

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und Öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin

(Leiter: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Martin Wagner, Dipl.ECVPH)

Fleisch oder nicht Fleisch: Die Nachhaltigkeitsfrage bezogen auf Fleisch und Soja-Produkte

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von
Martha Gasser

Wien, im Oktober 2023

BetreuerIn: Kathrine Bak, PhD.

Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und Öffentliches
Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin
Veterinärmedizinische Universität Wien

BegutachterIn: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Johannes Novak

Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und Öffentliches
Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin
Veterinärmedizinische Universität Wien

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht.

Ich habe die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt.

Die vorliegende Arbeit wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Wien, den [02.10.2023]

Martha Gasser

ZUSAMMENFASSUNG

Das allgegenwärtige Thema Nachhaltigkeit beschäftigt die heutige Zeit mehr als je zuvor, vor allem den Lebensmittelbereich.

Die folgende Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Nachhaltigkeit bezogen auf einen Vergleich von acht Fleischprodukten mit acht Soja- Fleisch- Ersatzprodukten.

Zentrale Frage war hierbei, ob Soja-Fleisch-Ersatzprodukte tatsächlich nachhaltiger sind als ihre fleischhaltigen Gegenspieler. Dafür wurden Produkte beider Kategorien anhand gewisser Inhaltsstoffe (Wassergehalt, Fettgehalt, Rohasche, Protein, Stärke, Kollagen), mikrobiologische Belastung und Treibhausgas-Emissionen miteinander verglichen. Hierfür wurde zuerst bestimmt, welche Produkte welcher Kategorie den Nährstoffbedarf der einzelnen Inhaltsstoffe besser abdecken (bezogen auf 100 g des jeweiligen Produktes) und von diesem dann in weiterem Sinne ein adäquater Vergleich der daraus entstehenden Treibhausgasemissionen erstellt. Weiterführend wurde auch eine bakterielle Untersuchung der Produkte durchgeführt, welche zur Ermittlung des ungefähren Hygienezustandes der vorliegenden Produkte dient.

Für die Untersuchung der Nährstoffe ergibt sich, dass die untersuchten Fleisch- und Sojaprodukte in etwa als gleichwertig einzustufen sind (insofern man die untersuchten Inhaltsstoffe gleich wertet), mit der Ausnahme von Kollagen, welches bei den Fleischprodukten besser abschneidet.

Bei der mikrobiologischen Analyse, als auch der Analyse der Treibhausgas-Emission ergibt sich, dass die Sojaprodukte im Vergleich zu den Fleischprodukten ein besseres Ergebnis erzielen.

Somit ergibt sich insgesamt für das Ergebnis dieser Arbeit das die Soja-Fleischersatzprodukte im Vergleich zu den Fleischprodukten, als nachhaltiger einzustufen sind.

ABSTRACT

The topic of sustainability is currently more important than ever, especially for the food sector.

The aim of this study was to take a closer look at the topic of sustainability by comparing eight meat products with eight soy-based meat substitutes.

The central question regarding this topic is if soy-based meat substitutes are indeed more sustainable than their meat counterparts. For that purpose, the products were compared by different categories such as nutrients (water, fat, crude ash, protein, starch, and collagen), microbiological quality, and greenhouse gas emissions. It was first determined which category of products is better at meeting nutritional requirements of a human being (regarding 100 g of a certain product) and then make an adequate comparison between the resulting greenhouse gas emissions. Furthermore, the products have undergone a microbiological examination, in order to determine the approximate hygienic condition of the individual products.

The examination of the nutrients showed that both categories of meat and soy products are equal (if you give each nutrient the same value) with the exception of collagen where the meat products deliver better results.

The microbiological examination and greenhouse gas emissions wield a more positive result for the soy products.

The conclusion of this work is that soy-based meat substitutes are more sustainable than their meat counterparts.

1. Abkürzungsverzeichnis

CF.....	Carbon Footprint
CO ₂ e.....	CO ₂ -Äquivalente
DSMO.....	Dimethylsulfoxid
HDI	Human Development Index
KbE/g.....	Koloniebildende Einheit pro Gramm
PAL.....	Physical Activity Level
RDA.....	Recommended Daily Allowance

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	3
ABSTRACT	4
1. Abkürzungsverzeichnis	5
2. Einleitung und Fragestellung	1
3. Material und Methoden	5
3.1. Fleischprodukte	5
3.1.1. Produkt 1 (F1): Bio Faschiertes Rindfleisch – ja! Natürlich.....	5
3.1.2. Produkt 2 (F2): Filet Steak- TANN	5
3.1.3. Produkt 3 (F3): Schweinsschnitzel – BILLA	6
3.1.4. Produkt 4 (F4): Faschierte Laibchen – SPAR Feine Küche.....	6
3.1.5. Produkt 5 (F5): Puten Geschnetzeltes – HOFSTÄDTER.....	7
3.1.6. Produkt 6 (F6): Faschierte Laibchen – BILLA	7
3.1.7. Produkt 7 (F7): Bio-Faschiertes gemischt – SPAR Natur pur	8
3.1.8. Produkt 8 (F8): Bio-Knacker – SPAR Natur pur	8
3.2. Sojaprodukte	9
3.2.1. Produkt 1 (S1): Faschiertes auf Sojabasis-VegaVita	9
3.2.2. Produkt 2 (S2): Sensational Burger – Garden Gourmet	9
3.2.3. Produkt 3 (S3): Veganes Bio-Soja-Geschnetzeltes-SPAR veggie	10
3.2.4. Produkt 4 (S4): Vegane Schnitzel – Garden Gourmet	10
3.2.5. Produkt 5 (S5): Veganes Bio-Soja-Faschiertes- veggie.....	11
3.2.6. Produkt 6 (S6): Sensational Hack/Faschiertes- Garden Gourmet	11
3.2.7. Produkt 7 (S7): Tofu-Natur - VegaVita	12
3.2.8. Produkt 8 (S8): Vegane Bratwurst – Garden Gourmet	12
3.3. Chemische Analyse	13
3.3.1. Bestimmung des Trockenmasse-/Wassergehaltes (AOAC 925.09)	13
3.3.2. Bestimmung des Fettgehaltes (Methode nach Soxhlet)	14
3.3.3. Bestimmung der Rohasche (AOAC 920.153)	15
3.3.4. Bestimmung des Gesamteiweißgehaltes (Methode nach Kjeldahl).....	15
3.3.5. Bestimmung des Kollagengehaltes (AOAC 990.26.)	18
3.3.6. Bestimmung der Stärke (r-biopharm: Stärke: 10 207 748 035)	18

3.4.	Mikrobiologie	21
3.5.	T-Test.....	24
4.	<i>Ergebnisse</i>	25
4.1.	Fleisch/Nährstoffe	25
4.2.	Fleisch/ Mikrobiologie	25
4.3.	Soja/Nährstoffe	26
4.4.	Soja/Mikrobiologie.....	26
4.5.	Abdeckung.....	27
4.5.1.	Wassergehalt.....	27
4.5.2.	Fettgehalt.....	27
4.5.3.	Rohasche	31
4.5.4.	Proteingehalt	31
4.5.5.	Kollagen.....	32
4.5.6.	Kohlenhydrate (+Stärke)	32
5.	<i>Diskussion</i>	34
5.1.	Wassergehalt Abdeckung	34
5.2.	Fettgehalt Abdeckung	34
5.3.	Rohasche Abdeckung	34
5.4.	Proteingehalt Abdeckung	34
5.5.	Kollagen Abdeckung	34
5.6.	Kohlenhydrate (+Stärke) Abdeckung	35
5.7.	Zusammenfassung Abdeckung.....	35
5.8.	CO₂ – Äquivalente	37
6.	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	41
7.	<i>Abbildungs- und Tabelleverzeichnis.....</i>	45
7.1.	Abbildungen.....	45
7.2.	Tabellen.....	46
7.3.	Formeln	46

2. Einleitung und Fragestellung

„Wird derhalben die gröste Kunst / Wissenschaftt / Fleiß / und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen / wie eine sothane Conservation und Anbau des Holtzes anzustellen / daß es eine continuirliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe / weiln es eine unentberliche Sache ist / ohne welche das Land in seinem Esse [im Sinne von Wesen, Dasein, d. Verf.] nicht bleiben mag.“ (1)

Weniger sperrig formuliert ist die Aussage dieses Zitats, dass einem Wald nur so viel Holz entnommen werden sollte, wie wieder nachwachsen kann. Ein Gedankengang, welcher vor gut 300 Jahren zu Papier gebracht wurde, doch heute bedeutender ist denn je. Denn genau dieses Zitat spiegelt den Grundgedanken der Nachhaltigkeit wider, Prinzip, nach dem nicht mehr verbraucht werden darf, als jeweils nachwachsen, sich regenerieren, oder künftig erneut bereitgestellt werden kann.

Es ist wichtig den Grundgedanken der Nachhaltigkeit zu verstehen, bevor wir uns mit der Hauptfrage dieser Arbeit beschäftigen, da diese auf dem Wissen basiert, was Nachhaltigkeit auszeichnet und wofür sie steht. Dafür möchte ich zu Beginn nochmals eine kurze Einführung zu diesem Thema geben.

Im Duden (2) wird Nachhaltigkeit folgendermaßen definiert:

- *„1.längere Zeit anhaltende Wirkung“ (2)*
- *„2.a forstwirtschaftliches Prinzip, nach dem nicht mehr Holz gefällt werden darf als jeweils nachwachsen kann“ (2)*
- *„2.b Prinzip, nach dem nicht mehr verbraucht werden darf, als jeweils nachwachsen, sich regenerieren, künftig wieder bereitgestellt werden kann“ (2)*

Im Pschyrembel (3) hingegen findet sich folgende Definition:

- *„Nachhaltigkeit: Grundsatz ökonomischer, ökologischer und sozialer Entwicklung, welche die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt und den Interessen künftiger Generationen gleichzeitig Rechnung trägt.“ (3)*

Das Thema Nachhaltigkeit hat die Menschheit schon immer beschäftigt, so gibt es zum Beispiel in Südamerika einen See der von der indigenen Bevölkerung mit *„Manchau gagog changau gagog chaugo gagog amaug“* (4) betitelt wurde, was sinngemäß mit *„Wir fischen auf unserer Seite, ihr fischt auf eurer Seite und niemand fischt in der Mitte“* übersetzt werden

kann. (4) Auch in der Antike spiegelt sich der Nachhaltigkeitsgedanke wider, sei es in Form von der Wiederverwertung von Baumaterial im kaiserzeitlichen Rom (5) oder beim Wasserverbrauch der Erzwäschereien im antiken Griechenland. (6)

Obwohl der Grundgedanke der Nachhaltigkeit somit schon lange in der Geschichte präsent ist, wurde erst im 18. Jahrhundert diese Grundidee, das Prinzipes nicht mehr zu verbrauchen als unbedingt nötig und zwar nur so viel, sodass zukünftigen Generationen auch noch etwas bleibt in einem kurzen, prägnanten Begriff zum Ausdruck gebracht, und zwar in der Form des Begriffes „Nachhaltigkeit“. Begründer des Wortes ist Hans Carl von Carlowitz, welcher den Nachhaltigkeitsbegriff erstmals in seinem Werk *Sylvicultura oeconomica* niedergeschrieben hat. (1)

Im weiteren Verlauf wird das Nachhaltigkeitsprinzip über eine forstwirtschaftliche Schule in Freiberg bei Dresden in den USA und Deutschland verbreitet und findet 1780 sogar Einzug in ein forstwirtschaftliches Lexikon. Neben der Forstwirtschaft findet das Thema Nachhaltigkeit auch in dem Bereich der Umweltpolitik zum ersten Mal Einzug. (7)

Grundlage dafür ist das von Rachel Carson geschriebene Werk „Silent Spring“ von 1962, ein Werk, welches den Effekt von Pestiziden auf die Umwelt beschreibt. „Silent Spring“ sorgte weltweit nicht nur für vermehrtes Verständnis für die Gefahr, welche von Pestiziden ausgeht, sondern sorgte auch allgemein für ein vermehrte Umweltbewusstsein. In weiterer Hinsicht beeinflusste es auch die Verabschiedung des 1970 in den USA in Kraft tretende Nationale Umweltgesetz NEPA. Auch in Europa hinterließ es seine Spuren, so gilt „Silent Spring“ als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung. (7, 8)

