



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Entomophagie in Österreich – Der Konsum von Insekten als
Nachhaltigkeitsstrategie für die Alpenrepublik?“

verfasst von / submitted by

Martin Brandl

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 347 456

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Französisch UF Geographie
und Wirtschaftskunde

Betreut von / Supervisor:

a.o. Univ.-Prof. Dr. Norbert Weixlbaumer

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich,

- dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe,
- dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und
- dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit vollständig übereinstimmt.

Wien, März 2019

Martin Brandl

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich in den vergangenen Monaten beim Erstellen dieser wissenschaftlichen Arbeit, des größten zusammenhängenden Textes, den ich in meinem Leben jemals geschrieben habe, unterstützt, motiviert und ermutigt haben.

Besonderer Dank gilt meinem Betreuungslehrer Herrn Professor Weixlbaumer, der mir vom Moment an, als ich zum ersten Mal in seinem Büro stand und nur eine vage Idee eines Diplomarbeitsthemas hatte, bis zuletzt Rückenwind gegeben hat. Seine Unterstützung reichte von formalen und inhaltlichen Aspekten der Arbeit bis hin zur generellen Motivierung, indem er mein Thema als „fantastisch“ bezeichnete und mich ermutigte, auf diesem Feld weiter zu forschen.

Ohne die Mitarbeit meiner Gesprächspartner hätte ich diese Arbeit nicht verwirklichen können. Somit bin ich Christoph Thomann, Sebastian Müller, Andreas Koitz und Lisa-Marie Schaden sehr dankbar, dass sie sich die Zeit genommen haben, meine Fragen zu beantworten und wünsche ihnen alles Gute auf ihrem weiteren Weg, den Insektenverzehr in Österreich salonfähig zu machen.

Wolfgang Pekny bin ich für seine anschaulichen Beispiele und Orientierungshilfen in der Frühphase dieser Arbeit dankbar. Er ist eine der Personen, die mich persönlich am meisten beeinflusst und motiviert haben, auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit zu forschen.

Danke auch an meine Eltern für die bedingungslose Unterstützung und den immerwährenden Rückhalt, den sie mir nicht nur bei dieser Diplomarbeit, sondern während meines gesamten Studiums zukommen haben lassen.

Kurzfassung

Als eines der wichtigsten Schlagwörter unserer Zeit hat Nachhaltigkeit in vielen Lebensbereichen mittlerweile einen hohen Stellenwert erlangt. Mehr denn je zählt heutzutage der Verbrauch von Naturkapital in der Bewertung der wirtschaftlichen Aktivitäten des Menschen. Wie viele natürliche Ressourcen verbraucht man, um ein bestimmtes Produkt herzustellen oder eine bestimmte Dienstleistung zu erbringen? Ist dieser Verbrauch mit einer nachhaltigen, das heißt zukunftsfähigen, Lebensweise vereinbar? Wie erreicht man einen Lebensstil, der wirklich nachhaltig ist? Nicht nur auf einer individuellen Ebene spielen diese Überlegungen zunehmend eine große Rolle, sondern spätestens seit der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro auch auf einem globalen Niveau.

Das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist die Bewertung des Nachhaltigkeitspotenzials, das Insekten als mögliches „Alternativfleisch“ für den Menschen im österreichischen Ernährungssystem leisten können. Dafür wurde einerseits ein direkter Nachhaltigkeitsvergleich zwischen in Österreich konventionellen Nutztieren und zwei Insektenarten (*Tenebrio Molitor* „Mehlwurm“ und *Acheta Domestica* „Heimchen“) auf der Basis verfügbarer Literatur gemacht. Andererseits wurde aber auch die Fähigkeit zur Vermarktung von Insekten in Österreich untersucht und bewertet. Vier Interviews mit AkteurInnen der österreichischen Entomophagieszene stehen hier im Zentrum. Deren Aussagen sind in drei Strukturdimensionen kategorisiert, die bereits im Vorhinein definiert wurden: gesellschaftliche Akzeptanz, gesetzliche Situation und technische Herausforderungen.

Diese Arbeit steht im Rahmen des eher neuen wissenschaftlichen Feldes „Geography of Food“. Ein interdisziplinärer Forschungsbereich, der ein enormes Inhaltsspektrum umfasst und Aspekte von Geographie und Ernährung miteinander vereint. Neben den Produktionsmethoden, Lebensmittelgeschichten und -identitäten, der geographischen Verteilung von Nahrung und Ernährungspraktiken steht auch die Interaktion von Nahrungsmittelproduktion mit der Umwelt im Zentrum von „Geography of Food“.

Abstract

Over the last three decades, sustainability has continuously become more relevant in almost every political aspect of human society. Economic activity of mankind is being evaluated by its dependence on natural resources today more than ever. Products and services are being ranked by their ecological demand. Is this need for natural resources compatible with a sustainably organized society of the future? How can one reach a lifestyle that is truly sustainable? Reflections of this sort are playing a role not only from an individual standpoint but also on an international level since the UN Conference of Environment and Development in Rio de Janeiro in 1992 has taken place.

The goal of this paper is to evaluate the potential of insects as meat alternative as a sustainability strategy for the food system in Austria. On the one hand, a direct comparison between conventional farm animals in Austria and two insect species (*Tenebrio Molitor* “mealworm” and *Acheta Domesticus* “house cricket”) has been done based on available literature. The parameters of the comparison include the need for food, water, energy, land and the emission of greenhouse gases. On the other hand, barriers of commercialization have been examined as well. For this, interviews with leading actors in the entomophagy scene of Austria have been done on three main barrier dimensions: social acceptance, legal situation and technical challenges.

This work can be attributed to the rather new scientific field of “Geography of Food”. This interdisciplinary approach combines geographical aspects with food and food production. Therefore, aside from geographical distribution of food habits, production methods or the identities that different foods give to certain populations, the connection between environment and food is an important part of “Geography of Food”.

Inhalt

Eidesstattliche Erklärung.....	II
Danksagung.....	II
Kurzfassung.....	III
Abstract	IV
1 Einleitung	1
1.1 Das Anthropozän.....	1
1.2 Notwendigkeit von Nachhaltigkeitsstrategien	5
1.2.1 Nachhaltigkeitspotenzial in der Ernährung	5
1.2.2 Eine Fleischalternative?	6
1.3 Aufbau dieser Diplomarbeit	10
1.3.1 Forschungsfragen und Ziele	10
1.3.2 Inhaltliche Struktur.....	11
1.4 Methodische Struktur	12
1.4.1 Theoretische Grundlagen	12
1.4.2 Empirische Untersuchungen	12
1.5 Geography of Food.....	13
1.6 Begriffsdefinitionen	15
2 Grundlagen der Entomophagie.....	16
2.2 Biologische Eckdaten.....	16
2.3 Ausgewählte relevante Insektenarten für die österreichische Entomophagie	18
2.4 Geschichtlicher Hintergrund	19

2.5 Entomophagie in der modernen Welt.....	21
2.5.1 Japan.....	23
2.5.2 Mexiko	27
2.5.3 Und Europa?.....	30
3 Insekten - Eine nachhaltigere Alternative zu konventionellem Fleisch?	31
3.1 Ernährungsphysiologische Vorbemerkungen	31
3.1.1 Gewichtsvergleiche mit Insekten	31
3.1.2 Proteinvergleiche mit Insekten.....	32
3.2 Futtermittelverwertung	34
3.2.1 Futtermittelverwertungsrate (FCR)	34
3.2.2 Alternative Futterquellen.....	39
3.3 Treibhausgasemissionen.....	42
3.3.1 Ammoniak.....	45
3.4 Wasserverbrauch	46
3.5 Landnutzung.....	50
3.6 Energieverbrauch	56
3.7 Sonstiges.....	59
3.8 Zwischenfazit	60
4 Empirische Untersuchungen – Integration von Entomophagie in den österreichischen Speiseplan.....	62
4.1 Methodische Grundlagen der empirischen Untersuchungen.....	63
4.1.1 Problemzentriertes Interview	63

4.1.2 Auswertung	64
4.1.3 Vorstellung der InterviewpartnerInnen	65
4.2 Auswertung der Ergebnisse.....	68
4.2.1 Problembereich 1: Gesellschaftliche Akzeptanz	69
4.2.2 Problembereich 2: Gesetzlicher Rahmen	76
4.2.3 Problembereich 3: Technische und technologische Herausforderungen	79
4.2.4 Ausblick – Die Zukunft der Entomophagie in Österreich.....	82
5 Fazit.....	84
Literatur	87

1 Einleitung

1.1 Das Anthropozän

Der Einfluss des Menschen auf biologische, geologische und atmosphärische Gegebenheiten ist heute größer als jemals zuvor in der Erdgeschichte. Sowohl auf lokaler als auch auf globaler Ebene sind seine wirtschaftlichen Aktivitäten zunehmend messbar geworden. Manche dieser Entwicklungen haben bereits besorgniserregende Dimensionen angenommen in Hinblick auf den Erhalt einer für die Menschen gesunden Umwelt und das Sicherstellen einer nachhaltig organisierten Zukunftsgesellschaft. Im Speziellen sind hier der anthropogen verursachte Anteil am Klimawandel, der stärker werdende Rückgang der globalen Biodiversität sowie die zunehmende Ausbeutung verschiedenster Ressourcen, sei es organischer oder anorganischer Art, zu nennen. Manche WissenschaftlerInnen sprechen von "biologischer Vernichtung", um das außerordentlich starke Artensterben, das gerade stattfindet, hervorzuheben (Ceballos et al. 2017). Die Menschheit steht in dieser Hinsicht vor Herausforderungen, wie sie sie in dieser Größenordnung noch nie zuvor erlebt hat. Personen des öffentlichen Lebens und PressesprecherInnen von diversen Organisationen finden hierzu teils drastische Worte, um dem Ausmaß dieser Entwicklungen Rechnung zu tragen. Um nur ein Beispiel zu nennen, Stephen Hawking sagte hierzu in einem Interview:

*„One can see from space how the human race has changed the Earth. Nearly all of the available land has been cleared of forest and is now used for agriculture or urban development. The polar icecaps are shrinking and the desert areas are increasing. At night, the Earth is no longer dark, but large areas are lit up. All of this is evidence that human exploitation of the planet is reaching a critical limit. But human demands and expectations are ever-increasing. We cannot continue to pollute the atmosphere, poison the ocean and exhaust the land. There isn't any more available.“*¹ (Hawking, 2007)

Im Jahr 2002 wurde daher von dem niederländischen Meteorologen Paul J. Crutzen vorgeschlagen, eine neue geochronologische Epoche mit dem Namen "Anthropozän"

¹ Zu Deutsch: „Man kann aus dem Weltall sehen, wie die menschliche Rasse die Erde verändert hat. Große Waldflächen mussten für landwirtschaftliche und städtische Entwicklungen abgeholzt werden. Das Eis an den Polkappen schrumpft und Wüstengebiete dehnen sich aus. In der Nacht ist die Erde nicht mehr dunkel, sondern an vielen Stellen hell erleuchtet. All das sind Anzeichen dafür, dass die Ausbeutung des Planeten durch die Menschen bald eine kritische Grenze erreicht. Aber die menschlichen Bedürfnisse und Erwartungen steigen immer weiter. Wir können unsere Atmosphäre nicht weiter verschmutzen, die Ozeane nicht weiter vergiften und das Land nicht weiter erschöpfen. Weil es davon nicht mehr gibt.“ (Übersetzung durch den Verfasser)

einzuführen, um dadurch dem Einfluss der Menschen auf die geologische Entwicklung Rechnung zu tragen (Crutzen 2002).

Dieses sogenannte vom Menschen dominierte Erdzeitalter hat seinen Höhepunkt noch nicht erreicht, wenn die Bevölkerungsentwicklung und die Entwicklung des Ressourcenverbrauchs in Betracht gezogen werden.

Die Anzahl der Menschen wird im 21. Jahrhundert weiter zunehmen, wie verschiedene Prognosen der Vereinten Nationen zeigen. Die Bevölkerungsabteilung der Vereinten Nationen errechnete verschiedene Szenarien über die weltweite Bevölkerungsentwicklung. Bis 2050 liegt das zu erwartende Intervall zu 95% zwischen 9 und 10 Milliarden Menschen. Bis 2100 flacht die Kurve ab und das Intervall liegt hier zwischen 9,6 und 13 Milliarden Menschen, wiederum mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% (UN Population Division 2017).

Dieser Anstieg ist, wie auch immer er in den genannten Jahren tatsächlich ausfallen wird, enorm und wird den Druck auf einen immer größer werdenden Ressourcenverbrauch weiter erhöhen. Das Anthropozän, das Erdzeitalter der Menschen, nahm im 18. Jahrhundert mit dem Beginn der Industrialisierung seinen Anfang und wird sich im 21. Jahrhundert aller Voraussicht nach intensivieren. Mit großen Schritten gehen wir einer Zukunft entgegen, in der die Natur durch und durch von uns Menschen dominiert sein wird. Besonders deutlich wird die Dominanz des Menschen anhand folgender Zahlen: Die Biomasse aller Nutztiere des Menschen ist bereits über 20-mal so groß wie die Biomasse aller wilden landlebenden Wirbeltiere (Smil 2002b: 186). Somit machen wilde landlebende Wirbeltiere (Säugetiere, Vögel, Reptilien und Amphibien) weniger als 5% der Biomasse aller landlebenden Wirbeltiere aus. Rechnet man die Biomasse der Menschen selbst hinzu, so sind über 99% aller landlebenden Wirbeltiere entweder Menschen oder Nutztiere des Menschen (Ebd.: 284). Ausgehend von diesen Zahlen gleicht die Erde bei weitem keiner Wildnis mehr, sondern eher einer gigantischen Farm, die nur dem einen Zweck dient, die Bedürfnisse der Menschen zu befriedigen.

Es besteht also wenig Zweifel daran, dass die erwähnten ökologischen Herausforderungen in den kommenden Jahrzehnten an Bedeutung gewinnen werden, ebenso wie die Suche nach nachhaltigen Lösungen für diese Herausforderungen.

Es verwundert auch nicht, dass das Thema Nachhaltigkeit regelmäßig Teil öffentlicher Diskussionen ist und seit Jahrzehnten mehr und mehr Stimmen laut werden, die der Menschheit

als globaler Gemeinschaft zukunftsunfähiges Verhalten bescheinigen, was angesichts der Fakten auch nachvollziehbar erscheint. Im November 2017 haben 15364 WissenschaftlerInnen aus 184 Ländern eine "Warnung an die Menschheit" unterschrieben, in der sie auf die alarmierenden Zustände hinweisen und vor dem Kollisionskurs, den die Menschen gegenüber einer für sie selbst lebenswerten natürlichen Umwelt eingeschlagen haben, warnen (Ripple 2017: 1026-1028).

Die Plattform Footprint ist ein Zusammenschluss vieler österreichischer Organisationen im Bereich Umwelt und Entwicklungspolitik und Teil des Global Footprint Networks, eines internationalen Non-Profit-Thinktanks im Umweltbereich. Sie veröffentlicht jedes Jahr das Datum des "Earth Overshoot Day" (zu Deutsch: "Welterschöpfungstag"). Das ist der Tag, an dem die Menschheit alle erneuerbaren Umweltressourcen verbraucht hat, die ihr in diesem einen Jahr zur Verfügung gestanden wären, wenn der Ressourcenverbrauch dauerhaft nachhaltig gestaltet werden soll. Berechnet wird dieser Tag mithilfe des ökologischen Fußabdrucks. Man sieht in Tabelle 1, dass dieser Tag von Jahr zu Jahr früher erreicht wird, zuletzt am 1. August 2018 (Plattform Footprint 2018).

Tabelle 1: Welterschöpfungstage 2012 - 2018							
Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Welterschöpfungstag	22. August	20. August	19. August	13. August	08. August	02. August	01. August

Datengrundlage: Plattform Footprint, 2018

Das Modell des ökologischen Fußabdrucks berücksichtigt also nicht nur den Ressourcenverbrauch, sondern auch die Ressourcenverfügbarkeit, anders ausgedrückt die Biokapazität. Die Maßeinheit, die hierfür verwendet wird, nennt sich "globale Hektar" und wird mit "gha" abgekürzt. Dabei handelt es sich um standardisierte und global vergleichbare Hektareinheiten mit durchschnittlicher Produktivität, womit für jede Region der Erde die Menge an für den Menschen fruchtbaren Erdboden angegeben werden kann. So ist es möglich, länder- und regionenspezifische Haushaltsrechnungen zu erstellen, die genauere Rückschlüsse darüber zulassen, wo in der Welt zu viel fruchtbarer Boden verbraucht wird (Global Footprint Network 2017a). Für Österreich bedeutet dies bei einem durchschnittlichen ökologischen Fußabdruck von 6,1 gha (gemessen am inländischen Konsum) und einer verfügbaren

Biokapazität von 3 gha, dass die Menschen innerhalb der österreichischen Grenzen durch ihren Lebensstil mehr als doppelt so viel fruchtbare Fläche verbrauchen als ihnen in diesem Land überhaupt zur Verfügung stünde. Im Vergleich zu den EU-27 (Kroatien noch nicht inkludiert), die einen durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch von 4,9 gha und eine Biokapazität von 2,3 gha je EinwohnerIn aufweisen, ergibt sich ein ähnliches Bild, jedoch ist das Biokapazitätsdefizit der ÖsterreicherInnen noch um etwa 0,5 gha höher als der Durchschnitt der EU-27 (vgl. Global Footprint Network, Public Data Package 2017).

Der ökologische Fußabdruck ist wohlgerne nicht in der Lage, den tatsächlichen Einfluss der Menschen auf ihre Umwelt in seiner Gesamtheit zu messen. Er erfasst zum Beispiel nicht den Rückgang der Biodiversität, den Wasserverbrauch und auch keine toxischen Abfälle und gefährlichen Substanzen, die in der Umwelt zurückgelassen werden. Zusätzlich reduziert er alle Aktivitäten der Menschen auf eine Kenngröße, nämlich auf die Menge an fruchtbarem Boden, der beansprucht wird. Trotz dieser Schwächen wird der ökologische Fußabdruck von vielen Organisationen als ein probates Mittel angesehen, um den Umgang der Menschen mit den ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen abzubilden und deren Einfluss auf biologische, geologische und atmosphärische Faktoren zu beschreiben. Kurzum, es ist ein praktisches Instrument, um einen Überblick über die Ist-Situation zu bekommen, verschiedene Aktivitäten miteinander zu vergleichen und die moderne Mensch-Umwelt Beziehung besser verstehen zu können.

Die Daten des Global Footprint Network sprechen eine klare Sprache. Österreich und die EU verbrauchen (neben anderen westlichen, arabischen und ostasiatischen Ländern) jedes Jahr mehr Ressourcen als nachwachsen bzw. als ihnen bei gerechter Verteilung zur Verfügung stehen würden. Weltweit befand sich Österreich im Jahr 2017 auf Platz 14 eines weltweiten Vergleichs aller Länder nach ihrem durchschnittlichen ökologischen Fußabdruck pro EinwohnerIn (Global Footprint Network, Public Data Package 2017). Nicht nur das, der Trend geht, wie man am Welterschöpfungstag ablesen kann, sogar in eine Richtung, nach der es in ein paar Jahren so weit sein könnte, dass die Menschheit innerhalb eines Jahres die Ressourcen von zwei Erdenplaneten verbraucht. Im Jahr 2018 liegt dieser Faktor noch, wie aus Tabelle 1 errechenbar, bei rund 1,71 Planeten Erde. Berücksichtigt man diese Tatsachen, so bekommt der Vorwurf "zukunftsunfähig" zu sein einen realen Bezug.

1.2 Notwendigkeit von Nachhaltigkeitsstrategien

Mehr Nachhaltigkeit in allen Lebensbereichen, die natürliche Ressourcen verbrauchen und einen Teil der Biokapazität der Erde beanspruchen, gilt daher als *conditio sine qua non* für ein friedliches und menschenwürdiges Zusammenleben in einer global vernetzten, multipolaren Welt. Spätestens seit der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro soll die Entwicklung von nationalen und internationalen Nachhaltigkeitsstrategien auch ein Leitprinzip für die Staatengemeinschaft sein. Diese Strategien umfassen praktisch alle Lebensbereiche und sollen im Rahmen der Agenda 21 durchgeführt werden.

1.2.1 Nachhaltigkeitspotenzial in der Ernährung

Üblicherweise macht die Ernährung eines Menschen in etwa ein Drittel seines ökologischen Fußabdrucks aus und davon entfallen wiederum 80% auf tierische Lebensmittel (Moidl 2008: 6). Somit stellt die Ernährung, neben Mobilität, Wohnen und sonstigen Konsumgütern einen der vier größten Lebensbereiche dar, die den ökologischen Fußabdruck eines Menschen bestimmen (Pekny 2014). Durch die von den Menschen selbst (theoretisch) leicht beeinflussbaren Anteile der tierischen und pflanzlichen Lebensmittel ihrer Ernährung birgt dieser Bereich ein großes Potenzial für zukünftige Nachhaltigkeitsstrategien.

Unter Kapitel 4 „Veränderung der Konsumgewohnheiten“ der Agenda 21 finden sich zwei Zielsetzungen:

- „Konsumgewohnheiten und Produktionsweisen fördern, die zu einer Verringerung der Umweltbelastung führen und die Grundbedürfnisse der Menschheit decken werden.“
- „Ein besseres Verständnis der Rolle des Konsums und der Möglichkeiten zur Herbeiführung nachhaltigerer Konsumgewohnheiten herstellen.“ (Agenda 21, 1992: 19)

Zu Recht werden hier positive Formulierungen wie „fördern“, „herbeiführen“ oder „herstellen“ verwendet.“ Leider haben effektive Ratschläge von diversen staatlichen und nichtstaatlichen Organisationen für nachhaltigere Lebensstile aber allzu oft einen Kontext des Verzichts (Strutzmann 2014, Greenpeace 2017). Sie sind oft derart formuliert, dass die EndverbraucherInnen auf ein bestimmtes Lebensmittel verzichten beziehungsweise dessen Verzehr verringern sollten, um ein nachhaltigeres Leben zu führen und „den Planeten Erde zu

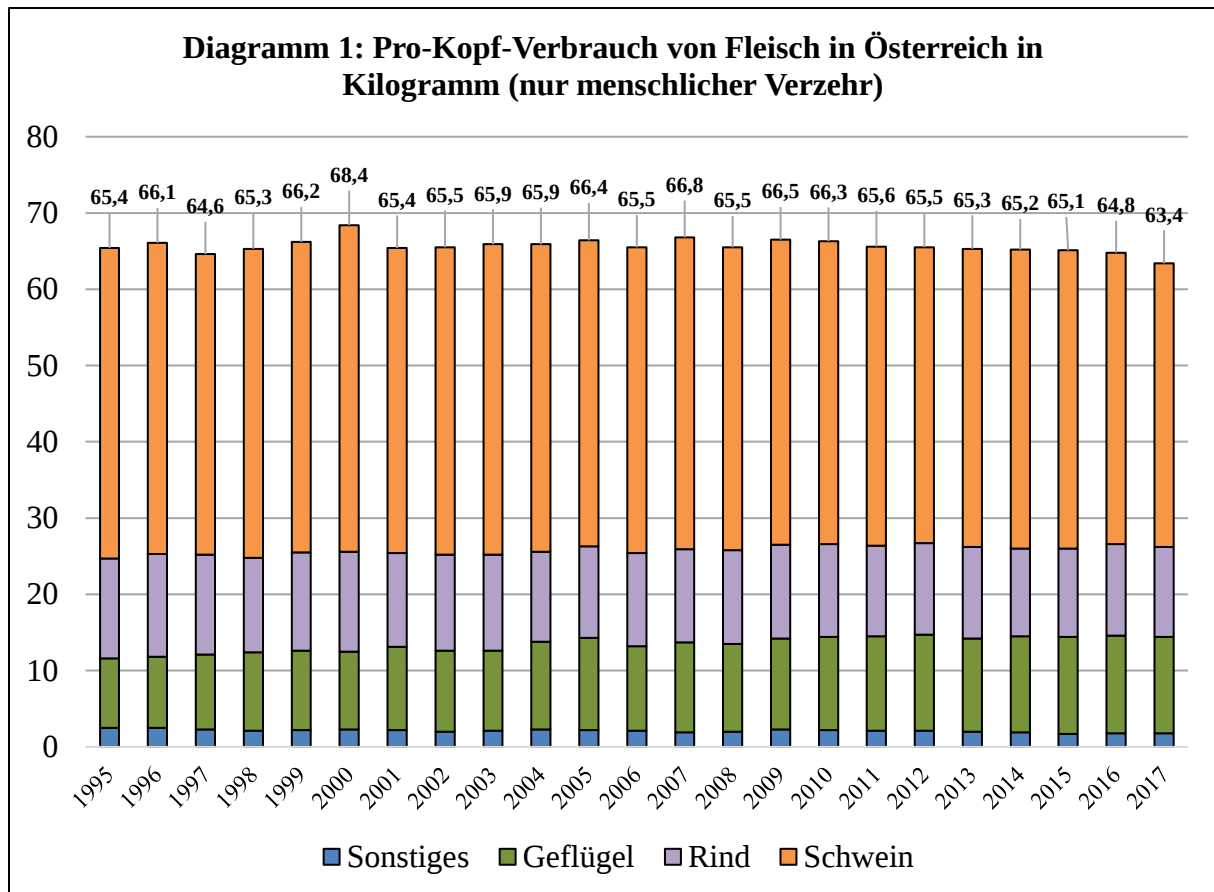
schützen". Es wird dabei also zusätzlich zur Bereitschaft, auf ein (meist beliebtes) Nahrungsmittel zu verzichten, auch eine Art von Globalverstand vorausgesetzt, den es dank der Globalisierung erst seit wenigen Jahrzehnten überhaupt in einem nennenswerten Ausmaß gibt, wenn auch nur in besonders bewusst lebenden Bevölkerungsgruppen. Kein Wunder also, dass diese global-rationalen Begründungen, die im Grunde auf abstrakt-altruistischen Ansätzen begründet sind („für die Umwelt“, „für den Planeten“), für die breite Masse der Menschen oft nicht genug Ansporn sind, bestimmte Nahrungsmittel wegzulassen, um einen nachhaltigeren Lebensstil zu erreichen.

Besonders im Bereich des Fleischkonsums ist dieser Effekt sehr deutlich zu sehen, worauf im Folgenden näher eingegangen wird.

1.2.2 Eine Fleischalternative?

Die durchschnittliche Fleischversorgung der ÖsterreicherInnen lag 2017 mit rund 97 kg pro Kopf und Jahr (AMA 2018, Ritchie & Roser 2017a) im europäischen und globalen Spitzenfeld und trägt einen großen Teil zu dem hohen ökologischen Fußabdruck bei, den durchschnittliche ÖsterreicherInnen mit circa 6.1 gha pro Person haben (Global Footprint Network, Public Data Package 2017). Daher wäre das Nachhaltigkeitspotenzial einer Reduktion des Fleischkonsums in der österreichischen Bevölkerung sehr groß, da jede Reduktion von Fleisch signifikante Auswirkungen auf den Ressourcenverbrauch einer Bevölkerung hat (Stehfest 2009: 83).

Obwohl dieses Thema schon seit vielen Jahren von zahlreichen Umweltorganisationen und Think Tanks erforscht, aufbereitet und der Öffentlichkeit durch Filme, Videos, Bücher, Artikel, Demonstrationen und Soziale Netzwerke zugänglich gemacht wird, ändern die Menschen ihre Ernährungsgewohnheiten aber nur sehr zögerlich, wie aus einer Darstellung des Pro-Kopf-Verzehrs der ÖsterreicherInnen hervorgeht (siehe Diagramm 1).



Datengrundlage: Statistik Austria 2018, Versorgungsbilanzen für tierische Produkte

Man erkennt, dass der Pro-Kopf-Verbrauch von Fleisch bei den ÖsterreicherInnen über die letzten zwei Jahrzehnte größtenteils konstant geblieben ist bzw. seit 2009 einen leichten Abwärtstrend erkennen lässt. 2017 ist das Jahr mit dem niedrigsten Verzehr von 63,4kg pro Person. Der Abwärtstrend ab 2009 verläuft kontinuierlich und beträgt pro Jahr etwa 0,5% im Vergleich zum Vorjahr. Zwischen 2009 und 2017 hat sich der Pro-Kopf-Verzehr von Fleisch bei den ÖsterreicherInnen insgesamt um 5% reduziert.

Bei den Fleischsorten, die gegessen werden, haben sich ebenfalls Veränderungen ergeben. Im Vergleich zum Jahr 1995 essen die Menschen in Österreich im Jahr 2017 um 38% mehr Geflügelfleisch, um 10% weniger Rindfleisch und um 9% weniger Schweinefleisch. „Sonstiges“ beinhaltet überwiegend Lamm- und Ziegenfleisch, Innereien, Pferdefleisch und andere Fleischsorten, die in Österreich nicht weit verbreitet sind.

Der Fleischverbrauch bleibt trotz des Abwärtstrends weiter hoch und weit über den europäischen und globalen Durchschnittswerten (Ritchie & Roser 2017a).

Worin besteht dieses offensichtliche Zögern der Bevölkerung, den Fleischkonsum zu reduzieren? Die Antwort auf diese Frage lässt zu einem großen Teil psychologische und kulturelle Aspekte vermuten, wie folgende Studien zeigen.

De Boer et al. 2016 haben zwei Gruppen von amerikanischen respektive niederländischen ProbandInnen verschiedene Maßnahmen zur nachhaltigeren Lebensführung präsentiert, die anschließend von den Untersuchten anhand ihrer Effektivität evaluiert werden mussten. Darunter befand sich auch die Option "Weniger Fleisch essen". Das überraschende Ergebnis war, dass aus der niederländischen Gruppe nur 12% und aus der amerikanischen Gruppe nur 6% diese Option als eine gute Möglichkeit ansahen, einen nachhaltigeren Lebensstil zu führen.

MacDiarmid et al. 2015 fanden ähnliche Resultate. In ihrer Studie wurden ProbandInnen im Zuge einer interaktiven Diskussion über das Thema Umweltschutz und Ernährung direkt gefragt, ob sie bereit wären, weniger Fleisch zu essen, um somit die ökologisch negativen Auswirkungen ihrer Ernährung zu reduzieren. Die überwiegende Mehrheit meinte, sie wären nicht dazu bereit, da sie entweder andere Maßnahmen (wie etwa öfter mit dem Rad fahren) einer Reduzierung von Fleisch in ihrer Ernährung vorziehen würden, oder sie betrachteten die Verbindung von Umweltschutz und weniger Fleisch essen generell sehr skeptisch und waren nicht davon überzeugt, dass die Auswirkungen sehr groß sein könnten.

Diese Skepsis über den ökologischen Sinn einer Reduzierung des Fleischkonsums, die, trotz jahrelanger medialer Berichterstattung über dieses Thema, offensichtlich innerhalb großer Teile der westlichen Bevölkerung immer noch vorherrscht, ist eine Bestätigung dessen, was man in der Psychologie und in der Ernährungswissenschaft (und hier besonders in der Ernährungstherapie) schon seit Jahrzehnten weiß. Nämlich, dass Menschen in ihrer Ernährung sehr irrational handeln und sich überwiegend von ihren Emotionen leiten lassen (vgl. Köster 2003). Diese Tatsache haben auch MacDiarmid et al. 2015 herausgefunden, wie der folgende Punkt zeigt: Die Mehrheit der ProbandInnen ordnete dem regelmäßigen Konsum von Fleisch geschmackliche, kulturelle und soziale Werte zu, welche für sie wichtiger waren als ein potenzieller ökologischer Mehrwert durch eine Reduzierung dieser tierischen Nahrungsmittel. Das Fazit der Studie war, dass diese persönlichen Werte in eine Nachhaltigkeitsstrategie, die darauf abzielt, Menschen dazu zu bringen, weniger Fleisch zu essen, mit einbezogen werden müssen, um erfolgreich zu sein.

Die Bewusstseins-schaffung über den erhöhten Ressourcenverbrauch von Fleischproduktion durch Nichtregierungs- und Umweltorganisationen bleibt ein wichtiger Teil einer Veränderung in Richtung mehr Nachhaltigkeit. Allerdings ist die alleinige Aufforderung "Weniger!" angesichts der dargestellten Verhaltensmuster der Menschen wohl nicht sehr effektiv, noch dazu, wenn es sich um etwas so Zentrales wie Fleischkonsum handelt, der in den meisten Kulturen der Erde einen traditionellen Stellenwert besitzt und durch seine feste Verankerung in den Speiseplänen der Menschen ein emotional geladenes Thema sein kann. Beim Übergang zu einem nachhaltigeren Lebensstil führt aber kein Weg an der Ernährung vorbei, dafür ist der Anteil am ökologischen Fußabdruck zu groß.

