andere Insekten (*Cirina forda*), die in Tierversuchen als toxisch eingestuft wurden, konnten durch Kochen entgiftet werden (van Huis, 2011). Die EFSA teilt essbaren Insekten ein allergenes Potenzial zu. Vor allem durch Stiche können Ausschläge, Entzündungen der Schleimhäute und Bindehäute, Asthma und Schwellungen ausgelöst werden. Neben den Stichen und Bissen sind solche Reaktionen manchmal durch den bloßen Kontakt oder durch Inhalation möglich. Dokumentationen bescheinigen allergische Reaktionen und sogar anaphylaktische Schocks beim Kontakt mit Mehlwürmern. Nach Empfehlungen der EFSA ist hier noch weitere Forschung nötig. Allergien werden meist durch (Glyko-) Proteine ausgelöst und da Insekten eine Proteinquelle bilden, geht von ihnen auch allergenes Potenzial aus. Die Insektenallergie könnte so häufig vorkommen wie Schalentier- oder Spinnentierallergien. Die Allergene sind den Weichtier- und Helminthenallergenen sehr ähnlich, was zu Kreuzallergien führen kann. Aus diesem Grund empfiehlt die Behörde auch, dass die Insektenallergene auf Produktverpackungen aufgeführt werden (EFSA Scientific Committee, 2015).

Studien zufolge wurden in Hausfliegen und Soldatenfliegen einige Schadstoffe nachgewiesen. Darunter konnten Arzneimittelrückstände, Insektizide, Mykotoxine, Dioxin und Schwermetalle nachgewiesen werden. Bis auf den Schwermetallgehalt lagen alle anderen Schadstoffe unter den von der EU zugelassenen Höchstmengen und gelten damit als ungefährlich. Bei den Schwermetallen ist der Cadmiumgehalt als kritisch zu betrachten und liegt mit bis zu 0,72mg pro Kilogramm Hausfliege über den zu verantwortenden 0,5mg Cadmium pro Kilogramm Produkt (Charlton et al., 2015). In einer weiteren Studie konnte gezeigt werden, dass die Soldatenfliege und der Mehlwurm bei Fütterung von mit Cadmium angereichertem Futter, Cadmium anhäufen können. Die

Soldatenfliege häuft das Schwermetall dabei besonders stark an. Das heißt, auch bei Insekten muss auf ein einwandfreies Futter geachtet werden, wenn diese selbst als Futter eingesetzt werden sollen (Diener et al., 2011; Van Der Fels-Klerx et al., 2016).

Auch die Angst, dass Insekten Krankheiten übertragen könnten, ist präsent. Zoonosen wie BSE, Schweinegrippe oder die derzeit wieder verbreitete Geflügelpest verunsichern die Bevölkerung. Doch Experten halten es für unwahrscheinlich, dass essbare Insekten ein ebenso gefährliches Virus verbreiten, da sie von ihrer biologischen Klassifikation viel weiter von den Menschen entfernt sind als die herkömmlichen Nutztiere (van Huis, 2011). Zwar konnten, wie in jedem Lebewesen, auch einige Pathogene in Insekten nachgewiesen werden, allerdings vermehren sich diese nicht in ihrem Verdauungstrakt, wie das bei Schweinen oder Geflügel der Fall ist. Von Viren, Parasiten, Pilzen und Prionen geht ebenfalls keine Gefahr für den Menschen aus. Allerdings ist es möglich, dass Insekten als Vektor für eben diese fungieren, wobei sich das Risiko durch eine einwandfreie Hygiene in der Haltung, Fütterung und Verarbeitung aber stark einschränken lässt (EFSA Scientific Committee, 2015).

4.4 Erhöhung der Kaufbereitschaft und Beseitigung der Ängste

Es konnten einige Faktoren identifiziert werden, die zur Erhöhung der Akzeptanz und somit Kaufbereitschaft beitragen können. Für die teilnehmenden Australier und Niederländer einer Studie spielten der Preis und die Qualität der Produkte eine besonders wichtige Rolle. Befragte Personen konnten weder Risiken, noch Vorteile im Zusammenhang mit dem Insektenkonsum benennen, assoziierten Insektenprodukte aber mit Natürlichkeit. Vorinformationen wirkten sich besonders positiv aus, wenn sie von Wissenschaftlern bereitgestellt wurden und somit als vertrauensvoll angesehen wurden. Letztlich erhöhte der Bekanntheitsgrad die Akzeptanz nicht, aber die Zweckmäßigkeit diese umso mehr (Lensvelt & Steenbekkers, 2014).

Durch eine gute Informationsbereitstellung können Neophobien beseitigt oder zumindest abgeschwächt werden. Der Konsument muss wissen, dass Insekten wirklich essbar sind und worin die Vorteile bestehen. In den Medien müssen Insekten häufiger als Nahrungsquelle thematisiert und durch Verkostungen kann die Hemmschwelle gesenkt werden (Caparros Megido et al., 2014). Es bleibt zu klären, ob eine Informationsbereitstellung neben dem positiven Einfluss auf die Bekämpfung von Ängsten auch einen Einfluss auf die Akzeptanz von Insektenprodukten hat.

Im Falle von Insekten könnte die Akzeptanz verbessert werden, indem sie in Europa vor

allem in verarbeiteter Form angeboten werden. Dieses Vorgehen trägt dazu bei, die Verankerung des Tierdaseins in den Köpfen zu lösen (Hamerman, 2016). So könnten sie unter Grundzutaten wie Mehl oder Zucker gemischt werden und die Protein- bzw. Fettsäurestruktur aufwerten ohne wirklich hervorzustechen. Hierzu muss aber eine verträgliche Lösung mit dem geltenden Gesetz gefunden werden. Eine Verbindung von unbekanntem Nahrungsmitteln mit Bekanntem stellt häufig eine Möglichkeit dar, die Akzeptanz ebenfalls zu vergrößern. Eine weitere Vorgehensweise stellt das Überziehen mit Schokolade dar. Dadurch können die Tiere eher als Delikatesse vertrieben werden. Je weniger Insekten im Essen erkannt werden, desto höher fällt die Absicht, dieses zu essen, aus (Schösler et al., 2012).

Letztendlich muss erreicht werden, dass Menschen Insekten nicht mehr als eklige Tiere, sondern als Lebensmittel kategorisieren. Das funktioniert am ehesten, wenn Verbrauchern (schnelle) Zubereitungsweisen und Tricks gezeigt werden, sodass der Konsum erlebbar wird. Auch Kinder können mit dem Thema Entomophagie durch Projekte wie dem „essbaren Garten“ vertraut gemacht werden. Die „insektivore Gastronomie“ hilft ebenfalls bei der Annäherung an den Insektenverzehr (Hamerman, 2016). Denn die Resonanz nach durchgeführten Verkostungen war mehrheitlich positiv (Lensvelt & Steenbekkers, 2014).

5 Methoden

Zur Untersuchung der Akzeptanz und des Potenzials von Insekten als Nahrungsmittel wurde eine Online-Befragung durchgeführt, die verschiedene Analysen möglich machte. Im ersten Teil wurde das Einkaufsverhalten der Teilnehmer abgefragt. Anschließend galt es allgemeine Fragen zu Insekten zu beantworten. Im dritten Teil wurden Entscheidungssituationen präsentiert und zum Schluss wurden Lifestylefragen gestellt. Die Lifestylefragen sind angelehnt an die Lifestyle Skala von Grunert et al. und an die Foodies Studie (Grunert et al., 1993; Hemmerling et al., 2016). Die Skalierung entspricht meist einer Likert-Skala, die von einer fünf- in eine sieben-Punkte-Skala abgewandelt wurde. Eine vergebene eins soll dabei die ablehnende Haltung präsentieren, während eine sieben für vollständige Zustimmung steht (Likert, 1932). Der Fragebogen war online zwischen dem 10.11.16 und 29.11.16 verfügbar. Die Rekrutierung der Teilnehmer wurde mittels sozialer Netzwerke, Email oder mündlich durchgeführt. Insgesamt nahmen 343 Menschen an der Befragung teil. Der komplette Fragebogen ist im Anhang einzusehen.

5.1 Auswahlbasierte Conjoint-Analyse

Um die Präferenzen und Einstellungen von Menschen zu neuartigen Lebensmitteln wie Insekten zu ermitteln, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine auswahlbasierte Conjoint-Analyse (CBCA) durchgeführt. Im Gegensatz zur traditionellen präferenzbasierten Conjoint-Analyse (TCA), in der Präferenzen beispielsweise direkt durch Rankings abgefragt werden, funktioniert die Ermittlung der Präferenzen in der CBCA indirekt, indem Entscheidungen beobachtet werden. Das bringt den Vorteil mit sich, dass Wahrscheinlichkeiten für eine bestimmte Wahl zusätzlich zu den Teilnutzenwerten und Wichtigkeiten ermittelt werden können. Außerdem ist es möglich, mit relativ wenigen Informationen ein Modell zu schätzen und auch hypothetische Produkte können getestet werden (Backhaus et al., 2015).

Mit Hilfe von SPSS 20 wurde ein orthogonales Design erzeugt, welches neun Mal zwei Burgeralternativen enthielt, sowie zusätzlich die Option, keines der beiden Produkte zu wählen. In Abbildung 4 ist eine solche Entscheidungssituation beispielhaft abgebildet. SPSS ermöglicht ein reduziertes Design zu erzeugen, das nur die Haupteffekte enthält (IBM, 2011). Nach Beantwortung allgemeiner Fragen zum Einkaufsverhalten und zu Insekten, musste jeder Teilnehmer zwischen den zwei Burgeralternativen wählen. Diese unterschieden sich als erstes visuell durch Fotos. Es gab ein gesundaussehendes Foto (Produkt A) und ein weniger gesund aussehendes Foto (Produkt B). Darunter wurden verschiedene Attribute aufgelistet.

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Insekt & Rind

Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 2,48€

Konventionelle Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Rind



Preis pro 100g: 0,71€

Konventionelle Produktionsweise

11. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Abbildung 4: Beispiel einer Entscheidungssituation

Bratlings-Zusammensetzung:

Die Bratlings-Zusammensetzung macht dabei den wesentlichen Unterschied aus. Der Bratling konnte aus Rindfleisch bestehen oder aus Insekten mit Rindfleisch gemischt. Die Insekten konnten dabei nicht erkannt werden und es waren auch keine weiteren Informationen über den prozentualen Anteil, die Spezies oder Weiteres bekannt.

Health Claim:

Die präsentierten Gerichte konnten mit gesundheitsbezogenen Aussagen versehen werden. In diesem Fall konnte das Fleisch entweder „reich an Omega-3-Fettsäuren“ sein oder nicht. Der Teilnehmer wurde vorher auf einer Informationsfolie informiert, dass Omega-3-Fettsäuren essenzielle Fettsäuren sind, die Herz und Gefäße schützen und das Immunsystem stärken.

CO₂-Emission:

Zur Untermalung wie viel CO₂-Emissionen 100g des Bratlings eigentlich produzieren (angefangen von der Aufzucht und Haltung des Tieres, über die Verarbeitung, den Transport und schließlich bis zum Vertrieb an den Endkunden), wurden symbolisch abgasproduzierende Autos eingefügt. Es konnten ein bis drei Autos pro Burgeralternative abgebildet werden, wobei die CO₂-Emission mit der Anzahl der Autos steigt.

Preis:

Der Preis konnte drei Ausprägungen annehmen. Der günstigste Bratling kostete 0,71€/100g, der mittelpreisige 1,24€/100g und das Premiumangebot 2,48€/100g. Alle Preise wurden bei verschiedenen Supermärkten recherchiert.

Produktionsweise:

Die Produktionsweise konnte zwischen biologisch und konventionell variieren.

Non-Option:

Es war generell möglich keins der beiden gezeigten Produkte zu wählen.

Tabelle 12: Zusammenfassung der Eigenschaften und Ausprägungen einzelner Produkte

Eigenschaften	Ausprägungen	Datenkürzel
Visueller Eindruck	gesund	pic_g
	ungesund*	pic_ug
Bratlings- Zusammensetzung	Rindfleisch	pat_r
	Insekt & Rind*	pat_i
Health Claim	Health Claim	HC
	Kein Health Claim*	no_HC
CO ₂ -Emission	1 Auto	co2_1
	2 Autos	co2_2
	3 Autos*	co2_3
Preis	0,71€	price_S
	1,24€	price_M
	2,48€*	price_L
Produktionsweise	biologisch	bio
	konventionell*	konv
kein Kauf	kein Kauf	none

*Ausprägungen mit Stern stellen die Basiskategorie dar

Mit der CBCA sollte herausgefunden werden, inwieweit die einzelnen Attribute zum Gesamtnutzen des Produktes beitragen. Des Weiteren konnte herausgefunden werden, wie wichtig die einzelnen Attribute für die Teilnehmer sind, um Präferenzen zu bilden (Handl, 2010).

5.2 Aufbau des Modells

Lancaster Modell der Nutzenfunktion (Lancaster, 1966):

$$U_{njt} = nobuy + b_1 pic_{ijt} + b_2 patty_{ijt} + b_3 claim_{ijt} + b_4 em_{ijt} + b_5 price_{ijt} + b_6 prod_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$

Der Gesamtnutzen ergibt sich aus den einzelnen Attributen multipliziert mit den Koeffizienten. Nobuy beschreibt die dritte Option, keine Alternative zu wählen. Bei einem Nichtkauf nimmt diese Dummyvariable den Wert 1 an, bei Wahl eines Produktes A oder B bleibt sie 0. Die Variablen pic (Bild), patty (Patty-Zusammensetzung), claim (Health Claim) und prod (Produktionsweise) enthalten jeweils nur zwei Merkmalsausprägungen,

weshalb diese ebenfalls zu Dummyvariablen transformiert werden können. Die zwei letzten Variablen em (CO₂-Emission) und price (Preis) haben jeweils drei Merkmalsausprägungen. Eijt ist der Störwert, eine Zufallsvariable, die auch miteinbezogen werden muss. Nach Lancaster wählt jeder Teilnehmer das Produkt, welches den größten Nutzen verspricht.

Als eine Hauptaufgabe der Masterarbeit sollte untersucht werden, wie hoch das Potenzial von insektenbasierten Lebensmitteln ist und wie das Potenzial noch vergrößert werden kann. Dazu wurde wie in Abbildung 5 dargestellt eine potenzielle Wirkkette entworfen. Es sollte untersucht werden inwieweit sich Teilnehmer durch unterschiedliche Vorinformationen in ihrer Auswahlituation beeinflussen lassen. Eine Vorinformation zu Insekten könnte die Wahl eines Insektenprodukts positiv beeinflussen, während entsprechend die Wahl eines reinen Rindfleischburgers negativ beeinflusst werden könnte.

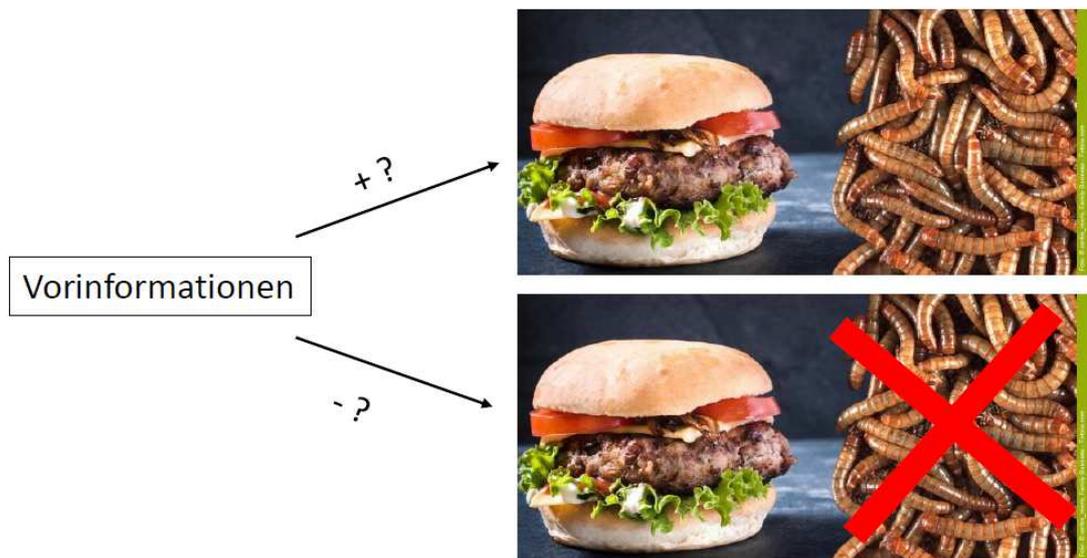


Abbildung 5: Potenzieller Einfluss von Vorinformationen auf die Produktwahl

Bildquelle: [9] <https://utopia.de>

Dazu mussten die Teilnehmer in drei möglichst gleichgroße Gruppen eingeteilt werden, wobei alle Gruppen sich in ihren soziodemografischen Daten nicht unterscheiden sollten, um eine Verzerrung der Ergebnisse durch diese Faktoren zu verhindern. In Abbildung 6

wurde die Einteilung der Stichprobe schematisch dargestellt:

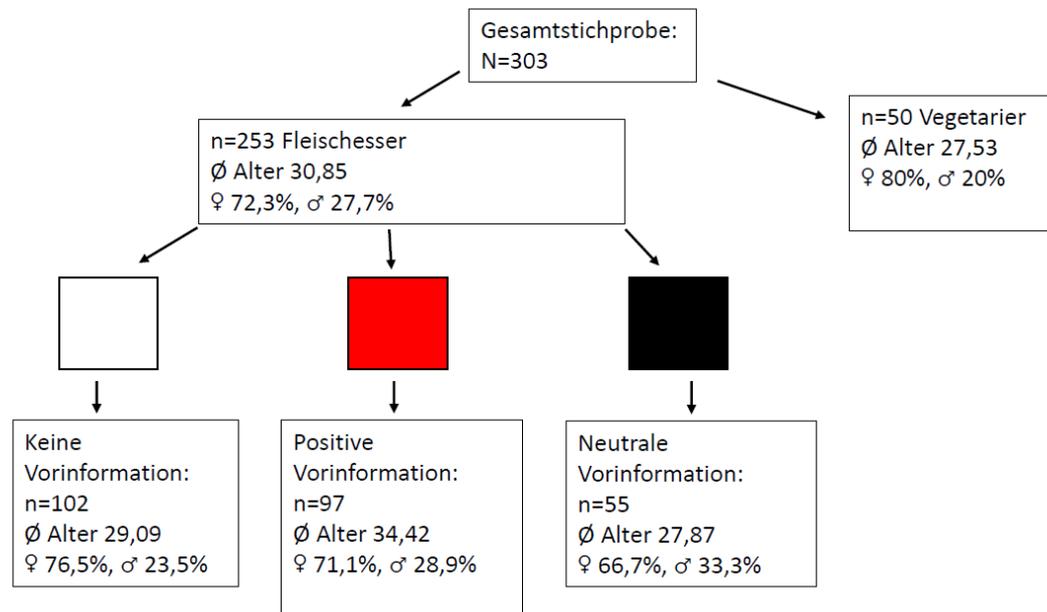


Abbildung 6: Aufteilung der Stichprobe

Die Einteilung in Gruppen erfolgte durch eine Farbwahl von „weiß“, „rot“ oder „schwarz“, wobei die Vegetarier rausgefiltert wurden, weil beim eigentlichen Choice-Experiment nur fleischhaltige Alternativen präsentiert wurden. Teilnehmer, die „weiß“ wählten, wurden der Basisgruppe zugeteilt, die keine Vorinformationen vor dem eigentlichen Experiment erhielt. Für Gruppe „rot“ war ein Text mit positiven Fakten zum Insektenkonsum bzw. negativen Fakten zum Fleischkonsum hinterlegt. Letztlich erhielt Gruppe „schwarz“ einen kurzen, neutralen Text. Die Informationstexte sind im Folgenden dargestellt:

Positiver Vorinformationstext (rote Farbwahl):

Der Klimawandel bedroht die zukünftige Nahrungsmittelsicherheit und stellt Experten immer wieder vor die Frage, wie die Welt ernährt werden soll. Gerade der stetige Konsum von Fleisch, mit seinen negativen Umweltaspekten, den verbundenen Gesundheitsrisiken und katastrophalen Umständen in Entwicklungsländern, heizt die Suche nach alternativen Proteinquellen an. Der Verzehr von Insekten und insektenbasierten Lebensmitteln wird heute immer häufiger als Lösungsansatz diskutiert. Zukunftsprognosen zufolge könnte der Verzehr von Insekten das Proteinangebot weltweit um 10% steigern und somit den Hunger auf der Welt eindämmen und gleichzeitig

die Nachhaltigkeit in Entwicklungsländern steigern. Letzteres wird deutlich durch den geringen Futtereinsatz und Wasserverbrauch in der Insektenzucht.