Nun stellt sich die Frage, wie genau stellt sich das Verhältnis zwischen Fleisch und dem Thema Nachhaltigkeit genau dar. Im positiven Sinne wäre zu erwähnen, dass die Fleischproduktion Arbeitsplätze schafft und gerade in Entwicklungsländern dies eine wichtige Einnahmequelle für die Bevölkerung darstellt. In andere Worte gefasst, kann man auch sagen, dass die Viehhaltung in diesen Ländern ein nachhaltiges Leben erst ermöglicht. (9)

Weiters stellt die Produktion von Fleisch auch eine Verwertung von Gras und Pflanzenrückstände dar, die in ihrer natürlichen Form nicht durch den Menschen verzehrt werden könnten. (10)

Auch nicht vergessen werden sollte, dass Fleisch wertvolle Nährstoffe enthält, von Protein über Mineralstoffe bis hin zu Vitaminen, eine Tatsache, die auch in der Evolution und somit der Entwicklung der gesamten Menschheit eine entscheidende Rolle gespielt hat. (11, 10)

Im Negativen wäre zum anderen der Aspekt der menschlichen Gesundheit zu erwähnen, ist der Konsum von Fleisch und Fleischprodukten doch mit einem zunehmend höheren Krankheits- und Sterberisiko assoziiert. (12) Dies kann mitunter auch sehr ungewöhnlich Ausmaße annehmen, so scheint die Fleischproduktion auch einen entscheidenden Beitrag bei der Verschlechterung der Luftqualität beizutragen, welche sich wiederum auch negativ auf die Gesundheit von Menschen und Tier auswirkt. (13) Aber der vermutlich wichtigste negative Einfluss ist der Einfluss auf das Klima. Schätzungsweise sind 9–18 % der weltweit entstandenen Treibhausgase dem Viehwirtschafts-Sektor zuzuschreiben. (14)

Betrachten wir nun einmal die positiven sowie negativen Aspekte von Soja in Bezug auf Nachhaltigkeit. Die Sojaproduktion scheint allgemein gesehen einen positiven Einfluss auf den Human Development Index (HDI) einer Population wie z.B. einer Gemeinde zu haben. Hierbei ist in diesem Kontext aber auch gleich zu erwähnen, dass von den drei Aspekten, die zur Bestimmung des HDI gewertet werden (Einkommen, Bildung und Langlebigkeit), die Sojaproduktion offensichtlich nur eine Steigerung beim Einkommen bewirkt, dafür aber den gegenteiligen Effekt bei den anderen zwei Aspekten auslöst. (15, 16)

Weiters ist zu erwähnen, dass die Sojaproduktion in Zusammenhang mit der Abholzung der Wälder mitsamt der Auslöschung der natürlichen Vegetation und Wasserverschmutzung steht. (16) Die für die Produktion bewirtschafteten Flächen stehen zudem oftmals in Zusammenhang mit Landaneignung und gewalttätigem Absetzen von Kleinbauern, welches ein Auslöser für soziale Konflikte einer Bevölkerung darstellt. (17)

Das Thema Nachhaltigkeit ist also so wichtig wie nie zuvor, hängt doch unsere Existenz und die der gesamten zukünftigen Generationen daran. Folglich ist auch das Thema Nachhaltigkeit in aller Munde, eine Tatsache, die sich auch in der Politik widerspiegelt. So haben die Vereinten Nationen 17 Nachhaltigkeitsziele aufgestellt, welche bis zum Jahre 2030 umgesetzt werden sollen. Diese Ziele umfassen zahlreiche wichtige Aspekte des menschlichen Lebens wie z.B. Klimaschutz (Ziel Nr. 13), Kein Hunger (Ziel Nr.2) oder leistbare und saubere Energie (Ziel Nr.7). (18)

Auch Lebensmittel sind stark von der Nachhaltigkeitsfrage betroffen, gerade Fleisch gilt als nicht nachhaltig. Dem Großteil der Konsumenten ist dieser Umstand inzwischen - aufgrund

von Aufklärungsprodukten – bewusst und das Interesse an Fleischersatzprodukten hat über die Jahre mehr und mehr zugenommen. (19) Fleischersatzprodukte sind dabei sehr vielfältig. Die Palette reicht von gebratenem Tofu bis hin zu auf Pilzbasis basierenden Fleischimitaten.

Mit dieser Arbeit möchte ich die Gruppe der Soja-Ersatzprodukte herausgreifen und diese mit Fleischprodukten bezogen auf deren Nachhaltigkeit vergleichen. Zentrale Frage ist hierbei ob Sojaprodukte tatsächlich nachhaltiger sind als ihre auf Fleischbasis basierende Gegenspieler.

Um dieser Frage auf den Grund zu gehen werden dafür verschiedene Aspekte dieser Produkte genauer beleuchtet. Hierbei ist zunächst der Punkt der Produktion zu erwähnen, welcher von der Primärproduktion über die Themen Transport und Lagerung bis zum endgültigen Verkauf an den Endverbraucher reicht.

Weiters wird auch das Thema des Nährstoffgehaltes der Produkte eine Rolle spielen. So kann zum Beispiel die Frage gestellt werden ob mit 100 g eines Sojaproduktes gleich viel vom täglichen Nährstoffbedarf einer Person abgedeckt werden, wie bei 100 g eines Fleischproduktes. Und falls nicht, wie unterscheiden sich die Produkte der einen Kategorie im Vergleich zu der anderen? Da der Nährstoffbedarf Alters- Geschlecht und Arbeitsabhängig ist, wäre es auch wichtig die verschiedenen Gruppierungen in Bezug auf deren Nährstoffbedarf und wie dieser durch die einzelnen Produkte abgedeckt wird miteinander zu vergleichen.

3. Material und Methoden

Die Möglichkeit eines Vergleiches stand als Hauptaugenmerk bei der Auswahl der Produkte.

3.1. Fleischprodukte

3.1.1. Produkt 1 (F1): Bio Faschiertes Rindfleisch – ja! Natürlich



Abbildung 1 Vorderseite Bio Faschiertes Rindfleisch



Abbildung 2 Hinterseite Bio Faschiertes Rindfleisch

3.1.2. Produkt 2 (F2): Filet Steak- TANN



Abbildung 3 Vorderseite Filet Steak



Abbildung 4 Hinterseite Filet Steak

3.1.3. Produkt 3 (F3): Schweinsschnitzel – BILLA



Abbildung 5 Vorderseite Schweinsschnitzel



Abbildung 6 Hinterseite Schweinsschnitzel

3.1.4. Produkt 4 (F4): Faschierte Laibchen – SPAR Feine Küche



Abbildung 7 Vorderseite Faschierte Laibchen



Abbildung 8 Hinterseite Faschierte Laibchen

3.1.5. Produkt 5 (F5): Puten Geschnetzeltes – HOFSTÄDTER



Abbildung 9 Vorderseite Puten Geschnetzeltes



Abbildung 10 Hinterseite Puten Geschnetzeltes

3.1.6. Produkt 6 (F6): Faschierte Laibchen – BILLA



Abbildung 11 Vorderseite Faschierte Laibchen



Abbildung 12 Hinterseite Faschierte Laibchen

3.1.7. Produkt 7 (F7): Bio-Faschiertes gemischt – SPAR Natur pur



Abbildung 13 Vorderseite Bio-Faschiertes



Abbildung 14 Hinterseite Bio-Faschiertes

3.1.8. Produkt 8 (F8): Bio-Knacker – SPAR Natur pur



Abbildung 15 Vorderseite Bio-Knacker



Abbildung 16 Hinterseite Bio-Knacker

3.2. Sojaprodukte

3.2.1. Produkt 1 (S1): Faschiertes auf Sojabasis-VegaVita



Abbildung 17 Vorderseite Faschiertes auf Sojabasis



Abbildung 18 Hinterseite Faschiertes auf Sojabasis

3.2.2. Produkt 2 (S2): Sensational Burger – Garden Gourmet



Abbildung 19 Vorderseite Sensational Burger



Abbildung 20 Hinterseite Sensational Burger

3.2.3. Produkt 3 (S3): Veganes Bio-Soja-Geschnetzeltes-SPAR veggie



Abbildung 21 Vorderseite Veganes Bio-Soja-Geschnetzeltes



Abbildung 22 Hinterseite Veganes Bio-Soja-Geschnetzeltes

3.2.4. Produkt 4 (S4): Vegane Schnitzel – Garden Gourmet



Abbildung 23 Vorderseite Vegane Schnitzel



Abbildung 24 Hinterseite Vegane Schnitzel

3.2.7. Produkt 7 (S7): Tofu-Natur - VegaVita



Abbildung 29 Vorderseite Tofu-Natur



Abbildung 30 Hinterseite Tofu-Natur

3.2.8. Produkt 8 (S8): Vegane Bratwurst – Garden Gourmet



Abbildung 31 Vorderseite Vegane Bratwurst



Abbildung 32 Hinterseite Vegane Bratwurst

3.3. Chemische Analyse

Die Produkte sind einer Nährstoffanalyse mittels Chemie unterzogen worden. Die durchgeführten Analysen der Nährstoffe wurden nach verwendeten Methoden des Institutes für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und Öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin durchgeführt. Hierbei sind der Wassergehalt, Fett, Rohasche, Gesamtprotein, Stärke und Kollagen bestimmt worden.

Für alle Proben wurde ein doppelter Ansatz verwendet. Zusätzlich sei noch anzumerken, dass die folgenden Bestimmungen sich auf jeweils eine Probe beziehen, die verwendete Menge an Materialien ist deswegen im Falle dessen das mehrere Proben zeitgleich untersucht werden, dementsprechend anzupassen.

Vor der jeweiligen Untersuchung nach Bestandteil werden die einzelnen Proben nummeriert und gekuttert.

3.3.1. Bestimmung des Trockenmasse-/Wassergehaltes (AOAC 925.09)

Diese Methode wird auch Trockenschrankmethode genannt. Sie beruht auf dem Prinzip der Gravimetrie. Hierbei handelt es sich um ein Messverfahren, welches auf der Bestimmung der Masse und im Falle dieses Nachweises dem Gewichtverlust der Masse nach einem Trocknungsvorgang beruht. (20)

Zu Beginn sei zu erwähnen, dass die Probe, welche zur Bestimmung des Wassergehaltes dient, auch in weiterem Sinne für die Fettbestimmung und den Rohaschegehalt weiterverwendet wird.

Für die Bestimmung des Wassergehaltes gilt folgendes Schema:

Man nehme 10 g der zu untersuchenden Probe und gibt diese in eine mit Filter beschichtete Fritte. Das Gewicht der Fritte ohne Probe und das Gewicht der Fritte mit Probe wird bestimmt und aufgeschrieben. Die Fritten werden anschließend in einen Trockenschrank bei etwa 103°C über Nacht getrocknet. Am nächsten Tag werden die Proben für etwa eine halbe Stunde im Exsikkator abgekühlt und anschließend gewogen. Auch dieses Gewicht wird notiert und für die spätere Berechnung verwendet.