Dieser Übergang würde manchen Menschen gewiss leichter fallen, wenn sie eine Alternative geboten bekämen, mit der sie die Vorteile beider Seiten zu einem ähnlichen Preis genießen könnten. Das würde bedeuten, dass man auf die Vorteile des Geschmackserlebnisses und der sozialen und kulturellen Aspekte nicht verzichten müsste, während sich die ökologischen Nachteile, die Fleischprodukte aus konventionellen Nutztieren unweigerlich mit sich bringen, reduzieren.

Es existieren bereits eine Reihe solcher sogenannter „Fleischalternativen“. Sehr viel geforscht wird zum Beispiel im Bereich des „In-Vitro-Fleisches“, wobei versucht wird, Fleisch synthetisch herzustellen, indem man Myoblastenkulturen (Muskelzellen) mithilfe biotechnologischer Methoden in einem Labor heranwachsen lässt (Mattik et al. 2015). Auch die Möglichkeit, Fleischalternativen mit Mycoprotein (Pilzprotein) herzustellen, existiert bereits und birgt Potenzial für ein nachhaltigeres Ernährungssystem (Smetana et al. 2015).

In dieser Diplomarbeit soll es jedoch um das Nachhaltigkeitspotenzial einer viel älteren und weiter verbreiteten Fleischalternative gehen. Es handelt sich hier um eine Ernährungspraxis, die seit einigen Jahren langsam, aber stetig ihren Weg in die westliche Kulinarik (zurück)findet. Die Rede ist von Entomophagie, dem Konsum von Insekten. Während sie in zahlreichen Ländern der sogenannten Dritten Welt weit verbreitet und historisch gesehen überhaupt nicht neu ist, ist diese Ernährungspraxis in vielen westlichen Ländern, wie auch in Österreich, verpönt und bringt viele Menschen dazu, beim bloßen Gedanken an den Verzehr etwa eines Mehlwurms das Gesicht zu verziehen. So kontrovers dieses Thema auch sein mag, so groß scheint auch das Nachhaltigkeitspotenzial. Spätestens ab der Veröffentlichung des FAO-Berichts „edible insects“ im Jahr 2013 sind diese kleinen Tiere aus einer Nachhaltigkeitsdiskussion nicht mehr wegzudenken.

1.3 Aufbau dieser Diplomarbeit

1.3.1 Forschungsfragen und Ziele

Die vorliegende Diplomarbeit soll Insekten als nachhaltigere Alternative zu konventionellen Fleischprodukten bewerten und die Möglichkeit einer Etablierung der Entomophagie in Österreich untersuchen.

Die alles leitende Forschungsfrage lautet:

Wie groß ist das Potenzial von Entomophagie als Nachhaltigkeitsstrategie in Österreich?

Das zentrale Problem, aus dem die Forschungsfrage abgeleitet wird, ist der zu hohe Fleischkonsum der Menschen in Österreich angesichts einer zukünftigen Weltbevölkerung von fast 10 Milliarden im Jahr 2050. Das Nachhaltigkeitspotenzial besteht aus zwei Bereichen. Erstens, die tatsächlichen Einflüsse von Insekten auf die Umwelt im Vergleich zu konventionellen Nutztieren. Und zweitens die Fähigkeit zur Vermarktung von Nahrungsprodukten aus Insekten. Können diese Lebensmittel überhaupt verkauft werden, sodass eine Etablierung in Österreich denkbar ist?

Im Anschluss an die leitende Forschungsfrage werden deshalb noch folgende Unterfragen in die Arbeit mit einbezogen:

- Wie schneiden Insekten im Vergleich zu den in Österreich konventionellen Nutztieren (Huhn, Schwein, Rind) in folgenden, für das Nachhaltigkeitspotenzial relevanten, Parametern ab: Futterverbrauch, Wasserverbrauch, Energieverbrauch, Landnutzung und Treibhausgasausstoß?
- Was müsste getan werden, um die Barrieren, die es in der Etablierung von Insekten als Nahrungsmittel in Österreich gibt, zu überwinden?

Die Ziele dieser Diplomarbeit sind, nach Wichtigkeit gereiht, folgende:

- Das Nachhaltigkeitspotenzial von Entomophagie in Österreich bewerten.
- Den Diskurs über Nachhaltigkeitsstrategien in der Ernährung anregen.
- Einen ökologischen Vergleich von Insekten und konventionellen Nutztieren präsentieren.

Das Nachhaltigkeitspotenzial von Insekten als Futtermittel für Nutztiere soll in dieser Arbeit nicht behandelt werden, da Futtermittel für Nutztiere einer anderen Bewertung unterliegen als es bei Nahrung für den Menschen der Fall ist. Der Hauptgrund hierfür liegt in der Natur der Sache, dass die Energie der Futtermittel nur über einen zusätzlichen Umweg, nämlich durch die Körper der Nutztiere, ihren Weg zu uns Menschen findet und somit ein zusätzliches Verbrauchsniveau vorhanden ist.

1.3.2 Inhaltliche Struktur

Inhaltlich besteht diese Diplomarbeit aus 5 Kapiteln. Diese werden folgendermaßen in Einleitung, Hauptteil und Schluss zusammengefasst:

1. Einleitung

- Kapitel 1: Die Einleitung besteht im Wesentlichen aus der Darlegung des Grundproblems, der Präsentation der Forschungsfragen und der Erklärung der inhaltlichen und methodischen Vorgehensweise.

2. Hauptteil

Der Hauptteil wird in drei Kapitel eingeteilt.

- Kapitel 2: Hier soll zur Entomophagie ein möglichst objektiver Zugang hergestellt werden. In einer kurzen Abhandlung über generelle, biologische, geschichtliche und geographische Zusammenhänge soll die kulinarische Bedeutung von Insekten für uns Menschen ersichtlich werden. Das Ziel ist, theoretisches Hintergrundwissen zum Forschungsobjekt zu vermitteln, um über ein allgemeines Bild der Entomophagie zu verfügen, bevor über das Nachhaltigkeitspotenzial selbst gesprochen wird.
- In Kapitel 3 geht es konkret um den Einfluss von Insekten als Nahrungsmittel auf die Umwelt. Die Parameter, die üblicherweise für eine Evaluierung eines Lebensmittels in dieser Hinsicht herangezogen werden, sind hier im Zentrum des Interesses. Hierunter fallen der Verbrauch von Futtermitteln, Wasser, Energie, die benötigte Menge an Land und der Ausstoß von Treibhausgasen. Ein Vergleich verschiedener Insektenarten mit

den in Österreich am häufigsten konsumierten konventionellen Nutztieren dient hier stets als Referenz zum bestehenden Ernährungssystem. Ein Zwischenfazit beendet diesen theoretischen Teil.

- Kapitel 4: Das Thema dieses Kapitels ist die Etablierung der Entomophagie in Österreich. Im Speziellen geht es hier um die Meinungen und Erfahrungen von relevanten AkteurInnen, die sich obiges zum Ziel gesetzt haben und täglich daran arbeiten, Insekten zu normalen Lebensmitteln auf dem österreichischen Markt zu machen. Die größten Hindernisse für die Vermarktung stehen hier im Zentrum des Interesses. Dazu gehören neben juristischen und technischen vor allem auch psychologische Aspekte. Es werden die Interviewten und die Gründe für deren Relevanz kurz vorgestellt sowie ihre Aussagen mit aktueller Literatur verglichen. Ein Zukunftsausblick beendet dieses Kapitel.

3. Schluss

- Kapitel 5: Am Ende werden die gewonnenen Erkenntnisse noch einmal zusammengefasst, diskutiert und die Forschungsfragen in einem Fazit beantwortet.

1.4 Methodische Struktur

Methodisch kann diese Arbeit in folgende zwei Teile getrennt werden.

1.4.1 Theoretische Grundlagen

Kapitel 1, 2 und 3 zeichnen sich methodisch durch eine sorgfältige Recherche der verfügbaren Primär- und Sekundärliteratur aus. Diese theoretischen Erkenntnisse stellen ein wichtiges Element dieser Arbeit dar und bilden die Grundlage für die Interviews in Kapitel 4 und das Fazit in Kapitel 5.

1.4.2 Empirische Untersuchungen

Empirisch gewonnene Erkenntnisse bilden den Kern von Kapitel 4. Die Aussagen wurden aus problemzentrierten Interviews mit relevanten AkteurInnen der österreichischen Entomophagie-Szene gewonnen und werden in diesem Kapitel durchweg mit theoretischem Wissen ergänzt

und diskutiert. Drei Strukturdimensionen wurden vordefiniert: „Gesellschaftliche Akzeptanz“, „Gesetzlicher Rahmen“ und „Technische und technologische Herausforderungen“, aus denen sich auch der Fragebogen für das Interview abgeleitet hat. Die genauen methodischen Grundlagen sowie eine Beschreibung der Interviewten sind in Kapitel 4.1 ersichtlich.

1.5 Geography of Food

Geographie und Ernährung sind keine Forschungsfelder, die auf den ersten Blick viel gemeinsam zu haben scheinen. Und doch gehören sie untrennbar zusammen, da die Menschen durch ihre Nahrungsentscheidungen und Ernährungskulturen ihre Umwelt stets mitgestalten. In den letzten Jahrzehnten ist das Interesse, in diese Richtung zu forschen, stark gestiegen. Sowohl in der wissenschaftlichen Literatur als auch in populärwissenschaftlichen öffentlichen Diskursen sieht man die Bedeutung dieses Themas größer und größer werden (vgl. Weixlbaumer 2012: 157).

Nur ein Beispiel sind geschützte geographische Herkunftsbezeichnungen. Hierbei wird bestimmten Lebensmitteln ein Label verabreicht, das ihre Herkunft aus einem bestimmten geographisch eingegrenzten Gebiet garantiert. Dabei wird unterschieden zwischen geschützten Ursprungsbezeichnungen (g.U.), bei denen der gesamte Produktionsprozess des Lebensmittels in einer bestimmten Region durchgeführt werden muss, und geschützten geographischen Angaben (g.g.A.), die hingegen nur erfordern, dass das Lebensmittel mindestens eine Verarbeitungsstufe in der geschützten Region durchlaufen hat (EU-VO 1151/2012). Ob es sich um Gailtaler Speck, Vorarlberger Bergkäse oder Waldviertler Graumohn handelt, die Liste für österreichische Lebensmittel mit geschützten geographischen Herkunftsbezeichnungen wird immer länger. 2018 umfasste sie 16 Eintragungen. Auf europäischer Ebene gibt es bereits hunderte solcher Eintragungen, wobei Frankreich, durch seine große Geschichte der Gastronomie klischeegemäß das Feld anführend, mit 154 Eintragungen das Land mit den meisten geschützten Herkunftsbezeichnungen ist (DOOR – Database of Origin and Registration 2018).

Das Wissen um die geographische Herkunft der Lebensmittel ist also offensichtlich nicht nur für ForscherInnen einer *Geography of Food* von Interesse, sondern auch für die KonsumentInnen.

Die Europäische Kommission begründet die Etablierung solcher geschützten Herkunftsbezeichnungen folgendermaßen: „The protection of geographical indications matters economically and culturally. They can create value for local communities through products that are deeply rooted in tradition, culture and geography.“² (EU-Kommission, 2013). Es wird hier also eine Verbindung von Geographie und Nahrungsmitteln geschützt, weil sie für die Menschen der betroffenen Region kulturellen und ökonomischen Wert besitzt.

Der amerikanische Geograph Derek Shanahan bezeichnet in seiner Definition einer „Geography of Food“ Nahrungsmittel als „inhärent geographisch“ (Shanahan 2002: 7). Die inhaltlichen Forschungsschwerpunkte variieren dabei zum Teil beträchtlich und zeichnen sich aufgrund häufiger Überschneidungen mit psychologischen, philosophischen, geschichtlichen, politischen und wirtschaftlichen Themenfeldern durch einen hohen Grad an Interdisziplinarität aus. Nichtsdestotrotz können die relevanten Fragestellungen einer „Geography of Food“ auf folgende Art und Weise gegliedert werden:

- a) Die räumliche Verteilung von Nahrungsmitteln oder Ernährungspraktiken.
- b) Die Etablierung von Nahrungsmittel-Regimen (Ernährungssystemen) anhand der Agrarpolitik und den Entwicklungen in der Lebensmittelindustrie eines Landes.
- c) Das Entstehen von Identitäten durch Nahrungsmittel: Place Making, bestimmt durch die Produktion und den Konsum von bestimmten Lebensmitteln.
- d) Die Metamorphose von Natur und Essen und die Einflüsse der Nahrungsmittelproduktion auf die Umwelt (Vgl.: Weixlbaumer 2012: 157).

Diese Punkte stellen den Rahmen dar, in dem das Nachhaltigkeitspotenzial von Entomophagie in Österreich untersucht werden soll. Jeder einzelne dieser Bereiche ist zu unterschiedlichen Graden relevant für das Thema, jedoch ist „d) Einflüsse der Nahrungsmittelproduktion auf die Umwelt“ von besonderer Bedeutung. Eine weniger ressourcenintensive Produktion von Insekten wäre in einem Vergleich mit konventionellen Nutztieren (Hühnern, Schweinen und Rindern) ein gutes Argument für ein hohes Nachhaltigkeitspotenzial in Österreich. Somit ist dieser Punkt aus essensgeographischer Sicht sehr bedeutsam und wird in Kapitel 3 ausführlich behandelt.

² Zu Deutsch: „Der Schutz geographischer Herkunftsbezeichnungen ist aus wirtschaftlicher und kultureller Hinsicht bedeutsam. Sie können den Wert, den Produkte durch ihre tiefe Verwurzelung in Tradition, Kultur und Geographie schaffen, erhalten.“ (Übersetzung des Autors)

Die Hindernisse für eine flächendeckende Etablierung von Entomophagie als Ernährungspraxis in Österreich aus Kapitel 4 lassen sich zum Teil den Punkten b) und c) zuordnen.

Die allgemeinen Grundlagen zu Entomophagie (Kapitel 2) finden ihre Zugehörigkeit in einer Geographie des Essens in den Punkten a) und b).

1.6 Begriffsdefinitionen

Untenstehende Begriffe werden in dieser Arbeit stets folgendermaßen verwendet:

Entomophagie

Entomophagie (altgr.: *éntomon* „Insekt“ und altgr.: *phageín* „essen“) ist der Konsum von Insekten durch den Menschen (FAO 2013b).

Nachhaltigkeit

Dieser Begriff hat seit seinem ersten Eintrag in ein akademisches Lexikon verschiedene Bedeutungen erhalten, je nachdem in welchem Kontext er gebraucht wurde. In der vorliegenden Arbeit wird er in seiner ursprünglichen Definition verwendet, die 1987 von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (WCED) folgendermaßen formuliert wurde: „Nachhaltigkeit ist ökonomische Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart erfüllt, ohne die Fähigkeit von zukünftigen Generationen zu beeinträchtigen, ihre eigenen Bedürfnisse zu erfüllen.“ (WCED, 1987: 39).

Nachhaltigkeitspotenzial von Entomophagie

Dieser Begriff ist Teil der Forschungsfrage, somit ist eine Definition nötig, um Missverständnisse auszuschließen. Darunter wird die mögliche Entwicklung von Entomophagie in Österreich dahingehend verstanden, dass sie einen signifikanten Einfluss auf den Ressourcenverbrauch der Ernährung der ÖsterreicherInnen hat.

2 Grundlagen der Entomophagie

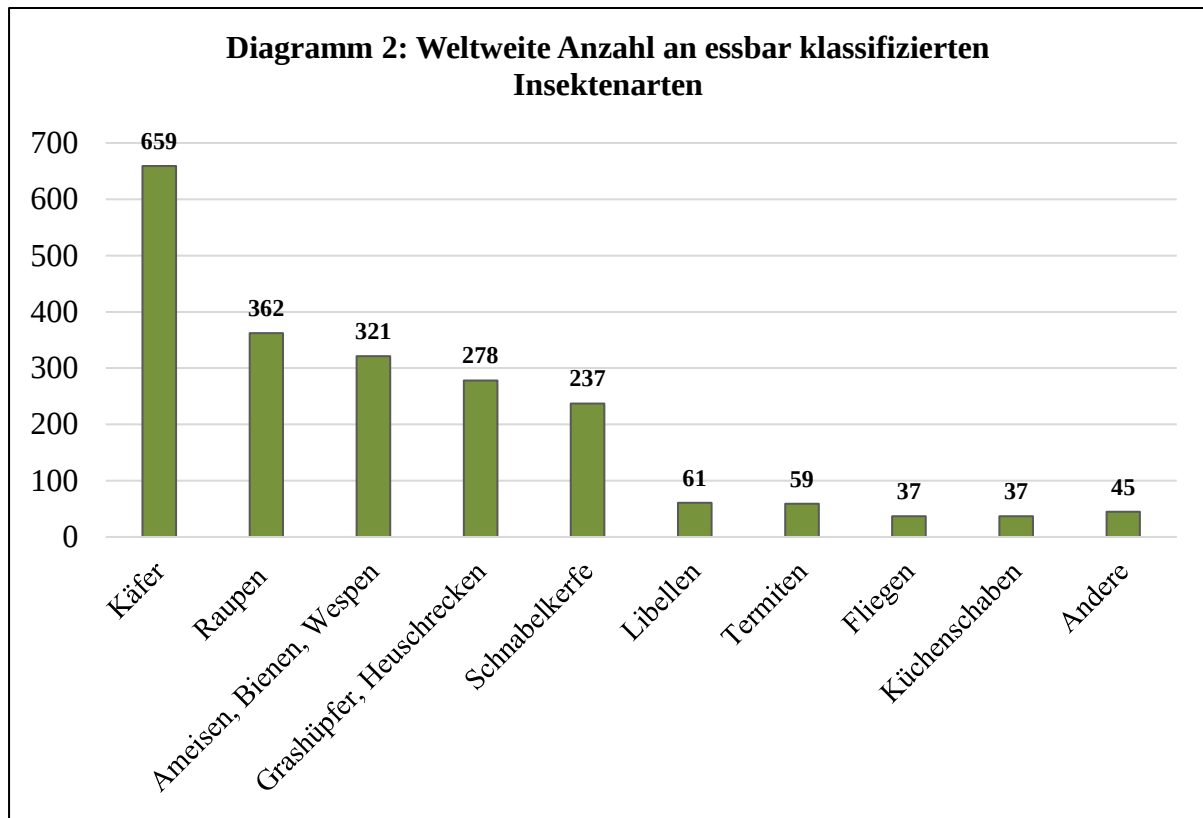
2.2 Biologische Eckdaten

Bei Insekten handelt es sich um die zahlenmäßig größte Klasse von Tieren aus der Ordnung der Gliederfüßer (*Arthropoda*). Die Gliederfüßer sind eine Gruppe wirbelloser Tiere und umfassen neben den Insekten auch Krebstiere, Tausendfüßer, Spinnen und Skorpione, wobei die Insekten allerdings über 90% dieser Gruppe ausmachen.

Sie gehören zu den mannigfaltigsten und erfolgreichsten Tiergruppen der Erde. Historisch nachweisbar sind sie ab dem Devon vor circa 400 Millionen Jahren. Somit sind Insekten älter als die ersten fossil belegten landlebenden Wirbeltiere (New Scientist 2018). Es wurden bis heute circa 1 Million verschiedener Arten wissenschaftlich beschrieben, was bereits über die Hälfte aller lebendigen Organismen ausmacht. Jedoch wird ihre tatsächliche Vielfalt auf mehrere Millionen Arten geschätzt. Modernste Schätzungsmethoden kommen durchschnittlich auf etwa 5,5 Millionen Insektenarten. Die Gesamtzahl an Gliederfüßer-Arten wird auf 7 Millionen geschätzt (Stork 2017: 1). Somit wären circa 80% aller existierenden Insektenarten noch unentdeckt. Besonders in den tropischen Wäldern sollen sich noch viele dieser unbekannten Arten befinden. Laut dieser Schätzungen sind die Insekten die größte Gruppe lebender Organismen überhaupt, mit einem Gesamtanteil von 90% aller lebenden Tierarten (FAO 2013).

Viele Insektenarten wurden auch bereits als „für den Menschen essbar“ klassifiziert. Im Jahr 2017 stieg diese Zahl auf 2096, wobei der Großteil dieser Arten in asiatischen Ländern zu finden ist (Jongema 2017).

Die meisten dieser essbaren Arten gehören zu den Ordnungen der Käfer, Raupen, Bienen, Grashüpfer und Schnabelkerfe, wie in Diagramm 2 ersichtlich.



Datengrundlage: Jongema 2017

Mit 659 essbar klassifizierten Arten sind die Käfer die zahlreichste Ordnung in diesem Diagramm. Die Käfer stellen innerhalb der Klasse der Insekten mit 350.000 verschiedenen Arten auch die größte Ordnung generell dar. Weiters werden Raupen (das Larvenstadium der Schmetterlinge und Motten), Ameisen, Bienen, Wespen, Heuschrecken und Schnabelkerfe relativ häufig von Menschen gegessen.

Jedoch eignet sich nicht jede essbare Insektenart für eine Züchtung und höchstwahrscheinlich gäbe es auch in einer Analyse ökologisch relevanter Parameter entscheidende Unterschiede. Nach einer Betrachtung der derzeit verfügbaren Sekundärliteratur über Insektenkonsum in westlichen Ländern scheinen zwei Insektenarten besonders gut für eine Nachhaltigkeitsanalyse einer österreichischen Entomophagie geeignet zu sein.

2.3 Ausgewählte relevante Insektenarten für die österreichische Entomophagie

Folgende zwei Insektenarten sind in dieser Diplomarbeit besonders relevant, einerseits, weil sie bereits durch verschiedene AkteurInnen auf dem österreichischen Markt vertrieben werden, andererseits, weil zu diesen Arten bereits viel Forschung geleistet wurde und eine große Menge an Literatur existiert.

1. *Acheta Domesticus* – „Heimchen“

Das „Heimchen“ gehört zu der Familie der Echten Grillen und ist weltweit verbreitet. Diese Tiere werden bereits seit längerer Zeit kommerziell gezüchtet und als Tierfutter für Reptilien, Amphibien oder Vögel verwendet. Sie sind allgemein nicht besonders anspruchsvoll und leicht zu halten, was sie attraktiv für die industrielle Produktion macht. Ihr Lebenszyklus dauert in etwa 2-3 Monate (Vgl.: Walker, 2007).



Abbildung 1: *Acheta Domesticus*. **Quelle:** Brian Gratwicke. Lizenz: Creative Commons Attribution 2.0 Generic

2. *Tenebrio Molitor* – „Mehlwurm“

Als „Mehlwürmer“ werden landläufig die Larven des Mehlkäfers bezeichnet. Dieser kommt ebenfalls weltweit vor und bekam seinen Namen aufgrund der Tatsache, dass man ihn häufig in Mehlsäcken und Getreidevorräten vorfand. Er gilt somit als Vorratsschädling. Allerdings sind die wirtschaftlichen Schäden im Vergleich zu anderen Insekten (wie etwa die der Wanderheuschrecke) gering (Vgl.: Funk 2018). Der Mehlwurm gilt als eine der vielversprechendsten und meistuntersuchten



Abbildung 2: *Tenebrio Molitor* (Larvenstadium). **Quelle:** Thomas W. Fiege/ Insektenwirtschaft.de. Lizenz: Creative Commons 4.0 international

Arten für die menschliche Entomophagie. Aus diesem Grund sind Mehlwürmer in dieser Arbeit eindeutig überrepräsentiert, besonders was die Vergleiche mit konventionellen Nutztieren in Kapitel 3 betrifft.

2.4 Geschichtlicher Hintergrund

Die Entomophagie hat eine lange Geschichte. Es gibt viele historische Belege dafür, dass unterschiedlichste Völker Insekten verzehrten (Dunkel & Payne 2017: 2). Nicht nur als Nahrungsmittel spielten Insekten für den Menschen in der Geschichte fast durchgehend eine Rolle, sondern auch in Heilkunde, Mythologie, Religion und folkloristischen Themen lassen sich in verschiedensten Kulturen der Erde immer wieder Insekten in bedeutsamen Rollen ausfindig machen, besonders bei Kulturen, die in tropischen Regionen beheimatet waren (Clausen 1971: 86-88). Aber selbst in manchen Gegenden Deutschlands und Frankreichs war bis ins 19. Jahrhundert eine Maikäfersuppe bekannt, deren Rezept heute noch im Internet auffindbar ist (User „Manoi“ 2009: www.kochrezepte.de). Im Alten Testament werden Insekten als Nahrungsmittel erwähnt. In den Reinheitsgeboten im dritten Buch Mose, Leviticus, 11, 21-22 wird explizit erlaubt, manche Arten von Heuschrecken zu verspeisen. Aristoteles soll weibliche Zikaden als Delikatesse empfohlen haben und Plinius der Ältere überlieferte, dass römische Adelige die Larven des Weidenbohrers, die mit Mehl und Wein gemästet wurden, hochschätzten (Netolitzky 1919: 21).

Die historischen Wurzeln der Entomophagie kann man jedoch noch viel weiter zurückverfolgen.

Man kann tatsächlich sagen, dass Insekten schon immer Teil der menschlichen Ernährung waren, wenn man die Evolution des Menschen bis weit vor dem erstmaligen Erscheinen der Art *Homo Sapiens* beachtet. Bereits die ersten Primaten, wie der *Plesiadapiformes* oder der *Archicebus Achilles*, die vor über 50 Millionen Jahren lebten und wahrscheinlich die ersten bisher bekannten Vertreter der Ordnung der Primaten waren, besaßen Gebissmorphologien, die insektivores Fressverhalten vermuten lassen (Chester 2017 und Ni 2013: 60-64).

Weiterhin lässt sich bei nahezu jeder modernen Primatenart feststellen, dass wirbellose Tiere einen mehr oder weniger großen Anteil ihres üblichen Speiseplans ausmachen, der Mensch ebenfalls miteingeschlossen. Nicht nur wegen der zahlreichen Nachweise von anderen Kontinenten, sondern da selbst manche Lebensmittel wie Obst, Gemüse oder auch Schokolade und Nudeln manchmal Insekten oder Teile von Insekten enthalten, die so unbeabsichtigt mitgegessen werden (Terro 2017). Kleinere Primaten, besonders unter der "Kay Schwelle" von 350-500 Gramm Körpergewicht, ernähren sich oft beinahe ausschließlich von Insekten. Je größer die Primaten, umso geringer ist üblicherweise dieser Anteil und umso größer die Menge

an pflanzlichen Nahrungsmitteln wie Blätter, Wurzeln und Früchte (Encyclopaedia Britannica, 2018a). Dies resultiert aus dem allgemein höheren metabolischen Energiebedarf größerer Tiere, der es ineffizient macht, einzelne Insekten zu sammeln bzw. zu jagen, da sie durch ihre Größe letzten Endes nicht genügend Energie liefern, um den Aufwand, an sie heran zu kommen, zu rechtfertigen. Allerdings bedeutet das nicht, dass große Primaten wie die Familie der Menschenaffen gar keine Insekten mehr verzehren. Pruetz & Bogart 2011 untersuchten die langfristigen Ernährungsgewohnheiten von Schimpansenpopulationen im Senegal und kamen zu dem Ergebnis, dass für die verschiedenen Gruppen von "ProbandInnen" Termiten eine regelmäßige Quelle tierischer Nahrungsmittel waren. Sie beobachteten auch die saisonale Verfügbarkeit aller für Schimpansen verfügbaren Nahrungsmittel und schlussfolgerten daraus, dass Termiten keinesfalls „Rückzugslebensmittel“ sind, auf die nur in Zeiten knappen Nahrungsangebots zurückgegriffen wird, sondern von den Primaten aktiv und ganzjährig gesucht werden. Männliche Schimpansen wurden dabei beobachtet, wie sie 19% ihrer aktiven Zeit dafür verwendeten, Termiten aus ihrem Bau zu fischen (ebd., 19).

Man weiß auch, dass die zwei größten Gattungen der Menschenaffen, Gorillas und Orang-Utans, obwohl sie, wie die Schimpansen, überwiegend Pflanzenfresser sind, auch kleinere Tiere, darunter Wirbellose wie Bienen, Wespen, Termiten und Ameisen verzehren (O'Malley 2014: 1-3).

Somit ist insektivores Verhalten bei allen rezenten Menschenaffen-Gattungen wissenschaftlich nachgewiesen.

Aus diesen Erkenntnissen kann man schließen, dass die Ordnung der Primaten, einschließlich des *Homo Sapiens*, allgemein eine Gruppe von Säugetieren ist, die seit ihren evolutionären Anfängen im Danium, der untersten chronostratigraphischen Stufe des Paläozäns, und dem Beginn der Erdneuzeit nach dem Aussterben der Dinosaurier vor 66 Millionen Jahren bis heute insektivores Verhalten zeigt und demnach evolutionsbiologisch gut auf diese Art von Nahrung angepasst ist.

Die Entomophagie ist also für die Menschen historisch gesehen nicht neu und es ist wohl nichts Besonderes, dass diese Ernährungspraxis heute noch in so vielen Kulturen einen hohen Stellenwert besitzt.

2.5 Entomophagie in der modernen Welt

Denn heutzutage findet diese Ernährungspraxis noch auf praktisch allen Kontinenten, besonders in Asien, Afrika und Lateinamerika weite Verbreitung. Pal & Roy 2014 schätzen, dass für circa zwei Milliarden Menschen auf der Erde regelmäßig Insekten auf den Speiseteller kommen (ebd. 1). Dies resultiert einerseits aus der großen Verfügbarkeit an essbaren Arten, die tropische und subtropische Regionen bereithalten, andererseits jedoch auch aus dem historischen Stellenwert, den Insekten für Menschen haben. In diesen Regionen werden Insekten traditionell in der Natur gesammelt, wodurch ein menschliches Eingreifen in Ökosysteme stattfindet. Die Folgen dieses Eingreifens sind noch wenig erforscht und stellen ein immer relevanter werdendes Forschungsfeld der Zukunft dar. Dieser Unsicherheit über die ökologische Verträglichkeit zum Trotz, tragen wild gesammelte Insekten in Drittweltländern zu mehr Ernährungssicherheit bei und können auch eine zusätzliche Einnahmequelle für finanziell benachteiligte Familien sein, wenn sie vermarktet werden (vgl. Van Huis 2017: 2).

Die Menge an unterschiedlichen Insektenarten, die gegenwärtig in der Welt gegessen werden, kann zwischen Ländern stark variieren, wie in Abbildung 3 ersichtlich.

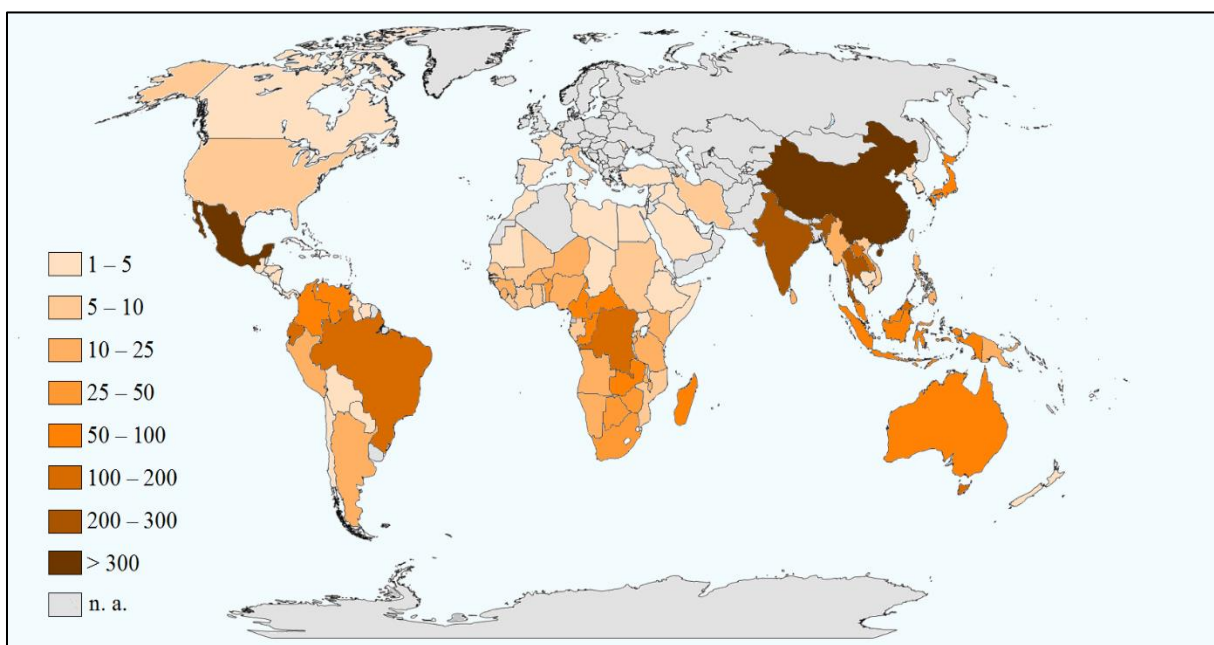


Abbildung 3: Anzahl an als „essbar“ klassifizierten Insektenarten in der Welt. **Quelle:** Eigene Darstellung. **Datengrundlage:** Jongema 2017

Insgesamt sind heute etwa 2096 essbare Insektenarten weltweit bekannt. In Ländern wie China, Indien, Thailand oder Mexiko findet man eine sehr große Anzahl, was, neben den klimatischen Unterschieden, sicherlich auch daran liegt, dass in diesen Ländern die Entomophagie historisch nicht so viel von ihrem Stellenwert in der Gesellschaft eingebüßt hat wie es in westlichen Ländern der Fall war. Mexiko stellt mit derzeit 545 (Ramos-Elorduy 2008: 282) verschiedenen essbaren Arten das Land mit dem diversesten Insektenverzehr dar, gefolgt von China mit 324 (Feng 2017: 2) und Indien mit 255 (Chakravorty 2014: 3) verschiedenen Insektenarten. Aber auch einige andere Länder in Südamerika, Afrika und Asien besitzen eine diverse und weit verbreitete Entomophagie. Die tatsächliche Anzahl ist hier allerdings oft schwer zu ermitteln. In den meisten Fällen ist sie wahrscheinlich noch viel höher als hier dargestellt, da manche Spezies nur sehr lokal und von einer relativ kleinen Gruppe von Menschen verzehrt werden (Costa-Neto 2016: 31). Generell werden die meisten der erwähnten Arten nur sehr selten von Menschen konsumiert. Wie Feng 2017 beschreibt, werden in China beispielsweise nur zwischen 10 und 20 verschiedene Arten regelmäßig gegessen (ebd.: 2). Es ist anzunehmen, dass es in anderen Ländern mit großen Mengen an essbaren Insektenarten (wie z.B. Mexiko) ähnlich ist. Soweit bekannt, gibt es in den meisten Ländern Europas sowie in Russland und einigen Ländern Zentralasiens und Nordafrikas gegenwärtig keine kulinarische Verwendung von Insekten.

