

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Sciences

Studiengang Ökotrophologie

Beitrag von veganen Proteinriegeln zur Deckung des Proteinbedarfs

- Bachelorarbeit -

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science

vorgelegt von

Jane Hug



Offenburg

am 05.03.2024

Gutachter: Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Anja Carlsohn (HAW Hamburg)

Zweitgutachter: Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Nina Riedel (HAW Hamburg)

Vorwort

Die vorliegende Arbeit orientiert sich methodisch sowie am Aufbau an der Studie von Frau Eralyn Lehrke von 2023, die den anteiligen Beitrag zum Erreichen ausgewählter Referenzwerte durch pflanzliche Milch- und Käsealternativen untersuchte und wurde daher als Hilfsmittel zur Erstellung dieser Arbeit verwendet.

Ein besonderer Dank gilt daher meiner Freundin Frau Eralyn Lehrke.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	V
Diagrammverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	V
Zusammenfassung.....	1
Abstract.....	2
1 Einleitung.....	3
2 Theoretischer Hintergrund.....	5
2.1 Proteine.....	5
2.1.1 Chemischer Aufbau, Struktur und Einteilung.....	5
2.1.2 Funktionen der Proteine.....	7
2.2 Proteinqualität und essenzielle Aminosäuren.....	8
2.2.1 Unterschiede zwischen tierischem und pflanzlichem Protein.....	8
2.2.2 Methoden zur Bewertung der Proteinqualität.....	9
2.3 Proteinbedarf von erwachsenen Frauen.....	16
2.4 Pflanzliche Proteinquellen.....	17
2.4.1 Hülsenfrüchte.....	18
2.4.2 Getreide.....	19
2.4.3 Pseudogetreide.....	21
2.4.4 Nüsse und Samen.....	21
2.5 Vegane Ernährung.....	24
2.5.1 Motive für eine vegane Ernährung.....	24
2.5.2 Protein als kritischer Nährstoff in der veganen Ernährungsweise.....	26
2.6 Vegane Proteinriegel.....	27
3 Methode.....	28
4 Ergebnisse.....	33
4.1 Proteinquantität.....	33
4.1.1 Anteiliger Beitrag.....	34
4.2 Proteinqualität.....	35

5	Diskussion	38
5.1	Methodendiskussion.....	38
5.2	Ergebnisdiskussion.....	39
5.2.1	Proteinquantität.....	39
5.2.2	Proteinqualität.....	40
6	Fazit.....	43
	Literaturverzeichnis.....	44
	Produktquellenverzeichnis	48
	Anhang	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundstruktur einer Aminosäure	5
Abbildung 2: Bildung einer Peptidbindung	6

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Vergleich PDCAAS- und DIAAS-Werte verschiedener Proteinquellen	15
Diagramm 2: Gründe für eine vegane Ernährung in Deutschland in %	25
Diagramm 3: Anteiliger Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs von erwachsenen Frauen mit einem Alter von 19-30 Jahren und einem \bar{m} -Gewicht von 60 kg, durch den täglichen Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel	34
Diagramm 4: Anteile der veganen Proteinriegel deren Proteinquellen limitierende/keine limitierende Aminosäuren enthalten	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: PDCAAS- und DIAAS-Werte verschiedener Proteinquellen	15
Tabelle 2: Anzahl der veganen Proteinriegel welche die in der Umfrage genannten Firmen/Marken in ihrem Sortiment führen	29
Tabelle 3: Gruppe, pflanzliche Proteinquelle, limitierende Aminosäuren und Gehalte weiterer essenzieller Aminosäuren der pflanzlichen Proteinquellen	32
Tabelle 4: Mittelwert, Median, Modalwert, Minimalwert, Maximalwert des Proteingehalts pro 100g, des Proteingehalts pro Riegel und der Gewichte der veganen Proteinriegel	33
Tabelle 5: Auflistung der 39 untersuchten veganen Proteinriegel einschließlich Zutaten, pflanzliche Proteinquelle, Proteingehalt in g/100g, Proteingehalt in g/Riegel, Gewicht in g/Riegel und Mittelwert, Median, Modalwert, Minimalwert und Maximalwert	51
Tabelle 6: Ausführliche Darstellung der Untersuchung der Proteinqualität der 39 analysierten veganen Proteinriegel einschließlich pflanzliche Proteinquelle, Anzahl n pflanzliche Proteinquellen, limitierende Aminosäure, Erklärung und Median, Modalwert, Minimalwert und Maximalwert der Anzahl n pflanzlicher Proteinquellen	54
Tabelle 7: Berechnung der Anteile der veganen Proteinriegel deren Proteinquellen limitierende/keine limitierenden Aminosäuren enthalten	58

Zusammenfassung

Proteinangereicherte Lebensmittel sind im Trend. Gleichzeitig nimmt die Anzahl der Personen, die einer veganen Ernährung nachgehen, stetig zu. Somit steigt auch der Konsum von veganen Proteinriegeln.

Aufgrund der Relevanz von Proteinen für den menschlichen Körper, ist das Ziel dieser Bachelorarbeit, den quantitativen und qualitativen Beitrag von veganen Proteinriegeln zur Deckung des Proteinbedarfs zu ermitteln. Dazu wird folgende Forschungsfrage gestellt: „Welchen Beitrag kann der tägliche Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs von erwachsenen Frauen zwischen 19 und 30 Jahren mit einem Körpergewicht von durchschnittlich 60 kg leisten?“.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden vegane Proteinriegel anhand einer systematischen Umfrage erfasst und anschließend auf ihre Proteinquantität sowie Proteinqualität untersucht.

Der Proteinbedarf der Zielgruppe kann durch den Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zu knapp einem Viertel gedeckt werden. Mehr als zwei Drittel der untersuchten pflanzlichen Proteinriegel weisen eine hochwertige Proteinqualität auf.

Der tägliche Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel kann unter Berücksichtigung einer hohen Proteinquantität und -qualität, einen sehr guten Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs von erwachsenen Frauen beitragen.

Mit der vorliegenden Arbeit wurden neue Erkenntnisse über die Proteinquantität sowie Proteinqualität pflanzlicher Proteinriegel gewonnen. Die Erkenntnisse der Studie können Verbraucher*Innen darüber aufklären, inwiefern vegane Proteinriegel qualitativ und quantitativ dazu beitragen können, ihren Proteinbedarf zu decken und beim Kauf veganer Proteinriegel unterstützen. Zudem können die Erkenntnisse als Basis für die Entwicklung neuer pflanzlicher Proteinriegel mit einem hohen Proteingehalt sowie einer hochwertigen Proteinqualität herangezogen werden.

Abstract

Protein-enriched foods are in trend. At the same time, the number of people following a vegan diet is steadily on the rise. As a result, the consumption of vegan protein bars is also increasing.

Due to the relevance of proteins for the human body, the aim of this bachelor thesis is to determine the quantitative and qualitative contribution of vegan protein bars to cover the protein requirement. For this purpose, the following research question is asked: "What contribution can the daily intake of a standard portion of vegan protein bars provide to meeting the protein requirements of adult women between the ages of 19 and 30 with an average body weight of 60 kg?".

To answer the research question, vegan protein bars were recorded using a systematic survey and then analyzed for their protein quantity and protein quality.

Almost a quarter of the protein requirements of the target group can be covered by eating a standard portion of vegan protein bars. More than two thirds of the analysed plant-based protein bars have a high protein quality.

The daily consumption of a standard portion of vegan protein bars can make a very good contribution to covering the protein requirements of adult women, considering a high protein quantity and quality. This study has provided new insights into the protein quantity and quality of plant-based protein bars. The findings of the study can inform consumers about the extent to which vegan protein bars can contribute qualitatively and quantitatively to covering their protein requirements and support them in purchasing vegan protein bars. The findings can also be used as a basis for the development of new plant-based protein bars with a high protein content and high protein quality.

1 Einleitung

Der Begriff „Protein“ wurde 1839 erstmals in einer Veröffentlichung von G. J. Mulder in der wissenschaftlichen Literatur erwähnt und stammt vom griechischen Wort „Proteios“ für „grundlegend“, „vorrangig“ ab (DGE, 2021a; Wikipedia, 2023). Der Begriff beschreibt die Relevanz von Protein sehr zutreffend, da es einen elementaren Baustein aller lebenden Organismen darstellt und vielfältige Funktionen im Körper übernimmt. Körperproteine werden permanent erneuert und sind daher auf eine regelmäßige und ausreichende Proteinzufuhr angewiesen. Hierbei ist neben der Quantität des Proteins, auch dessen Qualität von entscheidender Bedeutung (DGE, 2017).

Eine pflanzenbasierte Ernährung wird immer beliebter und die Anzahl vegan lebender Menschen in Deutschland steigt zunehmend. So betrug die Anzahl der Veganer*Innen im Jahr 2023 1,52 Millionen (Statista, 2023; Bundeszentrum für Ernährung, 2022). Bei einer veganen Ernährung werden ausschließlich pflanzliche Lebensmittel verzehrt. Protein zählt hierbei zu den potenziell kritischen Nährstoffen (DGE, 2023). Die Proteinqualität sowie der Proteingehalt pflanzlicher Nahrungsmittel sind häufig deutlich geringer im Vergleich zu tierischen Lebensmitteln (Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 226). Zur Deckung des Proteinbedarfs ist es bei einer veganen Ernährung daher besonders wichtig, pflanzliche Nahrungsmittel mit einem hohen Proteingehalt sowie einer hochwertigen Proteinqualität zu verzehren.

Gleichzeitig sind Protein-Produkte im Trend. So auch Proteinriegel, die als verzehrfertige Proteinquelle bei Sportler*Innen und fitnessbewussten Verbraucher*Innen zunehmend beliebter und im hektischen Alltag vermehrt als praktischer Snack konsumiert werden. Da immer mehr Menschen der veganen Ernährungsform nachgehen, steigt auch der Konsum veganer Proteinriegel (Fortune Business Insights, 2022; Verbraucherzentrale, 2023b).

Die Qualität und der Proteingehalt pflanzlicher Proteine wurde bereits mehrfach analysiert (Gomes Almeida Sáa, Morenob, & Mattar Carciofi, 2020; Hertzler, Lieblein-Bo, Weiler, & Allgeier, 2020; Day, 2013; Langyan, et al., 2022; Mattila, et al., 2018). Die Proteinqualität und der Proteingehalt veganer Proteinriegel ist jedoch weitgehend unerforscht. Bisher liegen keine Studien vor, die den Beitrag veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs anhand einer Untersuchung der Proteinquantität sowie Proteinqualität veganer Proteinriegel ermitteln.

Die vorliegende Bachelorarbeit hat daher das Ziel, den quantitativen sowie qualitativen Beitrag veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs zu ermitteln. Dafür wurden vegane Proteinriegel, die anhand einer systematischen Befragung in der Mensa der HAW Hamburg-Bergedorf erfasst wurden, auf ihre Proteinquantität und -qualität untersucht. Anhand der Ergebnisse soll zudem die folgende Forschungsfrage beantwortet werden: „Welchen Beitrag kann der tägliche Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs von erwachsenen Frauen

zwischen 19 und 30 Jahren mit einem Körpergewicht von durchschnittlich 60 kg leisten?“. Der Beitrag umfasst die Proteinquantität wie auch -qualität.

Die Erkenntnisse der vorliegenden Bachelorarbeit, können als Basis für die Entwicklung neuer veganer Proteinriegel mit einem hohen Proteingehalt sowie einer hochwertigen Proteinqualität dienen.

Im folgenden Kapitel wird zum Verständnis der Thematik der theoretische Hintergrund dargestellt.

Im Kapitel der Methode wird die Vorgehensweise zur Erfassung der veganen Proteinriegel und der Analyse der Proteinquantität sowie -qualität der pflanzlichen Proteinriegel vorgestellt.

In Kapitel 4 werden die Ergebnisse der Untersuchung der Proteinquantität und Proteinqualität der veganen Proteinriegel präsentiert und der anteilige Beitrag berechnet, den der tägliche Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs der Zielgruppe beitragen kann.

Im Anschluss werden die Methode und die Ergebnisse der Untersuchung diskutiert.

Zum Abschluss der Arbeit wird in Kapitel 6 ein Fazit gezogen.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Proteine

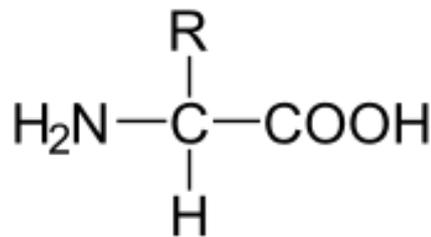
Proteine zählen zusammen mit den Kohlenhydraten und Fetten zu den Makronährstoffen. Der Nährstoff hat viele wichtige Funktionen inne, unter anderem die Bereitstellung von Bausteinen für Gewebe, Zellen, Enzyme und Hormone (DGE, 2017).

2.1.1 Chemischer Aufbau, Struktur und Einteilung

Proteine sind hochmolekulare Verbindungen, welche in ihrer Struktur sehr komplex sind und aus einzelnen Grundbausteinen, den Aminosäuren aufgebaut sind. Strukturen ab 100 Aminosäuren werden als Proteine bezeichnet. Bisher sind circa 1000 verschiedene Proteine bekannt (DGE, 2021a; Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 211). Aminosäuren besitzen eine gleiche Grundstruktur aus einem zentralen α -C-Atom, an das vier verschiedene Substituenten gebunden sind:

- Aminogruppe (-NH₂)
- Carboxygruppe (-COOH)
- Wasserstoffatom (-H)
- eine Seitenkette, welche für jede Aminosäure charakteristisch ist (-R)

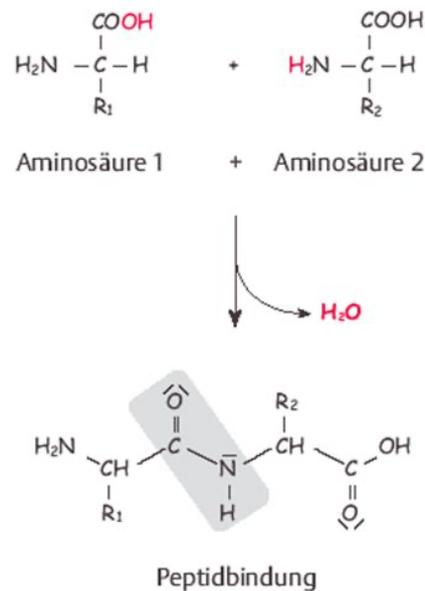
(Thieme via medici, 2022).



*Abbildung 1: Grundstruktur einer Aminosäure
(Wikipedia, 2007)*

Der Stickstoffanteil von Proteinen liegt bei etwa 16 % der Trockensubstanz. Einige Aminosäuren enthalten auch weitere Elemente wie beispielsweise Schwefel (Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 211).

Jedes Protein besteht aus einer spezifischen Anzahl an Aminosäuren, die über Peptidbindungen miteinander verknüpft sind. Dabei reagiert die Carboxygruppe der einen Aminosäure unter Wasserabspaltung mit der Aminogruppe der anderen Aminosäure. Es entsteht eine amidartige Verknüpfung, die als Peptidbindung (-NH-CO-) bezeichnet wird (siehe Abbildung 2) (Thieme via medici, 2022).



*Abbildung 2: Bildung einer Peptidbindung
(Krimmer, 2008)*

Die Struktur eines Proteins bestimmt dessen biologische Funktion und wird in die vier verschiedenen Strukturebenen Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur eingeteilt. Die Primärstruktur beschreibt die Abfolge der Aminosäuren in einem Protein, also die Aminosäuresequenz. Die Sekundärstruktur umfasst die lokale räumliche Struktur eines Proteins. Diese entsteht durch die Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Carbonyl- und Amidgruppen (CO- und NH-Gruppen). Es bilden sich typischerweise die schraubenförmige α -Helix und das ziehharmonikaähnliche β -Faltblatt. Die Tertiärstruktur ist die räumliche Anordnung, daher die dreidimensionale Struktur des gesamten Proteins. Stabilisiert wird diese Strukturebene durch Kräfte, die zwischen den Seitenketten der einzelnen Aminosäuren wirken, wie beispielsweise Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte und kovalente Bindungen wie Disulfidbrücken. Die Quartärstruktur beschreibt die räumliche Anordnung von mehreren Polypeptidketten (Untereinheiten) eines Proteins und jede Untereinheit besitzt eine eigene Tertiärstruktur (Thieme via medici, 2022).

Aminosäuren werden in proteinogene Aminosäuren, die zum Aufbau von Peptiden (Strukturen bis zu 100 Aminosäuren) oder Proteinen benötigt werden und nicht proteinogene Aminosäuren, die im menschlichen Körper andere Funktionen übernehmen (z.B. Neurotransmitter), eingeteilt. Insgesamt gibt es beim Menschen 20 verschiedene proteinogene Aminosäuren. Neun der proteinogenen Aminosäuren können vom menschlichen Organismus nicht selbst synthetisiert werden, sondern müssen über die Nahrung aufgenommen werden. Diese Aminosäuren werden daher als essenziell bezeichnet. Zu den essenziellen Aminosäuren zählen Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin. Für Säuglinge gilt zusätzlich die Aminosäure Histidin als unentbehrlich.

Ohne eine regelmäßige Zufuhr der neun essenziellen Aminosäuren, kann es zu Mangelercheinungen kommen. Die übrigen elf proteinogenen Aminosäuren werden als nicht essenziell bezeichnet, denn diese können unter normalen Bedingungen sowie ausreichender Verfügbarkeit von Stickstoff im Stoffwechsel, vom menschlichen Körper selbst synthetisiert werden. Als entbehrliche Aminosäuren gelten Alanin, Arginin, Asparagin, Asparaginsäure, Cystein, Glutamin, Glutaminsäure, Glycin, Prolin, Serin und Tyrosin. Unter bestimmten Bedingungen (z. B. schwere Verletzungen, Wachstum), können einige entbehrliche Aminosäuren vom Körper nicht in ausreichender Menge produziert werden und müssen daher mit der Nahrung zugeführt werden (DGE, 2021a; Thieme via medici, 2022).

2.1.2 Funktionen der Proteine

Nahrungsproteine erfüllen vielfältige biologische Funktionen im Körper. Sie versorgen den menschlichen Organismus mit essenziellen Aminosäuren und Stickstoff, welche im Stoffwechsel zu körpereigenen Proteinen aufgebaut werden und in jeder Zelle des Organismus enthalten sind. Eine wichtige Funktion stellt die Synthese von Körpermasse dar, insbesondere während des Wachstums von Kindern sowie in der Schwangerschaft. Zusätzlich sind die Nahrungsproteine wesentlich für die Erneuerung von Zellen und Geweben, welche unterschiedlich stark am katabolen Stoffwechsel beteiligt sind. Diese Funktion kann durch keine andere Nahrungskomponente ersetzt werden. Als Transportproteine gewährleisten sie den Stofftransport. So erfolgt der Transport von Eisen im Blut durch das Protein Transferrin und Albumin ist unter anderem für den Transport von freien Fettsäuren zuständig. In ihrer Funktion als Strukturproteine sind Proteine wesentlich am Aufbau von Zellen und Geweben beteiligt. Zu den charakteristischen Strukturproteinen gehören Elastin, Kollagen und Keratin. Kontraktile Proteine wie Aktin und Myosin sind bedeutend für das Muskelgewebe und sorgen für dessen Kontraktion. Als Antikörper unterstützen Proteine das Immunsystem und üben eine Abwehrfunktion aus. Auch Enzyme und viele Hormone, wie Insulin sind Proteine. Zudem können Nahrungsproteine mit einem Brennwert von 4 kcal (17 kJ) pro g abgebautem Protein, als Energiequelle dienen. Proteine sollten nur in seltenen Fällen als Energielieferant eingesetzt werden, da die Ausscheidung der Abbauprodukte der Proteine (Stickstoffverbindungen), mit einem relativ hohen Energieaufwand verbunden ist. Im Vergleich zu den Energieträgern Fette und Kohlenhydrate, sind Proteine keine wichtige Energiequelle (DGE, 2021a; Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 216 ff.).

Zusammenfassend sind Nahrungsproteine lebensnotwendige Nährstoffe und für den menschlichen Körper unersetzbar. Daher muss durch die Nahrung gewährleistet werden, dass der Organismus für den Aufbau von Körperproteinen, mit allen essenziellen Aminosäuren ausreichend versorgt wird.

2.2 Proteinqualität und essenzielle Aminosäuren

Proteine sind in jeder Zelle des menschlichen Organismus enthalten und diese werden permanent erneuert. Sie sind daher auf eine regelmäßige Proteinzufuhr angewiesen. Hierbei kommt es neben der Menge des Proteins, auch auf dessen Qualität an (DGE, 2017).

Die Proteinqualität entspricht der Fähigkeit eines Nahrungsproteins, den Stoffwechselbedarf des Körpers an unentbehrlichen Aminosäuren zu decken, um daraus körpereigene Proteine bilden zu können. Damit körpereigenes Protein aufgebaut werden kann, müssen alle für die Sequenz erforderlichen Aminosäuren verfügbar sein. So wird die Qualität eines Nahrungsproteins primär von dessen Gehalt an essenziellen Aminosäuren und deren Verhältnis zu den nicht essenziellen Aminosäuren bestimmt. Ein Nahrungsprotein ist umso höherwertiger, je ähnlicher dessen Aminosäuremuster dem Bedarfsmusters des Körpers ist und je mehr körpereigenes Protein daraus aufgebaut werden kann. Bei einer hohen Qualität der Proteine, sinkt die erforderliche Menge, die mit der Nahrung zugeführt werden muss. Maßgebend für die Qualität von Nahrungsproteinen sind die Intensität ihres Abbaus und der Grad ihrer Ausnutzung (Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 226; Leitzmann & Keller, 2020, S. 293).

Weitere Faktoren, die die Proteinqualität beeinflussen sind die Verdaulichkeit des Proteins und spezifische Anforderungen des einzelnen Individuums, wie Alter, Energiebilanz sowie der gesundheitliche und physiologische Zustand. Proteine aus pflanzlichen Nahrungsmitteln sind weniger gut verdaulich wie Proteine tierischen Ursprungs, da die pflanzliche Zellwand unverdauliche Substanzen mit Ballaststoffcharakter enthält. Die Verdaulichkeit kann durch die Denaturierung der Proteine, bedeutet die Zerstörung der räumlichen Struktur durch Hitze, Säure oder Alkali verbessert werden, da so der Zugang für die Verdauungsenzyme erleichtert wird (Boye, Wijesinha-Bettoni, & Burlinga, 2012; Leitzmann & Keller, 2020, S. 292).

2.2.1 Unterschiede zwischen tierischem und pflanzlichem Protein

Nahrungsproteine sind in Lebensmitteln tierischer und pflanzlicher Herkunft enthalten. Sie unterscheiden sich in ihrer Aminosäurezusammensetzung, ihrem Gehalt an unentbehrlichen Aminosäuren sowie in der Bioverfügbarkeit der Aminosäuren (DGE, 2021a; Tome, 2012).

Qualitativ sind pflanzliche Proteine den tierischen Proteinen meist unterlegen. Proteine aus Lebensmitteln tierischer Herkunft enthalten häufig alle unentbehrlichen Aminosäuren in ausreichender Menge in Relation zum Bedarf des Körpers. Proteine aus pflanzlichen Lebensmitteln weisen oftmals nicht das vollständige Spektrum der unentbehrlichen Aminosäuren auf. Quantitativ ist der Proteingehalt Lebensmittel pflanzlicher Herkunft häufig deutlich geringer als der tierischer Lebensmittel. Fleisch enthält durchschnittlich 20 % Protein. Der

Proteingehalt von Getreide beträgt zwischen 7 % und 13 %, Hülsenfrüchte liegen bei 20-25 % Protein (DGE, 2021a; Elmadfa & Leitzmann, 2019, S.226).

Durch eine gezielte Kombination verschiedener proteinhaltiger Nahrungsmittel, kann die Proteinqualität, aufgrund der ergänzenden Wirkung einzelner Aminosäuren, deutlich verbessert und ein hoher Anteil an unentbehrlichen Aminosäuren erreicht werden. So sind Getreide und Leguminosen komplementäre Proteinquellen pflanzlichen Ursprungs. Getreideprotein ist arm an den essenziellen Aminosäuren Lysin und Threonin, enthält aber reichlich Methionin und ist eine gute Quelle für Tryptophan. Leguminosen dagegen enthalten einen höheren Gehalt an Lysin, Methionin stellt die limitierende Aminosäure dar und auch der Gehalt an Tryptophan ist gering. Diese Kombination steigert die Proteinqualität des Gemisches aus beiden Proteinquellen (Richter, Skulas-Ray, Champagne, & Kris-Etherton, 2015; Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 226 ff.).