Berechnung:

Formel 1

$$W = \frac{(m - a) * 100}{E}$$

W: Wassergehalt in g/100g

a: Gewicht von Fritte (in g) + Probe in g nach dem Trocknen

E: Einwaage in g

m: Gewicht von Fritte (in g) + Probe in g

Folgende Materialien werden für die Bestimmung benötigt:

- 10 g Probematerial (doppelte Menge bei doppeltem Ansatz)
- Exsikkator mit Blaugelfüllung (Exsikkator mit Tubus/Hahn/Platte, 300 mm, Altmann Analytik GmbH & Co. KG, Deutschland)
- Glasfritten
- Mikrowaage (Mettler PC 2000, Mettler-Toledo GmbH, Österreich)
- Trockenschrank (UF260, Memmert GmbH +Co KG, Deutschland)

3.3.2. Bestimmung des Fettgehaltes (Methode nach Soxhlet)

Die Bestimmung des Fettgehaltes nach der Methode von Soxhlet ist eine Extraktionsmethode, bei welchem das Extrakt durch Erhitzen eines Lösungsmittels gewonnen wird. (21)

Für die Bestimmung des Fettgehaltes gilt folgendes Schema:

Die Bestimmung des Fettgehaltes setzt an der Bestimmung des Wassergehaltes an. Zu Beginn muss das Gewicht des leeren Stehkolben bestimmt werden. Das hier bestimmte Gewicht wird für die spätere Berechnung benötigt. Die Fritten mit den Proben die zuvor getrocknet und gewogen wurden (siehe Bestimmung Wassergehalt) werden nun genommen und in das Mittelstück von einem Extraktionsapparat nach Soxhlet eingesetzt. Nach Eingabe der Fritten wird Diethylether hinzugegeben, sodass das Mittelstück auf etwa $\frac{2}{3}$ befüllt und die Fritte vollständig bedeckt ist. Anschließend wird der Extraktionsapparat mittels Heizplatte erhitzt, damit die Extraktion beginnen kann. Die Extraktion des Fettes benötigt etwa sechs Stunden, nach Ablauf dieser Zeit wird der Apparat von der Heizplatte genommen, die Fritte und das Mittelstück entfernt und das in Mittelstück und Fritte befindliche, überschüssige Diethylether in einem Behältnis gesammelt. Die Fritte wird anschließend noch für die Bestimmung der Rohasche benötigt und muss infolgedessen an einem sicheren Ort zur Seite gestellt werden.

Der Apparat wird anschließend nochmals kurz, für etwa 5 Minuten auf die abgeschaltete Heizplatte zurückgestellt, bis fast der vollständige Ether aus dem Stehkolben verschwunden ist. Ist dieser Zustand erreicht wird nochmals der übriggebliebene Ether aus dem Mittelstück entfernt und der Stehkolben in einen Trockenschrank bei 103 °C Celsius für eine Nacht gestellt. Nach Ablauf dieser Zeit wird der Stehkolben für eine halbe Stunde in einem Exsikkator abgekühlt und anschließend gewogen. Das Gewicht wird für die spätere Berechnung benötigt.

Berechnung:

Formel 2

$$\% \text{ Fett} = \frac{(A - B) * 100}{E}$$

% Fett: in g/100g der Probe
 A: Gewicht des Kolbens + Fett
 B: Gewicht des Kolbens
 E: Einwaage in g

Folgende Materialien werden für die Bestimmung benötigt:

- Diethylether a.r. (99.5+% (C₂H₅)₂O (Stabilisiert mit 5-7 ppm BHT))
- Exsikkator mit Blaugelfüllung (Exsikkator mit Tubus/Hahn/Platte, 300 mm, Altmann Analytik GmbH & Co. KG, Deutschland)
- Extraktionsapparat nach Soxhlet (komplett; mit Allihn- Kühler und Stehkolben, Neubert-Glas GbR, Deutschland)
- Heizplatten
- Mikrowaage (Mettler PC 2000, Mettler-Toledo GmbH, Österreich)
- Trockenschrank (UF260, Memmert GmbH +Co KG, Deutschland)

3.3.3. Bestimmung der Rohasche (AOAC 920.153)

Die Bestimmung der Rohasche fungiert wieder nach dem Prinzip der Gravimetrie.

Für die Bestimmung der Rohasches gilt folgendes Schema:

Die Fritte wird in einen Muffelofen bei 600 °C Celsius gegeben. In diesem verbleibt sie für eine Stunde und wird dann anschließend für mindestens eine halbe Stunde in den Exsikkator zum Abkühlen gegeben. Zwei der Sojaprobe (S3 und S5) musste aufgrund deren pulvriger Konsistenz mittels Bunsenbrenner für ca. 20 Minuten vorverascht werden. Nach Abschluss der Vorveraschung wurden die Proben für die vollständige Veraschung für eine weitere Stunde in den Muffelofen gegeben. Bei diesen zwei Proben war sowohl das Gewicht der

leeren Porzellanschalen, der mit 10 g Probe gefüllten Porzellanschalen, als auch das Gewicht der Schalen nach der Veraschung für die spätere Berechnung zu notieren.

Berechnung:

Formel 3

$$\% \text{ Asche} = \frac{(B - A) * 100}{E}$$

E: Einwaage (in g)

A: Masse der mit Asche gefüllten Fritte (in g)

B: Masse der anfänglich leeren Fritte (siehe Wasserbestimmung, in g)

Folgende Materialien werden für die Bestimmung benötigt:

- Bunsenbrenner (nach Bedarf)
- Exsikkator mit Blaugelfüllung (Exsikkator mit Tubus/Hahn/Platte, 300 mm, Altmann Analytik GmbH & Co. KG, Deutschland)
- Mikrowaage (Mettler PC 2000, Mettler-Toledo GmbH, Österreich)
- Muffelofen (CARBOLITE CWF 1100, Carbolite Ger GmbH & Co.KG, Deutschland)
- Porzellanschale (nach Bedarf)
- Trockenschrank (UF260, Memmert GmbH +Co KG, Deutschland)

3.3.4. Bestimmung des Gesamteiweißgehaltes (Methode nach Kjeldahl)

Bei der Methode nach Kjeldahl wird eigentlich der Stickstoff einer Probe bestimmt, wobei von diesem dann der Gesamteiweißgehalt berechnet werden kann (siehe anschließende Berechnung). Diese Untersuchung beruht auf drei Schritten, erstens der Aufschluss, in welchem der gesamte organische Stickstoff aus der Probe entnommen wird und in Ammoniumionen umgewandelt wird. Zweitens die Wasserdampfdestillation, bei welcher die Ammoniumionen in Ammoniak umgewandelt werden und drittens die Titration, welche in Form einer direkten Titration bei dieser Untersuchung durchgeführt wurde. (22)

Für die Bestimmung des Gesamteiweißgehaltes gilt folgendes Schema:

Die Untersuchung des Eiweißgehaltes wurde wieder im doppelten Ansatz durchgeführt. Für jeden Ansatz werden 1,5 g der Probe in ein Wägeschiffchen gegeben, welche dann wiederum in ein Aufschlussglas überführt werden. Es werden nun etwa 1 bis 1 ½ Löffel von dem Aufschlussreagens, eine Glasperle und 22,5 ml Schwefelsäure in jedes Aufschlussglas zugegeben. Die Aufschlussgläser werden in den Aufschlussapparat gegeben, wo sie unter dem Abzug für etwa 1 ½ Stunden stehen, bis die Lösung klar geworden ist. Nach Entnahme der Gläser aus dem Apparat werden diese auf Raumtemperatur abgekühlt und mit 200 ml Wasser verdünnt.

Nach dem Aufschluss ist die Wasserdampfdestillation der nächste Schritt. Hierzu wird das Aufschlussglas in den Büchi-Destillationsapparat eingespannt. Weiters wird auch ein Erlenmeyerkolben benötigt, welcher als Gefäß für Destilliervorlage fungiert und im nächsten Schritt für die Titration benötigt wird. Bei diesem Prozess wird durch Zugabe von Natronlauge die Schwefelsäure neutralisiert und der nun entstandene Ammoniak mittels Destillation in die Borsäure-Vorlage überführt.

Nach Ablauf der Destillation wird der nun gefüllte Erlenmeyerkolben genommen und mit Salzsäure, solange titriert bis ein Farbumschlag auftritt. Die benötigte Menge an Salzsäure für den Farbumschlag wird notiert.

Berechnung:

Formel 4

$$\% N = \frac{ml * M * 14}{E * 10}$$

ml: Verbrauch von HCl (in ml)

M: Molarität der Maßlösung

E: Einwaage (in g)

Formel 5

$$\% \text{ Rohprotein} = \% N * 6,25$$

Folgende Materialien werden für die Bestimmung benötigt:

- 1,5 g Probe
- Aufschlussglas (Probenröhrchen 300 ml, BÜCHI Labortechnik AG, Schweiz)
- Aufschlussreagens (1kg Kaliumsulfat + 33,3 g Kupfersulfat – 5 H₂O) + Löffel
- Aufschlussgerät (SpeedDigester K425, BÜCHI Labortechnik AG, Schweiz)
- Büchi-Destillationsapparat (KjelFlex K-360, BÜCHI Labortechnik AG, Schweiz)
- Borsäure (2 %)
- Erlenmeyerkolben (300 ml)
- Glasperlen (10 mm Durchmesser)
- Magnetrührer
- Mikrowaage (Mettler PC 2000, Mettler-Toledo GmbH, Österreich)
- Natronlauge (34 %)
- Salzsäure (0,1 mol/l)
- Schwefelsäure (95 %)
- Wägeschiffchen aus Papier

3.3.5. Bestimmung des Kollagengehaltes (AOAC 990.26.)

Die Bestimmung des Kollagengehaltes erfolgt nach einem leicht abgeänderten Schema von AOAC 990.26. Die Methode beruht auf dem Prinzip der Kolorimetrie, diese wird im Lexikon

der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik wie folgt definiert: „*Methode zur Messung von Farbintensitäten einer Probe auf der Basis des visuellen Vergleichs mit jener von Standardfarben oder -farblösungen.*“ (23, 24)

Für die Bestimmung des Kollagengehaltes gilt folgendes Schema:

Zunächst wird eine Standardreihe für Kollagen benötigt. Hierfür werden 120 g Hydroxyprolin mittels Feinwaage in einen Messkolben eingewogen und schließlich mit Aqua bidest. auf 100 ml aufgefüllt. Die hierbei entstandene Flüssigkeit wird als Stammlösung bezeichnet. Nun wird die Stammlösung im Verhältnis 1:50 verdünnt (10 ml Stammlösung mit 490 ml Aqua bidest.), sodass eine verdünnte Stammlösung entsteht welche als Grundlage für weitere Verdünnungen dient. Für die weiteren Verdünnungen werden je einmal 5, 10, 20 und 40 ml der verdünnten Stammlösung mit Aqua bidest. auf 100 ml verdünnt. Diese Verdünnungen werden als Standardreihenproben bezeichnet.

Für die eigentliche Kollagenbestimmung der Proben nimmt man je 5 g einer Probe und gibt sie in ein Becherglas mit Fassungsvermögen von 200 ml. Beim nächsten Schritt werden 40 ml 6M Schwefelsäure hinzugegeben, die Probe kurz aufgekocht und anschließend das Becherglas mit einem Uhrglas zugedeckt und über Nacht in den Trockenschrank bei 110 °C aufgewärmt. Am nächsten Tag wird das Becherglas abgekühlt und der Inhalt in einen Messkolben mit Fassungsvermögen von 200 ml übergeführt und mit destilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Hierbei ist darauf zu achten, dass das Fett über der Marke steht. Anschließend wird die Lösung filtriert.

Die filtrierte Lösung wird nun im Verhältnis von 1:7 und 1:10 für sämtliche Fleischproben verdünnt (ausgenommen F1). F1 und die Sojaprobe werden im Verhältnis von 1:4 und 1:6 verdünnt. Hierbei ist anzumerken, dass zwei der Sojaprobe (S3+S5) allerdings in einem anderen Verhältnis verdünnt wurden, nämlich im Verhältnis 1:15 und 1:20. Nun werden 2 ml vom Filtrat, 2 ml Aqua bidest. und 2 ml Chloramin T-Lösung in je eine Epruvette pipettiert und anschließend für 20 Minuten bei Raumtemperatur stehen gelassen. Nach Ablauf der Zeit werden 2 ml para-Dimethylaminobenzaldehyd-Lösung zugegeben, die Epruvette in ein Wasserbad bei 60 °C für 20 Minuten erwärmt und geschüttelt. Im nächsten Schritt wird die Epruvette für ca. 10 Minuten unter fließendem Wasser abgekühlt und nachfolgend für weitere 20 Minuten bei Raumtemperatur stehen gelassen. Im Anschluss wird die Extinktion mittels Photometer bei 560 nm gemessen.