Weltweit stehen Insekten bei ca. 2 Milliarden Menschen auf dem Speiseplan. Es gibt rund 2000 essbare Arten, die sich in Geschmack und Inhaltsstoffen sehr unterscheiden. Der Geschmack wird meist als nussig, Avocado-ähnlich oder Mais-ähnlich beschrieben. Je nach Art enthalten Insekten vor allem nützliche Eiweiße und ungesättigte Fettsäuren, aber auch Vitamine und Spurenelemente wie zum Beispiel Eisen. In Europa ist der Verzehr noch nicht verbreitet, sondern eher in Form von Spezialitäten bekannt. Allerdings können Insekten auch in verarbeiteter Form beigemischt werden und so beispielsweise die Eiweißstruktur der Nahrung aufwerten.

Neutraler Vorinformationstext (schwarze Farbwahl):

Weltweit stehen Insekten bei ca. 2 Milliarden Menschen auf dem Speiseplan. Es gibt rund 2000 essbare Arten, die sich in Geschmack und Inhaltsstoffen sehr unterscheiden. In Europa ist der Verzehr noch nicht verbreitet, sondern eher in Form von Spezialitäten bekannt. Allerdings können Insekten auch in verarbeiteter Form beigemischt werden und so beispielsweise die Eiweißstruktur der Nahrung aufwerten.

Um sicherzustellen, dass die Randomisierung durch die Farbwahl einigermaßen gleichwertige Gruppen erstellt hat, die sich in den soziodemografischen Faktoren möglichst nicht unterscheiden, kann ein chi-Quadrat-Test durchgeführt werden. In den Kreuztabellen mit den Variablen Alter, Geschlecht, Bildung und Einkommen ergibt sich meist ein asymptotischer p-Wert von größer als 0,05. Das bedeutet, dass es mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Irrtum wäre, die Hypothese, dass alle Farbgruppen gleich sind, abzulehnen. Einfach ausgedrückt hat die Aufteilung gut geklappt und die Mitglieder der drei Farbgruppen unterscheiden sich nicht großartig in ihren Soziodemografika.

5.3 Literatureinblick und Ableitung der Hypothesen

Essbare Insekten lösen bei der Bevölkerung eine Nahrungsmittelphobie aus, die nur abgeschwächt werden kann, indem Insekten „unsichtbar“ untergemischt werden. Allerdings ist das nach derzeitiger Gesetzeslage verboten und Insekten müssten in der Nahrung als Ganzes erkennbar sein (de-Magistris et al., 2015). Es wurde herausgefunden, dass die Bewertung solcher Produkte einerseits von schon bestehenden Informationen, die ein Konsument über insektenbasierte Lebensmittel hat,

abhängt und andererseits auch davon, ob Insekten schon einmal verzehrt wurden und dieses als positiv empfunden wurde. Es wurde ebenfalls bewiesen, dass in der westlichen Welt Männer die Gesamterscheinung und Gesamtnote von Insektenprodukten besser bewerten als Frauen (Caparros Megido et al., 2016).

Das Alter scheint keine Auswirkungen auf die Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Nahrungsmitteln zu haben (Pelchat, 2000). Wenn es schon einmal zu einer Verkostung kam, dann haben diese Probanden gegenüber Menschen, die noch nie Insekten probiert haben, eine signifikant positivere Einstellung gegenüber Insekten (Lensvelt & Steenbekkers, 2014).

Vorinformationen können die Zahlungsbereitschaft für Insektenprodukte nicht beeinflussen. Es spielt keine Rolle, wenn Teilnehmer vor dem Experiment keine, neutrale oder positive Informationen bekommen. Auch die Akzeptanz kann durch Vorinformationen nicht erhöht werden (Pascucci & De-Magistris, 2013).

Daraus lassen sich folgende Hypothesen formen:

1. Männer sind gegenüber Insekten als Lebensmittel aufgeschlossener als Frauen.
2. Personen, die eine positive oder neutrale Vorinformation vor den Choice Sets bekommen, entscheiden sich mit gleicher Wahrscheinlichkeit für die insektenbasierte Variante wie Personen ohne Vorinformation.
3. Teilnehmer, die schon einmal Insekten gegessen haben, ziehen einen höheren Nutzen aus Insektenprodukten als Teilnehmer, die noch nie Insekten probiert haben.
4. Menschen, die schon einmal Insekten probiert haben, haben eine positivere Einstellung gegenüber Insekten, als Menschen, die noch nie Insekten gegessen haben.
5. Vorinformationen haben keinen Einfluss auf die Wahl eines bestimmten Lebensmittels.

5.4 Schätzung des Modells

Bei der CBCA werden mit Hilfe eines Logit-Choice-Modells die Teilnutzen der einzelnen Attribute bestimmt. Nach Umrechnungsvorgängen sagen diese aus, zu wie viel Prozent sich die Wahl der Teilnehmer durch dieses eine Attribut erklären lassen. Die

Wahrscheinlichkeit für die Wahl ist zuerst einmal nicht beobachtbar. Die herangezogene Methode ist deshalb die Maximum-Likelihood-Schätzung, bei der die Schätzwerte so gewählt werden, dass die Daten am plausibelsten erscheinen. Anders ausgedrückt werden die Teilnutzen so gewählt, dass die Plausibilität (Likelihood) maximal wird.

Die Schätzung des Modells wurde mittels Statistikprogramm SPSS durchgeführt. Durch die Funktion der Cox-Regression ist es möglich eine CBCA mit mehr als zwei Alternativen auszuwerten. Die unabhängigen Variablen bilden die Ausprägungen der einzelnen Eigenschaften. Jeweils eine Ausprägung muss allerdings als Basiskategorie festgehalten werden und erhält somit automatisch den Teilnutzen 0,0 (Backhaus et al., 2015).

6 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Analyse des Fragebogens beleuchtet.

6.1 Deskriptive Beschreibung der Stichprobe

Tabelle 13: Einkaufsstättenwahl

	Supermarkt	Discounter	Fachhandel	Wochenmarkt	Online
>1/w	39,2%	24,8%	2,6%	2,3%	0,6%
1/w	40,8%	35%	8,4%	11,9%	1,6%
2-3/m	10%	12,5%	15,8%	6,1%	2,6%
1/m	4,5%	6,4%	11,6%	12,2%	3,9%
<1/m	4,2%	14,1%	37%	37%	14,1%
nie	1,3%	7,1%	24,8%	30,5%	77,2%

„w“ Woche, „m“ Monat

Bei der Befragung, wo die Teilnehmer ihre Lebensmittel einkaufen (Tabelle 13), konnten 343 gültige Werte gezählt werden. Die befragten Personen gehen am häufigsten im Supermarkt einkaufen. Das tun sie im Durchschnitt ein- bis mehrmals die Woche. Discounter wie Aldi oder Lidl werden nur einmal die Woche besucht. Den Fachhandel und Wochenmarkt sehen die meisten Teilnehmer nicht als die Einkaufsstätte und besuchen diese folglich auch nur einmal im Monat. Online hingegen werden sehr selten oder sogar nie Lebensmitteleinkäufe getätigt. Die Vermutung liegt nahe, dass der Proband im Durchschnitt den großen Wochen- bzw. Monateinkauf im Discounter tätigt, wöchentliche Ergänzungen im Supermarkt vornimmt und für seltene und ausgefallene Lebensmittel ab und zu den Fachhandel besucht.

Welche Eigenschaften sind bei der Wahl von Produkten relevant und müssten deshalb auch bei Insektenprodukten beachtet werden?

In Tabelle 14 sind die Eigenschaften, die für Konsumenten für die Überprüfung der Qualität von Lebensmitteln wichtig sind, in präferierter Reihenfolge dargestellt. Diese Eigenschaften sind relevant für den Kauf und müssen bei zukünftigen Insektenprodukten ebenfalls beachtet werden.

Tabelle 14: Beurteilung der Qualität von Lebensmitteln

Beurteilende Variable	Mittelwert (Std-Abweichung)
Beobachtungen	311
Geschmack	6,38 (0,88)
Natürliche Produktionsweise	5,05 (1,52)
Preis	4,86 (1,39)
Zertifizierung der Qualität	4,66 (1,57)
Nährstoffangabe	4,59 (1,72)
Produzierte Treibhausgase	3,21 (1,67)
Marke	3,09 (1,57)
Gesundheitsbezogene Aussagen	3,07 (1,64)

1 „gar nicht wichtig“ bis 7 „extrem wichtig“

311 Personen haben hierbei bewertet mit Hilfe welcher Eigenschaften sie auf die Qualität der Produkte schließen. Die Skala war eine 7-Punkte Likert-Skala, die von 1 „gar nicht wichtig zur Beurteilung der Qualität“ bis 7 „extrem wichtig“ reichte. Unter allen Eigenschaften ist der Geschmack mit durchschnittlich 6,38 eindeutig am wichtigsten. Weitere wichtige Faktoren sind die natürliche Produktionsweise der Produkte, der Preis, die Zertifizierung der Qualität durch z.B. Siegel und die Nährstoffangaben auf der Produktverpackung. Dahingegen dienen weder gesundheitsbezogene Aussagen, noch die produzierten Treibhausgase bei der Erzeugung des Produkts und überraschenderweise auch die Marke für die Teilnehmer nicht als Faktoren, die sich zur Qualitätsbeurteilung eignen. Der Geschmack stellt in der dargestellten Liste den einzigen intrinsischen Faktor dar, der von außen nicht beurteilt werden kann. Das heißt, ein Produkt muss bereits einmal gekostet worden sein bzw. der Geschmack muss zumindest empfohlen worden sein, damit Konsumenten bereit sind, das Produkt zu testen. Dies stellt eine weitere Hürde für die Akzeptanz von Insektenprodukte dar.

Tabelle 15: Häufigkeit des Verzehrs der Lebensmittelkategorien

	Frisches Gemüse	Brot & Bäckerei- produkte	Nudel & Getreide	Fleisch	Tiefkühlkost	Fisch	Fertig- produkte
>3/w	76,5%	78,8%	49,5%	23,8%	5,8%	0,6%	2,9%
1-3/w	20,9%	17%	40,5%	39,2%	27%	21,5%	11,3%
<1/w	2,6%	3,5%	9,3%	20,6%	58,8%	60,1%	58,5%
nie	-	0,6%	0,6%	16,4%	8,4%	17,7%	27,3%

„w“ Woche

Anschließend sollte erfragt werden, wie sich die Studienteilnehmer ernähren (Tabelle 15). Von den 311 Personen wurde durchschnittlich angegeben öfter als drei Mal die Woche, aber mindestens einmal die Woche, frisches Gemüse zu sich zu nehmen, während sie weitestgehend auf Fertigprodukte verzichten und diese weniger als einmal pro Woche verzehren. Fleisch wird im Durchschnitt relativ häufig verzehrt mit ein- bis dreimal die Woche, wobei hier die Standardabweichung recht hoch zu verzeichnen ist. 16,4% der Stichprobe sind Vegetarier, was absolut 51 Teilnehmer ausmacht. Brot wird genauso häufig wie frisches Gemüse gegessen und auch Nudeln und Getreide werden mehrmals die Woche verzehrt. Tiefkühlkost, wie z.B. gefrorenes Gemüse wird in der Regel zwischen drei- und einmal die Woche gegessen. Fisch steht bei den Meisten nicht auf dem wöchentlichen Speiseplan.

Tabelle 16: Zustimmung zu Aussagen über Insekten

Variablen	Mittelwert (Std-Abweichung)
Beobachtungen	278
Nicht essbar	1,73 (1,29)
Primitiv	2,21 (1,51)
Übertragen Krankheiten	2,96 (1,61)
Ekel	4,07 (1,84)
Gleichwertig	4,09 (1,89)
Lösen keine Umweltprobleme	4,18 (2,02)

1 „stimme überhaupt nicht zu“ bis 7 „stimme voll und ganz zu“

Bei der Frage nach der Zustimmung zu verschiedenen Aussagen über Insekten (Tabelle 16), sollte die Einstellung zu Insekten im Allgemeinen und zu Insekten als Lebensmittel

erfasst werden. Im Durchschnitt wird der Verzehr von Insekten nicht als primitive Lebensweise abgetan und die Teilnehmer sind sich im Klaren darüber, dass Insekten wirklich essbar sind. Beim Thema übertragbarer Krankheiten durch Insekten ist die Zustimmung nicht mehr eindeutig. Insekten können zwar Krankheiten übertragen, allerdings kann jedes andere Tier das auch, weshalb diese Aussage für einige Teilnehmer nicht so leicht bewertet werden konnte. Eine hohe Zustimmung konnte in der Stichprobe gemessen werden bei den Aussagen: „Insekten sind eklig“, sie „lösen keine Umweltprobleme in Bezug auf den Fleischkonsum“ und „Insekten sind gleichwertig zu jedem anderen unbekanntem Lebensmittel“. Die Standardabweichung ist allgemein sehr hoch, was zeigt, dass Insekten polarisieren. In der Stichprobe befinden sich neben den aufgeschlossenen Teilnehmern auch welche, die Insekten strikt ablehnen oder dem zumindest skeptisch gegenüberstehen.

Tabelle 17: Verhalten in Bezug auf Lebensmittel

Variablen	Mittelwert (Std-Abweichung)
Beobachtungen	308
Essgewohnheiten gerne verändern	5,86 (1,36)
Natürlichkeit der Produkte ist wichtig	5,35 (1,50)
Auch Unbekanntes kosten	5,06 (1,77)
Zusatzstoffe vermeiden	5,06 (1,70)
Neue LM ausprobieren	4,80 (1,73)
LM aus biologischem Anbau	4,45 (1,87)
Exotische LM kaufen	4,17 (1,66)
(Street) Food Festivals besuchen	3,60 (2,05)
Zubereitung von ungewöhnlichen Gerichten	3,60 (1,73)
Komplizierte Rezepte vermeiden	3,43 (1,91)
Andere kulinarische Traditionen ausprobieren	3,40 (1,84)
Food Blogs lesen	3,23 (2,04)
Kochkurse besuchen	2,69 (1,77)

1 „stimme überhaupt nicht zu“ bis 7 „stimme voll und ganz zu“

Im Folgenden sind nicht alle Ergebnisse beschrieben, sondern ein paar einschlägige herausgegriffen. Diesmal sollten die persönlichen Einstellungen, das Verhalten und die Gewohnheiten der Teilnehmer dargestellt werden (Tabelle 17). Im Durchschnitt achten die Teilnehmer vor allem auf die Natürlichkeit der Produkte (5,35) und versuchen

Zusatzstoffe zu vermeiden (5,06). Sie probieren auch gerne neue Lebensmittel aus (4,80), die aber möglichst aus biologischem Anbau stammen sollten (4,45). Der Durchschnitt der Stichprobe gibt ebenfalls an nicht immer nur die bekannten Lebensmittel zu essen (5,06), sondern die Essgewohnheiten auch mal verändern zu wollen (5,86). Die Leidenschaft zu Kochen und dafür Kurse zu besuchen ist allerdings bei den meisten weniger groß ausgeprägt (2,69).

Tabelle 18: Demographie der Teilnehmer

Geschlecht	weiblich	männlich	gesamt		
	223 (73,6%)	80 (26,4%)	303		
Alter	29,09	34,00	30,31		
Bildung	Volks- /Hauptschule	Mittlere Reife	Lehre	Abitur/ Fachhochschul- reife/ Hochschulreife	Hochschul- abschluss
	1%	3,3%	5,4%	36,5%	53,8%
Nettoeinkommen	Weniger als 500€	500 – 1000€	1001 – 2500€	2501 – 4000€	Über 4000€
	17,5%	34,3%	27,1%	9,6%	3%

Die Stichprobe kann auch unter demographischen Gesichtspunkten beschrieben werden (Tabelle 18). Das Geschlechterverhältnis ist nicht ausgeglichen. So sind 73,6% der Teilnehmer weiblich und nur 26,4% männlich. Das Alter beträgt im Durchschnitt 31 Jahre, wobei der Median bei 26 Jahren liegt. Die jüngsten Teilnehmer sind 14 und der älteste Teilnehmer 78 Jahre alt. Die meisten Personen haben ein Hochschulstudium abgeschlossen. Das durchschnittliche Nettoeinkommen liegt bei über der Hälfte der Befragten unter 1000€. 27,1% der Befragten geben allerdings an, bis zu 2500€ monatlich zur Verfügung zu haben.