Pflanzliche Proteine bieten viele Vorteile, wie unter anderem eine höhere Zufuhr an Ballaststoffen, Kohlenhydraten und Vitaminen. Gleichzeitig ist die Aufnahme von gesättigten Fettsäuren geringer. Obwohl pflanzliche im Vergleich zu tierischen Proteinen oft weniger unentbehrliche Aminosäuren enthalten, ist ein höherer Anteil pflanzlicher Proteinquellen an der Ernährung positiv zu bewerten (König, et al., 2020).

2.2.2 Methoden zur Bewertung der Proteinqualität

Zur Bewertung der Proteinqualität eines Nahrungsmittels hinsichtlich der Aminosäurezusammensetzung, Verdaulichkeit sowie der Gesamtqualität, wurden mehrere Bewertungsmethoden entwickelt. Die gebräuchlichsten und anerkanntesten Methoden sind unter anderem die Biologische Wertigkeit (BW), der Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) und der Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS) (Lynch, Johnston, & Wharton, 2018; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Nahrungsproteine können den Bedarf an unverzichtbaren Aminosäuren und Stickstoff decken, um die täglichen Stickstoffverluste zur Erhaltung des Gewebes und für die Synthese von stickstoffhaltigen Nicht-Protein-Substanzen auszugleichen. Somit stellt der Gehalt und die Verwertung von unentbehrlichen Aminosäuren, ein wertvolles Kriterium zur Bewertung der Qualität von Nahrungsprotein dar, da diese den Bedarf an unverzichtbaren Aminosäuren aus der Nahrung decken können (Tome, 2012).

Biologische Wertigkeit (BW)

Die BW ist ein Maß dafür, in welchem Umfang der Körper Nahrungsproteine zur Synthese von Körperproteinen umsetzen kann. Unentbehrliche Aminosäuren haben hierbei eine wichtige Bedeutung. Ein Lebensmittel mit einer hohen BW geht mit einem hohen Gehalt und Versorgung an essenziellen Aminosäuren einher. Je mehr essenzielle Aminosäuren ein Nahrungsprotein enthält, desto hochwertiger ist die Qualität (Englert & Siebert, 2020, S. 40; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Die Methode der BW misst die Qualität eines Nahrungsproteins durch die Berechnung des Stickstoffs, der für die Synthese von Gewebe verwendet wird (retinierter Stickstoff), geteilt durch den absorbierten Stickstoff aus der Nahrung. Der Quotient wird mit 100 multipliziert und als Prozentsatz des eingesetzten Stickstoffs ausgedrückt.

Die Formel zur Berechnung der BW lautet:

$$BW = \frac{\text{retinierter Stickstoff}}{\text{absorbierter Stickstoff}} * 100$$

Als Referenzwert dient Hühnervollei, dessen BW als 100 oder 1 (100 %) definiert wurde. Bei einem Nahrungsprotein mit einem Wert unter 100 verbleiben im Vergleich zum Eiprotein bei Aufnahme der gleichen Proteinmenge weniger Aminosäuren im Körper. Die Proteinverwertung ist somit schlechter. Liegt der Wert der BW eines Nahrungsproteins über 100, kann mehr Protein in körpereigenes Protein umgewandelt werden und entsprechend besser, kann dieses vom Organismus verwertet werden (Leitzmann & Keller, 2020, S. 293; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Tierische Proteinquellen weisen für gewöhnlich eine höhere BW auf als pflanzliche, da sie den Körperproteinen in ihrem Aminosäurenprofil ähnlicher sind. Proteinquellen pflanzlichen Ursprungs haben häufig einen Mangel an einer oder mehreren unentbehrlichen Aminosäuren und werden nach dieser Methode dementsprechend schlechter bewertet. Die essenzielle Aminosäure, welche im Nahrungsprotein in geringster Menge enthalten ist, wird als limitierende Aminosäure bezeichnet. Sie begrenzt die BW der Proteinquelle. Durch gezielte Kombinationen verschiedener Proteinlieferanten, kann die Limitierung durch eine unentbehrliche Aminosäure aufgehoben werden. Somit können auch pflanzliche Proteinquellen eine BW von mehr als 100 erreichen. Die Aufnahme der essenziellen Aminosäuren durch verschiedene Nahrungsmittel, kann über den Tag verteilt stattfinden und muss nicht durch eine Mahlzeit erfolgen (Englert & Siebert, 2020, S. 40 ff.; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Allerdings bleiben bei der Methode der BW Faktoren, die die Verdauung von Proteinen sowie die Wechselwirkungen mit anderen Nahrungsmitteln vor der Absorption beeinflussen, unberücksichtigt (Boye, Wijesinha-Bettoni, & Burlinga, 2012; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS)

Eine weit verbreitete Methode zur Bestimmung der Proteinqualität ist der Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score. Dieser wurde aufgrund der Mängel der Aussagekraft der BW im Jahr 1989 auf einer Expertenkonsultation von der Food and Agriculture Organization (FAO) und der World Health Organization (WHO) in einem gemeinsamen Positionspapier entwickelt. Der PDCAAS gilt als bevorzugte, international anerkannte Methode zur Bestimmung der Qualität eines Nahrungsproteins (Lynch, Johnston, & Wharton, 2018; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Der Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS: „um die Verdaulichkeit korrigierte Aminosäurenbewertung“) berücksichtigt neben den enthaltenen Aminosäuren und deren Gehalt in einem Protein auch die Proteinverdaulichkeit.

Bei der Berechnung wird zunächst der Gehalt jeder einzelnen unentbehrlichen Aminosäure eines Nahrungsproteins mit dem Gehalt der entsprechenden Aminosäure in einem für den menschlichen Bedarf idealen Referenzprotein ins Verhältnis gesetzt. Der hierbei entstehende Wert wird als Aminosäurenindex bzw. Amino Acid Score (AAS) oder auch Chemical Score (SC) bezeichnet. Der AAS ist ein Maß dafür, wie effizient der Aminosäuregehalt in einem Nahrungsprotein den Bedarf des Menschen an Aminosäuren deckt.

Der AAS bzw. SC basiert auf dem Vergleich der Konzentration der ersten limitierenden unentbehrlichen Aminosäure in einem Testprotein mit der Konzentration derselben Aminosäure in einem Referenzprotein.

Die Formel zur Berechnung des AAS lautet:

$$AAS = \frac{\text{mg der limitierenden Aminosäure in 1 g Testprotein}}{\text{mg derselben Aminosäure in 1 g Referenzprotein}}$$

Die Aminosäure mit dem geringsten AAS stellt hierbei die sogenannte „limitierende Aminosäure“ dar. Diese Aminosäure in einem Nahrungsprotein weicht am stärksten vom Aminosäurenbedarf ab. Der menschliche Körper kann nur in der Menge Körperprotein synthetisieren, wie es die mit der geringsten Konzentration vorhandene Aminosäure zulässt. Sind nicht alle für die Sequenz erforderlichen Aminosäure in ausreichender Menge verfügbar, ist die Gewebeproteinsynthese eingeschränkt.

Anschließend wird der AAS der limitierenden Aminosäure mit der wahren (faecale) Verdaulichkeit des Nahrungsproteins multipliziert, woraus sich ein um die Verdaulichkeit korrigierter Wert für die Proteinqualität, sprich der PDCAAS-Wert, ergibt.

Die Formel zur Berechnung des PDCAAS lautet:

$$PDCAAS \% = \frac{\text{mg der limitierenden Aminosäure in 1 g Testprotein}}{\text{mg derselben Aminosäure in 1 g Referenzprotein}} * \text{wahre (faecale) Verdaulichkeit}$$

bzw.

$$PDCAAS \% = AAS * \text{wahre (faecale) Verdaulichkeit}$$

(Leitzmann & Keller, 2020, S. 293; Vegane Proteinquellen, o.J.a)

Der höchste erreichbare Wert des PDCAAS ist 1. Der Wert 1 drückt aus, dass eine Einheit Protein nach der Verdauung 100 % oder mehr der erforderlichen, essenziellen Aminosäuren liefert. Ein PDCAAS-Wert von < 1 bedeutet, dass mindestens eine limitierende Aminosäure vorhanden ist und ein Wert von ≥ 1 gibt an, dass keine limitierende Aminosäure in einem Nahrungsmittel enthalten ist. Im Vergleich zur BW erhält beispielsweise Sojaprotein bei der Methode des PDCAAS einen genauso guten Wert wie Eier, Milch, Casein und Whey Protein und kommt somit der Qualität tierischer Proteinquellen nahe. Insgesamt ergibt sich für die PDCAAS-Werte folgende Reihenfolge: Tierische Proteine (Fleisch, Milch, Eier) \geq Hülsenfruchtprotein (Soja) > Getreideprotein (Tome, 2012; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Obwohl der PDCAAS derzeit die bevorzugte und am weitesten verbreitete Methode zur Messung der Proteinqualität darstellt, weist auch dieses Bewertungssystem Schwachstellen und Einschränkungen auf. Ein Nachteil besteht darin, dass antinutritive Substanzen, Verbindungen, welche die Verdaulichkeit und Absorption des Nahrungsproteins beeinflussen, nicht berücksichtigt werden (Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Zudem werden PDCAAS-Werte über 1 bzw. 100 % auf den Maximalwert von 1 abgeschnitten, mit der Begründung, dass die Aufnahme von Aminosäuren, die über den menschlichen Bedarf hinausgeht, keinen zusätzlichen Nutzen mit sich bringt. Somit werden PDCAAS-Werte > 100 % „gekappt“ (Boye, Wijesinha-Bettoni, & Burlinga, 2012; Mathai, Liu, & Stein, 2017).

Aufgrund dieser Annahme wird jedoch die Fähigkeit hochwertiger Proteine, das Aminosäurenprofil von Proteinen mit unvollständigem Profil auszugleichen, vernachlässigt. Folglich werden bei der Methode der PDCAAS zusätzliche unentbehrliche Aminosäuren, die ein Nahrungsprotein liefern kann, nicht berücksichtigt (Mathai, Liu, & Stein, 2017; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Zusätzlich wird der PDCAAS durch den Einfluss der ilealen Verdaulichkeit beeinflusst. Das Ileum bildet den letzten Teil des Dünndarms. Der PDCAAS beruht auf der faecalen Verdaulichkeit der Nahrungsproteine, bedeutet die Verdauung über den gesamten Verdauungstrakt einschließlich des Dickdarms. Die Verwendung der faecalen Verdaulichkeit überschätzt wahrscheinlich die Proteinqualität, da Stickstoff aus Aminosäuren der in den Dickdarm eintritt, nicht auf die Proteinverdauung und -resorption zurückzuführen ist, sondern auf den mikrobiellen Abbau. Dieser mikrobielle Abbau führt zur Produktion und Resorption von Ammoniak, welcher zum teilweise im Urin ausgeschieden wird.

Folglich geht dieser Stickstoffanteil für die Synthese von Körperprotein verloren. Daher ist die ileale im Vergleich zur faecalen Verdaulichkeit ein genauerer Parameter zur Bewertung der Qualität eines Nahrungsproteins (Lynch, Johnston, & Wharton, 2018; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Die Methode der PDCAAS wird seit mehr als 20 Jahren angewendet und hat sich in der Praxis als sehr nützlich und effizient erwiesen. Trotzdem wurden die Nachteile und Grenzen des PDCAAS erkannt. Neue Forschungsergebnisse wurden gesammelt und die Eignung der Anwendung der PDCAAS-Methode im Vergleich zu anderen Methoden zur Bewertung der Proteinqualität wurde geprüft. Um den PDCAAS zu ersetzen, wird von der FAO eine neue Methode, der sogenannte Digestible Indispensable Amino Acid Score, zur Messung der Qualität von Nahrungsproteinen empfohlen (FAO, 2013).

Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS)

Aufgrund der Bedenken und zur Vermeidung der Einschränkungen der PDCAAS-Methode hat die Food and Agriculture Organization (FAO) im Jahr 2013 eine aktualisierte Methode zur Bewertung der Proteinqualität empfohlen. Diese neue Methode wird als Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS) bezeichnet (FAO, 2013).

Der DIAAS verwendet eine andere Methode zur Bewertung der Proteinqualität und gilt als genaueres und überlegenes Maß der wirklichen Aufnahme der einzelnen Aminosäuren aus der Nahrung (Lynch, Johnston, & Wharton, 2018; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Im Vergleich zur PDCAAS-Methode, welche die Proteinqualität anhand der Verdaulichkeit über den gesamten Verdauungstrakt (faecale Verdaulichkeit) beurteilt, basiert der DIAAS auf der wahren, ilealen Verdaulichkeit (d.h. am Ende des Dünndarms) der Aminosäuren (Vegane Proteinquellen, o.J.a). Nach der Passage durch das Ileum werden Aminosäuren mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit absorbiert. Proben für die DIAAS-Methode werden aus dem Ileum entnommen, während PDCAAS-Proben aus dem Faeces stammen. Sind in der Stuhlprobe keine Aminosäuren vorhanden, wird bei der PDCAAS-Methode von einer Verdauung der Aminosäuren ausgegangen, obwohl der Aminosäurereststickstoff auch in den Dickdarm eingetreten sein kann und die Aminosäuren somit nicht verdaut wurden (Agropur, o.J.).

Aufgrund dessen wird der Schluss gezogen, dass die wahre, ileale Protein- oder Aminosäurenverdaulichkeit, bedeutet die ermittelte Verdaulichkeit am terminalen Ileum am Ende des Dünndarms, die Mengen der absorbierten Aminosäuren besser widerspiegelt und eine genauere Messung der Verdauung und Absorption von Aminosäuren aus der Nahrung darstellt. Sie sollte daher zur Berechnung des DIAAS verwendet werden (FAO, 2013; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Die Bewertung der Proteinqualität wird bei dieser Methode durch das Verhältnis von dem verdaulichen, essenziellen Aminosäuregehalt zu derselben essenziellen Aminosäure im Referenzprotein bestimmt (Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Dieses Verhältnis sollte für jede unentbehrliche Aminosäure in der Nahrung berechnet werden. Der so ermittelte niedrigste Wert, wird mit 100 multipliziert, um das Verhältnis als Prozentsatz auszudrücken. Dieser Prozentsatz stellt den DIAAS des Nahrungsmittels dar und wird als Indikator für die Qualität eines Nahrungsproteins verwendet (FAO, 2013; Agropur, o.J.).

So lautet die Formel zur Berechnung des DIAAS:

$$DIAAS \% = 100 * \frac{mg\ verdauliche\ essenzielle\ Aminosäure\ in\ 1\ g\ Nahrungsprotein}{mg\ derselben\ essenziellen\ Aminosäure\ in\ 1\ g\ Referenzprotein}$$

(FAO, 2013)

Im Gegensatz zum PDCAAS, kann der DIAAS Werte über 1 bzw. 100 % annehmen, wenn das Nahrungsprotein einen hohen Gehalt an unentbehrlichen Aminosäuren aufweist. Werte über 1 werden nicht gekürzt, wie dies bei der Methode des PDCAAS der Fall ist. Somit werden zusätzliche unentbehrliche Aminosäuren in hochwertigeren Proteinquellen berücksichtigt und die Proteinqualität kann genauer bewertet werden.

Der Wert vieler Nahrungsproteine wird durch den DIAAS leicht erhöht. So liegt der DIAAS-Wert von Whey-Protein-Isolat bei 1,09 und der Wert von Sojaprotein-Isolat bei nur noch 0,90. Bei der Methode des PDCAAS schnitten beide Proteinquellen mit einem Wert von 1 (Whey-Protein-Isolat) und 0,98 (Sojaprotein-Isolat) nahezu gleich gut ab. Grundsätzlich werden Milchproteine beim DIAAS im Vergleich zum PDCAAS höher eingestuft und erreichen einen Score über 1 bzw. 100 % (Agropur, o.J.; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Der Unterschied zwischen den PDCAAS- und DIAAS-Werten einiger Proteinquellen ist in Diagramm 1 dargestellt. Hier ist auch zu erkennen, dass die Milchproteine (Whey, Casein) bei der DIAAS-Methode im Vergleich zum PDCAAS bessere Werte erreichen, wie bereits oberhalb beschrieben. Die pflanzlichen Proteine dagegen (Bohnen, Erbsen, Soja, Hafer) erreichen nach der DIAAS-Methode schlechtere Werte wie bei der PDCAAS-Methode.

Protein Quality Score (PDCAAS vs. DIAAS) for different sources

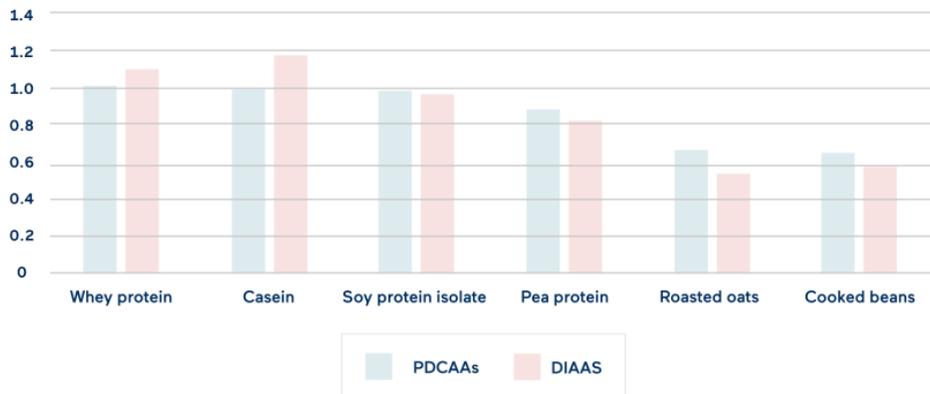


Diagramm 1: Vergleich PDCAAS- und DIAAS-Werte verschiedener Proteinquellen

(Agropur, o.J.)

In Tabelle 1 sind die Unterschiede zwischen den PDCAAS- und DIAAS-Werten einiger Proteinquellen in Zahlen aufgeführt.

Tabelle 1: PDCAAS- und DIAAS-Werte verschiedener Proteinquellen

Eigene Darstellung nach (Bergmann, o.J.)

Proteinquelle	PDCAAS	DIAAS
Milchproteinkonzentrat	1,00	1,18
Whey-Protein-Isolat	1,00	1,09
Sojaprotein-Isolat	0,98	0,9
Erbsenprotein-Konzentrat	0,893	0,822
Reisprotein-Konzentrat	0,419	0,371

Eine Besonderheit der DIAAS-Methode ist, dass mehrere Proteinquellen kombiniert werden können, wodurch der DIAAS erhöht werden kann. Dies kann besonders bei einer pflanzenbasierten Ernährungsweise sehr wirksam sein, um den maximalen DIAAS-Wert zu erhöhen. Für gewöhnlich erreichen Proteinquellen tierischen Ursprungs höhere DIAAS- wie auch PDCAAS-Werte im Vergleich zu pflanzlichen Proteinen, was auf die bessere Verdaulichkeit zurückzuführen ist (Lynch, Johnston, & Wharton, 2018; Bergmann, o.J.).

Es ist davon auszugehen, dass die Methode der PDCAAS noch für einige Zeit zur Bewertung der Proteinqualität eingesetzt wird, da der DIAAS zurzeit nur für wenige Proteine verfügbar ist und Probleme hinsichtlich der Messmethoden für die Aufnahme der Proteine bestehen. Trotz der

Empfehlung der FAO, den PDCAAS durch die Methode des DIAAS zu ersetzen, sind die derzeit vorhandenen Daten nicht ausreichend, um die wahre ileale Aminosäure-Verdaulichkeit bei der Berechnung des DIAAS in der Praxis anzuwenden. Mehr Daten über die wahre ileale Verdaulichkeit von Lebensmitteln, beim Menschen wie auch an Tier-Modellen, sind dringend erforderlich. Bis genügend Daten über die wahre ileale Verdaulichkeit für Nahrungsmittel verfügbar sind, sollte dessen Proteinqualität mit der Methode des DIAAS jedoch mithilfe von Werten für die faecale Proteinverdaulichkeit bewertet werden (Vegane Proteinquellen, o.J.a).

2.3 Proteinbedarf von erwachsenen Frauen

Die Proteinmenge, die erforderlich ist, um die obligatorischen Stickstoffverluste zu ersetzen und somit eine ausgeglichene Stickstoffbilanz zu erreichen, entspricht dem Mindestbedarf bzw. Grundbedarf an Protein. Bei einer gemischten Kost befinden sich die Minima für die Stickstoffbilanz, auch wenn die Proteinkomponente nur aus pflanzlichen Quellen besteht, bei einer Proteinzufuhr zwischen 0,4 und 0,65 g pro kg Körpergewicht. Zur Berücksichtigung individueller Schwankungen und aufgenommener Proteine geringerer Qualität, wird zu dem durchschnittlichen Proteinbedarf von 0,66 g pro kg Körpergewicht pro Tag ein Sicherheitszuschlag in Höhe von 2 Standardabweichungen, entspricht $2 \times 12 \%$, addiert. Für erwachsene Frauen ab 19 bis unter 65 Jahren ergibt sich somit eine empfohlene Zufuhr für Protein von 0,8 g pro kg Körpergewicht pro Tag. Wird der energetische Beitrag von Proteinen zur Gesamtenergieaufnahme betrachtet, sollten etwa 8-10 % der Nahrungsenergie aus Protein stammen (DGE, 2021a; Elmadfa & Leitzmann, 2019, S.235 ff.).

Bezogen auf das Referenzgewicht (= 60 kg) entspricht die empfohlene Proteinzufuhr von 0,8 g pro kg Körpergewicht pro Tag für erwachsene Frauen ab 19 bis unter 65 Jahren, einer Zufuhr von etwa 48 g Protein pro Tag. Schwangere sowie Stillende haben einen erhöhten Proteinbedarf. Die Deckung des Proteinbedarfs kann durch den Verzehr proteinreicher Lebensmittel erreicht werden. Bei den pflanzlichen Lebensmitteln zählen hierzu Hülsenfrüchte wie Soja, Erbsen und Linsen. Auch der Verzehr von Getreideprodukten wie Brot tragen zur Versorgung mit Protein bei. Tierische Lebensmittel die reich an Protein sind, wie Fleisch, Fisch, Milchprodukte und Eier ergänzen die Zufuhr an Protein (DGE, 2021a).

Da Proteine im Körper als bedeutende Struktur- und Funktionselemente dienen, kommt es bei einem Proteinmangel zu vielfältigen Störungen der Körperfunktionen. Tritt eine Unterversorgung mit Proteinen auf, reduziert der Organismus zunächst die Stickstoffausscheidung und versorgt sich durch den Abbau von körpereigenem Protein aus der Muskulatur selbst. Durch den Abbau der Muskelmasse nimmt die Funktion der Muskeln ab, wobei sich bei älteren Menschen das Risiko für Frakturen und Gebrechlichkeit erhöht. Hält die unzureichende Proteinzufuhr länger an, ist der Körper selbst durch

Muskelabbau nicht mehr in der Lage, ausreichend Aminosäuren bereitzustellen, um wichtige Stoffwechsel- und Organfunktionen aufrecht zu erhalten (DGE, 2021a). Bei Erwachsenen kann ein Proteinmangel zu einer geschwächten Immunabwehr und klinischen Symptomen, wie einer gestörten Wundheilung führen. Im Kindesalter kann es zu einem verringerten Wachstum sowie zu geistigen Beeinträchtigungen kommen. Bei einer langfristig zu niedrigen Zufuhr an Nahrungsenergie, wird auch Nahrungs- und Körperprotein zur Energiegewinnung herangezogen. In den Industrieländern kommt ein Proteinmangel äußerst selten vor, findet sich aber oftmals in sogenannten Entwicklungsländern, deren Bevölkerung von Unterernährung betroffen ist. Es handelt sich hierbei vorrangig um einen qualitativen Proteinmangel, der aus der Zufuhr von Nahrungsmitteln mit niedriger Proteinqualität und einer dadurch unzureichenden Aufnahme der unentbehrlichen Aminosäuren resultiert (ProVeg e.V., 2018; Leitzmann & Keller, 2020, S. 358).