Berechnung:*Formel 6*

$$\% HP = \frac{x * 8}{V * E}$$

x: µg abgelesener Wert Hydroxyprolin von Eichkurve

V: Verdünnungsvolumen je nach Probe

E: Einwaage (in g)

Formel 7

$$\text{Kollagenwert} = \frac{\% HP * 8 * 100}{\% N * 6,25}$$

% HP: g Hydroxyprolin /100 g

Folgende Materialien werden für die Bestimmung benötigt:

- 5 g Probenmaterial
- Aqua bidest.
- Becherglas (200 ml)
- Chloramin T-Lösung (Chloramin T 1,41 g + 10 ml H₂O dest. + 10 ml Propanol-1 + 80 ml Puffer pH 6)
- Einmalküvetten (1 cm Schichtdicke)
- Eprouvetten
- Messkolben (200 ml)
- Mikrowaage (Mettler PC 2000, Mettler-Toledo GmbH, Österreich)
- Para-Dimethylaminobenzaldehyd-Lösung (10 g para-Dimethylaminobenzaldehyd + 35 ml Perchlorsäure (60 %) + 65 ml Propanol-2)
- Puffer pH 6 (50 g Citronensäure · H₂O + 12 ml Essigsäure 98 % + 120 g Natriumacetat · 3 H₂O + 34 g Natriumhydroxid) (Mit dest. H₂O auf einen Liter auffüllen + 200 ml dest. Wasser + 300 ml Propanol-1)
- Schwefelsäure 6M
- Schüttelwasserbad (GFL 1083, LAUDA DR.R. WOBSEK GMBH & CO. KG, Deutschland)
- Spektralphotometer (Hitachi U-1900 Spektralphotometer, Hitachi Ltd., Japan)
- Trockenschrank (UF260, Memmert GmbH +Co KG, Deutschland)
- Uhrgläser

3.3.6. Bestimmung der Stärke (r-biopharm: Stärke: 10 207 748 035)

Vor der eigentlichen Stärkebestimmung kann mittels der Iod-Kaliumiodid Probe nachgewiesen werden, ob die zu untersuchende Probe Stärke enthält.

Hierbei wird in einem komplizierten und langwierigen Prozess Stärke zu NADPH abgebaut, welches als Messgröße verwendet werden kann.

Für die Bestimmung der Stärke gilt folgendes Schema:

Man nehme 1 g der Probe und gibt diese in einen Erlenmeyerkolben mit einem Fassungsvermögen von 100 ml. Dem Erlenmeyerkolben samt Probe werden anschließend 20 ml Dimethylsulfoxid (DSMO) und 5 ml HCL zugesetzt, um danach mit Parafilm und Alufolie verschlossen zu werden. Der verschlossene Erlenmeyerkolben wird in einem Wasserbad bei 60 °C für eine Stunde inkubiert, sodass die in der Probe enthaltene Stärke gelöst werden kann. Nach Ablauf der Zeit wird der Kolben wieder aus dem Wasserbad genommen und für ca. 10 Minuten in einem mit Leitungswasser gefüllten Abfluss auf Raumtemperatur abgekühlt. Anschließend werden 5 ml Natronlauge zugegeben und mit Citratpuffer in einem 100 ml Messkolben überführt. Die Lösung wird nun filtriert und das entstandene Filtrat wird in einem Test eingesetzt.

Der Test besteht aus zwei Phasen: In jeder der zwei Phasen wird die Extinktion gemessen.

In der ersten Phase werden ein Reagenzienleerwert, die jeweiligen Proben und ein Probenleerwert angesetzt. Im Falle des Reagenzienleerwertes werden dafür in eine Küvette 200 µl Lösung 1 und 100 µl destilliertes Wasser eingefüllt. Für die jeweiligen Proben werden 200 µl Lösung 1 und 100 µl Probenfiltrat eingefüllt. Für den Probenleerwert wird nur 100 µl des Probenfiltrates benötigt. Der Inhalt der Küvetten wird nun gemischt, mit einem Deckel verschlossen und für 15 Minuten in einem 60° C Wasserbad inkubiert. Alle Küvetten erhalten noch zusätzlich 1000 µl von Lösung 2. Zudem erhalten die Reagenzienleerwert-Küvette und die Probenküvetten noch 1000 µl Aqua bidest., der Probenleerwert hingegen 1200 µl Aqua bidest. Anschließend wird der Inhalt der Küvetten durchmischt und nach einer Wartezeit von 3 Minuten die Extinktion mittels Photometer gemessen und notiert.

Für die zweite Phase des Tests werden in jede Küvette 20 µl der Suspension von Flasche 3 gegeben, alles gemischt und dann für 15 Minuten gewartet. Nachfolgend wird die Extinktion gemessen und notiert.

Berechnung:

$$\Delta E = (E2 - E1)_{\text{Probe}} - (E2 - E1)_{\text{Reagenzienleerwert}}$$

Formel 8

$$\% \text{ Stärke} = \frac{\Delta E * 162,1 * 2,32}{6,3 * 10 * e}$$

E1: Extinktion der 1.Phase vom Test von Probe/Reagenzienleerwert

E2: Extinktion der 2.Phase vom Test von Probe/Reagenzienleerwert

e: Probeneinwaage in g

Folgende Materialien werden für die Bestimmung benötigt:

- Alufolie
- Aqua bidest.
- BOEHRINGER MANNHEIM Test-Kombination Stärke:
 - Flasche 1: 100 mg Lyophilisat aus Citrat-Puffer, pH=4.6 Amyloglucosidase (auflösen in 6 ml Aqua bidest.)
 - Flasche 2: 5 g Pulvergemisch aus Trietanolamin-Puffer, pH=7.6 NADP ATP Magnesiumsulfat (auflösen in 27 ml Aqua bidest.)
 - Flasche 3: 0,7 ml Suspension aus Hexokinase, ca 200 U Glucose-6-phosphat Dehydrogenase, unverdünnt verwenden
 - Flasche 4: Stärke-Standardsubstanz zur Testkontrolle
- Citratpuffer (Citronensäure: 0,112 mol/l + Mono-Natriumcitrat: 0,112 mol/l)
- DMSO
- Salzsäure (8 mol/l)
- Einmalküvetten (1 cm Schichtdicke)
- Erlenmeyerkolben (100 ml)
- Messkolben (100 ml)
- Natronlauge (8 mol/l)
- Parafilm
- Spektralphotometer (Hitachi U-1900 Spektralphotometer, Hitachi Ltd., Japan)
- Thermostat (Julabo Exatherm U3, JULABO GmbH, Deutschland)
- Wasserbad (Wasserbad 6A, JULABO GmbH, Deutschland)

3.4. Mikrobiologie

Bei der mikrobiologischen Untersuchung wurden die folgenden Bakterien untersucht:

- *Gesamtkeimzahl* (mittels Plate Count Agar)
- *Pseudomonaden/Aeromonaden* (mittels GSP Agar)
- *Enterobacteriaceae* (mittels VRBD Agar)
- *Lactobacillen* (mittels MRS Agar)

Für die mikrobiologische Untersuchung gilt folgendes Schema:

Zuerst werden drei Eprövetten beschriftet, eine mit -2, die nächste mit -3 und die letzte mit -4 beschriftet. Jede dieser Eprövetten ist bereits mit 9 ml Peptonwasser gefüllt. Diese Beschriftungen der Eprövetten stehen für die jeweilige Verdünnung, im Falle von -2 von einer Verdünnung von 1:100, bei -3 von einer Verdünnung von 1:1000 usw.

Als nächstes werden die Platten vorbereitet, man benötigt von jeder Plattensorte 2 Stück und teilt jede von diese mit einem wasserfesten Edding in 2 Hälften. Wie in Abb. 33 dargestellt

wird die erste dieser Hälften wird mit -2, die nächste mit -3, die dritte mit -4 und die letzte mit -5 beschriftet.

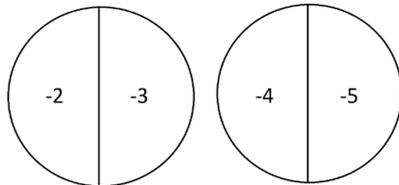


Abbildung 33 Beschriftung der Platten

Im nächsten Schritt werden jeder der Proben 10 g entnommen, in einen Stomacherbeutel gegeben, auf eine Feinwaage gestellt und schließlich so viel Peptonwasser zugegeben, bis die Waage 100 g anzeigt, sodass eine Verdünnung im Verhältnis von 1:10 (= Verdünnung 10^{-1}) entsteht. Die Proben-Peptonwassermischung wird anschließend in einem Stomacher für 1 Minute homogenisiert. Als nächstes werden nun 1 ml von der nun homogenisierten Masse im Stomacherbeutel unter Zuhilfenahme einer Pipettierhilfe samt Glaspipette entnommen und in die erste Eprovette mit der Beschriftung -2 überführt. Dies wird nun für die zwei noch fehlenden Eprovetten wiederholt, mit dem Unterschied, dass 1 ml jeweils aus dem vorangehenden Röhrchen entnommen wird. Wichtig ist auch, dass die Röhrchen nach jedem Befüllen gevortext werden.

Nun werden jeweils 0,1 ml aus allen Eprovetten und dem Stomacherbeutel entnommen und auf die jeweilige Plattenhälfte aufgetragen und ausgestrichen. Hierbei beginnt man mit der höchsten Verdünnungsstufe (10^{-4}) und arbeitet sich zur niedrigsten Verdünnungsstufe (10^{-1}) ohne die Pipettenspitze zu wechseln vor.

Bei der Eprovette mit der Beschriftung -4 wäre das die Plattenhälfte -5, bei der Eprovette mit der Beschriftung -3 die Plattenhälfte -4, bei der Eprovette mit der Beschriftung -2 die Plattenhälfte -3 und der Stomacherbeutel-Inhalt für die Plattenhälfte -2.

Die Beschriftungen der Platten stimmen dementsprechend nicht mit denen der Verdünnung überein, so weist die Plattenhälfte -2 eigentlich eine Verdünnungsstufe 1:10 (= Verdünnung 10^{-1}) auf.

Nach Beimpfen der Platten wird bei Raumtemperatur für ca. 10 Minuten gewartet, bis das Material vom Agar aufgesogen wird. Schließlich werden die Platten abhängig vom Agar eine gewisse Zeit bei einer gewissen Temperatur inkubiert:

- GSP-Agar: 20 °C(Raumtemperatur)/72h, aerob
- VRBD-Agar: 37 °C/24h, aerob
- MRS-Agar: 30 °C/72h, anaerob
- Plate-Count Agar: 30 °C/72h, aerob

Nach Ablauf der Zeit werden die auf den Platten wachsenden Kolonien ausgezählt. Die Berechnung für die Koloniebildenden Einheiten pro Gramm (KbE/g) erfolgt wie folgt:

Formel 9 (Farmiloe'sche Formel) (25)

$$KbE/g = \frac{S}{Vx [n1 + (0,1 x n2)]x d}$$

KbE/g: Koloniebildenden Einheiten pro Gramm

n1: Plattenanzahl der niedrigeren Verdünnungsstufe

n2: Plattenanzahl der höheren Verdünnungsstufe

V: auf die Platten pipettierte Verdünnung in ml

d: Verdünnungsfaktor (der niedrigsten ausgewerteten Verdünnungsstufe)

S: Summe aller auszählbarer Kolonien (welche zwischen 10 und 300 liegen)

Im Falle das keine Mikroorganismen bei allen Verdünnungsstufen nachweisbar sind, liegt die Probe unter der Nachweisgrenze und wird mit <100 KbE/g betitelt. Im Falle, dass nur eine Verdünnungsstufe auswertbar ist, wird die oben beschriebene Formel leicht abgeändert.