Es variiert hier allerdings nicht nur die geographische Verteilung der gegessenen Arten, sondern auch die Art der Zubereitung und das Entwicklungsstadium, in dem die Insekten gegessen werden. Von manchen Arten wird nur das Larvenstadium verzehrt, von anderen nur das ausgewachsene Tier. Die zahlreichen unterschiedlichen Praktiken hier zu beschreiben würde den Rahmen dieser Arbeit sehr bald sprengen, deshalb werden im Folgenden nur zwei ausgewählte Beispiele etwas näher beschrieben: Japan und Mexiko, zwei Länder, die kulturell auf den ersten Blick scheinbar wenig verbindet. Jedoch besitzen beide eine tief verwurzelte Tradition der Entomophagie. Und der unterschiedliche Lebensstandard der Bevölkerung, gemessen am Human Development Index (UN Development Program, Human Development Reports 2018), sorgt für einen interessanten Vergleich.

2.5.1 Japan

Das „Land der aufgehenden Sonne“ ist durch seinen hohen wirtschaftlichen Fortschritt eine der wenigen Industrienationen, in denen Entomophagie heute immer noch eine Rolle spielt. Mitsuhashi 1997 schätzt, dass ursprünglich mehrere hundert verschiedene Insektenarten als Nahrungsmittel galten, vergleichbar mit Mexiko, wobei diese Zahl nie erreicht wurde, weil in der Vergangenheit oft mehrere Spezies zu einer zusammengefasst wurden (ebd. 187). Wie groß auch immer diese Anzahl war, Insekten spielen in der Geschichte Japans seit vielen Jahrhunderten eine Rolle, sowohl in der Ernährung als auch in der Medizin, besonders in Gegenden, die weit entfernt von den Küsten sind, da den Menschen dort zunehmend weniger Fisch als tierische Nahrung zur Verfügung stand.

Allerdings verliert sich diese traditionelle Rolle der Insekten mehr und mehr im Schatten der Globalisierung. Mittlerweile sind viele (besonders junge) JapanerInnen dem Konsum von Insekten gegenüber ebenso abgeneigt, wie es bei Menschen aus traditionell westlichen Ländern der Fall ist (ebd. 197, Menzel 1998: 36). Wahrscheinlich hat dies mit der zunehmenden „Verwestlichung“ der meisten asiatischen Lebensstile zu tun, die in Japan einen generellen Trend der Abkehr von traditionellen japanischen Ernährungsweisen nach sich zieht (Pingali 2004: 1). Im Besonderen sind hier große Städte zu nennen, die durch ihr rasches Wachstum oft nur durch importierte (westliche) Lebensmittel versorgt werden können (ebd. 7). Die Niederlassung zahlreicher Fast-Food-Ketten steht hier nur symbolisch für eine zunehmend vereinheitlichte Ernährungsweise in Städten, die ähnliche Einkommensniveaus erreichen (ebd. 3-5).

Nichtsdestotrotz ist Entomophagie in Japan bis heute ein Kulturgut.

Hachinoko

Ein Beispiel sind Wespenlarven, *Hachinoko* genannt, die man, abgepackt in Dosen, in vielen Regionen Japans in Supermärkten kaufen kann (vgl. Van Huis 2014: 26-27). Dem 1989 verstorbenen japanischen Kaiser Hirohito wird bis heute nachgesagt, dass sein Lieblingsgericht Reis mit Wespenlarven gekocht in Zucker und Sojasoße war. Selbst bei Krankheit, wenn er keine anderen Speisen zu sich nehmen konnte, verzichtete er nicht auf diesen Wespenreis (vgl. Mitsuhashi 1997: 191). Unabhängig davon, ob diese Geschichten wahr sind, stellen Wespenlarven in Japan (besonders in der Chūbu-Region in der Mitte des Landes) bis heute eine

geschätzte Delikatesse dar. Sie werden sowohl in der Wildnis gesammelt als auch von manchen japanischen Haushalten im eigenen Garten gezüchtet. Über den Sommer werden die Wespen mit verschiedensten Futtermitteln (von Fleisch bis hin zu Zuckerwasser) gefüttert, bis im Herbst die Larven geerntet werden können. Ein kleiner Teil der Larven wird stets übriggelassen, damit die Kolonie überleben kann. Für die Zubereitung existiert eine Reihe von Rezepten, jedoch werden sie oft auch nur mit Sojasoße gebraten. Jedes Jahr wird im zentralen Hochland von Japan auch ein „Wespenfestival“ veranstaltet, wobei lokale WespenzüchterInnen ihre Larvenstöcke präsentieren und in Kochwettbewerben gegeneinander antreten (vgl. Van Huis 2014: 27).

Die ersten Aufzeichnungen, die das Sammeln von Wespenlarven erwähnen, stammen aus dem Jahr 1715 und beschreiben vier verschiedene Arten (Payne & Evans 2017: 3). Heute werden besonders die Arten *Vespa Flaviceps* (Abb. 7) und *Vespa Shigai* gegessen, die beide aus der Familie der Faltenwespen stammen (in der auch die österreichische und die deutsche Wespe zu finden sind).



Abbildung 4: Larven und Puppen von *Vespa Flaviceps*. **Quelle:** Apple2000. Lizenz: Creative Commons Attribution 3.0 Unported

Die kulturelle Bedeutung des Wespenkonsums in Japan ist in manchen Regionen sehr hoch. Wespenlarven werden als gesund und proteinreich angesehen und nicht selten werden sie auch zu einer Kategorie von Nahrungsmitteln gezählt, die die Konstitution und die Männlichkeit fördern sollen. Dies spiegelt sich in der Tatsache wider, dass es hauptsächlich Männer sind, die der Zucht und Jagd von Wespen nachgehen. Zusätzlich haben Wespen durch ihren „Stich“ einen Aspekt der Signaturenlehre, die besagt, dass Lebensmittel, die Ähnlichkeit mit einem menschlichen Körperteil (oder in diesem Fall einer Tätigkeit) besitzen, für ebendiesen Körperteil auch gesund sein müssten. Wie zum Beispiel die Behauptung, dass Walnüsse „gut für das Gehirn“ sind, weil sie optisch wie ein Gehirn aussehen. Wie dem auch sei, WespenzüchterInnen genießen üblicherweise ein hohes Ansehen in der Bevölkerung, da dieser Arbeit nachgesagt wird, viel Geschick und Fachkönnen zu erfordern (vgl. Payne & Evans 2017: 9). Zusätzlich fanden Payne & Evans 2017 heraus, dass das Züchten von Wespen heutzutage hauptsächlich als Freizeitbeschäftigung und überwiegend aus sozialen und kulinarischen

Gründen durchgeführt wird. Finanzielle Aspekte spielen hier eine untergeordnete Rolle, da die Wespenzucht selbst bereits sehr viel Zeit und Geld beansprucht.

Zaza-mushi

Ein weiteres Beispiel für Insektenkonsum in Japan sind *zaza-mushi*. „Zaza-“ bezeichnet den „Klang eines rauschenden Flusses“ und „mushi“ bedeutet „Insekten“. Somit versteht man unter diesem Namen die Insekten, die unter den Steinen in Flüssen leben. Die Arten, die damit konkret gemeint sind, können nach Jahreszeit und Sammelort variieren, wobei es sich meistens um Larven aus den Familien der *Ephemeroptera* (Eintagsfliegen), *Odonata* (Libellen), *Neuroptera* (Netzflügler), *Plecoptera* (Steinfliegen), *Trichoptera* (Köcherfliegen) und manchmal auch *Hemiptera* (Schnabelkerfe) handelt (Mitsubishi 1997: 189).

Zaza-mushi werden in ganz Japan gesammelt, jedoch ist der Tenryu-Fluss in der Chūbu-Region dafür bekannt, die am besten schmeckenden Insektenlarven hervorzubringen (ebd. 190). In den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg stieg die Anzahl der InsektensammlerInnen an diesem Fluss derart an, dass die örtliche Regierung ein Lizenzsystem einführen musste, um die Insektenpopulationen nicht zu gefährden. Seitdem dürfen SammlerInnen von *zaza-mushi* nur mit einer Lizenz und auch nur zu bestimmten Jahreszeiten, meist zwischen Dezember und Februar, im Tenryu-Fluss ihrer Arbeit nachgehen. Diese Lizenz bezieht sich allerdings nur auf Menschen mit professionellen Fangmethoden. Dabei wird ein Netz, das nur auf einer Seite eine Öffnung hat, in den Fluss gesteckt, während ein kleines Stück weiter flussaufwärts Steine umgedreht werden, damit die Insektenlarven vom Strom erfasst und durch die Öffnung in das Netz gespült werden (vgl. Césard 2015: 7). Um das Jahr 2000 gab es circa 40 professionelle SammlerInnen, die pro Tag in etwa zwei Kilogramm *zaza-mushi* einfangen konnten. Die meisten von ihnen verkaufen diese weiter an Unternehmen, die die Tiere in Konservendosen verarbeiten und in Supermärkten weiterverkaufen. Diese Praxis existiert in der Form seit 1956 (Menzel 1998: 33).

Obwohl derzeit noch genügend Angebot von *zaza-mushi* besteht, um die Nachfrage zu decken, sinkt seit Jahren die Anzahl der professionellen SammlerInnen. Sie erreichen immer öfter das Alterslimit und es kommen sehr wenige junge Menschen nach (Césard 2015: 8).

Inago

Inago ist das japanische Wort für „Heuschrecke“. Der Konsum dieser Tiere ist in Japan weit verbreitet. Sie werden sowohl von Professionellen als auch von AmateurInnen gesammelt. Dabei wird ein hohler Bambusstock in einen geschlossenen Stoffbeutel gestoßen. Die gefangenen Heuschrecken fallen durch den Bambusstock in den Beutel und haben somit keine Möglichkeit mehr zu entkommen (vgl. Mitsunashi 1997: 188). Das Fangen an sich erfolgt vielerorts mit den bloßen Händen. Traditionell wird *Inago* nach der Reisernte in den Reisfeldern gefangen. Dabei spielten nicht nur kulinarische Gründe eine Rolle, sondern auch die Tatsache, dass Heuschrecken eine ernstzunehmende Gefahr für die Reisfelder sein können. Sie können sich zwar von vielem ernähren, jedoch fressen sie besonders gerne Reispflanzen. Somit war die „*Inago*-Jagd“ nach der Reisernte mitunter auch eine Präventionsmaßnahme gegen wirtschaftlichen Schaden. Nach dem Zweiten Weltkrieg in der Periode von 1950-1970 stieg die Nutzung von Insektiziden in den japanischen Reisfeldern stark an, wodurch die Anzahl der Heuschrecken stark reduziert wurde und somit auch der Konsum von *Inago*. Erst nachdem es genug Regulierungen in diesem Bereich gab, die exzessiven Gebrauch von Insektiziden einschränkten, konnten sich die *Inago*-Populationen erholen, wodurch auch der Konsum dieser Tiere wieder anstieg (ebd.).

Die Zubereitung gestaltet sich ähnlich wie bei *Hachinoko* und *Zaza-mushi*. Gebraten in Sojasoße und Zucker oder einem süßen Reiswein wie *Mirin* (= *Tsukudani* Art), sind *Inago* traditionell sowohl als Snack als auch als Beilage bekannt. Wiederum ist in den gebirgigen Regionen Zentraljapans wie Chūbu oder Tōhoku die kulturelle Bedeutung dieses Essens besonders groß (vgl. POGOGI Japanese Food, 2016).

Inago kann heute in vielen Supermärkten und Kiosken gekauft werden und ist im Vergleich zu anderen Insektenarten immer noch relativ beliebt. Es gab sogar Perioden, in denen japanische Firmen kanadische Heuschrecken importieren



Abbildung 5: Inago auf Tsukudani Art zubereitet. **Quelle:** Pqks758. Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported

mussten, da das japanische Angebot die Nachfrage nicht mehr decken konnte (vgl. Mitsuhashi 1997: 188).

2.5.2 Mexiko

Als zweites Beispiel moderner Entomophagie dient Mexiko. Dieses Land besitzt die höchste Varietät an essbaren Insektenarten, die es derzeit auf der Welt gibt. Mit 545 bekannten unterschiedlichen Arten (Ramos-Elorduy 2008: 282) könnte man Mexiko als ein Zentrum der Entomophagie im ohnehin relativ insektenfreundlichen Lateinamerika bezeichnen. Seit vielen Jahrhunderten werden dort Gliederfüßer in Ernährung, Medizin und auch Textilverarbeitung für menschliche Zwecke verwendet.

Die medizinische Verwendung von Insekten beschränkt sich überwiegend auf traditionelle Volksheilkunde, die schon bekannt war lange bevor die Europäer nach Amerika kamen. Von Grashüpfern für Blutarmut, Baumwanzen gegen Struma und Bienenwachs gegen Rheuma, das Behandlungsspektrum mit Insekten ist enorm.

Ein Beispiel für Textilverarbeitung ist *Dactylopius Coccus*, die Cochenilleschildlaus, ein Vertreter aus der Ordnung der Schnabelkerfe (*Hemiptera*). Dieses Tier wurde schon in vorkolumbianischer Zeit vielerorts in Lateinamerika, so auch in Mexiko, zur Farbstoffherstellung verwendet. Die knallig rote Farbe, die aus den Weibchen dieses Insekts gewonnen werden kann, war damals sehr beliebt, für die spanischen Konquistadoren eine lukrative Handelsware und auch heute noch wird der Farbstoff (Karminsäure), obwohl er nach und nach durch synthetische Stoffe ersetzt wird, in vielerlei Produkten zur Färbung verwendet (vgl. Encyclopaedia Britannica 2018b).

Entomophagie ist in praktisch jeder Region Mexikos verbreitet, besonders jedoch in den Regionen im Zentrum und im Süden wie zum Beispiel der Bundesstaat Oaxaca. Rurale Gebiete sind hier wiederum um einiges bedeutsamer als urbane. In den Städten gelten Insekten mittlerweile bereits als exotisch und sind relativ selten und teuer, da Restaurants derartige Gerichte als Delikatessen vermarkten und stolze Preise für sie verlangen (The Guardian 2013). Junge Menschen lehnen Entomophagie auch zunehmend aus persönlichen Gründen ab, da ihnen die amerikanische Kultur sympathischer scheint und sie sich mit dem Verzehren von Insekten nicht mehr gut identifizieren können („*Grashoppers, that's for the Indians, not for us.*“ - Ramos Anaya, In: Van Huis 2014: 33).

Chapulines

Wie in vielen anderen Teilen der Welt auch, sind Heuschrecken, örtlich *Chapulines* genannt, in Mexiko ein klassisches Beispiel für Entomophagie. Deren Verzehr gilt im gesamten Land als normal und stellt eine der beliebtesten, wenn nicht sogar die beliebteste, Insektenart dar (Menzel 1998: 110-113), zumindest aus kulinarischer Sicht. Sie werden meist mit bloßen Händen und mithilfe von Stoffbeuteln gefangen. Ähnlich wie die japanische Bevölkerung in den Reisfeldern fingen und fangen die MexikanerInnen Heuschrecken sowohl aus kulinarischen Gründen als auch, um ihre Maisfelder vor wirtschaftlichen Schäden zu schützen (vgl. Van Huis, 2014: 33).

Oft werden sie mit Knoblauch, Zitronensaft und Salz gewürzt, nicht nur des Geschmacks wegen, sondern auch, damit sie länger haltbar sind für den Verkauf auf lokalen Märkten (Menzel 1998: 110).

Üblicherweise werden Heuschrecken vor einer weiteren Verarbeitung gekocht und die Flügel und die Beine entfernt, da deren Konsistenz etwas hart ist. Eine beliebte Zubereitungsart ist, Heuschrecken mit Guacamole als Füllung in Tortillas und Tacos zu verwenden. Sie finden aber auch oft Verwendung als einfacher Snack für zwischendurch. Sie sind durch ihr allgegenwärtiges Vorkommen im Land relativ billig und somit für die durchschnittliche mexikanische Bevölkerung in der Regel erschwinglich (The Guardian 2013).

Gusano de Maguey, „Agavenwurm“

Der sogenannte „Agavenwurm“ (siehe Abb.6) ist eigentlich eine Schmetterlingsraupe aus der Familie der Dickkopffalter, die sich von den Stämmen und Blättern der Agave ernährt. Sie kann mit Pestiziden nicht gut unter Kontrolle gebracht werden und gilt in diesen Plantagen deshalb als Schädling. Die Agave-FarmerInnen sammeln sie daher ein und verkaufen sie weiter oder verwenden sie selbst in traditionellen mexikanischen Gerichten (vgl. Van Huis 2014: 35). Beliebte Verwendung finden sie wiederum in Tacos, Tortillas oder mit Tomaten und Jalapeños in einer scharfen Chili-Soße. Es hat sich auch die Tradition etabliert, dass in den Flaschen der Spirituose „Mezcal“ jeweils ein *Gusano de Maguey* gelegt wird (siehe Abb. 7), einerseits als Qualitätsmerkmal (ein Beweis dafür, dass der Alkoholgehalt eine bestimmte Menge hat), andererseits aber auch als Marketing-Gag (ebd.).



Abbildung 6 (oben): Gusanos de Maguey – Agavewürmer.
Quelle: Maurice Marcellin. Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.

Abbildung 7 (links): Mezcal-Flasche mit einem Gusano de Maguey. **Quelle:** Ilia Halamov. Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.

2.5.3 Und Europa?

Auf den vorangegangenen Seiten konnte man immer wieder lesen, dass der Insektenverzehr der japanischen und mexikanischen Bevölkerung im Zuge einer „Verwestlichung“ der Ernährungsweisen zunehmend an Bedeutung verliert. Besonders junge Menschen sind von diesem Trend betroffen.

Wie ist die Situation nun im Westen selbst? Daten über Entomophagie in Europa, der Wiege der westlichen Kultur, haben Seltenheitswert, da diese Ernährungspraxis über die Jahrhunderte in den europäischen Kulturkreisen weitestgehend verloren gegangen ist. Es gibt allerdings noch vereinzelt Berichte über Insektenkonsum im Friaul im Norden von Italien, wo noch vor gut 40 Jahren der Kropf einiger Schmetterlingsarten ausgesaugt wurde (Dreon 2009: 471). In diesem Kropf sammeln die Schmetterlinge ihren Blütennektar. Traditionell wurde ihnen, nachdem sie per Hand gefangen wurden, der Unterleib entfernt, wodurch der Kropf frei wurde und der Inhalt verzehrt werden konnte.

Genauer betrachtet gibt es heute aber in Europa keine Kultur mehr, bei der Insekten als Ganzes verzehrt werden. Jedoch entwickelt sich auf diesem Kontinent seit einigen Jahren ein Trend, der genau dies wieder salonfähig machen will. Durch die Gründung von Insektenfarmen und Restaurants, in denen diese Tiere angeboten werden, erfährt der Konsum von Insekten bereits in mehreren europäischen Ländern ein Wiederaufleben. Das erregt nicht nur Interesse aus regulatorischen und rechtlichen Bereichen, sondern auch in der Forschung ist im letzten Jahrzehnt das Interesse für Entomophagie in Europa steil nach oben gegangen, nicht zuletzt wegen der Notwendigkeit, das Ernährungssystem nachhaltiger zu gestalten. Als alternatives tierisches Nahrungsmittel könnten Insekten hier einen Beitrag leisten (Halloran 2016: 57).

Wie groß sind hier generell die ökologisch relevanten Unterschiede in der Produktion verglichen mit konventionellen Fleischprodukten? Das nächste Kapitel soll dieses Thema umfassend behandeln, diskutieren und bewerten.

3 Insekten - Eine nachhaltigere Alternative zu konventionellem Fleisch?

In diesem Kapitel wird das Nachhaltigkeitspotenzial von Insekten aus einer Perspektive des Ressourcenverbrauchs dargestellt. Es werden ausgewählte wissenschaftliche Untersuchungen zitiert, die verschiedene Parameter von Insektenproduktionsprozessen untersucht haben. Diese Parameter beinhalten „Futtermittelverwertung“, „Treibhausgasausstoß“, „Wasserverbrauch“, „Landnutzung“ und „Energieverbrauch“. Um diese Daten, die sich zum Teil gegenseitig beeinflussen, gut einordnen zu können, wird stets ein Vergleich mit den in Österreich üblichen Fleisch-Nutztieren (Huhn, Schwein, Rind) angeführt. Am Ende dieses Kapitels soll ein Zwischenfazit den generellen Ressourcenverbrauch der Insekten zusammenfassen und somit die naturwissenschaftlichen Grundlagen für eine Beantwortung der Forschungsfrage legen.

3.1 Ernährungsphysiologische Vorbemerkungen

In den Kapiteln 3.2 bis 3.6 werden Vergleiche angeführt, die auf Gewichts- oder auf Proteinbasis aufbauen. Zu beiden Grundlagen werden hier einige Dinge vorausgeschickt.

3.1.1 Gewichtsvergleiche mit Insekten

Wenn zwei Lebensmittel anhand ihres Gewichts miteinander verglichen werden, um zu zeigen, welches mehr oder weniger nachhaltig ist, dann macht es Sinn, zuerst einen Blick auf die Nährwertprofile dieser Lebensmittel zu werfen. Der Nährwert ist schließlich einer der wichtigsten Faktoren, die ein Lebensmittel für uns Menschen wertvoll machen, im Gegensatz zu dessen Gewicht. Zwei gleich schwere Mengen an unterschiedlichen Nahrungsprodukten können schließlich einen ähnlichen ökologischen Fußabdruck haben, jedoch einen unterschiedlichen Nährwert. Ein hoher Anteil an Wasser, das für uns Menschen in fester Nahrung nur einen sehr geringen nahrungsphysiologischen Mehrwert darstellt (da es üblicherweise leicht aus anderen Quellen zu bekommen ist), würde hier zum Beispiel die Aussage eines Vergleichs verzerren. Mehlwürmer und Heimchen, die beiden hier behandelten Insektenarten, unterscheiden sich in ihrem Wassergehalt nur minimal von konventionellen Nutztieren. Mehlwürmer bestehen (in lebendem Zustand) zu etwa 60% und Heimchen zu 70% aus Wasser, abhängig vom Fettgehalt, der wiederum von der Nahrung abhängig ist (Williams

2016: 63-67). Bei rohem Fleisch von Rindern, Schweinen und Hühnern findet man Werte zwischen 65% und 73%, je nach Fettgehalt (ebd. 67).

Es kann also generell gesagt werden, dass Insekten, wie alle tierischen Lebensmittel, einen hohen Makronährwert haben und mit denen von konventionellen Nutztieren vergleichbar sind (Kouřimská 2016: 22-26). Allerdings sind zwischen den Arten, zwischen den Wachstumsphasen sowie aufgrund von Herkunft und Ernährungsgewohnheiten enorme Unterschiede möglich, was es bei einigen Arten derzeit noch schwierig macht, allgemeine Nährwertprofile zu erstellen (Rumpold 2013: 807). Dies liegt mit Sicherheit daran, dass bei vielen untersuchten Insekten die Zuchtmethoden unterschiedlich waren. Diese Unsicherheit wird mit flächendeckend etablierten Mindeststandards (wie etwa die Qualität der Futtermittel) und genügend Knowhow in der Produktion mit der Zeit abnehmen.

Um dieses Thema mit einem Satz abzuschließen: Der Vergleich von Lebensmitteln in Hinblick auf Nachhaltigkeit, basierend auf einer reinen Gewichtsbasis, ist nur dann valide und aussagekräftig, wenn der Nährwert der Lebensmittel ebenfalls miteinbezogen wird.

3.1.2 Proteinvergleiche mit Insekten

Das Protein der vorgestellten Insektenarten hat ein ähnliches Aminosäureprofil wie es konventionelle Nutztiere haben (Yi 2013: 3347, Collavo et al. 2005: 525, 533). Das heißt, dass die Verwertbarkeit dieser Proteine für uns Menschen qualitativ in etwa so hoch ist wie bei anderen tierischen Nahrungsmitteln. Jedoch gibt es hier ein Problem mit manchen in der Literatur angeführten Werten, wie man in den letzten Jahren herausgefunden hat. Dabei wurde die tatsächliche Proteinmenge in Insekten jahrelang überschätzt, da manche Körperteile für uns Menschen nicht verdaubar sind (=Ballaststoffe), bei den Berechnungen jedoch fälschlicherweise als Protein mitgezählt wurden. Eine weltweite Standardmethode der Berechnung des Proteingehalts basiert auf dem Stickstoffgehalt des untersuchten Lebensmittels multipliziert mit dem KP-Wert 6,25. Da in Insekten allerdings auch Stickstoff in ihrer unverdaulichen Chitin-Hülle und womöglich diversen Nukleinsäuren vorkommt, führt die Methode hier zu falschen Ergebnissen. Janssen et al. 2017 haben diese Problematik genauer untersucht und schätzen, dass die meisten Proteinangaben für Insekten um circa 20% niedriger anzusetzen wären (ebd. 2277). Der Proteingehalt dieser Tiere ist also nicht ganz so hoch wie

oft angegeben, und der KP-Wert sollte bei ausgewachsenen Insekten (zum Beispiel Heimchen) bei circa 5,6 liegen und bei Insektenlarven (zum Beispiel Mehlwürmer) bei 4,76.

Bei diesen Berechnungen gibt es noch andere Faktoren, die den Proteingehalt beeinflussen können, wie zum Beispiel die tatsächliche Verdaubarkeit der Proteine. Dies bringt den Insektenproteinen einen zusätzlichen Nachteil, da Insekten durch Ballaststoffe eine geringfügig niedrigere Verdaubarkeit haben könnten als die Proteine aus konventionellen Tierprodukten, die keine Ballaststoffe beinhalten. Allerdings gilt dies nur, wenn die Produkte gesondert konsumiert werden. In Kombination mit anderen Lebensmitteln kann die Verdaubarkeit auch bei konventionellen Tierprodukten herabgesenkt sein. Deshalb ist eine präzise Berechnung des tatsächlich für den Menschen verfügbaren Proteingehalts generell eine sehr komplexe Angelegenheit.

In dieser Arbeit werden die von Janssen et al. 2017 errechneten neuen KP-Werte für jede Insektenart angenommen und an den Stellen korrigierend berücksichtigt, wo in zitierten Studien nachweislich ein zu hoher Faktor verwendet wurde.

3.2 Futtermittelverwertung

Die Menge und Art der verwendeten Futtermittel sind entscheidend für eine Beurteilung eines tierischen Lebensmittels hinsichtlich dessen Nachhaltigkeit. Je mehr Futter benötigt wird, umso mehr Wasser, Land und Energie wird benötigt und umso mehr Treibhausgase werden ausgestoßen. Gleichzeitig ist nicht jede Pflanze gleich effizient bzw. gleich wertvoll und wachstumsfördernd für die Nutztiere. Auf den folgenden Seiten wird sowohl auf die Effizienz, mit der Insekten ihre Nahrung verwerten können, als auch auf verschiedene Quellen des verwendeten Futters eingegangen.

3.2.1 Futterverwertungsrate (FCR)

Dies ist eine Maßzahl aus der Nutztierhaltung, die zeigt, wie viel Futter ein Nutztier im gesamten Produktionsprozess, von der Geburt bis zur Schlachtung, benötigt. Das Gewicht des Futters wird in Relation zum Schlachtgewicht des Tieres gesetzt. Dadurch bekommt man eine Kennzahl, die die Effizienz des jeweiligen tierischen Stoffwechsels mit den verwendeten Futtermitteln beschreibt. Die Futterverwertungsrate (fortan im Sinne einer international einheitlichen Verwendung mit der Kurzform „FCR“, *Feed Conversion Ratio*, bezeichnet) ist somit auch ein Indikator für die ökologische Verträglichkeit eines tierischen Lebensmittels.

Die FCR berechnet sich wie folgt:

$$\frac{\text{Konsumierte Menge an Futtermitteln (kg)}}{\text{Frischgewicht der essbaren Teile (kg)}} = \text{Feed Conversion Ratio (FCR)}$$

Ganz allgemein gilt es als ökologisch vorteilhaft, wenn ein Tier eine niedrige FCR hat. Ein Wert von 1 würde bedeuten, dass 100% des Nahrungsgewichts in körpereigenes Gewicht umgesetzt und im Umwandlungsprozess keine Verluste produziert wurden. Dies ist aber praktisch nicht möglich, aus dem einfachen Grund, da es im Stoffwechsel eines Lebewesens immer Verluste gibt und das Körperwachstum nicht der alleinige Sinn der Ernährung ist. Folglich kann man sagen, dass die Produktion eines bestimmten Tierproteins umso nachhaltiger geschieht, je näher die FCR des Tieres an den Wert 1 herankommt (der aber wohl nie erreicht werden wird). Allerdings ist es nicht leicht, eine durchschnittliche FCR für eine bestimmte

Tierart zu berechnen, da die Produktionsmethoden und deren Umstände in vielen Ländern unterschiedlich sein können. Auch genetische Faktoren und der Zeitpunkt der Schlachtung (bzw. der Ernte) spielen eine Rolle, da die Wachstumskurven von Lebewesen niemals linear verlaufen, sondern sehr spezifisch mit logarithmischen Kurvenabschnitten (je jünger ein Tier, umso schneller wächst es in der Regel).

Es ist auch wichtig zu erwähnen, dass es bei Berechnungen von FCRs bei Insekten an praktischer Erfahrung fehlt und die meisten Daten aus Experimenten stammen, die in Labors durchgeführt wurden (Halloran 2016: 58). Dort können manche Rahmenbedingungen mangels Knowhow noch anders sein als auf Insektenfarmen, die sich durch jahrelange Zuchtpraxis auf diese Tiere spezialisiert haben.