Aus Beobachtungen ist bekannt, dass eine Proteinzufuhr in drei bis vierfacher Höhe des Referenzwerts über einen längeren Zeitraum ohne unerwünschte Symptome und Schäden möglich ist. Laut WHO kann jedoch bei einer so hohen Proteinzufuhr das Auftreten negativer Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden. Die EFSA sieht eine Proteinzufuhr, welche der doppelten Menge des Referenzwerts entspricht, für Erwachsene als sicher an. Die vorhandenen Daten wie auch die Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen der Proteinzufuhr und der Gesundheit reichen derzeit nicht zur Bestimmung einer tolerierbaren Gesamtzufuhrmenge aus. Liegt die Zufuhr an Protein deutlich über dem Bedarf, sollte auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr geachtet werden, da der beim Abbau der Proteine entstehende Harnstoff mit dem Urin ausgeschieden werden muss (DGE, 2021a).

Zusammenfassend sollte eine Proteinzufuhr von 2 g pro kg Körpergewicht nicht überschritten werden, auch aufgrund der Tatsache, dass die hohe Aufnahme tierischer Proteine mit einer großen Zufuhr an Fett, Cholesterinen sowie Purinen verbunden ist, welche als wenig wünschenswert gelten (Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 236).

2.4 Pflanzliche Proteinquellen

Pflanzliche Proteine sind neben Kohlenhydraten und Fetten in allen pflanzlichen Nahrungsmitteln enthalten und unterscheiden sich in der Menge und der Zusammensetzung der Aminosäuren. Mit einer ausreichenden Energiezufuhr und einer abwechslungsreichen pflanzlichen Kost, kann der Proteinbedarf ausschließlich durch pflanzliche Proteine gedeckt werden (Bernhauser, 2023).

Es gibt Proteine aus pflanzlichen Proteinquellen, die besonders gut verstoffwechselt werden können und somit zur Deckung des Proteinbedarfs besser geeignet sind. Hierzu zählen Hülsenfrüchte (z.B. Soja, Erbsen, Linsen, Bohnen) sowie Getreide (z.B. Reis, Hafer, Weizen, Dinkel, Roggen). Das gilt auch für verarbeitete Produkte wie Brot. Auch Pseudogetreide (z.B. Amaranth, Buchweizen, Quinoa) stellt eine gute Quelle für pflanzliche Proteine dar. Zudem enthalten Nüsse (z.B. Erdnüsse, Mandeln,

Cashewkerne) und Ölsaaten (z.B. Hanfsamen, Kürbiskerne, Sesam) viel Eiweiß (AOK, 2021; ProVeg e.V., 2018).

2.4.1 Hülsenfrüchte

Hülsenfrüchte, auch Leguminosen genannt, stellen mit Proteingehalten zwischen 20 – 40 % (pro 100 g Trockenmasse) eine wichtige pflanzliche Proteinquelle dar. Zudem versorgen sie den Körper mit reichlich Kohlenhydraten, Ballaststoffen, Vitaminen sowie Mineralstoffen. Eine Ernährung die reich an Leguminosen ist, kann viele positive Auswirkungen auf den menschlichen Organismus haben. Hülsenfrüchte zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an der essenziellen Aminosäure Lysin aus, welche für den Stickstoffhaushalt des menschlichen Organismus, die Blut- und Muskelsynthese sowie für die Kalzifizierung der Knochen unerlässlich ist. Der Verzehr von Hülsenfrüchten kann den Großteil des Bedarfs an unentbehrlichen Aminosäuren decken. Jedoch ist die Proteinqualität von Hülsenfrüchten schlechter, wie die von tierischem Protein, da das Aminosäurenprofil unausgeglichen und ihre Verdaulichkeit teilweise gering ist. Die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein, die unter anderem an der Aufrechterhaltung des Immunsystems eine tragende Rolle spielen, sind die limitierenden Faktoren der Proteinqualität in Leguminosen mit Ausnahme von Soja. Durch Mischen mit anderen Lebensmittelgruppen, wie beispielsweise Getreide, kann die Proteinqualität verbessert werden (Rimbach, 2015, S. 157 ff.; Gomes Almeida Sáa, Morenob, & Mattar Carciofi, 2020).

Sojaprotein

Die Sojabohne gehört aufgrund der vielfältigen Verarbeitungs- und Einsatzmöglichkeiten (z.B. Sojamilch, Sojasauce, Tofu) sowie des hohen Fett und Proteingehaltes (38,2 g pro 100 g Trockenmasse) zu den weltweit bedeutendsten Wirtschaftspflanzen (Rimbach, 2015, S. 152).

Sojaprotein aus Sojabohnen kann anhand unterschiedlicher Extraktions- und Filtrationsmethoden produziert werden, die vom gewünschten Proteingehalt abhängig sind.

Für die Herstellung von Sojaprotein-Konzentraten und -Isolaten wird der Rückstand der Sojaöl-Produktion genutzt. Zu Beginn wird das flockierte und entfettete Sojamehl mit einer Mischung aus Alkohol und Wasser extrahiert. Hierbei werden die unverträglichen Oligosaccharide entfernt und es entsteht Sojakonzentrat mit einem Proteingehalt von circa 60 %. Zur Herstellung von Sojaprotein-Isolat, welches einen Proteingehalt von über 90 % aufweist, wird eine wässrige Extraktion aus entfetteten Sojaflocken und eine anschließende Ausfällung mit verdünnter Salzsäure durchgeführt. Sojaprotein-Isolat ist leicht verdaulich und enthält im Vergleich zu Sojaprotein-Konzentrat weniger Fett und Kohlenhydrate. Sojaprotein weist im Vergleich zu anderen pflanzlichen Proteinquellen ein

vollständiges Aminosäurenprofil auf und enthält somit alle neun unentbehrlichen Aminosäuren (Rimbach, 2015, S. 156-157; Gigas-Nutrition, 2019).

Aufgrund des Vorkommens von Sojaallergien, sind Sojaproteine für Menschen, die gegen diese eine Allergie aufweisen ungeeignet (ProVeg e.V., 2019).

Erbsenprotein

Unter den Hülsenfrüchten gelten Erbsen als die ältesten Nutzpflanzen und ihr Anbau reicht wahrscheinlich bis in die vorgeschichtliche Zeit zurück. Erbsen werden getrocknet, tiefgekühlt, in Konserven sowie in frischer Form angeboten und sind mit einem Proteingehalt von 22,9 g pro 100 g Trockenmasse reich an Protein (Rimbach, 2015, S. 152-153).

Erbsenprotein wird aus gemahlenden gelben Spalterbsen gewonnen, oftmals durch mechanische Trennung, wodurch die löslichen Ballaststoffe im Erbsenprotein erhalten bleiben. Die Erbsen werden mit Wasser vermischt und vermahlen. Es entsteht ein Gemisch aus Wasser, Erbsenprotein, Fasern und Stärke. Anschließend werden Fasern und Stärke gelöst und zuletzt wird die Mischung getrocknet. Nach der Trocknung bleibt das Erbsenprotein übrig (Krefting, 2017; Brune, 2022).

Erbsenprotein hat einen Proteingehalt von 80 % und ist reich an Branched-Chain Amino Acids (BCAAs), übersetzt verzweigtkettige Aminosäuren. Diese sind Valin, Leucin und Isoleucin, welche wichtig für den Muskelaufbau sowie -regeneration sind. Erbsen enthalten reichlich Lysin, der Vorstufe von Carnitin, welches an der Umwandlung von Fettsäuren in Energie beteiligt ist. Zudem enthält Erbsenprotein B-Vitamine, Kalium, Folsäure und Ballaststoffe (Krefting, 2017; Vetain, 2020).

Zudem stellt Erbsenprotein eine leicht verdauliche Proteinquelle dar und du weist ein geringes allergenes Potenzial auf, da es nicht aus einem der häufigsten allergenen Lebensmittel (Milch, Eier, Erdnüsse, Nüsse, Soja, Fisch, Schalentiere, Weizen) gewonnen wird (Krefting, 2017; Vetain, 2023).

2.4.2 Getreide

Der Verbrauch von Getreide für die menschliche und tierische Ernährung ist weltweit typisch. Die dominierende Getreideart stellt Mais dar, gefolgt von Weizen und Reis (Rimbach, 2015, S. 122; Gomes Almeida Sáa, Morenob, & Mattar Carciofi, 2020). Mit einem Proteingehalt von 10 – 12 % (pro 100 g) zählt es nicht zu den pflanzlichen Quellen mit dem höchsten Proteingehalt. Jedoch wird es in großen Mengen verzehrt, z.B. in Form der Grundnahrungsmittel Brot und Nudeln und stellt somit eine wesentliche Quelle für Nahrungsproteine dar (Hoehnel, Zannini, & Arendt, 2022).

Von Natur aus weisen alle Getreidearten einen niedrigen Gehalt an der unentbehrlichen Aminosäure Lysin auf (Rimbach, 2015, S. 142).

Reisprotein

Reis stellt für viele Menschen ein Grundnahrungsmittel dar, das überwiegend gekocht verzehrt wird, aber auch zu Mehl oder Flocken weiterverarbeitet werden kann (Rimbach, 2015, S. 126-127).

Reisprotein wird aus dem vollen Reiskorn mittels Extrahierung gewonnen. Durch natürliche Keim- und Fermentationsprozesse wird der Proteingehalt im Reiskorn erhöht und es entsteht ein hochkonzentriertes pflanzliches Protein (Vetain, 2020).

Reisprotein hat einen Proteingehalt von 80 % und weist ein hochwertiges Aminosäurenprofil auf. So ist es reich an den 3 BCAAs und enthält alle unentbehrlichen Aminosäuren. Der Gehalt an Lysin ist jedoch gering und diese Aminosäure stellt die limitierende Aminosäure von Reisprotein dar. Zusätzlich enthält Reisprotein B-Vitamine, Vitamin C, D, und E sowie Beta – Carotin, Folsäure und Biotin (Vetain, 2020; Gomes Almeida Sáa, Morenob, & Mattar Carciofi, 2020).

Zudem ist Reisprotein hypoallergen und enthält kein Gluten, weshalb es für Menschen geeignet ist, die von einer Glutenunverträglichkeit betroffen sind (Rimbach, 2015, S. 127; Vetain, 2023).

Haferprotein

Hafer ist die am sechsthäufigste Getreideart mit einer weltweiten Jahresproduktion von 23 Millionen Tonnen (Boukid, 2021).

Hafer zählt mit einem Proteingehalt von fast 12 % zu den eiweißreichsten Getreidesorten und stellt eine gute Quelle für Eisen, Zink, Magnesium, B-Vitamine sowie Ballaststoffen dar (Schär, o.J.).

Haferprotein kann durch verschiedene Methoden wie Nassverfahren, Trockenfraktionierung und enzymatische Extraktion gewonnen werden. Bei der Nassextraktion werden die Proteine unter alkalischen Bedingungen mittels Lösungsmittel extrahiert und durch Zentrifugation getrennt. Anschließend werden die Haferproteine durch isoelektrische Ausfällung isoliert (Kumar, Sehwat, & Konga, 2021).

Haferprotein hat einen Proteingehalt von 55 % und ist reich an unentbehrlichen Aminosäuren und den verzweigtkettigen BCAAs (Valin, Leucin, Isoleucin) (naVitalo, o.J.a).

Haferprotein enthält keine Laktose sowie Gluten. Jedoch besteht die Gefahr einer Kreuzkontamination mit glutenhaltigen Getreidesorten wie Weizen, auf dem Feld, bei der Verarbeitung sowie Verpackung. Menschen, die an Zöliakie leiden, sollten daher nur Haferprodukte kaufen, die als glutenfrei gekennzeichnet sind. Zudem eignet sich Haferprotein gut für Allergiker*Innen, da dieses keine häufigen Allergene wie Soja enthält (naVitalo, o.J.a; Schär, o.J.).

Weizenprotein

Weizen ist weltweit die wichtigste Getreideart und wird auf allen Kontinenten kultiviert. Weizen weist gute Backeigenschaften auf und wird aufgrund dessen besonders als Backweizen angewendet (Rimbach, 2015, S. 123-124).

Weizenprotein besteht aus Klebereiweiß (Gluten) und ist das Nebenprodukt bei der Herstellung von Weizenstärke. Circa 600.000 Tonnen Weizengluten werden pro Jahr von der Stärkeindustrie produziert. Weizenprotein wird mittels physikalischer Extraktion gewonnen, wenn Weizenmehl mit Wasser gemischt wird. Die Stärke wird ausgewaschen und das nicht wasserlösliche Gluten bleibt zurück. Das Gluten wird getrocknet und es entsteht ein weißes bis gelbes konzentriertes Pulver, das Weizenprotein, mit einem Proteingehalt von 80 %. Wie bei allen Getreidearten ist der Gehalt an Lysin gering, weshalb diese Aminosäure limitierend ist (Ceresal, o.J.; Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e.V., o.J.). Zudem ist der Gehalt an Threonin niedrig (Rimbach, 2015, S. 142).

Weizenprotein ist für Menschen, die von einer Glutenunverträglichkeit betroffen sind, nicht geeignet.

2.4.3 Pseudogetreide

Pseudogetreide wie Amaranth, Buchweizen und Quinoa sind Pflanzensamen, die oftmals wie Getreide verwendet werden, jedoch keine echten Getreidesorten sind und botanisch gesehen nicht wie Getreide zu den Gräsern zählen (Rimbach, 2015, S. 128). Mit einem Proteingehalt von 12 – 19 % (pro 100 g) enthalten sie etwas mehr Protein als Getreide und sind außerdem eine gute Quelle für Ballaststoffe, ungesättigte Fettsäuren, Vitamine, Mineralstoffe sowie sekundäre Pflanzenstoffe. Pseudogetreide hat ein gutes Profil an essenziellen Aminosäuren und daher eine gute Proteinqualität. So weist es einen hohen Gehalt an Lysin auf und ist daher eine optimale Ergänzung von Getreide, welches Lysin in unzureichender Menge enthält. Aufgrund des ausgezeichneten Nährstoffprofils, werden Pseudogetreide auch als „Körner des einundzwanzigsten Jahrhunderts“ bezeichnet (Gomes Almeida Sáa, Morenob, & Mattar Carciofi, 2020; Hoehnel, Zannini, & Arendt, 2022). Zudem ist Pseudogetreide glutenfrei und stellt somit eine gute Proteinquelle für Menschen dar, die von einer Glutenunverträglichkeit betroffen sind (Rimbach, 2015, S. 128).

2.4.4 Nüsse und Samen

Nüsse und Samen wie Erdnüsse, Mandeln, Haselnüsse, Kürbiskerne und Hanfsamen sind mit einem Proteingehalt von 16 – 36 % (pro 100 g) eine weitere hochwertige Quelle für pflanzliche Proteine. Zudem liefern sie ungesättigte Fettsäuren, Vitamine sowie Mineralstoffe. Die Aminosäureprofile der verschiedenen Nüssen und Saaten können stark variieren, einige wie beispielsweise Pistazien,

Kürbiskerne sowie Hanfsamen sind reich an Lysin. Aufgrund ihres hohen Kaloriengehaltes sollten Nüsse und Ölsaaten nicht als bevorzugte pflanzliche Proteinquelle dienen, sondern als wertvolle Ergänzung in den Speiseplan integriert werden (Gairing, 2022; Hoehnel, Zannini, & Arendt, 2022; Vegane Proteinquellen, o.J.a).

Mandelprotein

Botanisch sind Mandeln keine Nüsse, sondern gehören zu den Steinfrüchten und sind mit einem Proteingehalt von 21 g pro 100 g reich an pflanzlichem Protein (Wendl, 2020; OPW Ingredients, o.J.).

Mandelprotein ist ein Kuppelprodukt, welches bei der Herstellung von Mandelöl entsteht. Der bei der Ölproduktion entstehende Mandelpresskuchen wird zu einem sehr feinen Mehl vermahlen – das Mandelprotein (Wendl, 2020).

Mandelprotein hat einen Proteingehalt von über 50 % und weist ein hochwertiges Aminosäurenprofil mit allen unentbehrlichen Aminosäuren auf. Zudem enthält Mandelprotein Calcium, Magnesium, Kalium, Eisen, die Vitamine B und E und ist frei von Laktose sowie Gluten (Wendl, 2020; OPW Ingredients, o.J.).

Kürbiskernprotein

Botanisch gehören Kürbisse zu den Beeren. Kürbiskerne sind die Samen des Kürbis und gehören mit einem Proteingehalt von 37 g pro 100 g zu den proteinreichsten Samen (Vetain, 2020; ecodemy, 2023).

Kürbiskernprotein wird aus den Kürbiskernen nach der Ölpressung gewonnen. Die Kürbiskerne werden in Wasser eingeweicht, erwärmt und anschließend gepresst. Danach wird der Presskuchen schonend getrocknet und zu einem feinen Mehl vermahlen. Es entsteht ein feines Pulver, das Kürbiskernprotein, mit einem Proteingehalt von 60 % (Fromm, 2019; Vetain, 2020).

Kürbiskernprotein hat ein ausgewogenes Aminosäurenprofil und enthält somit alle unentbehrlichen Aminosäuren. Es liefert einfach sowie mehrfach ungesättigte Fettsäuren und dient als Ballaststoffquelle. Zudem ist Kürbiskernprotein reich an Magnesium, Phosphor, Eisen, Zink, Kupfer sowie Vitamin K und ist frei von Gluten (Fromm, 2019; Vetain, 2020).

Hanfprotein

Hanf zählt zu den ältesten Kulturpflanzen und wurde bereits vor 12.000 Jahren in China und Persien als Getreide angebaut. Die Hanfsamen wurden verzehrt, die Hanffasern zur Herstellung von

Kleidung eingesetzt und auch Papier wurde in China aus Hanf gemacht. Im 13. Jahrhundert kam die Hanfpflanze nach Europa (Delvaux de Fenffe, 2020).

Es muss unterschieden werden zwischen THC-armen und THC-reichem Hanf. THC steht für Tetrahydrocannabinol, die psychoaktive Substanz, welche für die berauschende Wirkung nach dem Konsum von Cannabis verantwortlich ist und die Grundlage für Drogenpräparate wie Haschisch und Marihuana darstellt. Aus THC-freien Hanf, auch als Nutzhanf bezeichnet, können keine Rauschmittel gewonnen werden. In Deutschland dürfen Nahrungsmittel, so auch Hanfprotein, ausschließlich aus THC-armen Hanf bestehen (Delvaux de Fenffe, 2020; naVitalo, o.J.b).

Hanfprotein wird aus Hanfsamen gewonnen. Bei der Herstellung von kaltgepresstem Hanföl bleibt der Presskuchen zurück. Dieser wird vermahlen und das entstehende Hanfprotein wird ausgesiebt (myFairtrade, 2023).

Hanfprotein hat einen Proteingehalt von 60 % und weist ein vollständiges Aminosäurenprofil auf. Es enthält alle unentbehrlichen Aminosäuren und ist reich an den verzweigt-kettigen Aminosäuren (BCAAs). Hanfprotein enthält Omega-3 und Omega-6 Fettsäuren sowie reichlich Ballaststoffe. Zudem liefert es Vitamine und Mineralstoffe wie Kalium, Magnesium, Eisen, Zink sowie Vitamin E und B-Vitamine (Vetain, 2020; myFairtrade, 2023).

Da Hanfprotein keine Allergene wie Soja, Gluten oder Laktose enthält, ist es bei einer Laktoseintoleranz und Glutenunverträglichkeit sowie für sensible Menschen geeignet (myFairtrade, 2023).

Auch Gemüse, grünes Blattgemüse, Sprossen und Pilze liefern pflanzliche Proteine. Beispielsweise enthalten Champignons circa 3,6 g und Brokkoli sowie Spinat rund 3 g Protein pro 100 g. Die enthaltene Menge an Protein ist zwar nicht besonders hoch, jedoch kann davon eine große Menge verzehrt werden, da die Energiedichte im Vergleich zu Nüssen und Ölsaaten niedrig ist. Somit trägt Gemüse auch zur Proteinversorgung bei (Gairing, 2022; Bernhauser, 2023).

Der Verzehr tierischer Proteinquellen wie Fleisch, Eier, Milch sowie Milchprodukte geht mit einer hohen Aufnahme gesättigter Fettsäuren und Cholesterin einher, was das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöht. Naturbelassene Proteine pflanzlichen Ursprungs enthalten kaum gesättigte Fettsäuren und sind frei von Trans-Fettsäuren sowie Nahrungs-Cholesterin. Zudem sind viele proteinreiche pflanzliche Nahrungsmittel eine gute Quelle für Ballaststoffe, Vitamine, Eisen, Zink und sekundäre Pflanzenstoffe (z.B. Isoflavone). Somit können Veganer*Innen durch den Verzehr pflanzlicher Proteinquellen ernährungsphysiologische sowie gesundheitliche Vorteile haben (AOK, 2021; Englert & Siebert, 2020, S. 43).

2.5 Vegane Ernährung

Die vegane Ernährungsweise stellt eine erweiterte Form der vegetarischen Ernährung dar, bei welcher ausschließlich pflanzliche Nahrungsmittel konsumiert werden. Alle tierischen Nahrungsmittel sowie Zusatzstoffe werden abgelehnt. Zum Teil auch Honig und Lebensmittel, bei deren Herstellung tierische Bestandteile eingesetzt werden. Zusätzlich benutzen viele vegan lebende Menschen keine Materialien oder Gebrauchsgegenstände aus Tierkörperteilen wie Fell, Leder und Wolle (DGE, 2023).

Vegane Ernährung wird ähnlich wie andere vegetarische Kostformen in der Bevölkerung der westlichen Länder immer beliebter und häufiger ausgeübt. Der typische Vegetarier*In ist weiblich, jung, gebildet, vermögend, lebt in Städten und geht einem „gesunden Lebensstil“ nach.

Es ist nicht genau bekannt, wie viele Menschen in Deutschland einer veganen Ernährungsweise nachgehen. Die Angaben schwanken zwischen 0,1 % und 1 % der Bevölkerung, sprich zwischen 81.000 und 810.000 Personen (Richter, et al., 2016).

Die vegane Ernährungsweise als Teil des „westlichen“ Lebensstils unterscheidet sich von einer „traditionell“ pflanzlichen Ernährung, welche häufig in Entwicklungsländern praktiziert wird. Dort steht diese oftmals mit einer eingeschränkten Lebensmittelverfügbarkeit und einer niedrigeren Energiezufuhr infolge von einem geringen Einkommen und Bildungsniveau in Zusammenhang (Richter, et al., 2016).

2.5.1 Motive für eine vegane Ernährung

Die Entscheidung für eine vegane Ernährung und somit der Verzicht auf tierische Nahrungsmittel erfolgt für gewöhnlich bewusst und freiwillig. Die Hauptmotive für eine vegane Ernährungsweise sind ethische Gründe, Aspekte der Ökologie und Nachhaltigkeit sowie gesundheitliche Beweggründe (siehe Diagramm 2) (Richter, et al., 2016).

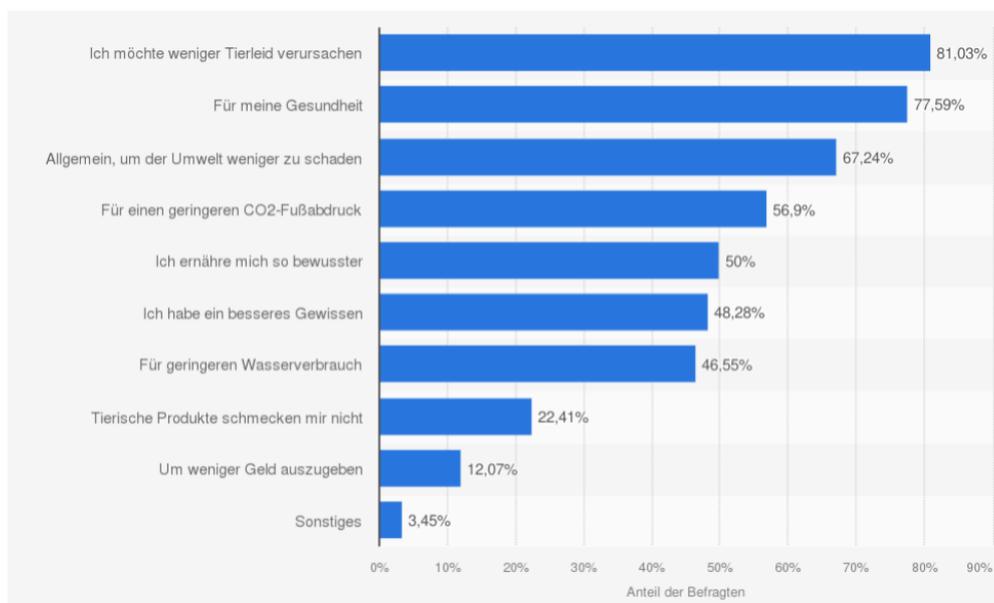


Diagramm 2: Gründe für eine vegane Ernährung in Deutschland in %
(Statista, 2022)

Die Entscheidung für eine vegetarische bzw. vegane Ernährung verläuft laut sozialpsychologischen Ansätzen nicht spontan, sondern schrittweise. Ausschlaggebende Gründe sind vorrangig eine Bewusstseinsbildung durch zunehmendes Wissen über Tierhaltung, Fleischproduktion sowie eine Ernährungsform, welche die Gesundheit fördert. Jedoch sind auch verschiedene „Schlüsselerlebnisse“ bekannt, die zu einer spontanen Veränderung der Ernährung führen, wie beispielsweise der Besuch eines Schlachthofes (Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 742).