Formel 10

$$KbE/g = \frac{S}{Vx n x d}$$

Folgende Materialien werden für die Bestimmung benötigt:

- Anaeroben-Behälter
- Brutschrank (Memmert Brutschrank IN 30 Memmert GmbH +Co KG, Deutschland)
- Edding
- Einweg-Gasgeneratorbeutel
- Epprouvetten

- Glaspipetten (1 ml)
- Peptonwasser
- Pipettierhilfe
- Platten
 - GSP-Agar, Pseudomonaden-Aeromonaden-Selektivagar nach KIELWEIN
 - VRBD-Agar, Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose-Agar nach MOSSEL
 - MRS-Agar, Lactobacillus-Agar nach DE MAN, ROGOSA und SHARPE
 - Plate-Count Agar, Caseinpepton-Glucose-Hefeextrakt-Agar
- Sterile Pipetten
- Sterile Scheren
- Stomacher (Mischer BagMixer P, INTERSCIENCE, Frankreich)
- Stomacherbeutel
- Vortexmischer (VORTEX GENIE 2, Fisher Scientific GmbH, Deutschland)
- Waage (FX-2000, LENZ Elektronische Wäge- u. Abfüllsysteme Ges.m.b.H, Österreich)

3.5. T-Test

Für die Bestimmungen der Abdeckungen der einzelnen Inhaltsstoffe wurden jeweils ein ungerichteter Zweistichproben t-Test durchgeführt. Der Zweistichproben t-Test wurde für einen Vergleich von Fleischprodukten mit Sojaprodukten genutzt.

Für die Durchführung eines t-Tests gilt, unabhängig davon, ob ein Einstichproben t-Test oder ein Zweistichproben t-Test durchgeführt wurde, dass eine Nullhypothese und als Gegenspieler eine Alternativhypothese aufgestellt werden muss.

Im weiteren Sinne muss das Signifikanzniveau festgelegt werden und die Freiheitsgrade bestimmt werden. Mitthilfe dieser zwei Parameter kann anhand einer Tabelle der kritische t-Wert bestimmt werden. Dieser wird dann mit der berechneten t-Statistik verglichen, woraus sich ergibt, ob eine Nullhypothese zu verwerfen ist, oder bestehen bleibt.

So gilt für den ungerichteten Zweistichproben t-Test folgendes: (Vgl. 4.5.1. Wassergehalt)

- Null-Hypothese: Fleisch hat den gleichen Wassergehalt-Mittelwert wie Soja. $F = S$
- Alternativ-Hypothese: Soja und Fleisch haben nicht den gleichen Wassergehalt-Mittelwert. $F \neq S$

Die durchgeführten Zweistichproben t-Tests wurden mit Excel berechnet.

4. Ergebnisse

Die folgenden Tabellen enthalten die bestimmten Werte der verschiedenen Inhaltstoffe. Die Ergebnisse liegen alle im erwarteten Rahmen (tolerierbare Abweichung von +/- 20 %), bezogen auf die angegebenen Nährstoffkennzeichnung der jeweiligen Produkte mit der Ausnahme von vier Produkten für Fett (F1 (Abweichung von 28 %), S1 (Abweichung von 78 %), S3 (Abweichung von 76 %), S5 (Abweichung von 25 %)) und einem Produkt für Protein: (F6 (Abweichung von 32 %)). Zunächst werden die bestimmten Werte der Fleischprodukte aufgelistet. Anschließend folgen die Sojaprodukte. Nach den einzelnen Inhaltsstoffen folgen am Ende jeweils die Ergebnisse der Mikrobiologie.

4.1. Fleisch/Nährstoffe

Tabelle 1 Nährstoffe/Fleischprodukte

Probe	Wassergehalt (%)	Fettgehalt (%)	Rohasche (%)	Proteingehalt (%)	Kollagen (%)	Stärke (%)
F1	56,40	25,40	0,80	16,70	3,30	0,00
F2	74,10	2,26	1,36	21,95	0,43	0,00
F3	53,56	11,57	1,96	15,33	0,65	9,70
F4	57,02	12,19	2,86	16,28	1,25	7,00
F5	74,53	2,09	1,19	20,05	0,65	0,00
F6	48,92	23,84	2,40	12,10	1,57	7,40
F7	59,62	22,45	0,80	16,94	1,68	0,00
F8	61,26	21,77	2,85	12,81	1,79	0,75

Legende: Tab.1 listet die Ergebnisse untersuchten Nährstoffe bei den Fleischproben auf.

4.2. Fleisch/ Mikrobiologie

Tabelle 2 Mikrobiologie/Fleischprodukte

Probe	Gesamtkeimzahl (KbE/g)	Enterobacteriaceae (KbE/g)	Pseudomonaden/Aeromonaden (KbE/g)	Lactobacillen (KbE/g)
F1	$> 3 \times 10^4$	$1,4 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$	200
F2	$> 3 \times 10^4$	<100	100	<100
F3	100	<100	<100	<100
F4	$1,1 \times 10^3$	<100	<100	<100
F5	$2,4 \times 10^4$	$6,8 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	1×10^4
F6	$1,7 \times 10^3$	<100	<100	<100
F7	$2,2 \times 10^4$	<100	<100	200
F8	$>3 \times 10^4$	<100	<100	$>3 \times 10^4$

Legende: Tab. 2 enthält die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Fleischprodukte.

4.3. Soja/Nährstoffe

Tabelle 3 Nährstoffe/Sojaprodukte

Probe	Wassergehalt (%)	Fettgehalt (%)	Rohasche (%)	Proteingehalt (%)	Kollagen (%)	Stärke (%)
S1	57,77	10,11	5,28	11,35	0,00	2,51
S2	62,36	14,49	2,36	12,73	0,00	0,70
S3	7,75	4,24	5,73	46,79	0,40	3,86
S4	51,68	12,92	1,75	12,43	0,00	7,92
S5	6,85	5,98	5,62	47,46	0,10	3,26
S6	61,73	10,67	2,46	16,11	0,10	0,59
S7	76,21	6,32	1,20	13,63	0,00	0,18
S8	59,46	19,22	2,20	10,69	0,00	0,58

Legende: Tab.3 listet die Ergebnisse untersuchten Nährstoffe bei den Sojaprobe auf.

4.4. Soja/Mikrobiologie

Tabelle 4 Mikrobiologie/Sojaprodukte

Produkte	Gesamtkeimzahl (KbE/g)	Enterobacteriaceae (KbE/g)	Pseudomonaden/Aeromonaden (KbE/g)	Lactobacillen (KbE/g)
S1	$1,4 \times 10^4$	<100	<100	$3,5 \times 10^3$
S2	$>3 \times 10^4$	<100	<100	$>3 \times 10^4$
S3	900	<100	<100	<100
S4	600	<100	<100	<100
S5	100	<100	<100	200
S6	$>3 \times 10^4$	<100	<100	$>3 \times 10^4$
S7	100	<100	<100	<100
S8	700	<100	<100	1000

Legende: Tab. 4 enthält die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Sojaprodukte.

4.5. Abdeckung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der durchgeführten t-Tests aufgelistet. Nach der Durchführung der t-Tests werden zusätzlich bei jedem Nährstoff noch eine oder mehrere Tabellen zur Auflistung der täglichen Bedarfsabdeckung des jeweiligen Nährstoffes aufgelistet.

4.5.1. Wassergehalt

Der Wassergehalt der Fleischprodukte lag im Mittel bei 60,68 (+/-9,21) (Min: 48,92 Max: 74,10).

Bei den Sojaprodukten lag der Wassergehalt im Mittel bei 47,98(+/-26,03) (Min: 6,85 Max: 76,21).

Im Wassergehalt unterschieden sich die beiden Produktgruppen nicht signifikant voneinander (t-Wert: 2,26, P-Wert: 0,23).

Tabelle 5 Wassergehalt Abdeckung (26)

Alter	Wasserzufuhr durch feste Nahrung (in ml/Tag)
7 bis unter 10	600
10 bis unter 13	710
13 bis unter 15	810
15 bis unter 19	920
19 bis unter 25	890
25 bis unter 51	860
51 bis unter 65	740
65+	680

Legende: Tab.5 enthält Richtwerte für die Wasserzufuhr durch feste Nahrung, in Abhängigkeit von dem Alter

4.5.2. Fettgehalt

Der Fettgehalt der Fleischprodukte lag im Mittel bei 15,20(+/9,53) (Min: 2,09 Max: 25,40)

Bei den Sojaprodukten lag der Fettgehalt im Mittel bei 10,49(+/-5,00) (Min: 4,24 Max: 14,49)

Im Fettgehalt unterschieden sich die beiden Produktgruppen nicht signifikant voneinander (t-Wert: 2,14, P-Wert: 0,12).

Im Anschluss wird hierbei noch auf die Berechnung der Abdeckung für Fett eingegangen:

Tab. 6 zeigt den täglichen Fettbedarf für die unterschiedlichen Altersgruppen an: Hierbei ist hinzuweisen, dass für die Fettbedarfsbestimmung eine Umrechnung notwendig ist, da dieser sich vom Energiegehalt ableitet. Für diese Umrechnung wird ein Umrechnungsfaktor benötigt, welcher abhängig von der Einheit entweder 9 kcal/g oder 37 kJ/g beträgt. (26, 27)

Tabelle 6 Fettgehalt Abdeckung (26)

Alter	% der Energie
7 bis unter 10	30-35
10 bis unter 13	30-35
13 bis unter 15	30-35
15 bis unter 19	30
19 bis unter 25	30
25 bis unter 51	30
51 bis unter 65	30
65+	30

Legende: Tab.6 enthält Richtwerte für die Abdeckung des Fettgehaltes, in Abhängigkeit von dem Alter

Tabelle 7 Energiebedarf Männlich (26)

Alter	Ruheenergieverbrauch	PAL 1,4	PAL 1,6	PAL 1,8	PAL 2,0
Männlich (in kcal/Tag)					
7 bis unter 10	1170	1700	1900	2100	-
10 bis unter 13	1340	1900	2200	2400	2700
13 bis unter 15	1610	2300	2600	2900	3200
15 bis unter 19	1850	2600	3000	3400	3700
19 bis unter 25	1730	2400	2800	3100	3500
25 bis unter 51	1670	2300	2700	3000	3300
51 bis unter 65	1580	2200	2500	2800	3200
65+	1530	2100	2500	2800	3100

Legende: Tab.7 Auflistung des täglichen Energiebedarfes männlicher Personen, abhängig von Alter und Physical Activity Level (PAL)

Tabelle 8 Energiebedarf Weiblich (26)

Alter	Ruheenergieverbrauch	PAL 1,4	PAL 1,6	PAL 1,8	PAL 2,0
Weiblich (in kcal/Tag)					
7 bis unter 10	1080	1500	1800	2000	-
10 bis unter 13	1230	1700	2000	2200	2500
13 bis unter 15	1380	1900	2200	2500	2800
15 bis unter 19	1430	2000	2300	2600	2900
19 bis unter 25	1370	1900	2200	2500	2700
25 bis unter 51	1310	1800	2100	2400	2600
51 bis unter 65	1220	1700	2000	2200	2400
65+	1180	1700	1900	2100	2400

Legende: Tab.8 Auflistung des täglichen Energiebedarfes weiblicher Personen, abhängig von Alter und PAL

Zum besseren Verständnis wird der Fettbedarf anhand eines Beispiels ausgerechnet: Da der Energiebedarf in kcal angegeben ist wird der Umrechnungsfaktor von 9 benötigt. (27)

Beispiel Männlich 19–25 Jahre PAL 1,4: Energiebedarf: 2400 kcal/Tag

Wie aus der Tab. 6 zu entnehmen ist hat eine Person im Alter von 19–25 Jahren einen Fettbedarf welcher 30 % der Energie entspricht: Es ergibt sich folgende Formel für den Fettbedarf (in g):

Formel 11

$$\frac{\text{Energiebedarf (in kcal)} \times \% \text{ der Energie}}{100 \times \text{Umrechnungsfaktor}}$$

Für unser Beispiel würde sich folgender Wert ergeben:

$$\frac{2400 \times 30}{100 \times 9} = 80\text{g}$$

Dies bedeutet eine männliche Person im Alter von 19-25 Jahren mit einem PAL von 1,4 hätte einen Fettbedarf von 80 g.