Clusteranalyse

Um die Stichprobe im Folgenden etwas strukturierter abzubilden, wurde eine Clusteranalyse durchgeführt. Mit Hilfe einer Faktoranalyse ließen sich aus den 13 Lifestyle-Fragen drei sinnvolle Faktoren, nämlich Neuheit, Natürlichkeit und Freizeit, entwickeln. Anschließend wurden diese Faktoren für die Gruppenzuteilung der

Teilnehmer benutzt.

Die Teilnehmer konnten drei Lebensmittel-Typen zugeordnet werden (Tabelle 19).

Tabelle 19: Charakteristika der Cluster

	Die Bodenständigen	Die Abenteurer	Die modernen Naturbewussten
Ø Alter	33,37 ± 12 Jahre	25 ± 5 Jahre	29,7 ± 11 Jahren
Geschlechter-Verhältnis	♀ 60%, ♂ 40%	♀ 91%, ♂ 9%	♀ 79%, ♂ 21%
Nettoeinkommen	1001 – 2500 €	bis 1000 €	bis 1000 €
Einkaufsverhalten	1/w Supermarkt und Discounter	1/w Discounter, 2-3/w Supermarkt	1/w Discounter, 2-3/w Supermarkt
Qualitätsmerkmale	Geschmack, Preis, natürliche Produktionsweise	Geschmack, Zertifizierung der Qualität, natürliche Produktionsweise	Geschmack, natürliche Produktionsweise, Nährstoffangabe
Anteil an Vegetariern	13%	14%	20%
Einstellungen zu Insekten	nicht eklig können keine Umweltprobleme lösen	eklig primitiv	können Umweltprobleme lösen
Akzeptanz (gute Idee)	Ja 67%	Ja 72%	Ja 78%
Selbst essen	Ja 32%	Ja 40%	Ja 47%

Die erste Gruppe wird gebildet von den „Bodenständigen“. Sie betrachten Nahrung eher als Mittel zum Zweck, wollen sich in der Freizeit nicht weiter damit beschäftigen und legen auch keinen größeren Wert auf die Natürlichkeit ihrer Produkte. Außerdem sind sie wenig experimentier- und probierfreudig, was ihnen den Namen bodenständig einbringt. Im Kontrast dazu stellen die „Abenteurer“ ein starkes Gegenteil dar. Sie lieben es sich in ihrer Freizeit mit dem Thema Lebensmittel auseinanderzusetzen. In der Küche sind sie äußerst experimentierfreudig und verarbeiten auch exotische Produkte. Zuletzt beschreibt der Typ „die modernen Naturbewussten“ die Teilnehmer, die gerne neue Lebensmittel ausprobieren, aber einen starken Wert auf deren Natürlichkeit legen.

Cluster 1, den „Bodenständigen“ konnten 117 Personen zugeordnet werden. Sie sind im Schnitt 33,37 ± 12 Jahre alt. 40% der Teilnehmer sind männlich, 60% weiblich. Die Hälfte von ihnen hat einen Hochschulabschluss, weitere 32% haben das Abitur oder einen

vergleichbaren Abschluss gemacht. Die meisten von ihnen verdienen netto zwischen 1001 und 2500€. Sie kaufen meist einmal die Woche im Supermarkt und Discounter ein. Im Fachhandel kaufen sie eher selten ein und auf Wochenmärkten und online so gut wie gar nicht. In Bezug auf Qualitätsmerkmale bei Lebensmitteln achten sie vor allem auf den Geschmack. Aber auch der Preis und eine natürliche Produktionsweise sind wichtige Qualitätsindikatoren für die „Bodenständigen“. Sie essen nach eigenen Angaben sehr viel Brot, Gemüse und Nudeln.

Die „Abenteurer“ stellen mit 46 Teilnehmern ein deutlich kleineres Cluster dar. Sie sind mit durchschnittlich 25 ± 5 Jahren jünger als die „Bodenständigen“. Das Cluster enthält mit 9% nur sehr wenige Männer. Etwa die Hälfte hat bereits einen Hochschulabschluss, der Rest mindestens eine Lehre oder das Abitur gemacht. Die „Abenteurer“ haben nicht ganz so viel Nettoeinkommen im Monat zur Verfügung. Über die Hälfte von ihnen verfügen nur über bis zu 1000€. Im Discounter tätigen sie ihren Wocheneinkauf und kaufen bei Bedarf mehrmals die Woche im Supermarkt ein. Einmal im Monat besuchen sie Fachgeschäfte und den Wochenmarkt. Als obersten Qualitätsindikator sehen sie ebenfalls den Geschmack, finden die Zertifizierung der Qualität und eine natürliche Produktionsweise aber auch ausschlaggebend für den Kauf. Die „Abenteurer“ essen sehr viel Gemüse, weniger häufig Fleisch, dafür aber mehr Fisch als die „Bodenständigen“. Der Verzehr von Fertigprodukten ist bei beiden Gruppen relativ selten und Tiefkühlprodukte werden auch nur etwa einmal die Woche verzehrt.

Das letzte Cluster namens die „modernen Naturbewussten“ wird von 140 Personen gebildet, von denen 21% Männer und 79% Frauen sind. Sie liegen altersmäßig mit $29,7 \pm 11$ Jahren zwischen den ersten beiden Clustern. Fast zwei Drittel haben einen Hochschulabschluss, verdienen netto aber nur bis zu 1000€. Bei der Wahl der Einkaufsstätte ähneln sie stark den „Abenteurern“. Auch ihnen ist hauptsächlich der Geschmack und eine natürliche Produktionsweise wichtig. Allerdings achten sie, im Gegensatz zu den anderen beiden Gruppen, auch stark auf die Nährstoffangabe, um ein Qualitätsurteil zu fällen. Die Teilnehmer des Clusters der „modernen Naturbewussten“ haben mit 20% den größten Anteil an Vegetariern, während der Anteil sich in den anderen Clustern auf 13-14% beschränkt. Daher essen sie in der Gesamtheit weniger häufig Fleisch, aber auch Fertigprodukte sind bei ihnen eine Seltenheit.

Die Einstellung gegenüber Insekten ist zwischen den Clustern sehr unterschiedlich. Die „Abenteurer“ probieren zwar gerne neue Lebensmittel aus, doch geht es um Entomophagie empfinden sie den Verzehr von Insekten eher als primitiv. Alle Cluster sind

sich einig, dass Insekten essbar sind. Am wenigsten eklig werden die Krabbeltiere von den „Bodenständigen“ wahrgenommen, die „Abenteurer“ empfinden Insekten hingegen zu einem großen Anteil als eklig. Die „Bodenständigen“ können sich im Gegensatz zu dem Cluster der „modernen Naturbewussten“ nicht vorstellen, dass Insekten Umweltprobleme lösen können. Letztlich unterscheiden sich die Cluster auch stark dahingehend, ob die Teilnehmer das Essen von Insekten für eine gute Idee halten und ob sie sich vorstellen können künftig selbst regelmäßig Insekten zu essen. Diese beiden Fragen können zur Untersuchung der Akzeptanz von insektenbasierten Lebensmitteln in der Bevölkerung herangezogen werden. Die „Bodenständigen“ lehnen dies zu 68% ab. Lediglich 32% der Teilnehmer können sich vorstellen, die Tiere in ihre Essgewohnheiten mit einzuschließen. Allerdings empfinden es 67% als gute Idee, solange sie es nicht selbst tun müssen. Unter den „Abenteurern“ wird der Insektenkonsum von 72% als positiv empfunden. Sie sind auch in Bezug auf den eigenen Konsum aufgeschlossener, da sich 40% den Verzehr von Insekten zutrauen. Der Entomophagie am aufgeschlossensten stehen aber die Teilnehmer des Clusters der „modernen Naturbewussten“ gegenüber. Ganze 47% von ihnen stimmen für den künftigen Verzehr von Insekten und nur 53% dagegen. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass 78% angaben, dass sie den Konsum von Insekten im Allgemeinen für eine gute Idee halten.

Wird die gesamte Stichprobe betrachtet, so akzeptieren 72% den Gedanken in naher Zukunft Insekten in der Humanernährung einzusetzen und sehen diesen als positiv an. Weiterhin können sich 40% aller Teilnehmer vorstellen, selbst Insekten zu essen, sollte dieser Fall eintreten.

Wie ist ein typischer Konsument von Insekten charakterisiert?

Anhand der analysierten Daten kann nun die Forschungsfrage, wie ein typischer Konsument von Insekten aussieht, näher betrachtet werden. Zur Untersuchung dieser Forschungsfrage wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt. Mit Hilfe einer solchen ANOVA kann überprüft werden, ob sich die Mittelwerte zweier Gruppen signifikant voneinander unterscheiden (Handl, 2010). Als Faktor wurde hierbei die Variable „Zukunft“, also ob die Teilnehmer sich künftig vorstellen können Insekten zu essen, ausgewählt. Alle Personen, die mit „ja“ geantwortet haben, wurden der Gruppe der Konsumenten von Insekten zugeteilt, alle die verneint haben, stellen die Nicht-Konsumenten dar. Da einige Filterfragen eingebaut wurden, hat die Gruppengröße etwas variiert. Pro Frage wurden bei den Konsumenten mindestens 107 und höchstens 124

Teilnehmer gezählt. Bei den Nicht-Konsumenten nahmen mindestens 169 und höchstens 185 teil. Im Folgenden werden nur die signifikant unterschiedlichen Mittelwerte der beiden Gruppen dargestellt.

Tabelle 20: Wie unterscheidet sich ein Insektenkonsument von einem Nicht-Konsumenten

	Konsumenten	Nicht-Konsumenten
Geschlechterverhältnis***	♀ 64,2%, ♂ 35,8%	♀ 79,1%, ♂ 20,9%
Schon mal ein Insekt probiert***	Ja: 35,8%	Ja: 21%
Wochenmarkt **	4,39	4,75
„1“ >1/w, „2“ 1/w,	„3“ 2-3/m, „4“ 1/m,	„5“ <1/m, „6“ nie

	Konsumenten	Nicht-Konsumenten
Produzierte Treibhausgase***	3,51	2,82
Primitiv***	1,60	2,62
Nicht essbar***	1,26	2,04
Ekelig***	3,07	4,73
Übertragen Krankheiten***	2,53	3,26
Lösen keine Umweltprobleme***	3,20	4,84
Gleichwertig***	4,83	3,60
Neue LM ausprobieren***	5,39	4,28
Exotische LM ausprobieren***	4,62	3,79
ungewöhnliche Gerichte zubereiten***	4,05	3,33
Experimentieren in der Küche durch andere Traditionen**	4,29	3,75
Unbekannte LM probieren***	5,51	4,74

	Konsumenten	Nicht-Konsumenten
Essgewohnheiten verändern***	6,19	5,55
Neuheit***	5,01	4,24

1 „stimme überhaupt nicht zu“ bis 7 „stimme voll und ganz zu“

Signifikanzniveaus: ** $p \leq 0,05$ signifikant, *** $p \leq 0,01$ hoch signifikant

Beim Einkaufsverhalten kann festgestellt werden, dass Konsumenten häufiger auf dem Wochenmarkt einkaufen (4,39) als Nicht-Konsumenten (4,75). Im Falle der Qualitätsmerkmale gibt es einen signifikanten Unterschied bei der Wichtigkeit von produzierten Treibhausgasen. Den Nicht-Konsumenten sind die produzierten Treibhausgase eines Lebensmittels mit einem Mittelwert von 2,82 weniger wichtiger als Konsumenten von Insekten (3,51).

Bei allen allgemeinen Aussagen über Insekten sind die Mittelwerte zwischen den Konsumenten und Nicht-Konsumenten signifikant unterschiedlich. Nicht-Konsumenten empfinden den Verzehr von Insekten als primitiver (2,62) und glauben im Vergleich zu den Konsumenten (1,60) häufiger, dass Menschen nur unter Hunger wirklich Insekten essen würden. Ebenso stufen Konsumenten Insekten prinzipiell eher als essbar ein als Nicht-Konsumenten. Bei der Variable ob Insekten eklig sind, haben beide Gruppen ihre Wahl recht mittig getroffen, wobei Konsumenten Insekten nicht ganz so eklig finden (3,07) wie Nicht-Konsumenten (4,73). Ob Insekten Krankheiten übertragen können wird von beiden Gruppen bejaht, wobei auch hier die Nicht-Konsumenten eine höhere Zustimmung zeigen. Auch zur Lösung von Umweltproblemen können Insekten nach der Meinung der Nicht-Konsumenten weniger gut beitragen (4,84) als Konsumenten glauben (3,20). Konsumenten empfinden Insektenprodukte eher gleichwertig zu anderen neuen Produkten (4,83) als Nicht-Konsumenten (3,60). Menschen, die sich künftig vorstellen können Insekten zu essen haben im Schnitt auch häufiger schon einmal ein Insekt probiert.

Im Bereich Lifestyle und Verhalten gibt es auch einige signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Für Konsumenten ist es wichtiger Lebensmittel aus biologischem Anbau zu kaufen. Sie sind viel aufgeschlossener und experimentierfreudiger gegenüber fremden Lebensmitteln und kaufen auch gerne mal exotisch ein. Nicht-Konsumenten hingegen vermeiden häufiger bewusst komplizierte Rezepte und sind eher konservativ in Bezug auf ihre Essgewohnheiten. Dies bestätigt auch das Ergebnis des Faktors Neuheit, der bei den Konsumenten höher ausfällt (5,01) als bei den Nicht-Konsumenten (4,24).

Der männliche Anteil ist unter den Konsumenten von Insektenprodukten höher als der unter den Nicht-Konsumenten.

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass zukünftige Insektenkonsumenten insgesamt einen gesünderen Lebensstil haben und sehr aufgeschlossen neuen Dingen gegenüberstehen. Zudem sind sie nach Erkenntnissen aus dieser Stichprobe häufiger männlichen Geschlechts.

Stellen Insekten für Vegetarier eine potenzielle Nahrungsquelle dar?

Ja, Insekten stellen für fast die Hälfte der befragten Vegetarier eine Nahrungsquelle dar. Wie in Kapitel 3.1.5 bereits angesprochen, finden einige Vegetarier den Insektenkonsum nicht moralisch verwerflich. Von den 50 befragten Vegetariern geben 55,6% an, dass sie es für eine gute Idee halten Insekten in der Humanernährung einzusetzen. Ein Drittel von ihnen hat bereits selber Insekten probiert. Die Frage, ob sich die Teilnehmer vorstellen können in Zukunft selbst Insekten zu essen wird von 39% bejaht (Tabelle 21). Damit unterscheiden sie sich in diesem Hinblick nicht signifikant (Tabelle 22) von den Fleischessern, die mit 40% dafür gestimmt haben. Allerdings haben unter den Fleischessenden Teilnehmern lediglich 26,2% Insekten bereits probiert.

Tabelle 21: Zustimmung von Vegetariern und Fleischessern zu Fragen zum Insektenkonsum

	Vegetarier	Fleischesser
Gute Idee	55,6% ja	73,1% ja
Schon einmal probiert	33,3% ja	26,2% ja
Künftig essen	38,9% ja	39,5% ja

Tabelle 22: Betrachtung der Mittelwertsunterschiede zwischen den Gruppen

		Einfaktorielle ANOVA					
		Quadrat-	df	Mittel der	F	Signifikanz	
		summe		Quadrate			
gute Idee	Zwischen den Gruppen	,517	1	,517	2,566	,110	
	Innerhalb der Gruppen	55,598	276	,201			
	Gesamt	56,115	277				
schon mal Insek-	Zwischen den Gruppen	,087	1	,087	,442	,507	
	ten gegessen	Innerhalb der Gruppen	54,215	276			,196
	Gesamt	54,302	277				
künftig essen	Zwischen den Gruppen	,001	1	,001	,003	,957	
	Innerhalb der Gruppen	65,952	274	,241			
	Gesamt	65,953	275				

6.2 Ergebnisse der auswahlbasierten Conjoint-Analyse

Die erste Schätzung wurde für die gesamte Stichprobe durchgeführt.

SPSS hat bei der Durchführung der Cox Regression eine Log-Likelihood-Schätzung durchgeführt und auch die Teilnutzenwerte der angegebenen Eigenschaftsausprägungen berechnet. B stellt die Teilnutzen dar, SE ist deren Standardfehler und die Wald-Statistik wird aus den ersten zwei Spalten berechnet. In der letzten Spalte gibt Exp (B) an, um welchen Faktor sich die Odds verändern, wenn sich die entsprechende Merkmalsausprägung um eine Einheit erhöht (Backhaus et al., 2015).

Die Basiskategorien tauchen in diesem Output nicht auf, weil sie per Definition den Teilnutzen null zugeteilt bekommen haben. Die Ausprägungen „ungesundes Bild“ (pic_ug), „Insektenpatty“ (pat_i), „kein Health Claim“ (no_hc), „höchste mögliche CO₂-Emmission“ (co2_3), „höchster Preis“ (price_L) und letztlich „konventionelle Produktion“ (konv) wurden als Basiskategorie festgelegt.

Alle Teilnutzen außer der des Bildes ($p > 0,05$) haben einen signifikanten Einfluss auf die Wahlentscheidung, was auch durch die Log-Likelihood-Schätzung (Tabelle 24) bestätigt wird.