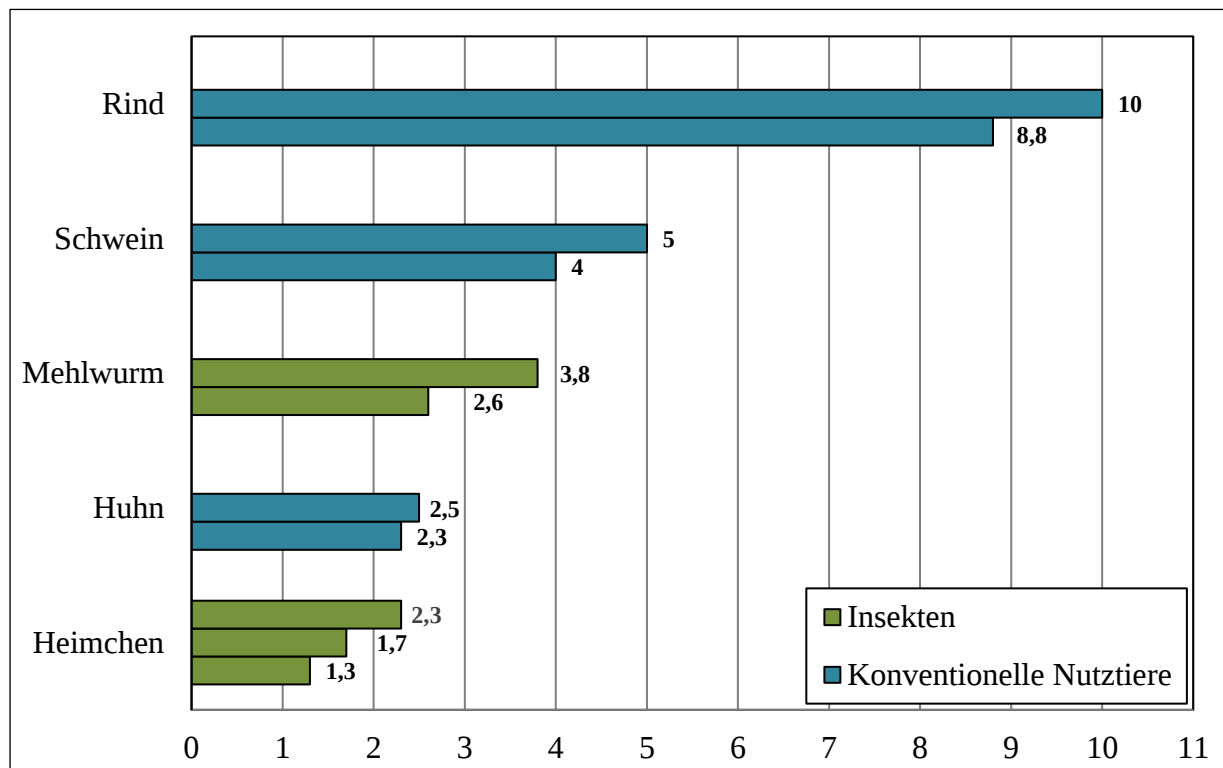
Die idealen Voraussetzungen für eine gute FCR bei Gliederfüßern sind generell noch Teil des wissenschaftlichen Diskurses. Allerdings ziehen manche WissenschaftlerInnen den Schluss, dass die Makronährstoffzusammensetzung der Nahrung, hier im Speziellen Fett und Protein, einen besonders wichtigen Faktor ausmacht (Oonincx 2015: 5-6).

Insekten im Vergleich zu konventionellen Nutztieren

Die FCRs von verschiedenen Nutztiergruppen werden im Folgenden mit denen von relevanten Insektenarten (relevant für die Entomophagie in Österreich) verglichen. Im konkreten Fall handelt es sich hier um das Heimchen (*Acheta domesticus*) und den Mehlwurm (*Tenebrio molitor*). Die durchschnittlichen Werte für die in westlichen Ländern bekanntesten Nutztiere Hühner, Schweine und Rinder stammen aus verschiedenen Studien der letzten 26 Jahre, die von De Vries & De Boer 2010 zusammengefasst wurden. Die Zahlen wurden auf eine Dezimalstelle gerundet und es ist in Tabelle 2 einsehbar, welche Studie dieses Ergebnis zu Tage gefördert hat und welche Futtermittel dabei verwendet wurden.

Tabelle 2 und Diagramm 3: Ein Vergleich von Futterverwertungsraten (FCR) konventioneller Nutztiere und zweier Insektenarten nach Lebendgewicht

Art	FCR	Futtermittel	Quelle
Rind	10	US-Durchschnitt	Smil 2002
	8,8	Getreidemix	Wilkinson 2011
Schwein	5	US-Durchschnitt	Smil 2002
	4	-	Wilkinson 2011
Mehlwurm	3,8	HPHF ¹	Oonincx et al. 2015
	2,6	HPLS ²	Van Broekhoven et al. 2015
Huhn	2,5	US-Durchschnitt	Smil 2002
	2,3	-	Wilkinson 2011
Heimchen	2,3	Kontrollfutter	Oonincx et al. 2015
	1,7	-	Collavo et al. 2005
	1,3	Hühnerfutter	Lundy und Parrella 2015



Datengrundlage: siehe Tabelle 2.

¹= „High Protein High Fat“

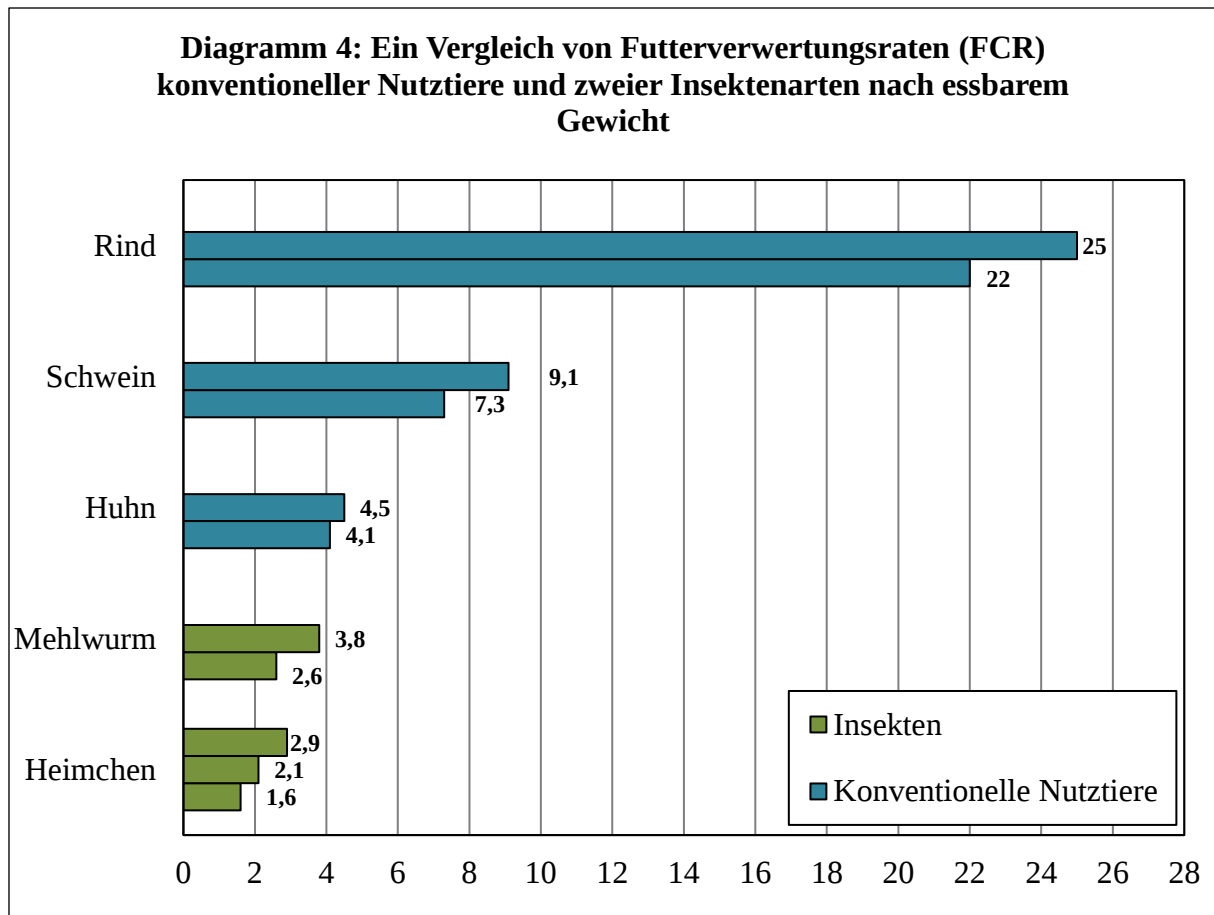
²= „High Protein Low Starch“

In diesem Vergleich haben Heimchen mit einer FCR von 1,3 - 2,3 überwiegend ökologisch günstigere Ergebnisse erreicht als Rinder (8,8 - 10) oder Schweine (4 - 5). Der Unterschied zu den Hühnern ist nicht mehr ganz so deutlich, die mit FCRs zwischen 2,3 und 2,5 ebenfalls recht gute Resultate erzielt haben.

Mehlwürmer hingegen schnitten mit einer FCR von 2,6 - 3,8 in den beiden ausgewählten Studien eher mittelmäßig ab und haben das Futter schlechter verwertet als Hühner, und in der Studie von Oonincx et al. 2015 waren sie sogar in etwa so effizient wie Schweine.

Es gilt allerdings, sich einen Aspekt in dieser Darstellung zu verdeutlichen. Es werden hier die FCRs der Tiere nach ihrem Lebendgewicht miteinander verglichen. Das Gewicht der tatsächlich vom Menschen konsumierten Teile wurde in vielen dieser Studien nicht berechnet. Dieses unterscheidet sich jedoch zwischen Insekten und konventionellen Tierarten sehr stark. Für Hühner und Schweine macht dieser Anteil in etwa 55% aus, während er für Rinder nur rund 40% beträgt (Smil 2002: 308). Für viele Insekten ist dieser Anteil jedoch viel höher, je nach Art und Zubereitung kann er oft bei 100% liegen, da das gesamte Tier verzehrt wird. Somit wird hier bei Mehlwürmern ein essbarer Körperanteil von 100% und bei Heimchen von 80% (da manchmal Flügel oder Beine vor dem Konsum entfernt werden) angenommen.

In Diagramm 4 werden nun dieselben Daten dargestellt wie zuvor, allerdings wurde das Lebendgewicht durch das Gewicht der essbaren Teile ersetzt und die FCRs, basierend auf diesem neuen Verhältnis, umgerechnet.



Datengrundlage: siehe Tabelle 2.

Anhand dieser korrigierten Daten wird deutlich, dass für Heimchen und Mehlwürmer weniger Futter benötigt wird, um für uns Menschen essbare tierische Nahrung zu produzieren, als für konventionelle Nutztiere. Die Heimchen befinden sich jetzt in einem Bereich von 1,6 - 2,9 und sind somit auch in diesem Vergleich das effizienteste tierische Nahrungsmittel, das am wenigsten Futter benötigt. Die Daten der Mehlwürmer haben sich nicht verändert (da ihr essbarer Anteil bei 100% liegt) und sind jetzt mit denen von Hühnern vergleichbar oder liegen sogar darunter.

Die FCRs von Heimchen haben sich um 25% erhöht, diejenigen von Hühnern und Schweinen um 81% und die von Rindern um 250%.

Es ist viel realistischer, die Daten auf diese Art und Weise zu sehen, da so die für uns Menschen relevanten Anteile in den Vordergrund rücken und unverwertbare oder schwer verwertbare Körperteile wie Skelett, Organe, Kopf oder Hufe nicht mehr berücksichtigt werden.

Es sind in diesem Vergleich zwei Trends zu beobachten. Einerseits, dass die FCR aus ökologischer Sicht umso günstiger wird, je kleiner die Tierart ist. Andererseits ist aber auch ersichtlich, dass Insekten, obwohl sie erst seit kurzem für Nahrungszwecke in westlichen Ländern gezüchtet werden, bereits jetzt sehr gute FCRs aufweisen. Der Hauptgrund dafür ist wahrscheinlich in der Tatsache begründet, dass Insekten, wie alle anderen Gliederfüßer auch, zu den wechselwarmen Tieren gehören, die ihre Körpertemperatur der Umgebungstemperatur anpassen und dadurch einen energiesparenden Metabolismus besitzen (Van Huis 2017: 43). Säugetiere und Vögel, die beinahe die gesamte Gruppe an menschlichen Nutztieren ausmachen, sind hingegen gleichwarme Tiere, die, relativ gesehen, einen viel höheren Grundumsatz haben und somit mehr Energie für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur aufwenden müssen.

Beeindruckend in diesem Zusammenhang ist auch, dass Oonincx et al. 2015 ihre Insektengruppen nicht mit speziell für Insekten produzierten Futtermitteln ernährt haben, sondern mit Ausschussnahrung und Resten. Kapitel 3.2.2 beleuchtet dieses Thema etwas näher.

3.2.2 Alternative Futterquellen

In der Regel sind Insekten in der Lage, sich aus einer sehr breiten Palette an pflanzlichen oder auch tierischen Nahrungsmitteln zu ernähren. Dies macht Insekten zu interessanten Objekten für das Recyceln bisher ungenutzter organischer Ressourcen, die in heutigen Nahrungsproduktionszyklen als Reste oder Ausschuss anfallen und für Futtermittel traditioneller Nutztiere ungeeignet sind.

Im Folgenden werden zwei Beispiele beschrieben, wo die Fähigkeit von Insekten, sich von Nahrungsresten und -ausschuss zu ernähren, angewandt und erforscht wurde.

Collavo et al. 2005 haben vier Gruppen von Heimchen (*Acheta Domesticus*) untersucht, deren Futtermittel jeweils eine andere Zusammensetzung hatten. Darunter befanden sich zwei Varianten mit typischen Milchkuh-Futtermitteln („Dairy Cow Diet“) mit viel Getreide und Sojabohnen, eine Variante mit vielen Wildkräutern und Blättern („Aromatic Arboreal Diet“) und auch eine Variante, die sich „Human Refuse Diet“ nannte. Bei dieser vierten Gruppe bestanden die Futtermittel überwiegend aus Lebensmitteln, die in einem normalen Haushalt im Biomüll landen könnten, zum Beispiel Schalen und Überreste von Obst und Gemüse (34%), Reis und Nudeln (27%), altes Brot (11%), Schweine- und Rindfleisch (11%), Käserinde (11%) und Eidotter (6%). Überraschenderweise hatte die Heimchengruppe mit der Human Refuse Diet

sogar die ökologisch beste Futtermittelverwertungsrate erzielt und verwandelte somit organische Abfallprodukte auf effiziente Art und Weise in für den Menschen verzehrbare Nahrung.

Oonincx et al. 2015 haben vier verschiedene Insektenarten mit Ausschussmaterial und Nahrungsresten gefüttert und deren körperliche Entwicklung untersucht. Darunter fielen zum Beispiel Kartoffelschalen, Rote-Bete-Sirup, Ausschussgetreide, Bierhefe, altes Brot und Kekse. Aus diesen Zutaten kreierten die WissenschaftlerInnen vier verschiedene Futtermittelvarianten und untersuchten so die beste Nährstoffzusammensetzung für ein effizientes Wachstum ihrer Insektengruppen. Die Ergebnisse sind im vorangegangenen Kapitel in Tabelle 2 einsehbar.

Die Ergebnisse dieser beiden Studien zeigen, dass es möglich ist, Insekten mit Nahrungsresten aus anderen Produktionszyklen erfolgreich zu halten und großzuziehen. Die Frage bleibt allerdings, inwieweit dieses Potenzial wirklich systematisch umgesetzt werden kann.

Bei intelligenter Ausnutzung dieser Kapazitäten müssten im besten Fall gar keine Futtermittel extra für Insekten angebaut werden. Somit träte auch keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln für den Menschen oder für konventionelle Nutztiere auf und vormals für den Abfall gedachte Nahrung fände ihren Weg zurück in einen Produktionskreislauf und würde unmittelbar recycelt (Gahukar 2009: 92). Angesichts der etwa 90 Millionen Tonnen Lebensmittel, die jedes Jahr innerhalb der EU weggeworfen werden und somit einen geschätzten finanziellen Aufwand von 143 Milliarden Euro verursachen, ist es auch aus ökonomischer Sicht sinnvoll, diese Möglichkeit des Recyclens von Lebensmittelabfällen auszubauen (Vgl. EU-Kommission 2017).

Die Soldatenfliege, *Hermetia Illucens*, nimmt in diesem Zusammenhang eine Sonderstellung ein. Dieses Tier wurde in dieser Arbeit noch nicht erwähnt, weil sie für die menschliche Ernährung größtenteils uninteressant ist. Passend zum Thema soll hier jedoch kurz auf sie eingegangen werden. Sie besitzt mit 1,4 nicht nur eine niedrige FCR (Oonincx et al. 2015: 7), sondern kann auch aus verschiedensten und sehr unüblichen pflanzlichen und tierischen Nahrungsmittelquellen ernährt werden. Dazu gehören nicht nur Küchenabfälle und Nahrungsreste, sondern auch Überreste toter Tierkörper und Exkreme, sowohl tierischen als auch menschlichen Ursprungs (Newton 2005, Banks 2013: 14-22). Die Fliege kann sich aus diesen Exkrementen ernähren und ist auch imstande, in den Exkrementen vorkommende krankheitsübertragende Bakterien wie *Escherichia Coli* oder *Salmonella spp* zu töten (Liu, Q. 2008: 1525-1530, Erickson 2004: 685-690). Dieses enorme Potenzial der Soldatenfliege, Abfall

in Nährstoffe umzuwandeln, ist gleichzeitig auch ihr größter Nachteil für kulinarische Zwecke. Erstens ist es juristisch sehr problematisch, Nutztiere mit Abfällen oder gar Exkrementen zu ernähren, zweitens stellt diese Information für die Konsumnachfrage eine schier unüberwindliche Barriere dar. Eine Verwendung für den menschlichen Konsum dieses Insekts scheint somit zweifelhaft und ein Einsatz in der Abfallwirtschaft oder in der Futtermittelherstellung um einiges wahrscheinlicher (Wang 2017: 1). Dieser Aspekt soll allerdings nicht Teil dieser Arbeit sein und hier nur am Rande erwähnt sein.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Fähigkeit einiger Insektenarten, sich durch eine sehr breite Palette an Nahrungsmitteln zu ernähren, in unserem Ernährungssystem sehr nützlich sein könnte, besonders weil hierdurch zwei Probleme auf einmal gelöst werden. Einerseits werden Futtermittel für Insekten bereitgestellt, andererseits wird Abfall reduziert. Aber nicht jeder organische Abfall ist geeignet, um als Futtermittel für Insekten zu dienen, und außerdem müssen hierfür vielerorts erst noch legislative Rahmenbedingungen geschaffen werden. Ganz abgesehen von einer ernährungsphysiologischen Vollständigkeit, die Insektennahrung trotz allem erfüllen muss, damit ein ausreichendes Körperwachstum möglich ist und das Endprodukt den zu erwartenden Fett- und Proteingehalt enthält (FAO 2013: 76).

Es fehlt auf diesem Feld also noch definitiv an Knowhow und weitere Studien sind notwendig für eine effektive Verwertung dieses Aspekts.

3.3 Treibhausgasemissionen

Der Ausstoß von Treibhausgasen wird als ein führender Grund für die anthropogene Erderwärmung angesehen und ist somit ein weiterer wichtiger Faktor in einem Nachhaltigkeitsvergleich verschiedener Lebensmittelprodukte (IPCC 2007).

Die Nutztierhaltung ist für etwa 18% aller anthropogen verursachten Treibhausgasausstöße (und für 80% in der gesamten Landwirtschaft) verantwortlich, wie Steinfeld et al. 2006 in ihrem großen UN-Report für die FAO dargelegt haben (ebd. 112). Dies stellt einen höheren Anteil als den des gesamten Mobilitätssektors dar. Die drei hier relevanten Treibhausgase sind Distickstoffmonoxid (N_2O , auch „Lachgas“ genannt), Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2), die in derselben Reihenfolge in der Nutztierhaltung 65%, 35-40% und 9% der jeweiligen gesamtglobalen anthropogenen Ausstöße ausmachen (ebd. 112-114). Diese drei Gase werden oft zum „Potenzial für globale Erwärmung“ (kurz: „GWP“, engl.: *Global Warming Potential*) zusammengefasst und in Kohlendioxid-Äquivalenten (kurz: „ $\text{CO}_2\text{-e}$ “) ausgedrückt, da Kohlendioxid laut dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2007) das wichtigste anthropogene Treibhausgas ist. Somit wird CO_2 ein Faktor von 1, CH_4 ein Faktor von 25 und N_2O ein Faktor von 298 zugeteilt, um die Treibhauswirksamkeit verschiedener Produkte und Prozesse miteinander vergleichen zu können.

Es gibt über den Treibhausgasausstoß in der traditionellen Nutztierhaltung bereits relativ viele Daten. Allerdings gibt es bis heute nur wenige Studien, die den Treibhausgasausstoß von Insekten und Insektenzucht gemessen haben. Besonders der direkte (biogene = vom Tier stammende) Treibhausgasausstoß von Insekten wird noch unzureichend verstanden. In diesem Kapitel werden die wenigen Daten, die hierfür verfügbar sind, denjenigen konventioneller Nutztiere gegenübergestellt.

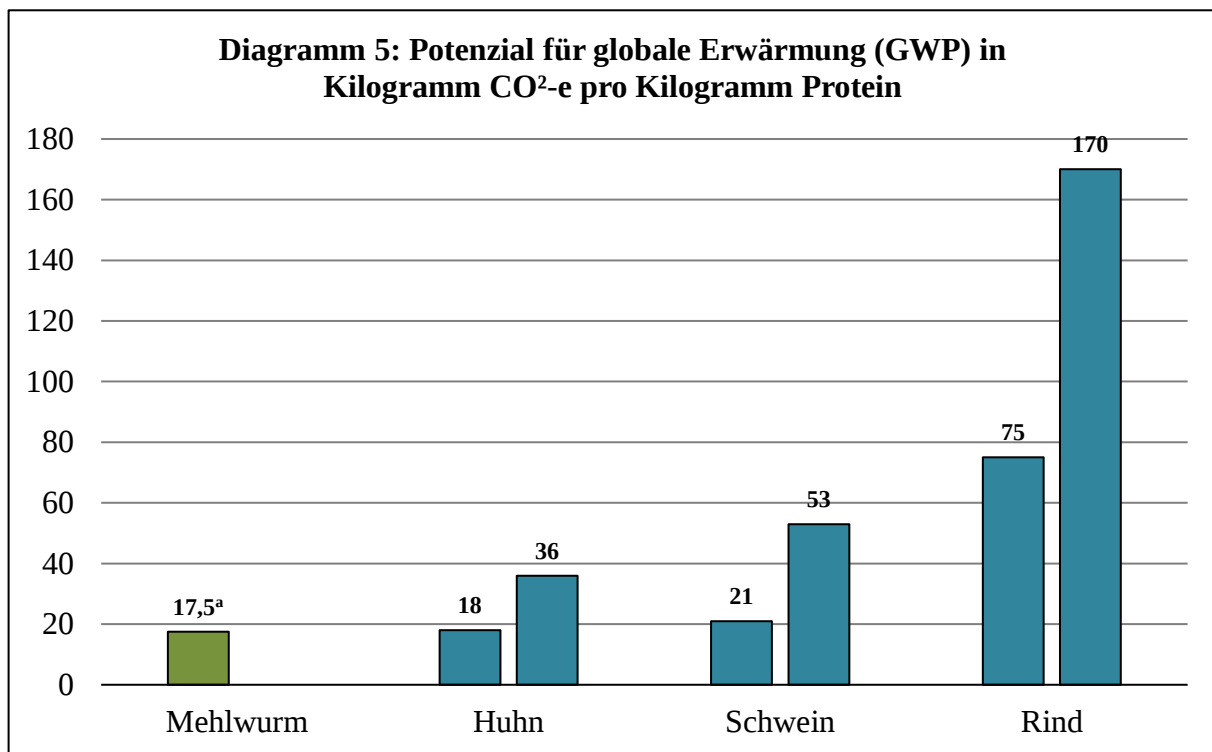
Insekten im Vergleich zu konventionellen Nutztieren

Eine Studie, die das GWP von Mehlwürmern anhand einer Lebenszyklusanalyse gemessen und berechnet hat, ist von Oonincx & De Boer 2012. Deren durchschnittliche Ergebnisse werden in Diagramm 3 mit den GWPs konventioneller Nutztiere von De Vries & De Boer 2010 verglichen.

In dieser Gegenüberstellung sind nur Daten enthalten, die aus westlicher, industrieller Produktion stammen. Die Doppelsäulen der konventionellen Nutztiere repräsentieren jeweils

das niedrigste und höchste Ergebnis in der Analyse von De Vries & De Boyer 2010, da derartige Messungen aufgrund von unterschiedlichen Produktionsmethoden und Bedingungen hohen Schwankungen unterliegen können. Die Daten stammen aus 16 Studien über Lebenszyklusanalysen von Nutztieren, deren Vergleichbarkeit durch bestimmte Auswahlkriterien wie Situierung der Produktion in einem OECD-Land, nicht-biologische Produktion und diverse methodische Kriterien sichergestellt wurde.

Die Daten der Mehlwürmer entstanden in einem Laborsetting in Kooperation mit einer Mehlwurmfarm. Die Proteinberechnung erfolgte hier nach einem veralteten Muster (siehe Kapitel 3.1.2), weswegen die Daten nach dem Vorschlag von Janssen et al. 2017 vom Autor dieser Arbeit mit dem neuen KP-Wert korrigiert wurden.



Datengrundlage: ^a Oonincx & De Boyer 2012, De Vries & De Boyer 2010

Die Ergebnisse sind in Kohlendioxid-Äquivalenten pro Kilogramm Protein dargestellt. Man erkennt dabei, dass die Produktion von einem Kilogramm Protein aus Mehlwürmern 17,5 CO²-e (ursprünglicher, nicht korrigierter Wert: 14kg) verursacht hat. Bei der Produktion von Hühnerprotein entstehen durchschnittlich 18 - 36kg CO²-e, bei Schweinen 21 - 53kg CO²-e und bei Rindern 75 - 170kg CO²-e. Diese ersten Ergebnisse zeigen allgemein ein gutes GWP von

Mehlwurmprotein, allerdings hebt es sich nicht wirklich von effizient produziertem Hühner- oder Schweineprotein ab. Es ist allerdings in etwa viermal so effizient wie Rinderprotein.

Smetana et al. 2015 berechneten ein GWP von durchschnittlich 19kg CO²-e, wobei hier nicht Mehlwürmer nach Lebendgewicht als Basis dienten, sondern das Gewicht eines zubereiteten Gerichts, das aus frittierten Mehlwürmern bestand. In das Ergebnis flossen daher sowohl der Transport der Tiere zum und vom Supermarkt als auch die Verarbeitung in der Küche ein. Deshalb ist dieses Ergebnis mit den anderen Daten in Diagramm 3 nur schwer vergleichbar. Es soll aber dennoch hier erwähnt sein.

Auch für Heimchen wurde der Treibhausgasausstoß untersucht. Halloran et al. 2017 führten dafür eine Lebenszyklusanalyse von Heimchen auf einer bereits etablierten Insektenfarm im nordöstlichen Thailand durch und verglichen deren GWP mit dem von Masthühnern aus einem Betrieb in der gleichen Region (Halloran 2017: 83-94). Auch hier wurde die veraltete Methode der Proteinberechnung benutzt und die ursprünglichen Proteinangaben sollten etwas niedriger liegen als die in der Studie zitierten. Nach erfolgter Korrektur verursachten die Heimchen ein GWP von circa 15,66 kg CO²-e/kg Protein (ebd. 90). Mit 24,5 kg CO²-e/kg Protein hatten die Hühner in dieser Studie ein signifikant höheres GWP.

Die erste Studie, die den biogenen Treibhausgasausstoß von Insekten gemessen hat, ist von Oonincx et al. 2010. Dabei fand man im Zuge einer Lebenszyklusanalyse heraus, dass Heimchen und Mehlwürmer zwar dreimal mehr CO² ausstoßen als Rinder oder Schweine, das biogene GWP für beide allerdings sehr niedrig war, weil sie kein CH⁴ und sehr wenig N²O ausgestoßen haben. Ganz besonders Heimchen hatten ein niedriges biogenes GWP, das in etwa 60- bis 120-mal niedriger war als das von Rindern oder Schweinen. Mehlwürmer lagen bei circa 6- bis 12-mal weniger (ebd. 4).

Basierend auf den vorgestellten Daten kann angenommen werden, dass die Haltung von Mehlwürmern und Heimchen wahrscheinlich einen niedrigeren Treibhausgasausstoß verursacht als die konventionelle Nutztierhaltung. Obwohl der Unterschied zu Hühnern bei den Studien zu den Mehlwürmern nicht sehr groß war, ist es doch bemerkenswert, dass mit einem im Vergleich zur Hühner-, Schweine- oder Rinderzucht niedrigen Level an Knowhow und technologischem Fortschritt in der industriellen Insektenzucht bereits jetzt derartig niedrige GWPs erreicht werden.

3.3.1 Ammoniak

Die Tierlandwirtschaft wird auch zu einem großen Teil für die Umweltverschmutzung durch Ammoniak (NH_3) verantwortlich gemacht. Dabei führen das Anfallen und die Verwendung von stickstoffhaltigem Urin und Kot der Tiere als Dünger im Produktionskreislauf zu Übersäuerung und Nitrifizierung von Böden und Gewässern. Indirekt führen diese Prozesse, obwohl NH_3 selbst kein Treibhausgas ist, durch die Umwandlung von Bakterien im Boden zur Produktion des Treibhausgases Distickstoffmonoxid (N_2O), „Lachgas“. Es wird geschätzt, dass die Tierhaltung für etwa 65% des durch den Menschen verursachten Lachgasausstoßes und für etwa 64% des durch den Menschen verursachten Ammoniakausstoßes verantwortlich ist (vgl. Steinfeld et al. 2006: 112).

Die Lebenszyklusanalyse von Oonincx et al. 2010 fand heraus, dass Mehlwürmer (*Tenebrio Molitor*) gar kein Ammoniak ausstießen und Heimchen (*Acheta Domestica*) durchschnittlich einen geringeren Ausstoß hatten als Schweine und Rinder (Hühner wurden in dieser Studie nicht untersucht). Für Heimchen betrugen die Werte 3,0-5,4 mg/kg/Tag, für Schweine 4,8-75 mg/kg/Tag und für Rinder 14-170 mg/kg/Tag. Die Differenzen der Ammoniakmessungen waren sowohl bei den traditionellen Nutztieren als auch bei den Heimchen teilweise so groß, dass die Autoren der Studie angaben, dass es möglicherweise ein Problem mit dem technischen Aufbau der Messungen gegeben haben könnte. Dies könnte auch erklären, warum bei den Mehlwürmern überhaupt kein Ammoniak gemessen werden konnte. Ob es sich hierbei um eine korrekte Messung handelt oder ob ein technischer Fehler zu diesem Ergebnis geführt hatte, ließen die Autoren der Studie offen.

Nach derzeitigem Stand ist dies die einzige Studie, die den Ammoniakausstoß von Insekten untersucht hat. Sie deutet darauf hin, dass Insekten diesbezüglich eine ökologisch günstigere Alternative zu konventionellen Nutztieren, in diesem Fall Schweinen und Rindern, sein könnten.

3.4 Wasserverbrauch

Wasserknappheit hat sich im vergangenen Jahrhundert durch die Globalisierung von einem regionalen zu einem weltumspannenden Problem entwickelt. Ganz besonders sei hier die Landwirtschaft genannt. Hoekstra & Mekonnen 2016 berechneten, dass über vier Milliarden Menschen mindestens einen Monat im Jahr nicht ausreichend Zugang zu sauberem Süßwasser haben (ebd. 1). Diese Zahl mag überraschend hoch klingen und die Autoren begründen dies damit, dass in der Vergangenheit die meisten Bewertungen der weltweiten Trinkwasserverfügbarkeit die saisonalen Schwankungen unterschätzten. Mindestens 500 Millionen Menschen leiden demnach das gesamte Jahr über unter Wasserknappheit, wogegen 3,5 Milliarden unter saisonalem Wassermangel zu leiden haben (ebd.).

Die Gründe für diese besorgniserregende Entwicklung sind vielseitig. Einerseits kann der rasante Bevölkerungszuwachs der Menschen in den letzten Jahrzehnten als Ursache ausgemacht werden, andererseits sicherlich auch die fortschreitende Desertifikation großflächiger Landstriche in subtropischen Regionen der Erde in Folge der globalen Erwärmung. Aber auch die weitgehende Verlagerung der traditionellen Ernährungsweisen mit moderaten Mengen an Nahrungsprodukten tierischer Herkunft hin zu westlichen Ernährungsmustern, die größere Mengen tierischer Lebensmittel enthalten und eine ressourcenintensivere Produktion mit höherem Wasserverbrauch nach sich ziehen, trägt ohne Zweifel zu dieser Entwicklung bei.