Ethisch

Ethische Aspekte stellen für viele Veganer*Innen das Hauptmotiv für eine vegane Lebensweise dar. Hierbei stehen vor allem die Ablehnung des Tötens, Empathie gegenüber Tieren sowie die Beschäftigung mit dem Verhältnis zwischen Mensch und Tier im Vordergrund. Weitere Gründe sind die Ablehnung der Massentierhaltung, das Recht der Tiere auf Leben und Unversehrtheit sowie die Ablehnung des Verzehrs tierischer Lebensmittel als Beitrag zur Lösung des Welthungerproblems. Seit dem Jahr 2002 ist der Tierschutz als Staatsziel im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland verankert. Dadurch soll der Umgang mit Tieren in eine ethisch verträgliche sowie tierschutzgerechte Richtung gelenkt werden. In der Praxis gibt es leider weiterhin massive Missstände, besonders bei der Intensivhaltung von Nutztieren sowie deren Schlachtung (BMEL, 2019; Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 742 ff.).

Ökologisch

Ökologische Aspekte werden kaum als primäre Gründe für die Entscheidung für einen veganen Ernährungsstil genannt und sind oftmals eng mit ethisch bzw. moralischen Motiven verbunden. Die

Hinwendung zur veganen Ernährung wird von ökologisch motivierten Veganer*Innen als Beitrag zum Erhalt des Planeten gesehen, da die vegane Kost, sprich pflanzliche Nahrungsmittel, im Vergleich zur omnivoren Ernährung die geringste Umweltbelastung mit sich bringt (Englert & Siebert, 2020, S. 24). Weitere Gründe sind ein positiver Beitrag zum globalen Klimaschutz sowie die Vermeidung von Veredelungsverlusten (Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 743).

Gesundheit

Die gesundheitlichen Motive für eine vegane Ernährung umfassen Aspekte wie die allgemeine Gesunderhaltung und Gesundheitsförderung, Prävention und Heilung von Krankheiten, Reduktion des Körpergewichts sowie die Steigerung der körperlichen wie auch geistigen Leistungsfähigkeit (Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 742).

Zusammenhängend mit der Gesundheit sind auch Hygiene-Aspekte: Fleisch sowie andere tierische Nahrungsmittel stellen häufige Quellen für Lebensmittelvergiftungen dar. Auch Lebensmittelskandale, lebensmittelbedingte Krankheiten, sogenannte „food borne diseases“ (z.B. BSE) oder der Einsatz von Antibiotika, Hormonen und Masthilfen in der Intensivtierhaltung, stellen für einige Verbraucher*Innen ausreichende Gründe dar, sich ausschließlich pflanzlich zu ernähren (Englert & Siebert, 2020, S. 23).

2.5.2 Protein als kritischer Nährstoff in der veganen Ernährungsweise

Protein gilt bei einer veganen Ernährung als potenziell kritischer Nährstoff. Für den Proteinstoffwechsel sind 20 Aminosäuren erforderlich, neun davon sind unentbehrlich und müssen dem Körper über die Nahrung zugeführt werden. Derzeit ist noch unklar, ob die Zufuhr an unentbehrlichen Aminosäuren in allen Altersgruppen durch eine vegane Ernährung sichergestellt werden kann. Aufgrund des Wachstums ist vor allem bei Säuglingen und Kindern eine ausreichende Zufuhr von unentbehrlichen Aminosäuren besonders wichtig.

Zudem sind die biologische Wertigkeit und die Verdaulichkeit von pflanzlichen Proteinen geringer. Im Vergleich zu tierischen Lebensmitteln ist die Proteinqualität von pflanzlichen Lebensmitteln meist schlechter. Durch eine gezielte Kombination von Lebensmitteln mit verschiedenen limitierenden Aminosäuren kann die Proteinqualität der täglichen Proteinzufuhr durch die ergänzende Wirkung der einzelnen Aminosäuren erhöht werden. Gute pflanzliche Proteinlieferanten sind Hülsenfrüchte, Getreide (Vollkorn), Nüsse, Ölsamen sowie Kartoffeln. Bei einer gleichzeitig ausreichenden Energiezufuhr kann der Proteinbedarf bei einer veganen Ernährungsweise gedeckt werden. Liegt die Energiezufuhr unter dem individuellen Bedarf, wird auch Nahrungs- sowie Körperprotein zur Energiegewinnung herangezogen. Daher ist bei einer rein pflanzlichen Ernährung besonders auf die Proteinqualität sowie eine sinnvolle Kombination der Proteinquellen zu achten, damit eine ausreichende

Versorgung mit essenziellen Aminosäuren gewährleistet werden kann (DGE, 2023; Englert & Siebert, 2020, S. 43).

2.6 Vegane Proteinriegel

Vegane Proteinriegel enthalten keinerlei tierische Inhaltsstoffe. Stattdessen werden Proteine aus pflanzlichen Quellen wie beispielsweise aus Soja, Erbse oder Reis eingesetzt. Neben dem Protein enthalten die meisten pflanzlichen Proteinriegel Kohlenhydrate und versorgen den Körper mit Proteinen und Energie (Herrmann, 2024; Fleddermann, o.J.).

Um ein vollständiges Aminosäurenprofil sowie einen hohen Proteingehalt zu erreichen, sollten in veganen Proteinriegeln verschiedene pflanzliche Proteinquellen kombiniert werden (Brunke, 2022; nu3, 2023).

Vegane Proteinriegel können folgende pflanzliche Proteinquellen enthalten:

- Sojaprotein
- Erbsenprotein
- Reisprotein
- Hanfprotein
- Mandelprotein
- Kürbiskernprotein
- Ackerbohnenprotein
- Haferprotein
- Weizenprotein

(Brunke, 2022)

Einige Hersteller verwenden die pflanzlichen Proteinquellen in einer hochkonzentrierten Form, wie zum Beispiel Sojaproteinisolat, anstelle von Vollwertproteinen, die weniger verarbeitet sind (Herrmann, 2024).

Einige vegane Proteinriegel enthalten auch Nüsse und Samen wie Cashewkerne, Mandeln oder Erdnüsse, welche ebenfalls eine geeignete Quelle für pflanzliches Protein sind. Der Einsatz von Trockenfrüchten wie Datteln, sorgt für eine natürliche Süße, wodurch diese Riegel oftmals ohne zugesetzten Zucker oder andere Süßungsmittel auskommen (Rau, 2022; Fleddermann, o.J.).

Jedoch enthalten viele pflanzliche Proteinriegel zugesetzten Zucker, chemische Süßungsmittel, Geschmacksverstärker sowie weitere Zusatzstoffe (Brunke, 2022; Proteinriegel-Guide, o.J.).

Die Nährwertprofile von veganen Proteinriegeln können von Marke zu Marke erheblich variieren. Auch verschiedene Sorten und Geschmäcker können für unterschiedliche Nährwerte sorgen, was aus den verwendeten Zutaten resultiert. Die meisten veganen Proteinriegel enthalten 10 bis 20 g Protein pro Riegel. Der Anteil an Kohlenhydraten beträgt im Durchschnitt 25 bis 35 g und der Fettgehalt liegt bei 5 bis 10 g. Für gewöhnlich haben die Riegel zwischen 150 und 300 Kalorien (Herrmann, 2024).

Zusätzlich sind vegane Proteinriegel aufgrund der pflanzlichen Inhaltsstoffe, reich an Ballaststoffen. Ballaststoffe wirken sich positiv auf die Verdauung aus und sind ein wichtiger Bestandteil einer gesunden Ernährung. Im Durchschnitt enthalten Proteinriegel auf pflanzlicher Basis zwischen 5 und 10 g Ballaststoffe pro Riegel und sind somit eine gute Quelle, um einen Teil der von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfohlenen Tagesdosis von 30 g abzudecken (DGE, 2021b; Andrés, 2020).

Neben konventionellen veganen Proteinriegeln gibt es auf dem Markt auch pflanzliche Proteinriegel in Bio-Qualität. Diese Riegel tragen das EU-Bio-Siegel, welches garantiert, dass die veganen Proteinriegel frei von chemisch-synthetischen Pestiziden und Gentechnik sind. Diese Proteinriegel sind somit auch schonender für die Umwelt und nachhaltiger (Verbraucherzentrale, 2023a; Rau, 2022).

3 Methode

In diesem Kapitel wird die methodische Vorgehensweise zur Beantwortung der Forschungsfrage beschrieben.

Zu Beginn wurden die zu untersuchenden veganen Proteinriegel anhand einer systematischen Umfrage ermittelt und anschließend eine Auflistung der Produkte erstellt.

Im nächsten Schritt wurde die Proteinquantität der veganen Proteinriegel analysiert. Hierfür wurde unter anderem berechnet, welcher anteilige Beitrag der tägliche Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs der Zielgruppe beitragen kann.

Im letzten Schritt wurden die veganen Proteinriegel auf ihre Proteinqualität untersucht.

Erfassung der zu analysierenden veganen Proteinriegel

Die auf Proteinquantität und -qualität zu untersuchenden veganen Proteinriegel wurden anhand systematischer Umfrage erfasst.

Für die Umfrage wurde die Mensa der HAW an der Fakultät Life Sciences in Hamburg Bergedorf als Befragungsort ausgewählt.

Für die Durchführung der Umfrage wurden im Vorfeld weibliche Erwachsene mit einem Alter zwischen 19 und 30 Jahren als Zielgruppe bestimmt.

Die Zielgruppe der Umfrage wurde mit dem Hintergrund bestimmt, um zu ermitteln, welche veganen Proteinriegel diese verzehren, da diese Zielgruppe auch der Zielgruppe entspricht, für welche der quantitative und qualitative Beitrag veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs ermittelt werden soll.

Die Umfrage fand am 24.10.2023 und 25.10.2023 im Zeitraum von 11:45 Uhr bis 12:30 Uhr statt. Die Teilnehmerinnen der Umfrage wurden per Zufall ausgewählt. Insgesamt nahmen 52 Teilnehmerinnen an der Umfrage teil, davon entsprachen 5 Teilnehmerinnen nicht der Zielgruppe (abweichendes Alter) und wurden von der weiteren Befragung ausgeschlossen.

Zuerst wurde das Alter erfragt. Entsprach das Alter der Zielgruppe wurde folgende Frage gestellt: „Verzehren Sie vegane Proteinriegel? Falls ja, welche?“

Es wurden ausschließlich Marken bzw. Firmen genannt, welche vegane Proteinriegel in ihrem Sortiment führen und kein konkreter veganer Proteinriegel. Alle genannten Marken/Firmen wurden schriftlich festgehalten. Insgesamt wurden 10 verschiedene Marken bzw. Firmen genannt.

Auflistung der ermittelten veganen Proteinriegel

Zuerst wurde auf den jeweiligen Internetseiten der in der Umfrage genannten Marken bzw. Firmen geschaut, welche und wie viele vegane Proteinriegel diese in ihrem Sortiment führen. Hiervon ausgenommen ist die Anzahl der veganen Proteinriegel der Firma Lidl. Diese wurde direkt im Geschäft ausgemacht, da die Anzahl auf dessen Internetseite nicht auffindig gemacht werden konnte.

Nachfolgende Tabelle enthält die 10 in der Umfrage genannten Firmen/Marken sowie die Anzahl der veganen Proteinriegel, die diese in ihrem Sortiment führen.

Die veganen Proteinriegel der Drogeriemarktkette DM werden unter der Eigenmarke *Sportness* vertrieben und die der Drogeriemarktkette Rossmann unter den Eigenmarken *enerBio* sowie *WellMix*.

Insgesamt wurden 39 verschiedene vegane Proteinriegel ermittelt.

Tabelle 2: Anzahl der veganen Proteinriegel welche die in der Umfrage genannten Firmen/Marken in ihrem Sortiment führen

Eigene Darstellung

Firma/Marke	Vegane Proteinriegel im Sortiment
Barebells	3
DM - Sportness	2
Getvuel	2
Hej	4
Koro	4

Lidl	4
Multipower	2
Rocka Nutrition	9
Rossmann - enerBio	4
Rossmann - WellMix	2
Veganz	3
Gesamt	39

Die Tabelle zeigt, dass die Marke *Rocka Nutrition* mit Abstand das größte Sortiment an veganen Proteinriegeln führt. Im Gegensatz dazu, haben die DM Eigenmarke *Sportness* und die Rossmann Eigenmarke *WellMix* sowie die Marken *Getvuel* und *Multipower* mit jeweils zwei veganen Proteinriegeln das kleinste Sortiment.

Im nächsten Schritt wurden die ermittelten veganen Proteinriegel (n=39) in eine Excel-Tabelle übertragen, nach Alphabet geordnet sowie sämtliche erforderliche Informationen aufgeführt. Zudem wurde der Median, Mittelwert, Modalwert, Minimalwert sowie Maximalwert anhand von Excel berechnet.

Die Informationen zu den Produkten sind von den Internetseiten der jeweiligen Firmen/Marken der veganen Proteinriegel. Die einzige Ausnahme besteht bei den veganen Proteinriegeln der Firma Lidl. Hier kommen die Informationen direkt von der Verpackung, da auf der Internetseite von Lidl die veganen Proteinriegel nicht ausfindig gemacht werden konnten.

Diese detaillierte Liste der ermittelten veganen Proteinriegel ist im Anhang in der Tabelle 5 einzusehen.

Bestimmung der Standardportion

Die zu untersuchenden veganen Proteinriegel (n=39) unterscheiden sich im Gewicht. Der Median der Gewichte aller veganen Proteinriegel in g wurde anhand von Excel ermittelt und als Gewicht der Standardportion in g festgelegt. Der Median beträgt 45 g (siehe Anhang Tabelle 5).

Die Standardportion umfasst den täglichen Verzehr eines veganen Proteinriegels mit einem Gewicht von 45 g.

Bestimmung der Zielgruppe

Als Zielgruppe wurden erwachsene Frauen im Alter zwischen 19 und 30 Jahren mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 60 kg bestimmt.

Diese Zielgruppe wurde bestimmt, da Veganer*Innen zu 70 % weiblich und zum Großteil unter 30 Jahren alt sind (Maibaum, 2024).

Im weiteren Verlauf wurden die Produkte auf ihre Proteinquantität sowie -qualität untersucht.

Proteinquantität

Zur Untersuchung des quantitativen Beitrags veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs, wurden in einem ersten Schritt, die Mediane, Mittelwerte, Modalwerte wie auch Minimal- und Maximalwerte des Proteingehalts in g pro 100 g sowie pro Riegel und der Gewichte (Portionsgröße) der veganen Proteinriegel analysiert. Darauffolgend wurden die Zutaten der Riegel betrachtet, um herauszufinden woraus die quantitativen Unterschiede im Proteingehalt der Produkte resultieren.

Zudem wurde der anteilige Beitrag berechnet, welcher der tägliche Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs der Zielgruppe beitragen kann.

Zu Beginn wurde der Proteingehalt der Standardportion ermittelt. Hierfür wurde der anhand von Excel berechnete Mittelwert des Proteingehalts pro 100 g der veganen Proteinriegel auf das Gewicht der Standardportion (45 g) heruntergerechnet. Darauffolgend wurde der Proteinbedarf der Zielgruppe anhand des Referenzwerts der DGE für die Proteinzufuhr ermittelt. Für die Zielgruppe beträgt die tägliche empfohlene Zufuhr für Protein 0,8 g pro kg Körpergewicht pro Tag, woraus sich ein täglicher Proteinbedarf von 48 g ergibt (DGE, 2021a). Zuletzt wurde der anteilige Beitrag berechnet, welcher der tägliche Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs der Zielgruppe beitragen kann.

Proteinqualität

Zur Analyse der Proteinqualität der veganen Proteinriegel wurde die Qualität der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen untersucht und bewertet.

Da in den veganen Proteinriegeln mehrere Proteinquellen in Kombination enthalten sind, würde sich von den im Theorieteil beschriebenen Methoden nur der Digestible Indispensable Amino Acid Score zur Bestimmung der Proteinqualität der Produkte eignen. Jedoch sind für diese Protein-Kombinationen derzeit noch keine DIAAS-Werte vorhanden, weshalb diese Methode nicht angewandt werden konnte.

Daher wurde die Proteinqualität der veganen Proteinriegel anhand einer Untersuchung der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen auf limitierende Aminosäuren bestimmt. Durch diese Vorgehensweise wurde der qualitative Beitrag einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs ermittelt.

Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

Im ersten Schritt wurden die in den Produkten eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen betrachtet und darauf in die Kategorien „Hülsenfrüchte“, „Getreide“ sowie „Nüsse und Samen“ unterteilt.

In einem zweiten Schritt wurde von den drei Gruppen die limitierenden Aminosäuren sowie hohe und niedrige Gehalte weiterer wichtiger essenzieller Aminosäuren nachgeschlagen. Dafür wurde Literatur von (Bernhauser, 2023), (Richter, Skulas-Ray, Champagne, & Kris-Etherton, 2015) sowie (Rimbach, 2015, S. 158) verwendet.

Darauf wurde mit diesen Informationen eine Übersicht erstellt, die zudem noch die einzelnen pflanzlichen Proteinquellen unterteilt nach Gruppen enthält und im Folgenden dargestellt ist.

*Tabelle 3: Gruppe, pflanzliche Proteinquelle, limitierende Aminosäuren und Gehalte weiterer essenzieller Aminosäuren der pflanzlichen Proteinquellen
Eigene Darstellung*

Gruppe	Pflanzliche Proteinquelle	Limitierende Aminosäuren	Gehalte weiterer essenzieller Aminosäuren
Hülsenfrüchte	Erbse	Methionin	Hoch: Lysin, Isoleucin Gering: Tryptophan
	Ackerbohne		
	Soja	Keine limitierende Aminosäure vorhanden, enthält alle essenziellen AS in ausreichender Menge	
Getreide	Reis	Lysin	Hoch: Methionin, Tryptophan Gering: Threonin, Isoleucin
	Hafer		
	Weizen		
Nüsse und Samen	Erdnuss	Tryptophan	Gering: Lysin, Methionin
	Hanfsamen		
	Haselnuss		
	Kürbiskerne		
	Mandel		
	Rapssamen		
	Sesam		
	Sonnenblumenkerne		

Im letzten Schritt wurde für jeden veganen Proteinriegel (n=39) die Proteinqualität bewertet. Hierfür wurde mithilfe der Übersicht festgestellt, ob in den kombinierten pflanzlichen Proteinquellen der einzelnen Riegel limitierende Aminosäuren vorhanden sind oder nicht, dies auch begründet und in einer Excel-Tabelle dokumentiert (siehe Anhang Tabelle 6).

Zudem wurde die Anzahl pflanzlicher Proteinquellen festgestellt, die jeder Riegel enthält, sowie Median, Modalwert, Minimal- und Maximalwert der Anzahl anhand von Excel berechnet und ebenfalls in dieser Tabelle festgehalten.

4 Ergebnisse

Welchen Beitrag vegane Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs beitragen können wird im Ergebnisteil dargestellt. Hierfür wurden die in der Umfrage ermittelten veganen Proteinriegel auf ihre Proteinquantität sowie Proteinqualität untersucht.

Die Ergebnisse der Analyse der pflanzlichen Proteinriegel werden zusammengefasst, anhand von Diagrammen und Tabellen dargestellt und abschließend zur Beantwortung der Forschungsfrage herangezogen.

Dafür wird dieses Kapitel in die Abschnitte „Proteinquantität“ und „Proteinqualität“ unterteilt.

Im Anhang in der Tabelle 5 sind die untersuchten veganen Proteinriegel detailliert aufgeführt. Die Auflistung beinhaltet neben der Firma/Marke den Produktnamen, Sorte, Zutaten, pflanzliche Proteinquelle, Proteingehalt in g pro 100 g, Proteingehalt in g pro Riegel und die Gewichte der veganen Proteinriegel in g. Zusätzlich sind der Median, Mittelwert, Modalwert, Minimalwert sowie Maximalwert des Proteingehalts in g pro 100 g und pro Riegel sowie der Gewichte in g der veganen Proteinriegel anhand von Excel berechnet und in der Liste aufgeführt worden.

4.1 Proteinquantität

Folgende Tabelle bildet den Median, Mittelwert, Modalwert wie auch Minimalwert und Maximalwert (siehe Anhang Tabelle 5) des Proteingehalts in g pro 100 g sowie pro Riegel und der Gewichte in g der veganen Proteinriegel ab.

*Tabelle 4: Mittelwert, Median, Modalwert, Minimalwert, Maximalwert des Proteingehalts pro 100g, des Proteingehalts pro Riegel und der Gewichte der veganen Proteinriegel
Eigene Darstellung*

	Proteingehalt in g/100g	Proteingehalt in g/Riegel	Gewicht in g/Riegel
Mittelwert	25,205	11,944	46,923
Median	25	11,5	45
Modalwert	25	13	50
Minimalwert	20	8	35
Maximalwert	32	18	60

Die analysierten veganen Proteinriegel weisen bezogen auf 100 g im Mittel einen Proteingehalt von 25,205 g auf und die Range liegt zwischen 20 g (Rossmann – enerBiO – Mandel & Vanille) und 32 g (Rossmann – WellMix – Chocolate Brownie). Die untersuchten Riegel haben pro 100 g am häufigsten einen Proteingehalt von 25 g (n=7).

Bezogen auf den Proteingehalt pro Riegel, ist vorab festzuhalten, dass die analysierten Produkte sich in ihren Gewichten unterscheiden. Die Range der Gewichte liegt zwischen 35 g (Rocka Nutrition – White Choco Zimtstern, White Hazelnut Nougat) und 60 g (Koro – Haselnuss; Rocka Nutrition –

Caramel Choco Fudge), der Median beträgt 45 g (Gewicht festgelegte Standardportion) und der Modalwert liegt bei 50 g (n=11). Pro Riegel enthalten die untersuchten veganen Proteinriegel einen Proteingehalt zwischen 8 g bei einer Portionsgröße (Gewicht) von 40 g (Rossmann – enerBiO – Mandel & Vanille) und 18 g bei einer Portionsgröße von 60 g (Rocka Nutrition – Caramel Choco Fudge). Es ist festzustellen, dass die pflanzlichen Proteinriegel, die ein höheres Gewicht aufweisen, nicht zwingend einen höheren Proteingehalt haben wie Riegel mit einem niedrigeren Gewicht bzw. Portionsgröße. Nach einer Analyse der Zutatenliste, ist zu erkennen, dass in den untersuchten Produkten verschiedene pflanzliche Proteinquellen eingesetzt werden. Diese sind ausschlaggebend für den Proteingehalt der Riegel und stammen aus Hülsenfrüchten, Getreide, Nüssen und Samen (siehe Anhang Tabelle 5), auf welche im Kapitel „Proteinqualität“ genauer eingegangen wird. In einigen der analysierten veganen Proteinriegel (n=15) sind die pflanzlichen Proteine hochkonzentriert in Form von Protein-Isolaten enthalten. Die Unterschiede im Proteingehalt ergeben sich aus den Proteingehalten der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen sowie aus deren Anteil in den veganen Proteinriegeln. Demnach ist festzustellen, dass der quantitative Beitrag veganer Proteinriegel zur Deckung des Tagesbedarf an Protein unterschiedlich ausfällt. Abhängig von der Menge aber auch der Art der pflanzlichen Proteinquelle, welche eingesetzt wird, ist der Proteingehalt der untersuchten veganen Proteinriegel höher oder niedriger.