Tabelle 23: Output Schätzung der gesamten Stichprobe

Variablen in der Gleichung

	B	SE	Wald	df	Signifikanz	Exp(B)
pic_g	,128	,098	1,704	1	,192	1,137
pat_r	1,161	,068	292,857	1	,000	3,192
hc	,436	,072	36,606	1	,000	1,547
co2_1	1,086	,090	145,470	1	,000	2,962
co2_2	,519	,095	29,822	1	,000	1,680
price_S	,638	,077	68,914	1	,000	1,893
price_M	,388	,137	8,042	1	,005	1,473
bio	,736	,072	103,929	1	,000	2,087
none	1,491	,147	102,621	1	,000	4,440

Tabelle 24: Likelihoodtest Gesamtstichprobe

Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten^a

-2 Log-Likelihood	Gesamt (Wert)			Änderung aus vorangegangenen Schritt			Änderung aus vorangegangenen Block		
	Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
30825,091	1212,750	9	,000	1178,645	9	,000	1178,645	9	,000

a. Beginnen mit Block-Nr. 1. Methode = Einschluß

Tabelle 25: Schätzergebnisse für die Gesamtstichprobe

Eigenschaft	Ausprägung	Teilnutzen	zentriert	Range	Rel. Wichtigkeit
Bild	gesund	b11=0,128	0,064	0,128	0,030
	ungesund	b12= 0,0	-0,064		
Patty	Rind	b21=1,161	0,5805	1,161	0,276
	Insekt & Rind	b22= 0,0	-0,5805		
HC	HC	b31=0,436	0,218	0,436	0,103
	kein HC	b32= 0,0	-0,218		
Emission	1 Auto	b41=1,086	0,551	1,086	0,254
	2 Autos	b42=0,519	-0,016		
	3 Autos	b43= 0,0	-0,535		
Preis	0,71€	b51=0,638	0,296	0,638	0,162
	1,24€	b52=0,388	0,046		
	2,48€	b53= 0,0	-0,342		
Produktion	biologisch	b61=0,736	0,368	0,736	0,175
	konventionell	b62= 0,0	-0,368		
None		b7= 1,491	-0,6165		

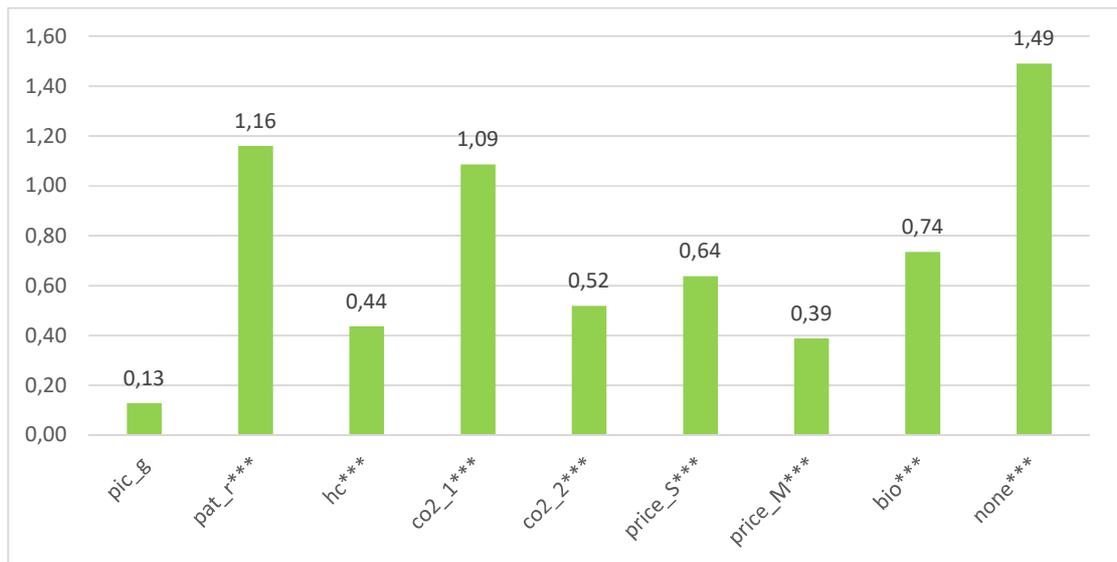


Abbildung 7: Teilnutzenwerte Gesamtstichprobe

In Tabelle 24 sind alle relevanten Ergebnisse der ersten Schätzung aufgeführt. Über die Teilnutzenwerte (Abbildung 7) lässt sich die Spannweite (Range) bestimmen. Eine höhere Spannweite deutet auf eine höhere Wichtigkeit der Eigenschaft hin.

Dadurch, dass eine Basiskategorie festgelegt werden musste, tragen einige Teilnutzen den Wert 0,0. Indem die Teilnutzen zentriert werden, können anschließend die relativen Wichtigkeiten der Eigenschaften errechnet werden. Dies wurde in Tabelle 25 beispielhaft durchgeführt.

Wie zu erwarten bieten der niedrigste Preis und ein pures Rindfleischpatty den größten Nutzen (Abbildung 7). Ferner wird die Erwähnung eines gesundheitlichen Nutzens gegenüber keiner Erwähnung bevorzugt und das Produkt sollte biologisch erzeugt worden sein. Außerdem scheinen die Teilnehmer einen größeren Nutzen aus dem Produkt zu ziehen, wenn dafür weniger CO₂ ausgestoßen wurde.

Abbildung 8 zeigt, dass die wichtigste Eigenschaft des Produkts die Pattyzusammensetzung ist. Sie hat mit 28% den größten Einfluss auf die Wahlentscheidung. Dicht gefolgt wird die Zusammensetzung von den produzierten CO₂-Emissionen mit einem Erklärvermögen von 25%. Der Preis reiht sich mit 16% auf dem vierten Platz hinter der Produktionsweise mit 17% ein. Auf den Health Claim entfallen immerhin noch 10%. Das Bild hat kaum einen Einfluss, war aber auch in den obigen Berechnungen schon nicht signifikant.

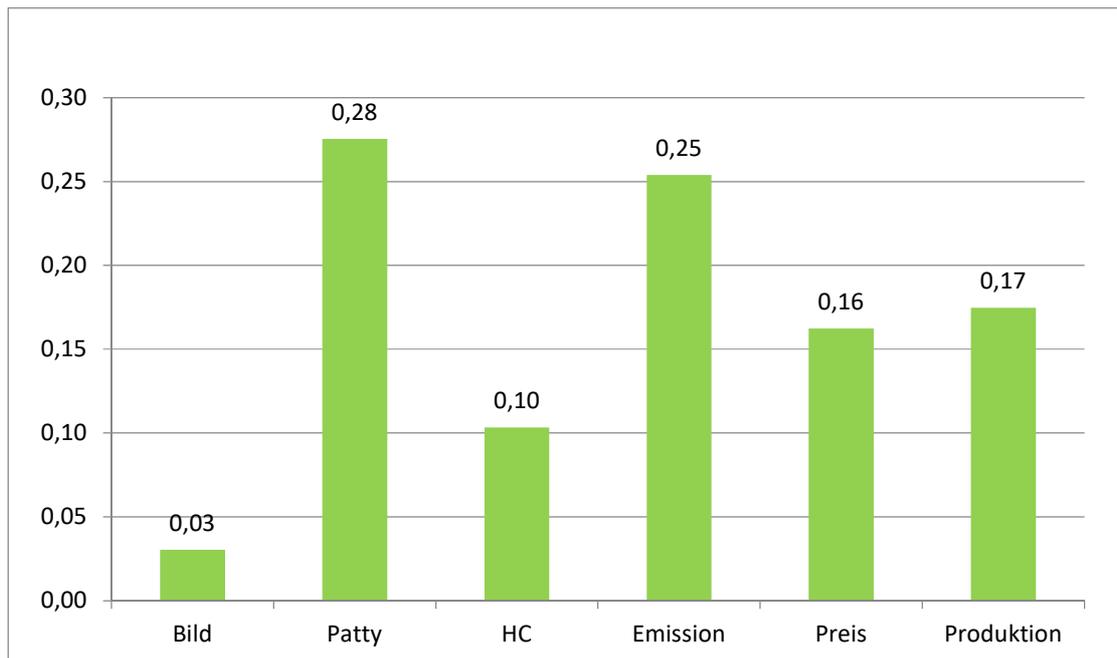


Abbildung 8: Relative Wichtigkeit der einzelnen Ausprägungen

Um zu überprüfen, ob sich Teilnehmer mit Vorinformationen eher für Insektenprodukte entscheiden würden, wurde die Gesamtstichprobe anschließend in Gruppen unterteilt. So war es möglich zu analysieren, ob Vorinformationen Teilnehmer in ihrer Produktwahl beeinflussen können. In Abbildung 9 werden die Teilnutzenwerte der drei Farb- bzw. Informationsgruppen im Vergleich dargestellt. Rot erhielt positive Vorinformationen, schwarz neutrale und weiß erhielt keine Informationen vor dem eigentlichen Experiment. Die Schätzungen für alle Gruppen unterscheiden sich signifikant von der des Nullmodells. Dies sagt der 2-Log-Likelihood Test (Tabelle 26) aus, der sich ähnlich wie der F-Test bei einer Regression verhält (Backhaus et al., 2015). Je nach Vorinformation sind den Teilnehmern bestimmte Merkmale wichtiger und stifteten mehr oder weniger Nutzen. So lässt sich zum Beispiel ablesen, dass je mehr (positive) Informationen zum Konsum von Insekten bereitgestellt werden, desto kleiner wird der Nutzen eines reinen Rindfleischpattys bewertet. Für die Gruppen der Teilnehmer mit Vorinformationen (rot und schwarz) stiftet der Preis einen weitaus größeren Nutzen als für die Gruppe ohne Vorinformationen. Für diese spielt das Merkmal bio aber eine entscheidendere Rolle.

Tabelle 26: Likelihoodtest nach Vorinformationsgruppen

Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten^a

Vor-Info	-2 Log-Likelihood	Gesamt (Wert)			Änderung aus vorangegangenen Schritt			Änderung aus vorangegangenen Block		
		Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
Pos.	9808,117	470,635	9	,000	458,691	9	,000	458,691	9	,000
Keine neutral	10287,149	479,763	9	,000	463,753	9	,000	463,753	9	,000
	4887,244	279,922	9	,000	277,711	9	,000	277,711	9	,000

a. Beginnen mit Block-Nr. 1. Methode = Einschluß

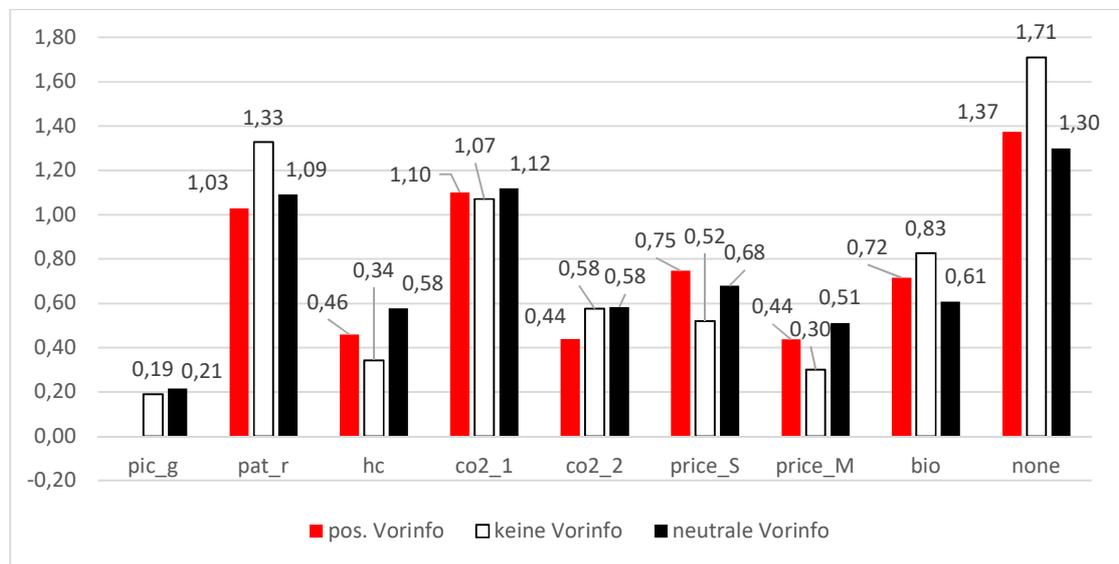


Abbildung 9: Teilnutzenwerte der einzelnen Merkmale nach unterschiedlichen Vorinformationen aufgeteilt

Gleiches zeigt sich beim Vergleich der relativen Wichtigkeiten in Abbildung 10. Der visuelle Eindruck, der mittels der Bilder übermittelt wurde, hat in allen Gruppen so gut wie keinen Einfluss auf die Wahl. Den stärksten Einfluss haben die Zusammensetzung des Bratlings und die produzierten Emissionen. Beim Bratling zeigt sich, dass die Wichtigkeit umso höher ist, wenn keine Informationen zum Konsum von Insekten und Auswirkungen des Fleischkonsums vorlagen. So lässt sich bei der Gruppe ohne Vorinformation die Wahl zu 31% durch die Bratlingszusammensetzung erklären. Die Gruppen mit Vorinformation, die über die Genießbarkeit beider Bratlinge aufgeklärt wurden, messen der Bratlingszusammensetzung nur 26 bzw. 25% Wichtigkeit bei. Die produzierten Emissionen leisten bei allen Gruppen etwa den gleichen Beitrag zur

Wahlentscheidung. Für die Gruppen mit Vorinformationen sind eine gesundheitsbezogene Aussage und der Preis wichtiger für die Wahl als für die Gruppe ohne Vorinformation. Die Wahl der Alternative lässt sich bei „rot“ zu 20% durch den Preis erklären und zu 11% durch den Health Claim. „Weiß“ hingegen misst mit 8% der Gesundheitsaussage kaum Wichtigkeit bei und auch der Preis erklärt die Wahl nur zu 13%. Letztlich ist die Produktionsweise den Gruppen rot und weiß etwa gleich wichtig, während schwarz sich eher auf andere Merkmale konzentriert.

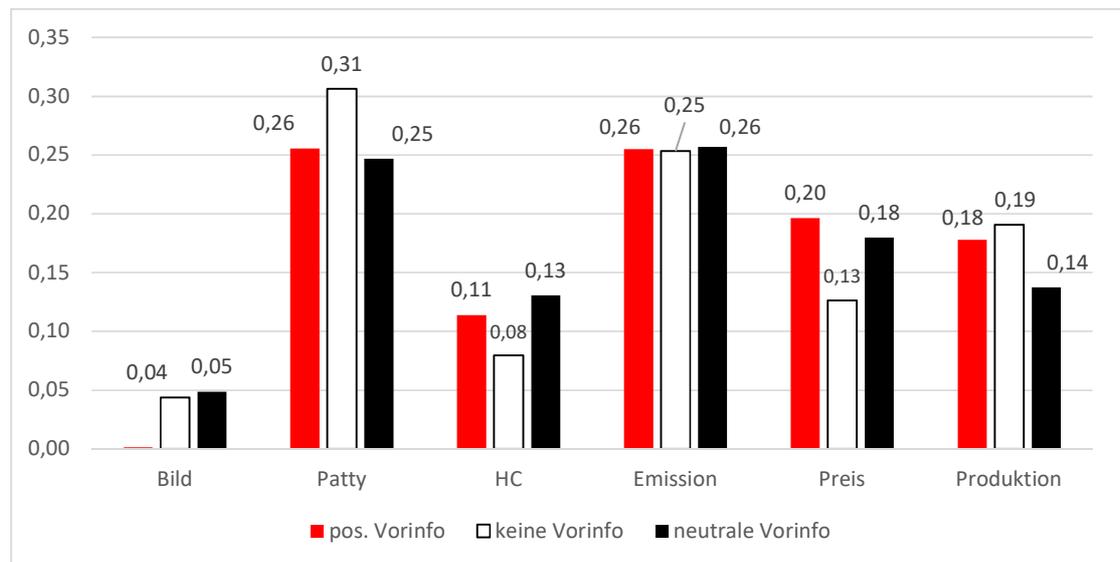


Abbildung 10: Relative Wichtigkeit der einzelnen Eigenschaften nach unterschiedlichen Vorinformationen aufgeteilt

Bei der dritten Durchführung, wurden die Gruppen nun nach zukünftigem Insektenkonsum unterteilt. Die zwei Gruppen bildeten „ja, ich kann mir vorstellen Insekten zukünftig zu konsumieren“ hier in grün und „nein, ich kann mir nicht vorstellen Insekten zukünftig zu konsumieren“ hier in blau.

In Abbildung 11 sind erneut die Teilnutzenwerte dargestellt. Das Ergebnis des Teilnutzens eines reinen Rindfleischpattys in den unterschiedlichen Gruppen bekräftigt die Gruppeneinteilung. Logischerweise zieht die blaue Gruppe einen viel größeren Nutzen aus einem reinen Rindfleischbratling als die grüne Gruppe, da sie einen Insektenbratling nicht konsumieren würden. Gruppe grün trifft nachhaltigere Entscheidungen, da sie im Vergleich biologische gegenüber konventioneller Produktionsweise stärker bevorzugen als Gruppe blau. Des Weiteren achten sie auch stärker auf einen geringen Emissionsausstoß bei der Produktion.