Tabelle 9 Fettbedarf Männlich (26)

Alter	Ruheenergieverbrauch	PAL 1,4	PAL 1,6	PAL 1,8	PAL 2,0
Männlich (in g/Tag)					
7 bis unter 10	39,00 – 45,50	56,60 – 66,10	63,30 – 73,90	70,00 – 81,70	-
10 bis unter 13	44,60 – 52,10	63,30 – 73,90	73,30 – 85,60	80,00 – 93,30	90,00 – 105,00
13 bis unter 15	53,60 – 62,60	76,60 – 89,40	86,60 – 101,10	96,60 – 112,80	106,60 – 124,40
15 bis unter 19	61,60	86,80	100,00	96,60	123,30
19 bis unter 25	57,60	80,00	93,30	103,30	116,60
25 bis unter 51	55,60	76,60	90,00	100,00	110,00
51 bis unter 65	52,60	73,30	83,30	93,30	106,60
65+	51,00	70,00	83,30	93,30	103,30

Legende: Tab.9 Fettbedarf abhängig von Alter und PAL für männliche Personen

Tabelle 10 Fettbedarf Weiblich (26)

Alter	Ruheenergieverbrauch	PAL 1,4	PAL 1,6	PAL 1,8	PAL 2,0
Weiblich (in g/Tag)					
7 bis unter 10	36,00 – 42,00	50,00 – 58,30	60,00 – 70,00	66,60 – 77,80	-
10 bis unter 13	41,00 – 47,80	56,60 – 66,10	66,60 – 77,80	73,30 – 85,60	83,30 – 97,20
13 bis unter 15	46,00 – 53,70	63,30 – 73,90	73,30 – 85,60	83,30-97,20	93,30 – 108,90
15 bis unter 19	47,60	66,60	76,60	86,60	96,60
19 bis unter 25	45,60	63,30	73,30	83,30	90,00
25 bis unter 51	43,60	60,00	70,00	80,00	86,60
51 bis unter 65	40,60	56,60	66,60	73,30	80,00
65+	39,30	56,60	63,30	70,00	80,00

Legende: Tab.10 Fettbedarf abhängig von Alter und PAL für weibliche Personen

4.5.3. Rohasche

Die Rohasche der Fleischprodukte lag im Mittel bei 1,78(+/-0,86) (Min: 0,89 Max: 2,85).

Bei den Sojaprodukten lag die Rohasche im Mittel bei 3,33(+/-1,88) (Min: 1,20 Max: 5,73).

Bei der Rohasche unterschieden sich die beiden Produktgruppen nicht signifikant voneinander (t-Wert: 2,22, P-Wert: 0,06).

Die Rohasche entspricht in etwa dem Wert der in dem jeweiligen Produkt enthaltenen Mineralstoffe. Hierbei ist zu erwähnen, dass es keine allgemeine Vorgabe für die angemessene Zufuhr für alle Mineralstoffe gibt, stattdessen sind diese je auf ein Mengen- bzw. Spurenelement bezogen.

Tabelle 11 Mineralstoffbedarf (26, 28)

Alter	Essenzielle Mineralstoffe gesamt (in g/Tag)
7 bis unter 10	5,79
10 bis unter 13	8,31
13 bis unter 15	9,94
15 bis unter 19	10,65
19 bis unter 25	9,88
25 bis unter 51	9,85
51 bis unter 65	9,85
65+	9,85

Legende: Tab. 11 enthält den Mineralstoffbedarf in g/Tag, abhängig vom Alter. Dieser wurde bestimmt, indem der jeweilige Bedarf der einzelnen essenziellen Mineralstoffe addiert wurde. Cobalt und Schwefel wurde hierbei ausgelassen, da für diese beiden Mineralstoff noch kein Recommended Daily Allowance (RDA) festgelegt wurde. (29, 30)

4.5.4. Proteingehalt

Der Proteingehalt der Fleischprodukte lag im Mittel bei 16,52(+/-3,31) (Min:12,10 Max: 21,95).

Bei den Sojaprodukten lag der Proteingehalt im Mittel bei 21,39(+/-15,96) Min: 10,69 Max: 47,46).

Im Proteingehalt unterschieden sich die beiden Produktgruppen nicht signifikant voneinander (t-Wert: 2,30, P-Wert: 0,42).

Tabelle 12 Proteinbedarf (26)

Alter	Männlich (in g/Tag)	Weiblich (in g/Tag)
7 bis unter 10	26	26
10 bis unter 13	37	38
13 bis unter 15	50	49
15 bis unter 19	62	48
19 bis unter 25	57	48
25 bis unter 51	57	48
51 bis unter 65	55	47
65+	67	57

Legende: Tab. 12 enthält den Proteinbedarf in g/Tag, abhängig vom Alter und Geschlecht.

4.5.5. Kollagen

Das Kollagen der Fleischprodukte lag im Mittel bei 1,42(+/-0,92) (Min: 0,43 Max: 3,30)

Bei den Sojaprodukten lag das Kollagen im Mittel bei 0,08(+/-0,14) (Min: 0,00 Max: 0,40)

Bei Kollagen unterschieden sich die beiden Produktgruppen signifikant voneinander (t-Wert: 2,36 P-Wert: 0,01).

Für Kollagen wurde kein Richtwert oder ähnliches festgelegt, in einigen Studien wurde allerdings ein positiver Effekt bei Probanden wahrgenommen z.B. in Form von gestärkten Sehnen und Bänder oder besserer Hautelastizität. In diesen Studien nahmen die Probanden pro Tag 2,5 g – 15 g Kollagen über einen längeren Zeitraum zu sich. (31)

4.5.6. Kohlenhydrate (+Stärke)

Die Kohlenhydrate der Fleischprodukte lagen im Mittel bei 4,28(+/-5,47) (Min: 0,00 Max:

Bei den Sojaprodukten lagen die Kohlenhydrate im Mittel bei 7,47(+/-6,77) (Min:

Bei dem Kollagen unterschieden sich die beiden Produktgruppen nicht signifikant voneinander (t-Wert: 2,15 P-Wert: 0,32).

Die Stärke der Fleischprodukte lag im Mittel bei 3,11(+/-4,16) (Min: 0,00 Max: 9,70).

Bei den Sojaprodukten lag die Stärke im Mittel bei 2,45(+/-2,61) (Min:0,18 Max: 7,92)

Bei dem Kollagen unterschieden sich die beiden Produktgruppen nicht signifikant voneinander (t-Wert: 2,15 P-Wert: 0,71).

Über 50 % des Energiebedarfes soll durch Kohlenhydrate abgedeckt werden. (26) Mit der bei dem Fettgehalt Abdeckung angegebenen Tab. 7 und Tab. 8 und der im gleichen Abschnitt angegebenen Gleichung zur Bestimmung des Fettbedarfes kann nun auch der Kohlenhydrate-Bedarf ermittelt werden. Für die Ermittlung der Kohlenhydrate muss in diesem Fall für den % Wert der Energie der Wert von 50 eingesetzt werden.

Tabelle 13 Kohlenhydrate Bedarf Männlich

Alter	Ruheenergieverbrauch	PAL 1,4	PAL 1,6	PAL 1,8	PAL 2,0
Männlich (in g)					
7 bis unter 10	65,00	94,44	105,55	116,66	-
10 bis unter 13	74,44	105,55	122,22	133,33	150
13 bis unter 15	89,44	127,77	144,44	161,11	177,77
15 bis unter 19	102,77	144,44	166,66	188,88	205,55
19 bis unter 25	96,11	133,33	155,55	172,22	194,44
25 bis unter 51	92,77	127,77	150,00	166,66	183,33
51 bis unter 65	87,77	122,22	138,88	155,55	177,77
65+	85,00	116,66	138,88	155,55	172,22

Legende: Tab. 13 Kohlenhydrate Bedarf für männliche Personen, abhängig von Alter und PAL

Tabelle 14 Kohlenhydrate Bedarf Weiblich

Alter	Ruheenergieverbrauch	PAL 1,4	PAL 1,6	PAL 1,8	PAL 2,0
Weiblich (in g)					
7 bis unter 10	60,00	83,33	100,00	111,11	-
10 bis unter 13	68,33	94,44	111,11	122,22	138,88
13 bis unter 15	76,66	105,55	122,22	138,88	155,55
15 bis unter 19	79,44	111,11	127,77	144,44	161,11
19 bis unter 25	76,11	105,66	122,22	138,99	150,00
25 bis unter 51	72,77	100,00	116,77	133,33	144,44
51 bis unter 65	67,77	94,44	111,11	122,22	133,33
65+	65,44	94,44	105,55	116,66	133,33

Legende: Tab. 14 Kohlenhydrate Bedarf für weibliche Personen, abhängig von Alter und PAL

5. Diskussion

Als Nächstes wenden wir uns dem Nährstoffbedarf zu, bezogen auf die Inhaltsstoffe, welche im Rahmen der bereits beschriebenen Untersuchungen bestimmt wurden. Dazu gehören Wassergehalt, Fett, Protein, Rohasche, Kollagen und Stärke. Ziel dieses Vergleiches ist es zu bestimmen, welche Produkte das Bedürfnis der Zielpersonen besser abdecken. Hierfür werden die im vorherigen Kapitel durchgeführten t-Tests als Grundlage herangezogen.

5.1. Wassergehalt Abdeckung

Es ist laut den Ergebnissen von 4.5.1. Wassergehalt die Schlussfolgerung zu ziehen, dass die Mittelwerte des Wassergehaltes sowohl bei Soja als auch Fleisch durchschnittlich gesehen, als gleichwertig zu betrachten sind. Dies bedeutet auch, dass bezüglich der Abdeckung des Wassergehaltes (Vgl. Tab.6) keine der beiden Kategorien besser abschneidet.

5.2. Fettgehalt Abdeckung

Es ergibt sich somit, anhand der Ergebnisse von 4.5.2. Fettgehalt, dass die Fleisch-als auch Sojaprodukte durchschnittlich gesehen den gleichen Fettgehalt aufweisen. Somit sind sowohl Fleisch als auch Soja als gleichwertig zu betrachten, bezüglich ihrer Abdeckung gegenüber Fett. (Vgl Tab. 8, Tab. 11 und Tab. 12)

5.3. Rohasche Abdeckung

Auch hier ergibt sich laut 4.5.3. Rohasche, dass die Sojaprodukte und Fleischprodukte als durchschnittlich gesehen als gleichwertig zu betrachten sind.

5.4. Proteingehalt Abdeckung

Es ist laut den Ergebnissen von 4.5.4. Proteingehalt die Schlussfolgerung zu ziehen, dass die Mittelwerte des Proteingehaltes sowohl bei Soja als auch Fleisch durchschnittlich gesehen, als gleichwertig zu betrachten sind. Dies bedeutet auch, dass bezüglich der Abdeckung des Proteingehaltes (Vgl. Tab. 16) keine der beiden Kategorien besser abschneidet.

5.5. Kollagen Abdeckung

Wie die Ergebnisse von 4.5.5. Kollagen zeigen, decken die Fleischprodukte durchschnittlich gesehen, nicht überraschend den Kollagenbedarf besser ab.

5.6. Kohlenhydrate (+Stärke) Abdeckung

Die Ergebnisse von 4.5.6. Kohlenhydrate (+Stärke) zeigen auf, dass die Fleisch-als auch Sojaprodukte durchschnittlich gesehen den gleichen Kohlenhydrate- als auch Stärkegehalt aufweisen. Somit sind sowohl Fleisch als auch Soja als gleichwertig bezüglich ihrer Kohlenhydrate und Stärke Abdeckung zu betrachten. (Vgl. Tab. 20 und Tab. 21)

Kurz zusammengefasst kann man bei fast allen Nährstoffen sowohl Soja als auch Fleisch als gleichwertig zu betrachten sind

5.7. Zusammenfassung Abdeckung

Kurz zusammengefasst kann man bei fast allen Nährstoffen sowohl Soja als auch Fleisch als gleichwertig zu betrachten sind mit der Ausnahme von Kollagen, welches bei den Fleischprodukten höher ausfällt.