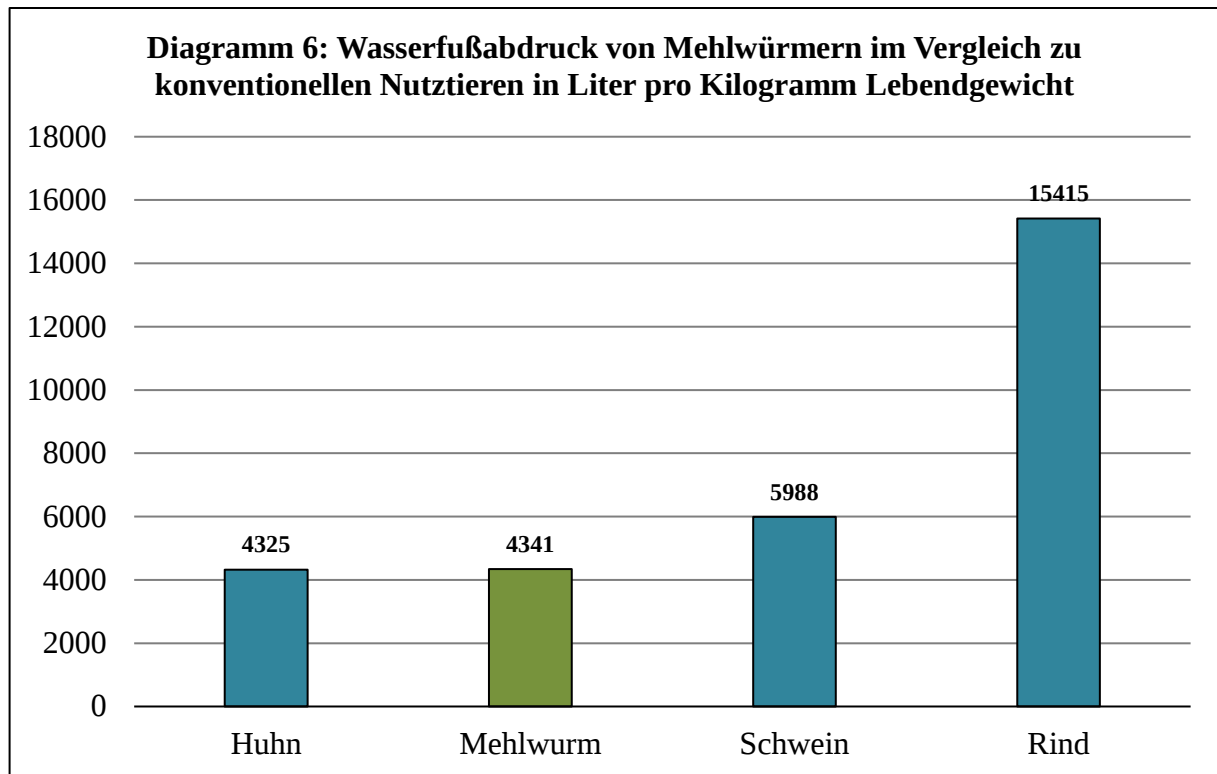
In der Volksrepublik China beispielsweise zeigt die Umstellung der Bevölkerung auf eine Ernährung mit größeren Anteilen tierischer Produkte bereits ihre Konsequenzen in Form von verstärkter Wasserknappheit überall im Land (Liu, J. et al. 2008: 397). Der jährliche Pro-Kopf-Wasserverbrauch für die Nahrungsproduktion stieg in der Periode von 1961 bis 2003 von 255 auf 860 Kubikmeter, eine Zunahme von 337%. Rechnet man den Anteil des in diesem Zeitraum stattgefundenen Bevölkerungszuwachses von 90% heraus, so beträgt die Zunahme des chinesischen Wasserfußabdrucks immer noch beinahe 80%. Dies bedeutet wahrscheinlich, dass der höhere Bedarf an Wasser mit einer Änderung des Lebensstils der chinesischen Bevölkerung zusammenhängt. Es bleibt offen, wie viel dieser 80% tatsächlich auf eine „Verwestlichung“ der chinesischen Ernährungsgewohnheiten zurückzuführen ist. Dass es einen Einfluss gibt, gilt in diesem Zusammenhang jedoch als unbestritten.

Obwohl es nicht leicht ist, den Bedarf an Wasser in Nachhaltigkeitsmodelle wie den ökologischen Fußabdruck mit einzuberechnen und somit oft separat als ein "Wasserfußabdruck" (Water Footprint Network, 2018) dargestellt wird, spielt er eine große Rolle bei der Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit eines Produkts. Diese Kennzahl setzt sich aus der Addition von virtuellem und dem vor Ort verbrauchten Wasser zusammen. Der Terminus "virtuelles Wasser" wurde eingeführt, um die Menge an Wasser zu messen, die im gesamten Produktionszyklus benötigt wird, um ein bestimmtes Produkt herzustellen. Angegeben wird der Wasserfußabdruck in Liter pro Person und/oder pro Produkt.

Speziell der Landwirtschaftssektor stellt einen sehr großen Teil des gesamten weltweiten Wasserverbrauchs der Menschen dar. Hoekstra & Mekonnen 2011 errechneten für die Periode 1995 bis 2005 einen Anteil von 92% (ebd. 3234). Der Rest entfällt auf den Konsum anderer Industrieprodukte (4,7%) und auf den Verbrauch der Haushalte (3,8%). Mindestens ein Drittel des Wassers aus dem Landwirtschaftssektor entfällt ausschließlich auf tierische Lebensmittel. Von diesem Drittel wiederum stammen 98% aus der Produktion der Futtermittel. Die restlichen 2% machen Trink-, Service- und Futtermittelmischwasser aus (Hoekstra & Mekonnen 2012: 408). Deshalb spielt es hier eine große Rolle, wie viele und welche Futtermittel ein Tier in einem Produktionszyklus benötigt.

Insekten im Vergleich zu konventionellen Nutztieren

Nachdem in Kapitel 2 dargelegt wurde, dass die Futterverwertungsrate von Insekten relativ niedrig sein kann, könnte man daraus schließen, dass der Wasserfußabdruck folglich ebenfalls niedriger sein muss. Es gibt hierzu eine Studie (Miglietta P. et al. 2015), die den Wasserfußabdruck von Mehlwürmern (*Tenebrio molitor*) erstmalig untersucht hat. Dabei wurde ein Anteil der Futtermittel am Wasserfußabdruck von 99,95% (ebd. 6196) ermittelt, also machen Trink- und Servicewasser bei Mehlwürmern noch um ein Vielfaches weniger aus als bei konventionellen Nutztieren. Zusammen mit den Ergebnissen von Hoekstra & Mekonnen 2012, die die Wasserfußabdrücke verschiedener Nutztiere miteinander verglichen haben, sind die Ergebnisse der Studie in Diagramm 6 einsehbar.



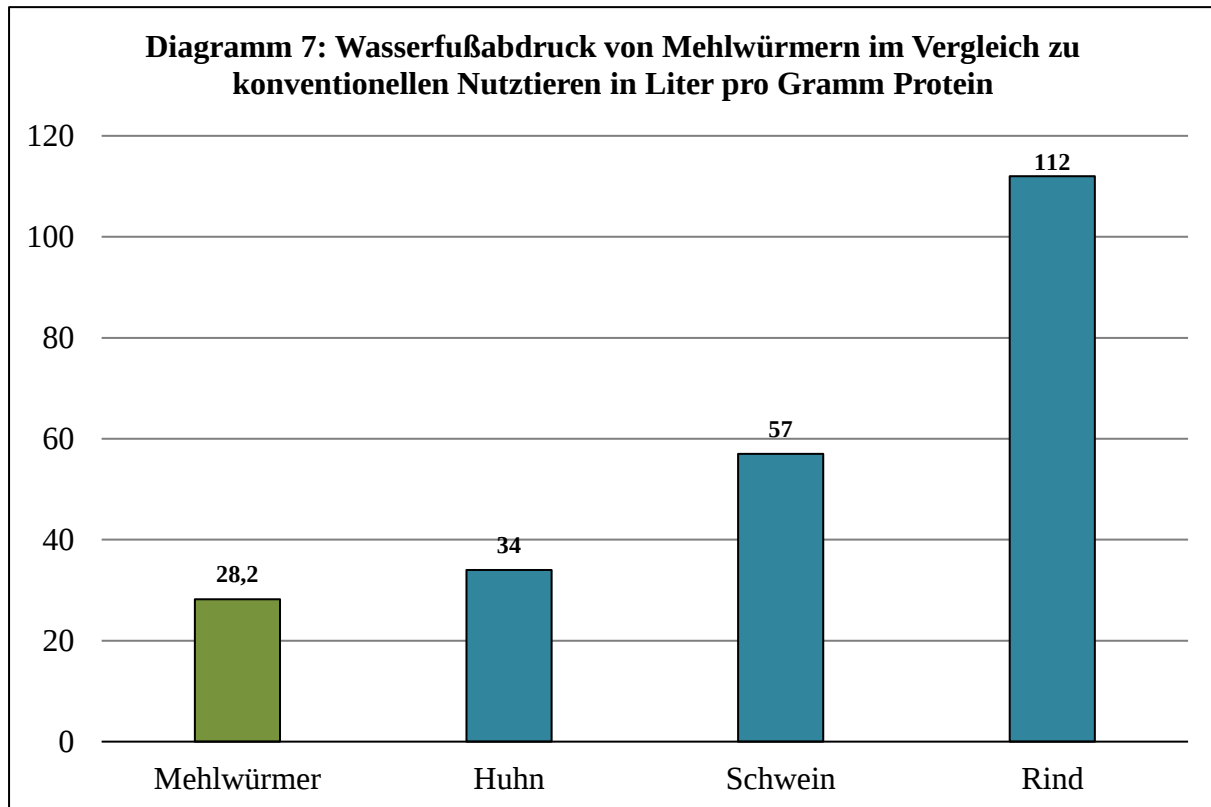
Datengrundlage: Hoekstra & Mekonnen 2012 und Miglietta et al. 2015

Hier erkennt man, dass der durchschnittliche Wasserfußabdruck von den untersuchten Mehlwürmern (4341 Liter) in etwa dem Durchschnitt von Hühnerfleisch (4325 Liter) entspricht. Schweinefleisch hatte mit 5988 Litern und Rindfleisch mit 15415 Litern einen signifikant höheren Wasserverbrauch. Bei all diesen Daten (mit Ausnahme der Mehlwürmer) handelt es sich um globale Durchschnittswerte.

Die Nahrung, die die Mehlwürmer erhielten, bestand überwiegend aus verschiedenen Getreidesorten (Weizen, Hafer, Roggen, Mais), Sojabohnen und Karotten, was auch typische Zutaten in einem üblichen Futtermittel für Hühner sind (Jacob 2015). In Anbetracht dessen, dass die Futtermittelnutzungsraten von Mehlwürmern denjenigen von Hühnern entsprechen können (siehe Kapitel 3.2), passen diese Ergebnisse ins Bild. Die genaue Zusammensetzung des Futters war den WissenschaftlerInnen allerdings nicht bekannt, da es sich bei diesen Verhältnissen um wirtschaftliche Geheimnisse handelt.

Miglietta et al. 2015 und Hoekstra & Mekonnen 2012 haben den Wasserfußabdruck nicht nur nach Lebendgewicht, sondern auch nach Proteingehalt des Endprodukts berechnet. Hierbei wurde zwar auf den Stickstoffgehalt der Chitin-Hülle Acht gegeben, jedoch liegt der

verwendete Faktor immer noch zu hoch, als dass der Proteingehalt der Mehlwürmer präzise dargestellt werden könnte. Es wurde demnach wieder nach Janssen et al. 2017 korrigiert (siehe Kapitel 3.1.2). Die Ergebnisse sind in Diagramm 7 zu sehen.



Datengrundlage: Hoekstra & Mekonnen 2012 und Miglietta et al. 2015

In diesem Vergleich lässt sich erkennen, dass die Menge an verbrauchtem Wasser pro Gramm Nahrungsprotein bei den Mehlwürmern mit 28,2 Litern am niedrigsten war. Hühnerfleisch liegt hier bei 34 Litern, Schweinefleisch bei 57 Litern und Rindfleisch bei 112 Litern. Die Produktion von Hühnerprotein ist laut dieser Daten um circa 20% wasserintensiver als die Produktion von Mehlwurmprotein. Für Schweineprotein werden 99% und für Rinderprotein 297% mehr Wasser benötigt.

Die Tatsache, dass 99,9% des Wasserverbrauchs mit den verwendeten Futtermitteln assoziiert sind, lässt darauf schließen, dass für Insekten, deren FCR noch niedriger ist als die von Mehlwürmern, der Wasserverbrauch noch niedriger sein muss. Heimchen (*Acheta Domesticus*) wären hier als Beispiel zu nennen.

3.5 Landnutzung

Die Fläche an Land, die für die Herstellung eines Produkts benötigt wird, gehört wohl zu den wichtigsten Aspekten, die es bei Nachhaltigkeitsvergleichen zu beachten gilt. Ein hoher Energieverbrauch kann durch den Einsatz erneuerbarer Energien kompensiert, ein hoher Treibhausgasausstoß durch die biologische Bindung der Treibhausgase an einem anderen Ökosystempunkt ausgeglichen werden. Aber es gibt praktisch keine Möglichkeit, eine hohe Landnutzung zu kompensieren. Die Fläche an fruchtbarem Boden auf der Erde kann zwar durch Urbarmachung von bisher unberührten Gebieten wie Primärwäldern erhöht werden, jedoch sind diese Maßnahmen oft mit einem großen ökologischen Schaden verbunden, in Hinblick auf Biodiversität und Treibhauseffekt. Und die potenziell erschließbaren Gebiete, die in den kommenden Jahren und Jahrzehnten in Folge der Erderwärmung in Nordamerika und Sibirien für den Menschen zugänglich und somit erst landwirtschaftlich nutzbar werden, stehen einer zunehmenden Desertifikation und Bodendegradation von derzeit genutzten Agrarflächen in südlicheren Ländern gegenüber (Maestre et al. 2012: 3062-3075). Es kann also davon ausgegangen werden, dass nachfolgende Generationen etwa die gleiche Fläche an fruchtbarem Land zur Verfügung haben werden, wenn nicht weniger, und somit spielt die Landnutzung von Lebensmitteln angesichts einer wachsenden Weltbevölkerung wahrscheinlich die wichtigste Rolle aller hier angeführten Nachhaltigkeitsindikatoren (Vgl.: Godfray et al. 2011: 1013).

Da das Land bei der Produktion der Lebensmittel nicht „verbraucht“ wird, wird in diesem Abschnitt vom Gebrauch des Begriffs „Landverbrauch“ abgesehen und stattdessen „Landnutzung“ oder „Landbedarf“ verwendet.

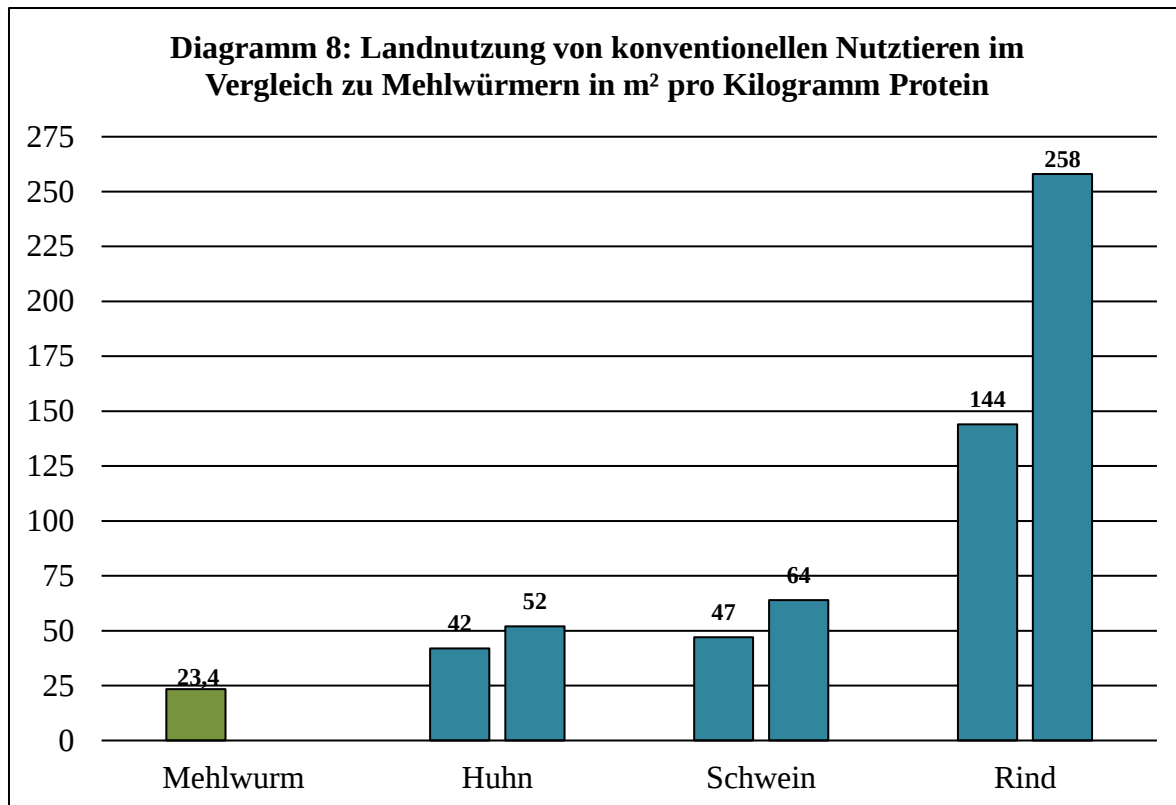
Insekten im Vergleich zu konventionellen Nutzieren

Die traditionelle Nutztierhaltung nutzt heute circa 77% der gesamten globalen Ackerfläche bzw. 38,5% der gesamten bewohnbaren Landfläche der Erde und ist somit der größte Faktor im Flächengebrauch der Menschen (Ritchie & Roser 2017b). Dies sind etwa 40 Mio. km². Zum Vergleich: die globale Fläche, die mit Wäldern bedeckt ist, beträgt 39 Mio. km².

Besonders problematisch angesichts einer wachsenden Weltbevölkerung ist in diesem Zusammenhang, dass die erzeugten tierischen Lebensmittel nur etwa 17% des kalorischen Bedarfs der Menschheit decken. Anders gesagt, 83% der Kalorien werden von Pflanzen gedeckt, die auf 23% der Ackerfläche angebaut werden (ebd.).

Die Landnutzung in der Produktion von tierischen Nahrungsmitteln hängt stark von der Art und der Menge der verwendeten Futtermittel ab. Somit korreliert dieser Nachhaltigkeitsfaktor ebenfalls mit der Futterverwertungsrate (FCR, siehe Kapitel 3.2) und lässt vermuten, dass Insekten infolge ihrer üblicherweise niedrigeren FCR auch eine kleinere Menge an Land benötigen.

Einen der ersten Vergleiche des Landbedarfs in der Produktion verschiedener konventioneller Fleischarten mit dem von Mehlwürmern haben Oonincx & De Boer 2012 gemacht. Die Ergebnisse sind in Diagramm 8 im Vergleich zu Rindern, Schweinen und Hühnern in m² pro Kilogramm Protein ersichtlich.



Datengrundlage: Oonincx & De Boyer 2012 und De Vries & De Boyer 2010

Um ein Kilogramm Protein aus Mehlwürmern zu bekommen, berechneten Oonincx & De Boyer 2012 rund 18m² Landbedarf. Da dieser Wert allerdings auf dem zu hohen Faktor von 6,25 basiert, musste er nach Janssen et al. 2017 korrigiert werden und beträgt in dieser Arbeit rund 23,4m².

Mehlwurmprotein benötigt hier circa die Hälfte der Landnutzung, die Hühnerprotein mit 42-52m² oder Schweineprotein mit 47-64m² benötigt. Im Vergleich zu Rinderprotein, das mit 144-258m² den höchsten Wert in diesem Diagramm ausmacht, benötigt Mehlwurmprotein etwa sechs- bis elfmal weniger Land in der Herstellung. Die Unterschiede zwischen den minimalen und maximalen Werten der konventionellen Nutztiere sind wiederum auf unterschiedliche Produktionsmethoden zurückzuführen.

Es stellte sich ebenfalls heraus, dass die Produktionsanlagen der Mehlwürmer mit nur knapp 0,2% des gesamten Landverbrauchs assoziiert waren, wohingegen die Nahrung mit 99% des Landverbrauchs assoziiert war (Oonincx & De Boer 2012: 3). Somit ist die Herleitung aus der FCR, zumindest was diese Insektenart betrifft, zulässig. Dies könnte bei den Heimchen (*Acheta*

Domesticus) eine noch niedrigere Landnutzung bedeuten, da deren FCR in drei Studien sehr niedrig gewesen ist (siehe Kapitel 3.2).

Alexander et al. 2017 haben ebenfalls eine interessante Gegenüberstellung von verschiedenen Fleischalternativen zum derzeitigen, aus ökologischer Sicht nicht nachhaltigen, Landbedarf im westlichen Ernährungssystem publiziert. Dabei verglichen sie verschiedene Lebensstile mit unterschiedlichen Mengen tierischer Nahrungsprodukte sowie auch bestimmte Nahrungsprodukte direkt miteinander. Folgende Lebensmittelgruppen wurden ausgewählt:

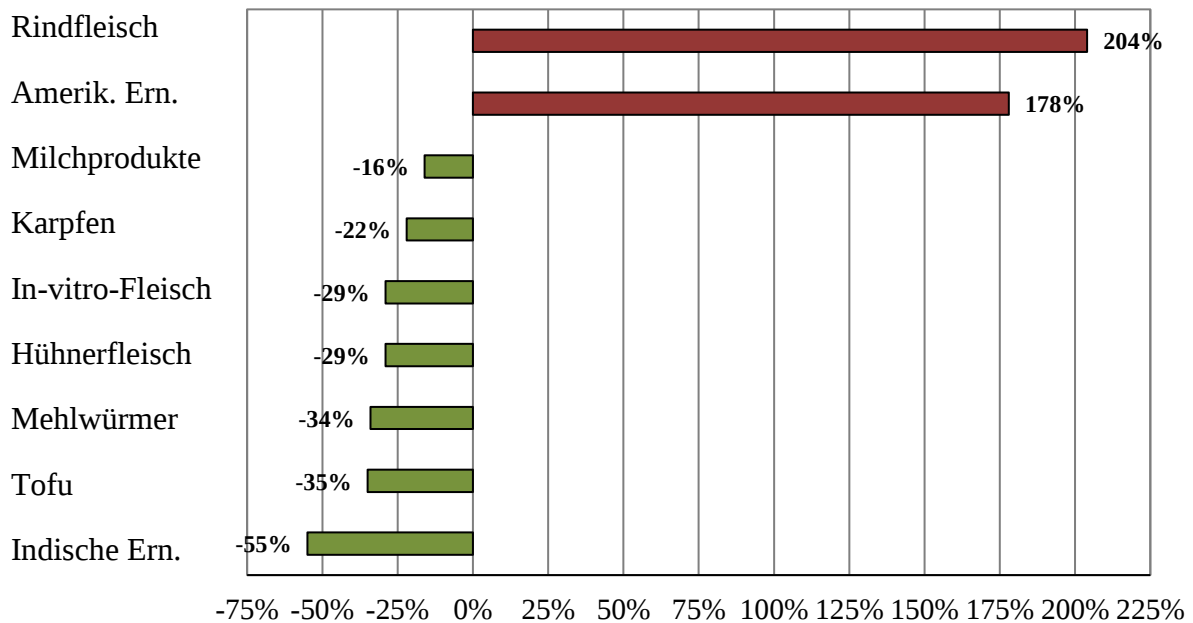
- **Insekten** (Mehlwürmer und Heimchen)
- **In-Vitro-Fleisch** (sogenanntes „Laborfleisch“)
- **Milchprodukte**
- **Hühnerfleisch und Eier** (die ökologisch effizientesten konventionellen Landtierprodukte)
- **Karpfen** (die ökologisch effizientesten Tierprodukte aus Aquakulturen)
- **Rindfleisch** (die ökologisch ineffizienteste Fleischart)
- **Tofu** (ein verarbeitetes Produkt aus Sojabohnen)

Zusätzlich erstellten die ForscherInnen Datensätze zu folgenden Ernährungsstilen:

- **Indische Durchschnittsernährung** (niedriger Anteil tierischer Produkte)
- **Amerikanische Durchschnittsernährung** (hoher Anteil tierischer Produkte)

In der Studie wurde für jede der genannten Lebensmittelgruppen ein Szenario erstellt, in dem 50% der derzeit weltweit konsumierten tierischen Produkte mit der jeweiligen Lebensmittelgruppe ersetzt wird und der Effekt dieses Szenarios auf die globale Landnutzung berechnet. Für die beiden Ernährungsstile wurde ein Szenario angenommen, nach dem die globale Durchschnittsernährung dem jeweiligen Ernährungsstil entspricht. Alexander et al. 2017 achteten auch darauf, dass es keinen kalorischen Unterschied zwischen den Gruppen gibt. Die 50%-Grenze wurde willkürlich gewählt, da es den ForscherInnen rein um die Relationen der einzelnen Gruppen zueinander ging. Aus demselben Grund ist es irrelevant, welche Kategorien tierischer Nahrungsprodukte substituiert werden. Diese Darstellung wird HALF-Index („Human Appropriation of Land for Food“) genannt und ist in Diagramm 9 ersichtlich.

Diagramm 9: Änderung der globalen agrarwirtschaftlichen Landnutzung bei Substituierung von 50% aller tierischen Produkte mit verschiedenen Nahrungsalternativen



Datengrundlage: Alexander et al. 2017

Laut dieser Studie ist die unumstritten beste Alternative zur derzeitigen (2017) Landnutzung unserer Ernährung eine generelle Reduzierung des Konsums von Fleisch und tierischen Produkten, wie es durch den Datensatz „Indische Durchschnittsernährung“ repräsentiert wird. Ein Minus von 55% des Landverbrauchs wurde dabei errechnet. Die Lebensmittelgruppe, die am wenigsten Land benötigte, war das Sojaprodukt Tofu, das ein Minus von 35% erreichte. Mehlwürmer sind mit -34% die drittbeste Alternative. Sie schnitten um 5% besser ab, als Hühnerfleisch/Hühnereier und In-Vitro-Fleisch, die beide ein ungefähres Minus von 29% erreichten. Für Karpfen betrug die Reduzierung 22% und für Milchprodukte 16%. Ein ökologisch gesehen fatales Ergebnis erreichte die amerikanische Durchschnittsernährung mit einem Plus an agrarwirtschaftlicher Landnutzung von 178% und Rindfleisch mit einem Plus von 204%.

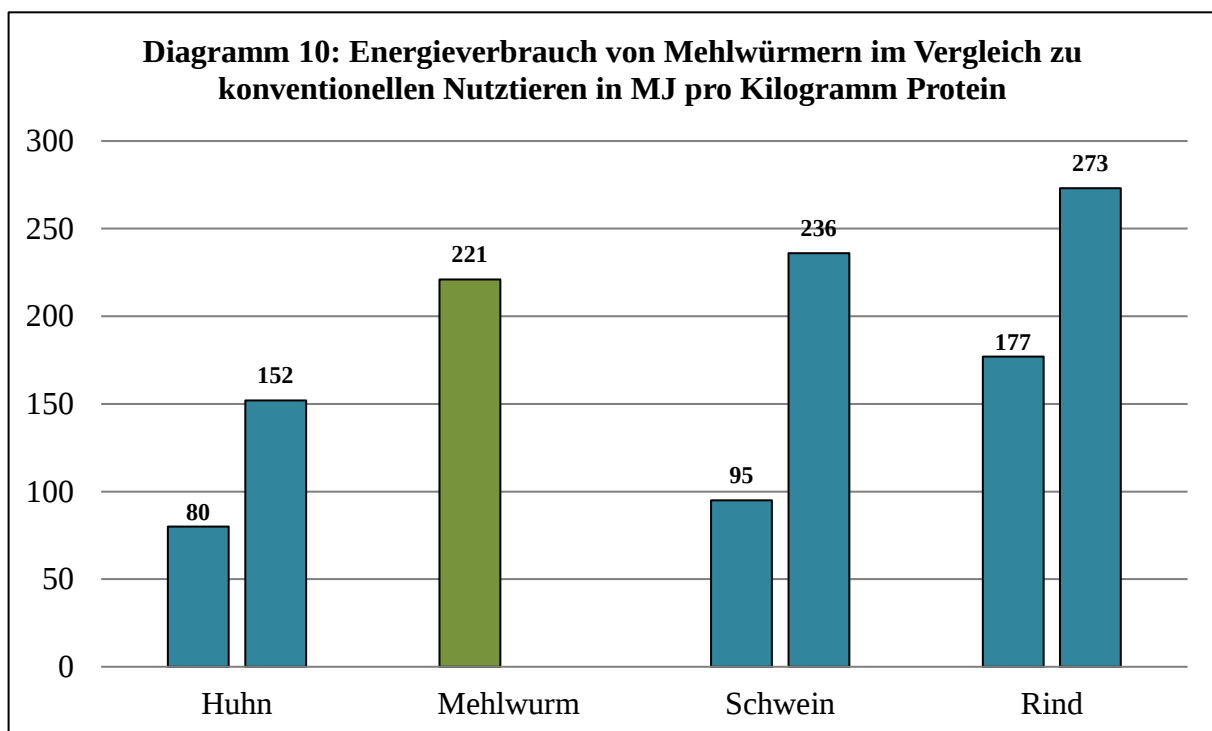
So unrealistisch diese Szenarien auch sein mögen, so anschaulich illustrieren sie die ökologischen Verhältnisse verschiedener Lebensmittel zueinander und den Einfluss der Ernährung auf unsere Umwelt. Diese Studie zeigt auch, dass es viele Wege in ein nachhaltigeres Ernährungssystem gibt und Insekten hier nur einer von mehreren sein können. Bereits eine Entscheidung für Hühnerfleisch und gegen Rindfleisch bewirkt im Großen und Ganzen eine Verbesserung in Richtung eines nachhaltigeren Ernährungssystems, sogar noch besser als Milchprodukte. Nichtsdestotrotz sind Mehlwürmer hier das ökologisch verträglichste tierische Produkt und damit offenbar eine sehr gute Wahl für eine Mahlzeit mit niedriger Landnutzung in der Produktion.

Ein Vorteil von Insekten ist, dass sie sehr gut in engen und kleinen Räumen gezüchtet werden können und dadurch nur wenig Platz für die Zuchtungsanlagen der Tiere benötigt wird. Insektenzuchtung könnte auch in Hochhäusern stattfinden, wodurch sich deren Landnutzung weiter reduzieren könnte (Gahukar 2016: 91). Allerdings machen die Produktionsanlagen bereits jetzt einen sehr kleinen Teil (0.2% laut Oonincx & De Boyer 2012) der gesamten Landnutzung aus, somit fällt dieser Faktor weniger ins Gewicht. Der Hauptfokus sollte definitiv auf der Bereitstellung von effizient erzeugten Futtermitteln (vielleicht sogar Futter aus Nahrungsresten oder Ausschussgetreide, siehe Kapitel 3.2.2) und einer Futtermittelnverwertungsrate, die so niedrig wie möglich ist, liegen.

3.6 Energieverbrauch

Die Menge an Energie, die benötigt wird, um ein Nahrungsprodukt herzustellen, wird immer ein wichtiger Nachhaltigkeitsindikator sein, gleichwohl es von großer Bedeutung ist, ob diese Energie aus erneuerbaren Quellen gewonnen wurde oder nicht.

Oonincx & De Boyer 2012 haben einen Vergleich des Energieverbrauchs in der Produktion von Fleisch aus Mehlwürmern und konventionellen Nutztieren publiziert. Der Vergleich ist in Diagramm 10 ersichtlich.