Tabelle 27: Likelihoodtest zukünftige Insektenakzeptanz

Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten^a

würden sie in Zukunft Insekten essen?	-2 Log-Likelihood	Gesamt (Wert)			Änderung aus vorangegangenen Schritt			Änderung aus vorangegangenen Block		
		Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
.	133,540	25,857	9	,002	34,003	9	,000	34,003	9	,000
ja	10161,828	465,268	9	,000	468,539	9	,000	468,539	9	,000
nein	16556,310	930,504	9	,000	899,920	9	,000	899,920	9	,000

a. Beginnen mit Block-Nr. 1. Methode = Einschluß

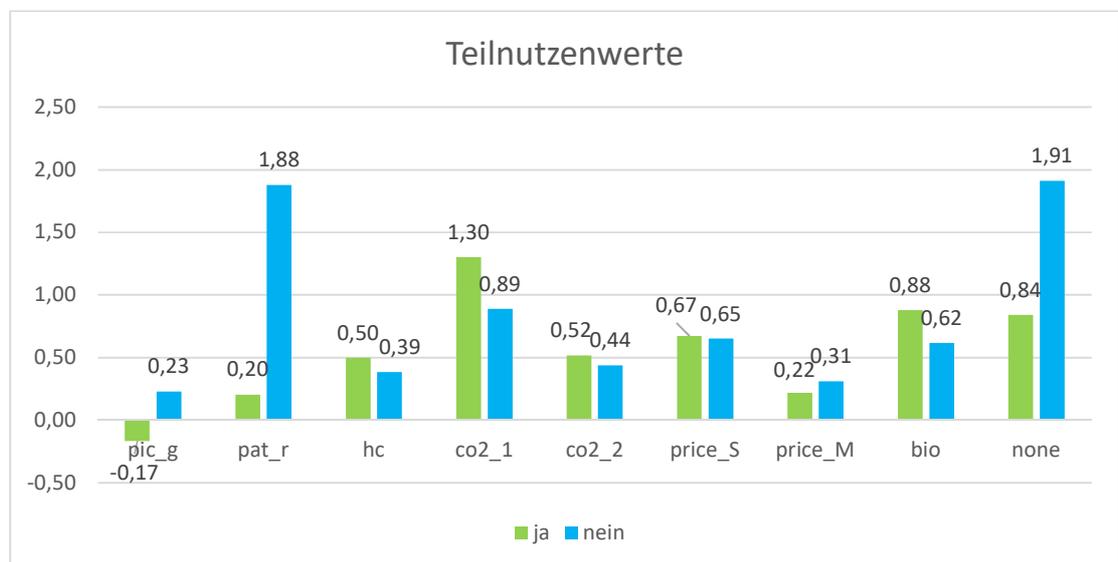


Abbildung 11: Teilnutzenwerte der einzelnen Merkmalsausprägungen nach zukünftiger Insektenakzeptanz

Werden die relativen Wichtigkeiten der Eigenschaften nach Gruppen unterteilt betrachtet (Abbildung 12), so zeigt sich der größte Unterschied beim Bratling. Die Gruppe der Teilnehmer, die zukünftig keine Insekten essen würden, achten vor allem auf die Zusammensetzung des Bratlings. Ihre Wahl kann zu 41% damit begründet werden und stellt den Hauptentscheidungsfaktor dar. Die Teilnehmer, die Insekten essen würden, begründen ihre Wahl nur mit 6% durch die Zusammensetzung des Pattys. Viel wichtiger ist ihnen, dass die gewählte Alternative möglichst wenig Emissionen produziert (34%) und sie mit der Produktionsweise einverstanden sind (25%). Außerdem ist es ihnen

doppelt so wichtig, dass das Produkt eine gesundheitsbezogene Aussage aufweist und sie achten auch stärker auf den Preis als die blaue Vergleichsgruppe.

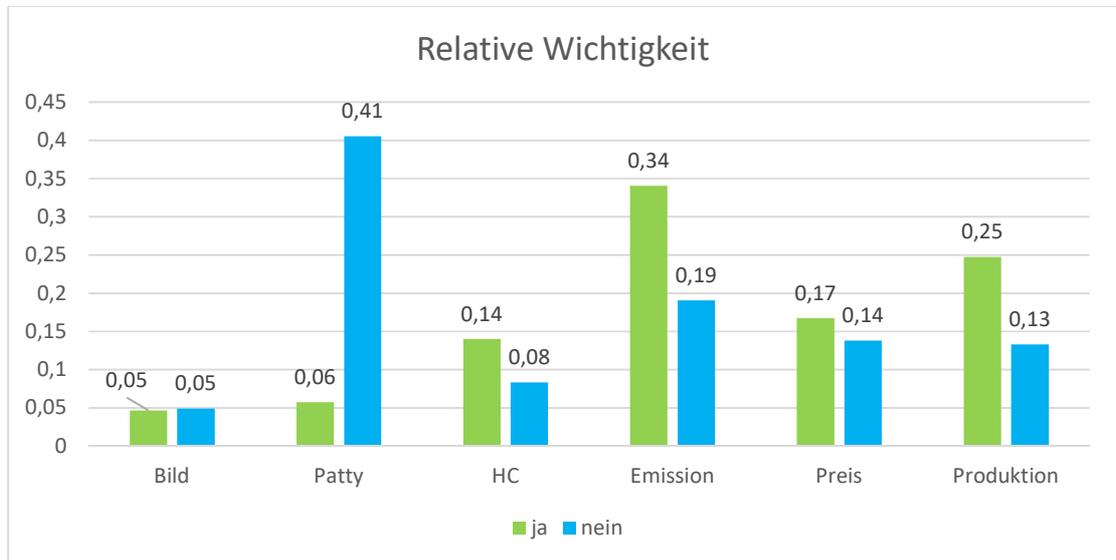


Abbildung 12: Relative Wichtigkeit der einzelnen Eigenschaften nach zukünftiger Insektenakzeptanz

Nachdem in der Literatur bereits deutlich wurde, dass Verkostungen einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz von Insekten als Lebensmittel haben könnten, wurde die Auswertung erneut unter diesen Gesichtspunkten durchgeführt. Die einteilende Frage bezog sich nun auf den bereits durchgeführten Insektenkonsum. In blau sind die Teilnutzen und relativen Wichtigkeiten der bisherigen Insektenkonsumenten aufgeführt und in rot sind die Antworten der Nichtkonsumenten abgebildet.

In Abbildung 13 sind die Teilnutzenwerte beider Gruppen dargestellt. Für Teilnehmer, die bereits Insekten gekostet haben, ist ein reines Rindfleischpatty nicht so wichtig, wie für die Gegengruppe. Für sie erhöht sich die Attraktivität des Produktes aber ebenfalls durch einen niedrigen CO₂- Ausstoß und eine biologische Erzeugung. Ein niedriger Preis ist ihnen auch wichtiger als Teilnehmer, die bisher noch keine Insekten probiert haben.

Tabelle 28: Likelihoodtest bisheriger Insektenkonsum

Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten^a

Haben sie schon mal Insekten gegessen	-2 Log-Likelihood	Gesamt (Wert)			Änderung aus vorangegangenen Schritt			Änderung aus vorangegangenen Block		
		Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
ja	6396,469	254,581	9	,000	249,050	9	,000	249,050	9	,000
nein	21221,867	998,548	9	,000	971,260	9	,000	971,260	9	,000

a. Beginnen mit Block-Nr. 1. Methode = Einschluß

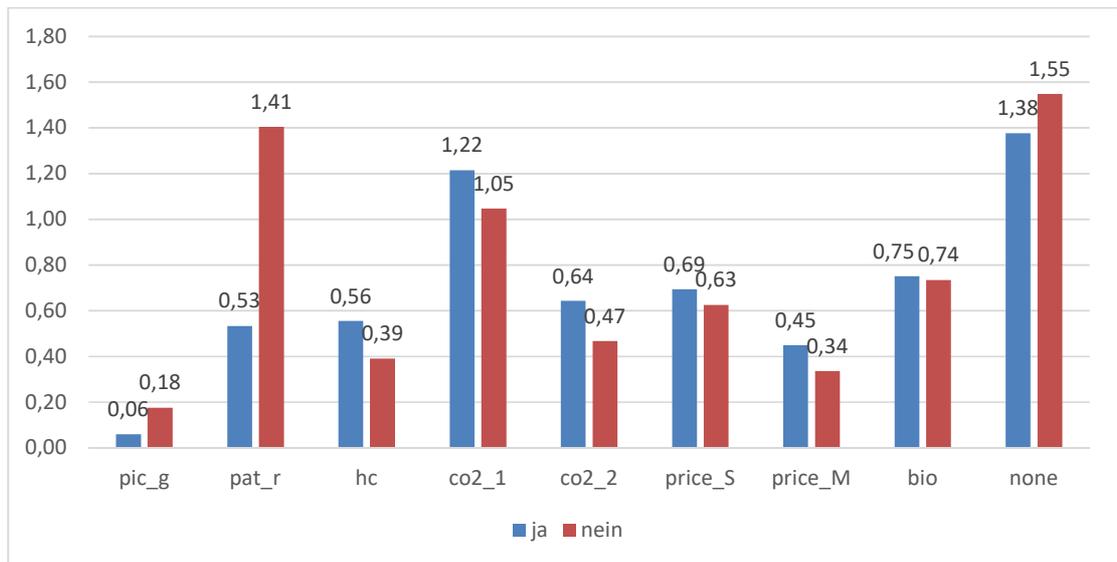


Abbildung 13: Teilnutzenwerte der einzelnen Merkmalsausprägungen nach bisherigem Insektenkonsum

Werden die relativen Wichtigkeiten (Abbildung 14) betrachtet, so ist die Bratlingszusammensetzung für Nichtkonsumenten genauso ausschlaggebend für die Wahl, wie die produzierten Treibhausgase für die Konsumenten mit jeweils 32%. Bei allen anderen Eigenschaften, den visuellen Eindruck ausgenommen, zeigen die Konsumenten höhere Wichtigkeiten auf. Ein Fünftel der Wahlentscheidung lässt sich durch den Preis begründen, der möglichst niedrig sein soll. Sie achten ebenfalls stark auf die Produktionsweise, wobei biologisch gegenüber konventionell bevorzugt wird. Außerdem messen Konsumenten gesundheitsbezogenen Aussagen auf der Verpackung 14% Wichtigkeit bei und Nichtkonsumenten nur 9%.

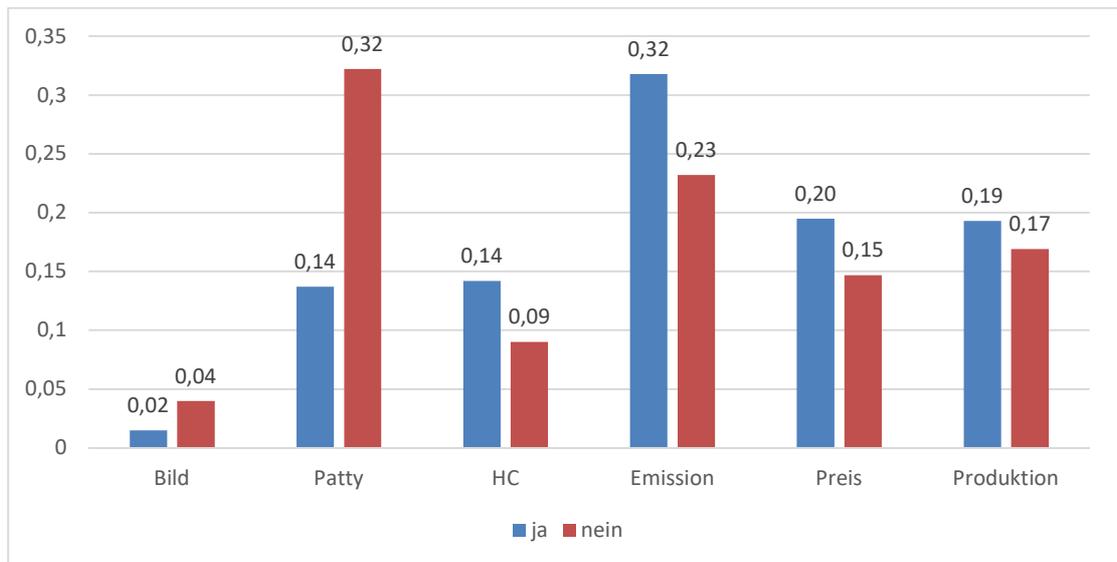


Abbildung 14: Relative Wichtigkeit der einzelnen Eigenschaften nach bisherigem Insektenkonsum

6.3 Beantwortung der Hypothesen

Die in Kapitel 5.3 aufgestellten Hypothesen sollen im Folgenden beantwortet werden:

Hypothese: Männer sind gegenüber Insekten als Lebensmittel aufgeschlossener als Frauen.

Diese Hypothese kann durch eine ANOVA mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden (s. Anhang, Tabelle 31, 32). Männer finden Insekten weniger eklig als Frauen, was jedoch nur leicht signifikant ist. Aber die Frage, ob sie sich künftig vorstellen können regelmäßig Insekten zu essen, haben Männer häufiger bejaht als Frauen.

Hypothese: Personen, die eine positive oder neutrale Vorinformation vor den Choice Sets bekamen, entscheiden sich mit gleicher Wahrscheinlichkeit für die insektenbasierte Variante wie Personen ohne Vorinformation.

Die Hypothese kann abgelehnt werden. Um die Wahrscheinlichkeiten zu berechnen, musste der Gesamtnutzen des Rindfleischprodukts zum Gesamtnutzen des Insektenprodukts und der Kein Kauf-Alternative ins Verhältnis gesetzt werden. Tabelle 29 zeigt, dass das Rindfleischprodukt mit einer Ausnahme immer gegenüber dem Insektenprodukt bevorzugt wird. Nur in Entscheidungssituation 8 wird das Insektenprodukt bevorzugt, da es gegenüber dem Rindfleischprodukt biologisch produziert, niedrigpreisiger und emissionsfreundlicher ist und diese Teilnutzen stark von

den Teilnehmern stark gewichtet worden sind. Sobald der Konsument eine Information erhält, fällt die Wahrscheinlichkeit einen Insektenburger zu wählen größer aus. Allerdings ist nicht klar erkennbar, ob eine positive oder neutrale Information die Wahrscheinlichkeit, ein Insektenprodukt zu wählen, stärker erhöhen.

Tabelle 29: Wahlwahrscheinlichkeiten für Rind- und Insektenburger nach Vorinformation in Prozent

	Information	Rindburger	Insektenburger	Kein Kauf
Entscheidung 1	keine	88,74	4,45	6,81
	positiv	88,81	5,06	6,13
	neutral	90,07	5,41	4,52
Entscheidung 4	keine	48,46	34,18	17,36
	positiv	44,1	39,47	16,43
	neutral	56,29	33,23	10,48
Entscheidung 5	keine	63,79	17,14	19,07
	positiv	67,2	17,88	14,92
	neutral	63,31	23,79	12,9
Entscheidung 6	keine	80,39	12,15	7,46
	positiv	81,02	13,42	5,56
	neutral	81,88	13,03	5,09
Entscheidung 7	keine	55,91	23,91	20,18
	positiv	45,27	34,63	20,1
	neutral	45,66	37,27	17,07
Entscheidung 8	keine	32,14	43,11	24,75
	positiv	32,02	49,57	18,41
	neutral	24,58	57,28	18,14
Entscheidung 9	keine	78,67	11,03	10,3
	positiv	78	13,54	8,46
	neutral	74,77	16,94	8,29

Hypothese: Teilnehmer, die schon einmal Insekten gegessen haben, ziehen einen höheren Nutzen aus Insektenprodukten als Teilnehmer, die noch nie Insekten probiert haben.

Auch diese Hypothese kann verifiziert werden. Es bietet sich an, die Teilnutzenwerte des Rindfleischpattys (Abbildung 13) zu vergleichen. Der Teilnutzenwert bei den Teilnehmern, die bereits Insekten probiert haben ist nur ca. ein Drittel von dem der Vergleichsgruppe. Des Weiteren messen Insektenkonsumenten der Patty-zusammensetzung nur 14%

Wichtigkeit bei, im Gegensatz zur Vergleichsgruppe, welche die Wahl zu 32% durch die Zusammensetzung begründet.

Hypothese: Menschen, die schon einmal Insekten probiert haben, haben eine positivere Einstellung gegenüber Insekten als Menschen, die noch nie Insekten gegessen haben.

Die Hypothese kann angenommen werden. Mit Hilfe einer Varianzanalyse können signifikante Unterschiede zwischen Teilnehmern, die Insekten gekostet haben und der Gegengruppe festgestellt werden (s. Anhang, Tabelle 33, 34). Insektenkonsumenten empfinden den Verzehr von Insekten als weniger primitiv, sind eher davon überzeugt, dass Insekten essbar sind und empfinden Insekten als weniger ekelig als Teilnehmer, die noch nie Insekten gegessen haben. Außerdem sind Konsumenten häufiger davon überzeugt, dass es eine gute Idee ist in Zukunft Insekten in der Humanernährung einzusetzen und würden auch häufiger selbst den Verzehr wagen.

Hypothese: Vorinformationen haben keinen Einfluss auf die Wahl eines bestimmten Lebensmittels

Die Ergebnisse des Choice Modells in Kapitel 6.2 haben gezeigt, dass diese Hypothese widerlegt werden kann. Die einzelnen Vorinformationsgruppen, die miteinander verglichen wurden, ziehen unterschiedlich hohe Nutzen aus den Merkmalsausprägungen und treffen ihre Wahl aufgrund von unterschiedlichen Faktoren. So stiftet bei den Teilnehmern ohne Vorinformationen ein reines Rindfleischpatty einen viel höheren Nutzen als bei Teilnehmern, die zuvor über die Genießbarkeit von Insekten aufgeklärt wurden. Die informierten Probanden bevorzugen dafür vor allem einen geringen Preis und eine Aussage über den gesundheitlichen Nutzen des Produkts gegenüber keinem verglichen mit den uninformierten Probanden. Menschen ohne Vorinformation treffen ihre Wahl hauptsächlich aufgrund der Pattyzusammensetzung, wobei Rindfleisch stark bevorzugt wurde. Den informierten Gruppen ist es weniger wichtig, dass das Patty aus Rindfleisch besteht, sondern sie achten auf möglichst geringe Emissionen. Ferner fungiert der Preis bei den informierten Gruppen als höherer Wahlindikator als bei der Vergleichsgruppe.

7 Diskussion

An den Konsum von Insekten sind einige Chancen und Risiken geknüpft.

Risiken:

Es konnte gezeigt werden, dass Insekten, wie viele andere Lebewesen, Schadstoffe in ihrem Organismus anhäufen können. Wilde Insekten beziehen genau wie Pflanzen ihre Nährstoffe aus der Umgebung. Aus diesem Grund zeigt sich, dass z.B. auch Schokolade aus Ecuador einen hohen Cadmiumgehalt, aufgrund von cadmiumreichen Böden, aufweist (Vítola & Ciproviča, 2016). Dieses Problem in der Insektenernährung könnte gelöst werden, indem Insekten unter strengen Kontrollen gezüchtet werden. Essbare Insekten stellen keine akute Bedrohung für das menschliche Leben dar. Durch Erhitzen, Einfrieren oder Entnehmen des Darms können die meisten Risiken beseitigt werden (Glover & Sexton, 2016). Genau so wird auch mit Fleisch oder Fisch verfahren. Es sollten jedoch die gängigen Hygienestandards gelten, die auch bei Fleisch und anderen Lebensmitteln zum Tragen kommen. Die Lebensmittelhygienekriterien besagen, dass in 25g Probenmaterial keine Kolonie-bildende Einheiten (KbE) Salmonellen oder Campylobacter pro Gramm Lebensmittel nachgewiesen werden dürfen. Vom Keim *Listeria monocytogenes* sollen unter zwei KbE und von *Bacillus cereus*, *Chlostridium perfringens* und *Staphylococcus aureus* unter fünf KbE pro Gramm Lebensmittel enthalten sein. Letztlich sollte ein unbedenkliches Lebensmittel höchstens 230 KbE *Escherichia coli* Bakterien pro 100 Gramm enthalten. Durch Kochen oder Trocknen der Insektenart können diese Grenzwerte eingehalten werden (Grabowski & Klein, 2016). Auf der anderen Seite stehen Insekten im Verdacht ein allergenes Potenzial aufzuweisen. Sie bestehen zu einem hohen Prozentsatz aus Proteinen, was bei sensiblen Menschen zu Immunglobulin E vermittelten Reaktionen führen kann. Es wird vermutet, dass Menschen mit Meeresfrüchteallergien beim Insektenkonsum ähnliche Reaktionen erfahren (FAO, 2013).