An dieser Stelle sind allerdings noch einige weitere wichtige Aspekte nicht außer Acht zu lassen. Zum einen ist zu erwähnen, dass es bei den insgesamt 16 ausgewählten Produkten, hiervon acht jeder Kategorie (Fleisch und Soja) um eine relativ kleine, nicht repräsentative Stichprobe handelt, die den gesamten Produktmarkt der Fleisch- bzw. Sojaprodukte in Österreich nicht adäquat abdeckt. Ein Blick auf das Warensortiment der hier in Österreich ansässigen Supermärkte ergibt, dass allein für die Soja-Fleischersatzprodukte ca. 50 verschiedene Produkte auf dem Markt vorliegen. Bei einer Populationsgröße von 50, mit einem Konfidenzniveau von 95 % und einer Fehlerspanne von 10 % würde dies eine Stichprobengröße von 34 ergeben.

Im Falle der ausgewählten Produkte ist zusätzlich zu erwähnen, dass darauf geachtet wurde, vergleichbare Produkte heranzuziehen, was aber den Nachteil mit sich bringt, dass die Fleischprodukte alle in die Kategorie der Premiumprodukte fallen und somit das Ergebnis dementsprechend beeinflussen könnten.

Im weiteren Sinne ist zu erwähnen, dass in dieser Arbeit die Produkte nach den Vorgaben des Institutes der Fleischhygiene der Veterinärmedizinischen Universität auf deren Inhaltsstoffe untersucht wurden. Diesbezüglich wurden Untersuchungen auf gewisse Nährstoffe, wie z.B. Kohlenhydrate allgemein, Ballaststoffe oder auch die Aufschlüsselung der einzelnen Mineralstoffe nicht durchgeführt.

Nun zum Thema Mikrobiologie: Wie die in dem in Kapitel 3.2 Fleisch/Mikrobiologie und Kapitel 3.4 Soja/Mikrobiologie aufgeführten Ergebnisse zeigen, schneiden die Sojaprodukte im Vergleich zu den Fleischprodukten besser ab.

Betrachten wir nun einmal die unterschiedlichen Kategorien genauer:

Bei der Gesamtkeimzahl ergibt sich für die Fleischprodukte ein Mittelwert von $1,7 \times 10^4$ KbE/g (geringster Wert: 100 KbE/g, höchster Wert: $>3 \times 10^4$ KbE/g) Bei der Gesamtkeimzahl der Sojaprodukte ergibt sich ein Mittelwert von $9,6 \times 10^3$ KbE/g (geringster Wert: 100 KbE/g, höchster Wert: $>3 \times 10^4$ KbE/g). Somit weisen die Fleischprodukte durchschnittlich gesehen eine höhere Gesamtkeimzahl auf.

Bei den Enterobacteriaceae ergibt sich für die Fleischprodukte ein Mittelwert von $1,0 \times 10^3$ (geringster Wert: <100 KbE/g, höchster Wert: $6,8 \times 10^3$ KbE/g). Bei den Sojaprodukten hingegen wurden keine Enterobacteriaceae nachgewiesen. Somit weisen die Fleischprodukte eine höhere Anzahl von Enterobacteriaceae auf.

Bei den Pseudomonaden/Aeromonaden ergibt sich für die Fleischprodukte ein Mittelwert von $3,4 \times 10^3$ KbE/g (geringster Wert: <100 KbE/g, höchster Wert: $1,5 \times 10^4$ KbE/g). Bei den Sojaprodukten wurden keine Pseudomonaden/Aeromonaden nachgewiesen. Somit weisen die Fleischprodukte eine höhere Anzahl von Pseudomonaden/Aeromonaden auf.

Bei den Lactobacillen ergibt sich für die Fleischprodukte ein Mittelwert von $5,1 \times 10^3$ KbE/g (geringster Wert: <100 KbE/g, höchster Wert: $>3 \times 10^4$ KbE/g). Bei den Sojaprodukten ergibt sich ein Mittelwert von $8,1 \times 10^3$ KbE/g (geringster Wert: <100 KbE/g, höchster Wert: $>3 \times 10^4$ KbE/g) Somit weisen die Sojaprodukte durchschnittlich gesehen eine höhere Anzahl an Lactobacillen auf.

Die Sojaprodukte sind mikrobiologisch gesehen als unbedenklicher einzustufen, aufgrund der geringeren mikrobiologischen Belastung. Zudem richten die nachgewiesenen Keime der Fleischprodukte (Enterobacteriaceae und Pseudomonaden/Aeromonaden) weltweit gesehen als auch in Österreich größeren Schaden als Lactobacillen. (32–35)

5.8. CO₂ – Äquivalente

Im nächsten Abschnitt möchte im Weiteren noch auf die Herkunft der Produkte eingehen und diese miteinander vergleichen. Dieser Vergleich ist insbesondere von Bedeutung, da die Herkunft, Produktion und vor allem der Transport in Bezug auf das Thema Nachhaltigkeit von entscheidender Bedeutung ist. Hierbei beginne ich wieder mit den Fleischprodukten:

Tabelle 15 Herkunft Fleisch

Produkt	Aus Österreich	Nicht aus Österreich	Herkunft ungewiss
F1	x		
F2	x		
F3	x		
F4	x		
F5	x		
F6	x		
F7	x		
F8	x		

Legende: Die Herkunft der Fleischprodukte wurden den Verpackungen und Herstellerseiten entnommen, bei den Fleischprodukten ist zu erwähnen, dass diese angeben, dass die Tiere in Österreich geboren, gemästet und geschlachtet wurden

Tabelle 16 Herkunft Soja

Produkt	Aus Österreich	Nicht aus Österreich	Herkunft ungewiss
S1			x
S2		Europa	
S3	x		
S4			x
S5	x		
S6		Europa	
S7	x		
S8		Europa	

Legende: Die Herkunft der Sojaprodukte wurde ebenso den Verpackungen und Herstellerseiten entnommen.

Kurz zusammengefasst kann man sagen, dass es detailliertere Informationen zur Herkunft bei den Fleischprodukten gibt, ein Umstand der sicherlich zum Teil der verpflichtenden Herkunftskennzeichnung von nicht verarbeitetem Fleisch und Faschiertem seit 2015 geschuldet ist. (36) Bei den Sojaprodukten fällt auf, dass die Angaben der Herkunft, wenn sie überhaupt existieren, meist sehr viel allgemeiner gehalten werden.

Bezüglich des Thema Herkunft, Produktion, Transport bezogen auf Nachhaltigkeit ist vor allem der Begriff der CO₂-Bilanz bzw. CO₂-Fußabdruck, ein Maß für die Menge an CO₂, die direkt und indirekt während der Herstellung eines Produktes entstehen, entscheidend. (37)

Zahlreiche Studien haben sich diesem Thema angenommen: den Carbon Footprint (CF) zu bestimmen; kein leichtes Unterfangen auch deshalb, da der CF sämtlichen Punkte der Produktionskette mit einbeziehen sollte und somit verschiedene Faktoren wie z.B. den Anbau des Rohmaterials/Futtermaterial, oder die Haltungsform der Tiere diesen maßgeblich beeinflussen. (38) In diesem Zusammenhang ist auch der Begriff des CO₂-Äquivalenten (CO₂e) zu nennen, welcher für „ein Maß für das Treibhauspotential einer Substanz oder die klimaschädliche Wirkung einer Aktivität“ (39) steht. Anders formuliert könnte man sagen es ist ein Maß für die gesamte Menge an Emissionen von allen Treibhausgasen oder Aktivitäten (Produkte!), umgerechnet in die entsprechende Menge an CO₂. Bei dieser Umwandlung entspricht die klimaschädliche Wirkung der Treibhausgase oder Aktivitäten der klimaschädlichen Wirkung der Treibhausgase oder Aktivitäten denen der adäquaten Menge an CO₂. (39)

Tabelle 17 Lebensmittel/Emissionen (40)

Lebensmittel	Rinderfleisch	Schweinefleisch	Geflügelfleisch	Sojabohnen
kgCO ₂ e pro kg Produkt	22,20	4,78	1,52	0,79

Legende: Die in Tab. 17 angegeben Werte stammen aus einer Studie, die sich mit der CO₂-Bilanz und allgemein der Auswirkung von Treibhausgasen, die mit dem Konsum von Lebensmitteln und anderen Produkten einhergehen beschäftigt hat. Die oben angegebenen Zahlen beziehen sich auf in Österreich verkaufte Produkte, die aber nicht zwingend in Österreich hergestellt wurden. In anderen Worten werden hierbei sowohl die Emissionen von in Österreich und außerhalb von Österreich hergestellten Produkte, (die dann in Österreich verkauft werden) miteinbezogen. (40)

Was bedeutet dies nun für unsere Produkte? Tab. 17 zeigt, dass die Emissionen bei Fleisch höher ausfallen als die von Sojabohnen. Doch ist dies auch noch der Fall, wenn man die Werte an die weiter obenstehenden Ergebnisse der Nährstoffanalyse anpasst.

Wenn auch nur knapp, so decken die Fleischprodukte den Bedarf mancher Nährstoffe (Kollagen) besser ab als ihre Gegenspieler. Würde man nun die Differenz anpassen, sprich man passt die Menge an Sojaprodukt so an, sodass die gleiche Menge an Sojaprodukt nährstoffmäßig den 100 g Fleischprodukt entspräche, würde sich folglich auch die Menge an kgCO₂e pro kg Produkt anpassen.

Gehen wir es einmal durch:

Für die Fleischprodukte ergibt sich ein Kollagenwert (Mittelwert aller Fleischprodukte) von 1,42 g, für die Sojaprodukte ergibt sich ein Kollagenwert (Mittelwert aller Sojaprodukte) von 0,08 g.

Soja:

$$\frac{100 \text{ g von Sojaprodukte} \times 1,42 \text{ g}}{0,08 \text{ g}} = 1775 \text{ g}$$

Erklärung für die Rechnung:

100 g von den Sojaprodukten entsprechen 0,08 g Kollagen. Wie viel Gramm Sojaprodukt braucht man für eine Menge von 1,42 g Kollagen?

Die 1775 g entsprechen der Masse an Sojaprodukt bei denen die Sojaprodukte den gleichen Kollagengehalt haben wie die Fleischprodukte.

$$\frac{0,79 \text{ kgCO}_2\text{e} \times 1775 \text{ g}}{1000} = 1,40 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

Erklärung für die Rechnung:

Hierbei geht es darum zu bestimmen wie viel kgCO₂e auf 650 g Sojaprodukt kommen. Die 0,79 kgCO₂e stammen aus Tab. 17. Das Ergebnis beträgt 0,51 kgCO₂e. Nun muss es noch mit dem Ergebnis fürs Fleisch verglichen werden.

Fleisch (Geflügelfleisch)

$$\frac{1,52 \text{ kgCO}_2\text{e} \times 100 \text{ g}}{1000} = 0,152 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

Erklärung für die Rechnung:

Hierbei geht es darum zu bestimmen wie viel kgCO₂e auf 100 g Fleischprodukt kommen.

Die oben durchgeführten Rechnungen zur Bestimmung der CO₂-Äquivalente bei (Geflügel)Fleisch und Sojaprodukte bezogen auf Kollagen wurden nochmals sowohl mit

Schweinefleisch als auch Rinderfleisch durchgeführt. Bei dem Schweinefleisch kommt man auf ein Ergebnis von 0,48 kgCO₂e, bei Rinderfleisch auf ein Ergebnis von 2,22 kgCO₂e.

Es ergibt sich somit, dass sowohl Geflügelfleisch als auch Schweinefleisch ein besseres Ergebnis erzielen als Soja. Im Unterschied dazu hingegen fallen die Werte des Rinderfleisches schlechter aus. Man beachte auch, dass sich diese Berechnungen nur auf den Nährstoff Kollagen beziehen. Für die anderen Nährstoffe ist die diese Berechnung nicht zulässig, da die Ergebnisse der zuvor durchgeführten t-Tests aufzeigen, dass die Sojaprodukte im Unterschied zu den Fleischprodukten in etwa als gleichwertig zu betrachten sind und keine signifikante Differenz hierbei vorliegt.

Fassen wir die Ergebnisse dieser Rechnungen und die der vorangegangenen Ergebnisse bezüglich Nährstoffe und Mikrobiologie zusammen ergibt sich folgende Schlussfolgerung: Die Sojaprodukte sind als nachhaltiger einzustufen mit der Ausnahme von Kollagen, in welchem Fall die Fleischprodukte der Kategorie Geflügelfleisch und Schweinefleisch besser abschneiden.