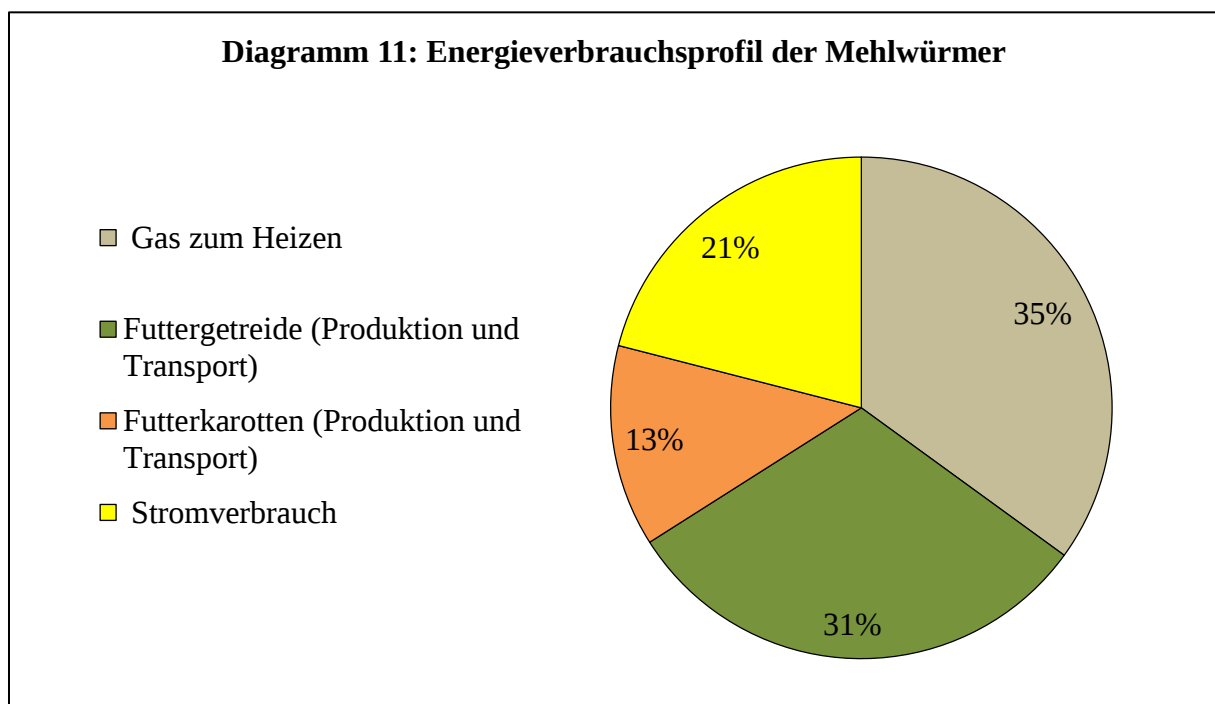


Datengrundlage: Oonincx & De Boer 2012 und De Vries & De Boer 2010

Die Doppelsäulen repräsentieren wiederum die minimalen und maximalen Werte von konventioneller Nutztierhaltung aus der Studie von De Vries & De Boyer 2010, da es in der Produktion hier sehr große Unterschiede geben kann. Ein Kilogramm Protein aus Mehlwürmern benötigte hier 221 MJ (nach Janssen et al. 2017 korrigierter Wert, ursprünglicher Wert: 173 MJ), aus Hühnern 80-152 MJ, aus Schweinen 95-236 MJ und aus Rindern 177-273 MJ. Dieser Vergleich zeigt, dass Hühnerprotein nur etwa die Hälfte der Energie benötigte, die

Protein aus Mehlwürmern verbraucht hat. Sogar das am wenigsten energieeffiziente Ergebnis der Hühner ist immer noch um 69 MJ, oder 31% niedriger als das der Mehlwürmer. In Prozenten ausgedrückt, bedeutet das, dass in der Produktion von Protein aus Hühnerfleisch nur etwa 36% - 69%, bei Schweinefleisch etwa 43% - 107% und bei Rindfleisch 80% - 124% der Energie benötigt wurde, die bei Mehlwürmern nötig war. Laut diesen Daten ist der Energieverbrauch für Mehlwürmer also deutlich höher als der von Hühnerfleisch und eher vergleichbar mit den energieintensiven Ergebnissen von Schweine- und Rindfleisch. Bei alleiniger Betrachtung der effizientesten Ergebnisse sind Mehlwürmer sogar die schlechteste Alternative mit einem um rund 25% höheren Energieverbrauch als Rinder.

Woher kommt diese relativ große Menge an Energie, die Mehlwürmer offensichtlich verbrauchen? Oonincx & De Boyer 2012 haben den Gesamtenergieverbrauch in seine einzelnen Bestandteile aufgeteilt, die in Diagramm 11 ersichtlich sind:



Datengrundlage: Oonincx & De Boyer 2012

Für die Produktion und den Transport der Futtermittel (Getreide + Karotten) werden gut 44% der Energie verbraucht und für Elektrizität im Produktionsgebäude 21%. Für das Heizen der Räume, in denen die Tiere gehalten werden, wurden 35% der Energie benötigt, was in der

Tierzucht ein relativ hoher Wert ist. Woods et al. 2010 zeigten, dass in der Produktion von konventionellen Tierprodukten in England und Wales der Verbrauch von Elektrizität und Heizung zusammen nicht mehr als 26% ausmachen und der Wert bei Rindern und Schafen sogar bei 11% liegt (Woods 2010: 2996). In der oben dargestellten Studie machen Heizenergie und Strom in der Mehlwurmproduktion jedoch 56% aus. Dieser große Unterschied scheint zwei Hauptursachen zu haben: erstens das noch fehlende technische Knowhow für eine energieeffizientere Haltung von Mehlwürmern, zweitens der Umstand, dass Mehlwürmer wechselwarme Tiere sind und sich an ihre Umgebungstemperatur anpassen müssen (Oonincx 2012: 3). Davon werden viele wichtige Körperfunktionen beeinflusst, wie Verdauung, Fortbewegung, Fortpflanzung und auch das Körperwachstum (Booth und Kiddell 2007: 950). Säugetiere und Vögel würden, besonders, wenn sie in großen Gruppen in engen Räumen zusammengepfercht sind, rein durch ihren gleichwarmen Metabolismus die Umgebungstemperatur „mitheizen“ und somit, relativ gesehen, einen Vorteil im Energiebedarf haben, den man im oben angeführten Vergleich mit Mehlwürmern erkennen kann.

Booth und Kiddell 2007 haben mit ihrer Studie gezeigt, dass die Umgebungstemperatur in der Zucht von Heimchen (*Acheta Domesticus*) eine entscheidende Rolle spielt. Sie erwarben die einen Tag alten Tiere von einem kommerziellen Anbieter und teilten sie in zwei Gruppen, die in voneinander räumlich getrennten, unterschiedlichen Containern großgezogen wurden. Der erste Container beinhaltete eine Umgebungstemperatur von 28°C, der zweite 25°C. Alle anderen Rahmenbedingungen blieben gleich (Luftfeuchtigkeit, Ernährung, Tag- und Nacht-Zyklus, ...). Die Unterschiede im Körperwachstum waren beträchtlich. Diejenigen Heimchen, die bei 28°C großgezogen wurden, waren nach 49 Tagen vollständig ausgewachsen, mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 48mg. Die „kältere“ Gruppe bei 25°C benötigte ganze 119 Tage, um körperliche Reife zu erreichen, also mehr als doppelt so lange. Wie zu erwarten, waren der Energieaufwand und der Sauerstoffverbrauch für letztere ebenfalls mehr als doppelt so hoch. Allerdings konnten sie am Ende der 119 Tage eine um circa 20% größere Körpermasse entwickeln, nämlich 61mg im Durchschnitt (ebd. 951-952). Diese Ergebnisse scheinen zu zeigen, dass 25°C auf jeden Fall eine suboptimale Umgebungstemperatur für eine energieeffiziente Zucht von *Acheta Domesticus* ist.

Zweifelsohne ist noch weitere Forschung, vor allem praktischer Natur, auf diesem Feld nötig, um die optimalen Bedingungen für eine energiesparende Insektenzucht herauszufinden. Besonders die energieeffizienteste Futtermittelzusammensetzung und Techniken, mit denen der

Heizbedarf der Produktionsstätten verringert werden kann, sind hier wichtig. Nichtsdestotrotz stellt der Energieaufwand in der Produktion von Insekten bis auf Weiteres eindeutig einen Schwachpunkt in deren ökologischer Bilanz dar.

3.7 Sonstiges

Zwei Aspekte, die in den vorangegangenen Kapiteln noch nicht erwähnt wurden, die aber für eine industrielle Insektenzüchtung relevant sind, werden im Folgenden der Vollständigkeit halber noch hinzugefügt.

Viele Insektenarten haben die Eigenschaft, sich sehr schnell fortzupflanzen. Ein Mehlwurmweibchen legt in ihrem ganzen Leben (3 Monate) 160 Eier, wobei andere Arten noch viel höhere Fortpflanzungsraten haben, mit bis zu 1500 Eiern und mehr (Oonincx 2012: 3, Gahukar 2016: 91). Zusätzlich wachsen Insekten auch überaus schnell und sind oft schon nach wenigen Wochen körperlich reif. Allerdings haben diese Tiere auch eine sehr hohe Sterblichkeitsrate. Besonders, wenn die Ernährung nicht ausreichend Nährwert enthält, kommt es oft zu Kannibalismus, wie es bei der „Aromatic Arboreal Diet“ einer Heimchengruppe bei Oonincx et al. 2015 passiert ist. Nichtsdestotrotz könnten sich InsektenfarmerInnen diese hohen Reproduktions- und Wachstumsraten zunutze machen, um sich viel schneller von möglichen Verlusten zu erholen als es im traditionellen Nutztiersektor möglich ist.

3.8 Zwischenfazit

In den vorangegangenen Kapiteln wurden fünf verschiedene Nachhaltigkeitsparameter bei Insekten untersucht und mit konventionellen Nutztieren verglichen:

- Futtermittelverwertung
- Treibhausgasausstoß
- Wasserverbrauch
- Landnutzung
- Energieverbrauch.

Diese untersuchten Nachhaltigkeitsfaktoren zeigen mehrheitlich ein ökologisch vorteilhaftes Bild von Insekten als Fleischalternative. Bei zwei Parametern schneiden Insekten besonders gut ab oder besitzen zumindest ein großes Potenzial auf mehr Nachhaltigkeit. Diese sind die Futtermittelverwertung und die Landnutzung. Insekten verbrauchen hier zum Teil nur etwa halb so viel wie die effizienteste konventionelle Nutztierart (Huhn). Diese Parameter sind auch eng voneinander abhängig. Knapp 99% der Landnutzung von Mehlwürmern sind mit deren Futtermitteln assoziiert (Oonincx & De Boer 2012: 3), also ist die Futtermittelverwertung der alles entscheidende Faktor für die Menge an Land, die in der Produktion gebraucht wird.

Trotz des zu Hühnern nicht sehr unterschiedlichen Ergebnisses der Mehlwürmer bei der Berechnung des Wasserfußabdrucks von Miglietta et al. 2015 werden Insekten allgemein in dieser Kategorie auch gut bewertet, da der Wasserverbrauch der Mehlwürmer in dieser Studie ebenfalls zu 99,9% mit dem Futtermittelverbrauch assoziiert war (ebd.: 6196). Bei noch niedrigeren Futtermittelverwertungsraten (wie es bei Heimchen der Fall ist, siehe Kapitel 3.2.1) sollte der Wasserverbrauch demnach noch niedriger sein.

Allerdings gibt es auch Resultate, die das Bild etwas nüchterner erscheinen lassen. Nicht jede hier zitierte Studie zeigt, dass Insekten die beste Wahl wären, als ökologischere Fleischalternative verwendet zu werden. Beim Parameter Treibhausgasausstoß scheinen Insekten zwar immer noch eine relativ gute nachhaltige Fleischalternative zu sein, jedoch zeigen die Ergebnisse hier einen viel geringeren Unterschied zu Hühnerfleisch. Die Futtermittel waren bei den Mehlwürmern mit 56% der verbrauchten Treibhausgase (Produktion und Transport) assoziiert. Der Rest wurde in der Insektenfarm selbst durch Heizgas und anderweitige Produktionsmaßnahmen verursacht (Oonincx & De Boer 2012: 3).

Beim Energieverbrauch sind Insekten besonders im Nachteil. Mehlwürmer verbrauchen in einem Proteinvergleich um einiges mehr Energie als Hühner, teilweise sogar mehr als Schweine und Rinder, was sie zu einer schlechten Wahl aus einer energiesparenden Perspektive macht (ebd.). Durch ihren wechselwarmen Metabolismus ist es nötig, von außen Energie zuzuführen, um deren Körpertemperatur und dadurch verschiedenste Körperfunktionen aufrechtzuerhalten und vor allem das Wachstum nicht einzuschränken. Circa 56% des Energieverbrauchs waren bei den Mehlwürmern mit dem Heizen der Räume und der verbrauchten Elektrizität in der Produktionsstätte assoziiert. Im Vergleich zu konventionellen Nutztieren ist das ein hoher Wert. Zusätzlich hat sich gezeigt, dass Heimchen bei 28°C Umgebungstemperatur energieeffizienter großgezogen werden können als bei 25°C (Booth & Kiddell 2017). Somit scheint eine, im Vergleich zu konventionellen Nutztieren, hohe Umgebungstemperatur bei der Insektenzucht notwendig zu sein.

Trotz dieser zum Teil biologisch bedingten Nachteile werden Insekten hier insgesamt positiv bewertet, da fruchtbares Ackerland in dieser Arbeit durch seine physische Begrenztheit (die bei Energie, Treibhausgasausstoß, Wasser und Futter nicht in diesem Ausmaß gegeben ist) als wichtigste Ressource von allen angesehen wird. Die geringe Landnutzung wurde auch von zwei Studien, die unterschiedlichste Fleischalternativen wie Pilze, In-Vitro-Fleisch oder Milchprodukte miteinander verglichen haben, bestätigt (Smetana et al. 2015, Alexander et al. 2017). Insekten schnitten in beiden Studien als die am wenigsten Land benötigende tierische Alternative ab, knapp hinter rein pflanzlichen Produkten wie Sojabohnen.

Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass die Prozesse in der Insektenproduktion mit der Zeit noch effizienter werden und sich das auf verschiedene Nachhaltigkeitsparameter auswirken wird, genau so, wie es bei den konventionellen Nutztieren in den letzten Jahrzehnten passiert ist³.

³ Gemessen am globalen Output an Protein in Relation zur gehaltenen Biomasse der Tiere, ist die Produktivität von Hühnerfleisch und Schweinefleisch zwischen 1990 und 2010 um jährlich 2,3% gestiegen (Steinfeld 2010: 18237). Die Gründe hierfür liegen vor allem in der sich ausbreitenden Anwendung fortgeschrittener Technologien und wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Tierzucht, was Ernährung, genetische Voraussetzungen, Optimierung der Fortpflanzung und generelle Zuchtpraktiken betrifft (ebd.). Die Produktivität von Rindfleisch und Schafsfleisch hat sich im selben Zeitraum allerdings kaum verbessert.

Wie wahrscheinlich ist es jedoch, dass Entomophagie tatsächlich in Österreich Fuß fassen kann? Werden die Menschen in diesem Land eines Tages Gliederfüßer auf ihrem Speiseteller akzeptieren? Und welche Hindernisse gibt es diesbezüglich? Das folgende Kapitel geht auf diese Fragen ein.

4 Empirische Untersuchungen – Integration von Entomophagie in den österreichischen Speiseplan

Eine Abschätzung des Nachhaltigkeitspotenzials von Entomophagie in Österreich, die rein auf den vorhandenen Daten über die ökologischen Aspekte von Insekten und Insektenzucht für menschliche Nahrungszwecke basiert, wäre, ohne einen Blick auf die soziale, gesetzliche und technische Realität in Österreich zu werfen, nur begrenzt aussagekräftig. Es würde einen der wichtigsten Aspekte dieser Diplomarbeit unbeachtet lassen: die Verwertung. Analog würde ein Unternehmen, das einen Prototypen für ein bestimmtes gesellschaftliches Problem entwickelt hat, auch empirische Untersuchungen anstellen müssen, ob es für diese Innovation überhaupt einen Markt gibt, der die Voraussetzungen für eine industrielle Produktion schafft. Der Prototyp kann zu 100% funktionstüchtig sein, jedoch ist er beinahe nutzlos, wenn er auf dem Markt nicht verwertet werden kann. Dasselbe gilt in diesem Fall für die Entomophagie. Die positive Beurteilung, die aus den zuvor dargelegten Untersuchungen abgeleitet wurde, verliert viel von ihrer Relevanz, wenn die Bevölkerung es, aus welchen Gründen auch immer, nicht akzeptieren würde, Insekten in ihren Speiseplan aufzunehmen oder es technisch oder juristisch sehr schwierig wäre, die Produktion in die Tat umzusetzen. Somit dient dieses Kapitel nun dazu, die lebensweltliche Realität und ihre Hindernisse für die Entomophagie in Österreich abzubilden.

Da Entomophagie in Österreich noch ein sehr neues Phänomen ist, ist auch die Anzahl an relevanten AkteurInnen noch begrenzt. Um dieser Begrenztheit Rechnung zu tragen, wurde das qualitative Interview als Forschungsmethode gewählt, mit dem problemzentrierten Interview als konkrete Interviewform.

4.1 Methodische Grundlagen der empirischen Untersuchungen

4.1.1 Problemzentriertes Interview

Das problemzentrierte Interview zeichnet sich, im Gegensatz zum fokussierten oder Tiefeninterview, dadurch aus, dass es über weite Strecken offen geführt wird. Das heißt, die Formulierung der Fragen und Antworten ist weitestgehend frei und es herrscht das Erzählprinzip. Die interviewende Person besitzt lediglich ein inhaltliches Konzept, an dem sie sich orientiert. Es ist oft eine situative Anpassung erforderlich, die es nicht immer zulässt, vorformulierte Fragestellungen in einer bestimmten Reihenfolge einbringen zu können. Somit kann auch das Konzept, mit dem die interviewende Person in das Gespräch gegangen ist, durch die Äußerungen der interviewten Person modifiziert werden (Lamnek 2010: 332, 333).

Das inhaltliche Konzept wird durch Literaturstudium, Vorannahmen, Überlegungen oder auch eigene Erkundungen im Forschungsfeld usw. im Vorhinein entwickelt. Daraus entsteht ein Leitfaden, der aus Fragen und Erzählanreizen besteht und die interviewte Person dazu animieren soll, insbesondere biographische Daten und Zusammenhänge in Hinblick auf das Grundproblem preiszugeben (Flick 1995: 178). Allerdings sollte dieser Leitfaden der interviewten Person unter keinen Umständen bekannt gemacht werden, um verzerrende Wirkungen zu vermeiden.

Nach dem Gespräch, wenn so viele Informationen gesammelt wurden, wie es die Situation zugelassen hat, gilt es, die relevant scheinenden Teile herauszufiltern und mit den zuvor gesammelten theoretischen Informationen ein neues Konzept zu bilden (Lamnek 2010: 333).

Das problemzentrierte Interview wurde für die Bearbeitung der Forschungsfragen ausgewählt, da die Gesprächspartner möglichst frei von ihren persönlichen Erfahrungen und Meinungen über den Zustand und die Zukunft der Entomophagie in Österreich erzählen sollten. Diese Aussagen dienen anschließend als empirische Quellen für eine Bewertung des Status und der zukünftigen Entwicklung des Konsums von Insekten in der österreichischen Gesellschaft. Es sollen vor allem die möglichen Hindernisse und Probleme, die eine Einführung hervorrufen wird oder schon hervorgerufen hat, beschrieben und bewertet werden.

4.1.2 Auswertung

Als primäre Auswertungsmethode wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Philipp Mayring gewählt. Diese besteht im Kern aus einer „systematischen Bearbeitung von Kommunikationsmaterial“ (Mayring 2000: 468). Bei diesen Materialien kann es sich sowohl um digital aufgezeichnete oder verschriftliche Gespräche handeln, aber auch um Musik, Bilder oder Skulpturen. Charakteristisch ist für diese Art der Analyse, dass das Material nach der Erhebung in verschiedene Teile zergliedert und jeder Teil für sich bearbeitet wird. Hier kommt dem theoretischen Literaturstudium eine wichtige Bedeutung zu, da nur durch ausreichende Kenntnis des Stands der Forschung eine effektive Analyse dieser Teile möglich ist. Es wird hier des Öfteren eingewandt, dass eine zergliedernde Vorgehensweise den Blick auf das Ganze und ein synthetisches Verstehen des Materials behindere. Demgegenüber stehen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die Reliabilität der Analyse (vgl. Mayring 2010: 50-49).

Mayring unterscheidet drei Grundformen des Interpretierens von sprachlichem Material:

- **Zusammenfassung:** „Ziel der Analyse ist es, das Material so zu reduzieren, dass die wesentlichen Inhalte erhalten bleiben, durch Abstraktion ein überschaubares Corpus zu schaffen, der immer noch Abbild des Grundmaterials ist.“ (Mayring 2010: 65)
- **Explikation:** „Ziel der Analyse ist es, zu einzelnen fraglichen Textteilen (Begriffen, Sätzen, ...) zusätzliches Material heranzutragen, das das Verständnis erweitert, das die Textstelle erläutert, erklärt, ausdeutet.“ (ebd.)
- **Strukturierung:** „Ziel der Analyse ist es, bestimmte Aspekte aus dem Material herauszufiltern, unter vorher festgelegten Ordnungskriterien einen Querschnitt durch das Material zu legen oder das Material aufgrund bestimmter Kriterien einzuschätzen.“ (ebd.)

Für diese Forschungsarbeit wurde die strukturierte Vorgehensweise ausgewählt. Es sollen die Aussagen der interviewten Personen zwar auch thematisch zusammengefasst, jedoch vor allem inhaltlich relevante Aussagen hervorgehoben werden. Ein Vergleich mit zusätzlichen Informationen aus Sekundärliteratur wird ebenfalls notwendig, um die empirischen Daten in Kontext zu den Erkenntnissen anderer AkteurInnen auf diesem Gebiet setzen und ergänzen zu können. Aber wichtig für die Inhaltsanalyse ist, wie Mayring sagt (ebd. 92), „das Herausfiltern

einer Struktur aus dem Material.“ Die Strukturdimensionen werden im Vorhinein definiert und die Aussagen der interviewten Personen diesen Dimensionen zugeordnet.

Generell ist die Kategorienbildung zur Auswertung der Daten ein zentrales Element der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2010: 49). Nicht nur ermöglicht das eine strukturierte Behandlung der Daten, sondern es wird auch die Intersubjektivität des Vorgehens verbessert, das heißt es wird für andere nachvollziehbarer, wie vorgegangen wurde. Mayring unterscheidet deduktiver (im Vorhinein anhand des theoretischen Literaturstudiums) von induktiver (direkt anhand der empirischen Daten) Kategorienbildung. Während die induktive Vorgehensweise in der qualitativen Inhaltsanalyse oft bevorzugt wird, damit das Material nicht durch die Vorannahmen der forschenden Person verzerrt wird (ebd. 83), wurde für diese Diplomarbeit die deduktive Kategorienbildung ausgewählt. Das Forschungsthema besitzt durch seine Interdisziplinarität eine außergewöhnlich hohe Komplexität. Die Fokussierung auf bestimmte Themenkategorien sowie die Gründung des Leitfadens für die problemzentrierten Interviews auf ebendiesen Kategorien erschienen dem Autor mithilfe einer deduktiven Herangehensweise am sinnvollsten.

4.1.3 Vorstellung der InterviewpartnerInnen

Es wurde bereits mehrfach erwähnt, dass für die empirischen Untersuchungen „relevante“ AkteurInnen ausgewählt wurden. Was bedeutet dies aber nun genau im Zusammenhang mit dem Nachhaltigkeitspotenzial von Entomophagie? Relevant sind in diesem Zusammenhang Menschen dann, wenn sie sich zumindest teilweise die Etablierung von Insekten auf dem österreichischen Speiseplan zum Ziel gesetzt haben. Es wurden also Personen ausgewählt, die auf dem Feld einer österreichischen Entomophagie sprichwörtlich Pionierarbeit geleistet haben und leisten. Besonderer Wert wurde hier auf praktische Erfahrung gelegt, also Erfahrung im Verkauf von Insekten an EndkonsumentInnen, im Abhalten von einschlägigen Kochkursen und im Züchten von Insekten allgemein.

Im Folgenden werden diese relevanten AkteurInnen kurz vorgestellt.

Christoph Thomann

Christoph Thomann ist Gründer und Geschäftsführer von „Zirp Insects“, einem österreichischen Einzelunternehmen, das sich auf die Entwicklung und Vermarktung von Insekten und Lebensmittelprodukten aus Insekten spezialisiert. Es wurde 2015 gegründet, damals noch als Verein und unter einem anderen Namen und stellt heute das größte und (soweit dem Autor bekannt) erste Unternehmen dieser Art in Österreich dar. Es vertreibt seine Produkte bereits über nationale Grenzen hinweg auch nach Deutschland und in die Schweiz. Das Ziel dieses Unternehmens war immer, das Thema „Insekten als Nahrungsmittel“ den Menschen näher zu bringen und Aufklärungsarbeit zu leisten. Ab 2016 startete der Verkauf der ersten Produkte, sowohl über einen Online-Shop als auch bei manchen ausgewählten Partner-Geschäften. Die ersten Supermärkte boten Produkte von „Zirp Insects“ im Oktober 2018 an.

Herr Thomann bringt, wie er im persönlichen Gespräch mehrmals erwähnt hat, großes Interesse für alle möglichen Implikationen des Insektenverzehr für unsere Gesellschaft mit. Sowohl aus ökologischer und ethischer Perspektive als auch in psychologischer Hinsicht haben ihn die verschiedenen Aspekte der menschlichen Ernährung stets fasziniert und er hat sich zum Ziel gesetzt, in diese Richtung weiter zu forschen und mit seinem Unternehmen eine Pionierfunktion einzunehmen.

Sebastian Müller

Sebastian Müller ist Restaurantbetreiber und ehemaliger Haubenkoch aus Wien, der schon in mehreren österreichischen Luxus-Restaurants gearbeitet hat. Er hat Christoph Thomann bereits vor einigen Jahren kennen gelernt und ist seit 2015 offiziell Mitarbeiter bei „Zirp Insects“. Dort ist Herr Müller unter anderem verantwortlich für die Insekten-Kochkurse, die dieses Unternehmen in regelmäßigen Abständen anbietet und die er zusammen mit Christoph Thomann durchführt. Er hat somit bereits vielfach hautnah miterlebt, wie Menschen, die noch nie zuvor Insekten gegessen haben, sich zum ersten Mal „trauen“ und sich gewiss mit der Frage beschäftigen müssen, in welcher Zubereitungsform diese Tiere den Menschen am ehesten schmackhaft gemacht werden können. Laut eigener Aussage haben ihn sowohl die ökologischen und ethischen Vorteile von Insekten als Nahrungsmittel motiviert als auch die spannende Tatsache, dass dieser Bereich noch ganz neu ist und er somit einer Gruppe von PionierInnen angehört.

Andreas Koitz & Lisa-Marie Schaden

Andreas Koitz und Lisa-Marie Schaden betreiben einen Bergbauernhof in Kärnten namens „DieWurmfarm“. Herr Koitz, der eine landwirtschaftliche Fachausbildung absolviert hat, übernahm diesen Bergbauernhof von seinem Vater und setzte zusammen mit seiner Partnerin Frau Schaden, gebürtige Steirerin mit einer wissenschaftlichen Ausbildung im Bereich „Molekularbiologie und Molekulare Mikrobiologie“, im Jahr 2017 die ersten Schritte, um den traditionellen Betrieb in eine Insektenfarm umzugestalten. Die Idee hierfür erwuchs aus ihrer gemeinsamen Überzeugung heraus, dass Insekten ein zukunftsträchtiges Nahrungsmittel sein können, sowohl aus ökologischer als auch aus ethischer Perspektive.

Die „Wurmfarm“ hat sich bereits als eine der ersten österreichischen Insektenfarmen etabliert und setzt sich nicht nur zum Ziel, den Menschen in Österreich Zugang zu dieser neuartigen Nahrung zu ermöglichen, sondern die Geschäftsidee beinhaltet unter anderem auch die Erforschung von weiteren Einsatzmöglichkeiten dieser Tiere. Die Herstellung von Biodünger, das Recyceln von Sondermüll oder der Einsatz in der Schädlingsbekämpfung sind hier nur drei Beispiele. Während sich Herr Koitz um den Vertrieb der Produkte und den Einkauf kümmert, ist Frau Schaden für die Forschungsarbeiten am Hof, die Produktion und das Marketing verantwortlich.

4.2 Auswertung der Ergebnisse

Die vier Strukturdimensionen, die für die Inhaltsanalyse im Vorhinein definiert wurden, bestehen im Wesentlichen aus drei Problembereichen, die der Autor dieser Diplomarbeit im Laufe der Literaturrecherche identifiziert hat, sowie einer Einschätzung für die zukünftige Entwicklung. Im Wortlaut sind diese so formuliert:

- Problembereich 1 – Gesellschaftliche Akzeptanz
- Problembereich 2 – Juristischer Rahmen
- Problembereich 3 – Technische und technologische Herausforderungen
- Ausblick – Die Zukunft der Entomophagie in Österreich

Die Reihung der Problembereiche ist nicht zufällig. Die gesellschaftliche Akzeptanz als erste Strukturdimension ist womöglich, so die Hypothese des Autors, der Bereich, wo es den meisten Widerstand gegen eine Etablierung der Entomophagie in Österreich gibt. Juristische und technologische Realitäten als zweite und dritte Strukturdimensionen haben zwar bestimmende Funktionen, jedoch können diese sich, im Vergleich zur Esskultur der Menschen in Österreich, viel schneller und radikaler ändern.

Die vierte Strukturdimension soll einen Ausblick für die Zukunft geben. Die Erfahrung der Interviewten soll ein Gefühl dafür geben, in welche Richtung und wie schnell sich die Entomophagie-Szene in Österreich entwickelt und in Zukunft weiter entwickeln wird.

Wissenschaftliche Literatur zu den jeweiligen Themen wird in jedem Unterkapitel mit den Aussagen der Interviewten verglichen, um Empirie und Theorie miteinander zu verbinden.

4.2.1 Problembereich 1: Gesellschaftliche Akzeptanz

Ein bedeutendes Hindernis für die Etablierung von Entomophagie in Österreich ist die Akzeptanz der EndkonsumentInnen. Christoph Thomann, Gründer von „Zirp Insects“, und Andreas Koitz, Mehlwurmfarmer aus Kärnten, erzählten im Interview von ihren Erfahrungen, die sie am Beginn ihrer unternehmerischen Karriere machen mussten.

„Das ist jetzt sechs Jahre her. Aber ich kann mich noch gut erinnern, dass die Akzeptanz ganz ganz niedrig war und uns sehr wenige Leute ernst genommen haben. Man hat uns den Vogel gezeigt und ist uns mit „Sowas brauchma nicht!“ begegnet. Ein paar Leute fanden es sicher cool, aber auch eher in eine verrückte Richtung.“ – (Thomann 2018)

„Die meisten haben mich gefragt, ob ich denn verrückt bin. Also überwiegend waren es eher negative Reaktionen. Besonders andere Landwirte sind hier sehr dagegen, unter anderem deshalb, weil sie ihre klassischen Produkte natürlich verteidigen möchten.“ – (Koitz 2018)

Herr Thomann und Herr Koitz geben hier einen Eindruck von typischen Reaktionen westlicher Gesellschaften gegenüber Entomophagie beim Menschen. Dem Verzehr von Insekten wird da üblicherweise sehr skeptisch, manchmal sogar mit Gefühlen des Ekels begegnet, wie verschiedene Studien aus Ungarn, den Niederlanden, Australien und Deutschland auch gezeigt haben (Gere et al. 2017, Verbeke 2015, Hartmann et al. 2015). Was sind die Gründe für diese weitverbreitete Aversion gegenüber diesen Tieren, wenn man bedenkt, dass Insekten für circa zwei Milliarden Menschen auf der Welt regelmäßig auf dem Speiseplan stehen (siehe Kapitel 2.5)?

Man könnte argumentieren, dass Insekten im Vergleich zu Rindern, Schweinen und Hühnern optisch sehr unterschiedlich aussehen und allein durch diese fremdartige Erscheinung (viele Gliedmaßen, große Augen, Fühler, harte Oberfläche – siehe Abb.8) für die meisten Menschen bereits abstoßend wirken.



Abbildung 8: Acheta Domesticus. **Quelle:** Brian Gratwicke. Lizenz: Creative Commons Attribution 2.0 Generic

Jedoch sind, wie schon in Kapitel 2.2 dargelegt, Schrimps und Garnelen, die aus taxonomischer Hinsicht zu den Krebstieren gehören und mit den Insekten im selben Tierstamm zu finden sind, auch allgemein anerkannte und beliebte Speisen in vielen Teilen der Welt. Optisch sehen sie

den Insekten, nach den oben genannten Kriterien, sehr ähnlich. Allein das Aussehen kann also nicht der Grund für diese Abneigung sein.

Es scheint hier eine psychologische Komponente zu geben, ganz ähnlich der, die MacDiarmid et al. 2015 bei ihren ProbandInnen festgestellt haben, als sie nach den Gründen für deren fortlaufenden Fleischkonsum fragten, obwohl der Gruppe bekannt war, dass dieser aus einer ökologischen Sicht schlecht abschneidet. Geschmackliche, kulturelle und soziale Werte spielten eine Rolle, ob jemand gerne Fleisch aß oder nicht. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Werte nicht nur bei konventionellem Fleisch wichtig sind, sondern auch bei Insekten.