Probleme beim Verzehr einzelner Arten:

Nicht nur massenhaftes wildes Fangen, sondern auch der Verzehr von bestimmten Spezies könnte negative Folgen haben. Wie in Kapitel 2.3.1 erwähnt wurde, schnitt die Larve der Westlichen Honigbiene geschmacklich sehr gut bei Verkostungen ab. Es bleibt zu diskutieren, ob dieser Verzehr wirklich nachhaltig sein kann. Bei der angesprochenen *Apis mellifera* wird seit geraumer Zeit ein Bienensterben beobachtet. Zwar ist sie nur einer von vielen Bestäubern und ist daher nicht unersetzlich, aber sie sammelt Nektar

und Pollen und verkörpert gerade im Winter einen Speicher an Energie (Flügel, 2016). Es bleibt fraglich, ob ein Tier, das so wichtig für das Ökosystem ist, wirklich gegessen werden sollte, da die Schäden für die Umwelt beim vollständigen Verschwinden der Biene derzeit nicht abzuschätzen sind.

Wirtschaftliche Chancen und Risiken:

Des Weiteren sind wirtschaftliche Chancen und Risiken zu diskutieren. Der Verzehr von Insekten kann positive wie negative Auswirkungen auf die Bevölkerung haben. Wenn in der Stadt durch die Insektenzucht eine komplette Wertschöpfungskette aufgebaut wird, dann werden mehr Arbeitsplätze geschaffen. Die Menschen auf dem Land fürchten deshalb, dass ihren Nachkommen durch das massenhafte wilde Fangen der Tiere die Ernährungsgrundlage genommen wird (Müller et al., 2016). Werden die Tiere jedoch speziell gezüchtet, dann ist von solchen Bedenken abzusehen. Studien zeigen, dass ein hoher sozioökonomischer Status positiv mit einer hohen Lebenserwartung korreliert ist. Nicht nur das Einkommen, sondern auch die Bildung und der Beruf beeinflussen die Sterblichkeit (Lampert & Kroll, 2014). Demnach können die Stadtbewohner mit Aussicht auf einen langfristigen Beruf und gutem Gehalt in der Insektenbranche ihre Lebenserwartung positiv beeinflussen. Die Subsistenzbauern auf dem Land, die bislang Insekten veräußerten, werden mit den Angeboten aus der Stadt nicht mehr konkurrieren können. Deshalb könnte auf dem Land das Armutrisiko weiter steigen und sich folglich auch die Lebenserwartung verkürzen.

In Europa wären die wirtschaftlichen Folgen eines steigenden Insektenkonsums eher positiver Natur, da der Preis sinken würde. 2015 lag der Preis pro Kilogramm getrockneten Mehlwurm aus China, der für die Humanernährung eingesetzt wird, bei 6,3 USD. In Europa ist er mit 50 USD/kg um ein Vielfaches höher (Cortes Ortiz et al., 2016), was an der bislang geringen Nachfrage und dadurch wenig massenhafter Produktion liegt. Die Preise für ein Kilogramm Rindfleisch in Deutschland belaufen sich derzeit auf etwa 3,80 €, also ca. 4 USD (Agrarmarkt Aktuell, 2017). Wenn der chinesische Preis von getrockneten Mehlwürmern zukünftig auch in Europa erreicht wird, könnten Insekten im Supermarkt eine Preiskonkurrenz für Fleisch werden. Allerdings ist bislang nicht absehbar, ob Europa strengere Qualitätsstandards als China verlangen wird und ein so geringer Preis erreicht werden kann.

Ökologische Chancen und Risiken:

In Kapitel 2.3.2 wurde der hohe Lysingehalt in Soldatenfliegen festgestellt. Daher sind

Soldatenfliegen auch besonders für den Einsatz in der Tierernährung interessant. Lysin ist bei Schweinen die erstlimitierende Aminosäure, was bedeutet, dass sie besser wachsen, je mehr Lysin im Futter enthalten ist. Für Geflügel spielt Methionin die entscheidende Rolle (Deutscher Bauernverband und Verband der Landwirtschaftskammern, 2012). Soldatenfliegen könnten also bestenfalls die Notwendigkeit von großen Flächen an Acker- und Sojabohnen vermindern. So könnte Land eingespart werden. Außerdem hängt die Zucht von Soldatenfliegen auch weniger von Umweltumständen ab als der Anbau von Ackerpflanzen. Selbst beim nicht direkten Verzehr würden Insekten den Menschen damit zu Gute kommen. Allerdings ist die Verfütterung von tierischen Proteinen an Nutztiere (mit einigen Ausnahmen) bis heute verboten (BfR, 2017). Bevor die Fliegen in der Tierernährung zum Einsatz kommen können, muss die Verordnung (EG) Nr. 999/2001 überarbeitet werden.

Zu den stärksten Chancen zählen aber die ökologischen Vorteile, die Insekten als Zuchttiere gegenüber Rindern, Schweinen oder Geflügel aufweisen. Kapitel drei zeigte einige Vorteile von Insekten gegenüber Nutztieren auf. Vor allem der Landverbrauch war bei den Kerbtieren besser bewertet. Aus Platzgründen sollte über eine vermehrte Insektenzucht nachgedacht werden, da die Tiere sehr dicht gehalten und sogar in Kästen übereinandergestapelt werden können (Cortes Ortiz et al., 2016). Eine platzsparendere Haltung von Rindern ist unter ethischen und tierrechtlichen Gesichtspunkten nicht zu vertreten. Das Potenzial von Insekten gegenüber herkömmlichen Nutztieren ist groß: Insekten haben eine bessere Futtermittelverwertung, können mit Hilfe von anfallenden Nebenprodukten ernährt werden, haben einen geringeren Wasserverbrauch und eine bessere Treibhausgasbilanz, haben ein geringeres Risiko Zoonosen zu verbreiten und unterliegen letztlich scheinbar einer anderen Ethik als Fleischlieferanten (FAO, 2006). Durch den geringen Futtereinsatz und einen niedrigeren Bedarf an Wasser, kann der geringe Verbrauch an virtuellem Wasser bei der Zucht erklärt werden (Halloran & Vantomme, 2012; van Huis, 2011). Und schließlich produzieren Insekten pro Kilogramm Massenzuwachs weniger Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas und Ammoniak und beeinflussen den Klimawandel weniger negativ als andere Nutztiere (Oonincx & de Boer, 2012). Im Gegensatz dazu könnte das Ökosystem durch einen steigenden Insektenkonsum auch irreparable Schäden erleiden, falls die Tiere massenhaft wild gefangen werden (Müller et al., 2016).

Weitere Chancen und Risiken:

Eine Chance für die steigende Akzeptanz könnte die Ethik beim Konsum von Insekten

darstellen. Zwar kann mit dem jetzigen Forschungsstand nicht beantwortet werden, ob es ethisch korrekter ist Insekten statt Wirbeltiere zu essen und es ist weiterhin unklar, wie das Schmerzempfinden der Insekten genau aussieht (van Huis, 2011). Dennoch stellen Insekten für einige Vegetarier eine potenzielle Nahrungsquelle dar. Vegetarier greifen oft zu Fleischersatzprodukten wie Soja, welches mit Phytoestrogenen in Hormonprozesse des Körpers eingreift (Vollmer & Zierau, 2004). Insekten könnten eine weniger bedenkliche Alternative darstellen. Kapitel 2.3 hat gezeigt, dass die Inhaltstoffe von Insekten gleich gut oder besser zu bewerten sind als die von Fleisch. Jedes „neue“ Lebensmittel stellt eine Chance dar, Menschen besser zu ernähren und ihre Gesundheit zu fördern. Im besten Fall wurde mit Insekten eine kostengünstige, nachhaltige, leicht zu züchtende Proteinquelle wiederentdeckt. Um diese aber in Europa zu nutzen, muss der anerzogene Insektenekel überwunden und die aktuelle Gesetzeslage klarer und insektenfreundlicher gestaltet werden. Für Insekten sollten die gleichen Grenzwerte und Kriterien wie für andere Fleischlieferanten gelten. Dies schließt eine Verarbeitungserlaubnis für Insekten, die der für Fleisch entspricht, ein.

7.1 Diskussion der Ergebnisse

Tabelle 30: Zusammenfassung der Ergebnisse

	Likert-Skala	CBCA pos. Vorinfo	CBCA neutr. Vorinfo	CBCA keine Vorinfo
Präferenz- messung	angegebene Präferenz	beobachtet	beobachtet	beobachtet
Präferenz 1	Geschmack	Patty- Zusammen- setzung/ Produzierte Treibhausgase	produzierte Treibhausgase	Patty- Zusammen- setzung
Präferenz 2	natürliche Produktions- weise		Patty- Zusammen- setzung	produzierte Treibhausgase
Präferenz 3	Preis	Preis	Preis	Produktions- weise
Präferenz 4	Zertifizierung der Qualität	Produktions- weise	Produktions- weise	Preis
Präferenz 5	Nährstoff- angabe	gesundheits- bezogene Aussage	gesundheits- bezogene Aussage	gesundheits- bezogene Aussage

	Likert-Skala	CBCA pos. Vorinfo	CBCA neutr. Vorinfo	CBCA keine Vorinfo
Präferenz 6	produzierte Treibhausgase	visueller Eindruck	visueller Eindruck	visueller Eindruck
Präferenz 7	gesundheits- bezogene Aussage			
Präferenz 8	Marke			

Wie bereits in der deskriptiven Auswertung festgestellt und in Tabelle 30 zusammengefasst wurde, achten Konsumenten vor allem auf den Geschmack, eine natürliche Produktionsweise und auf den Preis, wenn sie sich zwischen Produkten entscheiden sollen. Die produzierten Treibhausgase und Health Claims sind allgemein nicht so wichtig. Diese Ergebnisse stimmen teilweise mit den Beobachtungen in der CBCA überein. In einer relativ realitätsnahen Entscheidungssituation wäre die Zusammensetzung des Pattys hauptsächlich für die Wahlentscheidung verantwortlich. Da mithilfe der Zusammensetzung versucht wird auf den Geschmack zu schließen, unterstützen sich die Ergebnisse aus den zwei Fragebogenteilen. Allerdings sind Konsumenten, bei einer expliziten Erwähnung der produzierten Treibhausgase, diese doch auch ausschlaggebend für den Kauf. Ein Produkt soll umweltfreundlich erzeugt worden sein, was eine biologische Produktionsweise und geringe Treibhausgasemissionen einschließt. Zudem sollte es möglichst günstig sein. Die Erwähnung einer gesundheitsbezogenen Aussage ist weniger von Bedeutung und Konsumenten scheinen ebenfalls nicht auf eine Visualisierung des Produkts zu achten, was in Fragebogenteil eins mit der geringen Bewertung der Health Claims und Marke bestätigt werden kann.

Bei Betrachtung der Zustimmung zu Aussagen über Insekten sind alle Standardabweichungen recht hoch, was zeigt, dass in der Bevölkerung keineswegs Einigkeit beim Thema Insekten herrscht.

Das durchschnittliche Nettoeinkommen liegt bei über der Hälfte der Befragten unter 1000€, was sich damit erklären lässt, dass viele Teilnehmer zum Zeitpunkt der Befragung Studenten waren.

Durch die CBCA konnte herausgefunden werden, welches die Stellschrauben sind, um Insektenprodukte richtig anzupreisen. Hauptsächlich sollen sie umweltschonend und niedrigpreisig sein. Es ist jedoch fraglich, ob Insektenprodukte neben Fleischalternativen

eine Chance haben, da die Pattyzusammensetzung und somit die Inhaltsstoffe bei Produkten ohne Vorinformationen den entscheidenden Einfluss auf die Wahlentscheidung haben.

Sobald Konsumenten neutrale oder positive Vorinformationen zu Insekten erhalten, werden Produkte anders bewertet. Bei Vorinformationen kommt dem Patty eine weniger bedeutende Rolle zu, da beide Varianten (pures Rindfleisch gegen gemischtes Patty aus Rind und Insekt) ausdrücklich als essbar deklariert wurden. Den Konsumenten sind dann vor allem der Preis und zusätzliche Informationen auf der Packung wichtiger. Eine mögliche Erklärung dazu lautet, dass sich der Verlust bei einem niedrigpreisigen Produkt in Grenzen hält, sollte es nicht schmecken. Durch zusätzliche gesundheitsbezogene Informationen wird über weitere Vorteile des Produkts informiert, weshalb sich Zweifel leichter überkommen lassen.

Potenzielle Insektenkonsumenten müssen nicht mehr überzeugt werden, Insektenprodukte zu probieren. Sie sehen die Bratlinge nahezu als identisch an. Allerdings möchten auch sie ein umweltfreundliches Produkt erwerben, was zusätzlich einen Gesundheitsbezug aufweist.

Nach Auswertung der CBCA unter verschiedenen Gesichtspunkten können die Forschungsfrage „Können Konsumenten durch Vorinformationen beeinflusst werden ein bestimmtes Produkt zu wählen?“ und „Welche Eigenschaften sind bei der Wahl von Produkten relevant und müssten deshalb auch bei Insektenprodukten beachtet werden?“ beantwortet werden.

Vorinformationen haben einen signifikanten Effekt auf die Teilnutzen und Wichtigkeiten von Eigenschaften. Durch Vorinformationen wird der Bratling des Burgers weniger wichtig. Allerdings wird von informierten Teilnehmern dann verstärkt auf einen niedrigen Preis geachtet und auf zusätzliche Health Claims.

Insektenprodukte müssen insgesamt vor allem durch eine umweltfreundliche Produktion und einen niedrigen Preis bestechen. Menschen, die sich den Insektenkonsum zukünftig vorstellen können, messen dem Patty kaum noch Wichtigkeit zu. Allerdings ist unter den Teilnehmern, die tatsächlich schon einmal Insekten probiert haben, die Patty-Zusammensetzung wieder wichtiger. Insekten schmecken nicht jedem. Der Fokus sollte auf einem positiven Image und einer passenden Marketingstrategie liegen. Die Vorteile gegenüber herkömmlichem Fleisch sollten angepriesen werden und die Produkte sollten mit zusätzlichen Informationen in Bezug auf die Gesundheit versehen werden.

7.2 Kritik am Experiment

Nach einer Studie von Pascucci und de-Magistris ist die größte Hürde bei der Akzeptanz von Insektenprodukten, dass nach derzeitiger Gesetzeslage das Insekt im Lebensmittel sichtbar sein muss (Pascucci & De-Magistris, 2013).

In der vorliegenden Masterarbeit wurden Lebensmittel getestet, in denen Insekten untergemengt und daher unsichtbar waren. Die Konsumentenakzeptanz beim Verzehr von Insekten im Ganzen könnte geringer ausfallen. Zu bedenken ist hierbei jedoch, dass Fleisch auch nicht als klar erkennbares Tier, sondern immer verarbeitet gegessen wird. Dies schließt ein, dass beim Fleischkauf das eigentliche Tier, abgesehen von Fisch, Meeresfrüchten oder Schalentieren, selten sichtbar ist. Deshalb wurde versucht, möglichst gleichwertige Produkte zu vergleichen.

Weiterhin ist die Stichprobe nicht repräsentativ, da mehrheitlich Studenten mit einem Durchschnittsalter von 30 Jahren am Experiment teilgenommen haben und das Geschlechterverhältnis stark zu den Frauen tendierte. Eine junge Stichprobe lässt sich bei diesem Thema jedoch rechtfertigen, da diese Zielgruppe sich in Zukunft mit dem Insektenkonsum auseinandersetzen wird.

Des Weiteren kann kritisiert werden, dass die Zuordnung zu den Vorinformationsgruppen über eine Farbwahl veranlasst wurde. Es wäre besser gewesen, eine ausgeglichene Randomisierung über die Klicks oder eine Verknüpfung mit Zeiten zu realisieren. Der chi-Quadrat-Test hat zwar gezeigt, dass die Vorinformationsgruppen im Hinblick auf die Soziodemografika relativ gleich waren, aber die Gruppengrößen waren nicht optimal verteilt.

Bei weiteren Forschungen sollten diese Kritikpunkte beachtet werden, um noch bessere Ergebnisse zu erzielen.

8 Fazit

Die Akzeptanz von Insektenprodukten in der Humanernährung ist in Europa verglichen mit der restlichen Welt relativ gering. Allerdings konnte gezeigt werden, dass Vorinformationen zu Insektenprodukten in der Lage sind, die Akzeptanz zu erhöhen. Der Ekel gegenüber Insekten als Nahrungsmittel ist häufig anerzogen und kann durch Informationsbereitstellung, Marketing oder Verkostungen vermindert werden. Weiterhin haben Insekten als Proteinquelle gegenüber herkömmlichem Fleisch ein hohes Potenzial. Sie sind umweltschonender, weil sie weniger Futter, Wasser und Platz verbrauchen und weniger Treibhausgas Emissionen produzieren. Des Weiteren stellen

Insekten auch für einige Vegetarier eine potenzielle Proteinquelle dar. Insgesamt sind die Inhaltsstoffe auf ernährungsphysiologischer Ebene als gleichwertig oder besser als Fleisch zu beurteilen. Die gesetzliche Situation ist mit der derzeit geltenden Novel Food Verordnung nicht vollständig geregelt. Außerdem stellt sie auch die entscheidende Hürde in der Akzeptanz von Insekten als Lebensmittel dar, weil diese im Produkt sichtbar sein müssen. Bis Insektenmehl oder sonstige Produkte im deutschen Einzelhandel zu finden sein werden, müssen noch einige Risikobewertungen durchgeführt werden. Gegenüber Fleisch sind Insekten nicht risikobehafteter. Eine ordnungsgemäße Aufzucht und Zubereitung der Kerbtiere muss allerdings garantiert werden können. Insekten könnten dagegen, ähnlich wie Schalentiere, ein allergenes Potenzial aufweisen aufgrund ihres hohen Proteinanteils. Dieses Potenzial sollte noch weiter erforscht werden. Nichtsdestotrotz überwiegen die zahlreichen Vorteile der Entomophagie, weshalb der Einsatz in Europa verstärkt diskutiert werden sollte.