4.1.1 Anteiliger Beitrag

Das nachfolgende Diagramm bildet den anteiligen Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs von erwachsenen Frauen (Alter 19-30 Jahre, ø 60 kg) durch den täglichen Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel ab.

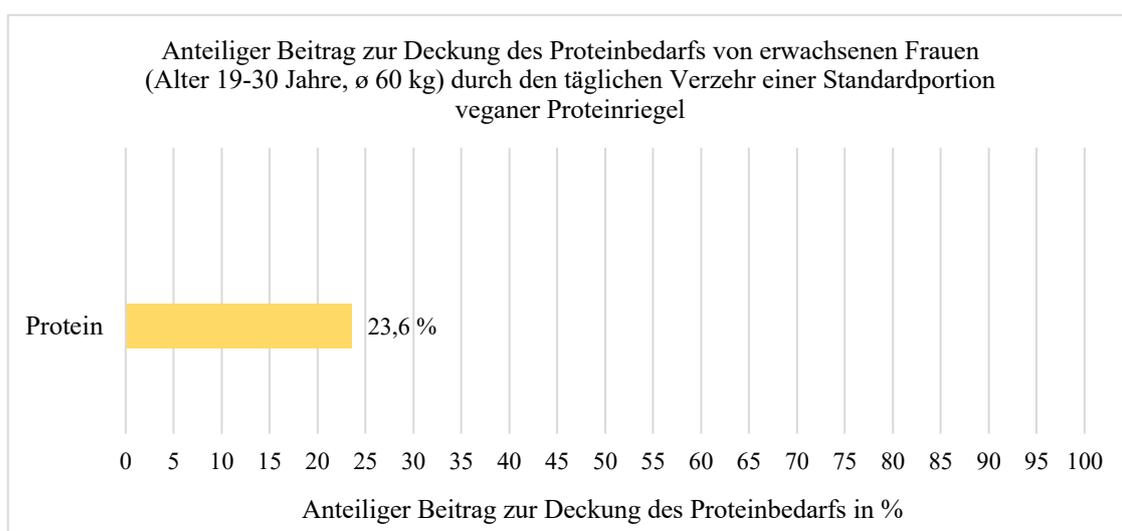


Diagramm 3: Anteiliger Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs von erwachsenen Frauen mit einem Alter von 19-30 Jahren und einem ø-Gewicht von 60 kg, durch den täglichen Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel
Eigene Darstellung

Für die Zielgruppe beträgt die von der DGE empfohlene Zufuhr für Protein 0,8 g pro Kilogramm Körpergewicht, woraus sich ein täglicher Proteinbedarf von 48 g ergibt. Der Proteingehalt der Standardportion der analysierten veganen Proteinriegel entspricht 11,3 g und diese kann den Proteinbedarf der Zielgruppe zu 23,6 % decken, was knapp ein Viertel des Bedarfs ausmacht.

4.2 Proteinqualität

Die Proteinqualität der veganen Proteinriegel wird durch die Qualität der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen bestimmt.

Somit resultiert der qualitative Beitrag, den der Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs der Zielgruppe beitragen kann, aus der Proteinqualität der eingesetzten pflanzlichen Proteine, welche untersucht und bewertet wurden.

Im Anhang in der Tabelle 6 ist die Untersuchung der Proteinqualität jedes einzelnen veganen Proteinriegels (n=39) detailliert abgebildet. Die Tabelle beinhaltet neben den allgemeinen Informationen (Firma/Marke, Produktname, Sorte) die eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen, Anzahl n der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen in den einzelnen Riegeln, limitierende Aminosäuren (falls vorhanden) sowie eine Erklärung wie diese sich ggf. ergänzen und aufheben oder bestehen bleiben. Zudem sind Median, Modalwert, Minimalwert sowie Maximalwert der Anzahl n pflanzlicher Proteinquellen anhand von Excel berechnet und ebenfalls in der Tabelle aufgeführt worden.

Bei Betrachtung der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen, ist festzustellen, dass in allen veganen Proteinriegeln mehrere Proteinquellen in Kombination enthalten sind. Der Minimalwert beträgt 2 (Hej – Chocolate & Vanilla, Chocolate Raspberry, Double Chocolate; Koro – Salted Peanut) und der Maximalwert liegt bei 6 pflanzlichen Proteinquellen (Rocka Nutrition – White Choco Raspberry; Veganz – White Almond Crisp; Rossmann – WellMix – Chocolate Brownie). Am häufigsten werden 4 pflanzliche Proteinquellen (n=15) miteinander kombiniert.

Zudem ist festzuhalten, dass die pflanzlichen Proteine aus Hülsenfrüchten, Getreide, Nüssen und Samen stammen. In allen analysierten pflanzlichen Proteinriegeln (n=39) wurden pflanzliche Proteine aus Erbse eingesetzt, gefolgt von Soja (n=24) und Reis (n=21).

Das folgende Diagramm zeigt die Verteilung der Anteile der analysierten veganen Proteinriegel deren Proteinquellen limitierende bzw. keine limitierenden Aminosäuren enthalten.

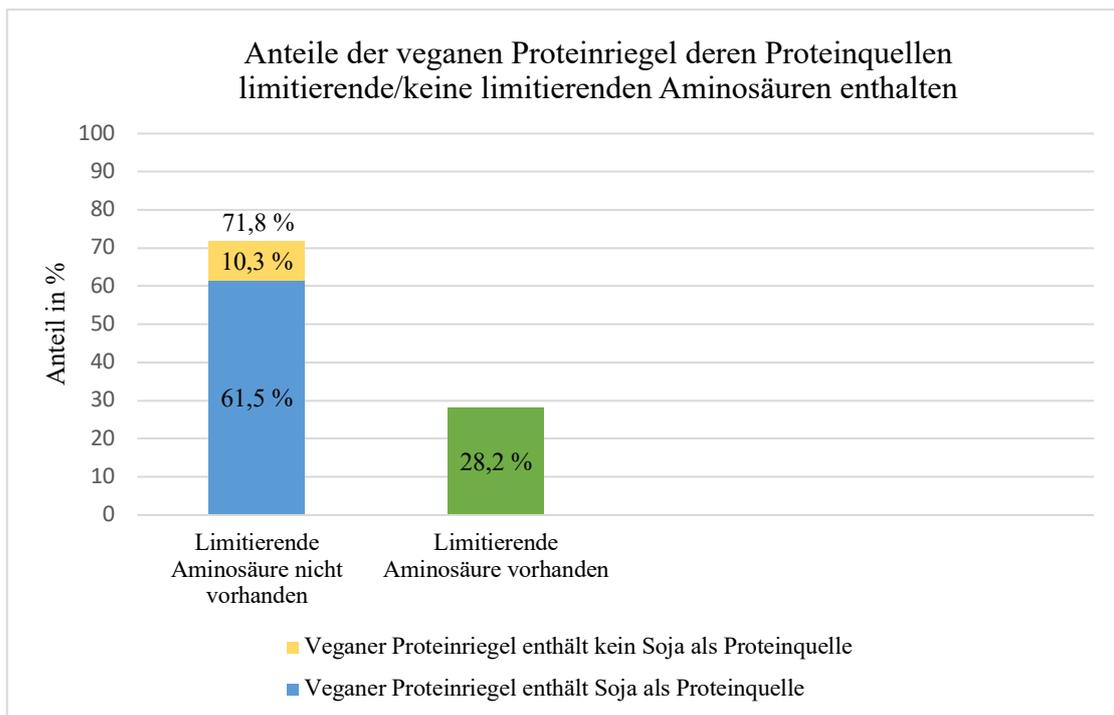


Diagramm 4: Anteile der veganen Proteinriegel deren Proteinquellen limitierende/keine limitierende Aminosäuren enthalten

Eigene Darstellung

Anhand des Diagramms ist zu erkennen, dass insgesamt 71,8 % (n=28) der 39 analysierten veganen Proteinriegel pflanzliche Proteinquellen enthalten, die keine limitierenden Aminosäuren aufweisen. Hiervon enthalten 61,5 % (n=24) Soja als eine von mehreren Proteinquellen und in 10,3 % (n=4) werden andere pflanzliche Proteinquellen eingesetzt. Zudem ist zu sehen, dass 28,2 % (n=11) der veganen Proteinriegel pflanzliche Proteine enthalten, in welchen limitierende AS vorhanden sind. Folgend wird auf die limitierenden AS genauer eingegangen.

Die Berechnung, auf deren Basis das Diagramm 4 erstellt worden ist, ist im Anhang in Tabelle 7 zu finden.

Zum besseren Verständnis ist noch einmal festzuhalten: Wenn keine limitierenden Aminosäuren vorhanden sind und je mehr essenzielle AS die Proteinquellen enthalten, desto hochwertiger ist die Proteinqualität.

Das AS-Profil pflanzlicher Proteine unterscheidet sich je nach Quelle. Durch gezielte Kombination verschiedener pflanzlicher Proteine, können limitierende AS aufgrund der ergänzenden Wirkung einzelner AS ausgeglichen und das AS-Profil vervollständigt werden. So kann ein hoher Anteil essenzieller AS in den veganen Proteinriegeln erreicht und die Proteinqualität verbessert werden.

Soja hat unter den pflanzlichen Proteinen, die in den Riegeln eingesetzt werden, eine Sonderstellung inne, da es als einzige Proteinquelle keine limitierende AS aufweist und alle unentbehrlichen AS in ausreichender Menge zum Aufbau von Körperprotein enthält. Somit sind in allen untersuchten

veganen Proteinriegeln, die neben den anderen enthaltenen pflanzlichen Proteinen, Soja als Proteinquelle enthalten (n=24), keine limitierenden AS vorhanden und das AS-Profil dieser Riegel ist allein durch den Einsatz von Soja vollständig. Die weiteren pflanzlichen Proteinquellen, die enthalten sind (z.B. Erbse, Reis, Mandel), ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. In den analysierten pflanzlichen Proteinriegeln, deren Proteinquellen keine limitierenden AS aufweisen und kein Soja enthalten (n=4), werden neben weiteren Erbse und Reis als pflanzliche Proteinquelle eingesetzt. Erbse enthält als limitierende AS Methionin, weist jedoch einen hohen Gehalt an Lysin auf. Reis wird durch die AS Lysin limitiert, enthält dafür reichlich Methionin und Tryptophan. Durch diese Kombination aus Getreide und Hülsenfrüchten, werden die limitierenden AS der beiden Proteinquellen ausgeglichen, das AS-Profil vervollständigt und folglich die Proteinqualität verbessert. Auch hier ergänzen die weiteren enthaltenen pflanzlichen Proteine (z.B. Erdnuss, Haselnuss, Sonnenblumenkerne) das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Somit ist festzustellen, dass 28 (71,8 %) der 39 untersuchten veganen Proteinriegel, eine hochwertige Proteinqualität aufweisen, da keine limitierenden AS vorhanden und alle essenziellen AS in ausreichender Menge zum Aufbau von körpereigenen Proteinen enthalten sind.

Die pflanzlichen Proteine, bei welchen limitierende AS vorhanden und in 11 der Riegel enthalten sind, stammen entweder aus Hülsenfrüchten, Nüssen und Samen oder nur aus Hülsenfrüchten. Hülsenfrüchte enthalten als limitierende AS Methionin und der Gehalt an Tryptophan ist gering. Nüsse und Samen werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten geringe Mengen Methionin. Durch diese Kombination pflanzlicher Proteine aus Hülsenfrüchten, Nüssen und Samen können sich die limitierenden AS nicht gegenseitig aufheben. Auch in den Riegeln, die nur Hülsenfrüchte (kein Soja) als pflanzliche Proteinquelle enthalten, bleibt die Limitation durch die AS Methionin bestehen, da keine weiteren Proteinquellen eingesetzt werden, die die Limitation aufheben könnten. Somit enthalten 11 (28,2 %) der untersuchten pflanzlichen Proteinriegel nicht alle unentbehrlichen AS in ausreichender Menge, die zur Synthese von Körperproteinen notwendig ist und die Proteinqualität ist dementsprechend schlechter.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Proteinqualität zeigen, dass der qualitative Beitrag, den der Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs von erwachsenen Frauen zwischen 19 und 30 Jahren mit einem Körpergewicht von durchschnittlich 60 kg leisten kann, variiert. Dies ergibt daraus, dass sich die Proteinqualität der analysierten veganen Proteinriegel unterscheidet, abhängig davon ob in den eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen limitierende Aminosäuren vorhanden sind oder nicht. Die veganen Proteinriegel, in denen die pflanzlichen Proteine keine limitierenden AS enthalten, haben eine hochwertige Proteinqualität und können folglich einen qualitativ besseren Beitrag leisten. Dagegen fällt die Proteinqualität der veganen Proteinriegel, deren pflanzliche Proteinquellen limitierende AS aufweisen, schlechter aus und somit auch der qualitative Beitrag.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Beitrag veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs, qualitativ wie auch quantitativ verschieden ausfällt. Vegane Proteinriegel die einen hohen Proteingehalt (Quantität) aufweisen und alle essenziellen AS in ausreichender Menge enthalten (Qualität), können einen besseren Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs (der Zielgruppe) leisten, als solche deren Proteingehalt niedriger ist und in deren pflanzlichen Proteinquellen limitierende AS vorhanden sind.

5 Diskussion

Die vorliegende Bachelorarbeit hatte das Ziel, den quantitativen sowie qualitativen Beitrag veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs zu ermitteln. Hierfür wurden die in der Umfrage erhobenen veganen Proteinriegel auf ihre Proteinquantität und -qualität untersucht.

In diesem Kapitel werden die Methodik und die Ergebnisse der Arbeit unter Berücksichtigung der Limitationen interpretiert und diskutiert.

5.1 Methodendiskussion

Die Größe der Stichprobe der veganen Proteinriegel wurde durch die Anzahl der Teilnehmerinnen (n=52) an der Umfrage beeinflusst. Eine Online-Umfrage über den Mailverteiler der HAW-Hamburg hätte zu mehr Teilnehmerinnen und zu einer größeren Stichprobe führen können. Zusätzlich wurde die Anzahl der veganen Proteinriegel durch den Zeitraum beeinflusst, in welchem die Auflistung erstellt wurde. Daher wurden nur die veganen Proteinriegel in die Stichprobe (n=39) aufgenommen und anschließend analysiert, welche die in der Umfrage genannten Firmen/Marken zwischen dem 28. und 31. Dezember 2023 online in ihrem Sortiment führten.

Die Standardportion wurde auf den Verzehr von einem veganen Proteinriegel pro Tag festgelegt. Die Menge an veganen Proteinriegeln die tatsächlich verzehrt wird, kann hiervon allerdings abweichen. Ernährungsprotokolle hätten über die tatsächliche verzehrte Anzahl genauere Informationen geben können.

Wie bereits im Methodenkapitel beschrieben, wurde die Proteinqualität der veganen Proteinriegel anhand einer Untersuchung der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen auf limitierende Aminosäuren bewertet und durch diese Vorgehensweise der qualitative Beitrag ermittelt, den der Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs beiträgt.

Jedoch hätte sich der DIAAS-Score, mit welchem kombinierte Proteinquellen bewertet werden können, besser zur Bewertung der Proteinqualität der pflanzlichen Proteinriegel geeignet, da dieser mit Zahlenwerten arbeitet. Dadurch hätte die Qualität der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen und somit die Proteinqualität der Riegel besser untereinander verglichen und somit ein genaueres

Ergebnis erzielt werden können. Aufgrund fehlender DIAAS-Werte für die Kombinationen der pflanzlichen Proteinquellen in den veganen Proteinriegeln, konnte diese Methode nicht angewandt werden.

Damit die Proteinqualität veganer Proteinriegel präziser bewertet werden kann, sind dringend mehr Daten und Werte für den DIAAS-Score erforderlich. Dies sollte in zukünftigen Arbeiten berücksichtigt werden und bietet Grundlage für zukünftige Forschung.

Zudem konnten bei der angewandten Methodik weitere Faktoren, welche die Proteinqualität beeinflussen, wie Verdaulichkeit, Absorption und Ausnutzung der absorbierten Aminosäuren zur Synthese von Körperproteinen, nicht beachtet werden. Daher kann die Proteinqualität der analysierten veganen Proteinriegel in Wahrheit doch schlechter ausfallen, wie anhand der angewandten Methodik ermittelt wurde.

5.2 Ergebnisdiskussion

5.2.1 Proteinquantität

Es ist festzuhalten, dass in den analysierten veganen Proteinriegeln verschiedene pflanzliche Proteinquellen eingesetzt werden. Diese sind entscheidend für den Proteingehalt der pflanzlichen Proteinriegel und stammen aus Getreide, Hülsenfrüchten, Nüssen und Samen. Abhängig von der eingesetzten Menge aber auch der Art der pflanzlichen Proteinquelle, ist der Proteingehalt der veganen Proteinriegel höher oder niedriger und daraus resultierend auch der quantitative Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs. Der vegane Proteinriegel „No Whey Bar Pro – Caramel Choco Fudge“ der Marke *Rocka Nutrition* hat unter allen analysierten Riegeln mit einem Proteingehalt von 18 g pro Riegel (29 g/100 g; Portionsgröße 60 g) den höchsten Proteingehalt. Dieser Riegel ist daher quantitativ als sehr gut zu bewerten und kann den Proteinbedarf der Zielgruppe (erwachsene Frauen, Alter 19-30 Jahre, ø 60 kg) besser decken als der „Vegane Proteinriegel – Mandel & Vanille“ der Rossmann Eigenmarke *WellMix* mit einem Proteingehalt von lediglich 8 g (20 g/100 g; Portionsgröße 40 g).

Wird die Standardportion (Verzehr eines veganen Proteinriegels, Gewicht 45 g) betrachtet, kann diese den täglichen Proteinbedarf der Zielgruppe zu 23,6 % decken, entspricht somit knapp einem Viertel des Bedarfs, was quantitativ als ein guter Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs einzustufen ist. Damit der tägliche Bedarf an Protein vollständig gedeckt werden kann, sollten daher weitere proteinreiche Nahrungsmittel in den Speiseplan integriert werden. Personen, die sich vegan ernähren, erreichen dies durch den Verzehr pflanzlicher Proteinlieferanten wie Hülsenfrüchte, Getreide, Pseudogetreide, Nüsse, Ölsamen sowie Kartoffeln (DGE, 2023; Gomes Almeida Sáa, Morenob, & Mattar Carciofi, 2020). Da Nahrungsproteine im Körper wichtige biologische Funktionen erfüllen und ein Mangel an Protein zu vielfältigen Störungen der Körperfunktionen führen kann, muss darauf geachtet werden, ausreichend Protein über die Nahrung aufzunehmen. Gerade bei veganer Ernährung, bei

welcher Protein als kritischer Nährstoff gilt, ist es wichtig den Proteinbedarf vollständig zu decken, damit die Synthese von Körperproteinen nicht beeinträchtigt wird.

Die Ergebnisse der Analyse der Proteinquantität zeigen, dass vegane Proteinriegel, die einen höheren Proteingehalt aufweisen, einen quantitativ besseren Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs der Zielgruppe leisten können, als pflanzliche Proteinriegel mit einem niedrigeren Proteingehalt und sollten daher bevorzugt konsumiert werden. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass neben der Proteinmenge, auch auf die Proteinqualität der pflanzlichen Proteine in veganen Proteinriegeln geachtet werden sollte.

5.2.2 Proteinqualität

Die Proteinqualität der veganen Proteinriegel wird durch die Qualität der eingesetzten pflanzlichen Proteine bestimmt. Die Analyse der pflanzlichen Proteinriegel zeigte, dass in allen untersuchten Riegeln mehrere pflanzliche Proteinquellen in Kombination enthalten sind. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass durch die gezielte Kombination der verschiedenen pflanzlichen Proteine, limitierende AS aufgrund der ergänzenden Wirkung einzelner AS ausgeglichen, ein hoher Anteil an unentbehrlichen Aminosäuren erreicht und somit die Proteinqualität verbessert werden kann (Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 226).

Des Weiteren haben die Ergebnisse der Untersuchung der Proteinqualität gezeigt, dass 71,8 % (n=28) der veganen Proteinriegel pflanzliche Proteinquellen enthalten, die keine limitierenden Aminosäuren aufweisen. Diese Riegel enthalten daher alle essenziellen AS in ausreichender Menge, die zur Synthese von Körperproteinen erforderlich sind und die Proteinqualität ist dementsprechend als hochwertig einzustufen. Hiervon wird in 61,5 % (n=24) Soja als eine von mehreren Proteinquellen eingesetzt. Da Sojaprotein keine limitierenden AS enthält, ist es nicht erforderlich durch den Einsatz weiterer pflanzlicher Proteine limitierende AS aufzuheben. Allein durch den Einsatz von Sojaprotein kann in veganen Proteinriegeln eine hochwertige Proteinqualität erzielt werden. Die weiteren pflanzlichen Proteine, die enthalten sind, wirken durch zusätzliche Mengen essenzieller AS ergänzend, was als positiv in Bezug auf die Proteinqualität zu bewerten ist. Allerdings ist das Auftreten von Sojaallergien zu berücksichtigen, weshalb diese veganen Proteinriegel für Verbraucher*Innen, die eine Allergie gegen Sojaproteine aufweisen, ungeeignet sind und nicht konsumiert werden sollten (ProVeg e.V., 2019).

In 10,3 % (n=4) der untersuchten pflanzlichen Proteinriegel, werden durch die Kombination von Erbsen- und Reisprotein limitierende AS ausgeglichen und eine hochwertige Proteinqualität erzielt. Auch in diesem Fall ergänzt der Einsatz weiterer pflanzlicher Proteine, aufgrund zusätzlicher Mengen essenzieller AS, das AS-Profil, wodurch die Proteinqualität dieser Riegel weiter gesteigert werden kann. Dies führt zu einer Verbesserung des qualitativen Beitrags zur Deckung des Proteinbedarfs. Zudem weisen Erbsen- und Reisprotein ein geringes allergenes Potenzial auf (Krefting, 2017; Vetaim,

2023). Da in diesen veganen Proteinriegeln kein Soja eingesetzt wird, stellen sie eine Alternative für Konsument*Innen dar, die gegen Sojaproteine allergisch sind. Zusätzlich sind Erbsen- und Reisprotein reich an den 3 BCAAs (Valin, Leucin, Isoleucin), welche wichtig für den Muskelaufbau sowie -regeneration sind (Vetain, 2020).

Die Untersuchung der Proteinqualität der pflanzlichen Proteinriegel hat gezeigt, dass in 28,2 % (n=11) pflanzliche Proteine enthalten sind, die limitierende AS aufweisen. Durch die Kombination der eingesetzten pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS nicht ausgeglichen werden. Folglich sind nicht alle essenzielle AS in ausreichender Menge zum Aufbau von körpereigenen Proteinen vorhanden, was in einer schlechteren Proteinqualität resultiert. Daher sollte beim Verzehr veganer Proteinriegel, deren pflanzliche Proteine limitierende AS aufweisen, darauf geachtet werden, durch die Aufnahme komplementärer Proteine in weiteren Nahrungsmitteln, die limitierenden AS aufzuheben, um so die Proteinqualität der Nahrung zu verbessern. Hierbei kann die Aufnahme über den Tag verteilt stattfinden und muss nicht innerhalb einer Mahlzeit erfolgen (Englert & Siebert, 2020, S. 41).

Zur Synthese körpereigener Proteine müssen alle für die Sequenz erforderlichen Aminosäuren ausreichend vorhanden sein. Die unentbehrlichen AS müssen dem Körper über die Nahrung zugeführt werden (DGE, 2023; Elmadfa & Leitzmann, 2019, S. 226). Da die Proteinqualität pflanzlicher Nahrungsmittel im Vergleich zu tierischen Lebensmitteln häufig geringer ist, muss bei einer veganen Ernährung besonders auf die Proteinqualität sowie eine gezielte Kombination der Proteinquellen geachtet werden, damit eine ausreichende Versorgung mit den essenziellen Aminosäuren sichergestellt werden kann (DGE, 2023; Englert & Siebert, 2020, S.43).