„Der Endkonsument hat hier einfach eine Hemmschwelle, die man nicht so ohne Weiteres überwinden kann. Aber auf der anderen Seite spüren wir auch Widerstand von unseren Wiederverkäufern. Wir wollen ja im Endeffekt erreichen, dass unsere Produkte auch in Geschäften angeboten werden, und da können wir die Wiederverkäufer auch nicht immer überzeugen, das zu tun. Eine Antwort, die ich hier gerne gebe, ist zum Beispiel diejenige eines Restaurantchefs: „So etwas möchte ich nicht anbieten, wegen den Gästen, das ekelt ja!“. Deswegen sind unsere Partner in Wien noch nicht sehr zahlreich.“ – (Thomann 2018)

Das Bild, das die ÖsterreicherInnen von Insekten haben, hat also nach diesen Erfahrungen einen entscheidenden Einfluss auf eine reibungslose Etablierung der Entomophagie in Österreich und behindert den Zugang zu dieser Fleischalternative. Wenn ein Restaurantbetreiber keine Insekten auf die Speisekarte bringen möchte, weil er Angst hat, dass sich die Gäste davor ekeln werden, zeigt dies sehr deutlich, welche negativen kulturellen Werte mit Insekten assoziiert werden. Bezeichnend wäre hier eher das Bild eines Schädlings und eines nicht gerne gesehenen Lebewesens, geschweige denn eines, das man gerne verspeisen würde. In diesem negativen Bild lässt sich also zweifelsohne eine Ursache für die Ablehnung in westlichen Gesellschaften festmachen.

Sebastian Müller und Andreas Koitz gehen hier noch mehr in die Tiefe und antworten auf die Frage, woher dieser anerzogene Ekel, den viele Menschen beim Gedanken daran, ein Insekt zu verspeisen, verspüren, folgendermaßen:

„Das ist auf jeden Fall wegen der Erziehung. Das sehe ich aber auch gar nicht so negativ, das hat schon seine Berechtigung. Eine Wespe kann ja schließlich auch für ein kleines Baby gefährlich werden. Aber wenn einem dieser Ekel sein ganzes Leben lang nicht umerzogen wird,

dann bleibt der einem ein Leben lang. In anderen Ländern haben die Menschen da einen besseren Zugang. Dort wird den Kindern ab einem gewissen Alter beigebracht, welche Arten von Insekten essbar sind und welche nicht. Es gibt ja immerhin auch einige Insekten, die giftig sind. Bei uns wird einem das aber nie beigebracht und wir glauben unser ganzes Leben lang, dass Insekten generell keine Nahrungsmittel für uns sind.“ – (Müller 2018)

„Das ist eine rein kulturelle Sache. Wir Menschen in Europa und Nordamerika kennen das einfach nicht, weil wir ohne Konsum von Insekten erzogen wurden. Es werden aber sonst fast überall auf der Welt Insekten gegessen, in manchen mehr, in anderen weniger.“ – (Koitz)

Immer wieder verweisen die InterviewpartnerInnen darauf, dass die Ablehnung der Entomophagie in der österreichischen Bevölkerung deshalb irrational ist, weil es weltweit zahlreiche Beispiele zum Verzehr von Insekten gibt, die zeigen, dass diese Art von Ernährung für Menschen auch normal sein kann. Tatsächlich essen heutzutage circa zwei Milliarden Menschen auf fünf Kontinenten regelmäßig Insekten (Pal & Roy 2014: 1). Dies scheint zu bestätigen, dass es kulturelle Werte sind, die das Bild von Entomophagie bestimmen.

Hartmann et al. 2015 untersuchten die Bereitschaft der Menschen, Insekten zu essen, etwas genauer und fanden verschiedene Faktoren, die eine Rolle spielten. In einer kulturübergreifenden Analyse in Deutschland und China zeigte ihre Studie, dass eine hohe soziale Akzeptanz stark mit einer Bereitschaft korreliert, das vorgelegte Nahrungsmittel zu essen. Zusätzlich wirkten sich eine geringe Lebensmittel-Neophobie und bereits gemachte Erfahrungen auf diesem Gebiet positiv auf die Bereitschaft aus. Die meisten ChinesInnen in dieser Studie gaben an, dass sie in der Vergangenheit bereits das Öfteren Insekten konsumiert hätten, obwohl der Konsum mittlerweile als veraltet gilt und immer weniger praktiziert wird (ebd. 148).

Interessant an dieser Studie war auch, dass die Deutschen bei verarbeiteten Insektenprodukten eine höhere Bereitschaft zeigten als bei ganzen Insekten. Bei den chinesischen ProbandInnen gab es hierbei keinen Unterschied. Allgemein bewerteten sie jedes Insekten-Lebensmittel in allen Punkten besser als die Deutschen (ebd. 153).

Erfahrungen mit der gesellschaftlichen Akzeptanz von verarbeiteten Insektenprodukten hat auch Sebastian Müller gemacht:

„Man merkt auf jeden Fall den anerzogenen Ekel vor den Insekten. Wenn man es aber optisch gut anrichtet, kann der Effekt auch überaus positiv sein. Wenn ich Insekten verarbeitet auf den Markt bringen kann, dann geht es viel besser. Da sind die Menschen viel offener, wenn sie nicht das ganze Insekt sehen.“ – (Müller 2018)

Dies ist ein wichtiger Aspekt, der in mehreren Studien gezeigt und bestätigt wurde (Hartmann et al. 2015, Hartmann & Siegrist 2016, Gere et al. 2017). Es gibt also eine Tendenz, dass die Abneigung der Menschen im Westen gegenüber Insekten als Nahrungsmittel umso geringer wird, je weniger sichtbar das Insekt im finalen Produkt ist. Und bereits ein positives Erlebnis mit einem verarbeiteten Insektenprodukt kann die Bereitschaft, ganze Insekten zu essen, erhöhen (Hartmann & Siegrist 2016: 121). Einer Gruppe von Studierenden wurden im Rahmen dieser Studie Tortilla-Chips, die zum Teil aus Heimchenmehl bestanden, zu essen gegeben. Nachdem sie dies (in vollem Bewusstsein aller Umstände) getan hatten, war ein signifikanter Anteil der Stichprobe nun eher bereit, auch ganze Insekten zu probieren. Anscheinend wurden bereits einige der negativen Erwartungen, die diese Studierenden gegenüber Entomophagie mitgebracht hatten, durch diese eine gute Erfahrung aus dem Weg geräumt oder geschwächt. Hartmann & Siegrist 2016 schlossen daraus, dass es für eine Etablierung der Entomophagie im Sinne der Nachhaltigkeit von großer Bedeutung ist, der Bevölkerung durch verarbeitete Insektenprodukte viele Möglichkeiten zu geben, Insekten zu konsumieren. Die Hürde des „ersten Schritts“ sollte so niedrig wie möglich gestaltet werden.

Auf die Frage nach dem Profil der Menschen, die heute schon, trotz des allgemein schlechten Rufs dieser Tiere, Insekten kaufen, sagen Herr Thomann und Herr Koitz folgendes:

„Das ist sehr ausgewogen und schwer, hier zu differenzieren. Die Leute, die mich am Stand besuchen, sind vor allem sehr offene Menschen, die das einfach mal probieren wollen. Das Alter spielt hier keine sehr große Rolle. Man kann nicht sagen, dass nur junge Menschen zu uns kommen, weil es gibt auch viele junge Menschen, die sehr verschlossen sind gegenüber neuen Dingen, wie zum Beispiel Insekten zu essen. Und da komme ich auch mit den rationalsten Argumenten nicht an, weil sie so festgefahren sind. Was das Geschlecht betrifft, sehe ich keine Unterschiede. Es kommen sowohl Männer als auch Frauen. Generell kommen aber wahrscheinlich auch eher umweltbewusstere Menschen, denen ihr Lebensstil schon wichtiger ist.“ – (Thomann 2018)

„Das ist nicht leicht zu sagen. Die schwierigste Zielgruppe ist wahrscheinlich die der Männer zwischen 45 und 60 Jahren. Die haben schon so ein festgefahrenes Bild von dem, was Nahrung für sie bedeutet, dass sie für derartig neue Lebensmittel nicht sehr offen sind. Junge Menschen und besonders Kinder sind hingegen sehr offen für so etwas. Bei Kindern dauert es oft nicht sehr lange, bis sie es probieren und die Hemmschwelle überwunden ist.“ – (Koitz 2018)

Die beiden Interviewpartner heben drei Dinge hervor: erstens eine gewisse Offenheit gegenüber neuen Lebensmitteln, zweitens eine bewusstere Einstellung zu Umweltthemen und drittens ein eher jüngeres Alter. Alle drei Punkte wurden auch wissenschaftlich bestätigt. Interessant ist allerdings, dass die Interviewten keine großen Unterschiede zwischen den Geschlechtern erlebt haben. In einigen Studien wurde nämlich sehr eindeutig auch ein unterschiedliches Verhalten von Männern und Frauen in allen Altersgruppen gezeigt, was den Konsum oder die Akzeptanz von Insekten betrifft (Verbeke 2015, Gere et al. 2017).

In der Studie von Verbeke 2015 wurde die Bereitschaft belgischer KonsumentInnen zum Essen von Insekten anstelle von Fleisch konventioneller Nutztiere näher untersucht. Die 368 ProbandInnen wurden zufällig ausgewählt, waren zwischen 18 und 79 Jahre alt, durften sich nicht vegetarisch oder vegan ernähren und mussten in der Nahrungsbeschaffung für den Haushalt involviert sein. Somit waren in dieser Studie nur Menschen inkludiert, die das Potenzial besaßen, ihren Fleischkonsum zu reduzieren und diese Reduktion mit Insekten zu kompensieren. Zusätzlich zur Bereitschaft, Insekten regelmäßig zu essen, wurden Daten zu Alter, Geschlecht, Einstellung zum Einfluss der Nahrung auf die Umwelt (mit der Möglichkeit, deswegen den Fleischkonsum zu reduzieren) und dem Hang zu einer Lebensmittel-Neophobie erhoben. Leider besitzt die untersuchte Stichprobe eine etwas überhöhte Akademikerquote, die aus den elektronischen Erhebungsmethoden resultierte und in den folgenden Ergebnissen zu einer leichten Bevorzugung von AkademikerInnen führte (ebd. 149). Es sollte angemerkt werden, dass die österreichische Akademikerquote hier nicht als Vergleich herangezogen werden kann, da in den beiden Ländern eine grundsätzlich unterschiedliche Berechnung dieser Kennzahl vorherrscht.

Es gab in dieser Studie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Bei Frauen lag die Wahrscheinlichkeit bei gleichem Alter, gleicher Nahrungsmittel-Neophobie und gleichen Einstellungen zur Umwelt stets um 20% bis zu ca. 50% niedriger, Entomophagie anzunehmen. Insgesamt war es bei Männern 2,16-mal wahrscheinlicher, dass sie Insekten in ihren Speiseplan aufnahmen, als bei Frauen (ebd. 151). Auch beim Alter gab es Unterschiede.

Eine Erhöhung des Alters um 10 Jahre bedeutete eine Reduktion von 27% in der Wahrscheinlichkeit, regelmäßig Insekten essen zu wollen (ebd. 151). Entscheidend waren ebenfalls die Einstellung, ob der Einfluss unserer Nahrung auf die Umwelt als wichtig oder unwichtig eingeschätzt wurde und wie groß die prinzipielle Abneigung vor neuen Nahrungsmitteln (= Lebensmittel-Neophobie) war. Letzteres war in dieser Studie der Faktor, der am meisten dazu beitrug, die Wahrscheinlichkeit einer Gruppe, Insekten regelmäßig zu essen, zu erhöhen. Je offener ein Mensch also gegenüber neuer Nahrung prinzipiell war, umso eher war er oder sie auch bereit, Insekten als normalen Bestandteil seiner zukünftigen Ernährung zu sehen.

Die größte Wahrscheinlichkeit, Entomophagie anzunehmen, ortete die Studie also bei jungen Männern, die gerne neue Lebensmittel ausprobieren, die dem Einfluss der Nahrung auf die Umwelt große Wichtigkeit beimaßen und sich gleichzeitig vorgenommen hatten, ihren Fleischkonsum aus diesen Gründen im nächsten Jahr zu reduzieren. Bei dieser Menschengruppe läge die Wahrscheinlichkeit dann laut Statistik bei 80%, dass sie tatsächlich Insekten in ihren Speiseplan aufnehmen (ebd. 152). Diese Eigenschaften wurden allerdings nur bei etwa 4% aller Männer dieser Stichprobe ausfindig gemacht.

Insgesamt waren nur etwa 3% der Stichprobe definitiv bereit, Entomophagie als Gewohnheit zu akzeptieren. Weitere 16,3% waren der Idee gegenüber zumindest freundlich gesinnt, jedoch noch zu einem gewissen Grad unsicher (ebd. 153). Circa 80% der Stichprobe hatten somit eine ablehnende Haltung gegenüber dem regelmäßigen Konsum von Insekten.

Zu diesem Punkt diskutierte Verbeke 2015 mit Verweis auf die noch negativere Haltung gegenüber Insekten (circa 90%) in der Stichprobe von Vanhonacker et al. 2013 die Wahrscheinlichkeit, dass die Zunahme von negativer Berichterstattung in belgischen Massenmedien in der Zeit von 2013 – 2015 in Belgien über tierethische, gesundheitliche oder kriminelle Vorfälle in der konventionellen Fleischproduktion in positiver Korrelation zu einem zunehmend ablehnenden Verhalten der Bevölkerung gegenüber diesen Fleischprodukten stehen und somit für den Anstieg der allgemeinen Akzeptanz von Insekten mitverantwortlich sein könnte (Verbeke 2015: 153, Vanhonacker et al. 2013: 13). Die Stichprobe von Vanhonacker et al. 2013 hatte einen ähnlichen sozioökonomischen Hintergrund und stammte aus derselben belgischen Region. Hier könnte also ein Zusammenhang bestehen und würde einen Trend erkennen lassen, der mit der Veröffentlichung des FAO-Berichts „edible insects“ im Jahr 2013, worüber in den Monaten danach in den belgischen Medien ausführlich berichtet wurde,

ebenfalls zusammenfällt. Ein Zusammenhang ließe darauf schließen, dass die veröffentlichte Meinung und Darstellung konventioneller Fleischprodukte und Insekten in den Massenmedien eine große Rolle auf die Nahrungsentscheidungen der EndkonsumentInnen spielt.

Gere et al. 2017 haben eine ähnliche Studie mit 400 ungarischen ProbandInnen durchgeführt. Sie fanden ähnliche Ergebnisse wie Verbeke 2015. Auch sie identifizierten eine niedrige Lebensmittel-Neophobie als den Faktor, der am stärksten eine zukünftige Aufnahme von Insekten in die Ernährungsgewohnheiten bestimmte. Ein bewusster Zugang zum Einfluss der Nahrung auf die Umwelt und die Absicht, in Zukunft den Konsum von konventionellen Fleischprodukten zu reduzieren, waren ebenfalls mit einer höheren Bereitschaft korreliert, Insekten regelmäßig zu essen. Die AutorInnen schlossen daraus, dass es für westliche Gesellschaften vor allem gilt, den Grad an Lebensmittel-Neophobie zu reduzieren. Dies könne am besten durch Aufklärungskampagnen und Bereitstellung von mehr Informationen zu diesem Thema erfolgen. Das Sichtbarmachen von Insekten als Nahrungsmittel könnte hier auch zentral sein, besonders in Form von verarbeiteten Produkten, die den Menschen den ersten Schritt erleichtern (Gere et al. 2017: 85).

Bisweilen wird das Argument hervorgebracht, dass die gesellschaftliche Akzeptanz von Insekten wohl einen ähnlichen Prozess durchlaufen wird, wie es bei der Etablierung von Sushi der Fall war. Bevor diese aus Ostasien stammende Ernährungsgewohnheit in Europa Fuß fassen konnte, galt der Verzehr von rohem Fisch weithin als nicht normal, so auch in Österreich. Mittlerweile hat sich dies allerdings geändert und Sushi wird in vielen europäischen Ländern, vor allem in den Ballungsräumen, als normal angesehen (Feng 2012: 207). Inwiefern sich hier Parallelen ziehen lassen, ist umstritten. Ein Lektor an der Wagener Research University in Holland meint, dass man nicht von einer Entwicklung auf die andere schließen sollte (House 2018).

Die gesellschaftliche Akzeptanz in westlichen Ländern stellt zweifelsohne das größte Hindernis einer dortigen Einführung von Entomophagie dar. Die Ergebnisse der zitierten Studien und die Erfahrungen der interviewten Personen mit österreichischen EndkonsumentInnen zeigen mehrheitlich ein zusammenhängendes Bild. Daher scheint es nicht weit hergeholt, die Daten über belgische, ungarische und deutsche ProbandInnen auf die Situation in Österreich zu übertragen.

Insgesamt herrscht wohl eine überwiegende Ablehnung in der Bevölkerung vor. Diese Ablehnung gilt es am besten durch verarbeitete und „easy-to-access“, das heißt schnell und einfach zu bekommende Insektenprodukte zu reduzieren. Junge, offene und umweltbewusstere Menschen sind am ehesten bereit, diese neue Ernährungsform zu übernehmen und werden zweifelsohne die erste Zielgruppe von Insektenprodukten sein.

4.2.2 Problembereich 2: Gesetzlicher Rahmen

„Das größte Problem sind die Gesetze! [...] Jetzt gibt es endlich diese neue Novel-Food-Verordnung, wo Insekten explizit als Novel-Food klassifiziert werden und die Lage scheint sich jetzt langsam zu bessern. Aber wir können trotzdem keine Betriebspartner finden, weil viele sagen, sie wollen in ihren Maschinen keine Insekten verarbeiten, weil das dann ja überall nachweisbar ist und wiederum gegen ihre Hygienevorschriften verstößt. Insekten gelten ja als Verunreinigung in vielerlei Lebensmitteln und wenn zum Beispiel in einer Maschine Mehlprodukte oder irgendwelche Riegel verarbeitet werden, dann darf ein gewisser Anteil an Insekten nicht überschritten werden. Zu 100% können sie sowieso nicht ausgesiebt werden, aber trotzdem müsste man da viel nachjustieren. Unsere Gesetze reflektieren in vielerlei Hinsicht noch diese alte Denkweise, dass Insekten keine Nahrungsmittel, sondern eher Schädlinge sind.“ – (Müller 2018)

Die Frage nach gesetzlichen Barrieren im Verkauf von Insektenprodukten wurde in den Interviews mit großer Vehemenz bejaht. Sebastian Müller bezeichnet sie in obigem Zitat sogar als „das größte Problem“. Er bringt mit dem Beispiel der BetriebspartnerInnen, die mit Hinweis auf die Hygienevorschriften das Verarbeiten von Insekten in ihren Maschinen verweigern, ein reales Problem der derzeitigen gesetzlichen Lage zum Vorschein.

Um in der EU ein neuartiges Lebensmittel (= „Novel Food“) auf den Markt zu bringen, muss ein aufwendiges Zulassungsprozedere durchlaufen werden, in dem die Sicherheit des Lebensmittels überprüft wird. Generell versteht man unter dieser Kategorie Lebensmittel, für die vor dem 15. Mai 1997 innerhalb der EU keine signifikante Verwendung als Lebensmittel nachgewiesen werden kann, was bei Insekten nicht der Fall ist (AGES 2018).

Bei der neuen Novel-Food-Verordnung handelt es sich um (EU) 2015/2283, die mit 1. Jänner 2018 in Kraft getreten ist und die alte Verordnung (EG) 258/97 abgelöst hat. In dieser wurden die Begriffsbestimmungen für Novel Food präzisiert und Insekten sowie aus ihnen erzeugte

verarbeitete Produkte explizit auch als Novel Food bezeichnet, was davor nicht der Fall war und es dadurch zu unterschiedlicher Interpretation und Herangehensweise der EU-Mitgliedsstaaten gekommen ist. Die Behandlung von Zulassungsanträgen zum Verkauf von Insekten war dezentral organisiert und unter anderem auch in Österreich von großer Unsicherheit begleitet. Mit der neuen Novel-Food Verordnung sollen diese Probleme durch ein zentral erfolgreiches Zulassungsprozedere und generischen Zulassungen (d.h. nicht mehr allein an den Antragssteller gerichtete, sondern zugunsten aller Inverkehrbringer erfolgte Zulassungen) effizienter gestaltet werden (IPIFF 2018: 4).

„Der allgemeine Verkauf von Insekten war in Österreich bis 2018 eine Grauzone. Jetzt wird das durch die Novel-Food-Verordnung endlich zentral von der EU geregelt. Wir haben auch selber schon Anträge eingebracht, damit unsere Produkte in einem rechtlich abgesicherten Rahmen verkauft werden können. Obwohl es wahrscheinlich immer noch eine Weile dauern wird, bis die Situation völlig klar wird.“ – (Koitz 2018)

„Was die gesetzliche Lage betrifft, sind die Hindernisse dieses Jahr zum Glück kleiner geworden. Es wurde von der EU ein Gesetz erlassen, das die Rahmenbedingungen für eine Zulassung von Insekten als Nahrungsmittel in allen EU-Ländern harmonisiert und überhaupt erst ermöglicht. Zuvor gab es hier eine Rechtslücke.“ – (Thomann 2018)

Alle InterviewpartnerInnen sehen in dieser neuen Verordnung eine große Verbesserung der gesetzlichen Lage für den Verkauf von Insekten in Österreich. Nichtsdestotrotz wurde bisher noch keine Zulassung für ein Insekt als Lebensmittel in der EU autorisiert, Stand November 2018 (Foodnavigator 2018). Die unsichere und unübersichtliche Marktlage dieser Produkte in der EU hält also weiterhin an.

Ein zweiter gesetzlicher Aspekt, den die InterviewpartnerInnen hervorgehoben haben, betrifft die Tierethik.

„Was Tierethik betrifft, bekommen wir auch Gegenwind, wenn auch nur leise bis jetzt. Tierschützer schützen ja alle Tiere, demnach auch Insekten. Es sehen eben nicht alle so, wie wir, dass es hier hauptsächlich um eine ökologische Versorgung von tierischem Protein geht.“ – (Thomann 2018)

Insekten nehmen aus tierethischer Perspektive eine Sonderstellung ein. Da sie nicht zu den Wirbeltieren gehören, werden sie oft von Gesetzen zu Tierquälerei ausgenommen. Auch in Österreich werden Wirbeltiere besser geschützt als Wirbellose (Österreichisches Strafgesetzbuch: §222 „Tierquälerei“, Absatz 3). Zusätzlich ist es aus rechtlicher Perspektive in der Zucht von Insekten nicht notwendig, die gleichen Maßnahmen wie in der traditionellen Tierhaltung zu setzen, um das Tierwohl zu fördern. Es gibt also keine speziellen gesetzlichen Vorgaben für Lebensraum und/oder Gestaltung der Haltung, da es auch keine wissenschaftlichen Daten über das Bedürfnis von Insekten nach Freiraum oder Sozialkontakt gibt. Ja sogar über deren generelle Leidensfähigkeit gibt es einen regen Diskurs und wenig gesicherte Informationen. Und nicht zuletzt weil der Tod von Insekten, verursacht durch uns Menschen, selbst bei großer Aufmerksamkeit, kaum vermieden werden kann (zum Beispiel durch unbeabsichtigtes Drauftreten oder Verspeisen von pflanzlichen Lebensmitteln, in denen Insekten enthalten waren), wird diese Debatte auf einer ganz anderen Ebene geführt als die Debatte über Ethik in der traditionellen Nutztierhaltung (vgl. Fischer, 2016: 7-8).

„Von der Bevölkerung kommt da fast gar nichts, ganz im Gegenteil. Im Gespräch erleben wir immer wieder, dass die Menschen die Produktion von Insekten in einem direkten Vergleich mit der Massentierhaltung, wie sie heute in Österreich üblich ist, als ethisch viel vertretbarer und natürlicher empfinden. Viele sind der Meinung, dass Mehlwürmer auf einer Insektenfarm genau so leben können, wie sie es in freier Natur auch tun. Was dann noch dazu kommt, sind die Vorteile der Schlachtung, die immer vor Ort durchgeführt wird, wodurch Lebendtiertransporte prinzipiell wegfallen. Zusätzlich werden die Tiere dazu gebracht, sich in eine Art Kältestarre zu begeben, bei der die meisten Körperfunktionen aussetzen und sie somit von der Tötung nichts mitbekommen. Diese Kältestarre ist, soweit wir wissen, auch keine Belastung, da die Tiere auch wieder aufwachen und normal weiterleben, wenn man sie in die Wärme bringt. In der Natur geschieht hier genau das Gleiche.“ – (Schaden 2019)

Frau Schaden beschreibt hier einige moralische und daraus resultierend gesetzliche Vorteile von Insekten. Die geringe Anwendung von Gewalt, die notwendig ist, um diese Tiere zu halten und zu „schlachten“, sowie die simple technische Durchführung lässt nicht nur auf einen, langfristig gesehen, niedrigeren Widerstand von TierschützerInnen schließen, sondern auch auf einen im Vergleich zur Produktion von konventionellen Nutztieren niedrigeren organisatorischen Aufwand in dieser Hinsicht.

Die Barrieren der gesetzlichen Lage von Insekten als Lebensmittel in Österreich sind bis heute von signifikanter Bedeutung für alle InterviewpartnerInnen. Allerdings ist diese Lage im Begriff, sich zu verbessern und wird allem Anschein nach langfristig in ihrer Wichtigkeit abnehmen. Ein Wendepunkt diesbezüglich wird vermutlich dann eintreten, wenn die Novel-Food-Zulassungen für die relevanten Insektenarten von den EU-Behörden autorisiert werden und Insekten dadurch einen klaren Status als Nahrungsmittel in der EU erlangen und die daraus folgenden Regulierungen Einzug in die Lebensmittelindustrie gefunden haben. Ein Prozess, der wohl noch Jahre dauern wird, jedoch ist ein Ende dieser Hindernisse absehbar.

4.2.3 Problembereich 3: Technische und technologische Herausforderungen

In Österreich hat die Insektenzucht für den menschlichen Verzehr keine Tradition. Daher ist die Frage nach den technischen Barrieren berechtigt und für jedes Insektenunternehmen zentral. Welches technische und technologische Knowhow ist erforderlich, um Insekten erfolgreich züchten zu können? Welche Herausforderungen gibt es hier für österreichische InsektenfarmerInnen?

„Was die Produktion betrifft, hatten wir zum Beispiel das Problem, Bio-Futter in der Partikelgröße zu bekommen, so dass es durch das Sieb in den Zuchtanlagen passt. Durch diese Partikelgröße wird der Kot vom Futter getrennt und die sollte eben genau stimmen. [...]

Die Geräte für die Produktion, die derzeit auf dem Markt erhältlich sind, sind teilweise auch nicht EU-konform und kommen aus dem asiatischen Raum. Das wäre an sich auch nicht weiter schlimm, aber die Versicherung zahlt dann nicht, wenn zum Beispiel etwas durch einen Brand kaputt geht. Und wenn man mal Ersatzteile bräuchte, sind die dann auch nicht einfach zu bekommen. Von dem her ist diese Situation noch etwas schwierig. Wir haben deshalb ein Gerät in Auftrag gegeben, was in circa einem Monat herauskommen wird, EU-konform ist und uns in diesen Dingen die Produktion erleichtern wird.“ – (Schaden 2019)

Hier werden einige praktische Hindernisse deutlich, die Frau Schaden zusammen mit Herrn Koitz in der allgemeinen Insektenproduktion gemacht hat. Es handelt sich allerdings, wie sie selbst sagt, hauptsächlich um lösbare Probleme, die mit der Zeit wohl gänzlich verschwinden

werden. Grundsätzlich ist die Produktion technisch nicht sehr anspruchsvoll, wie es auch Christoph Thomann und Herr Koitz treffend beschreiben:

„Man braucht dabei viel Fingerspitzengefühl und auch Erfahrung mit den Details, aber technisch schwierig ist das nicht, nein.“ – (Thomann 2018)

„Es ist im Prinzip einfach, Mehlwürmer zu züchten und die Industrie hätte hier theoretisch keine Probleme. Aber es herrscht ein ziemlicher Mangel an Knowhow, besonders in Österreich. Wir gehören zu den Ersten, die das machen und es gibt keine Erfolgskonzepte, auf die wir hier zurückgreifen können. In anderen Ländern gibt es bereits mehr Knowhow, wie zum Beispiel die Niederlande oder Belgien, aber diese Unternehmen geben ihr Wissen natürlich auch nicht einfach so preis. Ellbogentechnik herrscht hier leider vor.“ – (Koitz 2018)

Solange man die nötige technische Ausstattung und grundsätzliche Erfahrung besitzt, gibt es in der Produktion also offensichtlich keine allzu großen Herausforderungen. Dies geht sogar so weit, dass auch Privatpersonen mit ein bisschen Aufwand Insekten innerhalb ihrer eigenen vier Wände züchten könnten. Dieses Konzept wurde in Österreich bereits im Jahr 2014 von Katharina Unger und Julia Kaisinger mit ihrem „Hive“ (engl.: „Bienenstock“, „Schwarm“) auf den Markt gebracht. Dabei handelt es sich um eine kleine, tragbare Insektenfarm, in der man Mehlwürmer (oder andere für diese Anlage geeignete Insektenarten) selbst züchten kann (vgl. Livinfarms 2019).

InsektenfarmerInnen sind in der Weiterverarbeitung ihrer Produkte viel mehr Barrieren ausgesetzt, wie Frau Schaden anhand folgender Beispiele erläutert:

„Die größten Herausforderungen gibt es nicht in der Produktion, sondern in der Weiterverarbeitung. Dazu gibt es auch sehr wenig Literatur und wir meistern diese sozusagen „learning-by-doing“. Zum Beispiel haben Mehlwürmer das Problem, dass sie sich bei Erhitzung, wie es in der Pfanne passiert, durch ein bestimmtes Enzym stark verfärben und dann viel dunkler sind, als in unverarbeitetem Zustand. Das wäre an sich ja kein Problem, aber bei den Konsumenten kommen schwarze Mehlwürmer einfach nicht so gut an. Generell sind die Herausforderungen hier also von Insekt zu Insekt unterschiedlich. Bei den Grillen [Acheta Domesticus - Anm. d. Verf.] ist zum Beispiel das Problem, dass man den Kot schwer wegbekommt, also das ist dann wieder eine ganz andere Herausforderung und Knowhow über solche Dinge ist uns schwer bis gar nicht zugänglich.“ – (Schaden 2019)

Nicht vorhandenes oder schwer zugängliches Knowhow europäischer Konkurrenzunternehmen wird von Frau Schaden und Herrn Koitz gleichermaßen als Grund genannt, der die Entwicklung einer effektiven technischen Produktion von Nahrungsmitteln aus Insekten in Österreich behindern oder zumindest verlangsamen kann. Daher haben sie auf ihrem Bergbauernhof, auf dem sie die Insekten produzieren, eine eigene Forschungsabteilung eingerichtet, die insbesondere von Frau Schaden betreut wird und von wo aus bereits zahlreiche Studien ihren Ausgang genommen haben, die zur Zeit des durchgeführten Interviews in Entwicklung waren.

„Wir haben auch mehrere Studien mit verschiedenen Instituten wie der BOKU am Laufen, bei denen wir generelle Zuchtmethoden und Produktionsgeräte untersuchen. Dinge wie die optimale Eierablage oder die optimale Nährstoffzusammensetzung des Futters wären hier nur zwei Beispiele. Für all das gibt es in Österreich noch sehr wenig Knowhow, weil uns die Erkenntnisse aus anderen Ländern wie Holland oder Belgien nicht zugänglich sind. Wir müssen uns alles selber erarbeiten.“ – (Schaden 2019)

Die Erkenntnisse, die Herr Koitz und Frau Schaden in dieser Hinsicht machen, sind enorm wertvoll für die österreichische Insektenindustrie, jedoch auch sehr aufwendig und zeitintensiv.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die technische Herausforderung einer groß angelegten Insektenzucht für menschliche Ernährung bewältigbar ist. Sie steckt in beinahe jedem Arbeitsschritt noch in den Kinderschuhen, jedoch betonen so gut wie alle InterviewpartnerInnen, dass es im Grunde keine besonders aufwendigen Techniken oder Technologien erfordert, um Insekten zu züchten.

4.2.4 Ausblick – Die Zukunft der Entomophagie in Österreich

„Was den Verkauf betrifft, bin ich auf jeden Fall zuversichtlich, dass wir in den kommenden Jahren mehr und mehr akzeptiert werden und uns immer stärker etablieren können. Ein Bewusstseinumschwung ist gerade im Gange und das wird im Endeffekt dazu führen, dass es sehr bald Insekten ganz normal im Geschäft zu kaufen geben wird.“ – (Thomann 2018)

Herr Thomann ist sehr zuversichtlich, dass Produkte von „ZIRP Insects“ in Zukunft einen fixen Platz in Österreichs Supermärkten bekommen werden. Tatsächlich wurden „ZIRP Insects“-Produkte bereits im Herbst 2018, wenige Monate nach diesem Interview, in einer großen österreichischen Supermarktkette in limitiertem Kontingent zum Verkauf angeboten. Nachdem dieser Versuch offensichtlich ein wirtschaftlicher Erfolg war, wurden diese Produkte Anfang des Jahres 2019 in das ständige Sortiment dieser Supermarktkette aufgenommen. Die Erfolge sprechen hier für sich und zeigen, dass Insekten in Österreich mehr und mehr zum normalen Lebensmittel werden.