Quellen

- Agrarmarkt aktuell (2017). Preise für Rindfleisch. <http://www.agrarmarkt-aktuell.de/Kassamarkt/Rindfleisch-Preise>. Stand 21.03.2017
- Aguilar-Miranda, E. D., Lopez, M. G., Escamilla-Santana, C., & Barba de la Rosa, A. P. (2002). Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(1), 192–195. <https://doi.org/10.1021/jf010691y>
- Alemu, M. H., Olsen, S. B., Vedel, S. E., Pambo, K. O., & Owino, V.O. (2015). Consumer acceptance and willingness to pay for edible insects as food in Kenya: the case of white winged termites, 1–27. Retrieved from <https://www.mendeley.com/research>
- Aulendorf, R. (2015). Planungshilfen für den Rinder-Stallbau, *1*, 1–16.
- Ayieko, M. A., & Oriaro, V. (2008). Consumption, indigeneous knowledge and cultural values of the lakefly species within the Lake Victoria region. *African Journal of Environmental Science and Technology*, *2*(10), 282–286.
- Backhaus, K., Erichson, B., & Weiber, R. (2015). *Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46087-0>
- Bamaiyi, P. H., & Aniesona, A. T. (2012). GRASSHOPPERS (*Zonocerus variegatus*) AS A POTENTIAL GLOBAL ALTERNATIVE SOURCE OF PROTEIN. *Continental Journal of Food Science and Technology*, *6*(2), 8–12. <https://doi.org/10.5707/cjfst.2012.6.2.1.3>
- Banjo, A. D., Lawal, O. A., & Songonuga, E. A. (2006). The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, *5*(1684–5315), 298–301. <https://doi.org/10.5897/AJB05.250>
- Barenes, H., Phimmasane, M., & Rajaonarivo, C. (2015). Insect consumption to address undernutrition, a national survey on the prevalence of insect consumption among adults and vendors in Laos. *PLoS ONE*, *10*(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136458>
- Bayrisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2017). http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/technologien/funktionelle_lebensmittel/et_insekten_nahrungsmittel.htm. Stand 19.02.2017
- Bednárová, M., Borkovcová, M., Mlcek, J., Rop, O., & Zeman, L. (2013). Edible insects - Species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, *61*(3), 587–593. <https://doi.org/10.11118/actaun201361030587>
- BfR (2017). Bundesinstitut für Risikobewertung, Nationales Referenzlabor für tierische Proteine in Futtermitteln. http://www.bfr.bund.de/de/nationales_referenzlabor_fuer_tierische_proteine_in_futtermitteln-8863.html. Stand 20.03.2017
- BLE (2016). Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Versorgung mit Fleisch in Deutschland im Kalenderjahr 2015. http://www.ble.de/DE/01_Markt/15_Versorgungsbilanzen/_functions/Dt_Fleisch.html. Stand 29.01.2017
- BMEL (2017). Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Neuartige Lebensmittel – Novel Food. https://www.bmel.de/DE/Ernaehrung/SichereLebensmittel/SpezielleLebensmittelUndZusaetze/NovelFood/_Texte/DossierNovelFood.html?docId=6954070,

Stand 23.03.2017

- Brunner, T. (2015). Mit welchen Argumenten man Insekten-Lebensmittel in der Deutsch- und Westschweiz verkaufen kann, 1–4.
- Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz. Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung - TierSchNutzTV), Tierschutz Ethik und Recht § (2001).
- BuBler, S., Rumpold, B. A., Jander, E., Rawel, H. M., & Schlüter, O. K. (2016). Recovery and techno-functionality of flours and proteins from two edible insect species: Meal worm (*Tenebrio molitor*) and black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Heliyon*, 2(12), e00218. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00218>
- BVL (2017). Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. http://www.bvl.bund.de/DE/01_Lebensmittel/04_AntragstellerUnternehmen/13_FAQs/FAQ_NovelFood/FAQ_NovelFood_node.html. Stand 17.02.17
- Caparros Megido, R., Gierts, C., Blecker, C., Brostaux, Y., Haubruge, É., Alabi, T., & Francis, F. (2016). Consumer acceptance of insect-based alternative meat products in Western countries. *Food Quality and Preference*, 52, 237–243. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.05.004>
- Caparros Megido, R., Sablon, L., Geuens, M., Brostaux, Y., Alabi, T., Blecker, C., ... Francis, F. (2014). Edible insects acceptance by belgian consumers: Promising attitude for entomophagy development. *Journal of Sensory Studies*, 29(1), 14–20. <https://doi.org/10.1111/joss.12077>
- Capinera, J. L. (Ed.) (2004). Encyclopedia of Entomology. Vol. 1–3. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Chakravorty, J., Ghosh, S., & Meyer-Rochow, V. B. (2011). Practices of entomophagy and entomotherapy by members of the Nyishi and Galo tribes, two ethnic groups of the state of Arunachal Pradesh (North-East India). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-5>
- Charlton, a. J., Dickinson, M., Wakefield, M. E., Fitches, E., Kenis, M., Han, R., ... Smith, R. (2015). Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(1), 7–16. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0020>
- Ciancio, A.; Mukerji, K.G. (2010). Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases. Springer. 2010
- Cortes Ortiz, J. A., Ruiz, A. T., Morales-Ramos, J. A., Thomas, M., Rojas, M. G., Tomberlin, J. K., ... Jullien, R. L. (2016). *Insects as Sustainable Food Ingredients*. (A. T. Dossey, J. A. Morales-Ramos, & M. Guadalupe Rojas, Eds.), *Insects as Sustainable Food Ingredients*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802856-8.00005-3>
- Curtis, V., Auger, R., & Rabie, T. (2004). Evidence that disgust evolved to protect from risk of disease. *Proceedings: Biological Sciences (Biology Letters)*, 277(June), 131–133. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2003.0144>
- Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union. (1997). *Novel Food Verordnung (Originaltext)*.
- de-Magistris, T., Pascucci, S., & Mitsopoulos, D. (2015). Paying to see a bug on my food. *British Food Journal*, 117(6), 1777–1792. <https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2014-0222>

- Deroy, O., Reade, B., & Spence, C. (2015). The insectivore's dilemma, and how to take the West out of it. *Food Quality and Preference*, 44(August), 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.02.007>
- Deutscher Bauernverband und Verband der Landwirtschaftskammern. (2012). Merkblatt für den Einsatz von Futtermittel-Zusatzstoffen im landwirtschaftlichen Betrieb, (August).
- DGE (2016): DACH, Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2. Auflage, 2016
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2011). The potential use of the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as animal feed: Bioaccumulation of heavy metals and effects on the life cycle. *Environmental Entomology*, 1(4), 261–270. <https://doi.org/10.3920/JIFF2015.0030>
- Domke, A., Großklaus, R., Niemann, B., Przyrembel, H., Richter, K., Schmidt, E., ... Ziegenhagen, R. (2004). *Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln Toxikologische und ernährungsphysiologische Aspekte. Bundesinstitut für Risikobewertung.*
- EFSA Scientific Committee. (2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13(10), 60 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257>
- Erens, J., Es van, S., Haverkort, F., Kapsomenou, E., & Luijben, A. (2012). A Bug's life Large-scale insect rearing in relation to animal welfare. *Film Comment*, 58. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61198-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61198-7)
- Europäische Kommission. (2015). Fragen und Antworten : Neue Verordnung über neuartige Lebensmittel. *Factsheet*, (November), 2015–2017. Retrieved from http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-5875_en.htm
- Europäisches Parlament (2017). Novel Foods Innovationen im Lebensmittelbereich. <http://www.europarl.europa.eu/news/de/news-room/20151023STO99022/novel-foods-innovationen-im-lebensmittelbereich>. Stand 19.02.2017
- European Commission (2017). Food Authorisations. http://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations_en. Stand 22.03.2017
- Evans, J., Alemu, M. H., Flore, R., Frøst, M. B., Halloran, a., Jensen, a. B., ... Eilenberg, J. (2015). "Entomophagy": an evolving terminology in need of review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(4), 293–305. <https://doi.org/10.3920/JIFF2015.0074>
- FAO. (2006). 5 . Environmental opportunities for insect rearing for food and feed. *Edible Insects Edible Insects : Future Prospects Forfood and Feed Security*, 59–66.
- FAO. (2010). *Forest insects as food: humans bite back. Rap* [https://doi.org/ISBN 978-92-5-106488-7](https://doi.org/ISBN%20978-92-5-106488-7)
- FAO. (2013). *Edible insects. Future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Vol. 171). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fehlhaber, K. (2015). *Handbuch Lebensmittelhygiene*. (N. T. Grabowski & G. Klein, Eds.) (15. Essbar).
- Flügel, H.-J. (2016). Das Bienensterben - ein Umweltrisiko ?, (October).
- Flying Food (2017). <http://www.flyingfoodproject.com/> Stand 21.03.2017

- Gjerris, M., Gamborg, C., & Röcklinsberg, H. (2016). Ethical aspects of insect production for food and feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 2(2), 101–110. <https://doi.org/10.3920/JIFF2015.0097>
- Glover, D., & Sexton, A. (2016). Edible Insects and the Future of Food, (April). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5148.2007>
- Grabowski, N. T., & Klein, G. (2016). Sind Insekten als Lebensmittel sicher? *Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover*.
- Grunert, K. G., Brunso, K., & Bisp, S. (1993). Food-related life style. Development of a cross-culturally valid instrument for market surveillance. *MAPP Working Paper*, 12(10), 1–44.
- Halloran, A., & Vantomme, P. (2012). The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment. *Fao*, 1–4. <https://doi.org/i3264e/1/04.13>
- Hamerman, E. J. (2016). Cooking and disgust sensitivity influence preference for attending insect-based food events. *Appetite*, 96, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.09.029>
- Handl, A. (2010). *Multivariate Analysemethoden*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-14987-0>
- Hemmerling, S., Schütz, K., Krestel, N., Zühlsdorf, A., & Spiller, A. (2016). Trendsegment Foodies : Die neue Leidenschaft für Lebensmittel, Ergebnisse einer Zielgruppenanalyse für den deutschen Lebensmittelmarkt.
- IBM. (2011). IBM SPSS Conjoint 20, <http://www.math.uni-leipzig.de/pool/tuts/SPSS/IBM%20SPSS%20Conjoint.pdf>, 1–49.
- James, William (1890). *The principles of psychology* (Vol. 2). New York. Holt, Rinehart & Winston.
- Jongema, Y. (2015). List of edible insects of the world. Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. http://www.wur.nl/upload_mm/7/4/1/ca8baa25-b035-4bd2-9fdc-a7df1405519a_WORLD%20LIST%20EDIBLE%20INSECTS%202015.pdf, Stand 19.01.2017.
- Katayama N., Yamashita M., Wada H. and Mitsunashi J. (2005) Entomophagy as part of a space diet for habitation on Mars. *Journal of Space Technology and Science*
- Kemenczel, A., Izso, T., Bognar, L., & Kasza, G. (2016). Insects as “ new ” foods (Rovarok mint “ új ” élelmiszerek), (June).
- Kinyuru, J. N., Kenji, G. M., Muhoho, S. N., & Ayieko, M. (2010). Nutritional Potential of Longhorn Grasshopper (*Ruspolia Differentis*) Consumed in Siaya District, Kenya. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, 12(1), 32–46. Retrieved from <http://elearning.jkuat.ac.ke/journals/ojs/index.php/jagst/article/view/7>
- Kirchgeßner, M. (2014). *Tierernährung*. 14. Auflage, DLG Verlag. 2014
- Kögel, J., Petautschnig, A., Stückler, P., Andrighetto, I., & Augustini, C. (2003). Beziehungen zwischen Schlachtalter und Merkmalen der Rindfleischqualität, 1–13.
- Kokoszynski, D., Bernacki, Z., & Pieczewski, W. (2014). Carcass composition and quality of meat from game pheasants (*P. colchicus*) depending on age and sex. *European Poultry Science*, 78(February 2014). <https://doi.org/10.1399/eps.2014.16>
- Lampert, P. D. T., & Kroll, D. L. E. (2014). Soziale Unterschiede in der Mortalität und

Lebenserwartung, (Bbsr).

- Lancaster, K. A., (1966): New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy* 74, 132–157.
- Lensvelt, E. J. S., & Steenbekkers, L. P. A. (2014). Exploring Consumer Acceptance of Entomophagy: A Survey and Experiment in Australia and the Netherlands. *Ecology of Food and Nutrition*, 53(5), 543–561. <https://doi.org/10.1080/03670244.2013.879865>
- Lesnik, J. J. (2016). Latitude and attitude: The effects of biodiversity and evolution on entomophagy across the world, (August).
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes.
- Löffler. (2014). *Löffler / Petrides Biochemie und Pathobiochemie*.
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197(November), 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
- Max Rubner-Institut. (2008). *Nationale Verzehrs Studie II*.
- Müller, A., Evans, J., Payne, C. L. R., & Roberts, R. (2016). Entomophagy and Power. *Journal of Insects as Food and Feed*, 2(2), 121–136. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0010>
- Nadeau, Luc, Nadeau, Isaac, Franklin, Frank, Dunkel, Florence. (2014). The Potenzial for Entomophagy to Adress Undernutrition in Ecology of Food and Nutrition 54(3). 1-9, November 2014
- Oonincx, D. G. A. B., & de Boer, I. J. M. (2012). Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans - A Life Cycle Assessment. *PLoS ONE*, 7(12), 1–5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051145>
- Oonincx, D. G. A. B., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J. J. A., & van Huis, A. (2010). An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS ONE*, 5(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014445>
- Osterburg, B., Nieberg, H., Rüter, S., Isermeyer, F., Haenel, H.-D., Hahne, J., ... Weiland, P. (2009). Erfassung, Bewertung und Minderung von Treibhausgasemissionen des deutschen Agrar- und Ernährungssektors. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. *Arbeitsberichte Aus Der vTI-Agrarökonomie*, 3.
- Pascucci, S., & De-Magistris, T. (2013). Information bias condemning radical food innovators? The case of insect-based products in the Netherlands. *International Food and Agribusiness Management Review*, 16(3), 1–16.
- Pelchat, M. L. (2000). You can teach an old dog new tricks: olfaction and responses to novel foods by the elderly. *Appetite*, 35(2), 153–160. <https://doi.org/10.1006/appe.2000.0348>
- PZ (2009). Pharmazeutische Zeitung online. Ausgabe 32/2009. Osteoporose und Ernährung. Knochenstarke Kost. <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=30550>. Stand 30.01.2017
- Ramos-elorduy, J., Antonio, L., Valdés, C., Manuel, J., & Moreno, P. (2012). Socio-economic and Cultural Aspects Associated with Handling Grasshopper Germplasm in Traditional Markets of Cuautla , Morelos , Mexico, 40(1), 85–94.
- Roos, N. (2014). The GREEINSECT project: insect-farming for food security and “green” economy

- in Africa, 1–13.
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. (2016). Insekten - Nahrung der Zukunft?, 221–223.
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(5), 802–823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>
- Schösler, H., Boer, J. de, & Boersema, J. J. (2012). Can we cut out the meat of the dish? Constructing consumer-oriented pathways towards meat substitution. *Appetite*, 58(1), 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.09.009>
- Siemianowska, E., Barszcz, A. A., Skibniewska, K. A., Markowska, A., Polak-Juszczak, L., Zakrzewski, J., ... Dzwolak, W. (2016). Mineral content of muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Journal of Elementology*, 21(3), 833–845. <https://doi.org/10.5601/jelem.2015.20.4.1004>
- SKLM. (2016). Sicherheitsaspekte bei der Herstellung von Lebensmitteln und Lebensmittelinhaltsstoffen aus Insekten. *Lebensmittelchemie*, 1–8.
- Smil, V. (2002). Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme and Microbial Technology*, 30(3), 305–311. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(01\)00504-X](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(01)00504-X)
- Sogari, G. (2015). Entomophagy and Italian consumers: An exploratory analysis. *Progress in Nutrition*, 17(4), 311–316.
- Spektrum a (2017): Lexikon der Arzneipflanzen und Drogen: Bombyx mori: <http://www.spektrum.de/lexikon/arzneipflanzen-drogen/bombyx-mori/1904>. Stand 14.04.2017
- Spektrum b (2017). Lexikon der Biologie. Schwarzkäfer. <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/schwarzkaefer/60149>. Stand 14.04.2017
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De Haan, C. (2006). Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. *FAO* <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/A0701E/A0701E00.pdf>, 1–377. <https://doi.org/10.1007/s10666-008-9149-3>
- Stichting OrthoKennis. (2008). Vitamin- und Mineralstoff-Tabelle.
- Suter, P. M. (2011). Wie viel Proteine braucht der Mensch? *Schweizer Zeitschrift Für Ernährungsmedizin*, (3), 11–13. Retrieved from http://www.rosenfluh.ch/rosenfluh/articles/download/2522/07_wieviel_Protein_3.11.pdf
- Tagesschau (2017). Hungersnot nach Dürre „Schwerste humanitäre Krise seit 1945“, <https://www.tagesschau.de/ausland/un-aufruf-hungerhilfe-101.html>. Stand 12.03.2017
- Tan, H.S.G., Fischer, A.R.H., Tinchin, P., Stieger, M., Steenbekkers, L.P.A. and Van Trijp, H.C.M. (2015). Insects as food. exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance. *Food Quality and Preference* 42. 78-89.
- United States Department of Agriculture (1937). Annotated list of the insects and mites associated with stored grain and cereal products, and of their arthropod parasites and predators
- University of Florida (2017). Featured Creatures. http://entnemdept.ufl.edu/creatures/MISC/BEES/euro_honey_bee.htm. Stand 14.04.2017