6. Literaturverzeichnis

1. Kramer H-U. Rezension: Hans Carl von Carlowitz: *Sylvicultura oeconomica* oder haußwirthliche Nachricht und naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht; Joachim Hamberger (Hrsg.). Mannheim; 2013.
2. Nachhaltigkeit. Duden.de 2018 Apr 27 [cited 2023 Aug 30]. Available from: URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Nachhaltigkeit>.
3. Zink C, editor. *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch: Mit klinischen Syndromen und Nomina Anatomica*. 256., neu bearbeitete Auflage. Berlin, New York: Walter de Gruyter; 1990.
4. Wördenweber M. *Nachhaltigkeitsmanagement: Grundlagen und Praxis unternehmerischen Handelns*. 1. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag; 2017. Available from: URL: <https://www.schaeffer-poeschel.de/shop>.
5. Schliephake C, Sojc N, Weber G, editors. *Nachhaltigkeit in der Antike: Diskurse, Praktiken, Perspektiven*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag; 2020. (*Geographica historica* Band 42).
6. Reitemeier A, Schanbacher A, Scheer TS. *Nachhaltigkeit in der Geschichte*. Göttingen: Göttingen University Press; 2019.
7. Edde. *Geschichte der Nachhaltigkeit* [cited 2022 Dec 31]. Available from: URL: <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPvC.pdf>.
8. Pimentel D. Silent Spring, the 50th anniversary of Rachel Carson's book. *BMC Ecology* 2012; 12:20. Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3459743/>.
9. Salmon GR, MacLeod M, Claxton JR, Pica Ciamarra U, Robinson T, Duncan A et al. Exploring the landscape of livestock 'Facts'. *Global Food Security* 2020; 25:100329. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912419300641>.
10. Mottet A, Haan C de, Falcucci A, Tempio G, Opio C, Gerber P. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security* 2017; 14:1–8. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912416300013>.

11. Pereira PMdCC, Vicente AFdRB. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Sci* 2013; 93(3):586–92.
12. Clark MA, Springmann M, Hill J, Tilman D. Multiple health and environmental impacts of foods. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2019; 116(46):23357–62.
13. Domingo NGG, Balasubramanian S, Thakrar SK, Clark MA, Adams PJ, Marshall JD et al. Air quality-related health damages of food. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2021; 118(20). Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8158015/>.
14. Caro D, Davis SJ, Bastianoni S, Caldeira K. Global and regional trends in greenhouse gas emissions from livestock. *Climatic Change* 2014; 126(1-2):203–16.
15. Piras S, Wesz VJ, Ghinoi S. Soy Expansion, Environment, and Human Development: An Analysis across Brazilian Municipalities. *Sustainability* 2021; 13(13):7246.
16. Dreoni I, Matthews Z, Schaafsma M. The impacts of soy production on multi-dimensional well-being and ecosystem services: A systematic review. *Journal of Cleaner Production* 2022; 335:130182. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262104347X>.
17. Busscher N, Parra C, Vanclay F. Environmental justice implications of land grabbing for industrial agriculture and forestry in Argentina. *Journal of Environmental Planning and Management* 2020; 63(3):500–22.
18. Vereinte Nationen - Regionales Informationszentrum für Westeuropa. 17 Ziele; 2022 [cited 2022 Dec 29]. Available from: URL: <https://unric.org/de/17ziele/>.
19. Neuhofer ZT, Lusk JL. Most plant-based meat alternative buyers also buy meat: an analysis of household demographics, habit formation, and buying behavior among meat alternative buyers. *Sci Rep* 2022; 12(1):13062.
20. car. Microsoft Word - bb69-vh2.doc [cited 2023 Aug 20]. Available from: URL: https://www.dgzfp.de/Portals/24/PDFs/BBonline/bb_69-CD/bb69-h2.pdf.
21. Kasiramar G, K G. SIGNIFICANT ROLE OF SOXHLET EXTRACTION PROCESS IN PHYTOCHEMICAL RESEARCH 2019; 7:43–7.
22. Sáez-Plaza P, Michałowski T, Navas MJ, Asuero AG, Wybraniec S. An Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part I. Early History, Chemistry of the Procedure, and Titrimetric Finish. *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 2013; 43(4):178–223.

23. T. Arndt. Kolorimetrie. Springer Medizin Verlag GmbH & Springer Verlag GmbH, Teile von SpringerNature 2017 Aug 18 [cited 2023 Aug 20]. Available from: URL: https://www.springermedizin.de/emedpedia/lexikon-der-medizinischen-laboratoriumsdiagnostik/kolorimetrie?epediaDoi=10.1007%2F978-3-662-49054-9_1727.
24. Mazorra-Manzano MA, Torres-Llanez MJ, González-Córdova AF, Vallejo-Cordoba B. A Capillary Electrophoresis Method for the Determination of Hydroxyproline as a Collagen Content Index in Meat Products. *Food Anal. Methods* 2012; 5(3):464–70.
25. Jingjing Qiao. Keimzahlbestimmung bei rezepturmäßig hergestellten Cremes und Hydrogelen Bachelorarbeit. Köthen: Hochschule Anhalt - Anhalt University of Applied Sciences | Campus Bernburg; 2014.
26. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährung, editor. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr.
27. Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission (Text von Bedeutung für den EWR)Text von Bedeutung für den EWR: Verordnung (EU) Nr. 1169/2011; 2011.
28. Zoroddu MA, Aaseth J, Crisponi G, Medici S, Peana M, Nurchi VM. The essential metals for humans: a brief overview. *Journal of Inorganic Biochemistry* 2019; 195:120–9. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0162013418306846>.
29. Susan Hewlings and Douglas Kalman. Sulfur in Human Health. In: *EC Nutrition*. 785–791 Available from: URL: https://www.researchgate.net/publication/335653705_Sulfur_and_Human_Health.
30. University of Rochester Medical Center. Cobalt - Health Encyclopedia - University of Rochester Medical Center; 2023 [cited 2023 Aug 6]. Available from: URL: <https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?contenttypeid=19&contentid=cobalt>.

31. Paul C, Leser S, Oesser S. Significant Amounts of Functional Collagen Peptides Can Be Incorporated in the Diet While Maintaining Indispensable Amino Acid Balance. *Nutrients* 2019; 11(5).
32. Ikuta KS, Swetschinski LR, Robles Aguilar G, Sharara F, Mestrovic T, Gray AP et al. Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2022; 400(10369):2221–48. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673622021857>.
33. Bintsis T. Foodborne pathogens. *AIMS Microbiol* 2017; 3(3):529–63.
34. Janda JM, Abbott SL. The Changing Face of the Family Enterobacteriaceae (Order: "Enterobacterales"): New Members, Taxonomic Issues, Geographic Expansion, and New Diseases and Disease Syndromes. *Clin Microbiol Rev* 2021; 34(2).
35. Rossi F, Amadoro C, Gasperi M, Colavita G. Lactobacilli Infection Case Reports in the Last Three Years and Safety Implications. *Nutrients* 2022; 14(6).
36. DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) Nr. 1337/2013 DER KOMMISSION vom 13. Dezember 2013 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Angabe des Ursprungslandes bzw. Herkunftsortes von frischem, gekühltem oder gefrorenem Schweine-, Schaf-, Ziegen- und Geflügelfleisch: DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) Nr. 1337/2013; 2013.
37. Pertsova CC, editor. Ecological economics research trends: A Definition of 'Carbon Footprint Chapter 1, pp. 1-11,. Place of publication not identified: Nova Science Publishers; 2007. Available from: URL: <https://permalink.obvsg.at/>.
38. Flachowsky G, Kamphues J. Carbon Footprints for Food of Animal Origin: What are the Most Preferable Criteria to Measure Animal Yields? *Animals : an Open Access Journal from MDPI* 2012; 2(2):108–26. Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4494325/#B23-animals-02-00108>.
39. Paschotta R. CO₂-Äquivalente: RP Photonics AG; 2023 [cited 2023 Aug 20]. Available from: URL: https://www.energie-lexikon.info/co2_aequivalente.html.
40. Verena Frey, Martin Bruckner. The global carbon footprint of Austria's consumption of agricultural (food and non-food) products 2021. Available from: URL: <https://research.wu.ac.at/en/publications/the-global-carbon-footprint-of-austrias-consumption-of-agricultur-5>.

7. Abbildungs- und Tabellerverzeichnis

7.1. Abbildungen

Abbildung 1 Vorderseite Bio Faschiertes Rindfleisch	5
Abbildung 2 Hinterseite Bio Faschiertes Rindfleisch	5
Abbildung 3 Vorderseite Filet Steak	5
Abbildung 4 Hinterseite Filet Steak	5
Abbildung 5 Vorderseite Schweinsschnitzel	6
Abbildung 6 Hinterseite Schweinsschnitzel	6
Abbildung 7 Vorderseite Faschierte Laibchen	6
Abbildung 8 Hinterseite Faschierte Laibchen	6
Abbildung 9 Vorderseite Puten Geschnetzeltes	7
Abbildung 10 Hinterseite Puten Geschnetzeltes	7
Abbildung 11 Vorderseite Faschierte Laibchen	7
Abbildung 12 Hinterseite Faschierte Laibchen	7
Abbildung 13 Vorderseite Bio-Faschiertes	8
Abbildung 14 Hinterseite Bio-Faschiertes gemischt	8
Abbildung 15 Vorderseite Bio-Knacker	8
Abbildung 16 Hinterseite Bio-Knacker.....	8
Abbildung 17 Vorderseite Faschiertes auf Sojabasis	9
Abbildung 18 Hinterseite Faschiertes auf Sojabasis	9
Abbildung 19 Vorderseite Sensational Burger.....	9
Abbildung 20 Hinterseite Sensational Burger.....	9
Abbildung 21 Vorderseite Veganes Bio-Soja-Geschnetzeltes	10
Abbildung 22 Hinterseite Veganes Bio-Soja-Geschnetzeltes	10
Abbildung 23 Vorderseite Vegane Schnitzel	10
Abbildung 24 Hinterseite Vegane Schnitzel	10
Abbildung 25 Vorderseite Veganes Bio-Soja-Faschiertes	11
Abbildung 26 Hinterseite Veganes Bio-Soja-Faschiertes	11
Abbildung 27 Vorderseite Sensational Hack/Faschiertes	11
Abbildung 28 Hinterseite Sensational Hack/Faschiertes	11
Abbildung 29 Vorderseite Tofu-Natur.....	12
Abbildung 30 Hinterseite Tofu-Natur.....	12
Abbildung 31 Vorderseite Vegane Bratwurst.....	12

Abbildung 32 Hinterseite Vegane Bratwurst.....	12
Abbildung 33 Beschriftung der Platten	22

7.2. Tabellen

Tabelle 1 Nährstoffe/Fleischprodukte.....	25
Tabelle 2 Mikrobiologie/Fleischprodukte	25
Tabelle 3 Nährstoffe/Sojaprodukte.....	26
Tabelle 4 Mikrobiologie/Sojaprodukte	26
Tabelle 5 Wassergehalt Abdeckung (26)	27
Tabelle 6 Fettgehalt Abdeckung (26)	28
Tabelle 7 Energiebedarf Männlich (26)	28
Tabelle 8 Energiebedarf Weiblich (26)	29
Tabelle 9 Fettbedarf Männlich (26)	30
Tabelle 10 Fettbedarf Weiblich (26)	30
Tabelle 11 Mineralstoffbedarf (26, 28)	31
Tabelle 12 Proteinbedarf (26)	32
Tabelle 13 Kohlenhydrate Bedarf Männlich.....	33
Tabelle 14 Kohlenhydrate Bedarf Weiblich	33
Tabelle 15 Herkunft Fleisch	37
Tabelle 16 Herkunft Soja	37
Tabelle 17 Lebensmittel/Emissionen (40)	38

7.3. Formeln

Formel 1	14
Formel 2	15
Formel 3	15
Formel 4	18
Formel 5	18
Formel 6	18
Formel 7	18
Formel 8	20
Formel 9 (Farmiloe´sche Formel) (25)	23

Formel 10	23
Formel 11	29