„Ja, es wird eines Tages normal sein, Insekten im Supermarkt zu kaufen. Daran habe ich überhaupt keinen Zweifel. Dies ist auch Teil unserer Vision, dass Insekten einmal als normale Nahrungsmittel angesehen werden.“ – (Koitz 2018)

Auch Herr Koitz und Frau Schaden sind hier sehr optimistisch. Die Produkte, die sie über ihr gemeinsames Unternehmen „Wurmfarm“ vertreiben, findet man mittlerweile bei verschiedenen Anbietern in der Region und werden über ihren Onlineshop in ganz Österreich vertrieben. Laufend werden neue Wege gesucht, ihre Produkte auf verschiedenste Art und Weise zu vermarkten und den DurchschnittskonsumentInnen den ersten Schritt so einfach wie möglich zu machen. Nicht nur experimentieren sie mit verschiedenen Verarbeitungs- und Snackformen, sondern auch mit Spirituosen oder Nudeln, die teilweise aus gemahlenen Mehlwürmern bestehen (vgl.: Schaden 2019).

Alle InterviewpartnerInnen zeigten sich sehr zuversichtlich, dass sich Insekten in Österreich weiter stark verbreiten und einen festen Platz als Lebensmittel bekommen werden. Probleme mit zu wenig Nachfrage hatte bisher niemand von ihnen. Dies scheint im Widerspruch zur vorherrschenden gesellschaftlichen Akzeptanz zu stehen, laut der die meisten ÖsterreicherInnen eher eine ablehnende Haltung gegenüber diesen Tieren zeigen. Diese Diskrepanz von einerseits wirtschaftlichem Erfolg und andererseits überwiegender Ablehnung

in der Durchschnittsbevölkerung zeigt eindeutig, dass dieser Markt noch sehr jung ist und sich noch nicht viele UnternehmerInnen auf diesem Feld behaupten konnten. Alle interviewten Personen können somit zweifellos als österreichische PionierInnen bezeichnet werden, die die Grundlagen der Entomophagie in diesem Land gelegt haben und mit ihrer täglichen Arbeit weiter legen.

5 Fazit

In Kapitel 1 wurden aus dem Grundproblem des sehr hohen Fleischkonsums in Österreich die Forschungsfragen abgeleitet. Sie werden hier der Vollständigkeit halber nochmals erwähnt.

Die alles leitende Forschungsfrage lautet:

Wie groß ist das Potenzial von Entomophagie als Nachhaltigkeitsstrategie in Österreich?

Daraus abgeleitet entstanden zwei Unterfragen:

- Wie schneiden Insekten im Vergleich zu den in Österreich konventionellen Nutztieren (Huhn, Schwein, Rind) in folgenden, für das Nachhaltigkeitspotenzial relevanten, Parametern ab: Futterverbrauch, Wasserverbrauch, Energieverbrauch, Landnutzung und Treibhausgasausstoß?
- Was müsste getan werden, um die Barrieren, die es in der Etablierung von Insekten als Nahrungsmittel in Österreich gibt, zu überwinden?

Eine Zusammenfassung des Vergleichs der Nachhaltigkeitsparameter zwischen Insekten und konventionellen Nutztieren wurde im Zwischenfazit in Kapitel 3.8 in detaillierterer Form vorgenommen. In punkto Landnutzung sind Insekten durch ihre niedrigen Haltungsansprüche und den eher niedrigen Futterverbrauch als gut zu bewerten. Auch was den Wasserverbrauch betrifft, haben Insekten großes Potenzial, auch wenn die einzige bisher dazu verfügbare Studie (Miglietta et al. 2015) ein eher durchschnittliches Bild zeichnet, in dem Mehlwürmer in etwa so viel Wasser benötigen wie Hühner (20% weniger auf Proteinbasis). Der Treibhausgasausstoß und besonders der Energieverbrauch sind eindeutig als Schwachstellen der Insektenproduktion zu beurteilen. Dies ist biologisch bedingt, da Insekten wechselwarme Tiere sind und ihren Körpern von außen Wärme zugeführt werden muss. Dadurch steigen die Heiz- und Elektrizitätskosten in ihrer Produktion. Nichtsdestotrotz bleiben Insekten eine gute Alternative zu herkömmlichen Fleischprodukten, weil die Landnutzung in dieser Arbeit als wichtigster Parameter angesehen wird. Das lässt sich durch die physisch begrenzte Menge an fruchtbarem Ackerland auf der Welt begründen. Diese Begrenztheit existiert bei den übrigen Parametern nicht in diesem Ausmaß.

Die Barrieren für eine Etablierung von Insektenprodukten in der österreichischen Ernährung sind psychologischer, gesetzlicher und technischer Natur. Anhand der Interviews mit führenden

Persönlichkeiten in der österreichischen Entomophagie-Szene wurde klar, dass technische und juristische Barrieren zwar heute noch eine Rolle spielen und die Produktion und Vermarktung von Insekten zurückhalten bzw. verlangsamen. Jedoch sind in diesen Bereichen bereits Verbesserungen spür- und sichtbar, wodurch diesen beiden Punkten für die Zukunft weniger Wichtigkeit zugesprochen wird. Am wichtigsten bleibt die Bereitschaft der österreichischen Gesellschaft, Insekten überhaupt als Nahrungsmittel akzeptieren zu wollen. Nicht nur haben mehrere Studien gezeigt, dass in europäischen Gesellschaften Entomophagie weithin abgelehnt wird, es haben auch alle InterviewpartnerInnen bestätigt, dass die Reaktionen von Menschen, die zum ersten Mal von dieser Idee hören, überwiegend negativ sind.

Wichtige Eigenschaften, die Menschen besitzen müssen, damit sie Insekten eher als Nahrungsmittel akzeptieren, sind einerseits eine geringe Angst vor neuartigen Lebensmitteln und andererseits ein hohes Bewusstsein für den Einfluss der Ernährung auf die Umwelt. Diese Eigenschaften sollten sowohl durch Aufklärung als auch durch eine möglichst niedrige Hemmschwelle des „ersten Schritts“ gefördert werden. Eine Möglichkeit, die von allen InterviewpartnerInnen erwähnt und auch in mehreren Studien bestätigt wurde, ist das Angebot von verarbeiteten Insektenprodukten. Westliche Gesellschaften stehen dem Konsum von Insekten viel offener gegenüber, wenn die Tiere nicht als Ganzes im finalen Lebensmittel sichtbar sind. In Mehlspeisen oder Snacks verarbeitet lösen sie offenbar nicht diese starke Ablehnungsreaktion hervor, von der manche InterviewpartnerInnen berichteten.

Leider muss man anerkennen, dass verarbeitete Insektenprodukte, gedacht als Snacks, Desserts oder Mehlspeisen für die Nachhaltigkeit des Ernährungssystems von geringer Relevanz sind. Wenn die Menschen den Konsum von Insekten erhöhen und nicht gleichzeitig den Konsum konventioneller Tierprodukte senken, dann gibt es keinen Nettogewinn in punkto Ressourcenverbrauch und Landnutzung. Im schlechtesten Fall gibt es hier sogar einen Nettozuwachs an Ressourcen, die verbraucht werden, weil die Menschen dann zusätzliche Tierprodukte in Lebensmitteln essen, die vormals rein oder überwiegend pflanzlich waren, wie es in Mehlspeisen oder salzigen Snacks der Fall ist. Und Insekten haben gezeigt, dass sie in einem Vergleich zwar meist das nachhaltigste Tierprodukt sind, jedoch nicht so nachhaltig wie pflanzliche Lebensmittel (Alexander et al. 2017, Smetana et al. 2015). Verarbeitete Insektenprodukte sollten im Hinblick auf Nachhaltigkeit also als „Einstiegshilfe“ für diejenigen in der Bevölkerung dienen, die eine hohe Nahrungsmittel-Neophobie und ein geringes Interesse

für die ökologischen Auswirkungen ihrer Ernährung haben. Aber sie sollten möglichst keine pflanzlichen Lebensmittel ersetzen, dies würde zu weniger Nachhaltigkeit führen.

Die leitende Forschungsfrage wird nun folgendermaßen beantwortet:

Das Nachhaltigkeitspotenzial für Insekten in Österreich wird nach all diesen Erkenntnissen und in Anbetracht der heutigen Situation als gering und für den ökologischen Fußabdruck der ÖsterreicherInnen als wenig relevant bewertet. Obwohl Insekten in einem ökologischen Vergleich besser abschneiden als konventionelle Nutztiere, ist die gesellschaftliche Akzeptanz zurzeit noch so niedrig, dass eine großflächige Vermarktung dieser Produkte in einer Art, dass sie traditionelle Tierprodukte ersetzen, eher unwahrscheinlich erscheint. Es gibt derzeit auch weltweit noch kein Land, das einen derartigen Prozess durchlaufen hätte, also eine Gesellschaft, in der in signifikanter Menge zunehmend mehr Insektenprodukte anstelle von klassischen Tierprodukten gegessen würden. Es findet aber in vielen Ländern der Welt, in denen Entomophagie traditionell eine große Rolle gespielt hat, das Gegenteil statt. Junge Menschen wenden sich vom Insektenverzehr immer weiter ab, weil sie sich damit nicht mehr identifizieren können, wie in Kapitel 2 anhand der Beispiele Mexiko und Japan beschrieben wurde. Vielleicht beginnt in Europa aber zum ersten Mal ein Trend, der in die umgekehrte Richtung weist. Für eine sich auf nachhaltige Art und Weise ernährende Zukunftsgesellschaft wäre diese Richtung auf jeden Fall von Vorteil.

Beendet werden soll diese Arbeit mit einem Zitat aus dem Interview mit Andreas Koitz:

„Die Menschen müssen ja keine Vegetarier oder reine Insektenfresser werden, aber als zusätzliche Alternative in punkto Nachhaltigkeit und Tierschutz werden sich Insekten als Lebensmittel sicher etablieren.“ – (Koitz 2018)

Herr Koitz bringt es hier auf den Punkt. Insekten werden sich als zusätzliche, nachhaltigere und ethisch vertretbarere Alternative zu den klassischen tierischen Nahrungsmitteln sicherlich etablieren. Dass sie dadurch auch eine Reduzierung klassischer Tierprodukte provozieren, ist aber nach Meinung des Verfassers dieser Diplomarbeit auf absehbare Zeit noch unwahrscheinlich.

Literatur

- Alexander, P. et al. (2017): *Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use?* Global Food Security (2017) <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.001>.
- Banks, I.J. et al. (2013): *Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation.* Trop Med Int Health, 19: 14–22.
- Booth D.T. & Kiddell K. (2007): *Temperature and the energetics of development in the house cricket (Acheta domesticus).* Journal of Insect Physiology, Volume 53, Issue 9, 2007, Seiten 950-953, ISSN 0022-1910.
- Ceballos, G. et al. (2017): *Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines.* PNAS 114, Nr. 30: E6089-E6096.
- Césard, N. et al. (2015): *Processing insect abundance. Trading and fishing of zazamushi in Central Japan (Nagano Prefecture, Honshu Island).* Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine (2015) 11:78. DOI 10.1186/s13002-015-0066-7.
- Chakravorty, J. (2014): *Diversity of Edible Insects and Practices of Entomophagy in India: An Overview.* In: Journal of Biodiversity, Bioprospecting and Development, 2014, 1:3 DOI: 10.4172/2376-0214.1000124.
- Chapman, T.F. (2009): *Locusts.* In: Resh, V. (Hrsg.) und Cardé, T. (Hrsg.): *Encyclopedia of Insects.* Academic Press, Elsevier Science, USA.
- Chester, S.G.B. et al. (2017): *Oldest skeleton of a plesiadapiform provides additional evidence for an exclusively arboreal radiation of stem primates in the Paleocene.* Royal Society Open Science 4: 170329.
- Clausen, L.W. (1971): *Insect Fact and Folklore* In: The Journal of American Folklore, Vol.69, N.271, S. 86-88.

- Collavo, A. et al. (2005): *House Cricket small-scale Farming*. In: Paoletti MG. (2005): *Ecological Implications of Minilivestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails*. Enfield, NH: Science, S.515-540.
- Cortes Ortiz, J.A. et al. (2016): *Insect Mass Production Technologies*. In: Dossey T., et al.: *Insects as Sustainable Food Ingredients. Production, Processing and Food Ingredients*. Chapter 6, 2016. Academic Press: Elsevier. S. 173.
- Costa-Neto, E.M. & Dunkel, F.V. (2016): *Insects as Food: History, Culture and Modern Use around the World*. In: Dossey T., et al.: *Insects as Sustainable Food Ingredients. Production, Processing and Food Ingredients*. Chapter 2, 2016. Academic Press: Elsevier.
- Crutzen, P.J. (2002): *Geology of mankind*. In: *Nature*, 415, 23; PDF-Version: <http://www.studgen.uni-mainz.de/sose04/schwerp3/expose/geology.pdf> [30.12.2017]
- De Boer, J. et al. (2016): *Help the climate, change your diet: a crossectional study on how to involve consumers in a transition to a low-carbon society*. *Appetite*. Vol. 98, 1. März 2016, S. 19-27.
- De Vries, M. & De Boer, J. (2010): *Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments*. *Livestock Science* 128, 1–11.
- Dossey, T. et al. (2016): *Insects as Sustainable Food Ingredients. Production, Processing and Food Ingredients*. Academic Press: Elsevier.
- Dreon, A.L. & Paoletti, M.G. (2009): *The wild food (plants and insects) in Western Friuli local knowledge (Friuli-Venezia Giulia, North Eastern Italy)*. *Contributions to Natural History*, 12, 461-488.
- Duddy, G. et al. (2016): *Feedlotting lambs*. Juli 2016, Primefact 523, 2nd Edition, Department of Primary Industries. Abrufbar unter: https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0020/193313/Feedlotting-lambs.pdf [24.01.2018]

- Dunkel, F.V. & Payne, C. (2016): *Introduction to Edible Insects*. In: Dossey T. et al. (2016): *Insects as Sustainable Food Ingredients. Production, Processing and Food Ingredients*. Academic Press: Elsevier. S. 1-27.
- Durst, P.B. & Shono, K.: *Edible forest insects. Exploring new horizons and traditional practices*. In: FAO (2010): *Forest Insects as Food. Humans Bite Back*. Regional Office for Asia and the Pacific, Chiang Mai, Thailand.
- Erickson, M.C. et al. (2004): *Reduction of Escherichia coli O157:H7 and Salmonella enterica Serovar enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly*. J. Food Protect. 67, S. 685–690.
- Fahmy, M.H. et al. (1992): *Feed efficiency, carcass characteristics, and sensory quality of lambs, with or without prolific ancestry, fed diets with different protein supplements*. In: *Journal of Animal Science*, Vol. 70, S. 1365–1374.
- FAO (2013): *Edible insects - Future prospects for food and feed security*. Forestry Paper 171, S.1.
- FAO (2013b): *Der Beitrag von Insekten zu Nahrungssicherheit, Lebensunterhalt und Umwelt*. <http://www.fao.org/3/i3264g/i3264g.pdf> [03.03.2019]
- Feng, C.H. (2012): *The Tale of Sushi. History and Regulations*. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 11(2), S. 205-220.
- Feng, Y. et al. (2017): *Edible Insects in China: Utilization and Prospects*. In: *Insect science*. 25. 10.1111/1744-7917.12449.
- Fischer, B. (2016): *Bugging the strict vegan*. In: *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 29, S. 255-263.
- Flick, U. (1995/2000): *Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*. 2. Auflage, Rowohlt-Taschenbuchverlag. Reinbek bei Hamburg.

- Gahukar, R.T. (2016): *Edible Insects Farming: Efficiency and Impact on Family Livelihood, Food Security, and Environment Compared With Livestock and Crops*. In: Dossey T., et al.: *Insects as Sustainable Food Ingredients. Production, Processing and Food Ingredients*. Chapter 4, 2016. Academic Press: Elsevier. S. 92.
- Gene, R. & DeFoliart, G.R. (2002): *The Human Use of Insects as a Food Resource: A Bibliographic Account in Progress*. University of Wisconsin, Chapter 9, S.1. Abrufbar unter: http://labs.russell.wisc.edu/insectsasfood/files/2012/09/Book_Chapter_9.pdf [11.04.2018].
- Gere, A. et al. (2017): *Readiness to adopt insects in Hungary: a case study*. Food Quality and Preference 59, 81-86.
- Ghaly, A.E. & Alkoaik, F.N. (2009): *The yellow mealworm as a novel source of protein*. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 4(4), S. 319-331.
- Godfray, H.C.J. et al. (2011): *Linking Policy on Climate and Food*. In: Science 331 (6020), S. 1013-1014.
- Halloran, A. et al. (2016): *Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review*. In: *Agronomy for Sustainable Development* (2016) 36: S.57.
- Halloran, A. et al. (2017): *Life cycle assessment of cricket farming in north-eastern Thailand*. Journal of Cleaner Production 156 (2017): 83-94.
- Hartmann, C. et al. (2015): *The psychology of eating insects: a cross-cultural comparison between Germany and China*. Food Quality and Preference, 44: S. 148-156.
- Hartmann, C. & Siegrist, M. (2016): *Becoming an insectivore: Results of an experiment*. In: Food Quality and Preference 51, S. 118 – 122.
- Hawking, S. (2007): Interview auf Youtube: „Stephen Hawking on the State of the World“. Abrufbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=4y650L3Okj4> [05.04.2018]

- House, J. (2018): *Why insects are not the new sushi*. Weblog at Wageningen University. Abrufbar unter: <https://weblog.wur.eu/spotlight/why-insects-are-not-the-new-sushi/> [26.02.2019].
- Hussein, M et al. (2017) *Sustainable production of housefly (Musca domestica) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure*. PLoS ONE 12(2): e0171708. doi:10.1371/journal.pone.0171708.
- Hoekstra, A. & Mekonnen, M. (2011): *The Water Footprint of Humanity*. In: PNAS, Vol. 109 Nr. 9, 3232–3237, doi: 10.1073/pnas.1109936109.
- Hoekstra, A. & Mekonnen, M. (2012): *A Global Assessment on the Water Footprint of Farm Animal Products*. In: Ecosystems, 15: 401–415.
- Hoekstra, A. & Mekonnen, M. (2016): *Four billion people facing severe water scarcity*. In: Science Advances 2.2 (2016): e1500323. PMC.
- IPCC, 2007: *Summary for Policymakers*. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jacob, J. (2015): *Common Feed Ingredients in Poultry Diets*, University of Kentucky. Abrufbar unter: <http://articles.extension.org/pages/68432/common-feed-ingredients-in-poultry-diets> [22.01.2018].
- Janssen, R.H. et al. (2017): *Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Three Edible Insects: Tenebrio molitor, Alphitobius diaperinus, and Hermetia illucens*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 65 (11), S. 2275–2278, DOI: 10.1021/acs.jafc.7b00471.
- Jongema, Y. (2017): *Worldwide list of recorded edible insects*. Abrufbar unter: <https://www.wur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm> [17.02.2018].

- Komakech, A.J. et al. (2015): *Life cycle assessment of biodegradable waste treatment systems for sub-Saharan African cities*. In: *Resources, Conservation and Recycling* 99 (2015): S. 100-110.
- Köster, E. (2003): *The psychology of food choice: some often-encountered fallacies*. In: *Food Quality and Preference* 14 (2003) S. 359–373.
- Kouřimská, L. & Adámková, A. (2016): *Nutritional and sensory quality of edible insects*. NFS Journal, Vol. 4, Oktober 2016, S. 22-26.
- Lamnek, S. (2010): *Qualitative Sozialforschung*. 5. Auflage, Beltz Verlag, Weinheim, Basel.
- Liu, J. et al. (2008): *China's move to higher meat diet hits water security*. *Nature* 454, S. 397.
- Liu, Q. et al. (2008): *Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Reduce Escherichia coli in Dairy Manure*. In: *Environmental Entomology*, Volume 37, Issue 6, 1 December 2008, S. 1525–1530.
- Lundy, M.E. & Parrella, M.P.(2015): *Crickets Are Not a Free Lunch: Protein Capture from Scalable Organic Side-Streams via High-Density Populations of Acheta domesticus*. Public Library of Science. ONE. 10: e0118785.
- MacDiarmid, J. et al. (2015): *Eating like there's no tomorrow. Public awareness of the environmental impact of food and reluctance to eat less meat as part of a sustainable diet*. In: *Appetite*. Volume 96, 1. January 2016, S. 487-493.
- Maestre, F. T. et al. (2012): *It is getting hotter in here: determining and projecting the impacts of global environmental change on drylands*. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 2012 Nov 19, Vol. 367(1606), 3062-3075.
- Mattik, C.S. et al. (2014): *A case for systemic environmental analysis of cultured meat*. In: *Journal of Integrative Agriculture*. Vol. 14 (2), 2015, S: 249-254.

- Mayring, P. (2000): *Qualitative Inhaltsanalyse*. In: Flick, U. et al. (Hrsg.): *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg.
- Mayring, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 11. Auflage. Beltz-Verlag. Weinheim und Basel.
- Menzel, P. & D’Aluisio, F. (1998): *Man Eating Bugs. The Art and Science of Eating Insects*. Ten Speed Press, Berkeley, California.
- Miglietta, P.P. et al. (2015): *Mealworms for Food. A Water Footprint Perspective*. In: *Water* 2015, 7, 6190-6203; doi:10.3390/w7116190.
- Mitsuhashi, J. (1997): *Insects as traditional foods in Japan*. *Ecology of Food and Nutrition* 36, 2-4, S. 187-199, DOI: 10.1080/03670244.1997.9991514.
- Moidl, S. et al. (2008): *Footprint – Der ökologische Fußabdruck Österreichs*. Plattform Footprint Austria, 3. Auflage, S.6. Abrufbar unter:
http://www.footprint.at/fileadmin/zf/dokumente/footprint_brosch_v3LM.pdf
 [11.04.2018].
- Nakagaki, B.J. & DeFoliart, G.R. (1991): *Comparison of diets for mass-rearing Acheta domesticus (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock*. *J.Econ. Entomol.* 84: S. 891-96.
- Netolitzky, F. (1919): *Käfer als Nahrungs- und Heilmittel*. – *Koleopterlogische Rundschau* 8_1919.
- Newton, G.L. et al. (2005): *The Black Soldier Fly, Hermetia Illucens, as a Manure Management/ Resource Recovery Tool*. State of the Science, Animal Manure and Waste Management. Jan 5 – 7, San Antonio.
- Ni, X. et al. (2013): *The oldest known primate skeleton and early haplorhine evolution*. *Nature*, Vol. 498, S.60-64.

- O'Malley, R. & McGrew, W. (2014): *Primates, insects and insect resources* In: Journal of Human Evolution, Juni 2014, Vol.71, S.1-3.
- Oonincx, D. et al. (2015): *Feed Conversion, Survival and Development of Four Insect Species on Diets Composed of Food By-Products*. PLoS. ONE, 2015, 10 (12): e0144601.
- Oonincx, D. & De Boyer, I. (2012): *Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment*. PLoS ONE, 2012, 7(12): e51145 DOI.
- Pal, P. & Roy, S. (2014): *Edible insects: future for human food: a review*. International Letters of Natural Sciences, Vol. 26, 1-11.
- Payne, C.L.R. & Evans, R.D. (2017): *Nested Houses: Domestication dynamics of human-wasp relations in contemporary rural Japan*. Journal of Ethnomedicine and Ethnobiology, 2017, 13:13.
- Pekny, W. (2014): Footprint MultiplikatorInnen-Seminar. Hans Nemecek-Hütte, Gießhübl bei Wien.
- Pingali, P. (2004): *Westernization of Asian Diets and the transformation of food systems: Implications for research and policy*. ESA Working Paper No. 04-17. Agricultural and Development Economics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Pruetz, J.D. & Bogart, S.L. (2011): *Insectivory of Savanna Chimpanzees (Pan troglodytes verus) at Fongoli, Senegal*. In: The American Journal of Physical Anthropology, 145, S. 17.
- Ramos-Elorduy, J. (2008): *Energy Supplied by Edible Insects from Mexico and their Nutritional and Ecological Importance*. In: Ecology of Food and Nutrition, 47:3, 280-297, DOI: 10.1080/03670240701805074.

- Ritchie, H. & Roser, M. (2017a): *Meat and Seafood Production & Consumption*. - 1.3 per capita trends in meat consumption. Abrufbar unter: <https://ourworldindata.org/meat-and-seafood-production-consumption/> [09.01.2018].
- Ritchie, H. & Roser, M. (2017b): *Yields and land use in agriculture. Breakdown of global land area today*. Abrufbar unter: <https://ourworldindata.org/yields-and-land-use-in-agriculture> [15.02.2019].
- Ripple, W.J. et al. (2017b): *World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice*. In: *BioScience*, Volume 67, Issue 12, S. 1026–1028.
- Rumpold, B.A. & Schlüter, O.K. (2013): *Nutritional composition and safety aspects of edible insects*. In: *Molecular Nutrition Food Research* 57, S. 802–823.
- Rumpold, B.A. & Schlüter, O.K. (2012): *Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production*. In: *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 17 (2013), S.9.
- Shanahan, D. (2002): *The Geography of Food*. In: *Journal for the Study of Food and Society* 6 (1), S.7-9.
- Smil, V. (2002a): *Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins*. In: *Enzyme and Microbial Technology* 30 (2002), S. 305-311.
- Smil, V. (2002b): *The Earth's Biosphere: Evolution, Dynamics and Change*. The MIT Press, Cambridge.
- Stehfest, E. et al. (2009): *Climate benefits of changing diet*. In: *Climatic Change*. Volume 95, Issue 1–2, S. 83–102.
- Steinfeld, H. et al. (2006): *Livestock's Long Shadow*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom.

- Steinfeld, H. & Gerber, P. (2010): *Livestock production and the global environment: Consume less or produce better?* Proceedings of the National Academy of Sciences, 26 October 2010, Vol.107(43), S. 18237-18238.
- Stork, N.E. (2017): *How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth?* In: Annual Review of Entomology (2018): 63: 31-45.
- Strutzmann, I. (2014): *Weniger Fleisch brings.* Umwelt & Verkehr, AK, Wien. Abrufbar unter: <http://www.ak-umwelt.at/schwerpunkt/?issue=2014-04> [30.07.2018].
- Van Broekhoven, S. et al. (2015): *Growth performance and feed conversion efficiency of three edible mealworm species (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets composed of organic by-products.* In: Journal of Physiology 73, 1-10.
- Van Huis et al. (2014): *The Insect Cookbook. Food for a Sustainable Planet.* Columbia University Press. New York, 2014.
- Van Huis et al. (2017): *The environmental sustainability of insects as food and feed: a review.* In: *Agriculture Sustainable Development* (2017) 37: S.43.
- Van Zanten et al. (2015): *From environmental nuisance to environmental opportunity: housefly larvae convert waste to livestock feed.* Journal of Cleaner Production 102 (2015): 362-369.
- Vanhonacker, F. et al. (2013): *Flemish consumer attitudes towards more sustainable food choices.* In: *Appetite* 62, S. 7-16.
- Verbeke, W. (2015). *Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society.* Food Quality and Preference, 39, 147–155.
- Walker, T.J. (2007): *House cricket, acheta domesticus.* Featured Creatures. University of Florida. IFAS. Abrufbar unter: <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures/misc/crickets/adomest.html> [26.07.2018].

- Wang, Y.-S. & Shalomi, M. (2017): *Review of Black Soldier Fly (Hermetia illucens) as Animal Feed and Human Food*. In: *Foods* 2017; 6(10): 91.
- Weixlbaumer, N. (2012): *Akteure und Aktanten – Der „Parmigiano Reggiano“ als Ingredienz einer Sozialgeographie des Essens*. - In: Weixlbaumer, N. (Hrsg.): *Anthologie zur Sozialgeographie*. - Institut für Geographie und Regionalforschung. Wien, S.155-162.
- Wilkinson, J. (2011): *Re-defining efficiency of feed use by livestock*. In: *Animal*, Vol. 5. S.1014–1022.
- Williams, J.P. et al. (2016): *Nutrient Content and Health Benefits of Insects*. In: Dossey T., et al.: *Insects as Sustainable Food Ingredients. Production, Processing and Food Ingredients*. Chapter 3, 2016. Academic Press: Elsevier, S. 63-67.
- Woods, J. et al. (2010): *Energy and food system*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol.365: 2991 - 3006.
- Yi, L. et al. (2013): *Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species*. *Food Chemistry*, 15 December 2013, Vol.141(4), S. 3341-3348.

Links

Agenda 21 (1992):

http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf [20.07.2018]

Ages (2018):

<https://www.ages.at/themen/lebensmittelsicherheit/neuartige-lebensmittel/>
[24.02.2019]

Academic (2017):

<http://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/396337> [26.03.2018]

Die Welt (2018):

<https://www.welt.de/wirtschaft/article173706776/Novel-Food-Verordnung-der-EU-bringt-Insekten-Snacks-in-deutsche-Supermaerkte.html> [23.07.2018]

DOOR - Database of Origin and Registration (2018):

<http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html> [17.07.2018]

Encyclopaedia Britannica (2018a):

<https://www.britannica.com/animal/primate-mammal/Diet#ref876308> [08.01.2018]

Encyclopaedia Britannica (2018b):

<https://www.britannica.com/technology/cochineal#ref273280> [06.08.2018]

EU-Kommission (2017):

https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste_en [17.02.2018]

EU-Kommission (2013):

<http://ec.europa.eu/trade/policy/accessing-markets/intellectual-property/geographical-indications/> [17.07.2018]

FAO (2017): AQUASTAT

http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_res/index.stm [10.01.2018]

FAO (2018): The State of Food Security and Nutrition in the World

<http://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/en/> [08.10.2018]

Foodnavigator (2018):

<https://www.foodnavigator.com/Article/2018/11/07/Edible-insects-in-the-EU-the-long-road-to-legalisation> [24.02.2019]

Funk W. (2018): *Mehlkäfer*

<http://www.insektenbox.de/kaefer/mehlka.htm> [27.07.2018]

Global Footprint Network (2017):

<https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/> [09.01.2018]

Global Footprint Network: Public Data Package (2017), Country Results Edition 2013:

<http://www.footprintnetwork.org/licenses/public-data-package-free-edition-copy/>
[09.01.2018]

Greenpeace (2017): *Leoporello: Gute Gründe, weniger Fleisch zu essen.*

<https://www.greenpeace.de/presse/publikationen/gute-gruende-weniger-fleisch-zu-essen> [30.07.2018]

IPIFF (2018): *Regulation (EU) 2015/2283 on novel foods. – Summary Guidelines on the provisions relevant to the commercialization of insect-based products intended for human consumption in the EU.*

http://ipiff.org/wp-content/uploads/2018/06/ipiff_summary_180525.pdf [24.02.2019]

Livinfarms (2019):

<https://www.livinfarms.com/the-hive-en> [02.03.2019]

New Scientist (2018):

<https://www.newscientist.com/article/dn17453-timeline-the-evolution-of-life/>
[11.01.2018]

Plattform Footprint Austria (2018):

<http://www.footprint.at/index.php?id=overshoot2018> [01.08.2018]

POGOGI Japanese Food (2016):

<https://pogogi.com/eating-grasshoppers-and-locust-inago-no-tsukudani> [06.08.2018]

Schaden, L.-M. (2018):

<https://www.diewurmfarm.at/shop/> [02.03.2019]

Statistik Austria (2018): *Versorgungsbilanzen für tierische Produkte*

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html [21.07.2018]

Terro (2017):

<http://www.terro.com/consuming-creepy-crawlies> [23.01.2018]

The Fat Ewe Farm (2019) : <http://www.thefatewe.com/how-much-meat-do-you-get.html>
[23.01.2019]

The Guardian (2013) :

<https://www.theguardian.com/world/2013/jul/23/mexico-insect-cuisine-sustainable-food> [07.08.2018]

UN Population Division (2017) :

<https://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/> [31.12.2017]

User „Manoi“ auf www.kochrezepte.de (2018): *Rezept der Maikäfersuppe*

<http://www.kochrezepte.de/suppe-rezepte/maikaefersuppe-44460.html> [23.07.2018]

Water Footprint Network (2018):

<http://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/> - 10.01.2018

Weltbank (2017):

<http://www.worldbank.org/en/country/thailand/overview> [08.01.2018]