Zusammenfassend kann aus den Ergebnissen der Analyse geschlossen werden, dass vegane Proteinriegel mit hochwertiger Proteinqualität einen sehr guten und daher besseren qualitativen Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs der Zielgruppe leisten, als solche deren Proteinqualität aufgrund enthaltener pflanzlicher Proteine mit limitierenden AS, als qualitativ schlechter einzustufen ist.

Im Gesamten ist die Proteinqualität aller untersuchten pflanzlichen Proteinriegeln überwiegend als hochwertig zu bewerten, allerdings besteht noch Optimierungs- sowie Verbesserungsbedarf.

Werden die Proteinquantität sowie -qualität gemeinsam betrachtet, zeigen die Ergebnisse der Untersuchung, dass vegane Proteinriegel insgesamt einen sehr guten Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs der Zielgruppe leisten können, sowohl qualitativ wie auch quantitativ. Voraussetzung hierfür ist der Einsatz pflanzlicher Proteine mit hochwertiger Proteinqualität (keine limitierenden AS) sowie hohem Proteingehalt. Bei der Entwicklung neuer pflanzlicher Proteinriegel sollte dies beachtet werden.

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass pflanzliche Proteinriegel eine gute Möglichkeit darstellen können, pflanzliche Proteine aufzunehmen. Vor allem für sich vegan ernährende Verbraucher*Innen, können sie unter Berücksichtigung einer hohen Proteinquantität und -qualität einen sehr guten

Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs leisten. Sie eignen sich zudem für Sportler*Innen die ihre Proteinzufuhr in der Muskelaufbauphase erhöhen möchten. Sie sind ideal für unterwegs und können im hektischen Alltag als praktischen Snack konsumiert werden und dabei dem Körper gleichzeitig pflanzliche Proteine liefern. Aufgrund der Tatsache, dass vegane Proteinriegel keinerlei tierische Zutaten enthalten, sind sie frei von Milch und enthalten daher keine Laktose. Vegane Proteinriegel eignen sich daher auch für Konsument*Innen die an einer Laktoseintoleranz leiden. In Deutschland sind circa 15 bis 20 % der Bevölkerung von einer Laktoseintoleranz betroffen (AOK, 2023).

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass (vegane) Proteinriegel nicht die primäre Quelle zur Deckung des Proteinbedarfs darstellen sollten. Vielmehr sollten sie im Rahmen einer ausgewogenen und abwechslungsreichen Ernährung verzehrt werden und können daher ergänzend in den täglichen Speiseplan integriert werden.

Mit der vorliegenden Arbeit wurden neue Erkenntnisse über die Proteinquantität sowie Proteinqualität pflanzlicher Proteinriegel gewonnen. Zudem wurde der quantitative und qualitative Beitrag veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs ermittelt. Daher trägt diese Forschungsarbeit dazu bei, die Forschungslücke in diesem Bereich zu schließen.

Die Erkenntnisse der Arbeit können Konsument*Innen darüber aufklären und informieren, inwiefern vegane Proteinriegel ihren Proteinbedarf quantitativ und qualitativ decken können. Des Weiteren wird darauf aufmerksam gemacht, dass neben der Zufuhr ausreichender Mengen Protein zur Deckung des Proteinbedarfs, auch der Proteinqualität eine entscheidende Bedeutung zukommt.

In dieser Arbeit wurde nur die Proteinquantität und Proteinqualität veganer Proteinriegel untersucht. Weitere ernährungsphysiologische Aspekte sowie weitere Inhaltsstoffe der pflanzlichen Proteinriegel wurden nicht angesehen. Bei der Erstellung der Auflistung der veganen Proteinriegel und der anschließenden Analyse der enthaltenen pflanzlichen Proteine fiel jedoch auf, dass ein Großteil der untersuchten Riegel chemische Süßungsmittel, zugesetzten Zucker sowie weitere Zusatzstoffe enthalten. Diese Aspekte bieten Grundlage für weitere Forschung im Feld der veganen Proteinriegel.

Die Ergebnisse und gewonnen Erkenntnisse der vorliegenden Studie, können für die Entwicklung neuer veganer Proteinriegel mit einem hohen Proteingehalt sowie einer hochwertigen Proteinqualität herangezogen werden. Zudem kann sie Verbraucher*Innen bei der Auswahl pflanzlicher Proteinriegel unterstützen.

6 Fazit

Die vorliegende Studie untersuchte die Proteinquantität sowie Proteinqualität veganer Proteinriegel und ermittelte anhand dessen, welchen Beitrag vegane Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs leisten können.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Standardportion den täglichen Proteinbedarf der Zielgruppe zu knapp einem Viertel decken kann, was quantitativ als ein guter Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs angesehen werden kann. Es wurde festgestellt, dass der Proteingehalt pflanzlicher Proteinriegel, abhängig von der eingesetzten Menge aber auch der Art der pflanzlichen Proteinquelle, höher oder niedriger ist und folglich auch der quantitative Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs. Vegane Proteinriegel, die einen höheren Proteingehalt aufweisen, können einen besseren quantitativen Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs leisten und sollten daher bevorzugt konsumiert werden.

Die Proteinqualität der untersuchten pflanzlichen Proteinriegel ist im gesamten überwiegend als hochwertig einzustufen, kann in einigen Fällen jedoch noch optimiert und verbessert werden.

Aufgrund der wichtigen biologischen Funktionen, welche Nahrungsproteine im Körper erfüllen, muss darauf geachtet werden, ausreichend Protein über die Nahrung zuzuführen. Neben der Proteinmenge muss auch auf die Qualität der Proteine in der Nahrung geachtet werden. Gerade bei veganer Ernährung, bei welcher Protein zu den potenziell kritischen Nährstoffen zählt, ist es wichtig den Proteinbedarf vollständig zu decken und Proteine hochwertiger Qualität zu verzehren, damit eine ausreichende Versorgung mit allen essenziellen Aminosäuren sichergestellt werden kann und die Synthese von Körperproteinen nicht beeinträchtigt wird.

Abschließend wird der Schluss gezogen, dass der tägliche Verzehr einer Standardportion veganer Proteinriegel einen sehr guten quantitativen als auch qualitativen Beitrag zur Deckung des Proteinbedarfs von erwachsenen Frauen (Alter 19-30 Jahre, ø 60 kg) leisten kann. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein pflanzlicher Proteine mit hochwertiger Proteinqualität sowie hohem Proteingehalt. Dies sollte bei der Entwicklung und beim Kauf von veganen Proteinriegeln beachtet werden.

Die Ergebnisse gelten universell auch für weitere Zielgruppen, jedoch unterscheidet sich hierbei der anteilige Beitrag der Standardportion veganer Proteinriegel zur Deckung des Proteinbedarfs.

Pflanzliche Proteinriegel können daher eine gute Möglichkeit darstellen, hochwertige pflanzliche Proteine aufzunehmen und zur Deckung des Proteinbedarfs beitragen.

Es ist zu berücksichtigen, dass pflanzliche Proteinriegel im Rahmen einer ausgewogenen und abwechslungsreichen Ernährung ergänzend verzehrt werden können und nicht die primäre Quelle zur Deckung des Proteinbedarfs darstellen sollten.

Literaturverzeichnis

- Agropur. (o.J.). *PDCAAS to DIAAS: A new way to look at protein quality*. Abgerufen am 8. November 2023 von Agropur: <https://www.agropur.com/us/news/pdcaas-to-diaas-a-new-way-to-look-at-protein-quality#:~:text=DIAAS%20samples%20come%20from%20the,amino%20acid%20digestion%20and%20absorption.>
- Andrés, V. (1. Oktober 2020). *Was macht einen veganen Proteinriegel gesund?* Abgerufen am 19. November 2023 von protein works: <https://de.theproteinworks.com/thelockerroom/was-macht-einen-veganen-proteinriegel-gesund/>
- AOK. (25. Oktober 2021). *4 pflanzliche Proteinquellen, die den tierischen in nichts nachstehen*. Abgerufen am 5. Dezember 2023 von AOK: <https://www.aok.de/pk/magazin/ernaehrung/gesunde-ernaehrung/die-besten-pflanzlichen-proteinquellen/>
- AOK. (3. Mai 2023). *Was ist Laktoseintoleranz – und welche Symptome treten dabei auf?* Abgerufen am 21. November 2023 von AOK: <https://www.aok.de/pk/magazin/ernaehrung/ernaehrungsformen/laktoseintoleranz-symptome-und-behandlung/#:~:text=Laktoseintoleranz%20ist%20eine%20Unverträglichkeit%2C%20von,nur%20weniger%20als%20fünf%20Prozent.>
- Bergmann, J. (o.J.). *PDCAAS: Protein digestibility-corrected amino acid score*. Abgerufen am 8. November 2023 von Online Fitness Academy: <https://www.online-fitness-academy.de/magazin/pdcaas.html>
- Bernhauser, I. (4. September 2023). *Enthalten pflanzliche Proteine alle essentiellen Aminosäuren?* Abgerufen am 5. Dezember 2023 von ecodeemy: <https://ecodeemy.de/magazin/pflanzliche-proteine-kombinieren-essentielle-aminosaeuern/>
- BMEL. (2. August 2019). *Stellung des Tierschutzes im Grundgesetz*. Abgerufen am 25. November 2023 von Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: <https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tierschutz/staatsziel-tierschutz.html>
- Boukid, F. (2021). Oat proteins as emerging ingredients for food formulation: where we stand? *European Food Research and Technology*, 247, S. 535-544. doi: <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03661-2>.
- Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlinga, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *British Journal of Nutrition*(108), S. 183-211. doi: 10.1017/S0007114512002309.
- Brune, H. (5. Dezember 2022). *So melken wir unsere Erbsen*. Abgerufen am 16. Dezember 2023 von vly: <https://www.vlyfoods.com/blogs/blog/produktion-so-melken-wir-unsere-erbsen>
- Brunke, E. (2022. August 2022). *Proteinriegel vegan: Alle Marken im Test*. Abgerufen am 16. November 2023 von Elisa Brunke: <https://elisabrunke.de/proteinriegel-vegan-test/>
- Bundeszentrum für Ernährung. (2. Februar 2022). *Die Zukunft is(s)t vegan und pflanzenbasiert*. Abgerufen am 17. Januar 2024 von Bundeszentrum für Ernährung: [https://www.bzfe.de/service/news/aktuelle-meldungen/news-archiv/meldungen-2022/februar/die-zukunft-isst-vegan-und-pflanzenbasiert/#:~:text=\(BZfE\)%20-%20Im%20Trendreport%20Ernährung,pflanzenbasierter%20Ernährung%20weiterhin%20s tark%20zunimmt.](https://www.bzfe.de/service/news/aktuelle-meldungen/news-archiv/meldungen-2022/februar/die-zukunft-isst-vegan-und-pflanzenbasiert/#:~:text=(BZfE)%20-%20Im%20Trendreport%20Ernährung,pflanzenbasierter%20Ernährung%20weiterhin%20s tark%20zunimmt.)
- Ceresal. (o.J.). *(Bio-)Weizenprotein*. Abgerufen am 20. Dezember 2023 von Ceresal: <https://ceresal.de/de/pflanzliche-proteine/bio-weizenprotein/>

- Day, L. (2013). Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32(1), S. 25-42.
- Delvaux de Fenffe, G. (8. Mai 2020). *Hanf*. Abgerufen am 19. Dezember 2023 von Planet Wissen: <https://www.planet-wissen.de/natur/pflanzen/hanf/index.html>
- DGE. (21. September 2017). *Wie viel Protein brauchen wir?* Abgerufen am 14. Januar 2024 von DGE: <https://www.dge.de/fileadmin/dok/presse/meldungen/2011-2018/DGE-Pressemeldung-aktuell-08-2017-Referenzwert-Protein.pdf>
- DGE. (09. Januar 2021a). *Ausgewählte Fragen und Antworten zu Protein und unentbehrlichen Aminosäuren*. Abgerufen am 4. Januar 2024 von DGE: <https://www.dge.de/fileadmin/dok/gesunde-ernaehrung/faq/DGE-FAQ-Protein-2021.pdf>
- DGE. (November 2021b). *Ausgewählte Fragen und Antworten zu Ballaststoffen*. Abgerufen am 19. November 2023 von DGE: <https://www.dge.de/fileadmin/dok/gesunde-ernaehrung/faq/DGE-FAQ-Ballaststoffe-2021.pdf>
- DGE. (Februar 2023). *Ausgewählte Fragen und Antworten zur Position der DGE zu veganer Ernährung*. Abgerufen am 23. November 2023 von DGE: https://www.dge.de/fileadmin/dok/gesunde-ernaehrung/faq/DGE-FAQ-Vegane_Ernaehrung-2023.pdf
- ecodemy. (28. November 2023). *Kürbiskerne: Nussiger Geschmack und wertvolle Inhaltsstoffe*. Abgerufen am 17. Dezember 2023 von ecodemy: <https://ecodemy.de/magazin/kuerbiskerne/>
- Elmadfa, I., & Leitzmann, C. (2019). *Ernährung des Menschen (6. überarbeitete und aktualisierte Auflage)*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Englert, H., & Siebert, S. (2020). *Vegane Ernährung (2. aktualisierte. u. erweiterte Auflage)*. Bern: Haupt.
- FAO. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. Food and Nutrition Paper*. Rom.
- Fleddermann, J. (o.J.). *Vegane Proteinriegel – Snacks mit wenig Zucker*. Abgerufen am 16. November 2023 von LECKER: <https://www.lecker.de/vegane-proteinriegel-81413.html>
- Fortune Business Insights. (2022). *Markt Forschung Bericht - Markt für Proteinriegel*.
- Fromm, A. (7. November 2019). *Kürbiskernprotein*. Abgerufen am 17. Dezember 2023 von nu3: <https://www.nu3.de/blogs/food-trends/kuerbiskernprotein#:~:text=Kürbiskernprotein%20wird%20aus%20Kürbiskernen%20nach,mit%20einem%20hohen%2C%20pflanzlichen%20Proteingehalt>
- Gairing, S. (25. Januar 2022). *Vegane Proteine: Die 5 wichtigsten Quellen*. Abgerufen am 7. Dezember 2023 von Utopia: <https://utopia.de/ratgeber/vegane-proteine-die-5-wichtigsten-quellen/>
- Gigas-Nutrition. (1. April 2019). *Der Sojaprotein Ratgeber*. Abgerufen am 13. Dezember 2023 von <https://www.gigasnutrition.com/blogs/ernaehrung/der-sojaprotein-ratgeber>
- Gomes Almeida Sáa, A., Morenob, Y., & Mattar Carciofi, B. (2020). Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends in Food Science & Technology*(97), S. 170-184 doi: 10.1016/j.tifs.2020.01.011.
- Herrmann, R. (22. Januar 2024). *Proteinriegel Test 2024: Die 24 besten Eiweiß-Riegel in der Übersicht*. Abgerufen am 9. Februar 2024 von GQ: <https://www.gq-magazin.de/body-care/galerie/proteinriegel-test-vergleich>

- Hertzler, S., Lieblein-Bo, J., Weiler, M., & Allgeier, C. (2020). Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. *Nutrients*, 12(12), S. 1-27. doi:10.3390/nu12123704.
- Hoehnel, A., Zannini, E., & Arendt, E. (2022). Targeted formulation of plant-based protein-foods: Supporting the food system's transformation in the context of human health, environmental sustainability and consumer trends. *Trends in Food Science & Technology*(128), S. 238-252. doi: 10.1016/j.tifs.2022.08.007.
- König, D., Carlsohn, A., Braun, H., Großhauser, M., Lampen, A., Mosler, S., . . . He-seker, H. (2020). Proteins in sports nutrition. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau*(67(7)), S. 132-9. doi: 10.4455/eu.2020.039.
- Krefting, J. (September 2017). The Appeal of Pea Protein. *Journal of Renal Nutrition*, 27(5), S. e31-e33. doi:https://doi.org/10.1053/j.jrn.2017.06.009.
- Krimmer, T. (8. Januar 2008). *Peptide und Proteine*. Abgerufen am 23. Dezember 2023 von Thieme : <https://m.thieme.de/viamedici/vorklinik-faecher-biochemie-1511/a/peptide-und-proteine-3844.htm>
- Kumar, L., Sehrawat, R., & Konga, Y. (2021). Oat proteins: A perspective on functional properties. *LWT - Food Science and Technology*, 152, S. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112307>.
- Langyan, S., Yadava, P., Khan, F., Dar, Z., Singh, R., & Kumar, A. (2022). Sustaining Protein Nutrition Through Plant-Based Foods. *Frontiers in Nutrition*, 8, S. doi: 10.3389/fnut.2021.772573.
- Lehrke, E. (2023). Anteiliger Beitrag zum Erreichen ausgewählter Referenzwerte durch pflanzliche Milch- und Käsealternativen
- Leitzmann, C., & Keller, M. (2020). *Vegetarische und vegane Ernährung (4. vollst. überarbeitete und erweiterte Auflage*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Lynch, H., Johnston, C., & Wharton, C. (2018). Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *nutrients*, 10(12), S. 1-16. doi:10.3390/nu10121841.
- Maibaum, M. (19. Februar 2024). *Anzahl der Veganer in Deutschland - 140+ Fakten (2024)*. Abgerufen am 29. Februar 2024 von Veganivore: <https://veganivore.de/anzahl-veganer-statistiken-fakten/>
- Mathai, J., Liu, Y., & Stein, H. (2017). Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). *British Journal of Nutrition*(117), S. 490-499. doi:10.1017/S0007114517000125.
- Mattila, P., Mäkinen, S., Euroola, M., Jalava, T., Pihlava, J., Hellström, J., & Pihlanto, A. (2018). Nutritional Value of Commercial Protein-Rich Plant Products. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73, S. 108–115. doi.org/10.1007/s11130-018-0660-7.
- myFairtrade. (18. Dezember 2023). *Hanfprotein als nährstoffreiche, vegane Eiweißquelle*. Abgerufen am 19. Dezember 2023 von myFairtrade: <https://www.myfairtrade.com/ratgeber/hanfprotein.html>
- naVitalo. (o.J.a). *Haferprotein als Alternative zu tierischen Eiweißquellen*. Abgerufen am 21. Dezember 2023 von naVitalo: <https://www.navitalo.com/de/haferprotein-als-alternative-zu-tierischen-eiweissquellen/>

- naVitalo. (o.J.b). *Hanfprotein: ungesund oder alternative Eiweißquelle?* Abgerufen am 19. Dezember 2023 von naVitalo: <https://www.navitalo.com/de/hanfprotein-ungesund-oder-gesund/>
- nu3. (6. September 2023). *Proteinriegel Test 2023*. Abgerufen am 19. November 2023 von nu3: <https://www.nu3.de/blogs/supplements/proteinriegel-test>
- OPW Ingredients. (o.J.). *Mandelmehl / Mandelprotein*. Abgerufen am 22. Dezember 2023 von OPW Ingredients: <https://www.opw-ingredients.com/proteine/mandelmehl/>
- Proteinriegel-Guide. (o.J.). *Top 10 vegane Proteinriegel*. Abgerufen am 19. November 2023 von Proteinriegel-Guide: <https://www.proteinriegel-guide.de/top-10-vegane-proteinriegel/>
- ProVeg e.V. (4. Juli 2018). *Pflanzliches Eiweiß: Proteinmangel mit vegan-vegetarischen Lebensmitteln vorbeugen*. Abgerufen am 5. Dezember 2023 von ProVeg: <https://proveg.com/de/ernaehrung/naehrstoffe/eiweiss-proteinmangel-vegan-vorbeugen/>
- ProVeg e.V. (2019). *Pflanzenmilch-Report*. Berlin. Abgerufen am 13. Dezember 2023
- ProVeg e.V. (20. Oktober 2022). *Vegane Ernährung: Was essen Veganer:innen?* Abgerufen am 1. Dezember 2023 von ProVeg e.V.: <https://proveg.com/de/ernaehrung/vegane-ernaehrung/>
- Rau, L. (28. August 2022). *Sind Proteinriegel eigentlich gesund?* Abgerufen am 18. November 2023 von Utopia: <https://utopia.de/ratgeber/sind-proteinriegel-eigentlich-gesund/>
- Richter, C., Skulas-Ray, A., Champagne, C., & Kris-Etherton, P. (2015). Plant Protein and Animal Proteins: Do They Differentially Affect Cardiovascular Disease Risk? *Advances in Nutrition*, 6(6), S. 712-728. doi:10.3945/an.115.009654.
- Richter, M., Boeing, H., Grünewald-Funk, D., Heseker, H., Kroke, A., Leschik-Bonnet, E., . . . Watzl, B. f. (April 2016). Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau*(63(04)), S. 92– 102. Erratum in: 63(05): M262. doi: 10.4455/eu.2016.021.
- Rimbach, G. (2015). *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger (2. Aufl.)*. Berlin: Springer.
- Schär. (o.J.). *Ist Hafer glutenfrei?* Abgerufen am 21. Dezember 2023 von Schär: <https://www.schaer.com/de-de/a/hafer>
- Statista. (7. Januar 2022). *Umfrage zu den Gründen für eine vegane Ernährung in Deutschland 2020*. Abgerufen am 25. Dezember 2023 von Statista: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1192354/umfrage/befragung-gruende-vegane-ernaehrung/>
- Statista. (12. Oktober 2023). *Umfrage in Deutschland zur Anzahl der Veganer bis 2023*. Abgerufen am 28. November 2023 von Statista: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/445155/umfrage/umfrage-in-deutschland-zur-anzahl-der-veganer/>
- Thieme via medici. (17. Oktober 2022). *Aminosäuren, Peptide und Proteine: Überblick*. Abgerufen am 14. Januar 2024 von Thieme via medici: <https://viamedici.thieme.de/lernmodul/548779/539486/aminosauren+peptide+und+proteine+ueberblick#steckbrief>
- Tome, D. (2012). Criteria and markers for protein quality assessment – a review. *British Journal of Nutrition*(108), S. 222-229. doi:10.1017/S0007114512002565.
- Vegane Proteinquellen. (o.J.a). *Proteinqualität*. Abgerufen am 10. November 2023 von Vegane Proteinquellen: <https://vegane-proteinquellen.de/proteinqualitaet/>
- Vegane Proteinquellen. (o.J.b). *Nüsse & Samen*. Abgerufen am 7. Dezember 2023 von Vegane Proteinquellen: <https://vegane-proteinquellen.de/lebensmittel/nuesse-samen/>

- Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e.V. (o.J.). *WEIZENGLUTEN/-KLEBER*. Abgerufen am 20. Dezember 2023 von Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e.V.: <https://www.vgms.de/staerkeindustrie/lebensmittel/proteine/weizenglutene-kleber>
- Verbraucherzentrale. (10. Juli 2023b). *Ernährung mit Extraportion Eiweiß: selbst für Sportler:innen überflüssig*. Abgerufen am 18. Januar 2024 von Verbraucherzentrale: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/gesund-ernaehren/ernaehrung-mit-extraportion-eiweiss-selbst-fuer-sportlerinnen-ueberfluessig-24257>
- Verbraucherzentrale. (9. Februar 2023a). *EU-Bio-Logo: Einheitliches Logo für verpackte Öko-Produkte*. Abgerufen am 18. November 2023 von Verbraucherzentrale: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/eubiologie-einheitliches-logo-fuer-verpackte-oekoprodukte-10717>
- Vetain. (6. November 2020). *Was sind die besten pflanzlichen Proteinquellen?* Abgerufen am 16. Dezember 2023 von Vetain: <https://vetain.de/pflanzliche-proteinquellen/>
- Vetain. (2. Mai 2023). *Wieso ist unser Vegan Protein so besonders?* Abgerufen am 16. Dezember 2023 von Vetain: <https://vetain.de/vegan-protein-seine-besonderheit/>
- Wendl, D. (28. Mai 2020). *Mandel Protein: So viel Eiweiß steckt in Mandeln!* Abgerufen am 22. Dezember 2023 von Verival Bio: <https://www.verival.de/blog/ernaehrung/mandelprotein/>
- Wikipedia. (25. Januar 2007). *Datei:Aminosäure allgemein.svg*. Abgerufen am 23. Dezember 2023 von Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Aminosäure_allgemein.svg
- Wikipedia. (14. August 2023). *Protein*. Abgerufen am 14. Januar 2024 von Wikipedia - Die freie Enzyklopädie: https://de.wikipedia.org/wiki/Protein#Wortherkunft_und_Geschichte