- Van Der Fels-Klerx, H. J., Camenzuli, L., Van Der Lee, M. K., & Oonincx, D. G. A. B. (2016). Uptake of cadmium, lead and arsenic by *Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens* from contaminated substrates. *PLoS ONE*, *11*(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166186>
- van Huis, A. (2011). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review of Entomology*, *58*(SEPTEMBER 2012), 120928130709004. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704>
- Vītola, V., & Ciproviča, I. (2016). The Effect of Cocoa Beans Heavy and Trace Elements on Safety and Stability of Confectionery Products, *35*(330). <https://doi.org/10.1515/plua-2016-0003>
- Vollmer, G., & Zierau, O. (2004). Was sind phytoestrogene und phyto-SERMs? *Pharmazie in Unserer Zeit*, *33*(5), 378–383. <https://doi.org/10.1002/pauz.200400085>
- Weingarten, S. (2015). Food in the Bible , and how the rabbis saw it, (April).
- WHO and FAO. (2004). Vitamin and mineral requirements in human nutrition Second edition. *World Health Organization*, 1–20. <https://doi.org/9241546123>
- Yen, A. L. (2015a). Can edible insects help alleviate the bushmeat crisis? *Journal of Insects as Food and Feed*, *1*(3), 169–170. <https://doi.org/10.3920/JIFF2015.x004>
- Yen, A. L. (2015b). Insects as food and feed in the Asia Pacific region: current perspectives and future directions. *Journal of Insects as Food and Feed*, *1*(1), 33–55. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0017>
- Zeeck, A., Grond, S., Papastavrou, I., Zeeck, S. C. (2005). *Chemie für Mediziner*. Urban & Fischer. 6. Auflage S. 316, 297
- Zhao, Y., Wang, D., & Yang, S. (2016). Effect of organic and conventional rearing system on the mineral content of pork. *Meat Science*, *118*, 103–107. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.030>

Bildquelle:

- [1] <http://static.shoplightspeed.com/shops/604380/files/001053663/600x600x2/black-soldier-fly-larvae.jpg>;
- [2] https://www.entomos.ch/media/catalog/product/cache/10/thumbnail/1f7e3aceb68cad2fcbb495f61dbd86ad/e/n/entomos_mehlwuermer_3_1_1.jpg;
- [3] https://www.entomos.ch/media/catalog/product/cache/10/thumbnail/1f7e3aceb68cad2fcbb495f61dbd86ad/e/n/entomos_zophobas_1_3.jpg;
- [4] <http://koi-wissensdatenbank.de/wp-content/uploads/2016/10/Seidenraupe-300x229.jpg>;
- [5] <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f3/58/2c/f3582c1581fbf8fe0d1ba1cced079bcd.jpg>;
- [6] https://www.entomos.ch/media/catalog/product/cache/10/image/2ab0657f50fac213d4c21b1100658c19/e/n/entomos_wachsmaden_1_2.jpg;
- [7] https://www.entomos.ch/media/catalog/product/cache/10/small_image/248x0/ba7ce90f30263073eb60c8078801ddef/e/n/entomos_steggengrille_gross_3.jpg;
- [8] https://c1.staticflickr.com/9/8041/8018448406_8e95a24c8b_b.jpg
- [9] https://utopia.de/app/uploads/2016/03/insektenburger_w_corbis_micro_family_business_160311_1280x600-640x300.jpg

Anhang

Hypothese: Männer sind gegenüber Insekten als Lebensmittel aufgeschlossener als Frauen.

Tabelle 31: Aufgeschlossenheit gegenüber Insektenprodukten nach Geschlecht

		N	Mittelwert	Stdv.
geküchelt	männlich	73	3,73	1,820
	weiblich	198	4,19	1,833
	Gesamt	271	4,06	1,838
künftig essen	männlich	79	1,48	,503
	weiblich	222	1,64	,480
	Gesamt	301	1,60	,490

Tabelle 32: Aufgeschlossenheit gegenüber Insektenprodukten, Vergleich der Mittelwerte

		Einfaktorielle ANOVA				
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
geküchelt	Zwischen den Gruppen	11,327	1	11,327	3,383	,067
	Innerhalb der Gruppen	900,606	269	3,348		
	Gesamt	911,934	270			
künftig essen	Zwischen den Gruppen	1,758	1	1,758	7,514	,007
	Innerhalb der Gruppen	62,472	267	,234		
	Gesamt	64,230	268			

Hypothese: Menschen, die schon einmal Insekten probiert haben, haben eine positivere Einstellung gegenüber Insekten als Menschen, die noch nie Insekten gegessen haben.

Tabelle 33: Einstellungen gegenüber Insekten nach bisherigem Konsum

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		
					Untergrenze	Obergrenze	
					primitiv	ja	74	1,86	1,114	,130	1,61	2,12
	nein	204	2,34	1,615	,113	2,12	2,56
	Gesamt	278	2,21	1,511	,091	2,03	2,39
essbar	ja	74	1,26	,621	,072	1,11	1,40
	nein	204	1,90	1,419	,099	1,70	2,09
	Gesamt	278	1,73	1,288	,077	1,57	1,88
eklig	ja	74	3,27	1,715	,199	2,87	3,67
	nein	204	4,36	1,805	,126	4,11	4,61
	Gesamt	278	4,07	1,843	,111	3,85	4,29
künftig essen	ja	74	1,47	,503	,058	1,36	1,59
	nein	202	1,65	,477	,034	1,59	1,72
	Gesamt	276	1,61	,490	,029	1,55	1,66
gute Idee	ja	74	1,18	,383	,045	1,09	1,26
	nein	204	1,32	,467	,033	1,25	1,38
	Gesamt	278	1,28	,450	,027	1,23	1,33

Tabelle 34: Einstellungen gegenüber Insekten, Vergleich der Mittelwerte

Einfaktorielle ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
primitiv	Zwischen den Gruppen	12,168	1	12,168	5,414	,021
	Innerhalb der Gruppen	620,310	276	2,248		
	Gesamt	632,478	277			
essbar	Zwischen den Gruppen	22,263	1	22,263	14,062	,000
	Innerhalb der Gruppen	436,960	276	1,583		
	Gesamt	459,223	277			
eklig	Zwischen den Gruppen	64,810	1	64,810	20,425	,000
	Innerhalb der Gruppen	875,751	276	3,173		
	Gesamt	940,561	277			
künftig essen	Zwischen den Gruppen	1,764	1	1,764	7,532	,006
	Innerhalb der Gruppen	64,189	274	,234		
	Gesamt	65,953	275			
gute Idee	Zwischen den Gruppen	1,110	1	1,110	5,568	,019
	Innerhalb der Gruppen	55,005	276	,199		
	Gesamt	56,115	277			

Fragebogen:

Die Akzeptanz von neuartigen Lebensmitteln

Seite 1

Liebe TeilnehmerInnen,

Willkommen zur Befragung zur Akzeptanz von neuartigen Lebensmitteln.

Bitte nehmen Sie sich 10 bis 15 Minuten Zeit und beantworten Sie die folgenden Fragen nach Ihrem eigenen Empfinden. Es gibt dabei keine richtigen oder falschen Antworten und geht lediglich um Ihre eigene Meinung. Ihre Daten bleiben anonym und dienen ausschließlich zu Forschungszwecken.

Es ist wichtig, dass Sie die Befragung vollständig beenden, da dies zum wesentlichen Gelingen meiner Arbeit beiträgt.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe,
Saskia Vetter

Seite 2

1. Wo kaufen Sie Ihre Lebensmittel ein? *

	Mehrmals die					Nie
	Woche	Einmal die Woche	2 - 3 Mal im Monat	Einmal im Monat	Weniger oft	
Supermarkt	<input type="radio"/>					
Discounter	<input type="radio"/>					
Fachhandel	<input type="radio"/>					
Wochenmarkt	<input type="radio"/>					
Online	<input type="radio"/>					

Seite 3

2. Unten angeführt sehen Sie einige Eigenschaften, welche die Qualität von Lebensmitteln definieren.

Bitte geben Sie an, wie wichtig jede einzelne Eigenschaft für Sie ist, um die Qualität von Lebensmitteln zu beurteilen.

Nutzen Sie die Wertung von 1 (gar nicht wichtig) bis 7 (extrem wichtig): *

	gar nicht wichtig						extrem wichtig
	1	2	3	4	5	6		7
Nährstoffangabe	<input type="radio"/>						
Produzierte Treibhausgase	<input type="radio"/>						
Gesundheitsbezogene Aussagen (z.B. "reich an Vitaminen C" oder "stärkt die Abwehrkräfte")	<input type="radio"/>						
Preis	<input type="radio"/>						
Marke	<input type="radio"/>						
Geschmack	<input type="radio"/>						
Zertifizierung der Qualität	<input type="radio"/>						
Natürliche Produktionsweise	<input type="radio"/>						

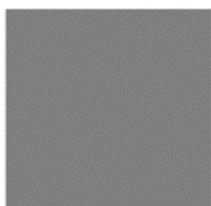
Seite 4

3. Bitte geben Sie an, wie häufig Sie die angeführten Lebensmittelkategorien pro Woche konsumieren. *

	öfter als 3 Mal pro Woche	1 bis 3 Mal pro Woche	weniger als 1 Mal pro Woche	nie
Frisches Gemüse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fleisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brot und Bäckereiprodukte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nudeln und Getreide	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fertigprodukte (z.B. Tütensuppen, Backmischungen etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiefkühlkost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seite 5

Bitte wählen Sie eine der nachfolgenden Farben.



rot

weiß

schwarz

Seite 6

Bitte aufmerksam durchlesen:

Weltweit stehen **Insekten** bei ca. 2 Milliarden Menschen auf dem Speiseplan. Es gibt rund 2000 essbare Arten, die sich in Geschmack und Inhaltsstoffen sehr unterscheiden. In Europa ist der Verzehr noch nicht verbreitet, sondern eher in Form von Spezialitäten bekannt. Allerdings können Insekten auch in verarbeiteter Form beigemischt werden und so beispielsweise die Eiweißstruktur der Nahrung aufwerten.

Seite 7

Bitte aufmerksam durchlesen:

Der Klimawandel bedroht die zukünftige Nahrungsmittelsicherheit und stellt Experten immer wieder vor die Frage, wie die Welt ernährt werden soll. Gerade der stetige Konsum von Fleisch, mit seinen negativen Umweltaspekten, den verbundenen Gesundheitsrisiken und katastrophalen Umständen in Entwicklungsländern, heizt die Suche nach alternativen Proteinquellen an. Der Verzehr von **Insekten** und **insektenbasierten Lebensmitteln** wird heute immer häufiger als Lösungsansatz diskutiert. Zukunftsprognosen zufolge könnte der Verzehr von Insekten das Proteinangebot weltweit um 10% steigern und somit den Hunger auf der Welt eindämmen und gleichzeitig die Nachhaltigkeit in Entwicklungsländern steigern. Letzteres wird deutlich durch den geringen Futtereinsatz und Wasserverbrauch in der Insektenzucht.

Weltweit stehen Insekten bei ca. 2 Milliarden Menschen auf dem Speiseplan. Es gibt rund 2000 essbare Arten, die sich in Geschmack und Inhaltsstoffen sehr unterscheiden. Der Geschmack wird meist als nussig, Avocado-ähnlich oder Mais-ähnlich beschrieben. Je nach Art enthalten Insekten vor allem nützliche Eiweiße und ungesättigte Fettsäuren, aber auch Vitamine und Spurenelemente wie zum Beispiel Eisen. In Europa ist der Verzehr noch nicht verbreitet, sondern eher in Form von Spezialitäten bekannt. Allerdings können Insekten auch in verarbeiteter Form beigemischt werden und so beispielsweise die Eiweißstruktur der Nahrung aufwerten.

Seite 8

5. Denken Sie, dass es eine gute Idee ist, Insekten für die menschliche Ernährung in Betracht zu ziehen? *

- ja
 nein

Seite 9

6. Bitte geben Sie an, inwieweit Sie folgenden Aussagen zustimmen. *

	stimme überhaupt nicht zu						stimme voll und ganz zu
	1	2	3	4	5	6	7
Insekten zu essen ist primitiv. Menschen essen nur dann Insekten, wenn sie arm sind und/oder Hunger leiden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insekten sind nicht essbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insekten sind eklig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sie sind gefährlich und können Krankheiten übertragen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insekten sind nicht die Lösung für unsere Umweltprobleme in Bezug auf den Fleischkonsum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insektenprodukte sind gleichwertig zu jedem anderen unbekanntem Lebensmittel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seite 10

Auf den folgenden Seiten bekommen Sie Burger präsentiert, die sich im Bratling unterscheiden können. Es gibt einen Bratling, der zu 100% aus Rindfleisch besteht und einen weiteren Bratling aus Insekten und Rindfleisch. Die Insekten sind pulverisiert und untergemengt. Außerdem unterscheiden sich die Alternativen noch in anderen Kategorien.



Das Auto mit den Abgasen steht hierbei für die Luftverschmutzung mit CO₂, die 100 Gramm des Bratlings verursachen. Ein Burger kann mit einem, zwei oder drei Autos versehen sein, wobei ein Bratling mit **einem** Auto **klimafreundlicher** ist als ein Bratling mit drei Autos.

Zusätzlich kann der Burger entweder **Omega-3-Fettsäuren** enthalten oder nicht. Omega-3-Fettsäuren sind essentielle Fettsäuren, die Herz und Gefäße schützen und das Immunsystem stärken.

Zuletzt unterscheiden sich die präsentierten Burger in der **Produktionsweise (konventionell oder biologisch)** und im **Preis**.

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Rind

Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 0,71€

Biologische Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Insekt & Rind



Preis pro 100g: 0,71€

Konventionelle Produktionsweise

7. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Rind



Preis pro 100g: 0,71€

Konventionelle Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Rind



Preis pro 100g: 2,48€

Biologische Produktionsweise

8. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Insekt & Rind

Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 2,48€

Konventionelle Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Insekt & Rind



Preis pro 100g: 0,71€

Konventionelle Produktionsweise

9. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Rind

Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 1,24€

Konventionelle Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Insekt & Rind



Preis pro 100g: 1,24€

Biologische Produktionsweise

10. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Insekt & Rind
Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 2,48€

Konventionelle Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Rind



Preis pro 100g: 0,71€

Konventionelle Produktionsweise

11. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Insekt & Rind



Preis pro 100g: 1,24€

Biologische Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Rind

Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 0,71€

Biologische Produktionsweise

12. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Rind



Preis pro 100g: 2,48€

Biologische Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Insekt & Rind

Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 0,71€

Biologische Produktionsweise

13. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Rind

Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 1,24€

Konventionelle Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Insekt & Rind

Reich an Omega-3-Säuren



Preis pro 100g: 0,71€

Biologische Produktionsweise

14. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Welches Produkt bevorzugen Sie?

Produkt A



Bratling: Insekt & Rind



Preis pro 100g: 0,71€

Konventionelle Produktionsweise

Produkt B



Bratling: Rind



Preis pro 100g: 0,71€

Biologische Produktionsweise

15. Ich wähle... *

Produkt A

Produkt B

Kein Produkt

Seite 20

16. Haben Sie schon einmal Insekten gegessen? *

ja

nein

17. Wenn ja, in welcher Form haben Sie Insekten gegessen?

In Gänze

Verarbeitet z.B. als Mehl

18. Können Sie sich vorstellen künftig regelmäßig Insekten zu essen?

ja

nein

Seite 21

19. Bitte geben Sie an, inwieweit Sie folgenden Aussagen zustimmen. Nutzen Sie hierfür die Wertung 1 für trifft gar nicht zu und 7 für trifft voll und ganz zu. *

	trifft gar nicht zu						trifft voll und ganz zu
	1	2	3	4	5	6	7
Ich besuche gerne (Street) Food Festivals.	<input type="radio"/>						
Ich besuche gerne Kochkurse.	<input type="radio"/>						
Ich lese gerne Food Blogs im Internet.	<input type="radio"/>						
Die Natürlichkeit der Produkte ist für mich ein wichtiges Qualitätskriterium.	<input type="radio"/>						
Ich versuche möglichst Lebensmittel aus biologischem Anbau zu kaufen.	<input type="radio"/>						
Ich versuche Produkte mit Zusatzstoffen zu vermeiden.	<input type="radio"/>						
Ich vermeide bewusst komplizierte Rezepte.	<input type="radio"/>						
Ich probiere gerne neue Lebensmittel aus, die ich zuvor noch nie gegessen habe.	<input type="radio"/>						
Ich kaufe und esse gerne exotische Lebensmittel.	<input type="radio"/>						
Ich kaufe und esse nur Lebensmittel, die mir bekannt sind.	<input type="radio"/>						
Ich halte Ausschau nach Zubereitungsweisen für ungewöhnliche Gerichte.	<input type="radio"/>						
Rezepte und Artikel über Lebensmittel aus anderen kulinarischen Traditionen bringen mich dazu, in der Küche zu experimentieren.	<input type="radio"/>						
Ich mag nichts, was meine Essgewohnheiten verändern könnte.	<input type="radio"/>						

Seite 22

20. Ich bin ...

weiblich

männlich

andere

21. Ich bin in folgendem Jahr geboren:

1900

Seite 23

22. Was ist Ihr höchster Bildungsabschluss?

Kein Abschluss/ noch in Ausbildung

Volks- und Hauptschule

Mittlere Reife

Lehre

Abitur/Fachhochschulreife/Hochschulreife

Hochschulabschluss

Sonstiges

23. Welche Nationalität besitzen Sie?

deutsch

andere und zwar:

24. Wie viel Nettoeinkommen haben Sie monatlich zur Verfügung?

weniger als 500 Euro

500 - 1000 Euro

1001 - 2500 Euro

2501 - 4000 Euro

über 4000 Euro

keine Angabe

Seite 24

25. Haben Sie noch Fragen oder Anregungen?

Bitte klicken Sie auf "fertig", um den Fragebogen zu beenden.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Die eingereichte schriftliche Fassung der Arbeit entspricht der auf dem elektronischen Speichermedium.

Weiterhin versichere ich, dass diese Arbeit noch nicht als Abschlussarbeit an anderer Stelle vorgelegen hat.

Datum, Unterschrift