Produktquellenverzeichnis

- Barebells. *Vegan Chocolate Dough*. Abgerufen am 28. Dezember 2023 von Barebells: <https://barebells.de/product/vegan-chocolate-dough/>
- Barebells. *Vegan Hazelnut Nougat*. Abgerufen am 28. Dezember 2023 von Barebells: <https://barebells.de/product/vegan-hazelnut-nougat/>
- Barebells. *Vegan Salty Peanut*. Abgerufen am 28. Dezember 2023 von Barebells: <https://barebells.de/product/vegan-salty-peanut/>
- dm. *Proteinriegel 24%, Salted Caramel Geschmack, 45 g*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von dm: <https://www.dm.de/sportness-proteinriegel-24-prozent-salted-caramel-geschmack-p4058172969447.html>
- dm. *Proteinriegel 30% Natural Protein, Salty Chocolate Nut Geschmack, 40 g*. Abgerufen am 28. Dezember 2023 von dm: <https://www.dm.de/sportness-proteinriegel-30-prozent-natural-protein-salty-chocolate-nut-geschmack-p4066447083958.html>
- getvuel. *Bio - Crispy Dark Choc High Protein Riegel*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von getvuel: <https://getvuel.com/products/organic-crispy-dark-choc-high-protein-bar-new-recipe>
- getvuel. *Bio - Peanut White Choc High Protein Riegel*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von getvuel: <https://getvuel.com/products/peanut-white-choc-high-protein-riegel-bio>
- Hej Natural. *HEJ Vegan Crispy - Chocolate & Vanilla*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von Hej Natural: <https://www.hej-natural.de/hej-vegan-crispy/einzelriegel/chocolate-vanilla/>

Hej Natural. *HEJ Vegan Crispy - Chocolate Raspberry*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von Hej Natural: <https://www.hej-natural.de/hej-vegan-crispy/einzelriegel/chocolate-raspberry/>

Hej Natural. *HEJ Vegan Crispy - Double Chocolate*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von Hej Natural: <https://www.hej-natural.de/hej-vegan-crispy/einzelriegel/double-chocolate/>

Hej Natural. *HEJ Vegan Crispy - Double Peanut*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von Hej Natural: <https://www.hej-natural.de/hej-vegan-crispy/einzelriegel/double-peanut/>

KoRo. *Veganer Bio Proteinriegel Haselnuss 60 g*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von KoRo: <https://www.korodrogerie.de/veganer-bio-proteinriegel-haselnuss-60-g>

KoRo. *Veganer Bio Proteinriegel Raspberry 50 g*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von KoRo: <https://www.korodrogerie.de/veganer-bio-proteinriegel-raspberry-50-g>

KoRo. *Veganer Bio Proteinriegel Salted Peanut 50 g*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von KoRo: <https://www.korodrogerie.de/veganer-bio-proteinriegel-salted-peanut-50-g>

KoRo. *Veganer Proteinriegel Schokolade Brownie 55 g*. Abgerufen am 29. Dezember 2023 von KoRo: <https://www.korodrogerie.de/veganer-proteinriegel-schokolade-brownie-55-g>

Multipower. *Vegan Protein Layer 55g - Brownie*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Multipower: <https://www.multipower.de/products/vegane-proteinriegel>

Multipower. *Vegan Protein Layer 55g - Peanut Butter*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Multipower: <https://www.multipower.de/products/vegane-proteinriegel?variant=42982550044931>

Rocka Nutrition. *No Whey Bar - Butter Cookie*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutriton.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-veganer-proteinriegel?variant=39541865939205>

Rocka Nutrition. *No Whey Bar - Chocolate Strawberry Crisp*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutriton.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-veganer-proteinriegel?variant=39541869117701>

Rocka Nutrition. *No Whey Bar - Crispy Nougat*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutriton.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-veganer-proteinriegel?variant=39541868986629>

Rocka Nutrition. *No Whey Bar - White Choco Peanut Caramel*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutriton.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-veganer-proteinriegel?variant=43649634992395>

Rocka Nutrition. *No Whey Bar - White Choco Zimtstern*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutriton.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-veganer-proteinriegel?variant=44678151700747>

Rocka Nutrition. *No Whey Bar - White Hazelnut Nougat*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutriton.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-veganer-proteinriegel?variant=43689842704651>

Rocka Nutrition. *No Whey Bar Bio - Choco Crisp*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutriton.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-bio>

Rocka Nutrition. *No Whey Bar Bio - White Choco Raspberry*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutriton.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-bio?variant=43756356829451>

- Rocka Nutrition. *No Whey Bar Pro - Caramel Choco Fudge*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Rocka Nutrition: <https://www.rockanutrition.de/collections/proteinriegel-proteinsnacks/products/no-whey-bar-pro>
- Rossmann - enerBiO. *Proteinriegel Cookies & Cream*. Abgerufen am 31. Dezember 2023 von Rossmann: <https://www.rossmann.de/de/lebensmittel-enerbio-proteinriegel-cookies-und-cream/p/4305615985800>
- Rossmann - enerBiO. *Proteinriegel Salted Caramel*. Abgerufen am 31. Dezember 2023 von Rossmann: <https://www.rossmann.de/de/lebensmittel-enerbio-proteinriegel-salted-caramel/p/4305615986364>
- Rossmann - enerBiO. *Veganer Proteinriegel Brownie*. Abgerufen am 31. Dezember 2023 von Rossmann: <https://www.rossmann.de/de/lebensmittel-enerbio-veganer-proteinriegel-brownie/p/4305615877693>
- Rossmann - enerBiO. *Veganer Proteinriegel Vanille & Mandel*. Abgerufen am 31. Dezember 2023 von Rossmann: <https://www.rossmann.de/de/lebensmittel-enerbio-veganer-proteinriegel-vanille-und-mandel/p/4305615822624>
- Rossmann - WellMix. *Riegel Vegan Salty Peanut*. Abgerufen am 31. Dezember 2023 von Rossmann: <https://www.rossmann.de/de/lebensmittel-wellmix-riegel-vegan-salty-peanut/p/4305615791289>
- Rossmann - WellMix. *Vegan Riegel Chocolate Brownie*. Abgerufen am 31. Dezember 2023 von Rossmann: <https://www.rossmann.de/de/lebensmittel-wellmix-vegan-riegel-chocolate-brownie/p/4305615982151>
- Veganz. *Bio Veganz Protein Choc Bar Chocolate Brownie Style 50 g*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Veganz: <https://vegan.de/produkt/bio-vegan-protein-choc-bar-chocolate-brownie-style/>
- Veganz. *Bio Veganz Protein Choc Bar Cookie Dough Style 50 g*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Veganz: <https://vegan.de/produkt/bio-vegan-protein-choc-bar-cookie-dough-style/>
- Veganz. *Bio Veganz Protein Choc Bar White Almond Crisp 50 g*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von Veganz: <https://vegan.de/produkt/bio-vegan-protein-choc-bar-white-almond-crisp/>

Anhang

Tabelle 5: Auflistung der 39 untersuchten veganen Proteinriegel einschließlich Zutaten, pflanzliche Proteinquelle, Proteingehalt in g/100g, Proteingehalt in g/Riegel, Gewicht in g/Riegel und Mittelwert, Median, Modalwert, Minimalwert und Maximalwert
Eigene Darstellung

Riegel	Firma/Marke	Produktname	Sorte	Zutaten	Pflanzliche Proteinquelle	Proteingehalt in g/100g	Proteingehalt in g/Riegel	Gewicht in g/Riegel
Riegel 1	Barebells	Vegan Protein Bar	Chocolate Dough	Protein Mischung (Soja, Erbsen, Reis), Feuchthaltemittel (Glycerin), Polydextrose, Oligofruktose, Süßungsmittel (Maltit, Sucralose), Kakaobutter, Kakaomasse, Kakao-Sojacrispies (Sojaproteinisolate, Kakao, Tapiokastärke), Sonnenblumenöl, Aromen, Reismehl, Kakao, Emulgator (Lecithin)	Soja, Erbse, Reis	27	15	55
Riegel 2	Barebells	Vegan Protein Bar	Hazelnut Nougat	Protein Mischung (Soja, Erbsen, Reis), Feuchthaltemittel (Glycerin), Füllstoff (Polydextrose), Süßungsmittel (Maltit, Sucralose), Kakaobutter, Oligofruktose, Kakaomasse, Haselnuss, Kakao-Sojacrispies (Sojaeiweiss, Kakao, Tapiokastärke), Sonnenblumenöl, Reismehl, Aromen, Kakao, Emulgator (Sojalecithin)	Soja, Erbse, Reis, Haselnuss	27	15	55
Riegel 3	Barebells	Vegan Protein Bar	Salty Peanut	Pflanzliche Proteine (Soja, Erbsen, Reis), Feuchthaltemittel (Glycerin), Süßungsmittel (Maltit, Sucralose), Polydextrose, Kakaobutter, Oligofruktose, geröstete Erdnüsse, Kakaomasse, Sonnenblumenöl, Reismehl, Erdnusspaste, Aromen, Emulgator (Lecithine), Salz (0,2%), Kakao, Tapiokastärke, fettarmer Kakao	Soja, Erbse, Reis, Erdnuss	27	15	55
Riegel 4	DM - Sportness	Proteinriegel 24%	Salted Caramel	Glasurmasse mit Süßungsmittel und Ballaststoffen (38%) (Süßungsmittel: Maltit; Kakaobutter, Oligofruktose, Kakaomasse, Reismehl, Emulgator: Lecithine; natürliches Aroma), Feuchthaltemittel: Glycerin; Polydextrose, Sojaproteinisolat, Erbsenproteinisolat, Reisprotein, Nuggets aus Sojaprotein (4%) (Sojaproteinisolat, Kakao, Tapiokastärke), geröstete Haselnussstücke (2,3%), Sonnenblumenöl, Aromen, Salz (0,2%), Süßungsmittel: Sucralose	Soja, Erbse, Reis, Haselnuss	24	11	45
Riegel 5	DM - Sportness	Proteinriegel 30% Natural Protein	Salty Chocolate Nut	Glukosesirup, Erdnüsse 15,7 %, Sojaeiweiss-Crispies 14,8 %, Mandeln 7,9 %, Sojaeiweiss-Crispies 6,9 % (Sojaeiweiss, Tapiokastärke, Speisesalz), Haselnüsse 6,9%, Maltodextrin, Erbsenprotein, 5% Schokoladendrops (Zucker, Kakaomasse, Kakaobutter, Emulgator (Sojalecithine), Aromen), Feuchthaltemittel (Glycerin), Sonnenblumenöl, Kakaobutter, Meersalz, Emulgator (Lecithine)	Erdnuss, Soja, Mandel, Haselnuss, Erbse	30	12	40
Riegel 6	Getvuel	Crispy Dark Choc High Protein Riegel	Crispy Dark Choc	Pflanzliche Proteinmischung* (Erbsenprotein*, Mandelprotein*) (23 %), Schokolade* (Kakaomasse*, Süßungsmittel: Erythritol*, Kakaobutter*) (18 %), Datteln*, Dattelsirup*, Reissirup*, Sonnenblumenprotein-Crispies* (Sonnenblumenprotein*, Reismehl*) (6%), Tahin Sesammus*, Schokoladentropfen* (Kakaomasse*, Süßungsmittel: Erythritol*, Kakaobutter*) (3 %), Kakaobutter*, Carobpulver*, Kakaopulver* (1 %)	Erbse, Mandel, Sonnenblumenkerne, Sesam	22	11	50
Riegel 7	Getvuel	Peanut White Choc High Protein Riegel	Peanut White Choc	Dattelsirup*, pflanzliche Proteinmischung* (Erbsenprotein*, Reisprotein*) (19 %), Kakaobutterzubereitung* (Süßungsmittel: Erythritol*, Cashewkerne*, Kakaobutter*, Kokosmilchpulver*) (18 %), Erdnüsse* (9 %), Datteln*, Sonnenblumenprotein-Crispies* (Sonnenblumenprotein*, Reismehl*) (7 %), Erdnussmehl* (6 %), Kokosöl*, Meersalz	Erbse, Reis, Erdnuss, Sonnenblumenkerne	26	13	50
Riegel 8	Hej	Crispy Protein Bar	Chocolate & Vanilla	Zartbitterschokolade mit Süßungsmittel (Süßungsmittel Maltit, Kakaomasse, Kakaobutter, Emulgator Lecithine), Süßungsmittel Maltit, Erbsenprotein-Crispies 11% (Erbsenprotein, Stärke), Erbsenproteinisolat, Favabohnenprotein, Feuchthaltemittel Glycerin, natürliches Aroma, Kakaobutter, Johannisbrotkeimprotein, geröstete Kakaobohnenstücke, Sonnenblumenöl, Salz, Emulgator Lecithine, Süßungsmittel Steviolglycoside aus Stevia	Erbse, Ackerbohne	25	11,3	45
Riegel 9	Hej	Crispy Protein Bar	Chocolate Raspberry	Zartbitterschokolade mit Süßungsmittel (Süßungsmittel Maltit, Kakaomasse, Kakaobutter, Emulgator Lecithine), Süßungsmittel Maltit, Erbsenproteinisolat, Erbsenprotein-Crispies 8% (Erbsenprotein, Stärke), Favabohnenprotein, Feuchthaltemittel Glycerin, Kakaobutter, natürliches Aroma, Himbeerpulver 1,3%, Sonnenblumenöl, Salz, Emulgator Lecithine, Säuerungsmittel Citronensäure, Süßungsmittel Steviolglycoside aus Stevia	Erbse, Ackerbohne	25	11,3	45
Riegel 10	Hej	Crispy Protein Bar	Double Chocolate	Zartbitterschokolade mit Süßungsmittel (Süßungsmittel Maltit, Kakaomasse, Kakaobutter, Emulgator Lecithine), Süßungsmittel Maltit, Erbsenproteinisolat, Erbsenprotein-Crispies (Erbsenprotein, Stärke), Feuchthaltemittel pflanzliches Glycerin, Favabohnenprotein, fettarmes Kakaopulver 2,5%, Sonnenblumenöl, geröstete Kakaobohnenstücke 0,5%, natürliches Aroma, Kakaobutter, Salz, Emulgator Lecithine, Süßungsmittel Steviolglycoside	Erbse, Ackerbohne	25	11	45
Riegel 11	Hej	Crispy Protein Bar	Double Peanut	Zartbitterschokolade mit Süßungsmittel (Süßungsmittel Maltit, Kakaomasse, Kakaobutter, Emulgator Lecithine), Süßungsmittel Maltit, Erbsenproteinisolat, Favabohnenprotein, Erbsenprotein-Crispies (Erbsenprotein, Stärke), Erdnusspaste 6%, Feuchthaltemittel pflanzliches Glycerin, geröstete gehackte Erdnüsse 4%, natürliches Aroma, Sonnenblumenöl, fettarmes Kakaopulver, Emulgator Lecithine, Salz, Süßungsmittel Steviolglycoside	Erbse, Ackerbohne, Erdnuss	25	11,3	45
Riegel 12	Koro	Veganer Bio Proteinriegel	Haselnuss	Datteln*, Kokosblütensirup*, Kakaobutter*, 12 % Erbsenprotein*, 11 % Reisprotein*, 10 % Haselnussmus*, 6 % Haselnusskerne*, 6 % Schokoladenstücke (Kakaomasse*, Kokosblütenzucker*, Kakaobutter*, Emulgator: Sonnenblumenlecithin), Kakaopulver*	Erbse, Reis, Haselnuss	25	15	60

Riegel 13	Koro	Veganer Bio Proteinriegel	Raspberry	Dattelsirup*, 14 % dunkle Schokolade* (Kakaomasse*, Kokosblütenzucker*, Kakaobutter*), teilweise entöltes Haselnussmehl*, 12 % Erbsenprotein*, Datteln*, Sesam Tahin*, 6 % gefriergetrocknete Himbeeren*, Hanfsamen*, Kokosnussöl*, Rote Bete Pulver*, Vanillegeschmack*, Sonnenblumenlecithin*, Meersalz, Rosmarinextrakt*	Haselnuss, Erbse, Sesam, Hanfsamen	23	11,5	50
Riegel 14	Koro	Veganer Bio Proteinriegel	Salted Peanut	Datteln*, Dattelsirup*, 14 % dunkle Schokolade (Kakaomasse*, Kokosblütenzucker*, Kakaobutter*), 13 % Erdnuss*, 11 % Erbsenprotein*, 6 % Erdnussbutter*, 6 % Erdnussmehl*, Zimtpulver*, 0,7 % Meersalz, Sonnenblumenlecithin*, Rosmarinextrakt*	Erdnuss, Erbse	21	10,5	50
Riegel 15	Koro	Veganer Proteinriegel	Schokolade Brownie	25 % Schokoladenkuvertüre (Kakaomasse, Süßungsmittel: Maltit; Kakaobutter, Emulgator: Lecithine; natürliches Aroma), vegane Proteinmischung (Sojaprotein, Erbsenprotein, Reisprotein), Feuchthaltemittel: E 422; Verbundüberzug mit Süßungsmittel und Ballaststoffen (Süßungsmittel: Maltit; Kakaobutter, Ballaststoffe: Oligofruktose; Kakaomasse, Reismehl, Emulgator: Lecithine; natürliches Aroma), Ballaststoffe: Polydextrose; 4 % Sojaprotein Nuggets (Sojaproteinisolat, Kakao, Tapiokastärke), Sonnenblumenöl, fettreduziertes Kakaopulver, Aroma, Süßungsmittel: E 955	Soja, Erbse, Reis	24	13	55
Riegel 16	Lidl	Vegan Protein Bar	Almond Cookie Dough	29% Eiweißmischung (Erbseneiweiß, Rapssamenprotein, Ackerbohneeiweiß), 20% Kakaoverzug (Süßungsmittel: Maltit; Kokosfett gehärtet, stark entöltes Kakaopulver, Emulgator: Lecithine; natürliches Aroma), Fructo-Oligosaccharide, Feuchthaltemittel: Polydextrose, Glycerin; 5,7% Mandeln, Kokosöl, Emulgator: Lecithine, Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren; Aroma, Süßungsmittel: Steviolglycoside aus Stevia	Erbse, Rapssamen, Ackerbohne, Mandel	26	10,4	40
Riegel 17	Lidl	Vegan Protein Bar	Chocolate Brownie	29% Eiweißmischung (Erbseneiweiß, Rapssamenprotein, Ackerbohneeiweiß), 20% Kakaoverzug (Süßungsmittel: Maltit; Kokosfett gehärtet, stark entöltes Kakaopulver, Emulgator: Lecithine; natürliches Aroma), Fructo-Oligosaccharide, Feuchthaltemittel: Polydextrose, Glycerin; Kokosöl, 3% Kakaostücke, 2,5% Kakaopulver, Emulgator: Lecithine, Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren; natürliches Schokoladenaroma, natürliches Aroma, Süßungsmittel: Steviolglycoside aus Stevia	Erbse, Rapssamen, Ackerbohne	26	10,4	40
Riegel 18	Lidl	Vegan Protein Bar	Cookies & Cream	30% Eiweißmischung (Erbseneiweiß, Rapssamenprotein, Ackerbohneeiweiß), 20% Kakaoverzug (Süßungsmittel: Maltit; Kokosfett gehärtet, stark entöltes Kakaopulver, Emulgator: Lecithine; natürliches Aroma), Fructo-Oligosaccharide, Feuchthaltemittel: Polydextrose, Glycerin; Kokosöl, 2% Kakaostücke, Emulgator: Lecithine, Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren; natürliches Aroma, Aroma, Süßungsmittel: Steviolglycoside aus Stevia	Erbse, Rapssamen, Ackerbohne	26	10,4	40
Riegel 19	Lidl	Vegan Protein Bar	Lemon Cake	30% Eiweißmischung (Erbseneiweiß, Rapssamenprotein, Ackerbohneeiweiß), 20% Kakaoverzug (Süßungsmittel: Maltit; Kokosfett gehärtet, stark entöltes Kakaopulver, Emulgator: Lecithine; natürliches Aroma), Fructo-Oligosaccharide, Feuchthaltemittel: Polydextrose, Glycerin; Kokosöl, 1,5% Zitronenpulver, Emulgator: Lecithine, Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren; natürliches Zitronenaroma, Süßungsmittel: Steviolglycoside aus Stevia	Erbse, Rapssamen, Ackerbohne	26	10,4	40
Riegel 20	Multipower	Protein Layer Vegan	Brownie	25% Schokoladenkuvertüre mit Süßungsmittel (Kakaomasse, Süßungsmittel: Maltit, Kakaobutter, Emulgator: Lecithine, natürliches Aroma), Proteinmischung (Sojaproteinisolat, Erbsenproteinisolat, Reisprotein), Feuchthaltemittel: Glycerin, Glasurmasse mit Süßungsmittel und Ballaststoffen (Süßungsmittel: Maltit, Kakaobutter, Oligofruktose, Kakaomasse, Reismehl, Emulgator: Lecithine, natürliches Aroma), Polydextrose, kakaohaltige Soja Crispiess (Sojaproteinisolat, Kakao, Tapiokastärke), Sonnenblumenöl, fettarmes Kakaopulver, Aroma, Süßungsmittel: Sucralose	Soja, Erbse, Reis	24	13	55
Riegel 21	Multipower	Protein Layer Vegan	Peanut Butter	Proteinmischung (Sojaproteinisolat, Erbsenproteinisolat, Reisprotein), Feuchthaltemittel Glycerin, Polydextrose, Oligofruktose, Süßungsmittel (Maltit, Sucralose), Kakaobutter, 7% geröstete Erdnüsse, Kakaomasse, Sonnenblumenöl, Reismehl, Emulgator (Sonnenblumenlecithine), Aromen (enthält: Erdnuss), Salz	Soja, Erbse, Reis, Erdnuss	24	13	55
Riegel 22	Rocka Nutrition	No Whey Bar	Butter Cookie	Zartbitterschokolade mit Süßungsmittel 28 % (Süßungsmittel (Maltit), Kakaomasse, Kakaobutter, Emulgator (Lecithine)), Süßungsmittel (Maltit, Sucralose), Sojaproteinisolat, Erbsenprotein, Feuchthaltemittel (Glycerin), Oligofruktose, Füllstoff (Polydextrose), Kakaomasse, Haferprotein, Aromen, Sonnenblumenöl, fettarmes Kakaopulver, Emulgator (Lecithine), Salz	Soja, Erbse, Hafer	23	12	50
Riegel 23	Rocka Nutrition	No Whey Bar	Chocolate Strawberry Crisp	Schokolade mit Süßungsmittel 19 % (Kakaomasse, Süßungsmittel (Maltit), Kakaobutter, Emulgatoren (Sonnenblumenlecithin, Polyglycerin-Polyricinoleat), Aroma), Sojaeiweißisolat, Fructo-Oligosaccharide, Feuchthaltemittel (Glycerin), Füllstoff (Polydextrose), Aroma, Kokosfett raffiniert, Erbseneiweiß, Sonnenblumen-Reis-Crispiess 4,0 % (Sonnenblumeneiweiß, Reismehl), Kakaobohnenstücke, Erdbeerstücke 2,2 %, Erdbeerpulver 0,7 %, (Erdbeerpüree, Maisstärke), Säuerungsmittel (Äpfelsäure, Citronensäure), Farbstoff (Carotine), färbendes Lebensmittel (Rote-Beete-Pulver), Salz, Antioxidationsmittel (DL-alpha-Tocopherol), Süßungsmittel (Sucralose)	Soja, Erbse, Sonnenblumenkerne	27	14	50
Riegel 24	Rocka Nutrition	No Whey Bar	Crispy Nougat	Zartbitterschokolade mit Süßungsmittel 35 % (Süßungsmittel (Maltit), Kakaomasse, Kakaobutter, Emulgator (Lecithine)), Süßungsmittel (Maltit, Sucralose), Sojaproteinisolat, Erbsenprotein, Feuchthaltemittel (Glycerin), Oligofruktose, Füllstoff (Polydextrose), Haferprotein, Aromen, Sonnenblumenöl, Farbstoff (Zuckerulöl), Emulgator (Lecithine), Salz	Soja, Erbse, Hafer	23	12	50
Riegel 25	Rocka Nutrition	No Whey Bar	White Choco Peanut Caramel	Weißer Überzug mit Süßungsmittel 25 % (Süßungsmittel (Maltit), Kakaobutter, Haferextraktpulver, Emulgator (Lecithine), natürliches Aroma), Pflanzenproteinmischung 21 % (Erbsenproteinisolat, Reisprotein), Erdnusskerne stark geröstet, geölt, gesalzen 14 % (Erdnüsse, Rapsöl, Salz), Oligofruktosesirup, Schicht mit Karamellgeschmack mit Süßungsmittel 11 % (Füllstoff (Polydextrose), Süßungsmittel (Maltit), ungehärtetes Pflanzenfett (Kokos, Shea), Kakaobutter, färbende Lebensmittel (Apfel- und Hibiskuskonzentrat), Emulgator (Lecithine), Salz, natürliches Aroma), Füllstoff (Polydextrose), Feuchthaltemittel (Glycerin), Kokosöl, Wasser, Salz, Akazienfaser, Aroma, Süßungsmittel (Sucralose)	Erbse, Reis, Erdnuss	21	11	50
Riegel 26	Rocka Nutrition	No Whey Bar	White Choco Zimtstern	Weißer Überzug mit Süßungsmittel 27 % (Süßungsmittel (Maltit), Kakaobutter, Haferextraktpulver, Emulgator (Lecithin), natürliches Aroma), Pflanzenproteinmischung 25 % (Sojaproteinisolat, Erbsenproteinisolat, Ackerbohnenprotein), Feuchthaltemittel (Glycerin), geröstete Haselnusskerne 7 %, Zartbitterschokolade mit Süßungsmittel (Kakaomasse, Süßungsmittel (Maltit), Kakaobutter, Emulgator (Lecithine), natürliches Bourbon-Vanille-Aroma) 7 %, Polydextrose, Oligofruktosesirup, Süßungsmittel (Maltit, Sucralose), Kokosöl, Zimtrindenpulver 1 %, fettarmes Kakaopulver 1 %, Aroma, Akazienfaser, natürliches Aroma, Emulgator (Lecithine), Salz	Soja, Erbse, Ackerbohne, Haselnuss	23	8,1	35

Riegel 27	Rocka Nutrition	No Whey Bar	White Hazelnut Nougat	Weißer Überzug mit Süßungsmittel 24 % (Süßungsmittel (Maltit), Kakaobutter, Haferextraktpulver, Emulgator (Lecithine), natürliches Aroma), Feuchthaltemittel (Glycerin), Pflanzenproteinmischung 28 % (Erbsenproteinisolat, Sojaproteinisolat), Oligofruktosesirup, Kokosöl, geröstete Haselnusskerne 5 %, Süßungsmittel (Maltit, Sucralose), Sojaprotein-Crispies 4 % (Sojaproteinisolat, Tapiokastärke, Salz), Haselnusspaste 1 %, Aroma, Salz, Emulgator (Lecithine), Akazienfaser	Erbse, Soja, Haselnuss	27	10	35
Riegel 28	Rocka Nutrition	No Whey Bar Pro	Caramel Choco Fudge	Pflanzenproteinmischung 34 % (Sojaproteinisolat, Mandelprotein, Erbsenproteinisolat, Reisprotein), Füllstoff (Polydextrose), Kakaomasse, Oligofruktosesirup, Überzug mit Vollmilchschokoladengeschmack mit Süßungsmittel 8 % (Süßungsmittel (Maltit), Kakaobutter, Kakaomasse, Haferextraktpulver, Emulgator (Lecithine), natürliches Aroma), Feuchthaltemittel (Glycerin), Emulgator (Lecithine), Aroma, Salz, Akazienfaser, Süßungsmittel (Sucralose, Steviolglycoside aus Stevia)	Soja, Mandel, Erbse, Reis	29	18	60
Riegel 29	Rocka Nutrition	No Whey Bar Bio	Choco Crisp	Schokoladenkuvertüre* 18 % (Rohrzucker*, Kakaomasse*, Kakaobutter*), Reissirup*, Reisprotein*, Dattelsirup*, Agavendicksaft*, Erbsenprotein*, Sojaprotein*, Kakaopulver* 4 %, Kürbiskernprotein*, Kokosöl*, Sonnenblumen-Reis-Crispies* 3 % (Sonnenblumenprotein*, Reismehl*), Sonnenblumen-Reis-Crispies mit Kakao* 2,3 % (Sonnenblumenprotein*, Reismehl*, Zucker*, Kakaopulver*, Salz, natürliches Vanille-Aroma), Kakaobohnenstücke* 1,9 %, natürliches Kakao-Aroma, Meersalz.	Reis, Erbse, Soja, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne	28	13	45
Riegel 30	Rocka Nutrition	No Whey Bar Bio	White Choco Raspberry	Weißer Überzug* 17 % (Kakaobutter*, Rohrohrzucker*, Reissiruppulver*), Reissirup*, Dattelsirup*, Reisprotein*, Agavendicksaft*, Erbsenprotein*, Sojaprotein*, Dattelpulver*, geröstete Mandeln*, Kokosöl*, Kürbiskernprotein*, Sonnenblumen-Reis-Crispies* 2,5 % (Sonnenblumenprotein*, Reismehl*), getrocknete Himbeerstücke* 2,0 %, natürliches Vanille-Aroma, natürliches Himbeeraroma*, Meersalz	Reis, Erbse, Soja, Mandel, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne	25	11	45
Riegel 31	Rossmann - enerBio	Proteinriegel	Cookies & Cream	Zartbitterschokoladenkuvertüre* 27% (Kakaomasse*, Rohrohrzucker*, Kakaobutter*), Reissirup*, Sonnenblumenkernprotein-Crispies*, (Sonnenblumenkernprotein*, Reismehl*) Agavendicksaft*, Erbsenprotein*, Sojaprotein*, Kakaobutter*, hydrolysiertes Hafermehl glutenfrei*, Reisprotein*, Sonnenblumenöl*, natürliches Vanillearoma, Emulgator Lecithine*	Sonnenblumenkerne, Erbse, Soja, Reis	23	9,2	40
Riegel 32	Rossmann - enerBio	Proteinriegel	Salted Caramel	28 % Zartbitterschokoladenkuvertüre* (Kakaomasse*, Rohrohrzucker*, Kakaobutter*), Reissirup*, Sonnenblumenkernprotein-Crispies* (Sonnenblumenkernprotein*, Reismehl*), Dattelsirup*, Erbsenprotein*, Sojaprotein*, Kakaobutter*, Reisprotein*, hydrolysiertes Hafermehl glutenfrei*, Sonnenblumenöl*, natürliches Karamellaroma*, Emulgator Lecithine*, Meersalz	Sonnenblumenkerne, Erbse, Soja, Reis	23	9,2	40
Riegel 33	Rossmann - enerBio	Veganer Proteinriegel	Brownie	Reissirup*, Agavendicksaft*, Zartbitterkuvertüre* 17 % (Kakaomasse*, Rohrzucker*, Kakaobutter*), Erbsenprotein*, braunes Reisprotein*, Sojaprotein*, fettreduziertes Kakaopulver*, Kokosöl*, Sonnenblumenkerncrispiess* (Sonnenblumenkernprotein*, Reismehl*), natürliches Kakaoaroma*, natürliches Vanillearoma, Meersalz	Erbse, Reis, Soja, Sonnenblumenkerne	22	8,8	40
Riegel 34	Rossmann - enerBio	Veganer Proteinriegel	Vanille & Mandel	Datteln*, Reissirup*, Proteinmischung (Erbsenprotein*, Reisprotein*, Hanfprotein*), 3% gehackte, geröstete Mandeln*, geröstete Kakaobohnenstücke*, natürliches Vanillearoma, Kakaobutter*, 0,4% Vanilleextrakt*	Erbse, Reis, Hanfsamen, Mandel	20	8	40
Riegel 35	Rossmann - WellMix	Vegan Riegel	Chocolate Brownie	Süßungsmittel: Maltit; 15,3 % Sojaweiß, hydrolysiertes Weizengluten, Feuchthaltemittel: Glycerin; Füllstoff: Polydextrose; Kakaobutter, Kakaomasse, Erbsenprotein, Reiseiweiß, 2,2 % Mandeln, Kürbiskernprotein, Sojaöl, 1,4 % Sojaweiß-Crispies (Sojaweiß, fettarmer Kakao, Tapiokastärke), fettarmer Kakao, Aromen, Emulgator: Sojalecithine, Lecithine; Süßungsmittel: Sucralose, Acesulfam K; Speisesalz	Soja, Weizen, Erbse, Reis, Mandel, Kürbiskerne	32	15	45
Riegel 36	Rossmann - WellMix	Riegel Vegan	Salty Peanut	29,2 % Erdnüsse, Glukosesirup, Sojaweiß, Sojaweiß-Kakaocrispies (Sojaweiß, fettarmer Kakao, Tapiokastärke), Maltodextrin, Erbsenprotein, 5% Schokolade (Zucker, Kakaomasse, Kakaobutter, Emulgator (Sojalecithine)), Feuchthaltemittel (Glycerin), Sonnenblumenöl, Kakaobutter, Erdnussöl, Meersalz, Emulgator (Lecithine), Speisesalz, Aromen	Erdnuss, Soja, Erbse	31	13	40
Riegel 37	Veganz	Protein Choc Bar	Chocolate Brownie Style	Proteinmischung* (29%) (Reisprotein*, Erbsenprotein*, Sojaprotein*, Kürbiskernprotein*), Reissirup*, Schokoladenkuvertüre* (15 %) (Rohrzucker*, Kakaomasse*, Kakaobutter*), Dattelsirup*, Agavendicksaft*, Kakao* stark entölt (4,5 %), Kokosnussöl*, Dattelpulver*, Protein-Reis-Crispies* (2,5 %) (Sonnenblumenprotein*, Reismehl*, Zucker*, Kakao* stark entölt (4,5 %), Meersalz, natürliches Vanille-Aroma), Kakaokernstückchen* roh (2,0 %), natürliches Kakao-Aroma, Meersalz	Reis, Erbse, Soja, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne	27	13,5	50
Riegel 38	Veganz	Protein Choc Bar	Cookie Dough Style	Proteinmischung* (29 %) (Reisprotein*, Erbsenprotein*, Sojaprotein*, Kürbiskernprotein*), Schokoladenkuvertüre* (15 %) (Rohrzucker*, Kakaomasse*, Kakaobutter*), Reissirup*, Dattelsirup*, Agavendicksaft*, Kakaokernstückchen* roh (6,3 %), Dattelpulver*, Kokosnussöl*, natürliches Kakao-Aroma, Kakao* stark entölt, Meersalz, natürliches Haselnuss-Aroma	Reis, Erbse, Soja, Kürbiskerne	26	13	50
Riegel 39	Veganz	Protein Choc Bar	White Almond Crisp	Proteinmischung* (28 %) (Reisprotein*, Erbsenprotein*, Sojaprotein*, Kürbiskernprotein*), Kakaobutterzubereitung* (17 %) (Kakaobutter*, Rohrohrzucker*, Reissiruppulver*), Reissirup*, Dattelsirup*, Agavendicksaft*, Mandeln* geröstet (6,3%), Dattelpulver*, Kokosöl*, Protein-Reis-Crispies* (3,0%) (Sonnenblumenprotein*, Reismehl*), natürliches Aroma (enthält Nüsse, Mandeln), Meersalz	Reis, Erbse, Soja, Kürbiskerne, Mandel, Sonnenblumenkerne	25	12,5	50
Mittelwert						25,205	11,944	46,923
Median						25	11,5	45
Modalwert						25	13	50
Minimalwert						20	8	35
Maximalwert						32	18	60

			Minimal = Rocka Nutrition - White Choco Zimtstern; White Halzelnut Nougat
	Minimal = Rossmann - enerBiO - Vanille & Mandel	Minimal = Rossmann - enerBiO - Vanille & Mandel	Maximal = Koro - Haselnuss; Rocka Nutrition - Caramel Choco Fudge
Minimal = 2 Proteinquellen Maximal = 6 Proteinquellen	Maximal = Rossmann - WellMix - Chocolate Brownie	Maximal = Rocka Nutrition - Caramel Choco Fudge	Maximal = Rocka Nutrition - Caramel Choco Fudge

Tabelle 6: Ausführliche Darstellung der Untersuchung der Proteinqualität der 39 analysierten veganen Proteinriegel einschließlich pflanzliche Proteinquelle, Anzahl n pflanzliche Proteinquellen, limitierende Aminosäure, Erklärung und Median, Modalwert, Minimalwert und Maximalwert der Anzahl n pflanzlicher Proteinquellen
Eigene Darstellung

Riegel	Firma/Marke	Produktname	Sorte	Pflanzliche Proteinquelle	Anzahl n pflanzliche Proteinquellen	Limitierende Aminosäure	Erklärung
Riegel 1	Barebells	Vegan Protein Bar	Chocolate Dough	Soja, Erbse, Reis	3	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende Aminosäure (AS), alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse und Reis ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 2	Barebells	Vegan Protein Bar	Hazelnut Nougat	Soja, Erbse, Reis, Haselnuss	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Haselnuss ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 3	Barebells	Vegan Protein Bar	Salty Peanut	Soja, Erbse, Reis, Erdnuss	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Erdnuss ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 4	DM - Sportness	Proteinriegel 24%	Salted Caramel	Soja, Erbse, Reis, Haselnuss	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Haselnuss ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 5	DM - Sportness	Proteinriegel 30% Natural Protein	Salty Chocolate Nut	Soja, Erbse, Erdnuss, Mandel, Haselnuss	5	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Erdnuss, Mandel und Haselnuss ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin.
Riegel 6	Getvuel	Crispy Dark Choc High Protein Riegel	Crispy Dark Choc	Erbse, Mandel, Sonnenblumenkerne, Sesam	4	Methionin, Tryptophan	Erbse enthält als limitierende AS Methionin und auch der Gehalt an Tryptophan ist niedrig. Mandel, Sonnenblumenkerne und Sesam werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten wenig Methionin. Durch diese Kombination der pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS sich nicht gegenseitig aufheben.

Riegel 7	Getvuel	Peanut White Choc High Protein Riegel	Peanut White Choc	Erbse, Reis, Erdnuss, Sonnenblumenkerne	4	nicht vorhanden	Erbse enthält als limitierende AS Methionin, dafür eine hohen Gehalt an Lysin. Reis wird durch die AS Lysin limitiert, enthält jedoch reichlich Methionin und Tryptophan. Durch diese Kombination werden die limitierenden AS ausgeglichen und das AS-Profil vervollständigt. Erdnuss und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS.
Riegel 8	Hej	Crispy Protein Bar	Chocolate & Vanilla	Erbse, Ackerbohne	2	Methionin	Erbse und Ackerbohne enthalten als limitierende AS Methionin. Es werden keine weiteren Proteinquellen eingesetzt und somit bleibt die Limitation bestehen.
Riegel 9	Hej	Crispy Protein Bar	Chocolate Raspberry	Erbse, Ackerbohne	2	Methionin	Erbse und Ackerbohne enthalten als limitierende AS Methionin. Es werden keine weiteren Proteinquellen eingesetzt und somit bleibt die Limitation bestehen.
Riegel 10	Hej	Crispy Protein Bar	Double Chocolate	Erbse, Ackerbohne	2	Methionin	Erbse und Ackerbohne enthalten als limitierende AS Methionin. Es werden keine weiteren Proteinquellen eingesetzt und somit bleibt die Limitation bestehen.
Riegel 11	Hej	Crispy Protein Bar	Double Peanut	Erbse, Ackerbohne, Erdnuss	3	Methionin, Tryptophan	Erbse und Ackerbohne enthalten als limitierende AS Methionin und auch der Gehalt an Tryptophan ist niedrig. Erdnüsse werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten wenig Methionin. Durch diese Kombination der pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS sich nicht gegenseitig aufheben.
Riegel 12	Koro	Veganer Bio Proteinriegel	Haselnuss	Erbse, Reis, Haselnuss	3	nicht vorhanden	Erbse enthält als limitierende AS Methionin, dafür eine hohen Gehalt an Lysin. Reis wird durch die AS Lysin limitiert, enthält jedoch reichlich Methionin und Tryptophan. Durch diese Kombination werden die limitierenden AS ausgeglichen und das AS-Profil vervollständigt. Haselnuss ergänzt das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS.
Riegel 13	Koro	Veganer Bio Proteinriegel	Raspberry	Erbse, Haselnuss, Sesam, Hanfsamen	4	Methionin, Tryptophan	Erbse enthält als limitierende AS Methionin und auch der Gehalt an Tryptophan ist niedrig. Haselnuss, Sesam und Hanfsamen werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten wenig Methionin. Durch diese Kombination der pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS sich nicht gegenseitig aufheben.
Riegel 14	Koro	Veganer Bio Proteinriegel	Salted Peanut	Erbse, Erdnuss	2	Methionin, Tryptophan	Erbse enthält als limitierende AS Methionin und auch der Gehalt an Tryptophan ist niedrig. Erdnüsse werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten wenig Methionin. Durch diese Kombination der pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS sich nicht gegenseitig aufheben.
Riegel 15	Koro	Veganer Proteinriegel	Schokolade Brownie	Soja, Erbse, Reis	3	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende Aminosäure (AS), alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse und Reis ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 16	Lidl	Vegan Protein Bar	Almond Cookie Dough	Erbse, Ackerbohne, Rapssamen, Mandel	4	Methionin, Tryptophan	Erbse und Ackerbohne enthalten als limitierende AS Methionin und auch der Gehalt an Tryptophan ist niedrig. Rapssamen und Mandel werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten wenig Methionin. Durch diese Kombination der pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS sich nicht gegenseitig aufheben.
Riegel 17	Lidl	Vegan Protein Bar	Chocolate Brownie	Erbse, Ackerbohne, Rapssamen	3	Methionin, Tryptophan	Erbse und Ackerbohne enthalten als limitierende AS Methionin und auch der Gehalt an Tryptophan ist niedrig. Rapssamen werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten wenig Methionin. Durch diese Kombination der pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS sich nicht gegenseitig aufheben.

Riegel 18	Lidl	Vegan Protein Bar	Cookies & Cream	Erbse, Ackerbohne, Rapssamen	3	Methionin, Tryptophan	Erbse und Ackerbohne enthalten als limitierende AS Methionin und auch der Gehalt an Tryptophan ist niedrig. Rapssamen werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten wenig Methionin. Durch diese Kombination der pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS sich nicht gegenseitig aufheben.
Riegel 19	Lidl	Vegan Protein Bar	Lemon Cake	Erbse, Ackerbohne, Rapssamen	3	Methionin, Tryptophan	Erbse und Ackerbohne enthalten als limitierende AS Methionin und auch der Gehalt an Tryptophan ist niedrig. Rapssamen werden durch die AS Tryptophan limitiert und enthalten wenig Methionin. Durch diese Kombination der pflanzlichen Proteinquellen können die limitierenden AS sich nicht gegenseitig aufheben.
Riegel 20	Multipower	Protein Layer Vegan	Brownie	Soja, Erbse, Reis	3	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende Aminosäure (AS), alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse und Reis ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 21	Multipower	Protein Layer Vegan	Peanut Butter	Soja, Erbse, Reis, Erdnuss	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Erdnuss ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 22	Rocka Nutrition	No Whey Bar	Butter Cookie	Soja, Erbse, Hafer	3	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse und Hafer ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Hafer hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 23	Rocka Nutrition	No Whey Bar	Chocolate Strawberry Crisp	Soja, Erbse, Sonnenblumenkerne	3	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin.
Riegel 24	Rocka Nutrition	No Whey Bar	Crispy Nougat	Soja, Erbse, Hafer	3	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse und Hafer ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Hafer hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 25	Rocka Nutrition	No Whey Bar	White Choco Peanut Caramel	Erbse, Reis, Erdnuss	3	nicht vorhanden	Erbse enthält als limitierende AS Methionin, dafür eine hohen Gehalt an Lysin. Reis wird durch die AS Lysin limitiert, enthält jedoch reichlich Methionin und Tryptophan. Durch diese Kombination werden die limitierenden AS ausgeglichen und das AS-Profil vervollständigt. Erdnuss ergänzt das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS.
Riegel 26	Rocka Nutrition	No Whey Bar	White Choco Zimstern	Soja, Erbse, Ackerbohne, Haselnuss	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Ackerbohne und Haselnuss ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse und Ackerbohne liefern hohe Mengen an Lysin und Isoleucin.
Riegel 27	Rocka Nutrition	No Whey Bar	White Hazelnut Nougat	Soja, Erbse, Haselnuss	3	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse und Haselnuss ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin.

Riegel 28	Rocka Nutrition	No Whey Bar Pro	Caramel Choco Fudge	Soja, Erbse, Reis, Mandel	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Mandel ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 29	Rocka Nutrition	No Whey Bar Bio	Choco Crisp	Soja, Erbse, Reis, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne	5	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis, Kürbis- und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 30	Rocka Nutrition	No Whey Bar Bio	White Choco Raspberry	Soja, Erbse, Reis, Mandel, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne	6	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis, Mandel, Kürbis- und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 31	Rossmann - enerBio	Proteinriegel	Cookies & Cream	Soja, Erbse, Reis, Sonnenblumenkerne	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 32	Rossmann - enerBio	Proteinriegel	Salted Caramel	Soja, Erbse, Reis, Sonnenblumenkerne	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 33	Rossmann - enerBio	Veganer Proteinriegel	Brownie	Soja, Erbse, Reis, Sonnenblumenkerne	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 34	Rossmann - enerBio	Veganer Proteinriegel	Vanille & Mandel	Erbse, Reis, Hanfsamen, Mandel	4	nicht vorhanden	Erbse enthält als limitierende AS Methionin, dafür eine hohen Gehalt an Lysin. Reis wird durch die AS Lysin limitiert, enthält jedoch reichlich Methionin und Tryptophan. Durch diese Kombination werden die limitierenden AS ausgeglichen und das AS-Profil vervollständigt. Hanfsamen und Mandel ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS.
Riegel 35	Rossmann - WellMix	Vegan Riegel	Chocolate Brownie	Soja, Erbse, Reis, Weizen, Mandel, Kürbiskerne	6	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis, Weizen, Mandel und Kürbiskerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis und Weizen hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 36	Rossmann - WellMix	Riegel Vegan	Salty Peanut	Soja, Erbse, Erdnuss	3	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse und Erdnuss ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin.
Riegel 37	Veganz	Protein Choc Bar	Chocolate Brownie Style	Soja, Erbse, Reis, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne	5	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis, Kürbis- und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.

Riegel 38	Veganz	Protein Choc Bar	Cookie Dough Style	Soja, Erbse, Reis, Kürbiskerne	4	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis und Kürbiskerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
Riegel 39	Veganz	Protein Choc Bar	White Almond Crisp	Soja, Erbse, Reis, Mandel, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne	6	nicht vorhanden	Soja enthält keine limitierende AS, alle unentbehrlichen AS sind in ausreichender Menge vorhanden. Erbse, Reis, Mandel, Kürbis- und Sonnenblumenkerne ergänzen das AS-Profil durch zusätzliche Mengen unentbehrlicher AS. Erbse liefert hohe Mengen an Lysin und Isoleucin, Reis hohe Mengen Methionin und Tryptophan.
			Median		4		
			Modalwert		4		
			Minimal	Erbse, Ackerbohne (Hej - Crispy Protein Bar Chocolate & Vanilla, Chocolate Raspberry, Double Chocolate); Erdnuss, Erbse (Koro - Veganer Bio Proteinriegel Salted Peanut)	2		
			Maximal	Reis, Erbse, Soja, Mandel, Kürbiskerne, Sonnenblumenkerne (Rocka Nutrition - No Whey Bar Bio White Choco Raspberry; Veganz - Protein Choc Bar White Almond Crisp); Soja, Weizen, Erbse, Reis, Mandel, Kürbiskerne (Rossmann - WellMix - Vegan Riegel Chocolate Brownie)	6		

Tabelle 7: Berechnung der Anteile der veganen Proteinriegel deren Proteinquellen limitierende/keine limitierenden Aminosäuren enthalten
Eigene Darstellung

Limitierende Aminosäure	Anzahl n Riegel	Anteil in %
vorhanden	11	28,2
nicht vorhanden, enthält Soja als Proteinquelle	24	61,5
nicht vorhanden, enthält kein Soja als Proteinquelle	4	10,3
Gesamt	39	100,0

Eidesstaatliche Erklärung

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

Offenburg, den 05.03.2024

Unterschrift: