



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Kollagen als Nahrungsergänzung, ein neuer
Gesundheitstrend? – Einflussfaktoren auf das
Kaufverhalten“

verfasst von / submitted by

Mag. Veronika Schwarz, Bakk.

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

Master of Science (MSc)

Wien, 2022 / Vienna 2022

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

A 066 838

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

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Petra Rust

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Mag. Veronika Schwarz, Bakk., die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben. Wörtlich oder inhaltlich übernommene Stellen habe ich als solche unter Angabe der entsprechenden Quellen zitiert.

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Zudem wurde die Arbeit bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form bei einer anderen Prüfungsbehörde im In- oder Ausland vorgelegt, noch veröffentlicht.

Wien, 2022

***„Manchmal zeigt sich der Weg erst,
wenn man anfängt ihn zu gehen.“¹***
(Paulo Coelho)²

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich für die liebevolle Unterstützung bei meiner Familie, meinen FreundInnen, Bekannten, Studien- und ArbeitskollegInnen sowie meinen Vorgesetzten in der Arbeit bedanken, welche mich, während meiner gesamten universitären und beruflichen Ausbildung, begleitet haben. Sie standen mir stets mit aufmunternden Worten sowie Rat und Tat zur Seite, nahmen Anteil an großen und kleinen Hürden und schenkten mir neben ihrer Zeit und Geduld eine große Portion Motivation und Durchhaltevermögen.

Besonderer Dank gilt auch meiner Betreuerin Ass.-Prof. Mag. Dr. Petra Rust für die sehr gute Zusammenarbeit auf allen Kommunikationskanälen und für die konstruktive Kritik während meines Studienabschlusses unter außergewöhnlichen Umständen in Zeiten der Corona-Pandemie.

¹ Coelho Paulo: In: Zitate und Gedanken über die Reise durchs Leben.

² Brasilianischer Schriftsteller und Bestsellerautor, 1947 in Rio de Janeiro geboren, seine Romane wurden in 82 Sprachen übersetzt und erreichten eine bisherige Weltauflage von über 320 Millionen Exemplaren. vgl. dazu Coelho Paulo: Autor. Diogenes Verlag.

Vorwort

*“Kümmere dich um deinen Körper.
Es ist der einzige Ort, den du zum Leben hast.“*
(Jim Rohn, 1930-2009)³

Die Begeisterung für „Kollagen“ kam unerwartet. Alles begann mit der Suche nach einem Praktikumsplatz für den Sommer 2016, das ich bei der Firma All in® absolvieren durfte. Im Rahmen meiner dortigen beruflichen Tätigkeit sollte ich für ein neu auf dem Markt erscheinendes Produkt Literaturrecherchen betreiben und bei der Fragebogenerstellung und -auswertung hinsichtlich der (sensorischen) Produktakzeptanz mitwirken.

Nicht mehr und nicht weniger wurde mir beim Vorstellungsgespräch mitgeteilt. Obwohl ich zu dem Zeitpunkt noch nicht wusste, um welches Produkt es sich genau handelte, fand ich die Aufgabenstellung sehr spannend und freute mich schon auf den Start dieser Reise. Ich wähle hier bewusst das Wort „Reise“, da mir zum damaligen Zeitpunkt bei Weitem nicht klar war, dass dies mein wohl prägendstes Praktikum werden sollte. Das „neuartige“ Getränk enthielt nämlich erstmals das Protein „Kollagen“.

Kollagen kannte ich bis dahin aus Shampoo-Werbungen und sonstigen Reklamen der Schönheitsindustrie. Zudem wusste ich, dass Kollagen beispielsweise in Form von Gelatine in Nahrungsmitteln vorkommt.

Die gesundheitlichen Effekte von Kollagen auf den menschlichen Körper faszinierten mich im Zuge der Recherche ungemein, sodass ich immer tiefer in die Materie eintauchen wollte und schließlich der Grundstein für die vorliegende Arbeit gelegt worden ist.

Veronika Schwarz

Wien, am 31.07.2021

³ Jim Rohn war ein US-amerikanischer Unternehmer, Autor und Persönlichkeitsentwicklungstrainer, der es aus einfachen Verhältnissen ganz nach oben schaffte. Sein Vortrag „Idaho Farm Boy Makes It to Beverly Hills“ erzählt von seiner Erfolgsgeschichte und Lebensphilosophie und kann als Startpunkt seiner über 40-jährigen beruflichen Karriere als Motivationsredner angesehen werden. vgl. dazu Rohn Jim: Biographie. 2017 und Zitate berühmter Personen.

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	1
2.	LITERATURTEIL	3
2.1.	Kollagen als Nahrungsergänzung.....	3
2.1.1.	Was ist Kollagen?	3
2.1.2.	Aufbau und Eigenschaften von Kollagen.....	4
2.1.3.	Die Kollagenbiosynthese	9
2.1.4.	Kollagenarten: Vorkommen und Aufgabe im menschlichen Körper.....	14
2.1.5.	Kollagenabbau und Kollagenmangel.....	15
2.1.6.	Kollagenreiche Lebensmittel	17
2.2.	Kollagensupplemente – Der neue Trend?	20
2.2.1.	Was sind Kollagensupplemente?.....	20
2.2.2.	Aufbau und Herstellung von Hydrolysatkollagen	20
2.2.3.	Aufnahme von Hydrolysatkollagen in den menschlichen Organismus	21
2.2.4.	Bioaktivität von Hydrolysatkollagen.....	22
2.2.5.	Produkteigenschaften und Funktionsweise von Hydrolysatkollagen in Getränken und anderen Lebensmitteln	26
2.2.6.	Dosierungsempfehlungen von Kollagensupplementen	28
2.2.7.	Kollagensupplemente in Kritik.....	30
2.2.7.1.	EU-Vorschriften für Qualitätsanforderungen und Herstellungsbedingungen von Speisegelatine, pharmazeutischer Gelatine und Kollagenpeptiden	30
2.2.7.2.	Risiken und Nebenwirkungen	32
2.2.7.3.	Kollagen und Werbung.....	32
2.3.	Die Auswirkungen von Kollagensupplementen auf den menschlichen Körper.....	35
2.3.1.	Effekte auf Haare und Nägel	35
2.3.2.	Effekte auf die Haut (Hautalterung und Cellulite)	36
2.3.3.	Effekte auf Gelenke, Sehnen, Bänder und Knochen	40
2.3.4.	Effekte auf die Blutgefäße, den Darm und die Wundheilung	45
2.3.5.	Effekte auf Körperzusammensetzung (Body Composition / Muskelmasse)	48
2.3.6.	Effekte auf die Regeneration (Recovery) nach sportlicher Betätigung.....	52

2.4.	Das Kaufverhalten von Kollagensupplementen.....	55
2.4.1.	Kaufverhalten – wie Marketing die Kaufentscheidung beeinflusst.....	55
2.4.2.	Kaufverhalten: Definitionen und Arten.....	56
2.4.3.	Kriterien und Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung	57
3.	MATERIAL UND METHODEN	59
3.1.	Forschungsfrage und Hypothesen	59
3.2.	Studiendesign und Studiendurchführung	61
3.2.1.	Rekrutierung der StudienteilnehmerInnen.....	63
3.2.2.	Ein- und Ausschlusskriterien.....	63
3.2.3.	Gütekriterien.....	63
3.3.	Erhebungsmethode: Fragebogen.....	64
3.4.	Statistische Auswertung	64
4.	ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	67
4.1.	Beschreibung der Stichprobe.....	67
4.2.	Auswertung allgemeiner Fragestellungen	74
4.2.1.	Wissen um die Wirkung von Kollagen im Körper	74
4.2.2.	Wissen um das Vorkommen von Kollagen in Nahrungsmitteln	75
4.2.3.	Das Konsumverhalten der KollagenkonsumentInnen	77
4.2.3.1.	Motive für die Einnahme bzw. den Kauf von Kollagensupplementen	77
4.2.3.2.	Subjektive Effekte durch die Einnahme von Kollagensupplementen	84
4.2.3.3.	Konsumverhalten von Kollagensupplementen.....	88
4.2.3.4.	Konsumverhalten anderer Proteinsupplemente.....	92
4.2.3.5.	Gründe für eine langfristige Kollagensupplementation	95
4.2.4.	Das Konsumverhalten der Nicht-KollagenkonsumentInnen.....	96
4.2.4.1.	Motive für die Nichteinnahme bzw. den Nichtkauf von Kollagensupplementen	96
4.2.4.2.	Bedingungen für den Kauf von Kollagensupplementen	96
4.2.4.3.	Konsumverhalten anderer Proteinsupplemente.....	97
4.2.4.4.	Motive für die Einnahme von Nicht-Kollagen-Proteinsupplementen	99
4.2.4.5.	Subjektive Effekte durch die Einnahme von Nicht-Kollagen-Proteinsupplementen	100
4.2.4.6.	Konsumverhalten anderer Nahrungsergänzungsmittel.....	101

4.3. Prüfung der Hypothesen 103

- 4.3.1. H1: Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann überwiegend von Personen (Frauen und Männern), die sich durch Mischkost ernähren. 103
- 4.3.2. H2: Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann hauptsächlich von Personen (Frauen und Männern), die den Eindruck haben, sich „häufig ausgewogen“ zu ernähren. 104
- 4.3.3. H3: Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann werden diese häufiger von Frauen eingenommen, da Männer eher andere Proteine, wie zum Beispiel Molkenprotein (*Whey Protein*), supplementieren..... 106
- 4.3.4. H4: Wenn Kollagensupplemente von Frauen eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von Über-40-Jährigen, im speziellen in der Menopause, eingenommen..... 108
- 4.3.5. H5: Wenn Kollagensupplemente von Frauen eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich zur Gewichtsabnahme und aufgrund der angepriesenen Effekte auf das Hautbild (weniger Falten) und den Effekten auf das Bindegewebe (weniger Cellulite) eingenommen (Stichwort „Anti-Aging“). 109
- 4.3.6. H6: Wenn Kollagensupplemente von Männern eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von jungen Männern (bis 40 Jahre) eingenommen, die Krafttraining betreiben, da diese Muskeln / Kraft aufbauen wollen. 113
- 4.3.7. H7: Wenn Kollagensupplemente mit dem Motiv zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von Übergewichtigen (Frauen und Männern) oder Personen älter als 50 Jahre (Frauen und Männern) eingenommen..... 116
- 4.3.8. H8: Wenn Kollagensupplemente nicht gekauft werden, dann aus dem Grund, dass die Personen bei beiden Geschlechtern und in allen Altersgruppen angegeben haben, dass sie bereits ausreichend durch die Nahrung mit Proteinen versorgt sind und daher keine Notwendigkeit für den Kauf einer Zusatznahrung sehen. 119

4.4. Limitationen und Begrenzungen der Untersuchung 122

5.	SCHLUSSBETRACHTUNG	123
6.	ZUSAMMENFASSUNG	128
7.	SUMMARY	129
8.	LITERATURVERZEICHNIS.....	130
8.1.	Primärliteratur.....	130
8.2.	Sekundärliteratur.....	143
9.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	145
10.	TABELLENVERZEICHNIS.....	148
11.	ANHANG.....	149
11.1.	Einleitung Fragebogen.....	149
11.2.	Fragebogen	150
11.3.	Abschlussworte Fragebogen	163

1. Einleitung

Kollagen ist mit einem Anteil von 25-30% eines der wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Strukturproteine des menschlichen Körpers.⁴ Dabei handelt es sich um ein unlösliches dreidimensionales Faserprotein, das maßgeblich in Zellen des tierischen Bindegewebes, in der Cornea des Auges, in Gelenken, Knochen, Zähnen, Blutgefäßen sowie in der Extrazellulärmatrix der Haut lokalisiert ist.⁵

Im menschlichen Körper ist Kollagen im Allgemeinen für die Festigkeit, die Struktur, den Halt und die Elastizität der Gewebe durch die Bildung von Netzwerken verantwortlich.⁶ Ein Anstieg der körpereigenen Kollagensynthese ist im Zuge einer chemischen bzw. physikalischen Stimulation durch eine positive Interaktion zwischen Fibroblasten und Kollagen möglich.⁷

Durch Autoimmunerkrankungen, Alterung und Stress kann die Qualität und Quantität von Kollagen beeinträchtigt werden. Dies betrifft beispielsweise die Haut und ihre Funktionsweise. Zudem verändert sich die Kollagensynthese im Laufe des Lebens. So sinkt die Regenerationsfähigkeit von Kollagen mit dem Alter (ab 25 bzw. 30 Jahren) um 1,50% pro Jahr.⁸ Dieser Verlust kann sich auch in früheren Jahren bemerkbar machen, am Beispiel des Gelenks- und Muskelgewebes von Sportlern sowie am Gewebe von übergewichtigen Personen, im Speziellen am Knie, da diese Gewebe exzessiver und vorzeitiger Abnutzung ausgesetzt sind. Es empfiehlt sich daher besonders für diese Betroffenen, als auch für Personen ab 40 bis 50 Jahren, in der Menopause und nach chirurgischen Interventionen bzw. nach onkologischen Behandlungen (Risikogruppen), eine Supplementation von Kollagen, beispielsweise durch Hydrolysatkollagen, das Lebensmitteln und Getränken zugesetzt werden kann.⁹

⁴ De Miranda et al., 2021.

⁵ Garcia Arauzo et al., 2020.

⁶ Goldberga et al., 2018 und Sibilla et al., 2015.

⁷ Sibilla et al., 2015.

⁸ ebd.

⁹ Figueres et al., 2015.

Durch die vielfältige Beteiligung von Kollagen an diversen Zellfunktionen wie im Aufbau, in der Differenzierung und der Entwicklung von Zellen, als auch in der Regeneration dieser, spielt es eine wichtige Rolle für die langanhaltende Gesundheit.¹⁰ Es ist daher nicht verwunderlich, dass Kollagen in den letzten Jahren vermehrte wissenschaftliche Aufmerksamkeit auch im Bereich der Nahrungsergänzung widerfährt und dessen positiver Nutzen auf Haut, Gelenke, Knorpel, Sehnen und Knochen erforscht wird. So wurden beispielsweise ein Einfluss auf die Verbesserung des Hautbildes hinsichtlich der Verlangsamung der Hautalterung (Reduktion von Falten) und ein positiver Effekt auf das Bindegewebe (Reduktion von Cellulite), durch den Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln oder äußerer Anwendung, festgestellt.¹¹ Außerdem konnte durch Studien gezeigt werden, dass Kollagen an der Reduktion von Gelenkschmerzen, Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund“), als auch am Aufbau von Muskelmasse beteiligt ist.¹² Eine weitere wichtige Rolle scheint supplementiertes Kollagen auch bei der Wundheilung und im Darm, bei der Reduktion von Entzündungsprozessen, zu spielen.¹³

In der Masterarbeit soll daher, ausgehend von dem steigenden wissenschaftlichen und medialen Interesse an diesem wertvollen Protein, **im praktischen Teil** das *Konsumverhalten von Kollagensupplementen der Fragebogenteilnehmenden* untersucht werden. Besonderes Augenmerk gilt den *Hauptbeweggründen für den Kauf dieser Produkte* und dem *Unterschied im Konsumationsverhalten von Männern und Frauen bzw. verschiedenen Altersgruppen*.

Im **theoretischen Teil** soll dabei besonderes Augenmerk auf die Auswirkungen von Kollagensupplementen auf Haut und Wundheilung, Knochen und Gelenke sowie den Effekten auf die Körperzusammensetzung (Body Composition / Muskelmasse) gelegt werden.

¹⁰ Garcia Arauzo et al., 2020.

¹¹ Lin et al., 2021 und Schunck et al., 2015.

¹² Zdzieblik et al., 2021: “The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Knee Joint...”; Honvo et al., 2020; König et al., 2018 und Zdzieblik et al., 2021: “The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Body Composition and Muscle Strength in Middle-Aged, Untrained Men...”.

¹³ Sugihara et al., 2018.

2. Literaturteil

2.1. Kollagen als Nahrungsergänzung

Bevor nun Kollagen als Nahrungsergänzung näher untersucht wird, sollen zunächst einige Grundlagen über Kollagen erläutert werden. Kollagen ist am Aufbau des menschlichen Körpers zahlreich vertreten und spielt daher für die Gesundheit eine entscheidende Rolle.

2.1.1. Was ist Kollagen?

Kollagen, aus dem Griechischen „kolla“ = „Leim“ und „gennan“ = „erzeugen“, ist neben Elastin, Fibroin, Keratin und Resilin eines der wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Skleroproteine (auch Faser-, Gerüst- oder Strukturproteine bzw. fibrilläre Proteine genannt) des menschlichen Körpers.¹⁴ Es handelt sich hierbei um ein unlösliches dreidimensionales tierisches Faserprotein, das hauptsächlich von Zellen des Bindegewebes (Fibroblasten), als auch von Epithelzellen produziert wird. Zudem wird es auch in den Chondro-, Osteo- und Odontoplasten synthetisiert. Daher kommt es vorwiegend in fasrigen Geweben, wie beispielsweise in Sehnen und Bändern vor. In der Cornea des Auges, in Gelenken, Knorpeln, Knochen und Zähnen (Dentin) sowie in Blutgefäßen, im Darm und den Bandscheiben ist Kollagen ebenfalls zu finden. Weiters ist es auch in beträchtlichem Maße in der Extrazellulärmatrix (EZM) der Haut lokalisiert, wo es gemeinsam mit Elastin und Hyaluronsäure auftritt.¹⁵

Die Extrazellulärmatrix des Bindegewebes, also jener Gewebeanteil, der zwischen den Zellen im sogenannten Interzellularraum liegt, besteht aus einem dreidimensionalen Netzwerk verschiedenster Proteine, darunter auch fibröse Strukturproteine, wie das Kollagen¹⁶, welche für die unterschiedliche Struktur und Zusammensetzung der Extrazellulärmatrix verantwortlich sind. Daraus ergeben sich auch diverse biologische Eigenschaften und Funktionen.¹⁷

¹⁴ Spektrum – Lexikon der Biologie: Kollagen und Sibilla et al., 2015.

¹⁵ Garcia Arauzo et al., 2020 und Sibilla et al., 2015.

¹⁶ Silbernagl und Lang, 2009, S. 4.

¹⁷ Sibilla et al., 2015.

Insgesamt beträgt der Anteil an Kollagen bei Vertebra (Wirbeltieren), dazu zählen die Säugetiere und daher auch der Mensch, 25-30% der gesamten Proteinmasse.¹⁸

2.1.2. Aufbau und Eigenschaften von Kollagen

Die Grundeinheit des Kollagens ist das Tropokollagen (Kollagenmolekül). Es liegt in Form einer Tripelhelix vor und besteht aus 3 gleich langen Polypeptidketten (Primärstruktur), welche wiederum aus ca. 1000 Aminosäuren aufgebaut ist. Die Tripeptidsequenz Gly-X-Y, also Glycin und 2 weitere Aminosäuren, wobei mit X und Y beliebige Aminosäuren gemeint sind, X jedoch meist Prolin und Y häufig Hydroxyprolin darstellt, ist repetitiv, sprich, sie wiederholt sich dabei mehrmals.¹⁹

Aufgrund der einzigartigen Aminosäurezusammensetzung, vor allem durch die Prolinreste und die periodische Primärstruktur, bildet sich an Stelle einer α -Helix eine viel weiter gestreckte Polyprolinhelix. Wobei sich die gegenüberliegenden Prolinreste gegenseitig abstoßen und somit die Helix stabilisieren. Wasserstoffbrückenbindung kommen hier nicht zu Stande, sondern lediglich bei 3 parallel zueinander ausgerichteten Polypeptidketten mit Glycinresten. Daraus ergibt sich das charakteristische Bild einer steifen und zugfesten Faser mit einer Länge von 300 nm und einem Durchmesser von 1,5 nm, das Tropokollagen (TC). Dieses zeichnet sich durch mit seinen nach außen gerichteten Prolinresten und seinen nach innen gerichteten Glycinresten, letztere, welche wiederum durch die Wasserstoffbrücken quervernetzt werden, aus (Abbildung 1).²⁰

¹⁸ De Miranda et al., 2021 und Garcia Arauzo et al., 2020.

¹⁹ Spektrum – Lexikon der Biologie: Kollagen und Saitoh et al., 2020.

²⁰ ebd.

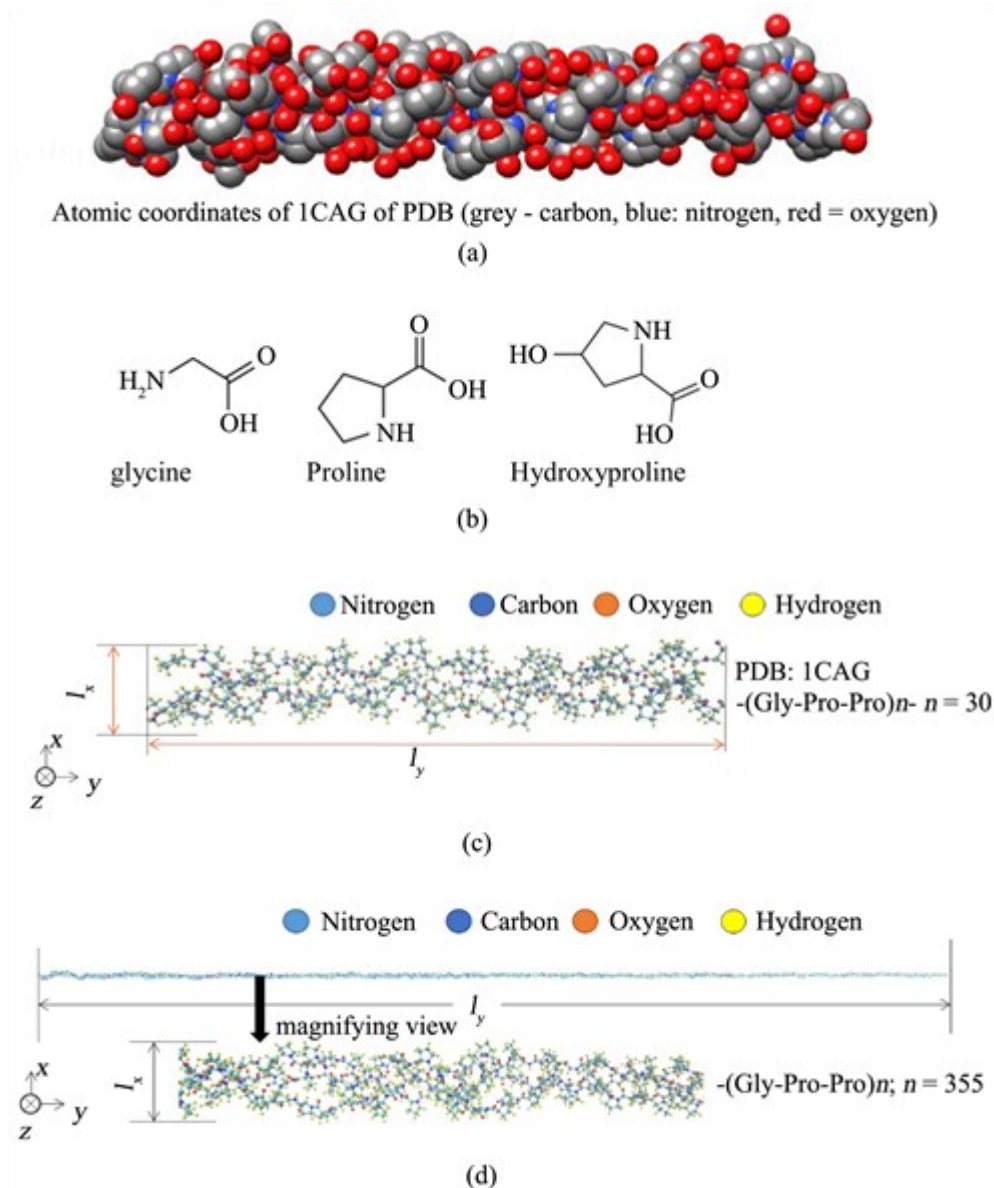


Abbildung 1: Molekulares Modell eines Tropokollagens nach Saitoh et al. (2020)

- (a) Tropokollagen (hier namens „1CAG“ erstellt durch eine Proteindatenbank (PDB))
- (b) Grundeinheit der Polypeptide (Glycin, Prolin und Hydroxyprolin)
- (c) „verkürztes“ Tropokollagen-Modell
- (d) tatsächliche Länge eines Tropokollagens

Verbinden sich mehrere Tripelhelices miteinander, so bilden diese eine Kollagenfibrille und mehrere Kollagenfibrillen sind wiederum an der Entstehung einer Kollagenfaser beteiligt. Grundsätzlich bestehen Kollagenfibrillen aus verschiedenen Kollagentypen, welche sich hauptsächlich durch die Existenz verschiedener α -Ketten mit unterschiedlicher Anzahl an Aminosäuren unterscheiden (**Abbildung 2 und Abbildung 3**).²¹

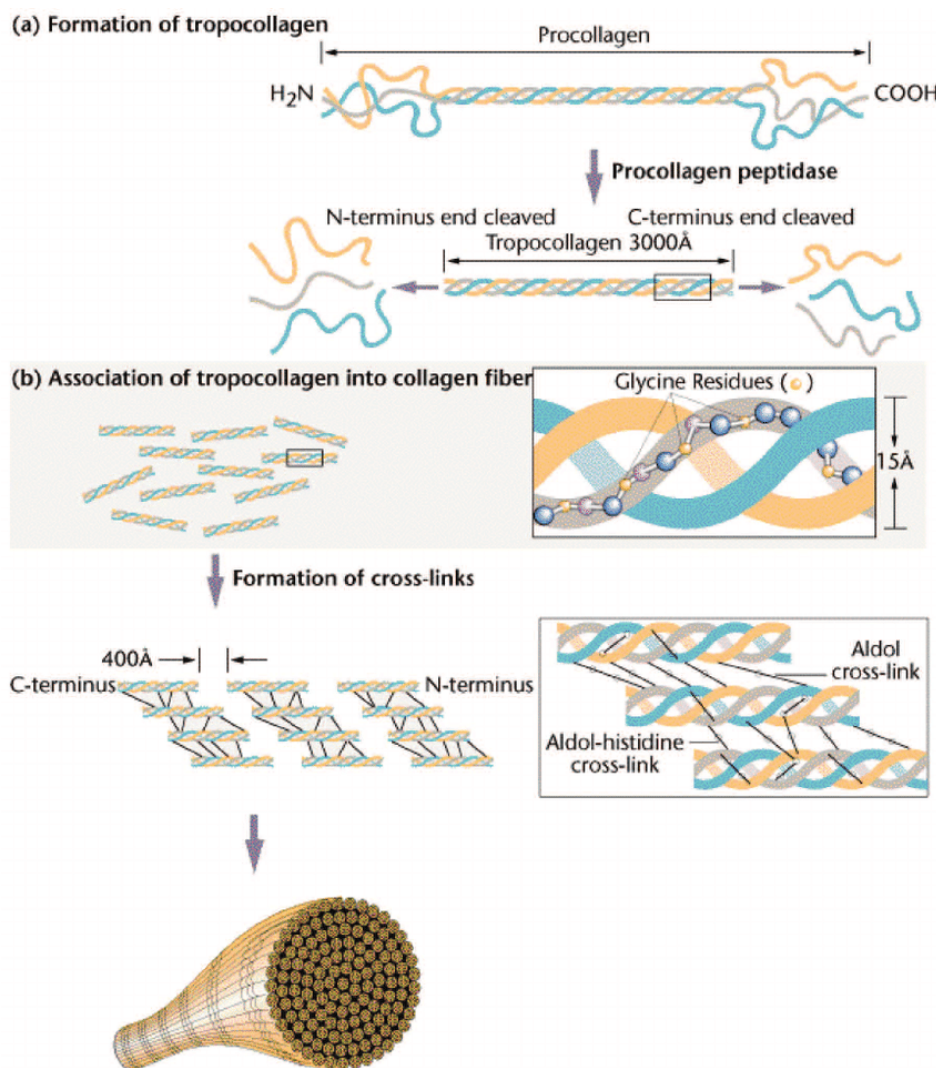
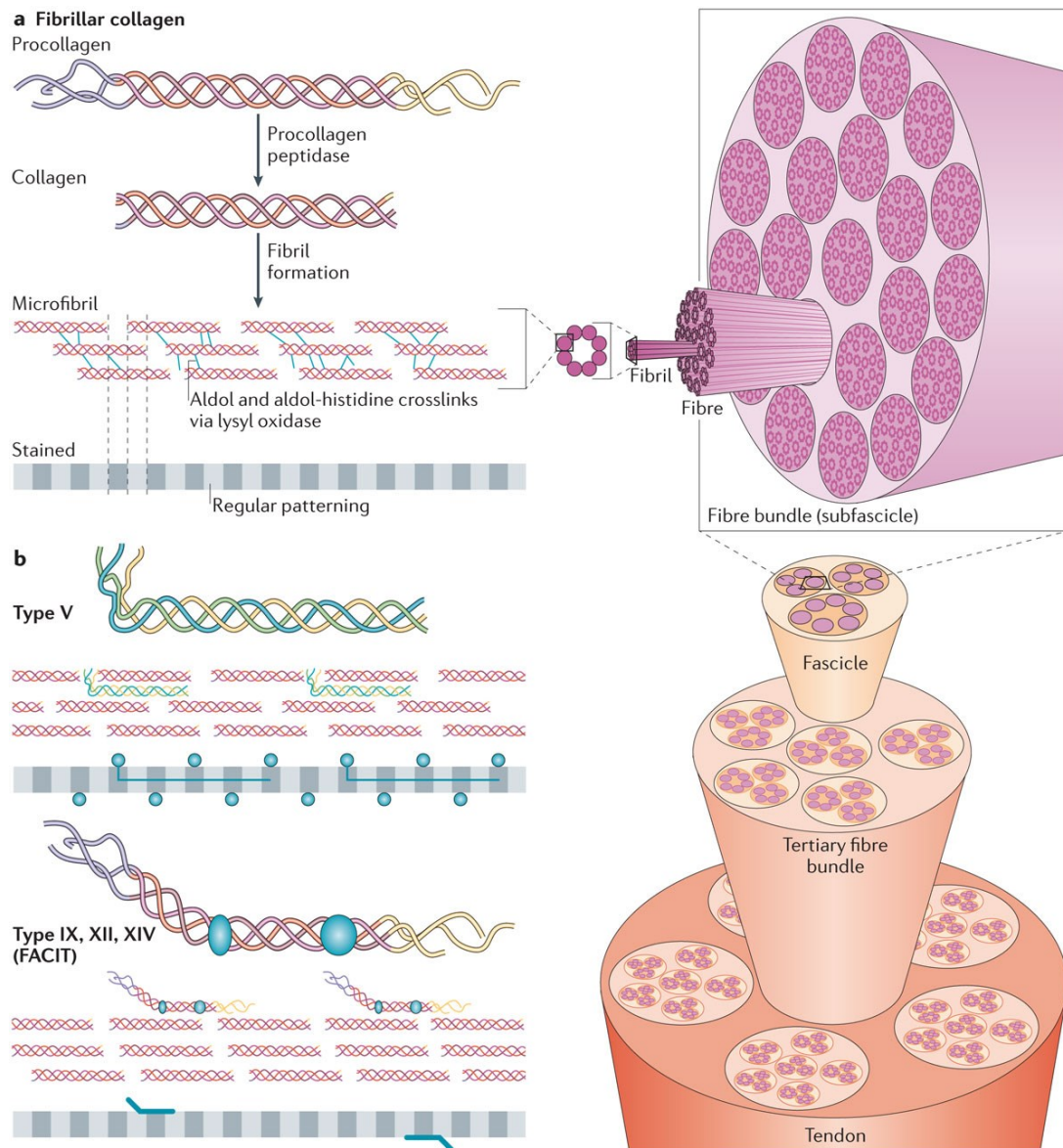


Abbildung 2: Die Bildung von Kollagenfibrillen nach Bhattacharjee et al. (2005)

²¹ Sibilla et al., 2015; Bhattacharjee et al., 2005 und Mouw et al., 2014.



Nature Reviews | Molecular Cell Biology

Abbildung 3: Die Bildung von Kollagenfasern nach Mouw et al. (2014)

Einfach zusammengefasst bedeutet dies, dass mehrere Aminosäuren ein Tropokollagen bilden, mehrere Tropokollagene verbünden sich in einer Kollagenfibrille, viele Kollagenfibrillen führen zu einer Kollagenfaser und ein Zusammenschluss an Kollagenfasern ergibt daraus in weiterer Folge ein Kollagenbündel (**Abbildung 4**).²²

²² Saitoh et al., 2020.

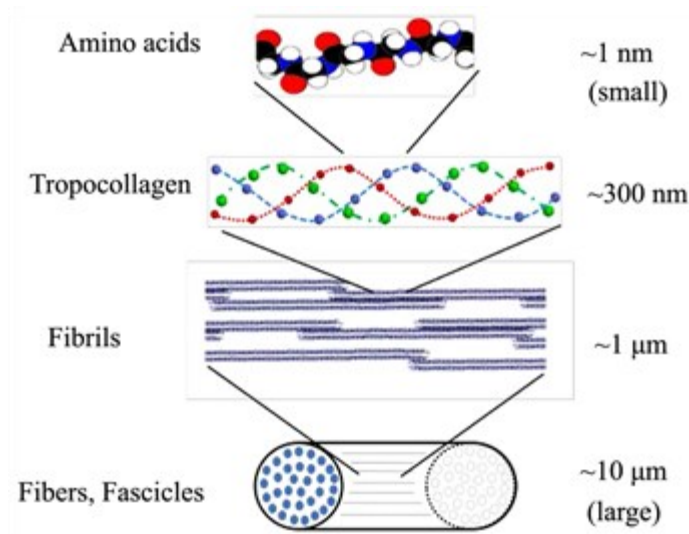


Abbildung 4: Einfache schematische Darstellung von den Aminosäuren bis zur fertigen Kollagenfaser nach Saitoh et al. (2020)

Wobei festzuhalten ist, dass auch bei den Fibrillen zunächst noch von einer Vorstufe, den Mikrofibrillen gesprochen wird, welche schließlich in einem Bündel münden und so die Fibrille bilden (**Abbildung 5**).²³

²³ Medizinische Abteilung Universität Freiburg, 2019.

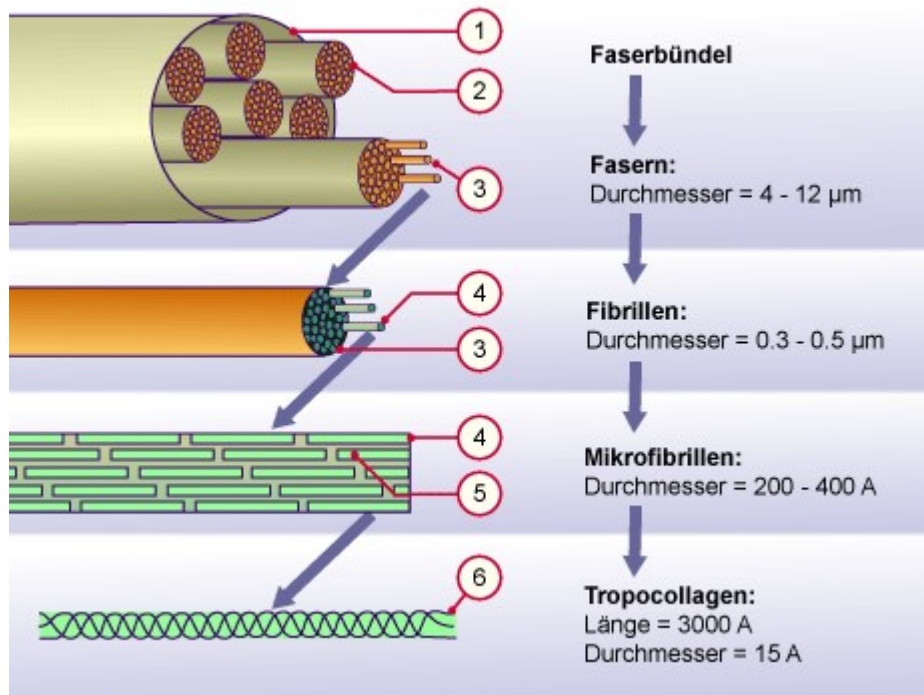


Abbildung 5: Der Aufbau eines Kollagenfaserbündels durch Fibrillen und Mikrofibrillen nach der Lehrplattform für Histologie der Medizinischen Abteilung der Universität Freiburg (2019)

- | | |
|---------------|-----------------|
| ① Faserbündel | ④ Mikrofibrille |
| ② Faser | ⑤ Tropokollagen |
| ③ Fibrillen | ⑥ α-Helix |

2.1.3. Die Kollagenbiosynthese

Da, wie eingangs erwähnt, Kollagen in den Zellen des jeweiligen Bindegewebes (Knochen, Zahn, Gelenke und Haut) gebildet wird, kann der Körper Kollagen somit selbst produzieren. Jedoch wird Kollagen hauptsächlich in den Fibroblasten synthetisiert.²⁴

Die Fibroblasten sind für die Bildung und Organisation der Kollagenmatrix verantwortlich. Aufgrund der physikalischen und chemischen Reizempfindlichkeit der Fibroblasten, kommt es demnach entweder zu einer Aktivierung bzw. zu einem Zellwachstum (Proliferation) der besagten Fibroblasten. Die chemische Reizerkennung

²⁴ Wu et al., 2021.

erfolgt indem sich die Liganden (Atome oder Moleküle) mit den auf der extrazellulären Membran befindlichen Rezeptoren der Zelle im Schlüssel-Schloss-Prinzip verbinden. In weiterer Folge kommt es zu einem Anstieg der körpereigenen Kollagensynthese als physikalische Reaktion auf den chemischen Reiz.²⁵

Die Kollagenbiosynthese findet sowohl intra-, als auch extrazellulär statt und startet zunächst intrazellulär mit der **Transkription** der mRNA im Zellkern, wo Gene für die Pro- α_1 - und Pro- α_2 -Ketten transkribiert werden. Im nächsten Schritt folgt die **Translation**, bei der die mRNA in das Zytoplasma wandert und mit den Ribosomen interagiert. Nach der Translation werden die Pro- α_1 - und Pro- α_2 -Ketten als Prä-Pro-Polypeptidkette bezeichnet. Die Prä-Pro-Polypeptidkette wandert im letzten intrazellulären Schritt, der posttranslationalen Modifikation, zum endoplasmatischen Retikulum (ER). Dort angekommen wird das Prä-Pro-Polypeptid zum Prokollagen weiterverarbeitet: Das Signalpeptid am N-Terminus wird entfernt, an die Lysin- und Prolinreste werden zusätzliche Hydroxylgruppen über Hydroxylase-Enzyme hinzugefügt, die Vitamin C als Cofaktor benötigen (**Tripelhelixbildung**).²⁶

An dieser Stelle erschließt sich vielleicht auch der Zusammenhang zwischen den ausfallenden Zähnen bei Vitamin-C-Mangel (Skorbut), da Vitamin C als Cofaktor bei der Kollagenbiosynthese benötigt wird und somit die Aufgaben des Kollagens nicht erfüllt werden können, wie zum Beispiel der Halt und die Stabilität der Zähne.²⁷

Die Wichtigkeit von Vitamin C bei der Kollagenbiosynthese erklären Elmadfa und Leitzmann (2019) wie folgt:

„Die Hydroxylierung stabilisiert die Tripelhelix von Prokollagen und ist für die Prokollagensekretion aus den Fibroblasten notwendig. Dies erklärt die Bedeutung von Ascorbinsäure für die Wundheilungsprozesse und Narbenbildung sowie für das Wachstum eines Organismus. Auch die Neubildung von Knorpel, Knochen und Dentin durch Chondroblasten und Odontoblasten ist auf die ausreichende Versorgung dieser Zellen mit Vitamin C angewiesen.“²⁸

²⁵ Sibilla et al., 2015 und Spektrum – Lexikon der Biologie: Ligand.

²⁶ Wu et al., 2021 und DePhillipo et al., 2018.

²⁷ Spektrum – Lexikon der Biologie: Kollagen.

²⁸ Elmadfa und Leitzmann, 2019, S. 495.

Schließlich erfolgt noch die Glykosylierung der ausgewählten Hydroxylgruppen an Lysin mit Galaktose und Glukose b. Drei der hydroxylierten und glykosylierten Pro- α -Ketten fügen sich durch Verdrehung zu einer Tripelhelix zusammen, indem sie reißverschlussartig gefaltet werden. Die Triple-Helix-Konfiguration besteht aus 3 linksgängigen Helices, die zu einer rechtsgängigen Spule verdreht werden. Im Anschluss gelangt das Prokollagen-Molekül zur Modifikation in den Golgi-Apparat, wo es zu sekretorischen Vesikeln zusammengesetzt wird, um in den extrazellulären Raum einzudringen.²⁹

Nach erfolgter **Sekretion** in den extrazellulären Raum kommt es zunächst zu einer Polypeptidspaltung, an der die sogenannten Kollagenpeptidasen (Enzyme) beteiligt sind. Sie spalten die Enden des Prokollagenmoleküls ab, sodass daraus das Tropokollagen-Molekül entsteht. Abschließend findet die Kollagenfibrillen-Montage statt. Hierfür wirkt die Lysyloxidase, ein kupferabhängiges Enzym, auf Lysin und Hydroxylysin ein, wodurch kovalente Bindungen zwischen Tropokollagen-Molekülen und den Kollagenfibrillen gebildet werden, sodass das unlösliche Kollagen entsteht (**Abbildung 6 und Abbildung 7**).³⁰

²⁹ Wu et al., 2021.

³⁰ Wu et al., 2021; Mouw et al., 2014 und Haubeck 2019.

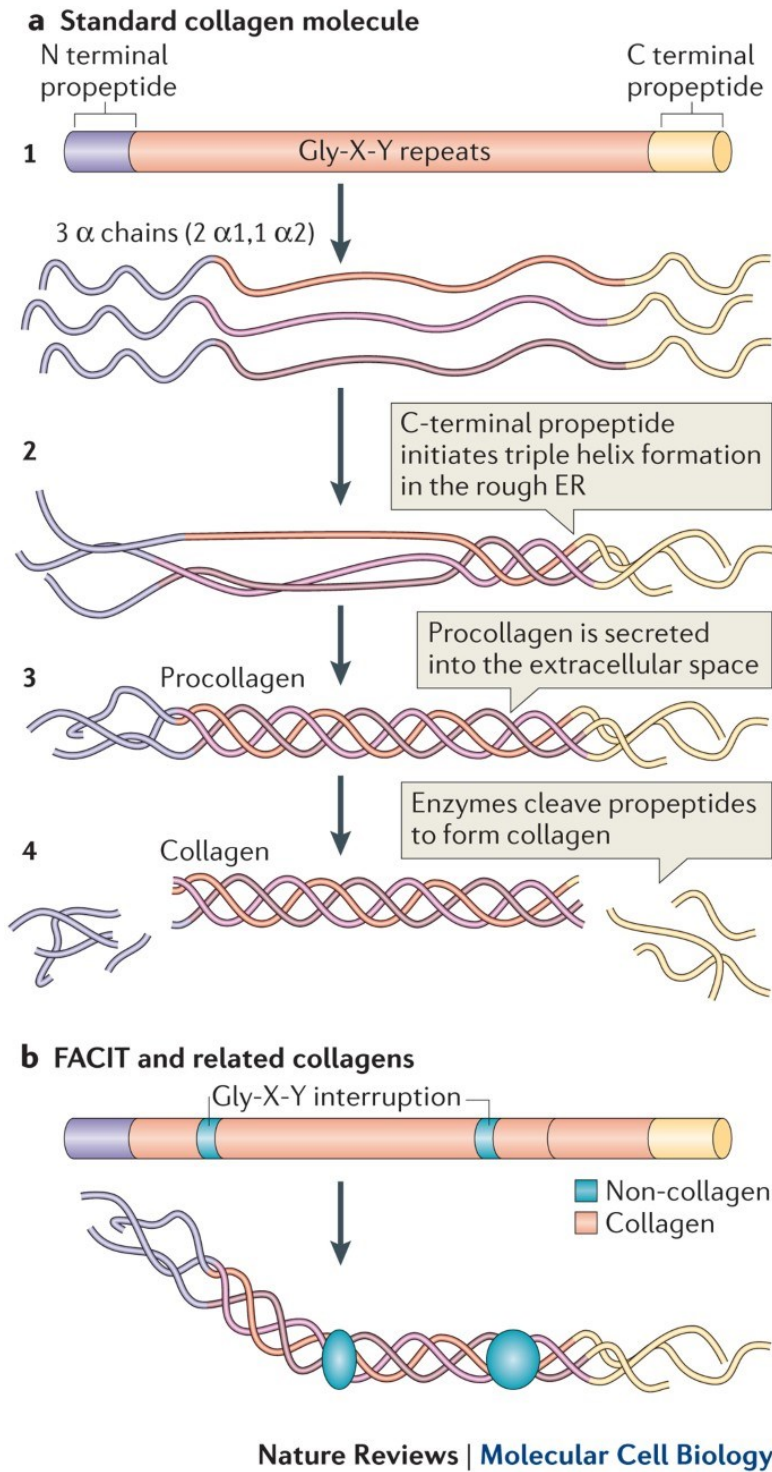


Abbildung 6: Die Synthese von Kollagen nach Mouw et al. (2014)

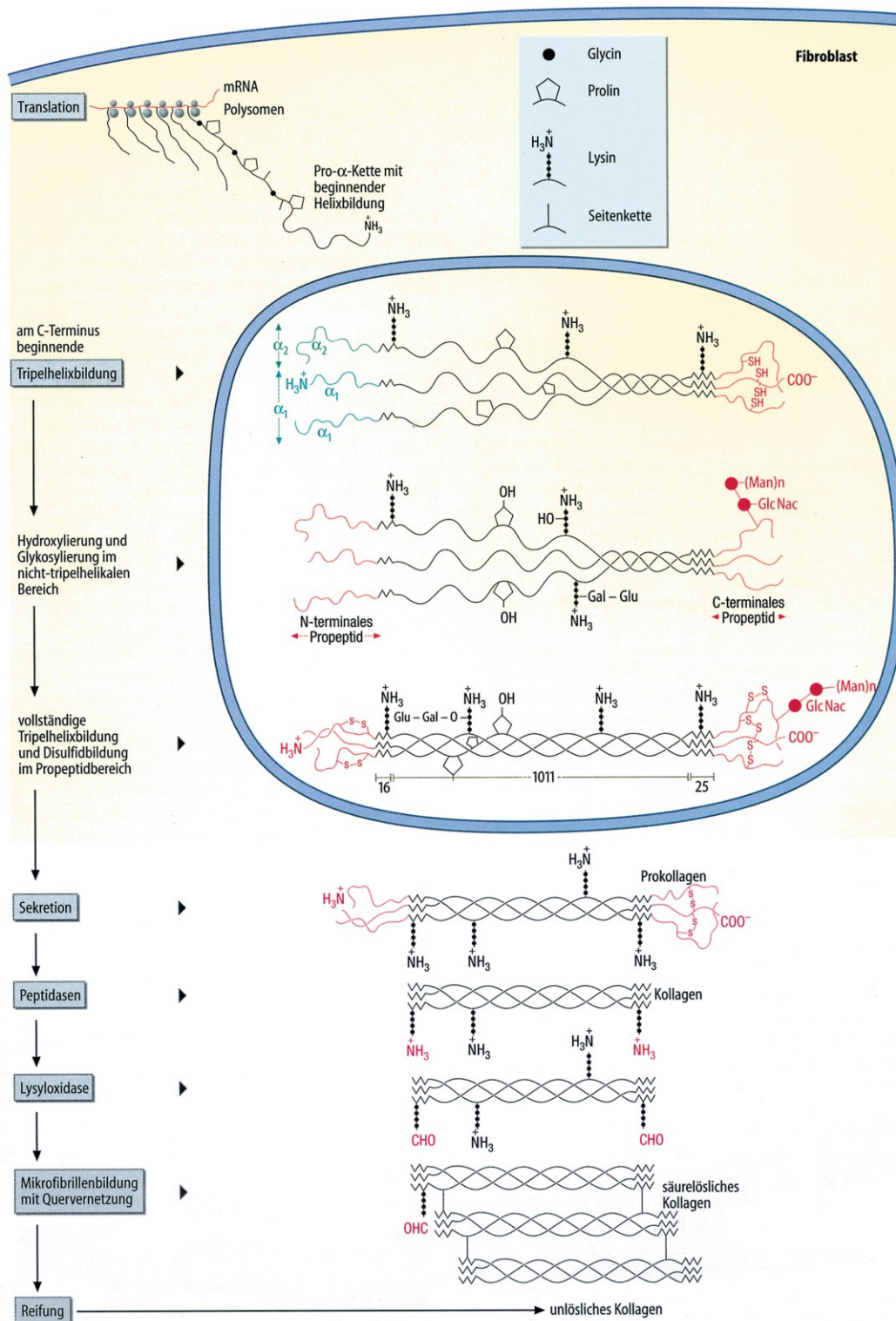


Abbildung 7: Kollagenbiosynthese nach Haubeck (2019)

2.1.4. Kollagenarten: Vorkommen und Aufgabe im menschlichen Körper

Aufgrund der Vielfältigkeit der Einsatzorte werden 29 verschiedene Kollagentypen unterschieden, welche in **fibrilläre** (Typen I, II, III, V, XI, XXIV und XXVII) und nicht-fibrilläre, auch **netzwerkbildende Kollagene** (Typen IV, VIII und X) genannt, eingeteilt werden können.³¹

Außerdem kann die Gruppe der nicht-fibrillären Kollagene unter anderem weiter unterteilt werden in:

- a. fibrillenassoziierte Kollagene (FACIT - *Fibril Associated Collagens with Interrupted Triple Helices*): Typen IX, XII, XIV, XVI, XIX, XX, XXI und XXII
- b. Basalmembran-assoziierte Kollagene: Typ IV
- c. Multiplexine Kollagene: Typen XV, XVIII
- d. Fadenförmige Kollagene: Typ VI
- e. Transmembrankollagene (MACIT - *Membrane Associated Collagens with Interrupted Triple Helices*): Typen XIII, XVII und XXIII³²

All diese Kollagenarten tragen, wie bereits erwähnt, zwischen 25 und 30% zur Gesamtproteinmasse bei und sind im Allgemeinen für die Kraft und Festigkeit, die Struktur, den Halt und die Elastizität der Gewebe durch die Bildung von Netzwerken verantwortlich.³³ Im menschlichen Körper befinden sich zu 80 bis 90% fibrilläre Kollagene. Typ I trägt hierbei zu 90% zur organischen Knochenbildung bei und ist weiters Hauptkollagen in Sehnen, Bändern, der Hornhaut des Auges (Cornea) und der Haut. Neben 15% Typ III-Kollagen ist in der Haut zudem Typ I zu 80% vertreten. Typ II, III und XI sind hauptsächlich an der Bildung der fibrillären Matrix in der Gelenkskapsel beteiligt. Typ IV-Kollagen ist vorwiegend für den Aufbau der Basalmembran zuständig (**Tabelle 1**).³⁴

³¹ Fu et al., 2018 und Keldorfer, 2012, S. 4.

³² Mouw, 2014.

³³ Goldberga et al., 2018 und Sibilla et al., 2015.

³⁴ Sibilla et al., 2015; Arseni et al., 2018 und Wu et al., 2021.

Tabelle 1: Die 5 Haupttypen des Kollagens und ihr Vorkommen

Typ	Vorkommen
I	Haut, Sehnen, Bänder, Knochen, Zahnbein (Dentin), Gefäße, innere Organe
II	Gelenke, Knorpeln, Glaskörper des Auges, Bandscheiben
III	Haut, Gelenke, Blutgefäßwand, Gebärmutter (Uterus) und elastische Fasernetze der Lunge, Leber, Milz, etc.
IV	Basalmembran, Zellmembran von Haut- und Gefäßzellen, Augenlinse, Glomeruli der Niere
V	Lunge, Hornhaut des Auges (Cornea), Knochen Fetalmembran, Zellmembran von Muskelzellen

Die Aufgaben von Kollagen sind vielfältig und besonders wichtig für die Entwicklung von Organen, dem Aufbau der Hornhaut und des Zahnfleisches, sowie der Wund-, Haut- und Gewebsheilung (Reparatur von Knochen und Blutgefäßen). Kollagen ist außerdem an der Proliferation und Differenzierung der Zellen beteiligt. Dies macht das Protein omnipräsent im menschlichen Körper: In Knochen, Sehnen, Bändern, den Haaren, der Haut und in der Muskulatur.³⁵

2.1.5. Kollagenabbau und Kollagenmangel

Mit zunehmendem Alter, durch Stress und genetische Erkrankungen (Autoimmunerkrankungen), als auch durch das Auftreten freier Radikale im Organismus, kann die Qualität und Quantität von Kollagen und dementsprechend die Funktionsweise, wie unter anderem jene der Haut beeinträchtigt werden.³⁶ Zudem verändert sich die körpereigene Kollagenbiosynthese im Laufe des Lebens. Folglich sinkt beispielsweise die Regenerationsfähigkeit von Kollagen mit dem Alter (ab 25 bzw. 30 Jahren) um 1,50% pro Jahr.³⁷

León-López et al. (2019) berichtet, dass der Kollagengehalt des Körpers bereits zwischen 18 und 29 Jahren schwindet. Nach 40 Jahren beträgt das Defizit 1% pro Jahr,

³⁵ León-López et al., 2019.

³⁶ León-López et al., 2019 und Sibilla et al., 2015.

³⁷ Sibilla et al., 2015.

nach ca. 80 Jahren kann der Verlust bereits 75% im Vergleich zu einem jungen Erwachsenen ausmachen.³⁸

Um beim Exempel der Haut zu bleiben, verändert sich auch die Zusammensetzung der Kollagen-Typen, da es zu einem Verlust des Typ I-Kollagen kommt, der immerhin 80% der „jugendlichen“ Haut ausmacht.³⁹

Neben (genetischen und dermatologischen) Erkrankungen spielen aber auch extrinsische Faktoren (Umwelteinflüsse wie Sonnenlicht und Wind, aber auch Klimaanlage und Heizung,) als auch Lebensstilfaktoren (Rauchen, Alkoholeinnahme, Schlafmangel, chronische Sonneneinstrahlung) eine Rolle bei der Beschleunigung der Alterung und der Veränderung bzw. dem Verlust an körpereigenem Kollagen.⁴⁰

Mit dem Alter verringert sich außerdem die Anzahl der Fibroblasten in der Haut, wodurch es ebenfalls zu einer Abnahme an Kollagen kommt.⁴¹ Auch im Zuge des sinkenden Östrogenspiegels in der Menopause geht die Bildung von Kollagen zurück. Der Kollagengehalt nimmt ab, die Kollagenfasern verdicken, die elastischen Fasern nehmen ab bzw. fragmentieren. Daraus ergibt sich eine Reduktion der Elastizität und Spannkraft der Haut, eine verzögerte Wundheilung und der Bildung von Falten.⁴² Das bedeutet, es kommt zu strukturellen und funktionellen Veränderungen, die Haut nimmt an Volumen, Dichte und Dicke ab und verliert an Struktur und Halt. Darüber hinaus wird die Haut zunehmend rauer.⁴³ Aber nicht nur die Haut altert, auch Knorpel und Knochen werden abgebaut, Muskeln werden schwächer und die Beweglichkeit und Funktionalität der Gelenke nimmt ab.⁴⁴

Ein weiterer Faktor, der zu einem Abbau bzw. Defizit an Kollagen führen kann, ist weiters ein Vitamin-C-Mangel. Vitamin C wird als Co-Faktor bei der Kollagenbiosynthese benötigt, fehlt Vitamin C, so kann dies zu einem Ausfall der

³⁸ León-López et al., 2019.

³⁹ Sibilla et al., 2015.

⁴⁰ Jhavar et al., 2020 und Sibilla et al., 2015.

⁴¹ De Miranda et al., 2021.

⁴² Hönigsmann, 2002.

⁴³ De Miranda et al., 2021.

⁴⁴ Figueres et al., 2015.

Prolinhydroxylierung führen und folglich zu einem Mangel an Kollagen kommen.⁴⁵ Darüber hinaus fördert Vitamin C die Proliferation, also die Bildung von Fibroblasten, die wie oben erwähnt, zusätzlich mit dem Alter noch abnimmt.⁴⁶ Außerdem weist Vitamin C antioxidative Eigenschaften auf und ist verantwortlich für die Bekämpfung freier Radikale im Körper.⁴⁷

Ein Kollagenmangel wird mit einigen Erkrankungen, Defekten und Syndromen in Verbindung gebracht, wie unter anderem der Osteoarthritis, Gelenksschmerzen und Muskelschwäche.⁴⁸ Durch die erkrankungs-, als auch erblich bedingten Defekte kann es, wie bereits erwähnt, zu einer Störung der Kollagenbiosynthese kommen, was wiederum Schäden an Bindegewebe, Knochen und Zähnen zur Folge haben kann. Beispiele für genetische Defekte sind Ehlers-Danlos-Syndrom, Marfan-Syndrom, Stickler-Syndrom und Osteogenesis imperfecta.⁴⁹ Verschiedene Autoimmunerkrankungen lösen hingegen systemisch-entzündliche Erkrankungen des Bindegewebes, sogenannte Kollagenosen aus.⁵⁰

Um dem aufgrund der Umwelteinflüsse und dem lebensstil-, als auch dem alterungsbedingten Abbau von Kollagen entgegenzuwirken, sollte versucht werden die körpereigene Kollagenbiosynthese anzuregen. Dies erfolgt am besten über Vitamin-C- und kollagenreiche Nahrungsmittel.

2.1.6. Kollagenreiche Lebensmittel

Durch die Betrachtung der nachfolgenden Tabelle (**Tabelle 2**) über den Gehalt an Kollagen in den verschiedenen Geweben, wird schnell verständlich, dass es sich bei Kollagen um ein tierisches Produkt handelt, das vorwiegend in der Haut, den Knorpeln, Knochen und Sehnen vorkommt.⁵¹

⁴⁵ Spektrum – Lexikon der Biologie: Kollagen.

⁴⁶ Michels, 2011.

⁴⁷ Elmadfa und Leitzmann, 2019, S. 372.

⁴⁸ Hong et al, 2019.

⁴⁹ Arseni et al., 2018.

⁵⁰ Spektrum – Lexikon der Biologie: Kollagenosen.

⁵¹ León-López et al., 2019 und Löffler, 2008, S. 462.

Tabelle 2: Kollagengehalt einiger Gewebe nach Löffler, 2008

Gewebe	Kollagengehalt [g/100g]
Leber	4
Lungen	10
Aorta	12-24
Ligamentum nuchae (Nackensehne vom Rind)	17
Knorpel	46-64
Cornea	68
Haut	72
Achillessehne	86
Gesamter Knochen	23
Mineralfreier Knochen	88

Daraus kann abgeleitet werden, dass **natürliches Kollagen** demnach ausschließlich in tierischen Lebensmitteln enthalten ist, nämlich in Haut, Knochen und Gräten, Knorpeln, Sehnen und Gelenken von Tieren. Kollagen ist somit nicht vegetarisch bzw. vegan. Eine hervorragende Quelle für Kollagen ist Knochen- und Knochenbrühe von Rindern, Geflügel und Schweinen mit Resten von Fleisch, Sehnen, Fasern, Knorpeln und zähen Muskelpartien. Außerdem enthalten auch Schweine- und Hühnerfüße sowie Hühnerflügel oder Hühnerbrust mit Haut viel Kollagen. Zudem gibt es noch natürliches, marines Kollagen in Form von Fisch mit Haut oder Fischbrühen und Meeresfrüchten.⁵² Kollagen findet aber auch in gelöster und somit verarbeiteter Form als **Gelatine** Anwendung,⁵³ wie beispielsweise bei Süßspeisen, als Sülze oder in Gummibärchen. Speisegelatine wird in Europa hauptsächlich aus Schwein hergestellt, es gibt aber auch Rinder- und Fischgelatine.⁵⁴

Anhand pflanzlicher Lebensmittel, und dies ist besonders für Vegetarier und Veganer von Bedeutung, kann jedoch die körpereigene Kollagensynthese angeregt werden, indem die für Kollagen benötigten Aminosäuren Glycin und Prolin mit der Nahrung

⁵² León-López et al., 2019.

⁵³ Hong et al, 2019.

⁵⁴ Gelatine Manufactures of Europe: Gelatine - Herstellung.

aufgenommen werden.⁵⁵ Diese finden sich vorwiegend in Hülsenfrüchten (Linsen, Erbsen, Bohnen, Kichererbsen, Sojabohnen und Erdnüssen), Walnüssen, Getreide und Getreideprodukten sowie in Kartoffeln und Milchprodukten. Die Aminosäure Prolin ist vor allem in Weizen und Dinkel enthalten.⁵⁶

Durch die ausreichende Aufnahme von Vitamin C mit frischem Obst und Gemüse kann die körpereigene Kollagenproduktion gesichert werden. Vitamin-C-reiche Nahrungsmittel sind Zitrusfrüchte, Paprika, Sanddorn- und Johannisbeeren, Brokkoli, Kohlrarten, Karfiol, Spinat, Kiwi sowie Kartoffeln.⁵⁷

Außerdem empfiehlt es sich, auch auf eine gute Kupferzufuhr zu achten, da Kupfer Bestandteil von Oxidoreduktasen ist, ist es wesentlich für die Ausbildung von Kollagen- und Elastin-Querverbindungen (Lysyl-Oxidase). Kupferreiche Nahrungsmittel (0,3 bis 2 mg/100g) sind Innereien (vor allem Leber), Schalentiere, Nüsse, Kakao, Hülsenfrüchte und Vollkorngetreide, insbesondere Buchweizen.⁵⁸

Von einem dezidierten Kollagenmangel, der durch kollagenreiche Nahrungsmittel bzw. Kollagensupplemente behandelt werden sollte, ist in der wissenschaftlichen Literatur nicht die Rede. Das Wort „Kollagenmangel“ erscheint aktuell nur bei Tierversuchen. In einer Studie von Steffensen et al. aus dem Jahr 2021 an Mäusen zeigte sich beispielsweise ein Zusammenhang von einem partiellen Kollagenmangel mit dem Auftreten eines abdominalen Aortenaneurysmas.⁵⁹

Um die Versorgung mit Kollagen zu fördern und einer Abnahme der Biosynthese bzw. einem Mangel entgegenzuwirken, kann auch auf Kollagensupplemente in Form von „Functional Foods“ (*Nutraceuticals*), also auf Nahrungsergänzungsmittel mit biologisch aktiven Inhaltsstoffen, zurückgegriffen werden. Dies gilt auch als ein benanntes Ziel der Wissenschaft.⁶⁰

⁵⁵ Razak et al., 2017.

⁵⁶ Souci et al., 2016.

⁵⁷ Elmadfa und Leitzmann, 2019, S. 491.

⁵⁸ ebd, S. 321.

⁵⁹ Steffensen et al., 2021.

⁶⁰ Sibilla et al., 2015.

2.2. Kollagensupplemente – Der neue Trend?

Bislang galt Kollagen als Schlagwort in der Kosmetik und Schönheitsindustrie. Da gibt es Kollagen in Gesichtscremes, Duschgels und Körperlotionen, bei denen Kollagen äußerlich auf die Hautoberfläche aufgetragen wird. Sogar in der Schönheitsmedizin wird Kollagen eingesetzt und mittlerweile wie Botox unter die Haut gespritzt. Wer das seinem Körper nicht zuführen möchte und bedenken hat, durch die Nahrung gegebenenfalls nicht genügend aufzunehmen, kann Kollagen auch als Nahrungsergänzungsmittel supplementieren.

2.2.1. Was sind Kollagensupplemente?

Kollagensupplemente bezeichnen die orale Verabreichung von Kollagen, meist in hydrolysierter (gelöster) Art als Hydrolysatkollagen oder als natives (nicht denaturiertes) Kollagen in Form von

- a. Tabletten, Pillen oder Kapseln
- b. Getränken, Shakes, Drinks oder Trinkampullen
- c. Pulver
- d. Riegeln und anderem.

In der Literatur finden sich anstelle von Hydrolysatkollagen auch die Begriffe Kollagenhydrolysat, Kollagen-Hydrolysat, hydrolysiertes Kollagen oder (bioaktives) Kollagenpeptid. Dazu kommen noch die englischen Begriffe *Collagen Hydrolysate*, *Hydrolyzed Collagen*, *Hydrolyzed Gelatin*, *Collagen Peptides* oder *Collagen-Peptide*.

2.2.2. Aufbau und Herstellung von Hydrolysatkollagen

Hydrolysatkollagen bezeichnet spezifische Proteinfragmente bestehend aus 2 bis 20 Aminosäuren mit einem Molekulargewicht von 0,3-8 kDa (=Kilodalton),⁶¹ welche einen blutdrucksenkenden, antidiabetischen, antioxidierenden, antimikrobiellen und gesundheitsfördernden Einfluss auf Knochen, Gelenke und Haut haben und im Zuge der Verdauung freigesetzt werden.⁶²

⁶¹ Fu et al., 2018, León-López et al., 2019 und Sibilla et al., 2015.

⁶² Gómez-Guillén et al., 2011 und León-López et al., 2019.

Die Herstellung erfolgt aus natürlichem Kollagen (285–300 kDa), das sich, wie oben beschrieben, unter anderem in Knochen, Haut und Bindegewebe von Tieren, beispielsweise in Rindern, Schweinen, Hühnern und Fischen befindet.⁶³ Dieses Rohmaterial wird zunächst mit einem Lösungsmittel, wie Natriumhydroxid, vorbehandelt, sodass sich die meisten Lipide und Mineralien lösen. Es werden aber bereits auch hier schon Säuren und Laugen eingesetzt, die in weiterer Folge, neben Hitze, Druck und Enzymen, verstärkte Anwendung bei der Extraktion finden, um die Kollagenmoleküle zu denaturieren und partiell zu hydrolysieren, damit daraus Gelatine (100 kDa) hergestellt werden kann.⁶⁴

Aus der so erhaltenen löslichen Gelatine können anschließend kleinere Peptide, das besagte Hydrolysatkollagen, durch enzymatische Spaltung bzw. Hydrolyse der Trippelhelix mittels Proteinasen, gewonnen werden.⁶⁵ Die Verkürzung der längeren Peptidketten der Gelatine auf kürzere Peptidketten führt somit von der Gelatine zum Kollagenpeptid bzw. Hydrolysatkollagen. Je nach physikalischer, chemischer oder biologischer Extraktionsmethode kann die durchschnittliche Molekulargröße des gewonnenen Hydrolysatkollagens variieren, was sich wiederum in der Qualität des Hydrolysatkollagens widerspiegelt.⁶⁶ Zum Schluss wird das flüssige Hydrolysatkollagen noch sprühgetrocknet und teilweise agglomeriert.⁶⁷

2.2.3. Aufnahme von Hydrolysatkollagen in den menschlichen Organismus

Aufgrund des niedrigen molekularen Gewichts ist Hydrolysatkollagen leicht verdaulich und kann gut vom menschlichen Körper absorbiert und distribuiert werden.⁶⁸ Nach oraler Einnahme gelangt das Hydrolysatkollagen in den Dünndarm, wo die kleinen Peptide und die freien Aminosäuren in den Blutkreislauf aufgenommen und durch die Blutgefäße im gesamten Körper verteilt werden.⁶⁹

⁶³ León-López et al., 2019.

⁶⁴ Hong et al., 2019 und Sibilla et al., 2015.

⁶⁵ Fu et al., 2018 und Sibilla et al., 2015.

⁶⁶ ebd.

⁶⁷ Gelatine Manufactures of Europe: Kollagenpeptide – Herstellung.

⁶⁸ León-López et al., 2019.

⁶⁹ Sibilla et al., 2015.

Bei In-vivo-Studien hat sich gezeigt, dass in etwa 6 Stunden nach der Aufnahme bereits 82% des Hydrolysatkollagens absorbiert worden sind. Durch SDS-Gelelektrophorese und mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) wird die Aufnahme auf 92% nach 12 Stunden geschätzt.⁷⁰ In der Haut können diese kleinen Peptide und freien Aminosäuren sogar bis zu 14 Tage verweilen und die Bildung von körpereigenem Kollagen stimulieren.⁷¹ Die freien Aminosäuren akkumulieren in den kollagenen Geweben, wo sie schließlich ihre Bioaktivität entwickeln.⁷²

2.2.4. Bioaktivität von Hydrolysatkollagen

Ein Kennzeichen von Hydrolysatkollagen ist, dass es reich an spezifischen Aminosäuren, wie Glycin, Prolin und Hydroxyprolin, ist.⁷³ Diese Aminosäuren übernehmen neben dem Aufbau von Kollagen und Hydrolysatkollagen auch ganz spezielle Stoffwechselfunktionen im menschlichen Körper und befinden sich hauptsächlich in Blut und Plasma (**Abbildung 8**).⁷⁴

Figueres et al. (2015) spricht im Hinblick auf die Aminosäuren von zwei In-vivo-Studien mit markiertem ¹⁴C-Isotop von Oesser et al. (2014) und Watanabe-Kamiyama et al. (2010). Diese Studien haben gezeigt, dass die Derivate von aufgenommenem Hydrolysatkollagen Gelenke, Knochen, Muskeln und Haut erreichen. Die gemessene Radioaktivität in diesen Geweben bleibt relativ hoch, während jene im Plasma und den Organen verschwindet. Daraus nimmt Figueres et al. (2015) an, dass die freien Aminosäuren des Hydrolysatkollagens aufgrund ihrer Bioaktivität in die kollagenen Gewebe eingebunden werden können.

⁷⁰ Figueres et al., 2015.

⁷¹ Sibilla et al., 2015.

⁷² Figueres et al., 2015.

⁷³ Sibilla et al., 2015.

⁷⁴ Figueres et al., 2015.

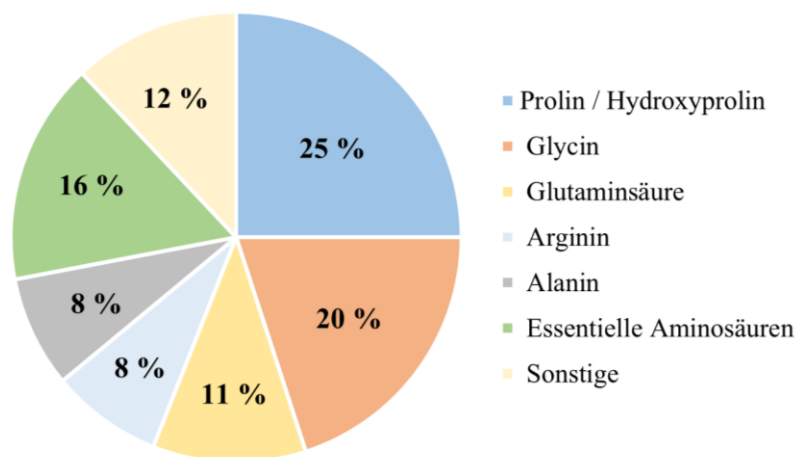


Abbildung 8: Aminosäurenprofil des Hydrolysatkollagens nach einer unveröffentlichten Studie von Rousselot SAS, einem französischen Hersteller von Hydrolysatkollagen nach Sibilla et al. (2015)

Nach genauer Betrachtung der Zusammensetzung der Aminosäuren von Kollagen stellt sich heraus, dass Kollagen neben einer niedrigen biologischen Wertigkeit auch einen niedrigen PDCAAS (*Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score*) aufweist.⁷⁵ Die biologische Wertigkeit ist eine Maßzahl, die ausdrückt, wie viel körpereigenes Protein durch die Aufnahme eines Nahrungsproteins gebildet werden kann. Die Qualität eines Proteins ist allerdings von der Aminosäurezusammensetzung abhängig. Indem verschiedene proteinhaltige Nahrungsmittel mit unterschiedlichen Aminosäuren miteinander kombiniert werden, kann die Proteinqualität verbessert werden (Ergänzungswirkung).⁷⁶ Der PDCAAS gibt die essenziellen Aminosäuren eines Lebensmittels hinsichtlich seiner Verdaulichkeit für den Menschen an.⁷⁷

Die niedrige biologische Wertigkeit ergibt sich hauptsächlich durch den geringen Gehalt an verzweigtkettigen Aminosäuren (*Branched Chain Amino Acids* – BCAAs) und dem geringen Gehalt an Lysin (**Tabelle 3**). Es wird angenommen, dass verzweigtkettige Aminosäuren, insbesondere Leucin, für die Aktivierung mehrerer intrazellulärer Signaltransduktionswege verantwortlich sind. Zudem weist Kollagen auch einen Mangel an der essenziellen Aminosäure Tryptophan auf und wird daher als

⁷⁵ Zdzieblik et al., 2015 und Paul et al., 2019.

⁷⁶ Elmadfa und Leitzmann, 2019, S. 226.

⁷⁷ Paul et al., 2019.

unvollständige Proteinquelle angesehen.⁷⁸ Für ein Proteinsupplement ist es natürlich von Vorteil, wenn sowohl die biologische Wertigkeit als auch der PDCAAS Score höher sind, denn diese gelten als Qualitätsindikatoren für Proteine.⁷⁹

Nichtsdestotrotz weist Kollagen, im Vergleich zum Molkenprotein (*Whey Protein*), eine hochwertigere Aminosäuremischung hinsichtlich der Aufrechterhaltung der Stickstoffbilanz und des Körpergewichtes bei proteinarmen Diäten auf.⁸⁰ Die Aminosäuren von Kollagen können in essenzielle (16%) und bedingt essenzielle (*conditionally essential*; Arginin, Prolin und Glycin) Aminosäuren (60%) eingeteilt werden.⁸¹ Außerdem ist, wie oben genannt, ein hoher Gehalt an Glycin enthalten, das gemeinsam mit Arginin ein wichtiges Substrat im Kreatininstoffwechsel des menschlichen Körpers darstellt.⁸²

⁷⁸ Paul et al., 2019.

⁷⁹ Zdzieblik et al., 2015 und Figueres et al., 2015.

⁸⁰ Zdzieblik et al., 2015.

⁸¹ Figueres et al., 2015 und Elmadfa und Leitzmann, 2019, S. 213.

⁸² Zdzieblik et al., 2015.

Tabelle 3: Aminosäurezusammenstellung von Kollagenpeptiden am Beispiel von Peptiplus® (Gelita AG, Bodybalance) nach Zdzieblik et al., 2015

Aminosäure	Gewicht (%)	Mol (%)
Hydroxyprolin	11,3	9,6
Aspartamsäure	5,8	4,8
Serin	3,2	3,4
Glutaminsäure	10,1	7,5
Glycin	22,1	32,3
Histidin	1,2	0,8
Arginin	7,8	5,0
Threonin	1,8	1,7
Alanin	8,5	10,5
Prolin	12,3	11,8
Tyrosin	0,9	0,5
Hydroxylysin	1,7	1,2
Valin	2,4	2,3
Methionin	0,9	0,9
Lysin	3,8	2,9
Isoleucin	1,3	1,1
Leucin	2,7	2,3
Phenylalanin	2,1	1,4

Eine Auflistung der Aminosäuren bei Schweine- und Rinder-Kollagenpeptid zeigt **Tabelle 4.**⁸³

⁸³ Kumar et al., 2015.

Tabelle 4: Aminosäurezusammensetzung in Schweinehaut-Kollagenpeptid (Pork Skin Collagen Peptide, PCP) und Rinderknochen-Kollagenpeptid (Bovine Bone Collagen Peptide, BCP) nach Kumar et al., 2015

Aminosäure	Zusammensetzung (g kg⁻¹) Trockenbasis	
	PCP	BCP
Hydroxyprolin	1,350	1,330
Aspartamsäure	0,670	0,670
Serin	0,413	0,373
Glutaminsäure	1,160	1,160
Glycin	2,640	2,720
Histidin	0,101	0,070
Arginin	0,910	0,900
Threonin	0,219	0,236
Alanin	1,070	1,130
Prolin	1,620	1,550
Tyrosin	0,060	0,023
Hydroxylysin	0,104	0,076
Valin	0,277	0,277
Methionin	0,088	0,063
Lysin	0,414	0,436
Isoleucin	0,136	0,154
Leucin	0,334	0,345
Phenylalanin	0,256	0,249

2.2.5. Produkteigenschaften und Funktionsweise von Hydrolysatkollagen in Getränken und anderen Lebensmitteln

Kollagen ist eine wichtige Eiweißquelle, die dem menschlichen Körper für die Bereitstellung von lebensnotwendigen Nährstoffen und für vielfältige physiologische Stoffwechselvorgänge in Muskeln und Zellen als bioaktive Stimulanz dienen kann.

Daher kann es als natürlicher Rohstoff für die Herstellung von Lebensmitteln und Getränken eingesetzt werden. Eine E-Nummern-Deklaration ist dafür nicht notwendig („*clean label*“).⁸⁴

Die Bioverfügbarkeit des Kollagenpeptids wird im menschlichen Körper als sehr gut betrachtet, da es leicht verdaulich ist und gut aufgenommen bzw. verteilt werden kann. Weiters weist es eine anti-allergene Wirkung und ausgezeichnete Löslichkeit in kaltem Wasser auf.⁸⁵

Als reines, farbloses Kollagenprotein mit neutralem Geruch und Geschmack hat auch eine große Proteinmenge keine nachteiligen Effekte auf das sensorische Profil. Die niedrige Viskosität in wässriger Lösung sorgt sogar in höheren Konzentrationen für eine exzellente Klarheit des Getränks, ohne dabei auszuflocken. Hinzu kommt eine einfache Vermischung mit anderen Inhaltsstoffen wie Vitaminen, Mineralstoffen und Aminosäuren aufgrund der guten Emulgierbarkeit, sodass Hydrolysatkollagen auch mit anderen Proteinen kombiniert werden kann, um einen höheren Proteingehalt zu erzielen.⁸⁶

Hydrolysatkollagen ist auch als feines Proteinpulver erhältlich und kann ganz einfach in Getränke oder verschiedene Speisen von KonsumentInnen eingerührt werden. Als Zugabe zu Flüssigkeiten weist das Pulver eine außergewöhnliche Benetzbarkeit, Löslichkeit und Fließfähigkeit auf, ohne zu verklumpen oder zu verkleben.⁸⁷

Aufgrund der ausgezeichneten sensorischen und funktionellen Eigenschaften kann Hydrolysatkollagen auch in zahlreichen Riegeln als Inhaltsstoff verwendet werden. Besonders in Sport- und Müsliriegeln kommt es als Bindemittel und Klebstoff zum Einsatz, da es sogar in geringen Konzentrationen ausreichend an trockene Substanzen bindet. Des Weiteren ist das transparente Protein besonders wertvoll, da es keinen bitteren Geschmack aufweist und wegen seiner Fähigkeit der Schaumbildung und Stabilisierung zur optimalen Textur der Produkte beiträgt.⁸⁸

⁸⁴ Gelita AG: Peptiplus®, 2022.

⁸⁵ León-López et al., 2019.

⁸⁶ León-López et al., 2019 und Gelita AG: Peptiplus®, 2022.

⁸⁷ Gelita AG: Peptiplus®, 2022.

⁸⁸ León-López et al., 2019 und Gelita AG: Peptiplus®, 2022.

Kollagenpeptide können daher vielfältig, sowohl im kosmetischen Bereich als auch als „Functional Food“-Supplemente, verwendet werden. Der Einsatz von Kollagenhydrolysat als funktionelle Lebensmittelzutat lässt sich auch auf seine Fähigkeit zurückführen, Kalziumionen zu binden und dadurch seine Bioverfügbarkeit zu verbessern. Zu den wichtigsten Produkteigenschaften für die Lebensmittelindustrie zählen die Erhöhung des Wasserbindungsvermögens in Fleischprodukten und die sensorische Entwicklung und Verbesserung der chemischen und physikalischen Eigenschaften in Getränken und Milchprodukten. Kollagenhydrolysat wird beispielsweise in verarbeiteten Lebensmitteln, wie Wurst verwendet, wo es dazu dient, Schweinefett zu 50% zu ersetzen. Neben der genannten Erhöhung des Wasserbindungsvermögens, werden auch eine verbesserte Stabilität nach dem Kochen und eine verbesserte Textur (Härte und Zähigkeit) der Wurst erwähnt. Die Zugabe von Hydrolysatkollagen aus Fisch in einen Orangensaft zeigte zudem eine Verbesserung der ernährungsphysiologischen und funktionellen Eigenschaften durch einen höheren Proteingehalt und eine bessere Kollagen-Bioverfügbarkeit.⁸⁹

Abschließend soll auch noch auf die Nachhaltigkeit von Kollagenhydrolysat eingegangen werden. Kollagen ist eines der am häufigsten vorkommenden und weit verbreitetsten Proteine der Welt. Die aus Schlachtabfällen gewonnenen tierischen Nebenprodukte dienen als Rohstoffe für die Herstellung der bioaktiven Kollagenpeptide. Durch die Verwertung des ganzen Tieres kann Kollagenhydrolysat somit als kostengünstige Proteinquelle angesehen werden. Dies macht sie auch für die nachhaltige Versorgung der globalen Bevölkerung als kommerzielles „Functional Food“ (Nutraceutical) interessant.⁹⁰

2.2.6. Dosierungsempfehlungen von Kollagensupplementen

Grundsätzlich gibt es bis dato noch keine einheitliche Dosierungsempfehlung von Kollagensupplementen. Wie viel Kollagen am Tag über ein Nahrungsergänzungsmittel aufgenommen werden kann, hängt von der jeweiligen Verzehrempfehlung des Produktes ab.

⁸⁹ León-López et al., 2019.

⁹⁰ Fu et al., 2018.

In den in Kapitel 2.3. näher beschriebenen Studien hinsichtlich der Effekte von Kollagen auf den menschlichen Körper wurden unterschiedliche Dosierungen verabreicht. In **Tabelle 5** soll ein kurzer Studien-Überblick über die beobachteten Verbesserungen am menschlichen Körper, das verabreichte Kollagen und die verwendete Dosierung geliefert werden.

Tabelle 5: Dosierung von Kollagensupplementen

Studie	beobachtete Verbesserung	supplementiertes Kollagen	verabreichte Dosierung [g]
Asserin et al., 2015	Hautfeuchtigkeit am gesamten Körper	Typ I Kollagenhydrolysat (Peptan®, Rousselot)	10
Kim et al., 2018	Haut (Hydratation im Gesicht, Elastizität und Faltenbildung)	Typ I Kollagenhydrolysat (Pangasius hypophthalmus)	1
Genovese et al., 2017	Hautelastizität	Typ I Kollagenhydrolysat (Gold Collagen Forte®, Minerva Research Labs)	5
Proksch et al., 2014	Augenfalten	Typ I Kollagenhydrolysat (Verisol®, Gelita AG)	2,5
Schunck et al., 2015	Cellulite an den Oberschenkeln	Typ I Kollagenhydrolysat (Verisol®, Gelita AG)	2,5
Lugo et al., 2013	Gelenkbeschwerden am Knie bei körperlicher Betätigung	undenaturiertes Typ II Kollagen (UC-II®, Lonza)	0,04
Lugo et al., 2016	Gelenkbeschwerden bei Knie-Arthrose	undenaturiertes Typ II Kollagen (UC-II®, Lonza)	0,04
Zdzieblik et al., 2015	Muskelaufbau beim Krafttraining	Typ I Kollagenhydrolysat (Peptiplus®, Gelita AG, BODYBALANCE®)	15

2.2.7. Kollagensupplemente in Kritik

Nahrungsergänzungsmittel mit Kollagen sind in den letzten Jahren sehr populär geworden und werden gerne als Anti-Aging-Mittel vermarktet. Hersteller der Supplemente sprechen dabei oft von der gesundheitlichen Unbedenklichkeit und werben zum Teil mit gesundheitsbezogenen Angaben aus ihren selbstfinanzierten Studien. Es stellt sich daher nun die Frage, darf damit überhaupt geworben werden und wie sicher sind diese Produkte, zumal, die Ergebnisse der Studien nicht von unabhängigen Institutionen durchgeführt werden.

Es soll nun zunächst ein Blick auf die Herstellung von Gelatine und Kollagenpeptiden geworfen werden, bevor näher auf Risiken, Nebenwirkungen und Werbung von Kollagensupplementen eingegangen wird.

2.2.7.1. EU-Vorschriften für Qualitätsanforderungen und Herstellungsbedingungen von Speisegelatine, pharmazeutischer Gelatine und Kollagenpeptiden

Um die Sicherheit und Unbedenklichkeit von Gelatine und Kollagenpeptiden zu gewährleisten, gibt es zahlreiche nationale und internationale Verordnungen, welche die Qualitätsanforderungen und Herstellungsbedingungen während des gesamten Produktionsprozesses regeln. Bereits 1999 legte die EU-Kommission europaweit Regelungen für Herstellung, Verkauf und Reinheit von Speise- und Pharmagelatine fest. Die Verordnungen werden regelmäßig aktualisiert. So bestimmt die *Verordnung (EG) Nr. 853/2004 hinsichtlich der besonderen Vorschriften für Gelatine, Kollagen und zum menschlichen Verzehr bestimmte hochverarbeitete Erzeugnisse tierischen Ursprungs* der europäischen Union, welche Körperteile der Tiere als Rohstoff für die Herstellung von Speisegelatine und für Kollagenpeptide verwendet werden dürfen, als auch die physikalischen Parameter der Verarbeitung. Überdies gibt sie die Rahmenbedingungen für die Herkunft, den Transport und die Lagerung der Rohstoffe bzw. die chemischen Anforderungen an die Gelatine und an das Kollagenpeptid vor und legt Verpackung, Lagerung und Transport der Endprodukte fest.⁹¹

⁹¹ Gelatine Manufactures of Europe: Gelatine - Sicherheit.

Als Rohstoffe kommen ausschließlich Tiere in Frage, die für den menschlichen Verzehr geeignet sind, aus registrierten Schlachthöfen stammen und durch die zuständigen Veterinärämter genehmigt wurden. Außerdem muss eine lückenlose Dokumentation über die Herkunft der Rohstoffe vorliegen. Ein Großteil der Gelatine wird aus Schweineschwarten hergestellt, weitere Rohstoffe sind Rinderhaut sowie Schweine- und Rinderknochen, wobei das Fleisch an Fleischhauereien ergeht und für die Gelatineproduktion Knochen und Häute verwendet werden.⁹²

Mikrobiologische Grenzwerte hinsichtlich Salmonellen werden für Gelatine und Kollagenpeptide in der *Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel* der europäischen Union vorgeschrieben.⁹³

Zu den strikten Vorgaben und Vorschriften werden zusätzlich auch regelmäßig zahlreiche Kontrollen und Prüfungen des gesamten Herstellungsprozesses von den zuständigen Behörden durchgeführt, welche die absolute Sicherheit und lückenlose Rückverfolgbarkeit von Gelatine und Kollagenpeptid für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie garantieren. Diese gewähren dem Konsumenten bzw. den Konsumentinnen Gelatine und Kollagenpeptid-Produkte höchster Qualität und Sicherheit.⁹⁴

Pharmazeutische Gelatine und Kollagenpeptide unterliegen zusätzlich noch den Bestimmungen für medizinische Produkte der *Richtlinie (EG) 2001/83 zur Schaffung eines Gemeinschaftskodexes für Humanarzneimittel*. Die aus Rinderrohstoffen hergestellten Erzeugnisse müssen zudem durch die Europäische Direktion für die Qualität von Medikamenten (EDQM) gemäß den Leitlinien der Europäischen Arzneimittelagentur (EMA/410/01 Rev. 3), nach Erhalt und Prüfung der Unterlagen über den Herstellungsprozess, zertifiziert werden. Weitere spezifische Anforderungen für die Erzeugung bzw. für die Qualitätsmerkmale des Endproduktes in physikalischer,

⁹² Gelatine Manufactures of Europe: Gelatine - Sicherheit.

⁹³ ebd.

⁹⁴ ebd.

chemischer und mikrobiologischer Sicht befinden sich im europäischen Arzneimittelbuch.⁹⁵

Aufgrund der zahlreichen gesetzlichen Vorschriften und Richtlinien mit ihren strengen Vorgaben und regelmäßigen Kontrollen gilt die Herstellung von Gelatine und Kollagenpeptid als sicher.

2.2.7.2. Risiken und Nebenwirkungen

Wie eingangs erwähnt, sprechen Hersteller von Kollagensupplementen häufig von der Unbedenklichkeit ihrer Produkte, da die Supplemente in der europäischen Union unter strengen Sicherheitsbestimmungen aus tierischen Lebensmitteln hergestellt werden und der Körper Kollagen im Zuge der Kollagenbiosynthese auch selbst bildet. Die Autoren um Fu et al. (2018) behaupten beispielsweise, dass Kollagenpeptide aufgrund ihrer einzigartigen biologischen und strukturellen Eigenschaften sicher sind.⁹⁶

In den für diese Arbeit untersuchten Studien finden sich durchwegs positive Ergebnisse und Wirkungen, weshalb die Hersteller auch mit den Effekten von Kollagen werben wollen. In keiner Studie ist über negative Auswirkungen oder gar Nebenwirkungen von Kollagen zu lesen. In einem Tierversuch an Ratten wurden sogar kritische Mengen von bis zu 5000 mg pro kg Körpergewicht getestet, ohne toxische Effekte.⁹⁷ Die einzige Kritik, die hier geäußert werden kann, ist, dass die Hersteller ihre Studien oft selbst finanzieren und die Anzahl der Probanden überschaubar ist und für eine bessere statistische Aussagekraft größer sein sollte. Zudem gibt es auch keine Langzeitstudien, wodurch Aussagen über die kontinuierliche Einnahme von Kollagensupplementen über einen längeren Zeitraum relativiert betrachtet werden müssen.

2.2.7.3. Kollagen und Werbung

Die Europäische Union hat nach Prüfung durch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (*EFSA – European Food Safety Authority*) gesundheitsbezogene Angaben über Kollagen in Lebensmitteln, die für den Erhalt oder für eine Verbesserung

⁹⁵ Gelatine Manufactures of Europe: Gelatine - Sicherheit.

⁹⁶ Fu et al., 2018.

⁹⁷ McAlindon et al., 2011.

des Hautbildes oder der Gelenke werben, mangels fehlender wissenschaftlicher Beweise abgelehnt⁹⁸ und das, obwohl es schon einige Studien mit positiven Ergebnissen gibt (siehe dazu Kapitel 2.3.).

Im Konkreten geht es hier um das Führen des Produktes mit einem Health Claim, gemäß der *Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel („Health Claims Verordnung“)*. Werbeaussagen, wie „Ernährung der Haut bzw. der Kollagenstränge“, „für ein jugendliches Aussehen“, „für weniger sichtbare Falten“ oder „[Name des Kollagendrinks] stärkt das Kollagengerüst am ganzen Körper von innen“ sind für Nahrungsergänzungsmittel verboten.⁹⁹ Ebenso Aussagen wie „mit [Name des Kollagendrinks] kann den Spuren der Hautalterung jetzt auf innovative Weise entgegengewirkt werden - nachhaltig und dauerhaft“ oder „Das Ergebnis: Ein feineres und ebenmäßigeres Hautbild - vom Gesicht über Hals und Dekolleté bis hin zu Armen und Beinen“.¹⁰⁰

Es gibt auch verbotene Werbeaussagen, die genauer auf das Kollagenpeptid eingehen, wie „Die speziellen Kollagen-Peptide sind... besonders wichtig, da sie nachhaltig von innen die Kollagen-Struktur der Unterhaut (Bindegewebe) stärken“ oder „Die verwendeten Peptide... wirken in den tiefen Hautschichten und stimulieren dort die Zellen (Fibroblasten), wieder mehr Kollagen zu produzieren“.¹⁰¹

Am ausführlichsten ist jenes Beispiel

„Mit den speziellen Kollagen-Peptiden wird der körpereigene Kollagen-Stoffwechsel der Fibroblasten (Hautzellen) aktiviert, so dass die Kollagen-Strukturen in den tieferen Hautschichten gestärkt werden. Über einen längeren Zeitraum eingenommen (mindestens 12 Wochen), können die Kollagen-Peptide die Hautfeuchtigkeit verbessern und für ein ebenmäßigeres Hautbild sorgen, so dass feine Falten sichtbar reduziert werden.“¹⁰²

⁹⁸ EFSA, 2011; EFSA, 2013 und OLG Hamm: Urteil vom 02.07.2019 - 4 U 142/18.

⁹⁹ LG Aschaffenburg, Endurteil v. 08.05.2018 – 1 HK O 118/17 und OLG Hamm: Urteil vom 02.07.2019 - 4 U 142/18.

¹⁰⁰ OLG Hamm: Urteil vom 02.07.2019 - 4 U 142/18.

¹⁰¹ ebd.

¹⁰² ebd.

Die „fehlenden wissenschaftlichen Beweise“, welche die EFSA kritisiert, bezweifeln auch Autoren um Jhavar et al. (2020) in ihrem Review „*Oral collagen supplementation for skin aging: A fad or the future?*“. Konkret geht es um eine zuverlässige Evidenz, ob das oral konsumierte Kollagen tatsächlich in Haut, Gelenke und andere Körperorgane eingebaut wird. Es wird beanstandet, dass andere Proteinsubstanzen, wie Aminosäuren, die über die Nahrung zugeführt werden, ebenfalls Effekte auf Haut, Knochen und Gelenke zeigen können und dass die Supplementation mit Kollagen nicht zwingend erforderlich sei. Abschließend wird auch noch darauf hingewiesen, dass viele Studien mit Kollagensupplementen an Tieren durchgeführt werden, während andere Humanstudien sind, was natürlich kausale Zusammenhänge und die Vergleichbarkeit erschwere. Nicht umsonst lautet der Titel der Arbeit übersetzt: „Orale Kollagensupplementation gegen die Hautalterung: Eine Modeerscheinung oder die Zukunft?“¹⁰³

Daraus ergeben sich wiederum Überlegungen zu möglichen Verbesserungen zukünftiger Studien. So könnte demnach mit chemischen Markierungen (z. B. über Isotope oder radioaktive Marker) gearbeitet werden. Dadurch wäre es leichter nachvollziehbar, ob genau jenes oral eingenommene Kollagenpräparat auch tatsächlich an der gewünschten Stelle im Körper eingebaut werden würde.

Welche Effekte sich als Resultat der Kollagensupplementation in klinischen Studien herausgestellt haben, soll im nachfolgenden Kapitel beleuchtet werden.

¹⁰³ Jhavar et al., 2020.

2.3. Die Auswirkungen von Kollagensupplementen auf den menschlichen Körper

Haut, Haare, Nägel, Gelenke, Knochen, Sehnen und Bänder unterliegen neben der altersbedingten Abnutzung, möglichen Erkrankungen und diversen Lebensstilfaktoren auch sich stetig ändernden Umwelteinflüssen. Die Wissenschaft hat die vielfältigen Aufgaben von Kollagen erkannt und setzt in Form der Kollagensupplementierung einen neuen Forschungsschwerpunkt, um dem vorzeitigen Abbau von körpereigenem Kollagen entgegenzutreten.

In diesem Kapitel soll nun ein Überblick über die bekanntesten und / oder aktuellsten Studien und deren Ergebnisse, gegliedert nach Wirkungsort im menschlichen Körper, geliefert werden.

2.3.1. Effekte auf Haare und Nägel

Die Studienlage über Effekte von Kollagensupplementen auf Haare und Nägel sind eher begrenzt. Steffen Oesser von der Universität Kiel publizierte 2020 eine placebo-kontrollierte Studie über die Auswirkungen von Kollagen auf die **Haarstärke** und den Stoffwechsel der Haare. Während eines Testzeitraumes von 16 Wochen sollten 44 gesunde Frauen im Alter von 39 bis 75 Jahren täglich 2,5 g Kollagenpeptid (Verisol®, Gelita AG) einnehmen. Am Ende zeigte sich in der Kollagengruppe eine statistisch signifikante Zunahme des Durchmessers der Haare und eine Steigerung der Zellproliferationsrate, wohingegen sich die Haarstärke in der Placebogruppe sogar verringert hatte.¹⁰⁴

In einer Open-Label-Single-Center-Studie von Hexsel et al. aus dem Jahr 2017 sollte untersucht werden, ob eine tägliche orale Supplementierung mit Kollagenpeptiden die Symptome von brüchigen **Nägeln** lindern und die Wachstumsrate des Nagels verbessern kann. Die 25 Frauen im Alter von 18 bis 50 Jahren bekamen einmal täglich 2,5 g bioaktives Kollagenpeptid (BCP, Verisol®, Gelita AG) für 24 Wochen. Untersucht wurden die Nagelwachstumsrate und die Häufigkeit von Rissen sowie abgebrochene Nägel. Zudem wurden die Symptome der Nagelbrüchigkeit während und

¹⁰⁴ Oesser, 2020.

4 Wochen nach der Behandlung von einem Arzt beurteilt. Es zeigte sich, dass die Behandlung mit Kollagensupplementen zu einer 12%-igen Steigerung des Nagelwachstums führte und Nagelbrüche um 42% verringert werden konnten. Außerdem verbesserte sich bei 64% der Partizipantinnen die Brüchigkeit der Nägel, bei 88% der Probandinnen kam es 4 Wochen nach der Behandlung zu einer Verbesserung. 80% der Teilnehmerinnen gaben zudem an, dass die Verwendung von Kollagen das Aussehen ihrer Nägel verbessert hatte. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass die tägliche Einnahme des Nahrungsergänzungsmittels zu einem Nagelwachstum führe und sich die Nagelbrüchigkeit an sich sowie die Häufigkeit des Auftretens der Brüchigkeit verbessere.¹⁰⁵

2.3.2. Effekte auf die Haut (Hautalterung und Cellulite)

Unter den zahlreichen Studien über die Effekte von Kollagensupplementen auf den menschlichen Körper finden sich die meisten Forschungen auf dem Gebiet der Haut hinsichtlich ihrer Feuchtigkeit, Elastizität, Alterung und den Auswirkungen auf das Bindegewebe (Cellulite). Die folgenden, zusammengefassten Arbeiten bieten daher einen Auszug der wichtigsten und / oder aktuellsten Daten in Bezug auf die Effekte von Kollagen als Nahrungsergänzung auf das Hautbild.

Eine der neueren Forschungen von Tak et al. aus dem Jahr 2021 aus Südkorea beschäftigte sich mit der **Wirkung von oral verabreichten Kollagentripeptiden (CTPs) unter Berücksichtigung der Wetterbedingungen (Anpassung an den Klimawandel) auf die Hauteigenschaften bei Frauen mittleren Alters**. Bis dato sind zwar positive Effekte von Kollagensupplementen auf die Haut nachgewiesen worden, der Faktor Umwelt ist jedoch noch nie in die Studien miteinbezogen worden. Bei der randomisierten kontrollierten Studie nahmen 84 Frauen mit einem transepidermalen Wasserverlust (TEWL-Wert ≥ 4 , gemessen durch ein Tewameter) im Alter von 40 bis 60 Jahren über einen Zeitraum von 12 Wochen teil. Während der 12-wöchigen Testphase waren die Kandidatinnen dazu angehalten, die gleichen Hautpflegeprodukte zu verwenden, wie 4 Wochen vor Studienbeginn. Zudem bekamen die Probandinnen keine anderen Hautpflegeverfahren im Untersuchungszeitraum. Die Testgruppe erhielt

¹⁰⁵ Hexsel et al., 2017.

täglich 1000 mg Kollagenpeptid auf Fischbasis (von der Haut des Nil-Tilapia), die Kontrollgruppe erhielt ein Placebo bestehend aus 170 mg (68,20%) Maltodextrin und 80 mg (31,80%) Dextrin. Die Hautfeuchtigkeit, die Faltenbildung und die Elastizität wurden zu Studienbeginn, nach 6 und nach 12 Wochen erfasst und mithilfe von Wetterdaten des Landesamtes für Meteorologie hinsichtlich Temperatur, Luftfeuchtigkeit und UV-A-Exposition adaptiert und bewertet. Die Hautfeuchtigkeit wurde mittels eines Corneometers gemessen, die Hautelastizität durch ein Cutometer und die Falten wurden anhand eines Haut-Visiometers beurteilt. Außerdem bekamen die Teilnehmerinnen einen Fragebogen zur Beurteilung ihrer eigenen Wahrnehmungen in Bezug auf Verbesserungen der Hauteigenschaften.¹⁰⁶

Nach Studienabschluss zeigte sich eine statistisch signifikante Reduktion des transepidermalen Wasserverlustes in der Kollagengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, auch nach Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit, Temperatur und UVA-Belastung in der Region. Ebenso wurde eine stärkere Verbesserung der Hautfeuchtigkeit in der Kollagengruppe verzeichnet als in der Placebogruppe. In der Subgruppenanalyse, bei den Frauen unter 50 Jahren, kam es im subjektiven Fragebogen über die Hautverbesserung zu einer deutlichen Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und bei den Gesamtparametern (Total score).¹⁰⁷

Kim et al. (2018) widmeten sich in der doppelblinden, randomisierten, placebo-kontrollierten Studie der Wirkung eines niedermolekularen Kollagentripeptids auf die **Haut (Hydratation im Gesicht, Elastizität und Faltenbildung)** bei 64 Frauen im Alter von 40 bis 60 Jahren mit diagnostizierter lichtgealterter Haut. Die Testgruppe bekam täglich 1000 mg des Kollagenpeptids auf Fischbasis (*Pangasius hypophthalmus*), bestehend aus mehr als 15% Tripeptid und 3% Glycin-Prolin-Hydroxyprolin, über einen Zeitraum von 12 Wochen, die Kontrollgruppe erhielt ein Placebo mit derselben Zusammensetzung, nur anstelle des Kollagens wurde Wasser verwendet. Die Parameter Hautfeuchtigkeit, Faltenbildung und Elastizität wurden zu Studienbeginn, nach 6 Wochen und am Ende des Testzeitraumes evaluiert, mit dem Ergebnis, einer

¹⁰⁶ Tak et al., 2021.

¹⁰⁷ ebd.

statistisch signifikanten Verbesserung der Hautfeuchtigkeit, der Faltenbildung und der Hautelastizität.¹⁰⁸

In der Studie von Asserin et al. (2015) mit dem Titel „*The effect of oral collagen peptide supplementation on skin moisture and the dermal collagen network: evidence from an ex vivo model and randomized, placebo-controlled clinical trials*“ wurden 2 spezifische Kollagenpeptide tierischen Ursprungs (Fisch „Peptan_F“ [fish] und Schwein „Peptan_P“ [porcine]) mit einem durchschnittlichen Molekulargewicht von 2000–5000 Da verwendet. Diese Kollagenpeptide wurden vom französischen Hersteller Rousselot SAS produziert. Diese Studie untersuchte die Effekte von Hydrolysatkollagen auf die **Hautfeuchtigkeit (Hydratation) am gesamten Körper** und das dermale Kollagen Netzwerk (Verringerung von Falten) in 2 Teilen. Der 1. Teil der Untersuchungen fand im Jahr 2008 in Japan statt. An dieser randomisierten placebo-kontrollierten Studie nahmen 33 Frauen im Alter zwischen 40 und 59 Jahren mit einer normalen bis trockenen Haut über einen Zeitraum von 8 Wochen teil. Die Partizipantinnen sollten täglich vor dem Zubettgehen 10 g Placebo (Dextrin) bzw. 10 g Hydrolysatkollagen (Peptan®, Rousselot) in Form eines Formulatgetränkes zu sich nehmen. Die Behandlung wurde an 56 aufeinander folgenden Tagen durchgeführt. Zu Beginn, sowie nach 4 bzw. 8 Wochen wurde jeweils das Hautbild untersucht. Die Resultate waren eine Zunahme von 28% hinsichtlich der Hydratation der Haut bei einer täglichen oralen Einnahme von 10 g Hydrolysatkollagen.¹⁰⁹

Der 2. Teil der Untersuchungen, mit demselben Studiendesign wie in Japan, fand 2012 in Frankreich statt. Hier nahmen 160 Frauen im Alter von 40 bis 65 Jahren mit dem gleichen Hautbild (normale bis trockene Haut) über einen Zeitraum von 12 Wochen teil. Die Probandinnen wurden entweder der Placebo-Gruppe mit Maltodextrin oder der Peptan_F-Gruppe zugeordnet. Im Rahmen der Studie sollten sie täglich einen Formulatpulverdrink vor dem Frühstück trinken, der entweder 10 g Placebo bzw. 10 g Hydrolysatkollagen (Peptan®, Rousselot) enthielt. Die Behandlung wurde an 84 aufeinander folgenden Tagen durchgeführt. Zu Beginn, sowie nach 4 bzw. 12 Wochen wurde jeweils das Hautbild untersucht. Das Ergebnis führte zu einer

¹⁰⁸ Kim et al., 2018.

¹⁰⁹ Asserin et al., 2015.

30%-igen Abnahme der Faltenbildung bei einer täglichen oralen Einnahme von 10 g Hydrolysatkollagen.¹¹⁰

Die doppelblinde, randomisierte, placebo-kontrollierte klinische Studie von Genovese et al. (2017) beschäftigte sich mit den Auswirkungen von Kollagen auf die **Hautelastizität**. Die Studie wurde von einer unabhängigen ästhetischen Klinik in Rom an 120 gesunden Freiwilligen (111 Frauen und 9 Männer) für 90 Tage durchgeführt. Hierbei wurden die Teilnehmenden in 2 Gruppen eingeteilt: 60 ProbandInnen konsumierten täglich 1 Flasche mit 50 ml des Gold Collagen Forte® bestehend aus 5 mg Hydrolysatkollagen Typ I auf Fischbasis und Vitaminen, Mineralien und Antioxidantien (von Minerva Research Labs, London), die anderen 60 Teilnehmenden tranken 1 Flasche mit 50 ml des Placebos auf Sojabasis. Die Ergebnisse wurden nach dem Elastizitätsmodell nach Young und die Hautarchitektur anhand einer histologischen Analyse ausgewertet. Zudem erhielten die ProbandInnen einen Fragebogen zur Selbsteinschätzung ihrer Beobachtungen. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis einer signifikanten Steigerung der Hautelastizität und Verbesserung der Hautstruktur nach täglicher oraler Einnahme des Kollagensupplements.¹¹¹

In der Studie von Proksch et al. (2014) mit dem Titel „*Oral Intake of Specific Bioactive Collagen Peptides Reduces Skin Wrinkles and Increases Dermal Matrix Synthesis*“ kam es zu einer statistisch signifikanten Abnahme der **Faltenbildung** von 20% nach der oralen Einnahme von 2,5 g Hydrolysatkollagen (BCP Verisol®, P für Englisch *pork* – Kollagen vom Schwein, der Firma Gelita AG) im Vergleich zur Placebo-Gruppe mit Maltodextrin nach 4 bzw. 8 Wochen. Außerdem konnte nach 8 Wochen ein statistisch signifikant höherer Gehalt an Prokollagen Typ I (65%) und Elastin (18%) in der Haut der BCP-Hydrolysatkollagen-Gruppe festgestellt werden. Eine 6%-ige Zunahme von Fibrillin in der Haut der BCP-Gruppe erreichte jedoch keine statistische Signifikanz. In dieser randomisierten placebo-kontrollierten Studie nahmen 114 Frauen im Alter von 45 bis 65 Jahren über einen Zeitraum von 8 Wochen teil.

¹¹⁰ Asserin et al., 2015.

¹¹¹ Genovese et al., 2017.

Schunck et al. (2015) untersuchten das BCP-Hydrolysatkollagen (P für Englisch *pork* – Kollagen vom Schwein) von Versisol® (Gelita AG) mit einem durchschnittlichen Molekulargewicht von 2,0 kDa hinsichtlich der Verbesserung von **Cellulite** an den Oberschenkeln bei normal- und übergewichtigen Frauen nach der oralen Einnahme von 2,5 g BCP-Hydrolysatkollagen. In dieser randomisierten placebo-kontrollierten Studie nahmen 105 Frauen im Alter von 24 bis 50 Jahren über einen Zeitraum von 6 Monaten teil. Zu Beginn, sowie nach 3 bzw. 6 Monaten wurde jeweils das Hautbild untersucht. Die Resultate waren eine statistisch signifikante Verbesserung der Cellulite bei normalgewichtigen Frauen im Vergleich zu Placebo mit Maltodextrin. Bei übergewichtigen Frauen kam es ebenfalls zu einer Verbesserung des Hautbildes bezüglich Cellulite, erreichte jedoch keine statistische Signifikanz verglichen mit den normalgewichtigen Frauen.¹¹²

2.3.3. Effekte auf Gelenke, Sehnen, Bänder und Knochen

Mit zunehmendem Alter der Bevölkerung nehmen Erkrankungen des Bewegungsapparates, wie Osteoporose und Osteoarthritis einen immer höher werdenden Stellenwert ein. Osteoporose ist eine Skeletterkrankung, die durch eine geringe Knochenmasse und ein erhöhtes Risiko für Knochenbrüchigkeit und Knochenbrüche gekennzeichnet ist. Ebenso ist Osteoarthritis die am weitesten verbreitete Gelenkserkrankung mit chronischen muskuloskelettalen Schmerzen und Behinderungen, hauptsächlich hervorgerufen durch das Ungleichgewicht zwischen Synthese und Abbau des Gelenkknorpels.¹¹³

Durch die Vielzahl an Studien über Kollagensupplemente und deren Auswirkung auf Knochen und Gelenke gibt es Grund zu der Annahme, dass Kollagenhydrolysate bzw. Kollagenpeptide eine positive Rolle bei der Behandlung von Osteoporose, Gelenkserkrankungen und Osteoarthritis spielen.¹¹⁴ Es hat sich beispielsweise bei der In-vitro-Studie von Fu und Zhao (2013) bestätigt, dass Kollagenpeptide, ein Gelatinehydrolysat aus Lachshaut, die Proliferation und Differenzierung von Osteoblasten stimulieren und die Kalziumabsorption verbessern können. Außerdem

¹¹² Schunck et al., 2015.

¹¹³ Fu et al., 2018.

¹¹⁴ ebd.

konnte der Zellzyklus beschleunigt und die Apoptose in menschlichen Zellen gehemmt werden.¹¹⁵ Die Mechanismen, die zu den vorteilhaften Wirkungen von Kollagenhydrolysat auf Osteoblasten führen, sind jedoch nicht vollständig geklärt.¹¹⁶

Bei Fu et al. (2018) wurde dokumentiert, dass Kollagenpeptide Rezeptoren auf der Zellmembran aktivieren und dadurch eine Wirkung auf Knochenzellen ausüben können. Weiters stellte sich heraus, dass Kollagenhydrolysat die Expression bestimmter Gene in Osteoblasten induzieren können. Außerdem konnte eine positive Wirkung von Prolin und Hydroxyprolin, den Bestandteilen von Kollagenhydrolysat, auf die Sekretion des insulinähnlichen Wachstumsfaktors 1 (IGF1) und die Aktivierung des Calcium-Sensing-Rezeptors in Osteoblasten gezeigt werden. Darüber hinaus sollen die Lebensmittelquelle (aus Rind, Schwein, Fisch, Huhn) und das Molekulargewicht von Kollagenhydrolysat ein Schlüsselfaktor für die vorteilhaften Wirkungen auf den Knochenstoffwechsel sein.¹¹⁷

Eine placebo-kontrollierte, doppelblinde Studie von König et al. (2018) beschäftigte sich mit den Auswirkungen einer Mischung von spezifischen Kollagenpeptiden (sCPs) auf den **Knochenstoffwechsel bei 102 postmenopausalen Frauen mit geringer Knochenmineraldichte (Osteopenie)**. Die Probandinnen im Durchschnittsalter von 64 Jahren nahmen täglich 5 g Kollagen (FORTIBONE®, Gelita AG) oder Placebo (Maltodextrin) über einen Zeitraum von 12 Monaten ein. Der primäre Endpunkt war die Veränderung der Knochenmineraldichte des Schenkelhalses und der Wirbelsäule nach Ablauf der Studie. Zusätzlich wurden die Plasmaspiegel der Knochenmarker analysiert. Die Ergebnisse zeigten eine deutlich erhöhte Knochenmineraldichte der Wirbelsäule und im Nacken im Vergleich zur Kontrollgruppe. Zudem war die Kollagensupplementierung mit einer günstigen Verschiebung der Knochenmarker verbunden, dies deutet auf eine erhöhte Knochenbildung und einen verringerten Knochenabbau hin. Daraus wurde geschlussfolgert, dass die Einnahme von Kollagen

¹¹⁵ Fu und Zhao, 2013.

¹¹⁶ Fu et al., 2018.

¹¹⁷ Daneault et al., 2017.

die Knochenmineraldichte bei postmenopausalen Frauen mit primärer, altersbedingter reduzierter Knochenmineraldichte erhöht.¹¹⁸

Die belgische Forschungsgruppe rund um Honvo et al. kamen in ihrer systematischen Literaturarbeit 2020 zu dem Schluss, dass Kollagensupplemente positive Effekte in der Behandlung von **Arthrose** unabhängig von der Art, der Dosierung, der Verabreichungsform und des Herstellers aufweisen. Hierfür wurden 41 veröffentlichte Studien, 16 vorklinische und 25 klinische Studien, darunter 4 systematische Reviews/Metaanalysen, ausgewertet. Die vorkommenden Kollagenarten waren das Kollagenhydrolysat (CH) und das undenaturierte Kollagen (UC), 28 Einzelstudien untersuchten Effekte von Kollagenhydrolysat und 9 von undenaturiertem Kollagen. In den betreffenden Studien wurden hauptsächlich orale Kollagenderivate verabreicht, 3 In-vivo-vorklinische-Studien und drei klinische Studien betrafen intraartikulär injiziertes Kollagenhydrolysat. In den meisten klinischen Studien variierte die Behandlungsdauer zwischen 3 und 6 Monaten, die kürzeste Behandlungsdauer betrug 1,4 Monate und die längste 11 Monate. Die positiven Effekte betrafen unter anderem die Abnahme von Gelenkschmerzen, die Verbesserung der mechanischen Funktion des verletzten Knies und die Verhinderung einer übermäßigen Verschlechterung des Gelenkknorpels bzw. die Verringerung des Gelenkknorpelabbaus.¹¹⁹

Eine Metaanalyse von mexikanischen Wissenschaftlern der Gruppe García-Coronado et al. von 2019 bestätigt die Ergebnisse ebenfalls quantitativ. In 5 randomisierten placebo-kontrollierten Studien verbesserten sich die Arthrose-Beschwerden durch die orale Kollagensupplementation signifikant. Gemessen wurde dies an der WOMAC-Skala (*Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index*) und / oder anhand einer visuellen Analogskala (VAS).¹²⁰

In der randomisierten, doppelblind, placebo-kontrollierten Studie von Lugo et al. (2013) zeigte eine tägliche Supplementierung von 40 mg undenaturiertem Typ II Kollagen (UC-II®, der Firma Lonza) aus dem Brustbein von Hühnern in Form einer Kapsel über

¹¹⁸ König et al., 2018.

¹¹⁹ Honvo et al., 2020.

¹²⁰ García-Coronado et al., 2019.

einen Zeitraum von 120 Tagen eine statistisch signifikante Verbesserung der durchschnittlichen Änderung im Grad der Beugung bzw. Streckung des **Kniegelenks** bei 27 der insgesamt 55 gesunden ProbandInnen ohne arthritische Vorerkrankungen oder Gelenkschmerzen in Ruhe, aber mit Gelenkbeschwerden bei körperlicher Aktivität im Vergleich zur Placebogruppe und zur Ausgangssituation. Das Placebo bestand aus mikrokristalliner Cellulose, Magnesiumstearat und Siliciumdioxid. Durch UC-II® konnte die schmerzfreie Zeit nach körperlicher Betätigung beim standardisierten Stepmill-Leistungstest verlängert und die gelegentlich auftretenden Gelenkbeschwerden am Knie gelindert werden. Bei den 28 Teilnehmenden der Placebogruppe zeigten sich keine signifikanten Veränderungen im Knie oder eine Verlängerung der schmerzfreien Zeit (Messung der Zeit vom Erleben bis zur Erholung der Gelenkschmerzen). Zudem wurde auch festgestellt, dass die UC-II®-Gruppe länger trainierte, bevor erste Gelenkbeschwerden auftraten.¹²¹

2016 führte das Team von Lugo et al. eine Studie an 191 ProbandInnen mit Gelenkbeschwerden aufgrund von Osteoarthritis in den Knien, aufgeteilt auf 3 Gruppen, durch. Die eine Gruppe erhielt eine tägliche Dosis von 40 mg UC-II® (Firma Lonza), die andere 1500 mg Glucosaminhydrochlorid und 1200 mg Chondroitinsulfat (GC) und die 3. Gruppe bekam Placebo aus mikrokristalliner Cellulose und Siliciumdioxid für einen Zeitraum von 180 Tagen. Nach 180 Tagen zeigte sich eine signifikante Verringerung des WOMAC-Gesamtwerts (*Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index*) in der UC-II®- im Vergleich zur Placebo- und der GC-Gruppe in den Kategorien „Schmerz“, „Steifigkeit“ und „körperlicher Funktion“. Die Wissenschaftler kamen zu der Schlussfolgerung, dass UC-II® die Kniegelenksymptome bei Probanden mit Knieosteoarthritis verbesserte. Zusätzliche Studien zur Bekräftigung der Wirkung des Nahrungsergänzungsmittels seien aber wünschenswert.¹²²

Die aktuellste Untersuchung von Zdzieblik et al. (2021), an der auch das Department der Ernährungswissenschaften der Universität Wien beteiligt war, beschäftigte sich mit den Auswirkungen von Kollagensupplementen auf die Gelenke. Die Studie zeigte an 180 aktiven Männern und Frauen im Alter zwischen 18 und 30 Jahren mit

¹²¹ Lugo et al., 2013.

¹²² Lugo et al., 2016.

Knieschmerzen bei Bewegung, aber keiner diagnostizierten Gelenkserkrankung, eine signifikant stärkere Reduktion der Knieschmerzen bei Belastung in der Kollagenpeptidgruppe im Vergleich zur Placebogruppe. Als Supplemente wurden Typ-I-Kollagenpeptide mit einem mittleren Molekulargewicht von 3 kDa über einen Zeitraum von 12 Wochen verabreicht. Die Teilnehmer wurden zufällig entweder der Kollagengruppe (Fortigel®, Gelita AG), bei der täglich 5 g spezifische Kollagenpeptide (CP-G) supplementiert wurden, oder der Placebogruppe (P-G) mit Maltodextrin, zugeteilt. Für das primäre Ergebnis wurden Veränderungen der Schmerzen während oder nach dem Training und vor bzw. nach der Intervention von den Teilnehmern anhand der visuellen Analogskala (VAS) bewertet. Diese Veränderungen wurden zusätzlich durch einen Arzt mittels Anamnese und Untersuchung des betroffenen Kniegelenks bestätigt. Als sekundäres Ergebnis wurden Schmerzen im Ruhezustand und nach 20 Kniebeugen beurteilt. Alternative Therapien, wie beispielsweise die Anwendung von Salben oder Physiotherapie wurden ebenfalls erfasst. Die randomisierte-kontrollierte Studie kam zu dem Schluss, dass die orale Einnahme der verwendeten bioaktiven Kollagenpeptide zu einer statistisch signifikanten Reduktion von aktivitätsbedingten Gelenkschmerzen bei jungen aktiven Erwachsenen, die an Kniegelenksbeschwerden leiden, führte.¹²³

Eine Studie von Praet et al. aus dem Jahr 2019 betrifft Auswirkungen einer Kollagensupplementierung auf **Sehnen und Bänder**. Bei dieser prospektiven, doppelblinden, placebo-kontrollierten klinischen Studie mit Cross-Over-Design wurde den 20 TeilnehmerInnen (13 Männer und 7 Frauen im Durchschnittsalter von 44 Jahren) mit klinischen Symptomen einer ein- oder beidseitigen Achillessehnen-Tendinopathie über 3 Monate hinweg 2 Mal täglich 2,5 g spezifische Kollagenpeptide (TENDOFORTE®, Gelita AG) oder Placebo (Maltodextrin) vor einem 30-minütigen Training verabreicht. Die Gruppe AB erhielt spezifische Kollagenpeptide (sCPs) für die ersten 3 Monate vor der Umstellung auf Placebo. Die Gruppe BA erhielt zuerst Placebo und im Anschluss sCPs. Zudem nahmen alle Probanden 2 Mal täglich an einem Wadenstärkungsprogramm und an einem Laufprogramm für 6 Monate teil. Die Ergebnisse der Pilotstudie erzielten zwar nur begrenzte statistische Signifikanz, die

¹²³ Zdzieblik et al., 2021: “The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Knee Joint...”.

Wissenschaftler sind jedoch überzeugt, dass orale Supplementierung von Kollagen zur Stärkung der Waden bei Patienten mit chronischer Achillessehnen-Tendinopathie beitragen kann. Studien mit einer größeren Probandenanzahl wären aber von Nöten.¹²⁴

2.3.4. Effekte auf die Blutgefäße, den Darm und die Wundheilung

Dass eine Kollagensupplementation auch **prophylaktisch vor Arteriosklerose schützen** könnte, zeigte eine Open-Label-Single-Dose-Studie von Tomosugi et al. aus dem Jahr 2017. Je 15 gesunde Männer und Frauen mit einem Durchschnittsalter von 54 Jahren bekamen 2 Mal täglich 16 g Kollagentripeptid (CTP) in gelöster Form in Suppen oder Getränken (warmes Wasser, Miso-Suppe, grüner Tee, Kaffee oder ähnliches) über einen Zeitraum von 6 Monaten verabreicht, einmal zum Frühstück und einmal zum Abendessen. Die Wirkung des Kollagentripeptids auf Atherosklerose wurde durch die Messung von Serumlipiden, den TAGE (*Toxic Advanced Glycation End-Products*) und dem CAVI (*Cardio-Ankle Vascular Indexes*) zu Beginn und am Ende des Untersuchungszeitraumes festgestellt. Es wurde zudem bestätigt, dass das Kollagentripeptid nicht mit den in Getränken enthaltenen Polyphenolen im Kaffee oder im grünen Tee sowie anderen Proteinen interagiert. Nach Studienabschluss konnten verbesserte HDL-Cholesterinwerte beobachtet werden, wohingegen das LDL-Cholesterin abnahm. Es zeigte sich außerdem eine signifikante Reduktion des *Cardio-Ankle Vascular Indexes*, der die Steifheit in den Gelenken anzeigt. Höhere CAVI-Werte bedeuten ein größeres Risiko einen Herzinfarkt oder Hirnschlag zu bekommen.¹²⁵

Igase et al. (2018) wollten in ihrer Studie den Einfluss von Kollagen auf die Pulswellengeschwindigkeit (*Brachial-Anke Pulse Wave Velocity*) der **Blutgefäße** untersuchen. Dieser Wert gibt Aufschluss darüber, mit welcher Geschwindigkeit eine Druckwelle die Arterie durchläuft. Bei starren Gefäßwänden und niedrigem Gefäßvolumen kommt es zu hohen Werten, die wiederum bei Arteriosklerose und anderen Erkrankungen des Gefäßsystems auftreten. 70 ProbandInnen im Alter von durchschnittlich 73 Jahren sollten über einen Zeitraum von 4 Monaten täglich 2,5 g Schweinekollagen (Testgruppe) bzw. in der Placebogruppe 2,5 g Molkenpulver

¹²⁴ Praet et al., 2019.

¹²⁵ Tomosugi et al., 2017.

(*Whey Protein*) aufgelöst in heißem Wasser zu sich nehmen und anschließend wie gewohnt frühstücken. Das Resultat war, dass es in der Kollagengruppe zu einer signifikant niedrigeren Pulsgeschwindigkeit als in der Placebogruppe gekommen ist.¹²⁶

Razak et al. (2017) schreiben die **positive Wirkung von Kollagen bei Darmbeschwerden und Verdauungsstörungen** der Aminosäure Glycin zu. Diese soll Magen und Darm schützen, indem es zur Reparatur von Darmzellen und Darmschleimhaut beiträgt. Zudem ist Glycin auch wichtig für den Herzkreislauf, denn Kollagen vom Typ I ist für die Elastizität der Blutgefäße verantwortlich.¹²⁷

Neben der Funktion von Glycin in den **Blutgefäßen der Darmschleimhaut** soll diese Aminosäure auch eine wesentliche Rolle bei der Verbesserung der Schlafqualität spielen. Bannai et al. (2012) fassen hierbei mehrere Humanstudien zusammen und kommen zu dem Ergebnis, dass Glycin für einen besseren und erholsamen Schlaf Sorge, indem es helfe schneller und tiefer einzuschlafen.¹²⁸

Andere Forschungen betreffen die **Wundheilung** der Extrazellulärmatrix. Diese verläuft in 4 Phasen: Blutstillung, Entzündung (Inflammation), Proliferation und Umgestaltung (*Remodeling*). Die Effekte variieren je nach Wundstadium und werden durch Interaktionen mit Zellen und Wachstumsfaktoren beeinflusst. Es entsteht ein dynamischer Prozess. Sobald die Haut verletzt wird, dienen beschädigte Kollagenfibrillen und andere Proteine als Signale für Blutplättchen, welche einen Klumpen bilden. Kollagen interagiert hierbei mit Myofibroblasten und Keratinocyten (Zellarten, die bei der Wundheilung aktiv werden) und es kommt zu einer Wundkontraktion durch die Beteiligung von Integrinen.¹²⁹

So zeigt die randomisierte, doppelblinde, kontrollierte klinische Pilotstudie von Bagheri Miyab et al. (2020), dass 45 g Gelatinpulver (36 g hydrolysiertes Schweinekollagen) täglich zu einer statistisch signifikanten Verbesserung der Wundheilung und einem reduzierten Krankenhausaufenthalt bei Patienten mit 20-30%-iger Verbrennung der

¹²⁶ Igase et al., 2018.

¹²⁷ Razak et al., 2017.

¹²⁸ Bannai et al., 2012.

¹²⁹ Haraway, 2006.

gesamten Körperoberfläche beitragen könnte. An der Studie nahmen 31 Männer im Alter von 18 bis 60 Jahren teil. Die Patienten erhielten pro Tag entweder ein kollagenbasiertes Nahrungsergänzungsmittel mit 1000 kcal oder ein isokalorisches Placebo (35 g Sojaprotein) gemischt mit 100 g Zucker und 500 g Joghurt (3,5% Fettanteil) aufgeteilt auf 4 Mahlzeiten für 4 Wochen.¹³⁰

Bei der doppelblinden, multizentrischen, placebo-kontrollierten, randomisierten Studie von Sugihara et al. (2018) wurde der Zusammenhang der Kollageneinnahme auf die Heilung von Druckgeschwüren an 112 Frauen mit Druckgeschwüren im Stadium II oder III über 16 Wochen hinweg untersucht. Die Teilnehmerinnen erhielten alle eine Standardtherapie und dazu entweder Kollagenhydrolysat (CH-a), das geringe Mengen an Prolylhydroxyprolin (Pro-Hyp) und Hydroxyprolylglycin (Hyp-Gly) enthielt oder Kollagenhydrolysat (CH-b), das aus hohen Konzentrationen an Prolylhydroxyprolin und Hydroxyprolylglycin bestand. Daneben gab es noch eine Placebogruppe. Es wurde jeweils der „*Pressure Ulcer Scale for Healing*“ (PUSH), der „*Pressure Sore Status Tool*“ (PSST) und die Wundfläche gemessen. Nach 16 Wochen war der PUSH-Score, der PSST-Score und die Wundfläche der CH-b-Gruppe signifikant geringer als in der Placebo-Gruppe, der PUSH-Score der CH-a-Gruppe war nach 16 Wochen ebenfalls signifikant niedriger als in der Placebogruppe. Daraus schlossen die Wissenschaftler, dass die CH-b-Einnahme als Ergänzung zur Standardtherapie die Heilung von Druckgeschwüren unterstützt.¹³¹

Kollagen scheint auch eine wichtige Rolle bei der **Reduktion von Entzündungsprozessen** zu spielen. Chen et al. (2018) führten eine Studie über die antioxidativen und antiinflammatorischen Eigenschaften der isolierten Kollagenpeptide aus den Schuppen des Milchfisches (*Milkfish Scale Collagen Peptide* – MSCP) durch. Der Milchfisch (*Chanos chanos*) gehört zur viertgrößten Aquakulturware und besticht durch seine Resistenz gegenüber den Veränderungen der Wasserqualität. Die zurückgelassenen Schlachtabfälle (Greten und Schuppen) stellen allerdings ein ernstes ökologisches Problem dar und leisten einen negativen Beitrag zur Umweltverschmutzung. In der Studie wurde die Zellviabilität des Kollagens und die

¹³⁰ Bagheri Miyab et al., 2020.

¹³¹ Sugihara et al., 2018.

DNA-schützende Aktivität untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass mehr als 95% der lebensfähigen Zellen in humanen Keratinozyten nach der Zugabe von 100 mg/ml MSCP verblieben sind. Zudem wurden Messungen der radikalen Abfangaktivitäten und der zellulären reaktiven Sauerstoffspezies durchgeführt, welche hohe antioxidative Wirkung des Milchfischkollagenpeptids aufwiesen. Es zeigte sich, dass das Kollagenpeptid die Lipoxigenase-Aktivität und die Stickoxid (NO)-Radikale reduzierte. Zudem bietet es einen Schutz vor DNA-Einzelstrangbrüchen. Dadurch kann dem Milchfischkollagenpeptid ein großes Potenzial sowohl im Kosmetik- als auch im Nahrungsergänzungsmittelsektor zugeschrieben werden.¹³²

2.3.5. Effekte auf Körperzusammensetzung (Body Composition / Muskelmasse)

In der randomisierten placebo-kontrollierten Studie von Zdzieblik et al. (2015) an der Universität von Freiburg wurde die Wirkung von Kollagenpeptiden in Form eines Nahrungsergänzungsmittels auf die Körperzusammensetzung (Muskelmasse und Fettmasse) und Muskelfunktion in Kombination mit einem Krafttraining bei 53 älteren Männern mit Sarkopenie (Verlust an Muskelmasse, zum Teil auch altersbedingt) mit einem Durchschnittsalter von 72 Jahren untersucht.¹³³

Diese Studie war die erste, welche die Wirkung von Kollagenpeptidsupplementen hinsichtlich der Körperzusammensetzung, Muskelkraft und sensorischen Motorsteuerung analysierte. Der Verlust an Muskelmasse (Sarkopenie) stellt einen wesentlichen, erhöhten Risikofaktor für Stürze und damit für Brüche dar. Mehrere Studien haben gezeigt, dass der Beginn von Sarkopenie durch regelmäßige körperliche Aktivität hinausgezögert werden kann. Außerdem fördert die zusätzliche Proteingabe die Rate der Netto-Muskelproteinsynthese und minimiert den Abbau von Muskelprotein nach dem Sport.¹³⁴

Die 15 g Kollagenpeptid mit einem durchschnittlichen Molekulargewicht von 3 kDa (Peptiplus®, Gelita AG, BODYBALANCE®) mussten täglich gleich nach dem Krafttraining (max. 1 Stunde danach) über einen Zeitraum von 12 Wochen getrunken

¹³² Chen et al., 2018.

¹³³ Zdzieblik et al., 2015.

¹³⁴ ebd.

werden. Während der ersten Stunde nach dem Training durfte nichts anderes getrunken oder gegessen werden außer Wasser, um den Flüssigkeitsverlust durch Schwitzen auszugleichen. Die Studienteilnehmer nahmen auch an trainingsfreien Tagen Hydrolysatkollagen bzw. Placebo ein. Sie wurden dazu angehalten dieses zur selben Tageszeit wie an den Trainingstagen einzunehmen. Als Placebo diente Silikondioxid (Silika). Sowohl das Kollagenpeptid als auch Placebo wurden in Pulverform verabreicht, welches von den Partizipanten für die Einnahme in 250 mL Wasser aufgelöst werden mussten.¹³⁵

Das Krafttraining sollte alle größeren Muskelgruppen beanspruchen. Durchgeführt wurden beispielsweise Pull down-Übungen für den Rücken, Kniebeugen, Bankdrücken, etc. Die Probanden nahmen 3 Mal die Woche am Nachmittag für 60 Minuten teil. Dazu gab es individuelle Adaptierungen an das Trainingsprotokoll. Die Intensität basierte auf den jeweiligen Wiederholungen der Übungen. In der Woche 1-4: 15 Wiederholungen, in der Woche 5-9: 10 Wiederholungen, in der Woche 10-12: 8 Wiederholungen und 4 Sekunden pro Wiederholung. Die Teilnehmer wurden aus der Studie ausgeschlossen, sobald sie mehr als 10% der Trainingseinheiten verpasst hatten.¹³⁶

Auch das Ernährungsverhalten wurde mittels 4-Tages-Nahrungsprotokoll (3 Wochen- und 1 Wochenend-Tag) vor und am Ende der Studie untersucht. Es zeigte sich jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem Ernährungsverhalten vor und nach dem Interventionszeitraum bzw. kein statistisch signifikanter Unterschied in Bezug auf Menge der Nahrung, Energieaufnahme und Proteinverbrauch zwischen den beiden Gruppen.¹³⁷

Bei der gesamten Untersuchungspopulation blieb das Körpergewicht während des 12-wöchigen Krafttrainings relativ gleich. Allerdings kam es zu einer ausgeprägten Verbesserung der Körperzusammensetzung (Prozentsatz der absoluten Körpermasse und der Muskelkraft), der Stärke der Kniestrecker und der sensomotorischen Kontrolle. Genauer gesagt konnte eine statistisch signifikante Zunahme der fettfreien Masse / Muskelmasse, eine statistisch signifikante Abnahme der Fettmasse und ein statistisch signifikanter Gewinn an Muskelkraft in der Hydrolysatkollagen-Gruppe festgestellt werden. Zudem nahmen die sensorische Motorsteuerung, als auch die Knochenmasse in

¹³⁵ Zdzieblik et al., 2015.

¹³⁶ ebd.

¹³⁷ ebd.

beiden Gruppen zu, die Unterschiede der Werte waren jedoch nicht statistisch signifikant.¹³⁸

Die aktuellste randomisierte, kontrollierte Studie von Zdzieblik et al. (2021) mit dem Titel: „*The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Body Composition and Muscle Strength in Middle-Aged, Untrained Men: A Randomized Controlled Trial*“ zeigte, dass Kollagensupplemente in Kombination mit Krafttraining die Körperzusammensetzung und Muskelkraft bei untrainierten Männern mittleren Alters mit Sarkopenie verbessern könne. Die eine Gruppe der 97 Probanden erhielt dabei 15 g Kollagen (BODYBALANCE®, Gelita AG), die andere Molkenprotein (*Whey Protein*) und die 3. Gruppe bekam ein Placebo aus Silikondioxid zusätzlich zum Krafttraining für die Dauer von 12 Wochen. Bei allen Teilnehmern ist es zu einer Verbesserung der fettfreien Masse, der Fettmasse und der Beinkraft gekommen. Die Hauptanalyse der Kollagengruppe zeigte jedoch eine statistisch signifikante Zunahme der fettfreien Masse und Abnahme der Fettmasse im Vergleich zur Placebogruppe. Dies wurde mittels DXA (*Dual-energy X-ray Absorptiometry*) bestimmt. Zudem wurde die isometrische Beinkraft gemessen. Krafttraining in Kombination mit Molkenprotein wirkte sich ebenfalls positiv auf die Körperzusammensetzung aus, die Wirkungen des Kollagensupplements waren allerdings stärker ausgeprägt.¹³⁹

In der doppelblinden, placebo-kontrollierten, randomisierten Untersuchung an 77 prämenopausalen Frauen von Jendricke et al. (2019) zeigte sich ein ähnliches Ergebnis in Bezug auf Kollagen und Krafttraining. Es wurden täglich 15 g Kollagen (BODYBALANCE®, Gelita AG) oder Placebo (Silikondioxid) für 12 Wochen eingenommen, das Training fand 3 Mal pro Woche statt. Veränderungen der Körperzusammensetzung wurden mittels Bioimpedanzanalyse (BIA) festgestellt. Es stellte sich heraus, dass sowohl Kontroll-, als auch Testgruppe eine statistisch signifikante Abnahme der Fettmasse aufwiesen. Allerdings stellte sich durch eine statistisch signifikante RMANOVA-Analyse heraus, dass die Verbesserung der fettfreien Masse in der Kollagengruppe höher war als in der Kontrollgruppe. Außerdem

¹³⁸ Zdzieblik et al., 2015.

¹³⁹ Zdzieblik et al., 2021: “The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Body Composition and Muscle Strength in Middle-Aged, Untrained Men...”.

wies die Gruppe mit dem Kollagen eine statistisch signifikant höhere Griffkraft in den Händen auf als jene Gruppe, die ausschließlich Krafttraining betrieb. Die Testgruppe erzielte auch eine ausgeprägtere Steigerung der Beinkraft.¹⁴⁰

Laut randomisiert-kontrollierter Studien, unter anderem von Cermak et al. (2012), soll die Kombination von langanhaltendem Krafttraining mit einer zusätzlichen Proteingabe nach der Belastung die fettfreie Masse und / oder die Muskelkraft erhöhen. In den meisten Fällen dieser Studien wurden als Placebo Molke, Milch, Soja oder Casein, sowie eine Mischung unterschiedlicher essenzieller Aminosäuren verwendet.¹⁴¹

In der Cross-Over-Studie von Hays et al. (2009) ging es um den Vergleich der Stickstoffbilanz von zwei Proteinsupplementen. Einmal um das Resource Beneprotein® Instant Protein Powder von Nestlé HealthCare Nutrition, ein Molkenproteinkonzentrat aus 100% Molkeisolat mit einem PDCAAS (*Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score*) von 100 (Protein A) und einmal um das Pro-Stat 101® von Medical Nutrition USA, Englewood, einem mit L-Tryptophan angereichertem Hydrolysatkollagen-Konzentrat mit einem PDCAAS von ca. 36 (Protein B). Da sich eine Supplementation an Proteinen höherer Qualität positiv auf die Stickstoffretention auswirken und dadurch die Verfügbarkeit von essenziellen Aminosäuren bei älteren Personen begünstigen kann, war die Hypothese der Studie, dass Molkenprotein ähnliche Ergebnisse in der Stickstoffbilanz zeige wie Hydrolysatkollagen.¹⁴²

Die Untersuchung bestand aus zwei Teilen zu 15 Tagen mit einer einwöchigen Wash-Out-Phase zwischen den beiden Teilen. Insgesamt waren 9 ältere Frauen mit einem Durchschnittsalter von rund 70 Jahren beteiligt. Sie erhielten eine niedrigkalorische Diät mit einer Proteinmenge von 0,8 g/kg Körpergewicht pro Tag, die Hälfte der Proteinmenge wurde durch die Supplemente bereitgestellt. Die Stickstoffbilanz wurde während der Tage 6-10 und 11-14 für Protein A, sowie B gemessen. Während des Frühstücks bekamen die Patienten eine Supervision im Clinical Research Center vor Ort, weitere Mahlzeiten wurden ihnen vorgepackt für den Konsum

¹⁴⁰ Jendricke et al., 2019.

¹⁴¹ Cermak et al., 2012.

¹⁴² Hays et al., 2009.

zu Hause mitgegeben. In der Wash-Out-Phase durften die Patienten ihrer eigenen Diät mit ihren gewohnten Speisen nachgehen.¹⁴³

Das Ergebnis der Studie war, ein Gewichtsverlust in der Gruppe mit dem Molkenproteinsupplement ohne Veränderungen des Körperfetts im Vergleich zur anderen Proteingruppe. Die Stickstoffausscheidung war ebenfalls größer in der Molkenprotein-Gruppe. In der Hydrollysatkollagen-Gruppe war das mit L-Tryptophan angereicherte Hydrollysatkollagen verantwortlich für die Bewahrung der Stickstoffbilanz und der mageren Körpermasse (*Lean Body Mass*) während der 15-tägigen relativ proteinarmen Diät. Es kam in dieser Gruppe zu keiner Veränderung der Körperzusammensetzung.¹⁴⁴

Die Autoren schließen aus den Ergebnissen, dass ein Proteinsupplement auf Kollagenbasis einem Molkenprotein als Nahrungsergänzung gleichgesetzt werden kann. Außerdem sind sie der Ansicht, dass beide Proteine einen wichtigen therapeutischen Nutzen in der Prävention einer negativen Stickstoffbilanz haben und somit zur Minimierung der Morbidität und Mortalität in der anfälligen älteren Bevölkerung beitragen können.¹⁴⁵

2.3.6. Effekte auf die Regeneration (Recovery) nach sportlicher Betätigung

Was den Einfluss von Kollagensupplementen auf die Regeneration des Körpers nach dem Training betrifft, so gibt es bislang nur begrenzte Forschungen und die Ergebnisse zeigten bisher keine statistische Signifikanz im Vergleich zu anderen Proteinen.

Die aktuellste Studie ist jene von Mjøs et al. aus dem Jahr 2019, welche die Wirkung von marinem Proteinhydrolysat (MPH) mit Molkenprotein (WP) und Kohlenhydraten (CHO), also gesamt CHO-WP-MPH in Bezug auf ein isoenergetisches und isonitrogenes Nahrungsergänzungsmittel aus Molkenprotein und Kohlenhydraten (CHO-WP) hinsichtlich der kurzfristigen Erholung nach einem Training mit hoher

¹⁴³ Hays et al., 2009.

¹⁴⁴ ebd.

¹⁴⁵ ebd.

Intensität bei 14 männlichen, gesunden Radfahrern im Alter von 40 bis 58 Jahren untersuchte.¹⁴⁶

Diese doppelblinde Crossover-Studie war in drei Phasen unterteilt: In Phase I wurde ein Fahrradbelastungstest durchgeführt, um die in Phase II und III verwendeten Intensitäten festzulegen. In Phase II (9–16 Tage nach Phase I) führten die Teilnehmer zunächst eine hochintensive Radfahrtsitzung durch, gefolgt von der Einnahme der Nahrungsergänzungsmittel (CHO-WP-MPH oder CHO-WP) und 4 Stunden Erholung, auf die wiederum eine Hochintensitätsfahrradtraining folgte. In Phase III (1 Woche nach Phase II) gab es zu Beginn und am Ende das Fahrradtraining, aber als Nahrungsergänzung erhielten die Teilnehmer die jeweils andere Probe als beim letzten Mal. Primärer Endpunkt war die Differenz in der Zeit bis zur Erschöpfung zwischen den Radfahrtsitzungen nach der Nahrungsergänzung mit MPH oder ohne MPH. Sekundäre Endpunkte waren die Unterschiede in der Herzfrequenz (HF), dem respiratorischen Austauschverhältnis (RER), der Blutlaktatkonzentration und der Glukose.¹⁴⁷

Die Auswertung zeigte, dass Nahrungsergänzungsmittel mit marinem Proteinhydrolysat (MPH) keine statistisch signifikanten Auswirkungen auf die kurzfristige Regeneration nach einem Training mit hoher Intensität bei männlichen Radfahrern mittleren Alters haben, verglichen mit Nahrungsergänzungsmitteln ohne marines Kollagen.¹⁴⁸

Impey et al. (2018) stellten auch Untersuchungen zwischen 22 g verabreichtem gelartigem Kollagen- (Muscle Gel®, Muscle Pharm®, USA) bzw. Molkenprotein (*Whey Protein*) auf die Signalübertragung von Skelettmuskelzellen und in Bezug auf die mitochondriale Biogenese und Proteinsynthese bei der Regeneration nach einer Trainingseinheit mit niedriger Kohlenhydratverfügbarkeit (CHO) an. Auch in diesem Fall ging es wieder um ein intensives Fahrradtraining (im Ausmaß von 75 Minuten) an 8 teilnehmenden Männern. Die Probanden sollten einmal 22 g Kollagen oder Molke (Test- bzw. Kontrollgruppe) 45 Minuten vor Trainingsbeginn, ein anderes Mal während des Trainings und beim letzten Mal unmittelbar nach dem Training, spätestens nach 1,5 Stunden, konsumieren. Die wiederholten Messungen fanden jeweils innerhalb von 7-9 Tagen statt. Untersucht wurden der Muskelglykogengehalt und die

¹⁴⁶ Mjøs et al., 2019.

¹⁴⁷ ebd.

¹⁴⁸ ebd.

verzweigtkettigen Aminosäuren (*Branched Chain Amino Acids* – BCAAs) sowie Leucin im Plasma. Die Ergebnisse waren, dass Molkenprotein größere Anstiege im Plasma bei den BCAAs und Leucin erzeugte als Kollagen. Die Forscher schlossen daraus, dass Proteinzusammensetzungen nicht die Marker der mitochondrialen Biogenese bei der Regeneration nach einem Training mit niedriger Kohlenhydratverfügbarkeit (CHO) regulieren und dass das Molkenprotein die Aktivität nach einem Training sogar noch verstärkt im Vergleich zum Kollagen, wahrscheinlich aufgrund der erhöhten Verfügbarkeit an Leucin.¹⁴⁹

Wenngleich die Effekte von Kollagensupplementen auf die Regeneration des Körpers nach sportlicher Betätigung nicht statistisch signifikant sind, so sprechen die vielzähligen anderen Studien auf Haut, Haare, Gelenke, Sehnen, Bänder und Knochen eine Sprache für sich. Ob die Effekte allein ausreichend bzw. ausschlaggebend auf das Kaufverhalten von Kollagensupplementen sind oder welche Faktoren das Kaufverhalten im Allgemeinen beeinflussen, soll im nächsten Kapitel betrachtet werden.

¹⁴⁹ Impey et al., 2018.

2.4. Das Kaufverhalten von Kollagensupplementen

Die Vielzahl von wissenschaftlichen Publikationen auf der einen Seite, das wachsende Angebot an Kollagenprodukten als Nahrungsergänzung auf der anderen Seite und dazwischen die Frage, ob die Supplemente tatsächlich auch von den KundInnen gekauft werden.

Ehe nun zum praktischen Teil der Masterarbeit, der empirischen Erhebung des Kaufverhaltens von Kollagensupplementen, übergegangen wird, sollen zuvor noch die Grundlagen des Konsumverhaltens und die Einflussfaktoren auf die allgemeine Kaufentscheidung festgehalten werden.

2.4.1. Kaufverhalten – wie Marketing die Kaufentscheidung beeinflusst

Jeder Mensch hat seine eigene Meinung, Haltung, Vorliebe in Bezug zu einem Thema. Kotler et al. (2019) spricht von den so genannten „Überzeugungen und Einstellungen“. Unter „Überzeugungen“ meint er „bestimmte Denkmuster“. „Einstellungen“ sind für ihn „relativ konstante Bewertungen, Gefühle und Neigungen, die eine Person im Hinblick auf eine Sache oder Idee hat.“ Diese sind dafür verantwortlich, ob jemand etwas mag oder nicht.¹⁵⁰ Das Marketing macht sich die persönlichen Einstellungen zu Nutze. Da diese nur schwer zu ändern sind, versuchen Unternehmen in den meisten Fällen „ihre Produkte auf bereits bestehende Einstellungen auszurichten“.¹⁵¹ Zudem sind laut neurowissenschaftlichen Forschungen 80-95% der Kaufentscheidungen unbewusst.¹⁵²

Das Konsumverhalten wird durch zahlreiche Faktoren mitbeeinflusst, dies macht es sehr vielschichtig und komplex. Dennoch zielt das Marketing auf den Konsum ab, dadurch ist es von enormer Wichtigkeit, den Kunden und dessen Denkprozesse zu verstehen, um genau auf seine Bedürfnisse eingehen zu können.¹⁵³

¹⁵⁰ Kotler et al., 2019, S. 276.

¹⁵¹ ebd.

¹⁵² Häusel, 2012, S. 12.

¹⁵³ Kotler et al., 2019, S. 276.

2.4.2. Kaufverhalten: Definitionen und Arten

Der Begriff „Kaufverhalten“, auch Käufer-, Kunden-, Konsum- oder Konsumentenverhalten bezeichnet Güter und Dienstleistungen, die der Endverbraucher, das heißt Einzelpersonen und Haushalte, zum persönlichen Gebrauch kaufen. Die Endverbraucher bilden zusammen den Konsumentenmarkt.¹⁵⁴

Unter das Kaufverhalten fallen verschiedene Arten. So gibt es das extensive, das limitierte, das habituelle und das impulsive Kaufverhalten:

- a. **Extensive Käufe** finden eher selten statt, vor allem bei neuen oder wichtigen Entscheidungen. Hierbei setzt sich der/die KäuferIn kognitiv und psychisch sehr genau mit dem Gut bzw. der Dienstleistung auseinander, bevor er oder sie eine Auswahl trifft. Der Kauf wird bewusst gesteuert.
- b. Bei **limitierten Käufen** wird im Gegensatz nur wenig Zeit investiert, da bereits aus früheren Käufen innerhalb der gleichen Produktgruppe Erfahrungen vorhanden sind und der/die KäuferIn in seiner/ihrer Entscheidung schon gefestigt ist. Je nach verfügbarem Angebot werden einzelne Kriterien (z.B.: Preis, Material) nur noch adaptiert. Auch in diesem Fall beschäftigt sich der/die KonsumentIn schon im Vorhinein mit dem Produkt, verkürzt allerdings die Entscheidungsfindung.
- c. Bei **habituellen Käufen** bzw. beim habitualisiertem Kaufverhalten handelt es sich um Kaufgewohnheiten aufgrund positiver Erfahrungen mit einem bereits verwendeten Produkt. Der Großteil der Käufe geschieht aus Gewohnheit. Die Wissenschaft geht davon aus, dass dadurch Zeit und Energie bei der Kaufentscheidung gespart werden könne, was wiederum bei neuen oder besonders wichtigen Anschaffungen extensive Entscheidungsprozesse begünstigt. Neben der geringen Informationssuche vor dem Kauf, die wiederum zu einer Zeitersparnis führt, da nicht zwischen zwei oder mehreren Produkten abgewogen werden muss, wird auch das Risiko eines Fehlkaufes minimiert, indem sich der/die KundIn für das „bewährte“ Produkt entscheidet.
- d. **Impuls- bzw. Spontankäufe**, auch impulsives Kaufverhalten genannt, sind unerwartete und schnelle Käufe, ohne bewusste gedankliche Kontrolle. Intensive

¹⁵⁴ Kotler et al., 2019, S. 247.

Reizsituationen, zum Beispiel durch eine besondere Produktpräsentation, ein gutes preisliches Angebot oder Zeitdruck, haben eine starke Wirkung auf die Aufmerksamkeit und das Verhalten der KonsumentInnen und dienen als Auslöser für den Affektkauf. Dadurch werden mögliche negative Bedenken und deren Auswirkungen (z.B.: finanzielle Belastung) überlagert.¹⁵⁵

2.4.3. Kriterien und Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung

Wie bereits erwähnt, hängt das Konsumverhalten von zahlreichen Einflussfaktoren ab. Diese sind unter anderem kulturelle und soziale, persönliche sowie psychologische Faktoren:

- a. Zu den **kulturellen und sozialen Faktoren** zählen die Zugehörigkeit zu einer bestimmten sozialen und gesellschaftlichen Schicht (Kultur, Subkultur, Klasse und Gruppe, darunter auch Unter-, Mittel- und Oberschicht). Bestandteil hiervon sind auch die demografischen, geografischen und sozioökonomischen Variablen. Zu den demografischen Variablen gehören: Geschlecht, Alter, Geburtsland, Staatsangehörigkeit (zur Zeit der Datenerfassung), Ehe- und Familienstand bzw. Partnerschaftsverhältnis, Größe und Zusammensetzung des Haushalts bzw. der Familie. Die demografischen Variablen betreffen Wohnort, Region und Grad der Urbanisierung. Sozioökonomische Variablen sind berufliche Position, ausgeübte Tätigkeit, höchster Schulabschluss und monatliches Nettoeinkommen des Haushalts (Rolle und Status).
- b. Unter die **persönlichen Faktoren** fallen das Alter, die Lebensphase, der Beruf, die finanzielle Situation, der Lebensstil und die Persönlichkeit (Charakter).
- c. Die **psychologischen Faktoren** betreffen die Motivation, auch Bedürfnisse anhand der Bedürfnispyramide von Maslow (**Abbildung 9**), die Wahrnehmung, das Lernen und die bereits genannten Überzeugungen und Einstellungen (Emotionen).¹⁵⁶

¹⁵⁵ Kuß et al., 2020, S. 65-72.

¹⁵⁶ Kotler et al., 2019, S. 250-277.



Abbildung 9: Bedürfnispyramide von Maslow, nach Kotler et al. (2019)

Weitere Kaufkriterien sind unter anderem der Standort und die Erreichbarkeit des Geschäfts, das Sortiment (Marke, Qualität und Verarbeitung sowie Anzahl der Produkte), das Preisniveau (Verfügbarkeit von Angeboten), persönliche Beratung und Service (Freundlichkeit des Verkäufers bzw. der Verkäuferin), Atmosphäre und Image des Geschäftes (farbliche Gestaltung, Musik).¹⁵⁷

¹⁵⁷ Kuß et al., 2020, S. 74.

3. Material und Methoden

Im praktischen Teil dieser Masterarbeit soll das *Konsumverhalten von Kollagensupplementen mittels standardisierter, quantitativer Umfrage* untersucht werden. Bei der quantitativen Forschung geht es um die Analyse und Interpretation der Zahlen einer Stichprobe unter Berücksichtigung von Ein- und Ausschlusskriterien und Einhaltung der Gütekriterien Validität, Reliabilität und Objektivität.

Das **Ziel der Arbeit** ist es, die gestellten Hypothesen durch die statistische Auswertung des Fragebogens zu bestätigen (*deduktive Vorgehensweise*) und den gesundheitlichen Nutzen von Kollagensupplementen auf den menschlichen Körper unter Zuhilfenahme von Fachliteratur und anderer Studien auszuwerten und zu interpretieren.

3.1. Forschungsfrage und Hypothesen

Die konkrete **Formulierung der Forschungsfrage** ergab sich im Zuge der Literaturrecherche und Themenabgrenzung und lautet: *Welche Motive gibt es für die Einnahme / den Kauf bzw. die Nichteinnahme / den Nichtkauf von Kollagensupplementen? Welchen Nutzen / welche Effekte auf die Gesundheit erhoffen sich die KonsumentInnen?*

Besonderes Augenmerk gilt neben den *Hauptbeweggründen für den Kauf dieser Produkte*, dem *Unterschied im Konsumationsverhalten von Männern und Frauen bzw. in den verschiedensten Altersgruppen*.

Die Altersgruppen wurden zunächst nach den D-A-CH-Referenzwerten (Gruppe 1: 15 bis unter 19 Jahre; Gruppe 2: 19 bis unter 25 Jahre; Gruppe 3: 25 bis unter 51 Jahre; Gruppe 4: 51 Jahre bis unter 65 Jahre und Gruppe 5: 65 Jahre und älter) angenommen, wobei die Gruppen schließlich aufgrund der geringen Anzahl an KollagenkonsumentInnen auf 3 Gruppen reduziert bzw. zusammengefasst wurden (Gruppe 1: bis inklusive 25 Jahre; Gruppe 2: 26 bis 50 Jahre und Gruppe 3: ab 51 Jahren).

Weitere Leitfragen sind:

- Wer ist die Hauptzielgruppe beim Konsum von Kollagensupplementen (Alter, Geschlecht, Stadt / Land, Familienstand, etc.)?
- Wie ernähren sich die KollagenkonsumentInnen?
- Inwieweit unterscheidet sich das Konsumverhalten der Kollagenprodukte bei Männern und Frauen und in den verschiedensten Altersgruppen (Gruppe 1, 2 und 3)?
- Welche Gruppe (Alter bzw. Geschlecht) konsumiert häufiger Kollagen?
- Welche Motive abseits des Gesundheitsfaktors gibt es noch für den Kauf der Kollagensupplemente?

Zu untersuchende Hypothesen:

- H1:** Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann überwiegend von Personen (Frauen und Männern), die sich durch Mischkost ernähren.
- H2:** Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann hauptsächlich von Personen (Frauen und Männern), die den Eindruck haben, sich „häufig ausgewogen“ zu ernähren.
- H3:** Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann werden diese häufiger von Frauen eingenommen, da Männer eher andere Proteine, wie zum Beispiel Molkenprotein (*Whey Protein*), supplementieren.
- H4:** Wenn Kollagensupplemente von Frauen eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von Über-40-Jährigen, im speziellen in der Menopause, eingenommen.
- H5:** Wenn Kollagensupplemente von Frauen eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich zur Gewichtsabnahme und aufgrund der angepriesenen Effekte auf das Hautbild (weniger Falten) und den Effekten auf das Bindegewebe (weniger Cellulite) eingenommen (Stichwort „Anti-Aging“).
- H6:** Wenn Kollagensupplemente von Männern eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von jungen Männern (bis 40 Jahre) eingenommen, die Krafttraining betreiben, da diese Muskeln / Kraft aufbauen wollen.
- H7:** Wenn Kollagensupplemente mit dem Motiv zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von

Übergewichtigen (Frauen und Männern) oder Personen älter als 50 Jahre (Frauen und Männern) eingenommen.

- H8:** Wenn Kollagensupplemente nicht gekauft werden, dann aus dem Grund, dass die Personen bei beiden Geschlechtern und in allen Altersgruppen angegeben haben, dass sie bereits ausreichend durch die Nahrung mit Proteinen versorgt sind und daher keine Notwendigkeit für den Kauf einer Zusatznahrung sehen.

3.2. Studiendesign und Studiendurchführung

Für die Erstellung des Fragebogens war es zunächst wichtig, sich einen Überblick über die Studienlage zu verschaffen und einleitende Fragen zu klären, wie zum Beispiel: Was ist Kollagen? Welche Arten von Kollagensupplementen gibt es? Welche Effekte wurden in den Studien erzielt?

Die quantitative Literaturrecherche wurde im Juni und Juli 2021 über die Bibliotheksseite der Universität Wien durchgeführt und mündete in wissenschaftlichen Datenbanken von PubMed, Scencedirect bzw. Elsevier Scopus.

Als Schlag- bzw. Schlüsselwörter dienten unter anderem „*collagen, collagen supplementation, bioactive collagen, collagen peptide, collagen hydrolysate, oral collagen, collagen deficiency, collagen effects, collagen function, collagen arthrosis, collagen osteoporosis, collagen sarcopenia, collagen joint, collagen cartilage, collagen gristle, collagen bone, collagen skin, collagen skin elasticity, collagen dermal, collagen muscle formation, collagen muscle maintenance, collagen wound, collagen healing, collagen wound healing, collagen antioxidant, collagen sport, collagen drink, collagen shake, collagen beverage, collagen snack, collagen bar, collagen powder, gelatin, protein recovery training, protein recovery drink, protein supplementation, whey protein collagen, collagen nutrition, collagen amino acid, collagen PDCAAS Score, collagen arginine, collagen glutamine und collagen tryptophan.*“

Bei der Auswahl der Studien in deutscher, englischer und spanischer Sprache wurde auf inhaltliche Relevanz sowie Aktualität der Publikation geachtet. Neben den wissenschaftlichen Datenbanken wurden auch Nachschlagewerke in deutscher Sprache,

wie Lexika oder Grundlagenwerke der Ernährung von Elmadfa und Leitzmann, herangezogen.

Für die gezielte Fragesetzung wurde zeitgleich mit der Literatursuche eine Marktanalyse hinsichtlich der Firmennamen und deren Produkte durchgeführt, in der ermittelt wurde, welche Unternehmen Kollagensupplemente und in welcher Form anbieten.

Im Anschluss an die Recherche wurde im Juli und August mit der Erstellung des Fragebogens für die quantitative Felduntersuchung begonnen, welcher im Anhang dieser Arbeit vollständig zu finden ist.

Im September und Oktober konnten die Fragen und Antworten, in Form einer Web-Applikation für professionelle, wissenschaftliche und kostenlose Online-Fragebögen erstellt werden. Die korrekte Abfolge der offenen, geschlossenen und Multiple-Choice-Fragen bzw. Fragebedingungen wurde mittels Pretest an 5 TeilnehmerInnen innerhalb einer Woche Ende Oktober überprüft, wobei alle einen naturwissenschaftlichen, beruflichen Hintergrund haben und eine Person eine naturwissenschaftlich-technische Position inne hat.

Nachdem Anmerkungen eingearbeitet wurden, konnte der standardisierte, deutsche Fragebogen versendet werden.

Für den Testzeitraum wurde eine 3-wöchige Frist im Dezember veranschlagt, vom 10. bis inklusive 31.12.2021. Den Teilnehmenden wurde vor Beginn der Umfrage der Inhalt und die Dauer (10-15 Minuten) in der Einleitung schriftlich mitgeteilt. Weiters wurde ihnen versichert, dass ihre Daten anonym und vertraulich behandelt werden. Besonders Interessierte hatten die Möglichkeit, die Ergebnisse zugeschickt zu bekommen.

3.2.1. Rekrutierung der StudienteilnehmerInnen

Als Umfrageteilnehmende wurden hauptsächlich sportliche und ernährungsbewusste Personen vermutet, weswegen der standardisierte, deutsche Fragebogen mittels Link an eine Vielzahl von Fitnesscentern in Wien verschickt wurde. Weiters erging der Link auch an die im Testbogen erwähnten 10 Nahrungsergänzungsmittelfirmen, jedoch kam diesbezüglich keine Reaktion, ob diese in einem Newsletter an die KonsumentInnen weitergegeben werden konnten. Daraufhin wurde der Umfrage-Link auch in deutschsprachigen Ernährungs- und Fitnessgruppen auf Facebook geteilt, sowie im privaten Kreis persönlich an Freunde, Bekannte, Arbeits- und StudienkollegInnen adressiert. Die Teilnahme an der Erhebung war freiwillig und anonym. Nach Ablauf des 3-wöchigen Testzeitraums ergab dies eine Stichprobe von 306 TeilnehmerInnen.

3.2.2. Ein- und Ausschlusskriterien

Von diesen 306 Personen gaben 46 Leute an, Kollagensupplemente zu sich zu nehmen, während 241 Befragte antworteten, keine Kollagensupplemente zu verwenden. Bei genauerer Betrachtung der Geschlechter und Altersgruppen stellte sich heraus, dass allerdings nur 21 Frauen und 7 Männer den Fragebogen zu Ende beantwortet haben, und somit von 28 KollagenkonsumentInnen ausgegangen wurde (gültige Fälle). Unter den NichtkonsumentInnen waren 157 Frauen und 53 Männer, also 210 NichtkäuferInnen. Daraus ergab sich eine Gesamtteilnehmerzahl von 238 Personen.

3.2.3. Gütekriterien

Die Gütekriterien quantitativer Forschung sind erfüllt, indem es sich um einen standardisierten Fragebogen handelt. Die Abfolge der Fragen und Antworten waren für alle Teilnehmenden die gleichen. Die Umfrage war daher **reliabel**. Zumal die Befragung am Computer durch vorgefertigte Fragen durchgeführt wurde, war kein Interviewer notwendig. Dies bedeutet, es kam zu keiner subjektiven Beeinflussung. Die Umfrage war somit **objektiv**. Weiters gab es ein definiertes Zeitfenster für die Fragebogenteilnahme und da diese im deutschsprachigen Raum stattfand, bei der jede Person selbständig die Daten ausfüllte, kann die Umfrage als **valide** betrachtet werden.

3.3. Erhebungsmethode: Fragebogen

Der Onlinefragebogen wurde mittels SoSci Survey realisiert und den TeilnehmerInnen auf www.soscisurvey.de zur Verfügung gestellt.¹⁵⁸

Im Fragebogen wurden folgende Themen behandelt:

- **Ernährungs- und Verzehrsgewohnheiten** (Häufigkeit des Verzehrs einzelner Lebensmittelgruppen, Ernährungsweise, Ausgewogenheit der Ernährung)
- **Konsumverhalten von Kollagensupplementen** (Wissen über Aufgaben von Kollagen im Körper, Wissen über Kollagen in Lebensmitteln, Einnahme von Kollagensupplementen hinsichtlich Häufigkeit der Einnahme, Einnahmeform, bevorzugte Marke(n), Art des Kollagensupplements, Motive für die Einnahme, subjektiv entstandene Effekte durch die Einnahme, etc.)
- **Konsumverhalten von Proteinsupplementen** (Häufigkeit der Einnahme, Einnahmeform, bevorzugte Marke(n), Art des Proteinsupplements, Motive für die Einnahme, subjektiv entstandene Effekte durch die Einnahme, etc.)
- **Konsumverhalten von Nahrungsergänzungsmitteln** (Häufigkeit der Einnahme, Art des Nahrungsergänzungsmittels, Einnahmegrund)
- **Persönliche Fitness** (Art und Häufigkeit des Trainings, Bewegungsausmaß im Beruf, Einschätzung der persönlichen Fitness)
- **Persönliche Angaben** (Alter, Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht, PLZ, Familienstand, Haushalt, Ausbildung, Beruf)

3.4. Statistische Auswertung

Um die Daten der Umfrage statistisch auszuwerten, wurde mit dem Programm SPSS von IBM gearbeitet. SoSi Survey speicherte die Antworten der Teilnehmenden im csv-Format ab, welche problemlos in SPSS importiert werden konnten. Zur Ergebnisgewinnung kamen Kreuztabellen sowie der Mann-Whitney-Test zum Einsatz. Die grafische Darstellung erfolgte in Form von Balkendiagrammen in SPSS und Kreisdiagrammen in Excel.

¹⁵⁸ Leiner, 2019.

Sind zwei normal- und ordinalskalierte, als auch gruppierte metrische (in Kategorien) bzw. intervallskalierte Variablen gegeben und es sollen der Zusammenhang (Korrelation) dieser beiden, als auch die (absoluten bzw. relativen) Häufigkeiten, ermittelt werden (bivariate Analyse), kommt die Auswertung mittels **Kreuztabelle**, auch Kontingenztafel genannt, in Betracht. Dieser „Zusammenhang“ zwischen den empirisch beobachteten und erwarteten Häufigkeiten, der den Namen **Chi-Quadrat-Test** trägt, wird in der Kreuztabelle als Maßzahl dargestellt und gibt als Prüfgröße des Signifikanztest gleichzeitig Auskunft über die statistische Relevanz. Chi-Quadrat, abgekürzt mit dem griechischen χ^2 , ist die Summe von n quadrierten und standardisierten Zufallsvariablen.

Mit dem Signifikanztest soll überprüft werden, ob die Korrelation auch in der Grundgesamtheit gilt und nicht nur in der Stichprobe. Als **Korrelationskoeffizient** kommt beim Chi-Quadrat-Test jener **nach Pearson** vor. Es handelt sich hierbei um einen normierten Korrelationskoeffizienten (r), der den linearen Zusammenhang zwischen zwei intervallskalierten Variablen quantifiziert, wobei $r=1$ einen positiven Zusammenhang „je mehr, desto mehr“ und $r=-1$ einen negativen Zusammenhang „je mehr, desto weniger“ bezeichnet. Werte ab 0,3 geben Aufschluss über einen mittleren Zusammenhang, Werte ab 0,5 zeigen einen hohen Zusammenhang und Werte unter 0,1 bedeuten, dass kein Zusammenhang vorliegt. Grafisch bedeutet dies, dass jene Werte, die sich näher bei 1 befinden, auf einer Geraden liegen. Wohingegen Werte bei 0 Datenpunkte auf der gesamten Fläche darstellen.¹⁵⁹

Das Signifikanzniveau wird in empirischen Forschungen in der Regel mit 5% angegeben, wobei die Signifikanz von der Stichprobengröße abhängt. Bei großen Stichproben wird von einem Signifikanzniveau von 1% ausgegangen. Beträgt die **Wahrscheinlichkeit (p) des Eintretens der Nullhypothese (H_0) unter 5%**, so wird das Ergebnis als **signifikant** (*entscheidend, wichtig, bedeutsam*) bezeichnet. Eine Wahrscheinlichkeit von **unter 1%** ist **hoch signifikant**. Die Nullhypothese ist die zur aufgestellten Hypothese (H_1 , auch als Alternativhypothese bezeichnet) benannte formale Gegenhypothese. Wird die Nullhypothese bei einem statistischen Test

¹⁵⁹ Kuckartz et al., 2013.

angenommen, bedeutet dies, dass der in der Alternativhypothese (H_1) formulierte Zusammenhang nicht besteht. Das bedeutet, die Wahrscheinlichkeit, sich für die Alternativhypothese zu entscheiden und somit einen Fehler zu begehen, liegt bei 5% (Irrtumswahrscheinlichkeit $p=0,05$).¹⁶⁰

Der **Mann-Whitney-U-Test** oder U-Test nach Mann und Whitney bzw. Wilcoxon-Rangsummentest, wird für zwei unabhängige Stichproben eingesetzt und fragt demnach, ob sich die beiden Variablen unterscheiden. Bei diesem, im Vergleich zum t-Test nicht-parametrischen Test, müssen die Daten nicht normalverteilt sein. Es reicht, wenn die Variablen ordinalskaliert sind. Daher kann dieser Test auch gut bei kleinen Stichproben und Ausreißern verwendet werden.¹⁶¹

¹⁶⁰ Kuckartz et al., 2013.

¹⁶¹ Rudolf et al., 2008, S. 163f.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Beschreibung der Stichprobe

Unter allen 306 Teilnehmenden gaben 46 Personen an, Kollagensupplemente zu sich zu nehmen, während 241 Befragte antworteten, keine Kollagensupplemente zu verwenden. Von den 46 KollagenkonsumentInnen blieben schließlich 28 KollagenkonsumentInnen (11,76% vom Gesamtuntersuchungskollektiv) übrig, die alle Fragen zu Ende beantwortet haben, darunter 21 Frauen (11,80% des weiblichen Gesamtuntersuchungskollektivs, 75% der KollagenkonsumentInnen sind weiblich) und 7 Männer (11,67% des männlichen Gesamtuntersuchungskollektivs, 25% der KollagenkonsumentInnen sind männlich). Unter den Nicht-KollagenkonsumentInnen waren 157 Frauen (88,20% vom weiblichen Gesamtuntersuchungskollektiv) und 53 Männer (88,33% vom männlichen Gesamtuntersuchungskollektiv), also 210 Nicht-KollagenkonsumentInnen (88,24% vom Gesamtuntersuchungskollektiv). Daraus ergab sich eine Gesamtteilnehmerzahl von 238 Personen, darunter 178 Frauen (74,79%) und 60 Männer (25,21%).

Die Fragestellung, wer die **Hauptzielgruppe von Kollagensupplementen** sei, lässt sich wie folgt beantworten: Der Kollagenkonsum ist unter den Geschlechtern in etwa gleich stark ausgeprägt. Demnach supplementieren 11,80% der Frauen und 11,70% der Männer dieses Protein. Die Altersspanne der KollagenkonsumentInnen erstreckt sich von 20 bis 74 Jahren (Alter $MW \pm SD$: $44,11 \pm 13,12$ Jahre). Die **Altersgruppe, die am häufigsten Kollagen konsumieren**, ist jene zwischen 26-50 Jahren (57,10% KollagenkonsumentInnen, im Vergleich mit 61,90% der Nicht-KollagenkonsumentInnen), gefolgt von der Altersgruppe unter 25 Jahren (3,60% der KollagenkonsumentInnen, verglichen mit 17,10% der Nicht-KollagenkonsumentInnen). In der Altersgruppe älter als 50 Jahre supplementieren 39,30% der Befragten Kollagen, 21% der Befragten nehmen kein Kollagen (**Abbildung 10**).

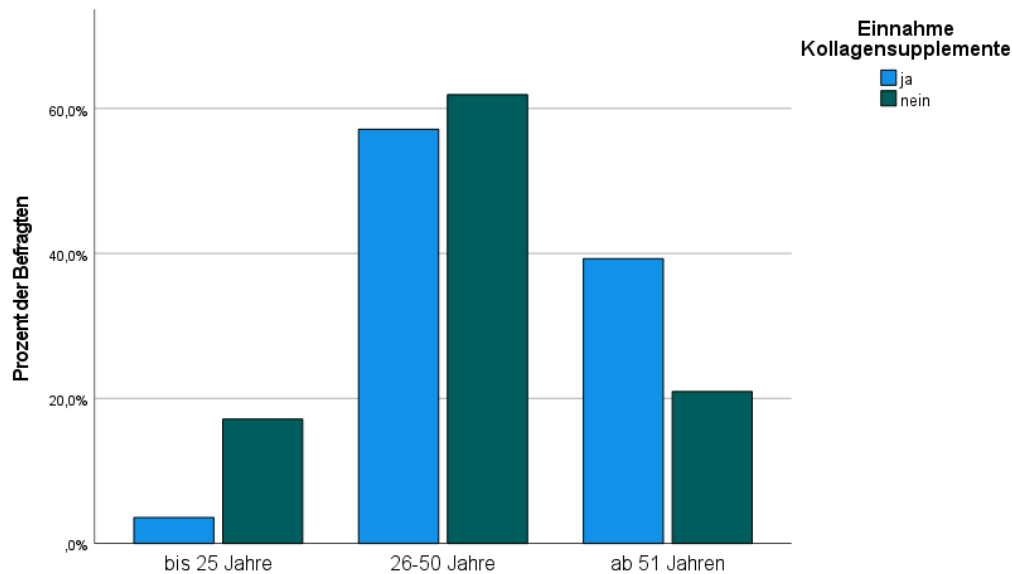


Abbildung 10: Einnahme und Nichteinnahme von Kollagensupplementen nach Altersgruppen ($n_{ja}=28$, $n_{nein}=210$, $n_{gesamt}=238$)

Aufgeteilt auf die Geschlechter ergibt dies in der Altersgruppe unter 25 Jahren keine Frauen, die Kollagen nehmen, dafür supplementieren 14,30% der Männer Kollagen (1 Mann). In der Altersgruppe 26-50 Jahre sind es jeweils 57,10% der Frauen und Männer (12 Frauen und 4 Männer). In der Altersgruppe älter als 50 Jahre supplementieren 42,90% der Frauen und 28,60% der Männer, das entspricht 9 Frauen und 2 Männern (Abbildung 11 und Abbildung 12).

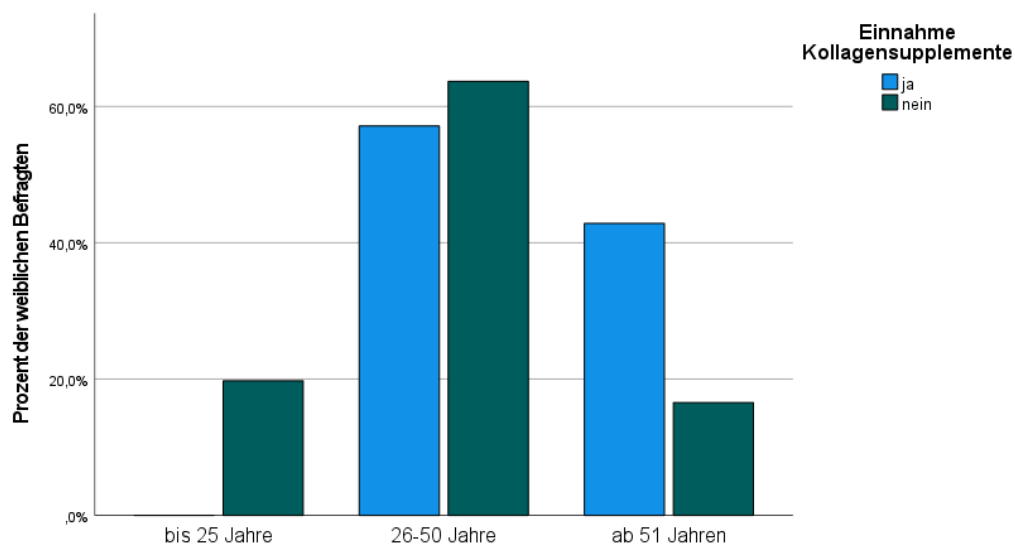


Abbildung 11: Einnahme und Nichteinnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen ($n_{ja}=21$, $n_{nein}=157$, $n_{gesamt}=178$)

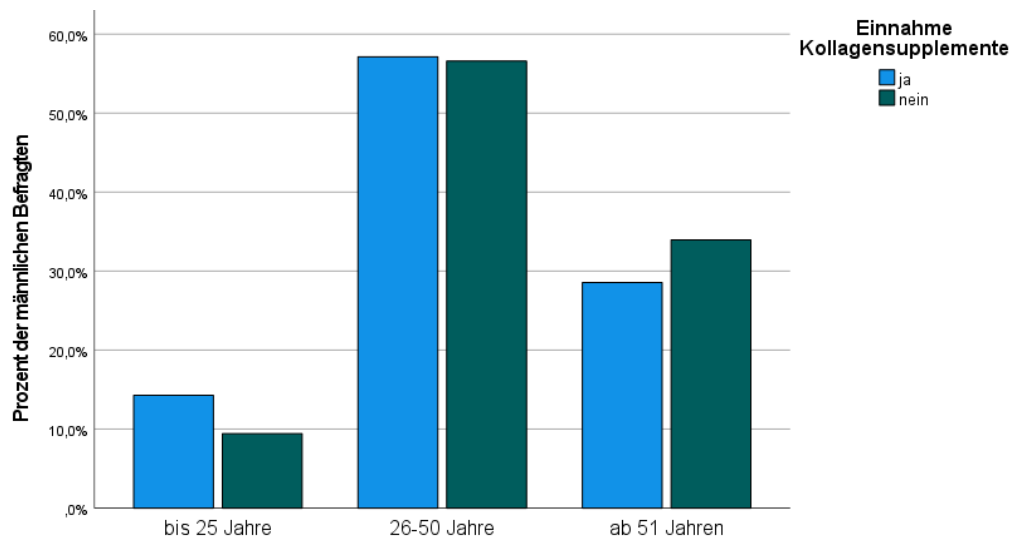


Abbildung 12: Einnahme und Nichteinnahme von Kollagensupplementen bei Männern nach Altersgruppen ($n_{ja}=7$, $n_{nein}=53$, $n_{gesamt}=60$)

Der *Familienstand* der KollagenkäuferInnen setzt sich wie folgt zusammen: 57,10% sind verheiratet bzw. in einer Lebensgemeinschaft, 28,60% sind ledig, 10,70% geschieden bzw. getrennt lebend und 3,60% verwitwet. Es leben im Durchschnitt 2 *Personen in einem Haushalt*, die Mehrheit (75%) hat keine *minderjährigen Kinder*. Die *höchste abgeschlossene Ausbildung* unter den KäuferInnen ist ein FH- bzw. Universitätsabschluss (67,90%), gefolgt von einer Reifeprüfung / Matura (17,90%) und einer Lehre bzw. Fachschule (14,30%). Unter den KollagenkonsumentInnen gibt es niemanden, der lediglich die Pflichtschule absolviert hat. Mehr als die Hälfte der KollagenkonsumentInnen arbeitet im Gesundheits- bzw. Medizinbereich oder in der Pflege (64,60%), 13,80% arbeiten im Ernährungsbereich bzw. mit Lebens- und Genussmitteln (Gastgewerbe, Handel), 10,90% sind im Bildungswesen (Pädagogik) tätig. 7,10% fühlen sich den Naturwissenschaften, der Mathematik, dem Finanz-, Bankwesen oder der IT zugehörig. 3,60% ordnen sich sonstigen Berufen zu.

Was die Herkunft der KollagenkonsumentInnen betrifft, so stammt genau die Hälfte aus Wien, $\frac{1}{4}$ aus Niederösterreich und jeweils 7% kommen aus dem Burgenland und der Steiermark. 4% sind zudem aus Tirol. Außerdem sind 7% der KollagenkäuferInnen, die an der Umfrage teilgenommen haben, in Deutschland beheimatet. Daraus schließt sich,

dass 75% der KollagenkonsumentInnen in und um Wien leben, die Mehrheit davon wohnt in der Stadt (**Abbildung 13**).

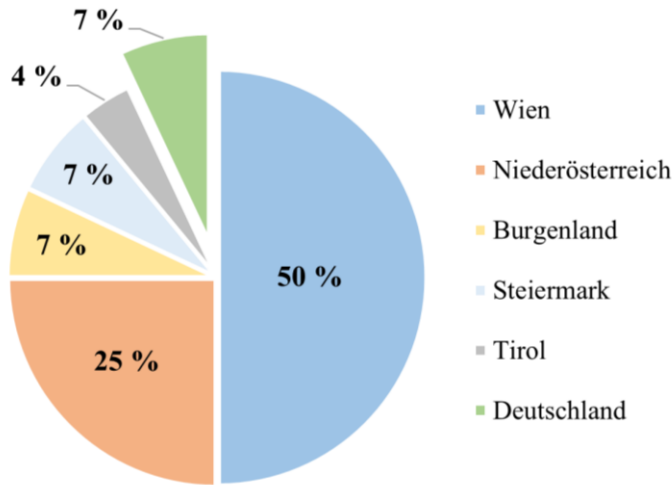


Abbildung 13: Herkunft der KollagenkonsumentInnen (n=28)

Was die **Ernährungsweise von KollagenkonsumentInnen** betrifft, so unterscheidet sich diese nicht statistisch signifikant von den Nicht-KollagenkonsumentInnen. Es zeigte sich, dass 65,20% der KollagenkonsumentInnen Mischköstler / Omnivoren („Ich esse alles.“) und 34,80% „Nicht-Mischköstler“ sind (siehe Hypothese 1). Weiters behaupteten unter den Kollagennehmenden 76,10% sich häufig ausgewogen und 23,90% sich häufig nicht ausgewogen zu ernähren (siehe Hypothese 2). Eine genauere Betrachtung der einzelnen Lebensmittelgruppen (Fleisch und Wurstwaren, Fisch und Meerestiere, Milch und Milchprodukte, Eier und verarbeitete Eier sowie Hülsenfrüchte) zeigte, dass KollagenkonsumentInnen, durchschnittlich 4-6 Mal pro Woche Fleisch und Wurstwaren, 1 Mal pro Woche Fisch und Meerestiere, 1 Mal täglich Milch und Milchprodukte, 4-6 Mal pro Woche Eier und verarbeitete Eier und 2 Mal pro Monat Hülsenfrüchte verzehren. Die Nicht-KollagenkonsumentInnen gaben an, durchschnittlich 2-3 Mal pro Woche Fleisch und Wurstwaren, 2 Mal pro Monat Fisch und Meerestiere, 1 Mal täglich Milch und Milchprodukte, 2-3 Mal pro Woche Eier und verarbeitete Eier und 2-3 Mal pro Woche Hülsenfrüchte zu essen.

Die Altersspanne der Nicht-KollagenkäuferInnen erstreckt sich von 18 bis 70 Jahren (Alter MW $\pm$ SD: 36,77 $\pm$ 12,51 Jahre). Die größte **Altersgruppe, die kein Kollagen konsumiert**, ist jene zwischen 26-50 Jahren (61,90% der Nicht-KollagenkonsumentInnen, im Vergleich mit 57,10% der KollagenkonsumentInnen, gefolgt von der Altersgruppe unter 25 Jahren (17,10% der Nicht-KollagenkonsumentInnen, verglichen mit 3,60% der KollagenkonsumentInnen). In der Altersgruppe älter als 50 Jahre nehmen 21% der Befragten kein Kollagen, 39,30% der Befragten supplementieren das Protein (siehe Abbildung 10).

Aufgeteilt auf die Geschlechter ergibt dies in der Altersgruppe unter 25 Jahren 19,70% der Frauen und 9,40% der Männer, die kein Kollagen nehmen (31 Frauen und 5 Männer). In der Altersgruppe 26-50 Jahre sind es 63,70% der Frauen und 56,60% der Männer (100 Frauen und 30 Männer). In der Altersgruppe älter als 50 Jahre supplementieren 16,60% der Frauen und 34% der Männer kein Kollagen, das entspricht 26 Frauen und 18 Männern (siehe Abbildung 11 und Abbildung 12).

Der **Familienstand** der Nicht-KollagenkäuferInnen setzt sich wie folgt zusammen: 53,30% sind verheiratet bzw. in einer Lebensgemeinschaft, 41,40% sind ledig, 3,30% geschieden bzw. getrennt lebend und 1,90% verwitwet.

Es leben im Durchschnitt 2 **Personen in einem Haushalt**, die Mehrheit (74%) hat keine **minderjährigen Kinder**. Die **höchste abgeschlossene Ausbildung** unter den NichtkäuferInnen ist ein FH- bzw. Universitätsabschluss (65,20%), gefolgt von einer Reifeprüfung / Matura (23,80%) und einer Lehre bzw. Fachschule (10,50%). Nur 0,50% der Nicht-KollagenkonsumentInnen haben lediglich die Pflichtschule absolviert. Beinahe $\frac{3}{4}$ der Nicht-KollagenkonsumentInnen arbeitet im Gesundheits- bzw. Medizinbereich oder in der Pflege (70,10%), 11,60% arbeiten im Ernährungsbereich bzw. mit Lebens- und Genussmitteln (Gastgewerbe, Handel), 8,40% sind im Bildungswesen (Pädagogik) tätig. 6,70% fühlen sich den Naturwissenschaften, der Mathematik, dem Finanz-, Bankwesen oder der IT zugehörig. 3,20% ordnen sich sonstigen Berufen zu.

Was die Herkunft der Nicht-KollagenkonsumentInnen betrifft, so stammt ca. die Hälfte aus Wien, rund $\frac{1}{4}$ aus Niederösterreich (wie bei den KollagenkonsumentInnen), 6% kommen aus Oberösterreich, 3% aus der Steiermark und 2% aus dem Burgenland. Aus Salzburg, Tirol, Kärnten und Vorarlberg sind insgesamt 3%. 9% der Nicht-KollagenkäuferInnen, die an der Umfrage teilgenommen haben, sind aus dem Ausland (Deutschland, Tschechien, Italien und Frankreich). Daraus schließt sich, dass in etwa 75% der Nicht-KollagenkonsumentInnen (wie bei den KollagenkonsumentInnen) in und um Wien leben, die Mehrheit davon wohnt in der Stadt (**Abbildung 14**).

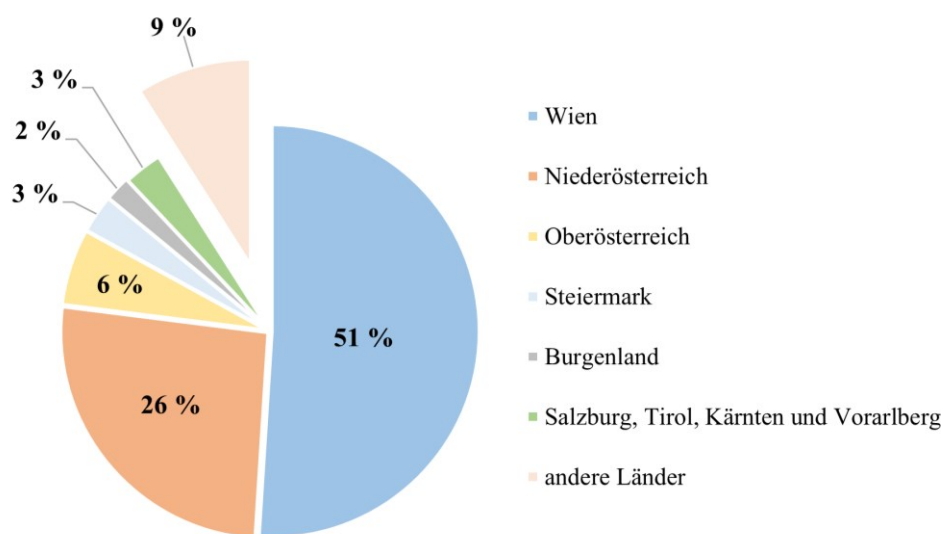


Abbildung 14: Herkunft der Nicht-KollagenkonsumentInnen (n=210)

Nachfolgende Tabelle gibt einen detaillierteren Überblick über die Charakteristika der Stichprobe (**Tabelle 6**).

Tabelle 6: Beschreibung der Stichprobe

Variablen	Kollagen-konsumentInnen (n=28/ 11,76%)	Nicht-Kollagen-konsumentInnen (n=210/ 88,24%)	Gesamtes Untersuchungs-kollektiv (n=238/ 100%)
Geschlecht (n/%)	21 weiblich (75%, 11,80% d. weibl. Gesamtkollektiv) / 7 männlich (25%, 11,76% d. männl. Gesamtkollektiv)	157 weiblich (74,80%, 88,20% d. weibl. Gesamtkollektiv) / 53 männlich (25,20%, 88,33% d. männl. Gesamtkollektiv)	178 weiblich (74,79%)/ 60 männlich (25,21%)
Alter (Jahre): MW±SD	44,11±13,12	36,77±12,51	37,63±12,78
Altersgruppen (%)			
≤25 Jahre	3,60	17,10	15,50
26-50 Jahre	57,10	61,90	61,30
>50 Jahre	39,30	21,00	23,10
BMI (kg/m²): MW±SD	24,82±5,96	24,18±4,31	24,26±4,52
BMI Klassen¹⁶² (%)			
-Untergewicht <18,50 kg/m ²	3,60	4,30	4,20
-Normalgewicht 18,50-24,99 kg/m ²	57,10	57,60	57,60
-Übergewicht/Adipositas >25 kg/m ²	39,30	38,10	38,20
Familienstand (%)			
-verheiratet / Lebensgemeinschaft	57,10	53,30	53,80
-ledig	28,60	41,40	39,90
-geschieden / getrennt lebend	10,70	3,30	4,20
-verwitwet	3,60	1,90	2,10
Haushaltsgröße (MW Anzahl Personen)	2,04	2,26	2,24
Ausbildung (%)			
-FH- / Universitäts-Abschluss	67,90	65,20	65,50
-Reifeprüfung / Matura	17,90	23,80	23,10
-Lehre / Fachschule	14,30	10,50	10,90
-Pflichtschule	0	0,5	0,40
Beruf (%)			
-Gesundheit/Medizin/Pflege			
-Lebens- und Genussmittel/Ernährung (Gastgewerbe, Handel)	64,60 13,80	70,10 11,60	68,30 11,90
-Bildungswesen (Pädagogik)	10,90	8,40	10,60
-Naturwissenschaften/ Mathematik / Finanz-, Bankwesen oder IT	7,10	6,70	5,70
-Sonstige Berufe	3,60	3,20	3,50
Ernährungsweise (%)			
- <i>Mischköstler / Omnivoren („Ich esse alles.“)</i>	65,20	56,80	58,20
- <i>Nicht-Mischköstler</i>	34,80	43,20	41,80
Vegetarisch	6,50	11,20	10,50
Vegan	0	5,00	4,10
Flexitarier	15,30	21,70	20,60
Low Carb	6,50	4,10	4,50
Ketogen	4,30	0	0,70
Sonstiges	2,20	1,20	1,40

¹⁶² WHO, 2000, S. 21.

Im Jahr 2020 betrug der Anteil der Frauen an der österreichischen Gesamtbevölkerung 50,80% und jener der Männer 49,20%.¹⁶³ Der höchste Bildungsabschluss in Österreich setzte sich 2019 wie folgt zusammen: Pflichtschule (17,60%), Lehre (33,38%), berufsbildende mittlere Schule (14,36%), höhere Schule inklusive Kollegs und Abiturientenlehrgänge (16,01%), Hochschule (16,46%) und Akademie (2,19%).¹⁶⁴

Aufgrund der Stichprobengröße, der unterschiedlichen Herkunft der Teilnehmenden (16% der Befragten leben im Ausland), dem hohen Bildungsniveau (65,50% des Gesamtuntersuchungskollektivs besitzt einen FH- / Universitäts-Abschluss) und dem inhomogenen Verhältnis von Frauen (74,79%) und Männern (25,21%), ist die Stichprobe nicht repräsentativ, um Rückschlüsse auf die österreichische Bevölkerung treffen zu können.

4.2. Auswertung allgemeiner Fragestellungen

4.2.1. Wissen um die Wirkung von Kollagen im Körper

Die Eisbrecherfrage zu dem Thema lautete „Haben Sie schon einmal etwas über Kollagen gehört?“. Immerhin hatten rund 70 % (68,90%) schon einmal von dem Protein erfahren, darunter sind 56,70% Frauen und 12,20% Männer. Unter den rund 30% (31,10%), die noch nie etwas von Kollagen gehört hatten, waren 18,10% Frauen und 13% Männer. Auf die Frage, wozu Kollagen im menschlichen Körper benötigt wird, gab die Mehrheit jener Teilnehmenden, die angekreuzt hatten, bereits etwas von Kollagen gehört zu haben, an, dass dies für „elastische und feste Sehnen und Bänder“ (22,90%; 23,40% weiblich und 20,70% männlich) sowie für „starke Knochen und Zähne“ (24,70%; 26,30% weiblich und 17,20% männlich) benötigt wird, gefolgt von „für straffe und strahlende Haut“ (18,70%; 19,00% weiblich und 17,20% männlich) und für „stabile Bandscheiben, Gelenke und Knorpel“ (18,70%; 17,50% weiblich und 24,10% männlich). Für 11,40% der Befragten ist Kollagen „für einen stabilen Glaskörper des Auges“ wichtig (10,20% weiblich und 17,20% männlich) und für 3,60% trägt das Protein „zur Struktur und Halt der Blutgefäße und der Skelettmuskulatur“ bei

¹⁶³ Statistik Austria, 2020.

¹⁶⁴ Statistik Austria, 2019.

(3,60% weiblich und 3,40% männlich). Zwischen den Geschlechtern und in den jeweiligen Altersgruppen konnte ein gutes Ergebnis erzielt werden, sodass bei dieser Frage angenommen werden konnte, dass die Befragten wissen, welche Aufgabe Kollagen im Körper hat (**Abbildung 15**).

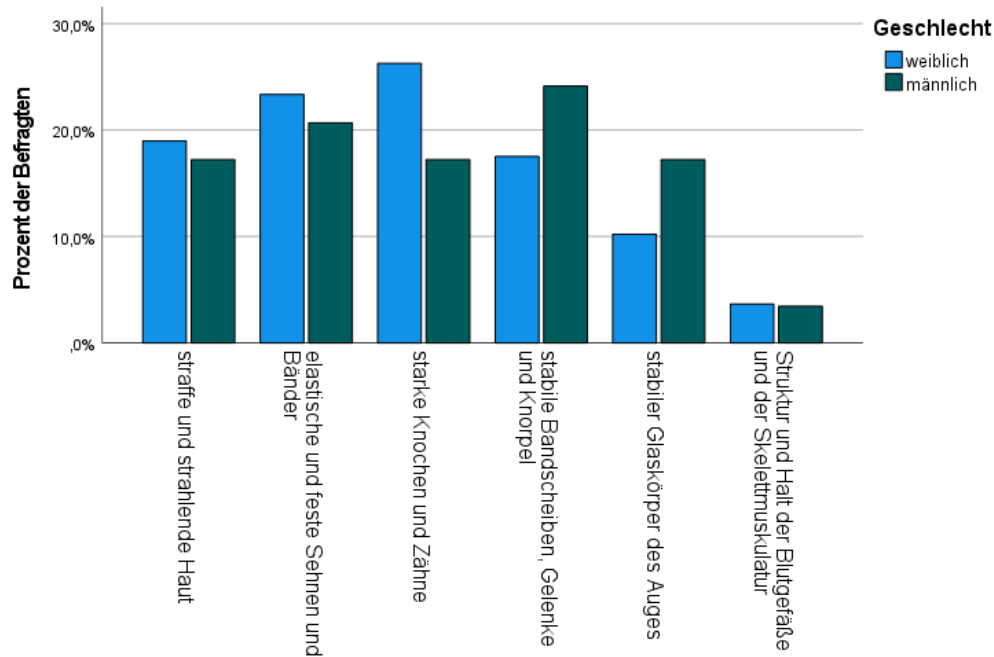


Abbildung 15: Aufgaben von Kollagen laut Teilnehmenden nach Geschlecht
($n_{\text{weiblich}}=137$, $n_{\text{männlich}}=29$, $n_{\text{gesamt}}=166$)

4.2.2. Wissen um das Vorkommen von Kollagen in Nahrungsmitteln

Die Ansicht, dass die Befragten wissen, welche Aufgabe Kollagen im Körper hat, wurde allerdings wieder revidiert, als nach den Lebensmitteln gefragt wurde, in welchen Kollagen vorkommt. Denn nur 1,20% der Teilnehmenden, davon mit 1,50% ausschließlich Frauen, gemessen nach Geschlecht, gab an, dass Kollagen in „Rind-, Schweine- und Hühnerfleisch (vorwiegend in deren Haut und Knochen bzw. im Knorpelgewebe)“ enthalten ist. 24,70% sind der Meinung, dass sich dieses „in Obst und Gemüse“ vorfindet (24,80% weiblich und 24,10% männlich), 41,60% glauben, dass es „in Milch- und Milchprodukten“ anzutreffen ist (43,80% weiblich und 31% männlich). Weitere Antworten waren „in Hülsenfrüchten und deren Erzeugnissen“ (19,90%; 17,50% weiblich und 31% männlich), „in Vollkornprodukten“ (10,20%; 10,20%

weiblich und 10,30% männlich) und „in Eiern“ (2,40%; 2,20% weiblich und 3,40% männlich). Niemand ist von dem Vorkommen von Kollagen in „Fisch und Meerestieren (in Haut, Knochen, Flossen und Schuppen)“ überzeugt. Die Fragestellung bezog sich auf das natürliche Vorkommen von Kollagen und nicht in zugesetzter Form (wie in vielen Protein Shakes). Außerdem ging es um das Protein an sich und nicht um seine Bestandteile, also die einzelnen Aminosäuren, die natürlich auch in Obst und Gemüse beinhaltet sind (**Abbildung 16**).

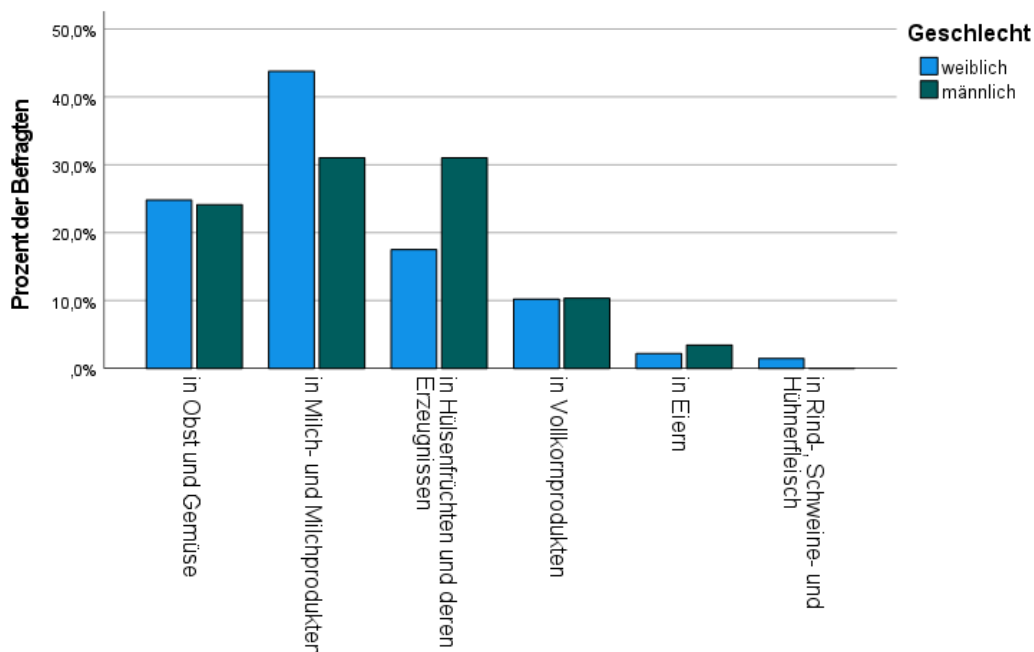


Abbildung 16: Vorkommen von Kollagen in Lebensmitteln laut Teilnehmenden nach Geschlecht (n_{weiblich} =137, n_{männlich} =29, n_{gesamt}=166)

Daraus lässt sich schließen, dass es weiterer Aufklärung in der Bevölkerung über die Bedeutung von Proteinen für den menschlichen Körper, deren Arten und Vorkommen in Lebensmitteln bedarf, um langfristig einen wichtigen Beitrag für die Gesundheit zu leisten.

4.2.3. Das Konsumverhalten der KollagenkonsumentInnen

4.2.3.1. Motive für die Einnahme bzw. den Kauf von Kollagensupplementen

Als Motive für die Einnahme bzw. den Kauf von Kollagensupplementen wurden von den 28 KollagenkonsumentInnen (21 Frauen und 7 Männer) hauptsächlich der **Nutzen bzw. die Effekte auf die Gesundheit** angegeben (siehe Hypothese 5), dass diese „zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ (25%), „zur Verbesserung der allgemeinen Fitness“ (15,50%), „zur schnelleren Regeneration des Körpers (Recovery)“, „für ein ebenmäßigeres Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)“, „zur Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität“, „zur Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung“ (zu je 9,40%), Anwendung finden. Die „Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit“ und die „Vorbeugung von Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund““) zählen für 6,30% der KollagenkäuferInnen. Für jeweils 3,10% der ausschließlich weiblichen Konsumenten sind die „Gewichtsabnahme“, die „Verbesserung des Bindegewebes und die Reduktion von Cellulite“ sowie die Einnahme als „high protein bzw. low carb Drink/ Snack“ am wichtigsten (siehe Hypothese 5, Abbildung 43).

Für Frauen sind die 3 **wichtigsten Motive für die Gesundheit**, „die Steigerung und der Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ (23,70%), „die Verbesserung der allgemeinen Fitness“ und „die Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung“ (beide Werte je 14,30%), gefolgt von „die schnellere Regeneration des Körpers (Recovery)“, „für ein ebenmäßigeres Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)“ als auch „die Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität“ (jeweils mit 9,50%). Die Motive „Gewichtsabnahme“, die „Verbesserung des Bindegewebes und die Reduktion von Cellulite“, die „Vorbeugung von Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund““) sowie die Einnahme als „high protein bzw. low carb Drink / Snack“ zählen jeweils zu 4,80% (siehe Hypothese 5, Abbildung 44).

Die wichtigsten Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern sind „die Steigerung und der Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ als auch „die Verbesserung der allgemeinen Fitness“ (mit je 28,55%), „die schnellere Regeneration des Körpers (Recovery)“, „für ein ebenmäßigeres Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)“ sowie „zur Vorbeugung von Osteoarthritis“ werden als gleich relevant betrachtet (jeweils mit 14,30%). Daraus ist ersichtlich, dass für Männer nicht nur die Muskelmasse und Fitness wichtig sind, sondern auch das Hautbild und die Gesundheit (Osteoarthritis) immer mehr an Stellenwert gewinnen (siehe Hypothese 5, Abbildung 45).

Was die Altersgruppen betrifft, so ist es interessant zu beobachten, dass die Kollageneinnahme bei Frauen erst mit 26 Jahren stattfindet, das bedeutet, es gibt keine Gruppe unter 25 Jahren und somit auch keine Angaben dazu. Wohingegen bei den Männern alle 3 Gruppen vertreten sind.

In der Gruppe der 26-50-jährigen Frauen sind die 3 wichtigsten Motive „zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ (33,30%), „die Verbesserung der Fitness“ (25%) und „die Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung“ (16,80%). Zudem zählt für diese Altersgruppe die „Gewichtsabnahme“, die „Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität“ sowie die Einnahme als „high protein bzw. low carb Drink / Snack“ jeweils zu 8,30%. In der Gruppe der über 50-jährigen Frauen sind die beiden Hauptmotive „die schnellere Regeneration des Körpers (Recovery)“ und „die Verbesserung des Hautbildes“ beide mit jeweils 22,25%. Die Motive „zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“, „zur Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität“, „zur Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung“, „zur Verbesserung des Bindegewebes und zur Reduktion von Cellulite“ als auch „zur Vorbeugung von Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund““)“ sind jeweils 11,10% der Frauen in der Altersgruppe ab 51 Jahren wichtig (**Abbildung 17**).

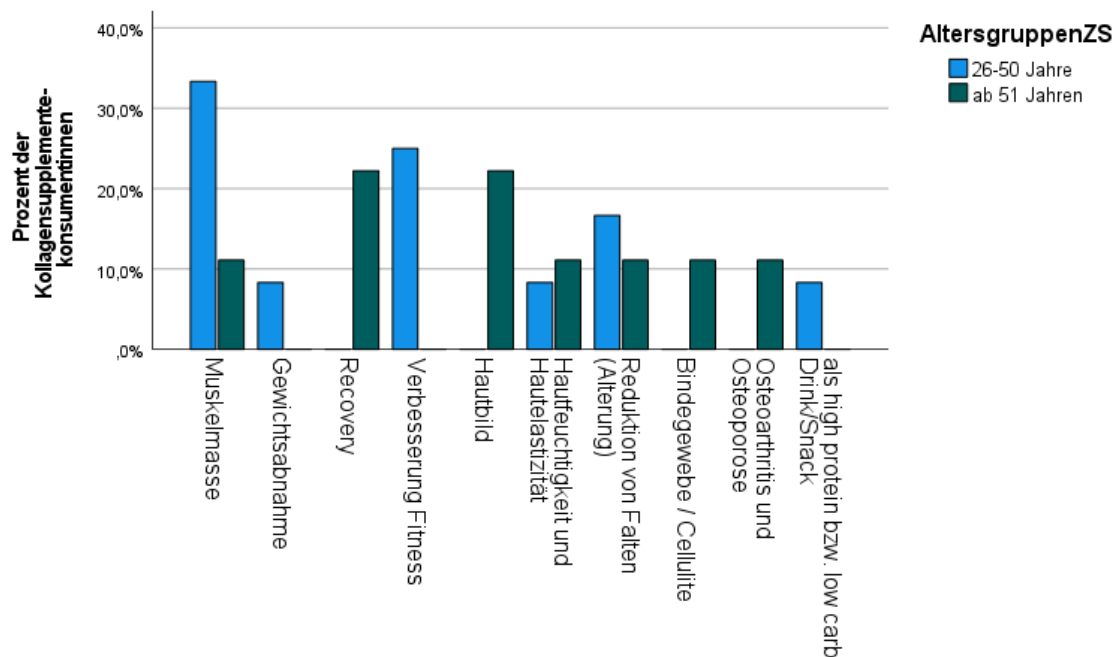


Abbildung 17: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen (n_{26-50Jahre}=12, n_{ab51Jahren}=9, n_{gesamt}=21)

In der Gruppe der Männer bis 25 Jahre ist der wichtigste Beweggrund „die Verbesserung der Fitness“ (100%). Zwischen 26 und 50 Jahren zählen „die Muskelmasse“, „Recovery“, „die Verbesserung der Fitness“ und die „Osteoarthritis und Osteoporose“ gleichermaßen zu je 25%. Im Alter, ab 51 Jahren, sind die beiden Hauptmotive „die Muskelmasse“ und „das Hautbild“, mit je 50% (**Abbildung 18**).

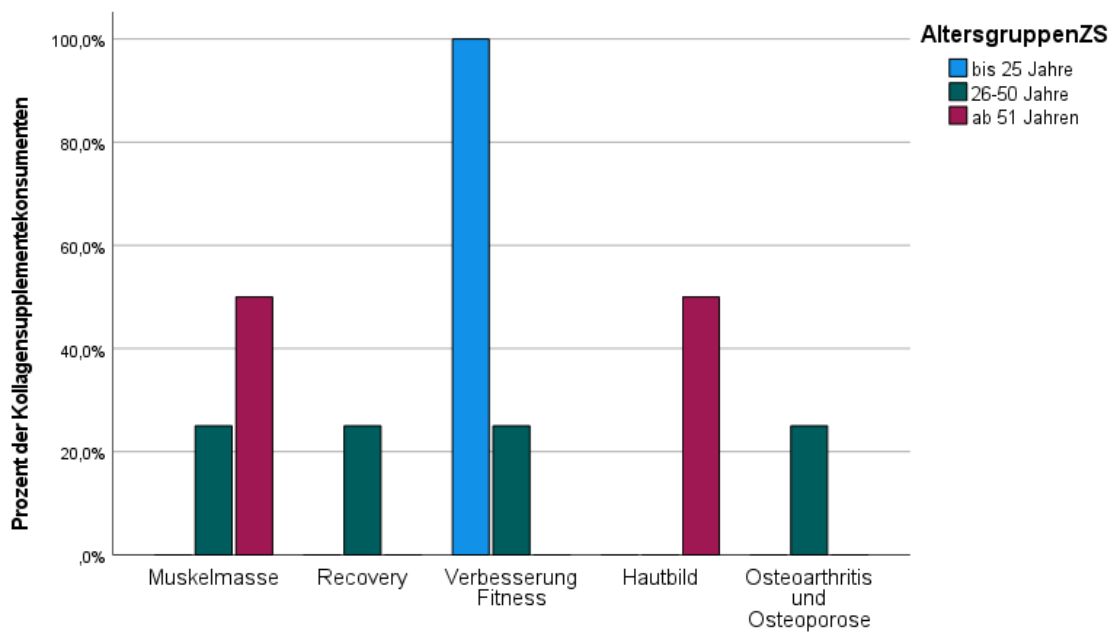


Abbildung 18: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern nach Altersgruppen ($n_{\text{bis25Jahre}}=1$, $n_{\text{26-50Jahre}}=4$, $n_{\text{ab51Jahren}}=2$, $n_{\text{gesamt}}=7$)

Abgesehen vom „gesundheitlichen Nutzen (Muskelmasse, Kraft, Ausdauer, Leistung, Gewichtsabnahme, etc.)“ (45,50% der KollagenkonsumentInnen) sind auch die Motive „gute Produkteigenschaften (z.B.: Löslichkeit des Proteins, geringeres Ausflocken, etc.)“ (15,20%), „günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen“ (15,20%) und „hoher / höherer Proteingehalt bzw. sehr gute Proteinzusammensetzung verglichen mit Lebensmitteln“ (12,10%) Gründe für den Kauf der Kollagensupplemente. Weitere Faktoren, Kollagensupplemente zu kaufen sind „ein niedriger Zucker- bzw. Kohlenhydratanteil“ (6%), „ein niedriger Fettanteil“ (3%) und dass das Produkt „laktosearm / laktosefrei“ (3%) ist (**Abbildung 19**).

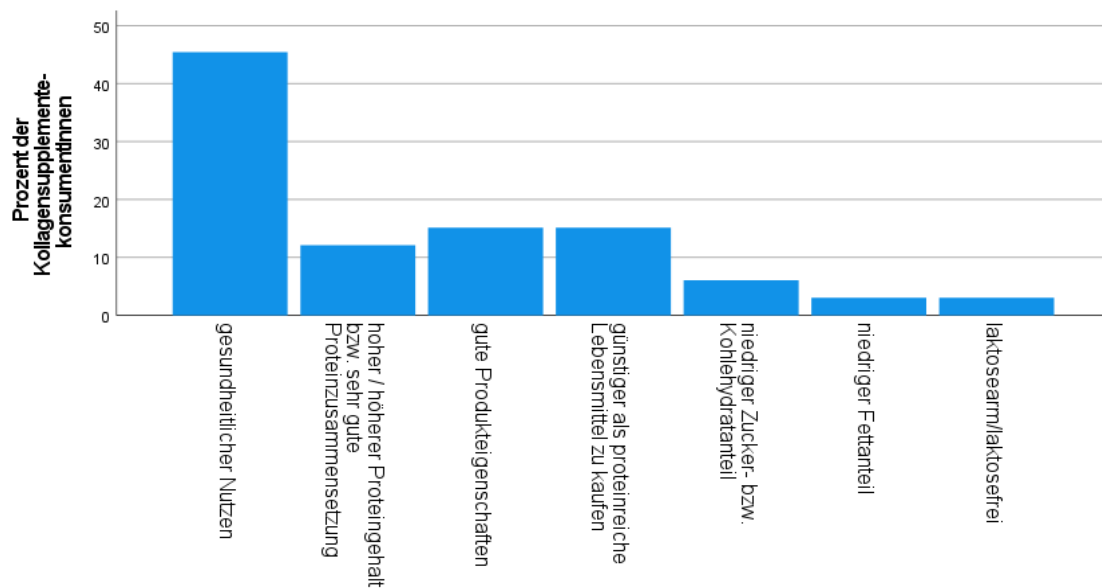


Abbildung 19: Weitere Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen (n=28)

Unter den Frauen ist der „gesundheitliche Nutzen (Muskelmasse, Kraft, Ausdauer, Leistung, Gewichtsabnahme, etc.)“ am wichtigsten mit 47,60%, im Vergleich zu den Männern mit 42,90%. Die „guten Produkteigenschaften (z.B.: Löslichkeit des Proteins, geringeres Ausflocken, etc.)“ sind für 14,30% der Frauen und Männer gleichermaßen wichtig. Das Motiv „hoher / höherer Proteingehalt bzw. sehr gute Proteinzusammensetzung“ ist mit 14,30% nur unter den Frauen vertreten. Das Preis-Leistungs-Verhältnis „günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen“ ist für Männer wichtiger als für Frauen mit 28,60% für Männer und 9,50% für Frauen. „Der niedrige Zucker- bzw. Kohlenhydratanteil“ ist mit 9,50% ebenso wie „der niedrige Fettanteil“ mit 4,80% nur für die Frauen relevant und dass das Produkt „laktosearm / laktosefrei“ ist mit 14,30% wiederum nur für die Männer von Bedeutung (**Abbildung 20**).

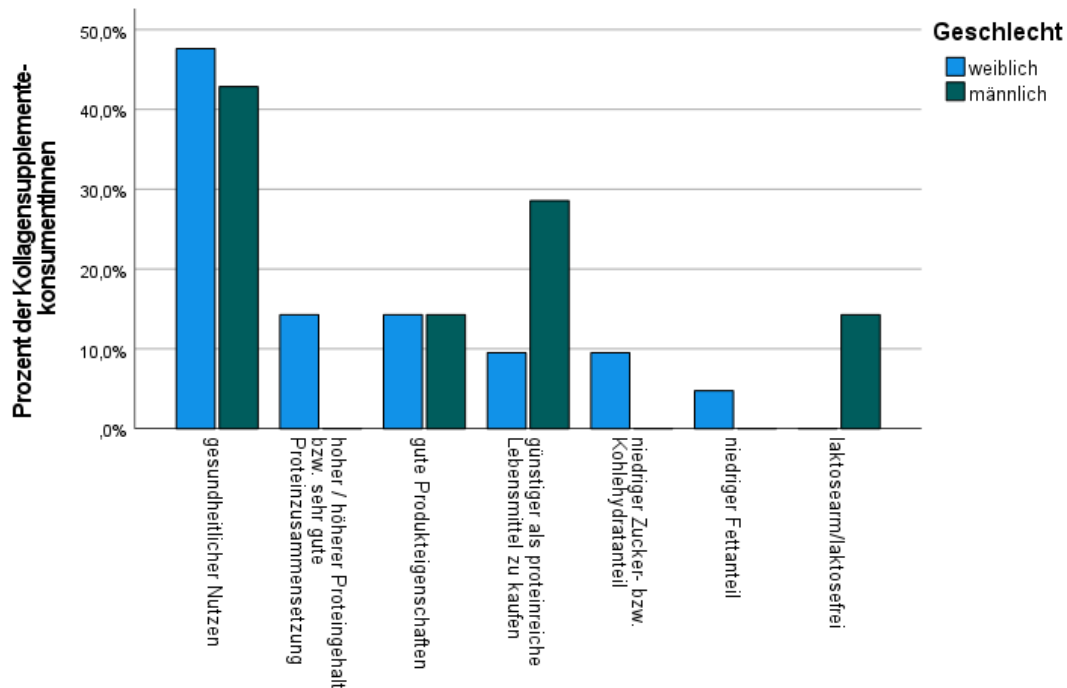


Abbildung 20: Weitere Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen nach Geschlecht (n_{weiblich}=21; n_{männlich}=7, n_{gesamt}=28)

Abschließend sollten noch die Beweggründe nach Geschlecht, aufgeteilt auf die Altersgruppen, betrachtet werden. Es zeigte sich, dass für die mittlere Altersgruppe der Frauen bis 50 Jahre, neben dem „gesundheitlichen Nutzen“ mit 66,70%, „der hohe Proteingehalt bzw. die Proteinzusammensetzung“ und „die guten Produkteigenschaften“ (jeweils zu 16,70%) am bedeutsamsten sind. Bei den Frauen älter als 50 Jahre zählen am meisten die Gründe „günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen“ und „niedriger Zucker- bzw. Kohlenhydratanteil“, die genauso wichtig sind wie der „gesundheitliche Nutzen“ (jeweils zu 22,20%). „Der hohe Proteingehalt bzw. die Proteinzusammensetzung“, „die guten Produkteigenschaften“ sowie „der niedrige Fettanteil“ machen jeweils 11,10% aus (**Abbildung 21**).

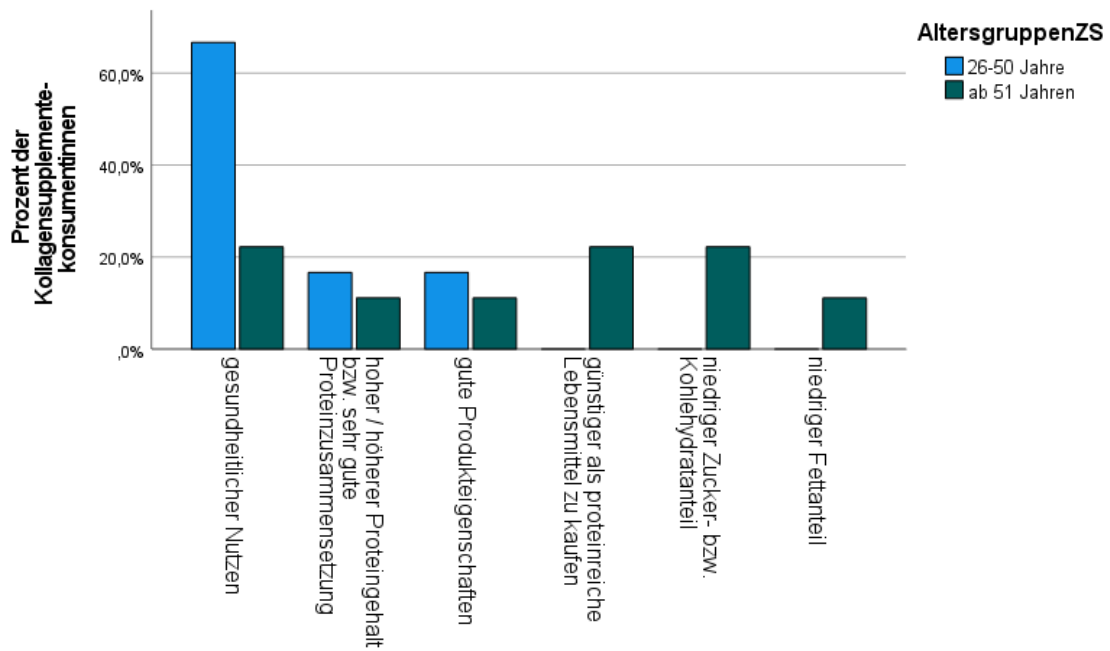


Abbildung 21: Weitere Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen (n_{bis25Jahre}=12, n_{ab51Jahren}=9 n_{gesamt}=21)

Die wichtigsten Beweggründe bei den Männern in der Altersgruppe bis 25 Jahre sind die „guten Produkteigenschaften“ mit 100%. Für die Altersgruppe 26-50 Jahre zählen am meisten „günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen“ (50%) und der „gesundheitlichen Nutzen“ sowie „laktosearm bzw. laktosefrei“ mit jeweils 25%. Interessant ist, dass für die Herren ab 51 Jahren 100% für den „gesundheitlichen Nutzen“ gestimmt haben, der bekanntlich unter den Frauen nur in der mittleren Altersgruppe (bis 50 Jahre) gewählt wurde (**Abbildung 22**).

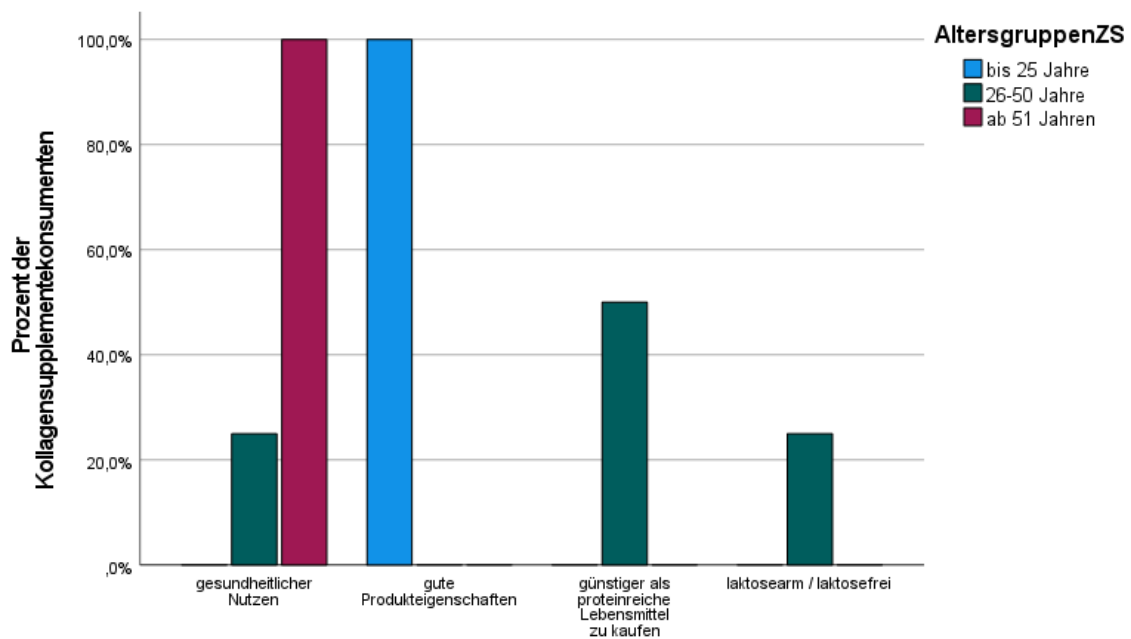


Abbildung 22: Weitere Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern nach Altersgruppen ($n_{\text{bis25Jahre}}=1$, $n_{\text{26-50Jahre}}=4$, $n_{\text{ab51Jahren}}=2$, $n_{\text{gesamt}}=7$)

4.2.3.2. Subjektive Effekte durch die Einnahme von Kollagensupplementen

Als nächster Punkt sollte untersucht werden, welche Angaben die KonsumentInnen über mögliche **Effekte durch die Kollageneinnahme auf die Gesundheit** getätigt haben. Diese Antworten beruhten auf den subjektiven Beobachtungen der Teilnehmenden und wiesen weder nach Geschlecht noch in den jeweiligen Altersgruppen statistische Signifikanz auf. Die wichtigsten gesundheitlichen Effekte, die sich angeblich durch die Kollagensupplementation bemerkbar gemacht haben, waren „Verbesserung der Muskulatur, Kraft, Ausdauer und körperlichen Leistungsfähigkeit“ (60,70%; 52,40% weiblich und 85,70% männlich), „Verbesserung der Regeneration des Körpers“ (21,40%; 23,80% weiblich und 14,30% männlich), „Gewichtsabnahme / Verbesserung der Körperzusammensetzung (Aufbau von Muskelmasse bei gleichzeitigem Abbau von Fettmasse)“ (10,70%; nur weiblich) sowie „Verbesserung des Hautbildes“ und

„Verbesserung des Bindegewebes und Reduktion von Cellulite“ zu jeweils 3,60%, aber nur bei Frauen (**Abbildung 23**).

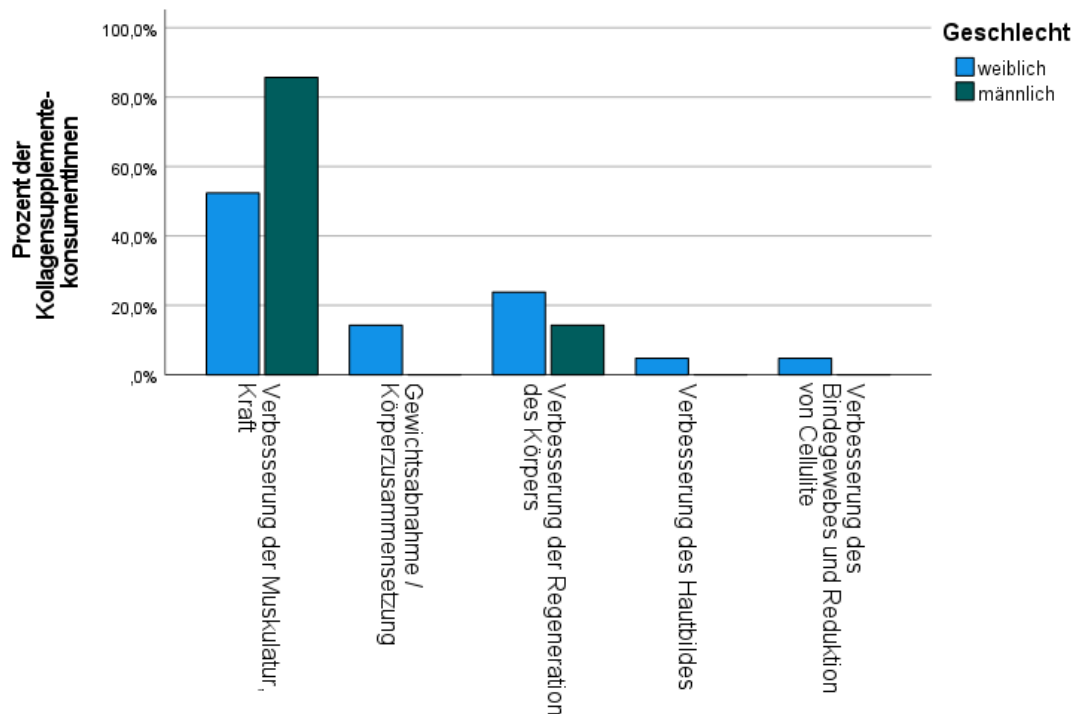


Abbildung 23: Subjektive Effekte durch die Einnahme von Kollagensupplementen nach Geschlecht (n_{weiblich}=21; n_{männlich}=7, n_{gesamt}=28)

Eine Betrachtung in den verschiedenen Altersgruppen der Frauen zeigte, dass 55,60% der älteren Frauen ab 51 Jahren, als auch 50% der 25-50-jährigen Frauen eine „Verbesserung der Muskulatur, Kraft, Ausdauer und körperlichen Leistungsfähigkeit“ wahrgenommen hätten. Weiters gab die Altersgruppe ab 51 Jahren an, dass es zu einer „Verbesserung der Regeneration des Körpers“ (22,20%), zu einer „Verbesserung des Bindegewebes und der Reduktion von Cellulite“ (11,10%) sowie „zur Gewichtsabnahme bzw. Verbesserung der Körperzusammensetzung (Aufbau von Muskelmasse bei gleichzeitigem Abbau von Fettmasse)“ (11,10%) gekommen sei. Die Effekte in der Gruppe der 25-50-jährigen Frauen betrafen neben der „Verbesserung der Muskulatur, Kraft, Ausdauer und körperlichen Leistungsfähigkeit“ mit den bereits erwähnten 50%, überwiegend „die Verbesserung der Regeneration des Körpers“ (25%), „die Gewichtsabnahme / Körperzusammensetzung“ (16,70%) und „die Verbesserung des Hautbildes“ mit 8,30% (**Abbildung 24**).

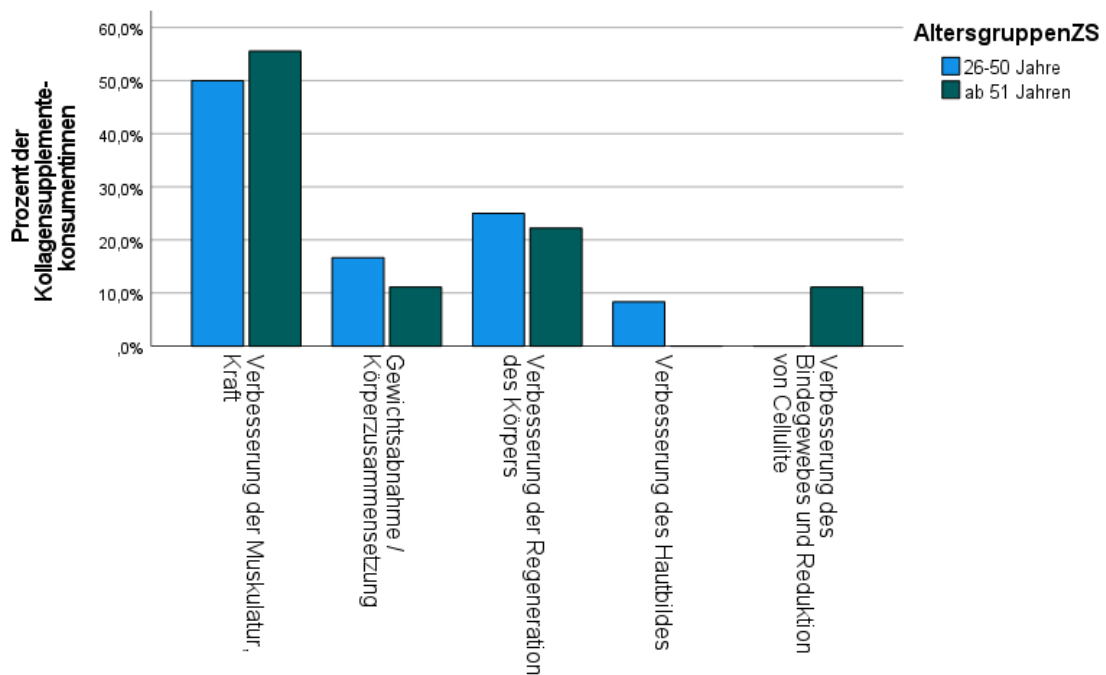


Abbildung 24: Subjektive Effekte durch die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen (n_{26-50Jahre}=12, n_{ab51Jahren}=9, n_{gesamt}=21)

Bei den subjektiven Verbesserungen auf das Hautbild wurde in der weiblichen Altersgruppe von 26-50 Jahren im Fragebogen angekreuzt, dass es zu einer „Verringerung der Porengröße“ (50%), „einer Verbesserung des Teints (sanft, glatt, eben, frisch, rosig)“ (25%) sowie „zu einer Reduktion der Talg- / Fettproduktion“ (25%) gekommen sei. In der Altersgruppe ab 51 Jahren meinten die Frauen, dass sich hauptsächlich „die Elastizität und Widerstandsfähigkeit der Haut“ (40%) und „die Hautfeuchtigkeit im Gesicht“ (20%) verbessert habe und es zu „einer Reduktion von sichtbaren Äderchen“ (20%) gekommen sei. Außerdem nannten 20% der über 51-jährigen Frauen auch eine „Verringerung der Porengröße“ beobachtet zu haben (Abbildung 25).

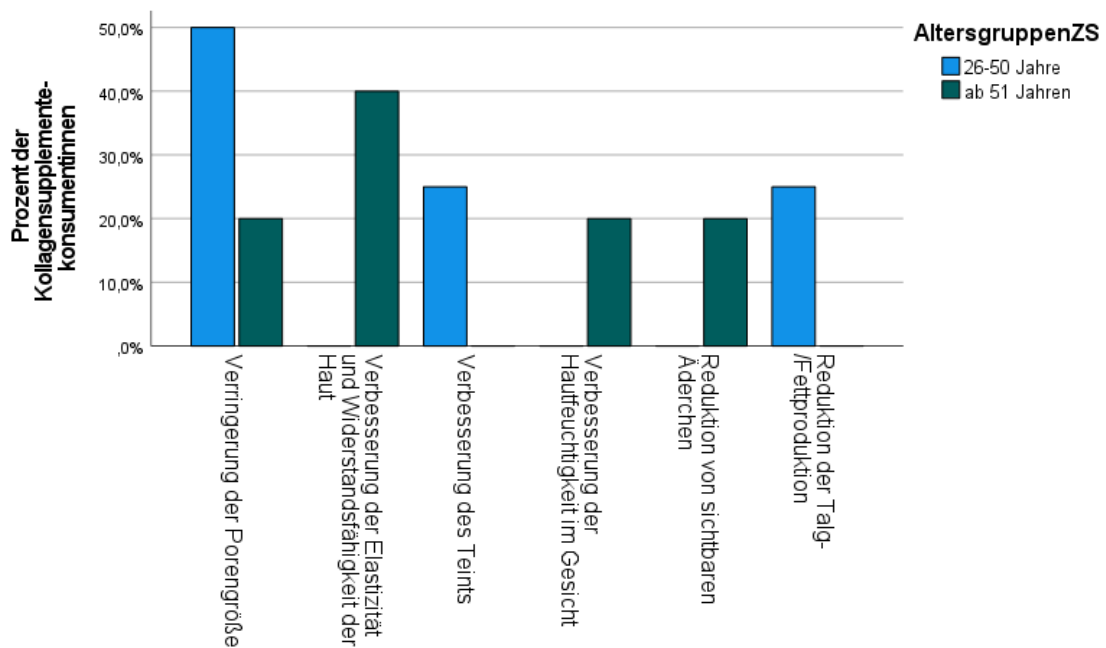


Abbildung 25: Subjektive Effekte auf das Hautbild durch die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen ($n_{26-50\text{Jahre}}=4$, $n_{ab51\text{Jahren}}=5$, $n_{\text{gesamt}}=9$)

In den verschiedenen Altersgruppen der Männer zeigten sich nur 2 potenzielle Effekte durch die Kollageneinnahme, welche die Fragebogenteilnehmer subjektiv angegeben hatten. Zum einen eine „Verbesserung der Muskulatur, Kraft, Ausdauer und körperlichen Leistungsfähigkeit“ bei den 26-50-Jährigen und den ab 51-Jährigen (mit je 100%) sowie eine „Verbesserung der Regeneration des Körpers“ (100%) bei den unter-25-jährigen Männern (**Abbildung 26**).

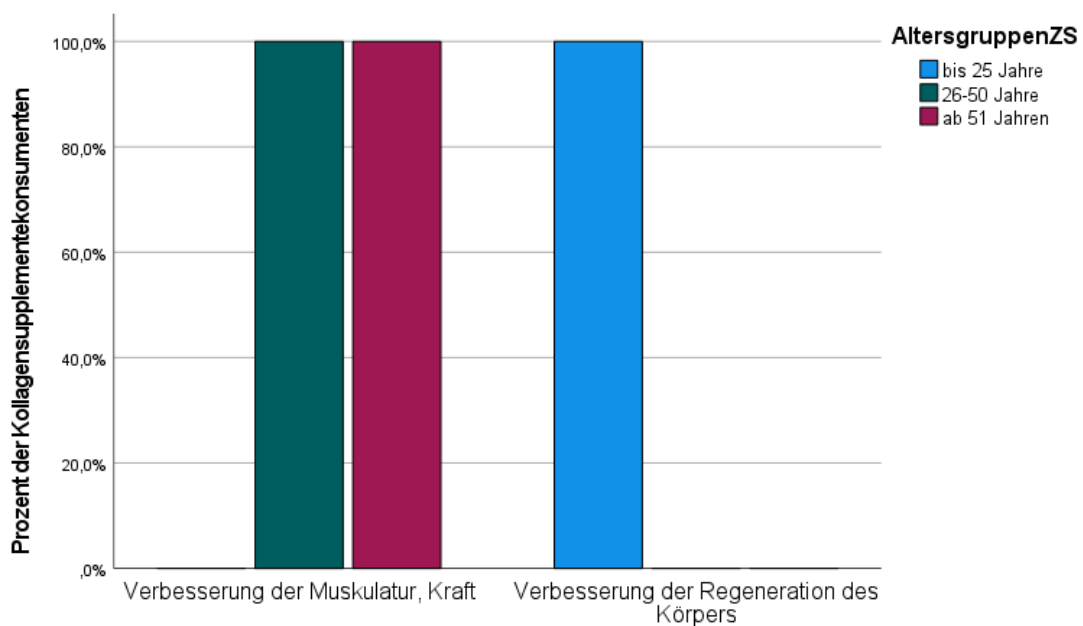


Abbildung 26: Subjektive Effekte durch die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern nach Altersgruppen ($n_{\text{bis25Jahre}}=1$, $n_{\text{26-50Jahre}}=4$, $n_{\text{ab51Jahren}}=2$, $n_{\text{gesamt}}=7$)

Auf genauere Nachfrage, was sich bei der Muskulatur bzw. bei der Kraft verbessert habe, wurde von Frauen vor allem der „Aufbau bzw. Erhalt der Muskelmasse / Kraftaufbau“ sowie die „Verbesserung der allgemeinen Fitness“ angekreuzt. Männer haben hingegen neben „Aufbau bzw. Erhalt der Muskelmasse / Kraftaufbau“ eine „Verbesserung der Kondition und Ausdauer beim Sport“ wahrgenommen. Sowohl die Ergebnisse in den verschiedenen Altersgruppen der Männer als auch die Betrachtung der Muskulatur nach Geschlecht waren nicht statistisch signifikant. Darüber hinaus hatte sich im Fragebogen jedoch niemand zu dem potenziellen Effekt „Reduktion von Knochen- und Gelenkschmerzen“ geäußert.

4.2.3.3. Konsumverhalten von Kollagensupplementen

35,70% der KollagenkäuferInnen haben angekreuzt, dass sie Kollagensupplemente „1 Mal täglich“ einnehmen (33,30% der Frauen und 42,90% der Männer), je 10,70% supplementieren diese entweder „2-3 Mal pro Woche“ (9,50% der Frauen und 14,30% der Männer), „2-3 Mal pro Monat“ (nur Frauen mit 14,30% gemessen nach Geschlecht) oder „1 Mal pro Monat“ (4,80% der Frauen und 28,60% der Männer). „4-6 Mal pro Woche“ bzw. „1 Mal pro Woche“ trifft auf je 3,6% zu (nur Frauen mit

14,30% gemessen nach Geschlecht). 25% wählten „Sonstiges“ (28,60% der Frauen und 14,30% der Männer), jedoch ohne Eingabe der genauen Häufigkeit (**Abbildung 27**).

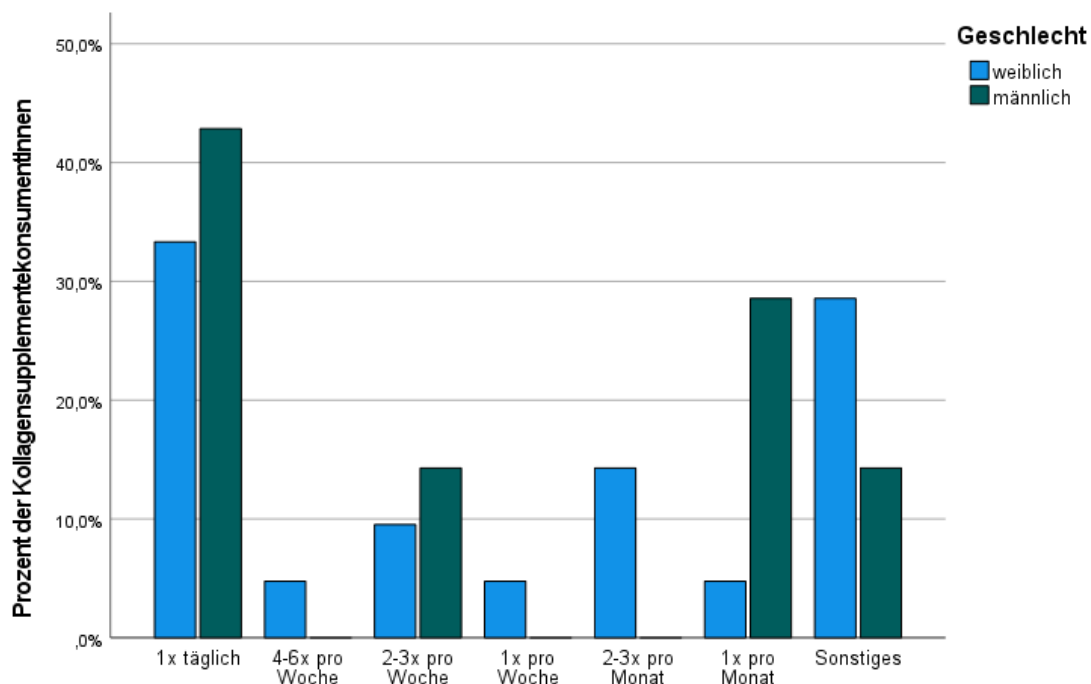


Abbildung 27: Häufigkeit der Einnahme von Kollagensupplementen nach Geschlecht (n_{weiblich}=21; n_{männlich}=7, n_{gesamt}=28)

25% der KonsumentInnen gaben zudem an, Sport zu betreiben und die Supplemente sowohl vor (42,90%), während (14,20%) als auch nach dem Training (42,90%) einzunehmen.

Die Kollagensupplemente werden vorwiegend als „Pulver“ (71,40%; 66,70% der Frauen und 85,70% der Männer) oder in Form von „Tabletten / Pillen / Kapseln“ (28,60%; 33,30% der Frauen und 14,30% der Männer) eingenommen (**Abbildung 28**). In dieser Form werden von Frauen im Durchschnitt 10 Gramm pro Portion und von Männern 15 Gramm pro Portion verzehrt, wobei in den meisten Fällen der Produkte 10-15 Gramm Kollagen pro Tag empfohlen werden (siehe Tabelle 5 „Dosierung von Kollagensupplementen“).

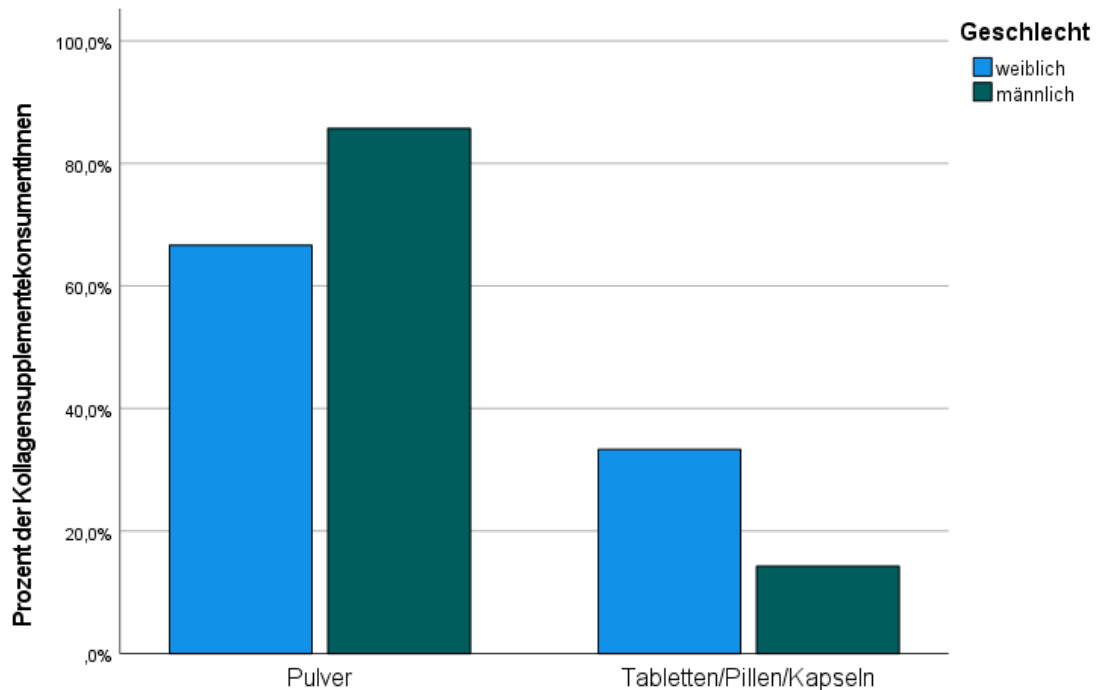


Abbildung 28: Einnahmeform der Kollagensupplemente nach Geschlecht
 (n_{weiblich}=21; n_{männlich}=7, n_{gesamt}=28)

Bevorzugte Marken sind hierbei vor allem all in® (92,90%; 95,20% weiblich und 85,70% männlich) und BioTechUSA™ (7,10%; 4,80% weiblich und 14,30% männlich). Außerdem gaben die Befragten an, zusätzlich noch sonstige Kollagensupplemente-Marken (4,30%) einzunehmen: „Abtei“, „Alpha Foods“, „Apomedica“, „Avy & Dan“, „Edubily“, „Forever Marine Collagen“, „Gaia Naturelle“, „Nutralite™“, „Primalife“, „Sun“, „Vabo-N“, „Wehle Sports“ und „Ypsi“ erwähnt. Wobei „Edubily“ zu 0,70% konsumiert wird und alle anderen jeweils zu 0,30% supplementiert werden (**Abbildung 29**).

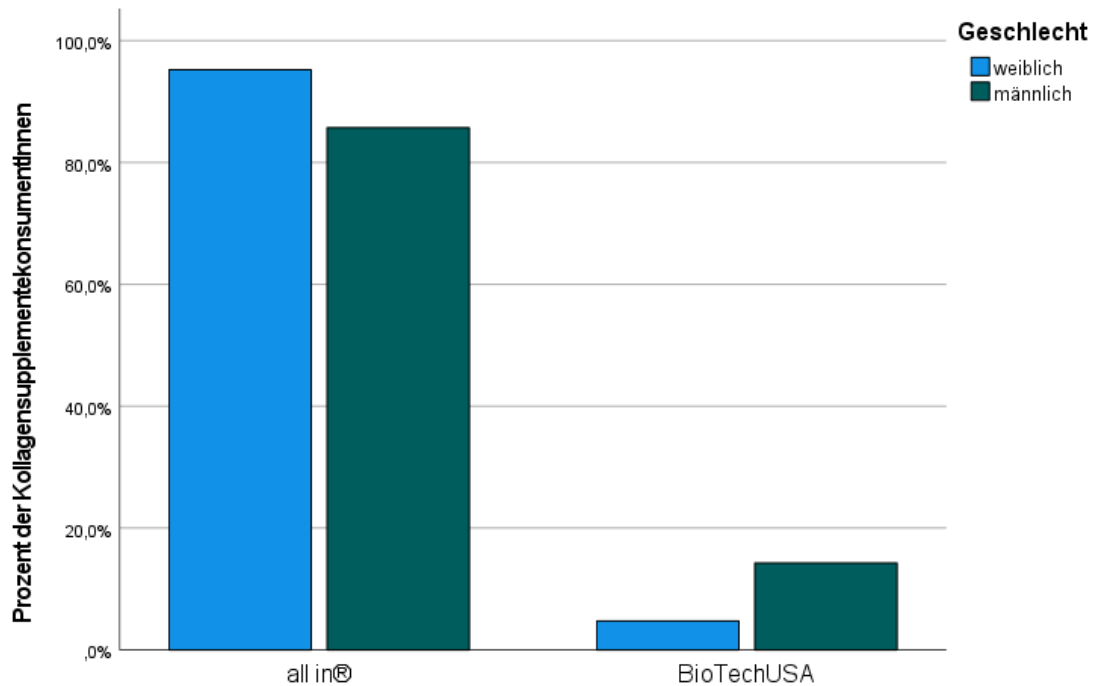


Abbildung 29: Bevorzugte Marken von Kollagensupplementen nach Geschlecht
($n_{\text{weiblich}}=21$; $n_{\text{männlich}}=7$, $n_{\text{gesamt}}=28$)

Aufmerksam wurden die KonsumentInnen auf Kollagen hauptsächlich „über einen Nahrungsergänzungsmittelshop / ein Sportfachgeschäft“ (46,40%) oder „über eine Apotheke“ (42,90%). Nur einzelne KäuferInnen lernten Kollagen „über ein Drogeriegeschäft (DM, Müller, Bipa)“ (7,10%) oder „über eine Suchmaschinen-Suche“ (3,60%) kennen.

Gekauft werden diese Kollagenprodukte ebenfalls hauptsächlich „im Nahrungsergänzungsmittelshop bzw. im Sportfachgeschäft“ (75%; 66,70% weiblich und 100% männlich) oder „in der Apotheke“ (25%; mit 33,30% der Frauen, gemessen nach Geschlecht). Wobei jene Personen, die in der Apotheke ihre Supplemente beziehen, ausschließlich Frauen sind (**Abbildung 30**). Die KonsumentInnen geben pro Packung durchschnittlich 20 Euro aus, wobei Frauen 21 Euro und Männer im Schnitt 27 Euro ausgeben. In der Gruppe ab 51 Jahren geben sowohl Frauen als auch Männer nur noch um die 17 Euro pro Packung aus. In einer Packung befinden sich durchschnittlich 30 Portionen. Die monatlichen Ausgaben betragen rund 30 Euro, auch hier sind die Männer wieder mit 26 Euro großzügiger als die Frauen, die nur 10 Euro pro Monat

ausgeben. Dies entspricht wiederum jenem Preis, den beide Geschlechter ab einem Alter von 51 Jahren in Kollagenprodukte investieren.

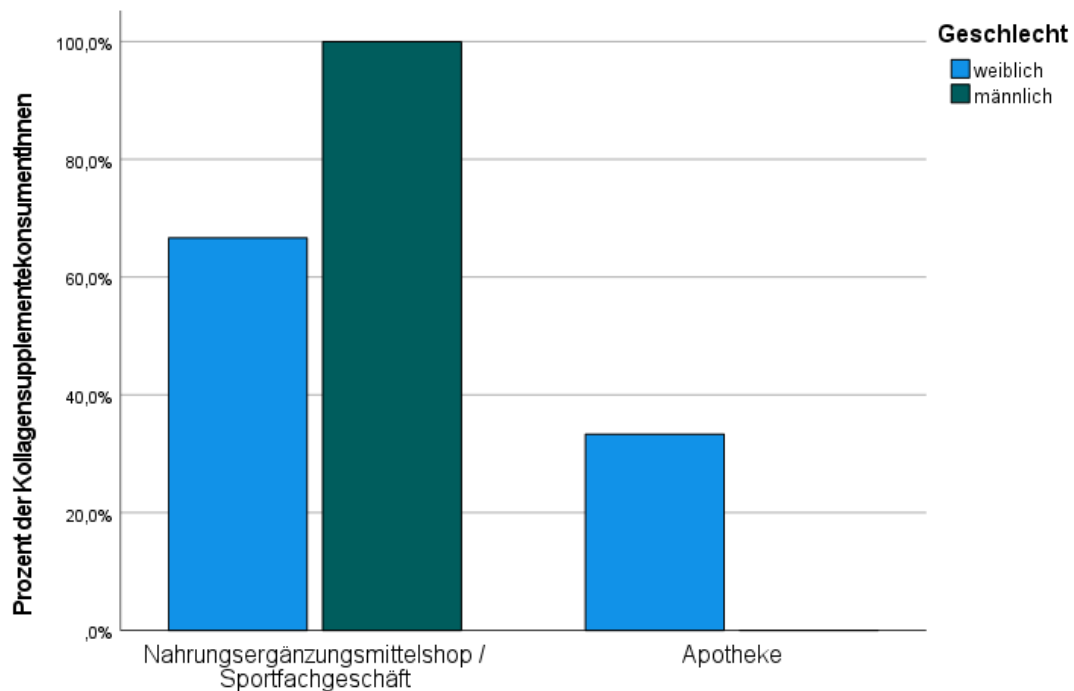


Abbildung 30: Bevorzugter Kaufort der Kollagensupplemente nach Geschlecht
($n_{\text{weiblich}}=21$; $n_{\text{männlich}}=7$, $n_{\text{gesamt}}=28$)

4.2.3.4. Konsumverhalten anderer Proteinsupplemente

Bei der Umfrage sollte auch eruiert werden, ob die Teilnehmenden neben Kollagensupplementen noch andere Proteine supplementieren und in weiterer Folge nach dem Beweggrund gefragt werden. 78,60% der Befragten gaben an, dass sie nur „Kollagen / Kollagenhydrolysat / Kollagenpeptid“ einnehmen (81% weiblich und 71,40% männlich). 10,70% nehmen zusätzlich zu Kollagen noch „Milchprotein (Konzentrat, Isolat, Hydrolysat)“ (9,50% weiblich und 14,30% männlich), „Kasein / Casein“ (7,10%; nur Frauen mit 9,50%, gemessen nach Geschlecht) oder „Eiklarprotein / Eiprotein / Ovalbumin“ (3,60%), nur bei Männern mit 14,30%, gemessen nach Geschlecht (**Abbildung 31**).

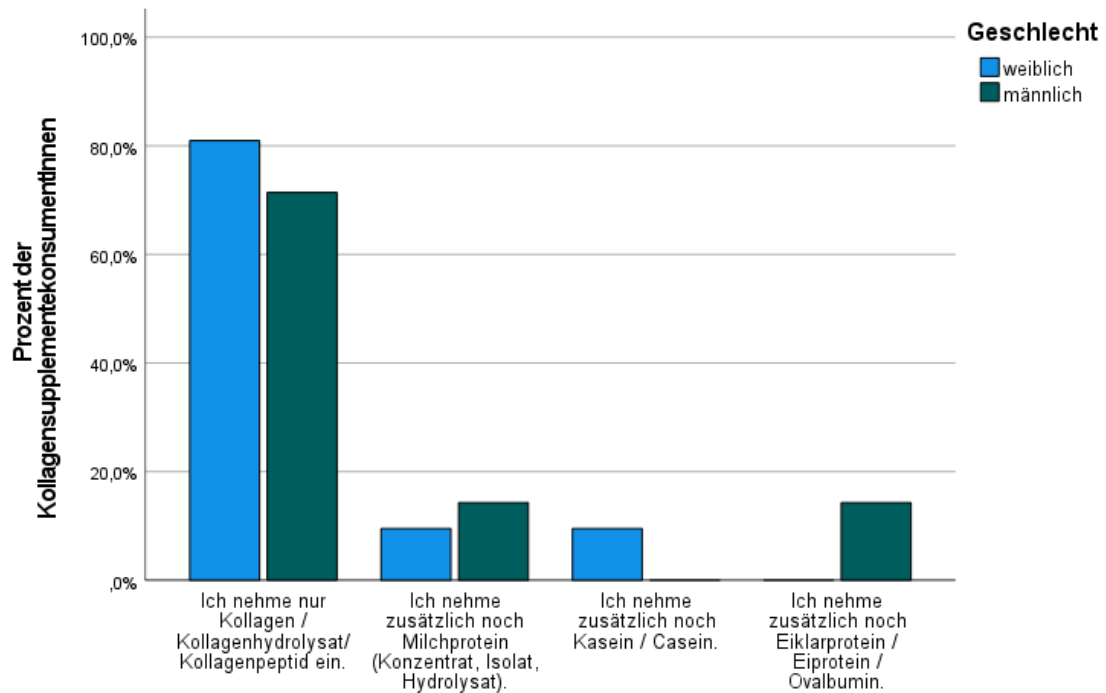


Abbildung 31: Kollagen- und weitere Proteinsupplemente nach Geschlecht
(n_{weiblich}=21; n_{männlich}=7, n_{gesamt}=28)

Unter den Frauen nehmen sogar 81% nur Kollagen ein, bei den Männern sind es 71,40%. Die Altersgruppe der ausschließlich KollagenkonsumentInnen sind bei beiden Geschlechtern die 26-50-Jährigen und bei den Männern noch zusätzlich die Unter-25-Jährigen. In der Altersgruppe der Frauen ab 51 Jahren supplementieren 55,60% „Kollagen / Kollagenhydrolysat / Kollagenpeptid“ und zu je 22,20% „Milchprotein (Konzentrat, Isolat, Hydrolysat)“ sowie „Kasein / Casein“ (Abbildung 32).

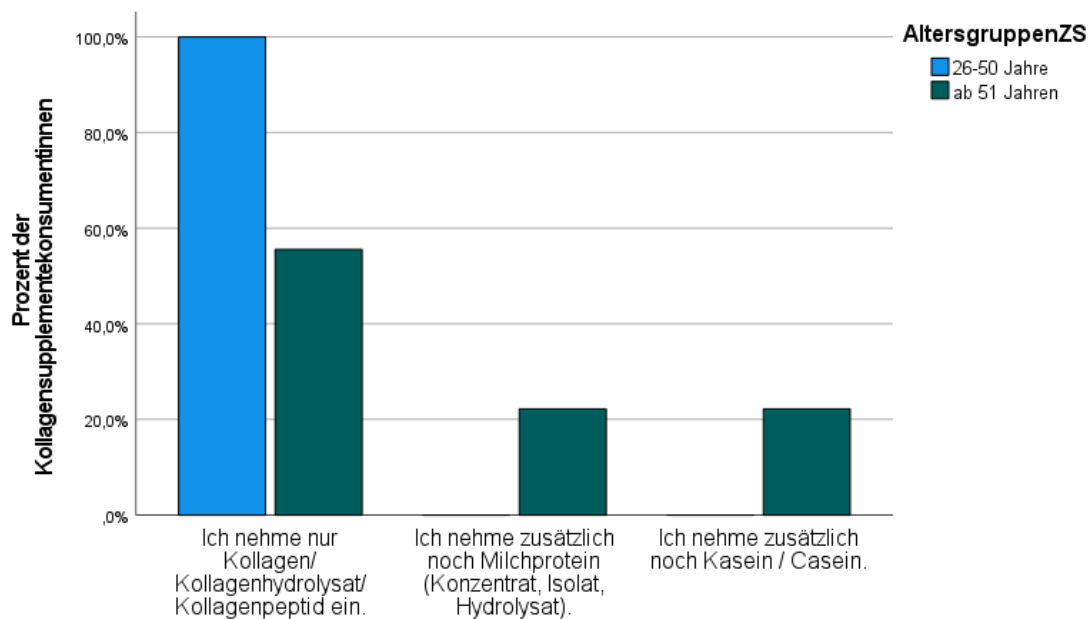


Abbildung 32: Kollagen- und weitere Proteinsupplemente bei Frauen nach Altersgruppen (n_{26-50Jahre}=12, n_{ab51Jahren}=9, n_{gesamt}=21)

In der Altersgruppe der Männer ab 51 Jahren wird neben ausschließlichem Kollagen (100%) außerdem noch „Milchprotein (Konzentrat, Isolat, Hydrolysat)“ sowie „Eiklarprotein / Eiweiß / Ovalbumin“ (zu je 50%) supplementiert (**Abbildung 33**).

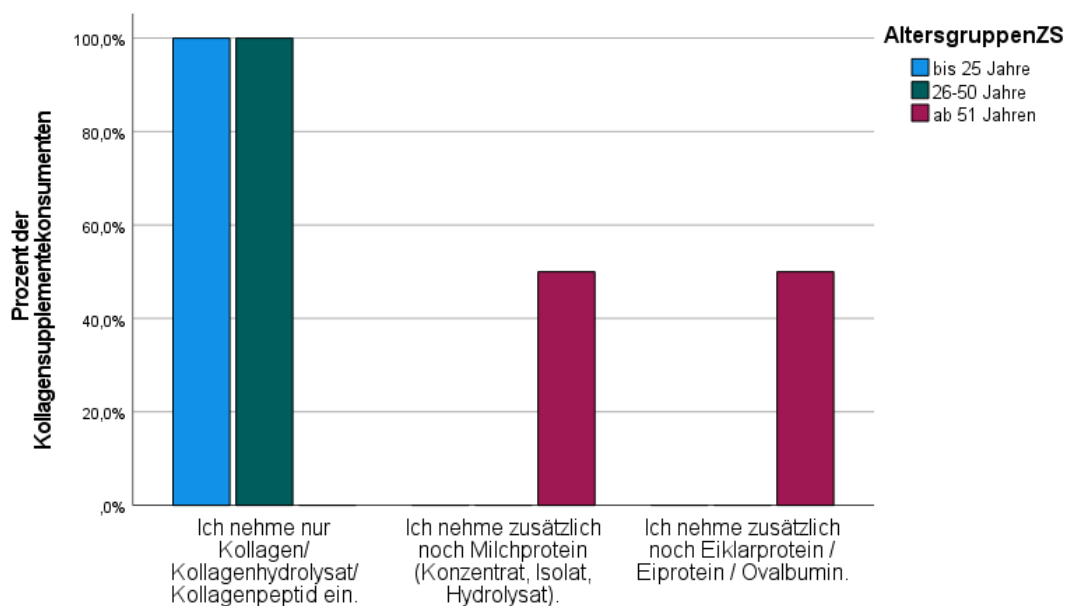


Abbildung 33: Kollagen- und weitere Proteinsupplemente bei Männern nach Altersgruppen (n_{bis25Jahre}=1, n_{26-50Jahre}=4, n_{ab51Jahren}=2, n_{gesamt}=7)

4.2.3.5. Gründe für eine langfristige Kollagensupplementation

72,40% der KollagenkonsumentInnen können sich eine langfristige Supplementation mit dem Protein vorstellen. Rund 30% sind vom Nutzen der Supplemente auf ihre körperliche Gesundheit überzeugt, für beinahe ¼ der KonsumentInnen ist eine langfristige Einnahme vor allem als Unterstützung beim Sport relevant und für knapp 20% ist der Wohlfühlfaktor durch die Nahrungsergänzungsmittel ausschlaggebend. Für 27,60% kommt eine langfristige Einnahme von Kollagen nicht in Frage. Allerdings erfolgte keine Angabe von Gründen (**Abbildung 34**).

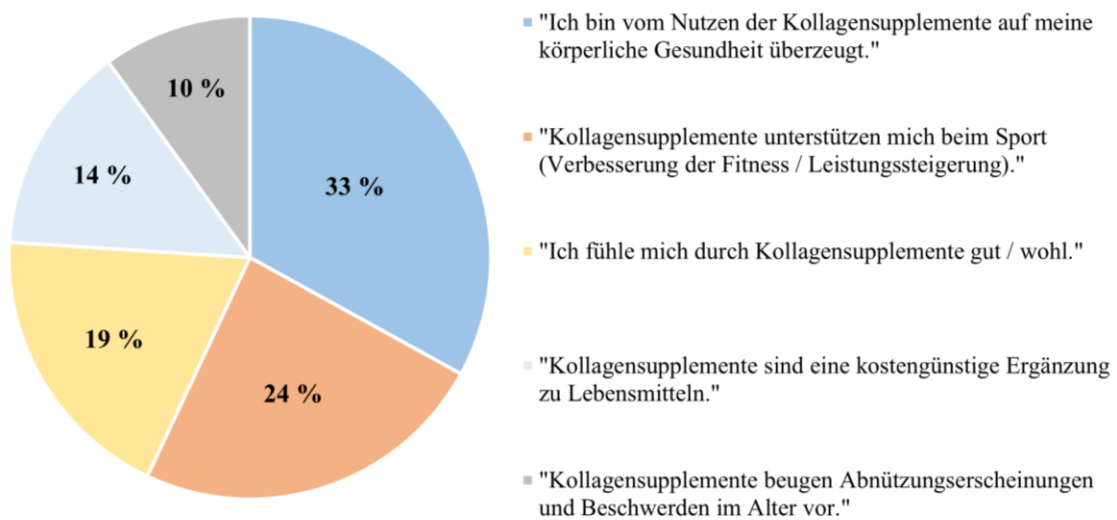


Abbildung 34: Gründe für eine langfristige Kollagensupplementation (n=28)

4.2.4. Das Konsumverhalten der Nicht-KollagenkonsumentInnen

4.2.4.1. Motive für die Nichteinnahme bzw. den Nichtkauf von Kollagensupplementen

Das häufigste Motiv der 210 NichtkäuferInnen von Kollagensupplementen (157 Frauen und 53 Männer) ist „Ich ernähre mich ausgewogen genug“ (34%), gefolgt von „Es gibt zu wenig Informationen / Aufklärung“ (23%) und den „sonstigen Gründen“ (21%). Unter den sonstigen Gründen war der Hauptgrund die fehlende Kenntnis, was Kollagen sei und warum man dieses überhaupt einnehmen sollte (7%). Zudem gaben auch 1,50% an, nicht zu wissen, wozu Kollagensupplemente eingenommen werden sollen (siehe Hypothese 8).

Interessant war, dass einzelne Personen Kollagen gar nicht mit einem Protein in Verbindung gebracht hatten. In der offenen Fragestellung, warum sie dieses nicht einnehmen, war zudem einmal zu lesen „Was ist das wieder für eine Modeerscheinung?“

Die Selbsteinschätzung der Befragten über die zu geringe Information und Aufklärung über Kollagen (23%) spiegelte sich auch bei der Auswertung zur Frage, ob anstelle von Kollagen andere Proteine eingenommen werden, wider. Jene Personen, die angaben, neben Kollagen- auch keine Proteinsupplemente einzunehmen, bekamen die abschließende Frage über die Einnahme anderer Nahrungsergänzungsmittel - die genauere Auswertung zu diesem Aspekt folgt etwas später in diesem Kapitel. Unter den KonsumentInnen von Nahrungsergänzungsmitteln behauptete am Ende eine Person, Proteine zu supplementieren. Dies lässt darauf schließen, dass er/sie entweder die Fragestellung nicht verstanden hatte oder Kollagen nicht den Proteinen zuordnet.

4.2.4.2. Bedingungen für den Kauf von Kollagensupplementen

Die wichtigsten Bedingungen, unter welchen NichtkonsumentInnen zukünftig Kollagen kaufen würden, sind „zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse / zum Kraftaufbau“ (27%), „zur Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit“ (13%) und „zur Gewichtsabnahme“ mit 11% (**Abbildung 35**).

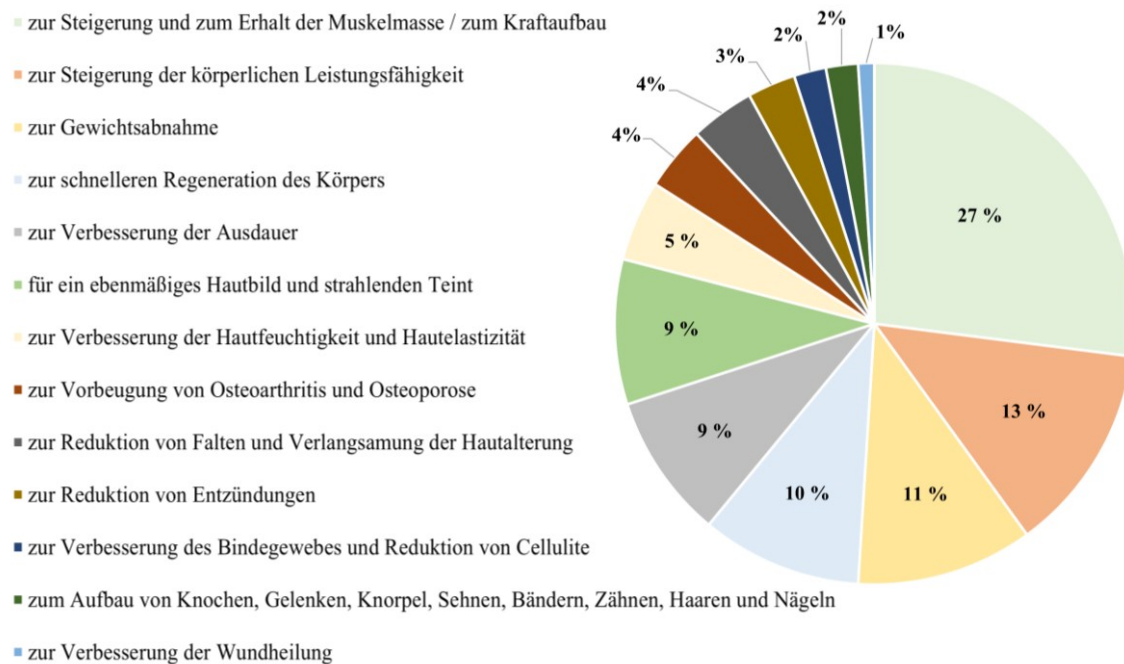


Abbildung 35: Bedingungen der NichtkonsumentInnen für die Kollagensupplementation (n=210)

4.2.4.3. Konsumverhalten anderer Proteinsupplemente

Auf die Frage, ob **andere Proteinsupplemente** verzehrt werden, bejahen dies 43 von 210 NichtkollagenkonsumentInnen. Das entspricht 20,50%. 167 Personen (79,50%) gaben allerdings an, auch keine anderen Proteinsupplemente zu verwenden. Die Proteinsupplemente werden von einem Drittel (31,70%) 2-3 Mal pro Woche konsumiert und 83,70% nehmen diese auch beim Sport ein. Am häufigsten werden die Nahrungsergänzungsmittel während des Sports eingenommen (86,10%).

Die 3 beliebtesten Einnahmeformen sind dabei „Chips/Cookies/Snacks“ (37,20%), als „Pulver“ (32,60%) und mittels „Tabletten / Pillen / Kapseln“ (23,30%). In dieser Form werden im Durchschnitt 30 Gramm pro Portion verzehrt, wobei Frauen etwas weniger (25 Gramm pro Portion) und Männer (37 Gramm pro Portion) einnehmen.

Bevorzugte Marken sind hierbei vor allem all in® (67,40%), BioTechUSA™ (23,30%), Bodylab Sport Nutrition (7,00%) und ESN® (2,30%). Gekauft werden diese

Proteinprodukte hauptsächlich im Nahrungsergänzungsmittelshop bzw. im Sportfachgeschäft (48,80%), in der Apotheke (44,20%), im Drogeriegeschäft wie DM, Müller, Bipa (4,7%) oder auf Amazon (2,3%).

Die KonsumentInnen geben pro Packung durchschnittlich 22 Euro aus, wobei Frauen 19 Euro und Männer im Schnitt 26 Euro ausgeben. In der Gruppe ab 51 Jahren investieren Frauen pro Packung 30 Euro und damit fast so viel wie Männer bis 25 Jahre. Diese bezahlen nämlich 35 Euro pro Packung. Außerdem bezahlen Männer ab 51 Jahren nur noch um die 20 Euro pro Packung. In einer Packung befinden sich durchschnittlich 50 Portionen und damit fast doppelt so viele Portionen wie bei den Kollagensupplementen (30 Portionen Kollagen pro Packung). Die monatlichen Ausgaben betragen bei beiden Geschlechtern rund 27 Euro. Die Preise entsprechen daher ungefähr jenen der KollagenkäuferInnen.

Als Proteinsupplemente kommen hauptsächlich „Milchprotein als Konzentrat, Isolat, Hydrolysat“ (41,90%) und „Sojaprotein“ (ebenfalls 41,90%) in Frage. Weitere Proteinsupplemente sind „Kasein / Casein“ (9,30%), „anderes pflanzliches Protein beispielsweise aus Reis, Erbsen, Hanf, Sonnenblumen“ (4,60%) und „Molkenprotein / Whey Protein“ (2,30%). „Sojaprotein“ ist unter den Frauen mit 44,40% der klare Favorit, gefolgt von „Milchprotein“ mit 37%, „Kasein / Casein“ (11,10%), „anderes pflanzliches Protein“ (3,70%) und „Molkenprotein / Whey Protein“ (3,70%). Unter den Männern ist „Milchprotein“ mit 50% am beliebtesten sowie „Sojaprotein“ mit 37,50%. Weiters nehmen Männer „Kasein / Casein“ (6,30%) und „anderes pflanzliches Protein“ (6,30%) ein (**Abbildung 36**).

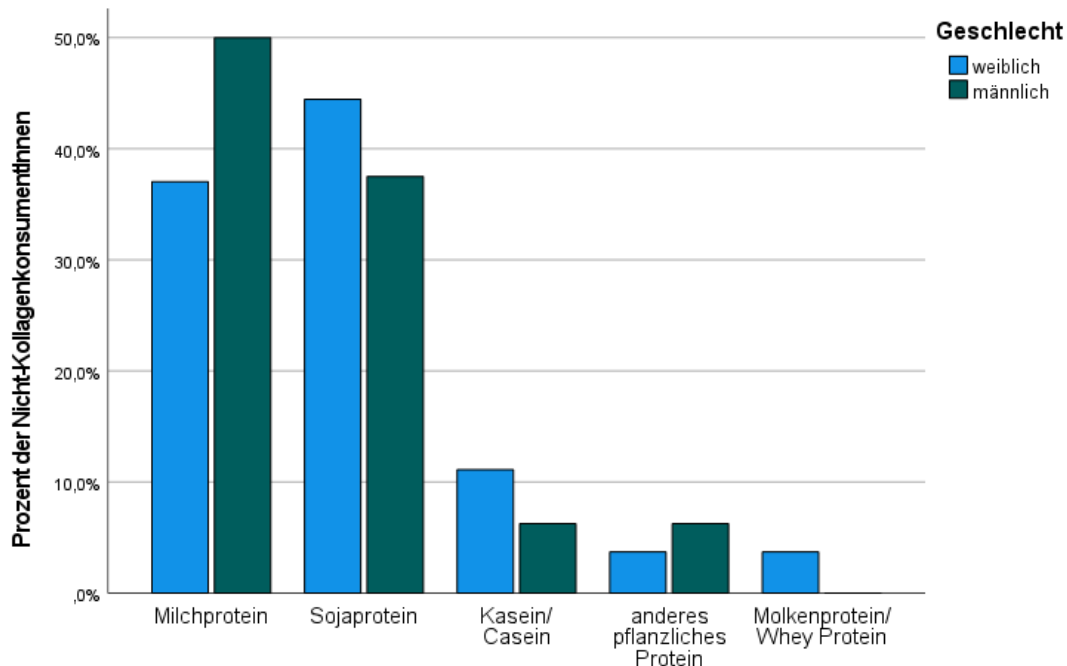


Abbildung 36: Bevorzugte Proteinsupplemente der Nicht-KollagenkonsumentInnen nach Geschlecht ($n_{\text{weiblich}}=27$, $n_{\text{männlich}}=16$, $n_{\text{gesamt}}=43$)

4.2.4.4. Motive für die Einnahme von Nicht-Kollagen-Proteinsupplementen

Der Haupteinnahmegrund von Proteinsupplementen liegt bei den Befragten vorwiegend im Preis-Leistungs-Verhältnis „günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen“ mit 23,20% (18,50% weiblich und 31,30% männlich). Daneben zählen für je 16,30% der „gesundheitliche Nutzen (Muskelmasse, Kraft, Ausdauer, Leistung, Gewichtsabnahme, etc.)“ (18,50% weiblich und 12,50% männlich) und der „hohe / höhere Proteingehalt bzw. die sehr gute Proteinzusammensetzung verglichen mit Lebensmitteln“ (11,10% weiblich und 25% männlich). Außerdem wurden mit je 14% die „guten Produkteigenschaften“ (18,50% weiblich und 6,30% männlich) sowie der „niedrige Zucker- bzw. Kohlenhydratanteil“ (11,10% weiblich und 18,80% männlich) angegeben. Für 7% ist der niedrige Fettanteil wichtig (nur Frauen mit 11,10%, gemessen nach Geschlecht). Je 4,60% sprechen sich für den Grund „kalorienarm“ (nur Frauen mit 7,40%, gemessen nach Geschlecht) und für ein „gutes Preis-Leistungsverhältnis“ (3,70% weiblich und 6,30% männlich) aus (**Abbildung 37**).

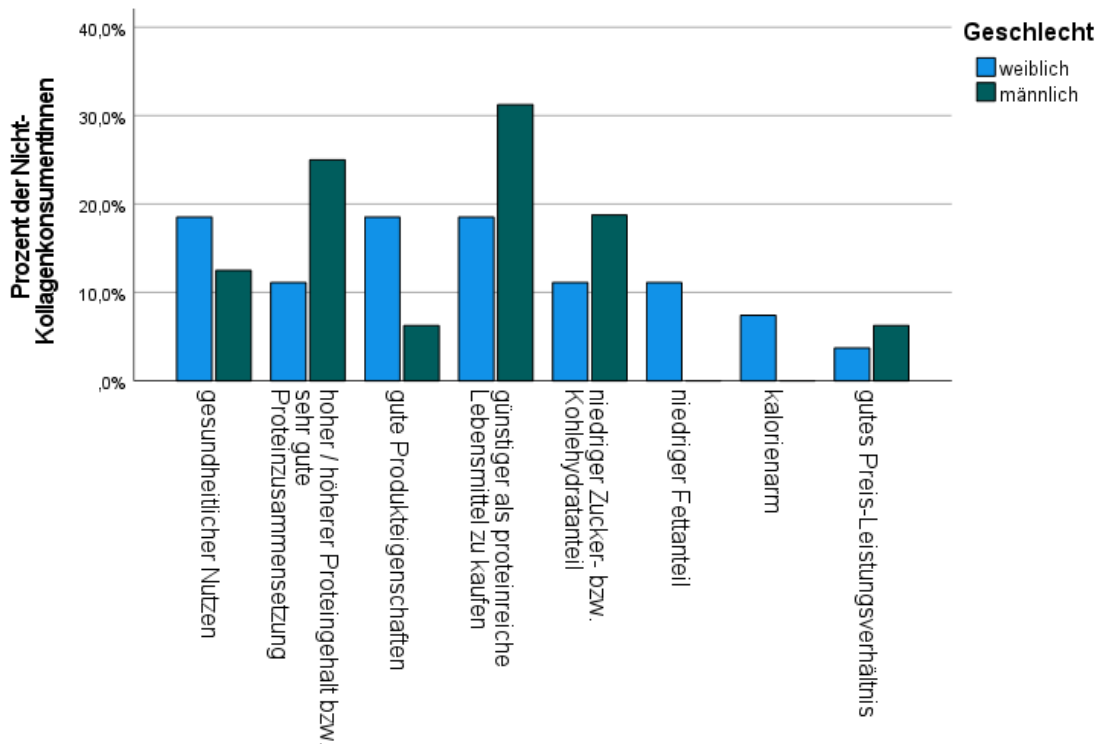


Abbildung 37: Einnahmegründe von Proteinsupplementen der Nicht-KollagenkonsumentInnen nach Geschlecht (n_{weiblich}=27, n_{männlich}=16, n_{gesamt}=43)

4.2.4.5. Subjektive Effekte durch die Einnahme von Nicht-Kollagen-Proteinsupplementen

Als subjektive Effekte der Proteineinnahme beschreiben die Teilnehmenden zu 90,70% eine „Gewichtsabnahme / Verbesserung der Körperzusammensetzung (Aufbau von Muskelmasse bei gleichzeitigem Abbau von Fettmasse)“, dies vor allem unter den Frauen mit 92,60% (im Vergleich zu 87,50% bei den Männern), und zu 9,30% (7,40% weiblich und 12,50% männlich) eine „Verbesserung der Muskulatur, Kraft, Ausdauer und körperlichen Leistungsfähigkeit“ (**Abbildung 38**).

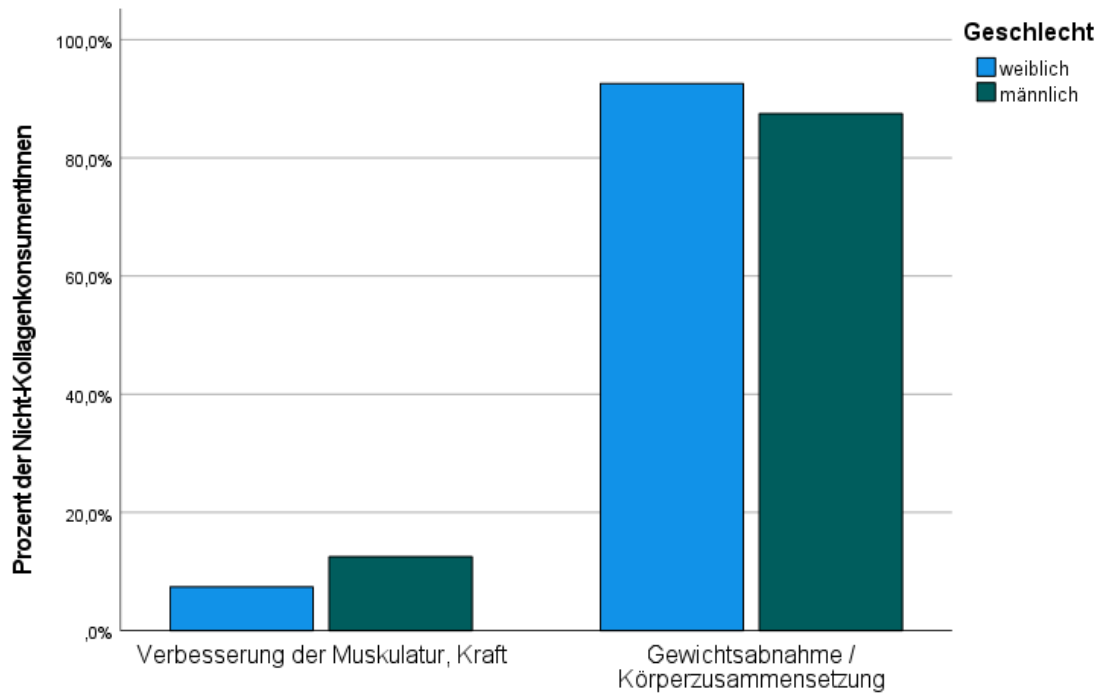


Abbildung 38: Subjektive Effekte durch die Einnahme von Proteinsupplementen der Nicht-KollagenkonsumentInnen nach Geschlecht ($n_{\text{weiblich}}=27$, $n_{\text{männlich}}=16$, $n_{\text{gesamt}}=43$)

4.2.4.6. Konsumverhalten anderer Nahrungsergänzungsmittel

Jene Umfrageteilnehmenden, die weder Kollagen noch andere Proteine supplementieren (167 Personen), wurden abschließend noch gefragt, ob sie **sonstige Nahrungsergänzungsmittel** zu sich nehmen. Das Ergebnis ist, dass 116 Personen (69,46%) andersartige Supplemente verwenden: 56,90% täglich und 43,10% durchschnittlich 2 Mal pro Woche. 51 Personen (30,54%) wiederum verzehren auch diese nicht.

Genannt wurden vorwiegend Vitamin D (16%), B-Vitamine (14%), Vitamin C (10%), Zink (9%), Magnesium (8%), Eisen (7%), essenzielle Fettsäuren (zum Beispiel Fischöl) zu 5%, Folsäure (4%), Vitamin K (4%), Kalzium (3%), Selen (1%), Multivitaminpräparate (13%) und sonstige Nahrungsergänzungsmittel (6%).

Die 4 wichtigsten Einnahmegründe von Nahrungsergänzungsmitteln (**Abbildung 39**) sind unter anderem wegen eines „Vitaminmangels (z.B.: Anämie, aus dem Blutbefund ersichtlich)“ (30%), wegen „unzureichender Aufnahme durch Lebensmittel (z.B.: auch durch Ernährungsweise wie Vegetarismus / Veganismus)“ (10%), als „Prävention / Gesundheitsförderung (Leistungssteigerung und Regeneration)“ (9%) und um das „Immunsystem (Abwehrkräfte) zu stärken“ (8%).

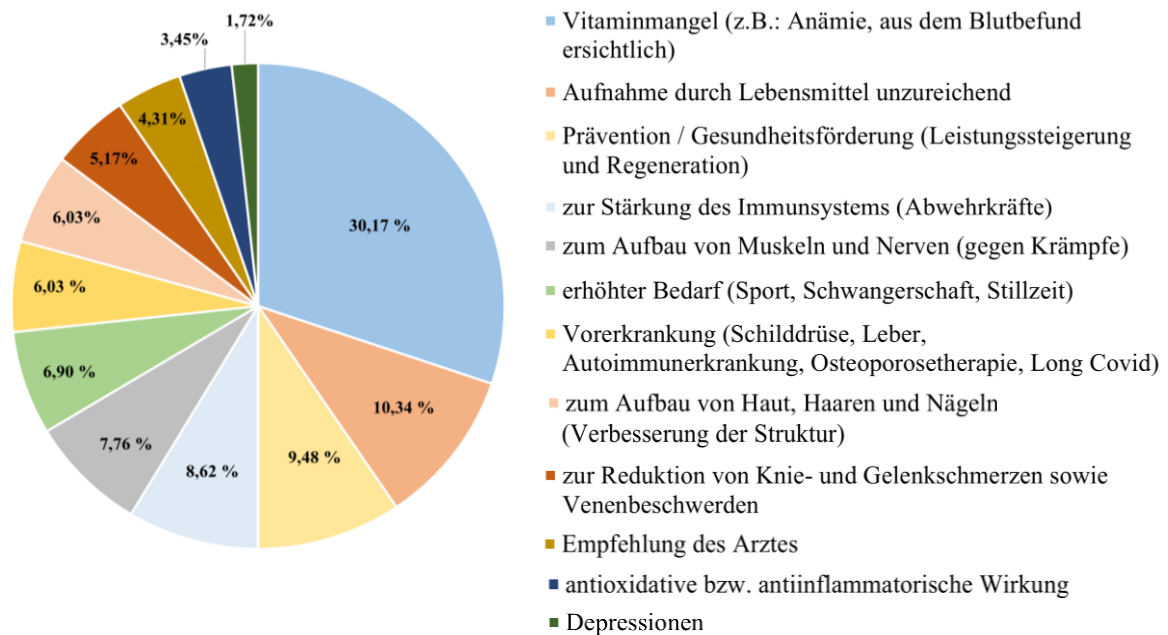


Abbildung 39: Gründe für die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln bei Nicht-KollagenkonsumentInnen (n=210)

4.3. Prüfung der Hypothesen

4.3.1. H1: Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann überwiegend von Personen (Frauen und Männern), die sich durch Mischkost ernähren.

Zu Beginn wurde die Ernährungsweise aller Teilnehmenden betrachtet und es zeigte sich, dass die Mehrheit (58,20%) eine allgemeine Mischkost bevorzugt. 20,60% sind Flexitarier, 10,50% Vegetarier, 4,50% essen Low Carb und 4,10% vegan. 0,70% ernähren sich ketogen und 1,40% fühlen sich sonstigen, nicht näher angegebenen, Ernährungsweisen zugehörig (**Abbildung 40**).

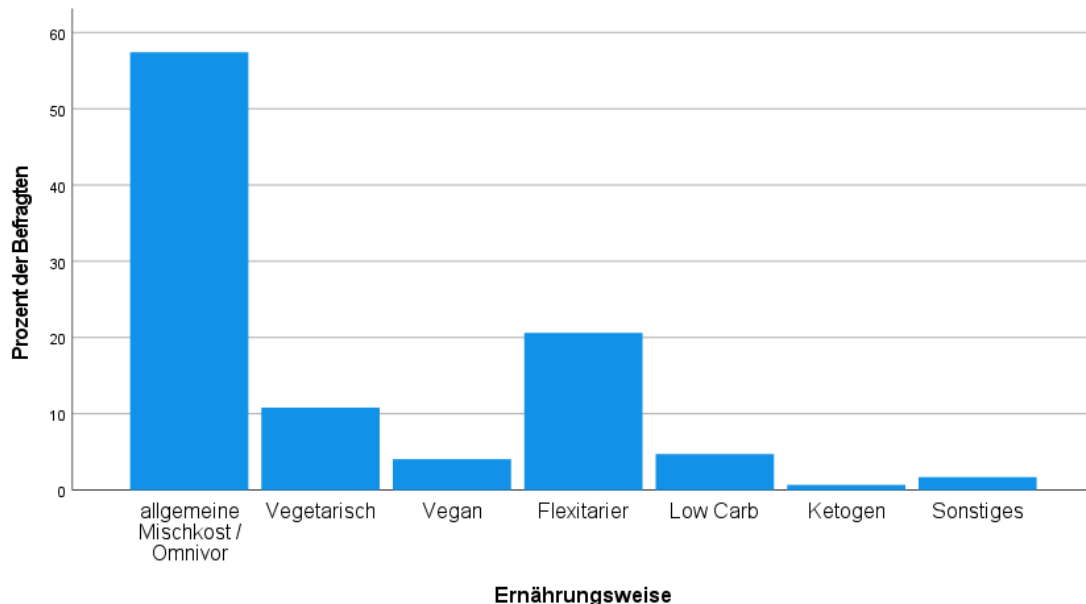


Abbildung 40: Ernährungsweise aller Teilnehmenden (n=296)

Mittels einer Kreuztabelle wurde im Anschluss geprüft, ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Einnahme von Kollagensupplementen und einer Mischkosternährung besteht. Es stellte sich eine statistische Signifikanz in der Ernährungsweise der KollagenkäuferInnen heraus. Da jedoch ein paar Gruppen unter 5 Befragte aufwiesen und der Chi-Quadrat-Test nicht für unter 5 Personen geeignet ist, wurde eine neue Variable „Ernährungsweise“ mit Mischköstlern und Nicht-Mischköstlern erstellt und der Test wiederholt.

Durch diese Aufteilung der Ernährungsweise in die Gruppen „Mischkost“ und „keine Mischkost“ relativierte sich das Ergebnis und es wurde kein Zusammenhang im Konsum von Kollagen und Mischkost als Ernährungsweise festgestellt. Somit wurde die **Hypothese 1** „Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann überwiegend von Personen (Frauen und Männern), die sich durch Mischkost ernähren“ **verworfen**.

Interessant ist jedoch, dass jene Männer, die Kollagen supplementieren, alle Omnivoren („Alles-Esser“) sind.

Laut „Österreichischer Gesundheitsbefragung 2006 / 2007“ im Auftrag vom Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend, durchgeführt von Statistik Austria, liegt der Anteil an der Bevölkerung, die sich durch Mischkost ernähren bei 97,30%, gefolgt vom Vegetarismus mit 2,70%,¹⁶⁵ wobei der Vegetarismus bzw. Veganismus als Ernährungsweise immer häufiger aufzutreten scheint. So ergab eine Umfrage vom Mark et-Institut im Auftrag der Allianz Österreich, dass vegane und vegetarische Ernährung vor allem in der Altersgruppe der 14-29-Jährigen (23%) und bei Frauen (18%), im Vergleich zu Männern (7%), sehr beliebt ist.¹⁶⁶

4.3.2. H2: Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann hauptsächlich von Personen (Frauen und Männern), die den Eindruck haben, sich „häufig ausgewogen“ zu ernähren.

Erneut wurden zuerst die Häufigkeiten der ausgewogenen Ernährungsweise analysiert. Beinahe $\frac{3}{4}$ aller TeilnehmerInnen (73%) antworteten, sich häufig ausgewogen zu ernähren, also mehrmals die Woche. 12,80% gaben an, sich immer (täglich) ausgewogen zu ernähren. 13,50% sind der Ansicht, sich nur selten (1-4 x pro Monat) richtig zu ernähren und weniger als 1% (0,70%) achten nie auf die Ausgewogenheit ihrer Nahrung (**Abbildung 41**).

¹⁶⁵ Statistik Austria, 2007, S. 198.

¹⁶⁶ Allianz Österreich, 2020.

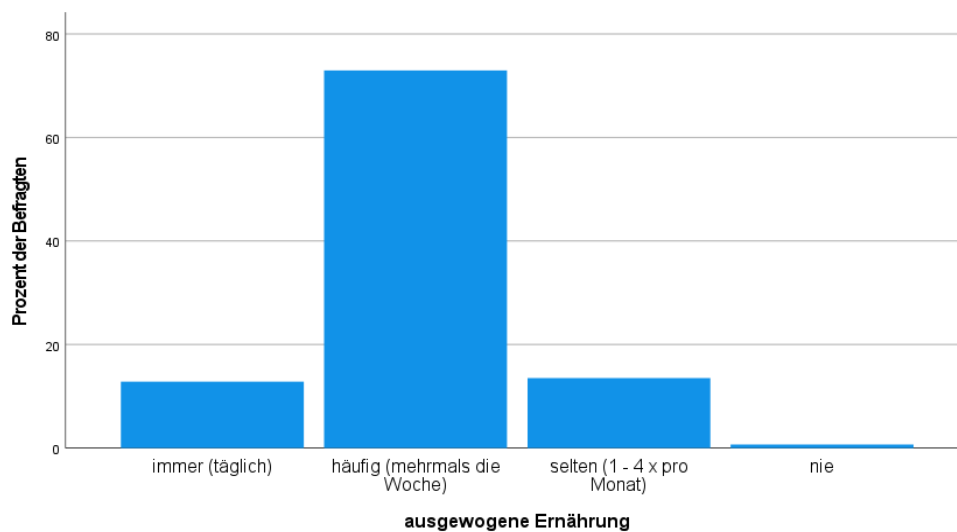


Abbildung 41: Ausgewogene Ernährung aller Teilnehmenden (n=296)

Durch die Kreuztabelle sollte untersucht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen der Kollageneinnahme und der Häufigkeit der ausgewogenen Ernährung gibt. Dazu wurde eine neue Variable mit den Gruppen „ausgewogene Ernährung (häufig)“ und „keine ausgewogene Ernährung (nicht häufig)“ erstellt. Zu der Gruppe ausgewogene Ernährung (häufig)“ wurden die Antworten „immer (täglich)“ und „häufig (mehrmals die Woche)“ gezählt, wohingegen zur Gruppe „selten / keine ausgewogene Ernährung (nicht häufig)“ „selten (1-4 x pro Monat)“ und „nie“ gerechnet wurden.

Aus der Aufteilung in die Gruppen „häufig ausgewogene Ernährung“ und „selten / keine häufig ausgewogene Ernährung“ zeigte sich keine statistische Signifikanz und somit kein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Kollagen und einer häufig ausgewogenen Ernährungsweise. Somit wurde die **Hypothese 2** „Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann hauptsächlich von Personen (Frauen und Männern), die den Eindruck haben, sich „häufig ausgewogen“ zu ernähren“ **verworfen**.

Die „Österreichische Gesundheitsbefragung 2019“ der Statistik Austria, im Auftrag vom Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, erhob Häufigkeiten von Fleisch-, Wurst- und Fischkonsum sowie Häufigkeiten des Obst- und Gemüsekonsums der österreichischen Bevölkerung ab 15 Jahren. Ebenso gab

es Fragen zum Trinkverhalten von Obst- und Gemüsesäften sowie von zuckerhaltigen Erfrischungsgetränken. Es zeigte sich, dass im Durchschnitt täglich 1,8 Portionen Obst und 1,6 Portionen Gemüse gegessen werden, wobei Frauen rund 20% mehr verzehren als Männer. Die empfohlenen 5 Portionen Obst oder Gemüse täglich erfüllen nur 3,8% der Männer und 7,1% der Frauen. Über 40% der Männer verzehren täglich Fleisch- und Wurstwaren, wohingegen lediglich knapp über 20% der Frauen jeden Tag Fleisch und / oder Wurst konsumieren. Fisch wird von rund 55% der Personen (Frauen und Männer) zumindest 1 Mal pro Woche gegessen.¹⁶⁷ Diese Befragung gibt Rückschlüsse auf die mäßige Ausgewogenheit in der Ernährung, die mit „häufig (mehrmals pro Woche)“ gedeutet werden kann.

4.3.3. H3: Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann werden diese häufiger von Frauen eingenommen, da Männer eher andere Proteine, wie zum Beispiel Molkenprotein (*Whey Protein*), supplementieren.

Wie bei den vorigen Hypothesen wurden zunächst die Häufigkeiten der Einnahme von Kollagensupplementen, gleich getrennt nach den Geschlechtern betrachtet. Es zeigte sich, dass sowohl Frauen als auch Männer gleich häufig Kollagen einnehmen (11,80% der weiblichen und 11,70% der männlichen Kollagenkonsumenten). Da bereits der erste Teil der Hypothese, dass Frauen häufiger Kollagen einnehmen, nicht stimmt, konnte die **Hypothese 3** „Wenn Kollagensupplemente eingenommen werden, dann werden diese häufiger von Frauen eingenommen, da Männer eher andere Proteine, wie zum Beispiel Molkenprotein (*Whey Protein*), supplementieren“ sofort **verworfen** werden.

Aus Interesse wurde jedoch ausgewertet, welche Proteine hauptsächlich supplementiert werden, wenn Kollagen nicht eingenommen wird. Es zeigte sich, dass unter den Nicht-KollagenkäuferInnen je 41,90% „Milchprotein“ bzw. „Sojaprotein“ supplementieren. Außerdem nehmen 9,30% „Kasein / Casein“, 4,60% „anderes pflanzliches Protein beispielsweise aus Reis, Erbsen, Hanf, Sonnenblumen“ und 2,30%

¹⁶⁷ Statistik Austria, 2019, S. 43-45.

„Molkenprotein / Whey Protein“. Da jedoch nur die Frauen Molkenprotein (*Whey Protein*) einnehmen, wurde auch der 2. Teil der Hypothese 3, dass Männer eher andere Proteine, wie zum Beispiel Whey Protein, supplementieren, verworfen.

In vielen Studien, wie beispielsweise auch bei Zdzieblik et al. (2021), wird Molkenprotein vorwiegend zum Aufbau von Muskelmasse eingesetzt, bei vorliegender Studie allerdings in Kombination mit Kollagen.¹⁶⁸ Keogh et al. (2019) untersuchte die Entwicklungen von Molkenprotein als Sportnahrungsergänzungsmittel anhand einer Verbraucherbefragung. Molkenprotein scheint sich über die letzten Jahre hinweg zunehmender Beliebtheit zu erfreuen. Die Arbeitsgruppe kam zu dem Schluss, dass das Kaufverhalten von Molkenproteinprodukten weder vom Geschlecht noch vom Einkommen beeinflusst wird, jedoch stark mit der Art der körperlichen Betätigung zusammenhängt. Das bedeutet, dass Personen, die Kraftaufbau betreiben eher Molkenproteinprodukte kaufen, wobei auch der Markt für Ausdauer- und Beweglichkeitsübungen steigt und somit Molkenprotein nicht mehr nur von Spitzensportlern, sondern auch von Freizeitsportlern konsumiert werden. Zudem nehmen auch immer mehr Frauen Molkenproteinsupplemente ein.¹⁶⁹

Der Grund für den Einsatz von Molkenprotein als Nahrungsergänzungsmittel vor allem im leistungsorientierten Kraftsport ist seine sehr gute Verträglichkeit und Resorption im Magen-Darm-Trakt und seine sehr gute Zusammensetzung an verzweigtkettigen Aminosäuren (*Branched Chain Amino Acids* – BCAAs), bestehend aus Valin, Leucin und Isoleucin (hohe biologische Wertigkeit), die vor allem für den Aufbau und die Reparatur von der beim Sport zerstörten Muskelproteine von Bedeutung sind.¹⁷⁰

¹⁶⁸ Zdzieblik et al., 2021: “The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Body Composition and Muscle Strength in Middle-Aged, Untrained Men...”.

¹⁶⁹ Keogh et al., 2019.

¹⁷⁰ Gröber, 2008, S. 212, 213.

4.3.4. H4: Wenn Kollagensupplemente von Frauen eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von Über-40-Jährigen, im speziellen in der Menopause, eingenommen.

Die Fragestellung besteht aus 2 Teilen. Zum einen betrifft sie das Alter mit 40 Jahren, zum anderen spricht sie die Menopause an, die erst ab 50 Jahren eintritt. Gefragt wird daher, ob Kollagensupplemente eher von Frauen mittleren bzw. reiferen Alters genommen werden oder von jüngeren Frauen.

Zunächst wurde daher untersucht, ob eher Frauen unter oder über 40 Jahren Kollagen einnehmen und ob dies statistisch signifikant ist. Die Auswertung ergab, dass bei Frauen, die Kollagen einnehmen die Anzahl der älteren Personen (über 40 Jahre) signifikant höher ist als jene, die Kollagen nicht einnehmen (**Abbildung 42**). Demnach nehmen 20,30% der Über-40-Jährigen und 7,90% der Unter-40-Jährigen Kollagen. Der asymptotische Signifikanzwert des Pearson-Chi-Quadrat-Tests ergibt 0,002, da dieser kleiner als 0,05 ist, besteht statistische Signifikanz. Wird die Altersgrenze 40 Jahre bei den Männern betrachtet, so nehmen jüngere und ältere Männer gleich viel Kollagen zu sich (keine statistische Signifikanz).

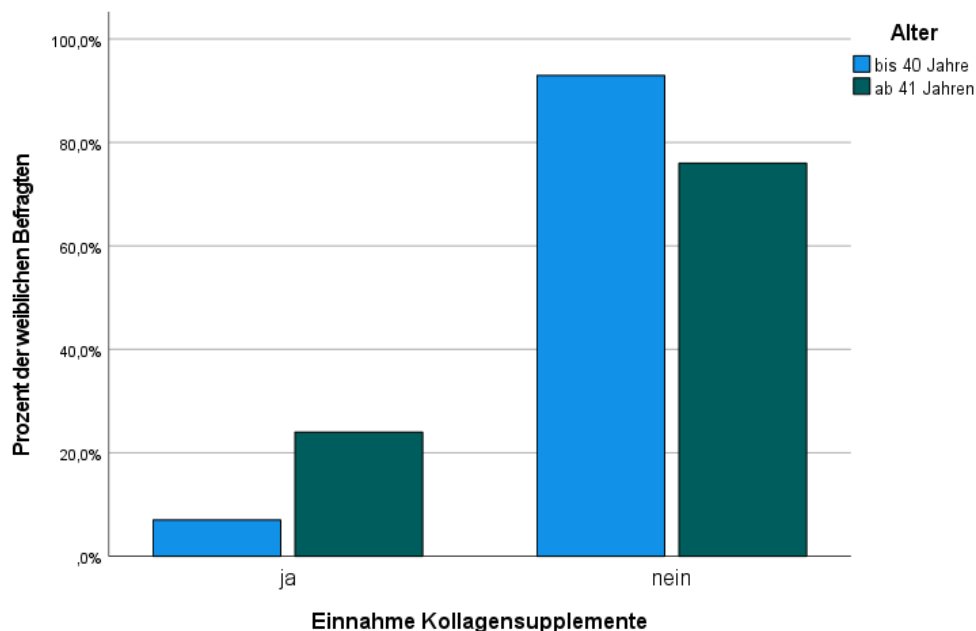


Abbildung 42: Einnahme der Kollagensupplemente von Frauen älter als 40 Jahre im Vergleich mit bis 40-Jährigen (n=178)

Im 2. Teil sollte nun die Angabe der Frauen zur Menopause im Verhältnis zur Kollageneinnahme auf ihre statistische Aussagekraft hin begutachtet werden. Die statistische Berechnung ergab, dass 38,10% der Kollagenkonsumentinnen und 13,90% der Nicht-Kollagenkonsumentinnen in der Menopause sind. Der asymptotische Signifikanzwert des Pearson-Chi-Quadrat-Tests ergibt 0,005, der kleiner als 0,05 ist, sodass auch hier von einer statistischen Signifikanz gesprochen werden kann. Da beide Teile statistisch signifikant sind, wurde die **Hypothese 4** „Wenn Kollagensupplemente von Frauen eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von Über-40-Jährigen, im speziellen in der Menopause, eingenommen“ **angenommen**. Das bedeutet, dass Kollagensupplemente sowohl von Frauen mittleren bzw. reiferen Alters als auch in der Menopause, die meist erst ab 50 Jahren eintritt, eingenommen werden.

Figueres et al. (2015) schlussfolgert in seiner Studie „An overview of the beneficial effects of hydrolysed collagen intake on joint and bone health and on skin ageing“, dass Kollagensupplemente besonders für Personen ab 40 bis 50 Jahren und in der Menopause zur Prävention von Osteoporose und vorzeitiger Abnutzung von Gelenks- und Knochengewebe zu empfehlen sind.¹⁷¹

4.3.5. H5: Wenn Kollagensupplemente von Frauen eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich zur Gewichtsabnahme und aufgrund der angepriesenen Effekte auf das Hautbild (weniger Falten) und den Effekten auf das Bindegewebe (weniger Cellulite) eingenommen (Stichwort „Anti-Aging“).

Zu Beginn wurden wieder die Häufigkeiten der Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen betrachtet. Die gesundheitlichen Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen liegen hauptsächlich in „der Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ (25%), in „der Verbesserung der allgemeinen Fitness“ (15,50%) und auf dem geteilten 3. Platz liegen mit 9,40% das Motiv „der

¹⁷¹ Figueres et al., 2015.

schnelleren Regeneration des Körpers (Recovery)“, „für ein ebenmäßigeres Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)“, „zur Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität“ sowie „die Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung“. Die „Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit“ und die „Vorbeugung von Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund“)" zählen für 6,30% der KollagenkäuferInnen. Für jeweils 3,10% der KonsumentInnen sind die „Gewichtsabnahme“, die „Verbesserung des Bindegewebes und die Reduktion von Cellulite“ sowie die Einnahme als „high protein bzw. low carb Drink / Snack“ am wichtigsten (Abbildung 43).

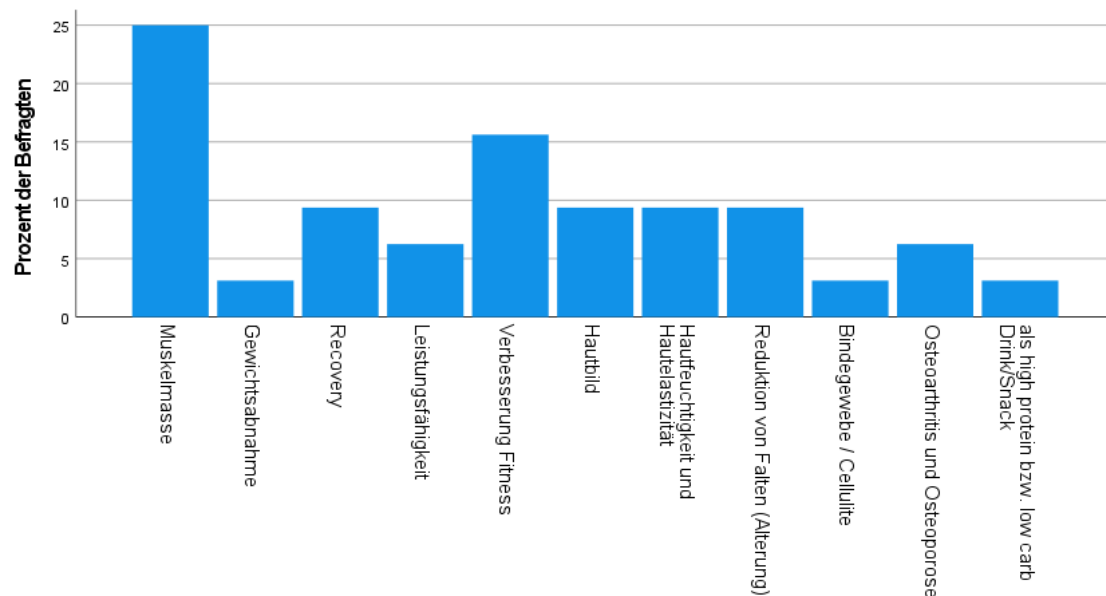


Abbildung 43: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen (n=32)

Getrennt nach Geschlechtern zeigte sich, dass die 3 wichtigsten Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen „die Steigerung und der Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ (23,70%), „die Verbesserung der allgemeinen Fitness“ und „die Reduktion von Falten – Alterung“ (beide Werte je 14,30%) und auf dem 3. Platz „die schnellere Regeneration des Körpers (Recovery)“, „für ein ebenmäßigeres Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)“ als auch „die Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität“ (jeweils mit 9,50%) sind. Die Motive „Gewichtsabnahme“, die „Verbesserung des Bindegewebes und die Reduktion von Cellulite“, die „Vorbeugung von Osteoarthritis und Osteoporose

(„Knochenschwund“)“ sowie die Einnahme als „high protein bzw. low carb Drink / Snack“ zählen jeweils zu 4,80% (**Abbildung 44**).

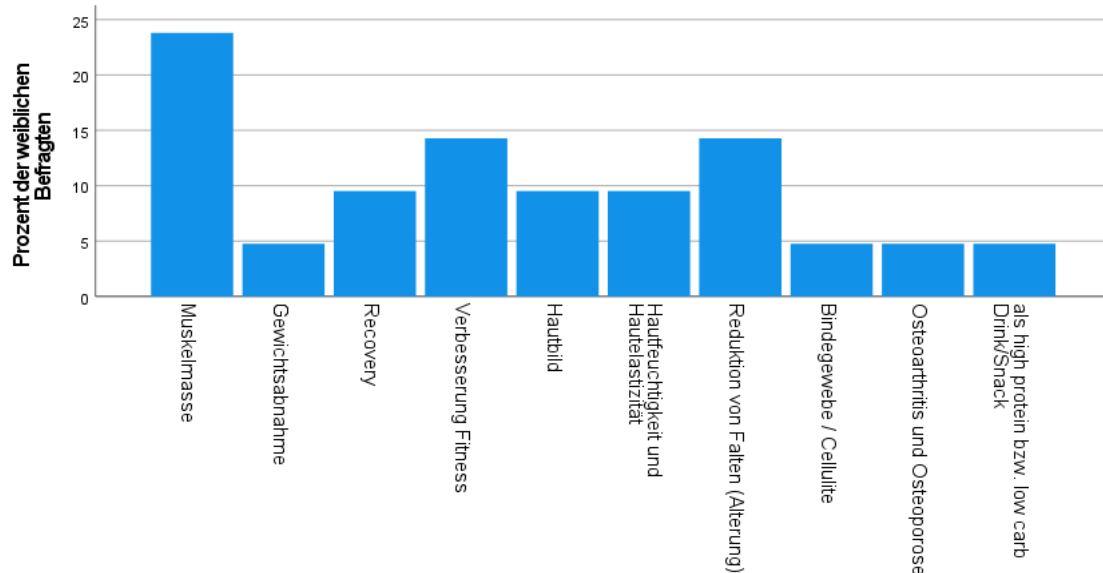


Abbildung 44: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen (n=21)

Die 2 wichtigsten Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern sind „die Steigerung und der Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ als auch „die Verbesserung der allgemeinen Fitness“ (mit je 28,55%), auf den geteilten 2. Platz mit jeweils 14,30% folgen „die schnellere Regeneration des Körpers (Recovery)“, „für ein ebenmäßigeres Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)“ sowie „zur Vorbeugung von Osteoarthritis“ (**Abbildung 45**).

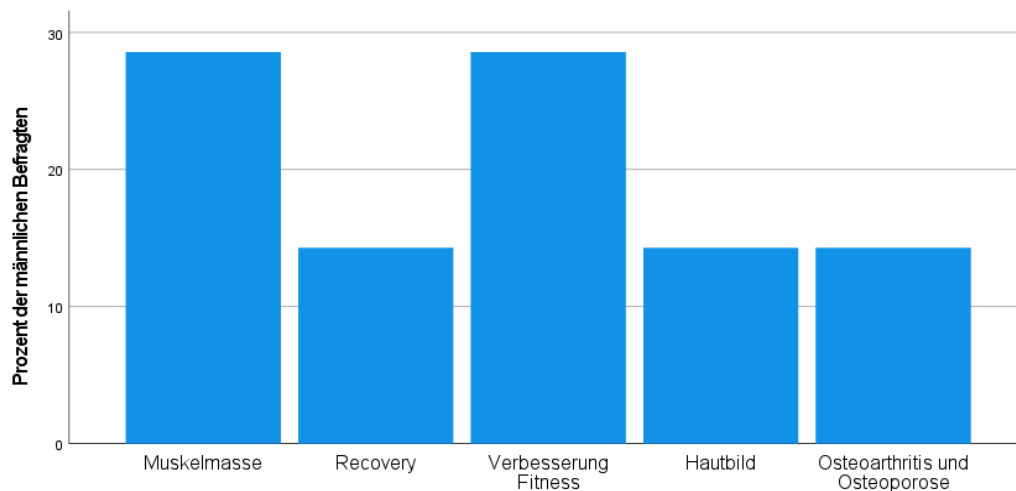


Abbildung 45: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern (n=7)

Zur Prüfung der mehrteiligen Hypothese wurde eine neue Variable „MotiveNEU“ mit den Gruppen „Anti-Aging“ und „andere Gründe“ kreiert. „Anti-Aging“ enthält dabei die Faktoren „Gewichtsabnahme“, „ebenmäßiges Hautbild und strahlenden Teint“, „Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität“, „Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung“ als auch „Verbesserung des Bindegewebes und Reduktion von Cellulite“. Alle anderen Motive fallen unter „andere Gründe“. Es zeigte sich, dass für kollagenkonsumierende Frauen die „Anti-Aging“-Gründe mit 55,60% überwiegen im Vergleich zu „andere Gründe“.

Zudem stellte sich heraus, dass die „Anti-Aging“-Gründe eher in der Altersgruppe ab 51 Jahren für die Frauen im Fokus (75%) stehen, wohingegen diese Gründe für die 26-50-jährigen Frauen nur zu 40% wichtig sind. Interessanterweise ist in der Altersgruppe 26-50 Jahre unter den Männern das Stichwort „Anti-Aging“ bereits mit 75% vertreten. Das bedeutet, dass „Anti-Aging“ auch für Männer immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Die **Hypothese 5** „Wenn Kollagensupplemente von Frauen eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich zur Gewichtsabnahme und aufgrund der angesprochenen Effekte auf das Hautbild (weniger Falten) und den Effekten auf das Bindegewebe

(weniger Cellulite) eingenommen (Stichwort „Anti-Aging“)“ wurde daher **angenommen.**

Die placebo-kontrollierte Studie von Kim et al. (2018) zeigte eine statistisch signifikante Verbesserung der Hautfeuchtigkeit, der Faltenbildung und der Hautelastizität nach Einnahme von Kollagensupplementen bei 64 Frauen im Alter von 40 bis 60 Jahren über einen Zeitraum von 12 Wochen.¹⁷² In der Studie von Schunck et al. (2015) kam es zu einer Verbesserung von Cellulite an den Oberschenkeln bei normal- und übergewichtigen Frauen im Alter von 24 bis 50 Jahren über einen Zeitraum von 6 Monaten nach der oralen Einnahme von Hydrolysatkollagen.¹⁷³ In der doppelblinden, placebo-kontrollierten, randomisierten Untersuchung an 77 prämenopausalen Frauen von Jendricke et al. (2019) stellte sich zudem heraus, dass die Verbesserung der fettfreien Masse in der Kollagengruppe höher war als in der Kontrollgruppe.¹⁷⁴

4.3.6. H6: Wenn Kollagensupplemente von Männern eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von jungen Männern (bis 40 Jahre) eingenommen, die Krafttraining betreiben, da diese Muskeln / Kraft aufbauen wollen.

Zu Beginn wurden die Häufigkeiten der Trainingsart angesehen, um beurteilen zu können, ob überhaupt Krafttraining unter allen Teilnehmenden betrieben wird. Dafür wurde eine neue Variable erstellt für „Krafttraining“ (inkl. Krafttraining in Kombination mit Ausdauertraining) und „kein Krafttraining“ (also nur Ausdauertraining). Es zeigte sich, dass unter den Befragten 79,50% der Männer, als auch 75,40% der Frauen, Krafttraining betreiben.

Um die Hypothese zu beantworten, sollte im nächsten Schritt untersucht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen der Einnahme von Kollagensupplementen und

¹⁷² Kim et al., 2018.

¹⁷³ Schunck et al., 2015.

¹⁷⁴ Jendricke et al., 2019.

Krafttraining gibt. Dafür wurde eine Kreuztabelle und der Mann-Whitney-U-Test (nicht-parametrischer Test für den Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben) verwendet. Durch die Eingabe nur auf das Geschlecht bezogen, konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Einnahme von Kollagensupplementen und Krafttraining weder bei Männern noch bei Frauen festgestellt werden und auch nicht bei Männern in der Altersgruppe bis 40 Jahre.

Weiters sollten die Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bezogen auf das Geschlecht betrachtet werden. Es zeigte sich, dass für die Einnahme von Kollagen als Nahrungsergänzungsmittel bei Männern zu 57,10% das Motiv „Steigerung und Erhalt der Muskelmasse bzw. Kraftaufbau“ gewählt wurde (**Abbildung 46**).

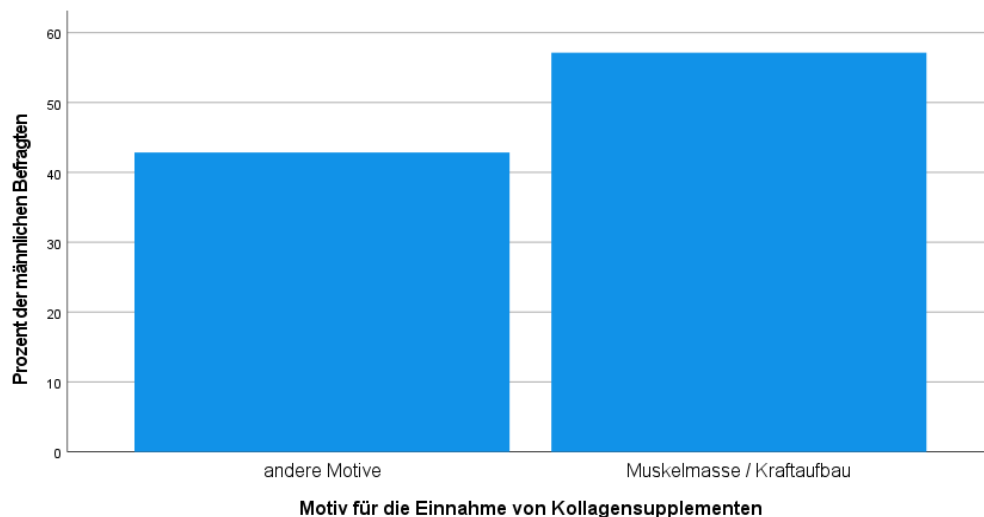


Abbildung 46: Motiv "Muskelmasse/Kraftaufbau" bei kollagenkonsumierenden Männern (n=7)

Im letzten Schritt der Hypothesenprüfung wurde die Altersgrenze in Bezug auf das Motiv „Muskelmasse / Kraftaufbau“ für die Kollageneinnahme getrennt nach Geschlechtern auf statistische Signifikanz mittels Chi-Quadrat-Test untersucht. Hierfür wurde eine neue Variable erstellt „bis 40 Jahre“ und „ab 41 Jahren“. Es zeigte sich, dass Kollagensupplemente sowohl bei jungen als auch bei älteren Männern ausschließlich zum Muskelaufbau verwendet werden. Die statistische Berechnung ergab, dass alle männlichen Kollagenkonsumenten bis 40 Jahre dieses Nahrungsergänzungsmittel mit

dem Motiv „zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ einnehmen, wohingegen alle männlichen Kollagenkonsumenten ab 41 Jahren andere Motive für die Supplementation haben.

Da der asymptotische Signifikanzwert des Pearson-Chi-Quadrat-Tests mit 0,008 kleiner als 0,05 ist, ist das Ergebnis statistisch signifikant. Somit wurde die **Hypothese 6** „Wenn Kollagensupplemente von Männern eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von jungen Männern (bis 40 Jahre) eingenommen, die Krafttraining betreiben, da diese Muskeln / Kraft aufbauen wollen“ **angenommen**.

Interessant ist außerdem, dass mit zunehmendem Alter der Männer andere Motive der Kollageneinnahme interessanter bzw. wichtiger werden. Abschließend soll auch erwähnt werden, dass das Motiv „Muskelmasse / Kraftaufbau“ bei der Kollagensupplementation der Frauen in keiner Altersgruppe statistisch signifikant ist.

Die „Österreichische Gesundheitsbefragung 2019“ der Statistik Austria, im Auftrag vom Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, zeigte, dass mehr Männer (32,90%) als Frauen (28,40%) zumindest 2 Mal die Woche Krafttraining betreiben. In der Altersgruppe der 18-29-Jährigen sind dies sogar 45,20% der Männer und 34,90% der Frauen. Ab dem Alter von 30 Jahren nimmt allerdings der Anteil der Personen, die Fitness, als auch Übungen zur Kräftigung der Muskulatur betreiben, ab.¹⁷⁵

Über das Konsumationsalter von Proteinsupplementen gibt es in der Literatur nur wenig Informationen. Oft finden Studien zum Muskelaufbau mit älteren oder Männern mittleren Alters statt, um dem altersbedingten Muskelabbau entgegenzuwirken. So untersuchte die Studie von Zdzieblik et al. (2015) die Wirkung von Kollagenpeptiden auf die Körperzusammensetzung (Muskelmasse und Fettmasse) sowie Muskelfunktion in Kombination mit einem Krafttraining bei 53 älteren Männern mit Sarkopenie (Verlust an Muskelmasse, zum Teil auch altersbedingt) mit einem Durchschnittsalter von 72 Jahren. Es stellte sich eine statistisch signifikante Zunahme der fettfreien Masse/ Muskelmasse, eine statistisch signifikante Abnahme der Fettmasse und ein statistisch

¹⁷⁵ Statistik Austria, 2019, S. 49-52.

signifikanter Gewinn an Muskelkraft in der Hydrolysatkollagen-Gruppe heraus.¹⁷⁶ Die selbe Forschungsgruppe widmete sich 2021 erneut dem Einfluss von Kollagensupplemente in Kombination mit Krafttraining auf die Körperzusammensetzung und Muskelkraft bei Männern, diesmal bei untrainierter Zielgruppe mittleren Alters, wobei das Alter der Probanden zwischen 30 und 60 Jahren lag. In der 12-wöchigen Testphase kam es bei allen Teilnehmern zu einer Verbesserung der fettfreien Masse, der Fettmasse und der Beinkraft.¹⁷⁷

4.3.7. H7: Wenn Kollagensupplemente mit dem Motiv zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von Übergewichtigen (Frauen und Männern) oder Personen älter als 50 Jahre (Frauen und Männern) eingenommen.

Zu Beginn wurden das Motiv der Knochen- und Gelenkbeschwerden im Vergleich zu den anderen Motiven für die Einnahme von Kollagensupplementen betrachtet. Es stellte sich heraus, dass dieser Faktor im Vergleich zu den anderen Motiven allgemein eher eine untergeordnete Rolle einnimmt. Bei beiden Geschlechtern spielte das Motiv „Knochen und Gelenke“ eher eine untergeordnete Rolle. Jedoch gaben ca. $\frac{1}{3}$ der Frauen (33,30%) und ca. $\frac{1}{4}$ der Männer (28,60%) an, Kollagen zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden einzunehmen.

Im nächsten Schritt wurde die Altersgrenze in die Beobachtung des Motivs für die Kollageneinnahme miteinbezogen. Hierfür wurde eine neue Variable erstellt „bis 50 Jahre“ und „ab 51 Jahren“. Es zeigte sich allerdings keine statistische Signifikanz des Alters in Bezug auf das Motiv „Reduktion von Knochen und Gelenkbeschwerden“, obwohl das Motiv mit dem Alter zunimmt (**Abbildung 47**).

¹⁷⁶ Zdzieblik et al., 2015.

¹⁷⁷ Zdzieblik et al., 2021: “The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Body Composition and Muscle Strength in Middle-Aged, Untrained Men...”.

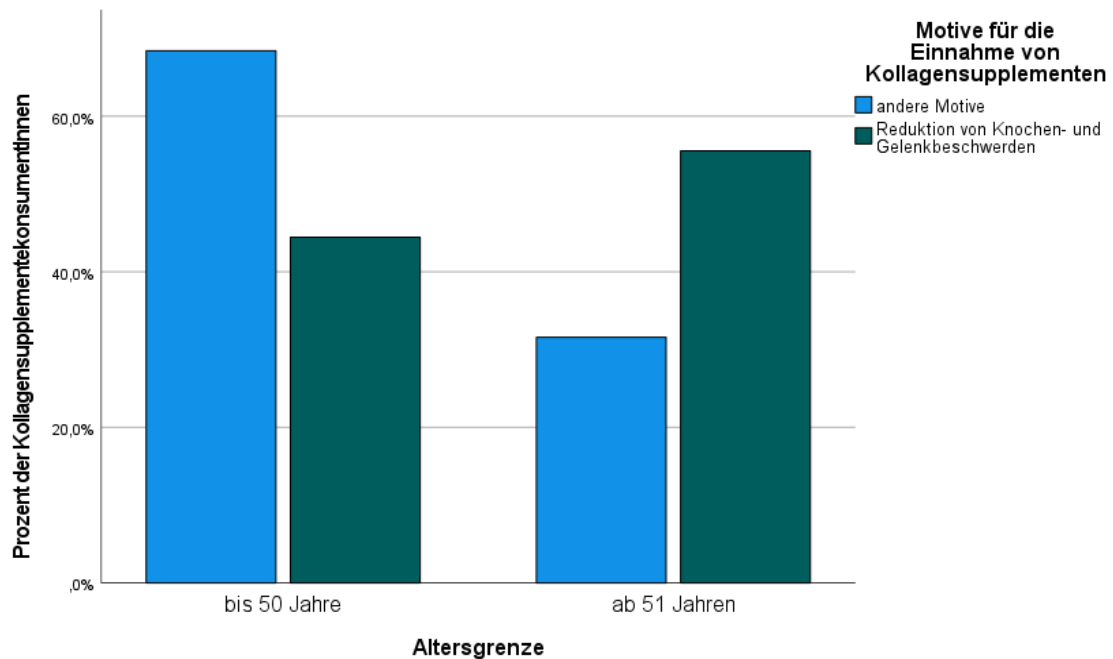


Abbildung 47: Motiv "Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden" für die Einnahme von Kollagensupplementen in Bezug auf die Altersgrenze 50 Jahre ($n_{\text{bis50Jahre}}=17$, $n_{\text{ab51Jahren}}=11$, $n_{\text{gesamt}}=28$)

Daraufhin wurde das Gewicht in Bezug auf das Motiv der Kollageneinnahme untersucht. Zuvor sollten jedoch die Häufigkeiten des Gewichts aller Fragebogenteilnehmenden angesehen werden. Hierfür wurde eine neue Variable für den Body Mass Index (BMI) kreiert mit „Übergewicht ab einem BMI von 25 kg/m^2 “ und „Normalgewicht bis zu einem BMI von $24,99 \text{ kg/m}^2$ “ und „Untergewicht unter einem BMI von $18,50 \text{ kg/m}^2$ “. Aus den Häufigkeiten ist ersichtlich, dass 57,60% aller Befragten normalgewichtig, 38,20% übergewichtig bzw. adipös und 4,20% untergewichtig sind (**Abbildung 48**).

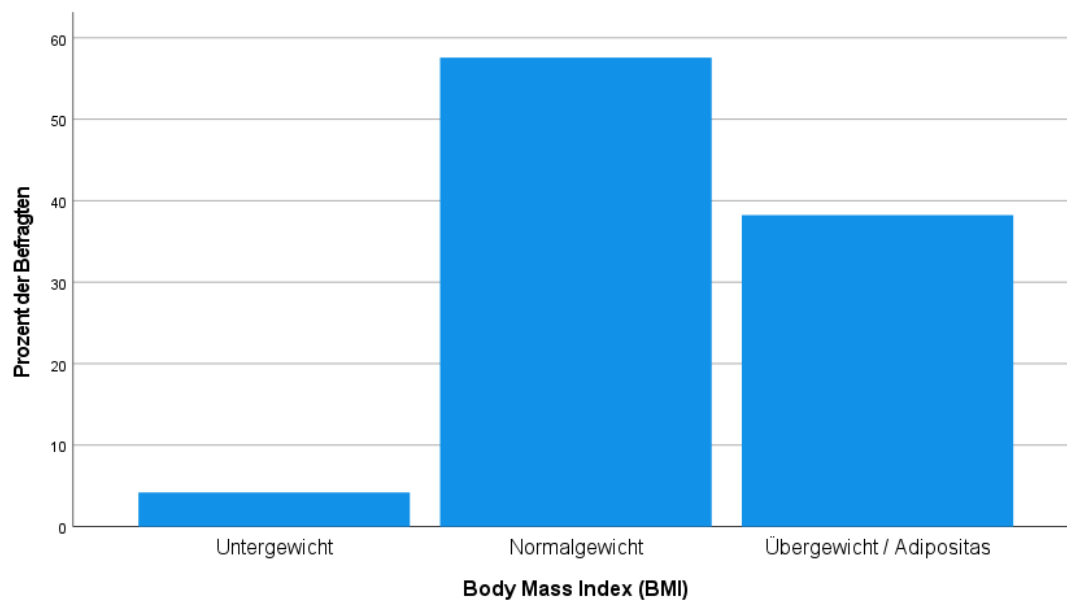


Abbildung 48: Klassifizierung des Body Mass Indexes (BMI) aller Teilnehmenden (n=238) nach WHO (2000)

Für die Hypothese sollte jedoch nur der BMI der KollagenkonsumentInnen berücksichtigt werden. Die Berechnung ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Motiv „Reduktion von Knochen und Gelenkbeschwerden“ der KollagenkonsumentInnen.

Schließlich wurde im letzten Schritt der Hypothesenprüfung das Alter und der BMI in Bezug auf das Motiv „Reduktion von Knochen und Gelenkbeschwerden“ auf statistische Signifikanz mittels Chi-Quadrat-Test untersucht. Es stellte sich heraus, dass weder das Alter auf das Motiv noch der BMI auf das Motiv einen statistisch signifikanten Einfluss ergab, so konnte im Umkehrschluss auch in Kombination von dem Alter ab 50 Jahren und dem BMI in Bezug auf das Motiv „Reduktion von Knochen und Gelenkbeschwerden“ keine statistische Aussagekraft getroffen werden. Somit wurde die **Hypothese 7** „Wenn Kollagensupplemente mit dem Motiv zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden eingenommen werden, dann werden diese hauptsächlich von Übergewichtigen (Frauen und Männern) oder Personen ab 50 Jahren (Frauen und Männern) eingenommen“ **verworfen**.

Nichtsdestotrotz zeigte sich, dass das Interesse der Übergewichtigen am Motiv „Knochen und Gelenke“ mit dem Alter steigt. Vor allem unter den übergewichtigen Frauen ist die Neigung, Kollagensupplemente zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden einzunehmen, mit dem Alter stark steigend, wohingegen übergewichtige Männer ab 50 Jahren dieses Motiv gleich wichtig wie die anderen Motive sehen, jedoch wurde dieser Grund für die Einnahme von Kollagensupplementen bei den unter-50-jährigen, normalgewichtigen Männern nicht angegeben.

Zu der Ansicht, dass Kollagensupplemente vor allem für Übergewichtige von Bedeutung sein könnten, kamen auch Figueres et al. (2015). In ihrer Studie über die Effekte von hydrolysiertem Kollagen auf die Gelenks- und Knochengesundheit schlussfolgert die Arbeitsgruppe, dass Kollagensupplemente vor allem bei Sportlern und übergewichtigen Personen bzw. ab 40 bis 50 Jahren vorteilhaft für die Regeneration des Gelenks- und Knochengewebes sein können.¹⁷⁸

4.3.8. H8: Wenn Kollagensupplemente nicht gekauft werden, dann aus dem Grund, dass die Personen bei beiden Geschlechtern und in allen Altersgruppen angegeben haben, dass sie bereits ausreichend durch die Nahrung mit Proteinen versorgt sind und daher keine Notwendigkeit für den Kauf einer Zusatznahrung sehen.

Um diese Hypothese zu beantworten, wurden zunächst die Motive der NichtkäuferInnen von Kollagensupplementen angesehen (**Abbildung 49**). Das Motiv „Ich ernähre mich ausgewogen genug“ kommt mit 34% am häufigsten vor. Auf dem 2. Platz folgt mit 23% „Es gibt zu wenig Informationen / Aufklärung“ und auf dem 3. Platz mit 21% „sonstige Motive“. Weitere Antworten der NichtkäuferInnen waren mit 10% „Ich bin Hobbysportler und sehe keinen Nutzen darin“, mit 6% „Der Preis wirkt abschreckend“ und mit 4% „Die Produkte sind zu chemisch“. Außerdem meinten die

¹⁷⁸ Figueres et al., 2015.

NichtkonsumentInnen, „Ich habe eine Nahrungsmittelunverträglichkeit“ (1,50%) und „Die Produkte schmecken nicht“ (0,50%).

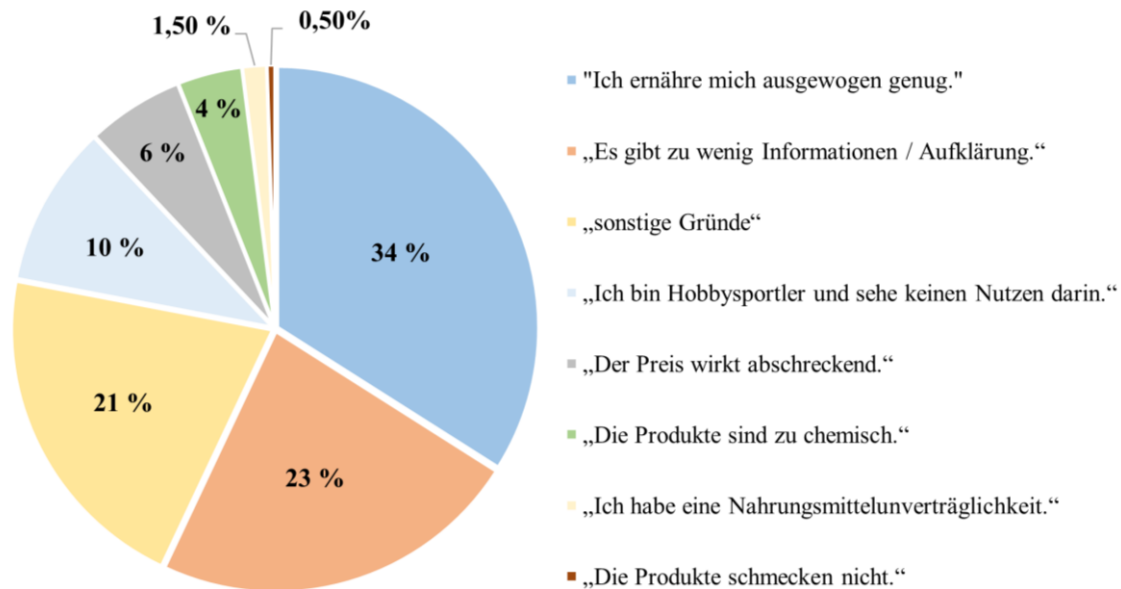


Abbildung 49: Motive der Nicht-KollagenkonsumentInnen (n=210)

Unter den sonstigen Motiven mit 21% fanden sich unter anderem Antworten, dass in der Kollagenkonsumation „kein Nutzen bzw. keine Notwendigkeit“ (3%) gesehen werde, da unter anderem auch „kein Mangel“ vorliege (1,50%), dass „grundsätzlich keine Nahrungsergänzungsmittel genommen werden“ (1,50%) und die „Problematik“, dass Kollagen „nicht vegan“ sei, weil es eben tierischen Ursprungs ist (1%). Andere Stellungnahmen waren, dass sich die NichtkäuferInnen von Kollagen bisher „noch keine Gedanken zu Kollagen gemacht bzw. kein Interesse hätten“ (5%), „noch keine Zeit hatten das Produkt zu kaufen, obwohl man schon davon erfahren habe und zudem Sport betreibe“ (0,50%). Die Mehrheit hatte zuvor allerdings „noch nie etwas von Kollagen gehört und wisse nicht, warum eine Einnahme notwendig sei“ (7%). 1,50% der NichtkonsumentInnen gaben zudem an, „noch nie etwas von Kollagensupplementen gehört zu haben“ (**Abbildung 50**).

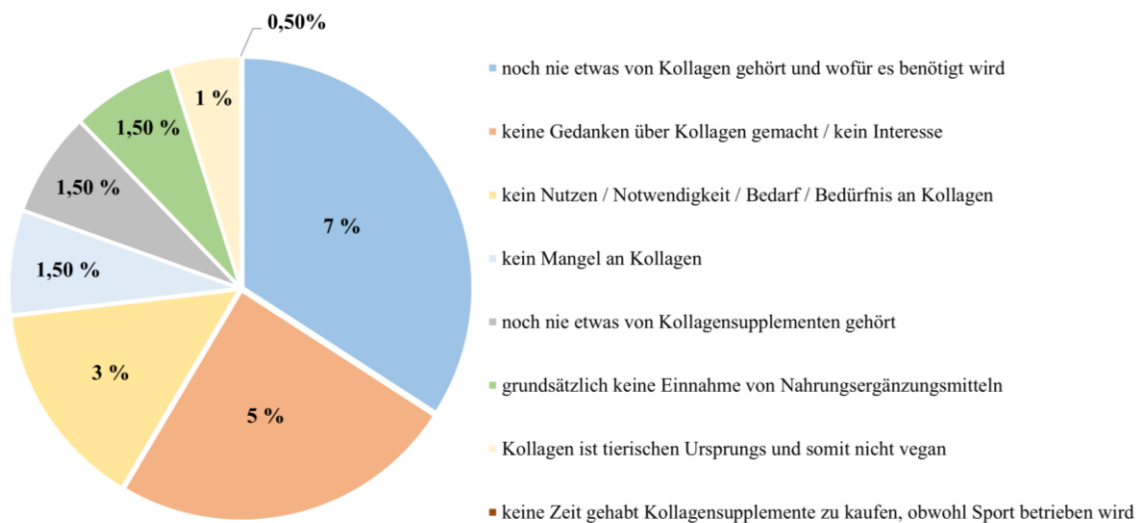


Abbildung 50: Sonstige Motive der Nicht-KollagenkonsumentInnen (n=210)

Für Hypothese 8 sollte im nächsten Schritt analysiert werden, ob die NichtkäuferInnen „ausreichend durch die Nahrung mit Proteinen versorgt sind“. Aus Hypothese 2 ist bereits bekannt, dass beinahe $\frac{3}{4}$ aller Befragten (70,60%) bei den Ernährungs- und Verzehrsgewohnheiten angaben, sich „häufig“, also mehrmals die Woche, ausgewogen zu ernähren. Die Berechnungen des Chi-Quadrat-Tests ergaben jedoch weder bezogen auf das Geschlecht noch in den jeweiligen Altersgruppen einen statistisch signifikanten Zusammenhang zur „ausreichenden Versorgung mit Proteinen durch die Nahrung“, noch durch die „Häufigkeit der ausgewogenen Ernährung“. Somit wurde die **Hypothese 8** „Wenn Kollagensupplemente nicht gekauft werden, dann aus dem Grund, dass die Personen bei beiden Geschlechtern und in allen Altersgruppen angegeben haben, dass sie bereits ausreichend durch die Nahrung mit Proteinen versorgt sind und daher keine Notwendigkeit für den Kauf einer Zusatznahrung sehen“ **verworfen**.

Interessant zu erwähnen ist jedoch noch, dass die kollageneinnehmenden Männer in allen Altersgruppen behaupteten, sich ausschließlich ausgewogen zu ernähren.

Die Notwendigkeit einer erhöhten Proteinzufuhr wie beispielsweise in Form von „High-Protein-Produkten“ wird auch von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) in Frage gestellt. Durch die Vielfalt an herkömmlichen Lebensmitteln sei die

Proteinversorgung gesichert. Der Referenzwert für die Proteinzufuhr bei Erwachsenen liegt bei 0,8 g/kg Körpergewicht pro Tag.¹⁷⁹

4.4. Limitationen und Begrenzungen der Untersuchung

Die wesentlichen Limitationen der vorliegenden Arbeit ergeben sich zum einen aus dem reduzierten Sampling der Stichprobe, dass der Fragebogen hauptsächlich an fitnessinteressierte bzw. gesundheitsbewusste Personen gesendet worden ist. Zum anderen führt die Beteiligung der Studien- und ArbeitskollegInnen an der Umfrage zu einem überdurchschnittlich hohen Ausbildungsniveau (65,50% des Gesamtuntersuchungskollektivs besitzt einen FH- / Universitäts-Abschluss). Eine weitere Begrenzung ergibt sich durch die 3-wöchige Testphase, in welcher der Fragebogen online war. In diesem Zusammenhang wäre es lohnenswert, in zukünftiger Forschung, einen längeren Untersuchungszeitraum durchzuführen, um eine größere und repräsentativere Stichprobe zu erhalten. Demnach beziehen sich die Studienergebnisse auf ein fitnessorientiertes Kollektiv und es ist anzunehmen, dass die Durchschnittsbevölkerung weniger Bewusstsein für Kollagen als Nahrungsergänzungsmittel hat.

¹⁷⁹ DGE, 2021.

5. Schlussbetrachtung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Kollagen als Nahrungsergänzung und dem Kaufverhalten der Umfrageteilnehmenden. Ziel der empirischen Erhebung war es, die Motive und Hauptbeweggründe der KollagenkonsumentInnen und der NichtkonsumentInnen zu eruieren und diese nach Geschlecht und in den verschiedensten Altersgruppen zu analysieren.

Kollagen stammt aus dem Griechischen „kolla“ = „Leim“ und „gennan“ = „erzeugen“ und ist eines der wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Skleroproteine des menschlichen Körpers.¹⁸⁰ Dieses dreidimensionale tierische Gerüstprotein wird hauptsächlich in fasrigen Geweben synthetisiert, wo es am Aufbau, der Differenzierung und Entwicklung der Zellen, als auch deren Regeneration beteiligt ist und somit vorwiegend in Sehnen und Bändern, in der Cornea des Auges, in Gelenken, Knorpeln, Knochen und Zähnen (Dentin) sowie in Blutgefäßen und im Darm in Erscheinung tritt.¹⁸¹ Die Hauptaufgabe ist es, den Geweben Struktur, Halt, Festigkeit und Elastizität zu geben.¹⁸² Die Aufnahme von Kollagen erfolgt über tierische Lebensmittel, vorwiegend durch Haut, Knorpeln, Knochen und Sehnen von Rind, Huhn, Schwein und Fisch.¹⁸³ Pflanzliche Lebensmittel können jedoch die körpereigene Kollagensynthese anregen, indem die für Kollagen benötigten Aminosäuren Glycin und Prolin sowie ausreichend Vitamin C mit der Nahrung aufgenommen werden.¹⁸⁴ Diese Erkenntnis ist besonders für VegetarierInnen und VeganerInnen von Bedeutung.

Mit zunehmendem Alter, durch Stress, genetische Erkrankungen und Lebensstilfaktoren kann die Qualität und Quantität von Kollagen und somit deren Funktionalität beeinträchtigt werden.¹⁸⁵ Außerdem nimmt die Regenerationsfähigkeit von Kollagen ab 25 bzw. 30 Jahren um 1,50% pro Jahr ab.¹⁸⁶ Durch exzessive Belastung des Körpers, bei Übergewichtigen, Sportlern, ab 40 bzw. 45 Jahren, in der Menopause und nach

¹⁸⁰ Spektrum – Lexikon der Biologie: Kollagen und Sibilla et al., 2015.

¹⁸¹ Garcia Arauzo et al., 2020 und Sibilla et al., 2015.

¹⁸² Goldberga et al., 2018 und Sibilla et al., 2015.

¹⁸³ León-López et al., 2019.

¹⁸⁴ Razak et al., 2017 und Elmadfa und Leitzmann, 2019, S. 495.

¹⁸⁵ León-López et al., 2019 und Sibilla et al., 2015.

¹⁸⁶ Sibilla et al., 2015.

chirurgischen Interventionen bzw. nach onkologischen Behandlungen, kann es auch schon in jüngeren Jahren zu einer Abnutzung, beispielsweise des Gelenks- und Muskelgewebes, und somit zu einem Verlust an Kollagen kommen. Die Intention durch Kollagensupplemente in Form von Tabletten, Pulver, Getränken oder Lebensmitteln für eine langanhaltende Gesundheit zu sorgen, erklärt daher auch das gestiegene wissenschaftliche Interesse an diesem „Wunderprotein“ im Bereich der Nahrungsergänzung.¹⁸⁷

Die in Kapitel 2.3. erwähnten positiven Effekte der Kollagensupplemente auf den Menschen wurden in einigen Studien untersucht und zeigten häufig statistische Signifikanz, beispielsweise in puncto Verlangsamung der Hautalterung (Reduktion von Falten, Steigerung der Feuchtigkeit und Elastizität der Haut), Reduktion der Cellulite, Reduktion von Gelenksschmerzen, Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund“) sowie Steigerung der Muskelmasse bei gleichzeitiger Reduktion der Fettmasse (Verbesserung der Körperzusammensetzung).¹⁸⁸ Eine weitere wichtige Rolle scheint supplementiertes Kollagen auch bei der Wundheilung und bei der Reduktion von Entzündungsprozessen, als auch bei den Blutgefäßen als Prophylaxe der Arteriosklerose sowie bei Darm- und Verdauungsbeschwerden, zu spielen.¹⁸⁹

Obwohl die behaupteten Effekte der Kollagensupplemente vor allem bei der Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (*EFSA – European Food Safety Authority*) immer wieder in Kritik stehen, gibt es mittlerweile zahlreiche Lebensmittelmarken, die Nahrungsergänzungsmittel mit Kollagen anbieten. Die bezweifelte Punkte betreffen die Ergebnisse, ob diese wirklich durch das zugeführte Kollagen erzielt werden können, oder nicht doch durch in der Nahrung enthaltene Aminosäuren. Außerdem wurden gesundheitsbezogene Angaben (Werbung) mangels wissenschaftlicher Beweise bereits des Öfteren abgelehnt (siehe auch „Health Claims Verordnung“). Beanstandet wurde in diesem Zusammenhang auch, dass die Hersteller

¹⁸⁷ Figueres et al., 2015 und Garcia Arauzo et al., 2020.

¹⁸⁸ Zdzieblik et al., 2021: “The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Knee Joint...”, Honvo et al., 2020; König et al., 2018 und Zdzieblik et al., 2021: “The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Body Composition and Muscle Strength in Middle-Aged, Untrained Men...”.

¹⁸⁹ Sugihara et al., 2018.

ihre Studien häufig selbst finanzieren und eine unabhängige Forschung wünschenswert wäre.

Es sollte daher im empirischen Teil dieser Masterarbeit das Konsumverhalten von Kollagensupplementen der Fragebogenteilnehmenden in Bezug auf deren Hauptbeweggründen für den Kauf dieser Produkte untersucht werden. Als Motiv für die Einnahme bzw. den Kauf von Kollagensupplementen wurde hauptsächlich der „Nutzen bzw. die Effekte auf die Gesundheit“ angegeben, insbesondere „zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse bzw. zum Kraftaufbau“ (25%), „zur Verbesserung der allgemeinen Fitness“ (15,50%) und „zur schnelleren Regeneration des Körpers (Recovery)“, „für ein ebenmäßigeres Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)“, „zur Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität“ sowie „zur Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung“ (jeweils 9,40%). Abgesehen vom „gesundheitlichen Nutzen (Muskelmasse, Kraft, Ausdauer, Leistung, Gewichtsabnahme, etc.)“, der für 45,50% der KollagenkonsumentInnen am wichtigsten ist, sind auch die Motive „gute Produkteigenschaften (z.B.: Löslichkeit des Proteins, geringeres Ausflocken, etc.)“ (15,20%), „günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen“ (15,20%) und „hoher / höherer Proteingehalt bzw. sehr gute Proteinzusammensetzung verglichen mit Lebensmitteln“ (12,10%) Gründe für den Kauf der Kollagensupplemente.

Die Beweggründe bzw. Motive der NichtkäuferInnen von Kollagensupplementen sind „Ich ernähre mich ausgewogen genug“ (34%), „Es gibt zu wenig Informationen / Aufklärung“ (23%) und „sonstige Motive“ (21%). Unter den sonstigen Gründen fanden sich unter anderem Antworten, dass in der Kollagenkonsumation „kein Nutzen bzw. keine Notwendigkeit“ (3%) gesehen werde, da „kein Mangel vorliege“ (1,50%), dass „grundsätzlich keine Nahrungsergänzungsmittel genommen werden“ (1,50%) und die „Problematik, dass Kollagen nicht vegan sei“, weil es eben tierischen Ursprungs ist (1%). Andere Stellungnahmen waren, dass sich die NichtkäuferInnen von Kollagen „bisher noch keine Gedanken zu Kollagen gemacht bzw. kein Interesse hätten“ (5%). Die Mehrheit hatte zuvor allerdings „noch nie etwas von Kollagen gehört und wisse

nicht, warum eine Einnahme notwendig sei“ (7%). 1,50% der NichtkonsumentInnen gaben zudem an, „noch nie etwas von Kollagensupplementen gehört zu haben“.

Im Hinblick auf den Titel der Masterarbeit „Kollagen als Nahrungsergänzung, ein neuer Gesundheitstrend? – Einflussfaktoren auf das Kaufverhalten“ stellt sich nun die abschließende Frage, ob Kollagen tatsächlich als neuer Gesundheitstrend betrachtet werden kann. Geht es nach der Vielzahl der wissenschaftlich durchgeführten Studien, so lautet die Antwort eindeutig „ja“. Hinsichtlich der tatsächlichen Kollagenkonsumation laut empirischer Erhebung lässt das Resultat allerdings etwas zu wünschen übrig: Nur 28 von 238 Teilnehmenden, die alle Fragen zu Ende beantwortet haben, sind KollagenkonsumentInnen. Die Anzahl der Teilnehmenden lag jedoch unter den persönlichen Erwartungen, um von einem Gesundheitstrend sprechen zu können. Auch die Autoren um Jhavar et al. (2020) sprechen sich in ihrem Review übersetzt mit „Orale Kollagensupplementation gegen die Hautalterung: Eine Modeerscheinung oder die Zukunft?“ über eine aktuelle Zeiterscheinung aus. Ihr Resümee ist, so wie das der unzähligen Studien, in denen Kollagensupplemente sogar statistisch signifikante Effekte auf den menschlichen Körper erzielten, geprägt von dem Fazit, dass es auf dem Gebiet der Forschung noch nicht genügend Evidenz gäbe, um die Ergebnisse validieren und die Mechanismen der Effekte gänzlich verstehen zu können.

Trotz des postulierten Trends der Kollagensupplemente, aufgrund steigender Bekanntheit und Verfügbarkeit, scheint die „Beliebtheit“ oder Notwendigkeit noch auf der Strecke zu bleiben. Diese Schlüsse lassen sich zum einen durch die „sonstigen“ Fragen der Umfrage ermitteln, zum anderen ergibt sich dies bei abschließender Analyse der eingangs gestellten „Eisbrecherfragen“. Bei den sonstigen Fragen ging es unter anderem um die Begründung, warum Kollagensupplemente nicht eingenommen werden. Eine der Antworten war: „Was ist das wieder für eine Modeerscheinung?“ Die Eingangsfragen behandelten einerseits, die Aufgaben von Kollagen und andererseits die Verfügbarkeit des Proteins in Lebensmitteln. Beide Fragen bekamen allerdings nur jene Personen gestellt, die zuvor angekreuzt hatten, schon einmal etwas über Kollagen gehört zu haben. Bei den Aufgaben von Kollagen lieferten die Teilnehmenden noch

sehr gute Antworten, die kollagenreichen Lebensmitteln konnten hingegen nicht zufriedenstellend benannt werden.

Ernüchternd war zudem festzustellen, dass ein(e) Nicht-KollagenkonsumentIn, welche(r) in weiterer Folge gefragt wurde, ob er/sie Proteinsupplemente einnehme und bei Verneinung noch nach sonstigen Nahrungsergänzungsmitteln konsultiert wurde, schließlich angab, Proteinsupplemente zu nehmen. Dies deutet darauf hin, entweder die Fragestellung nicht verstanden zu haben oder nicht zu wissen, was Proteine und Kollagen ist.

Weitere Recherchen über die Wirksamkeit von Kollagensupplementen, aber auch die Aufklärung der Bevölkerung über die Bedeutung von Proteinen, deren Arten und Vorkommen in Lebensmitteln wären für die Zukunft begrüßenswert und ein weiterer essenzieller Schritt zur Gewährleistung einer langenanhaltenden Gesundheit und einer optimaleren Auswahl an Lebens- und Nahrungsergänzungsmitteln – Motive, die wiederum Einfluss auf das Kaufverhalten haben könnten.

6. Zusammenfassung

Lange Zeit wurde Kollagen lediglich im Kosmetik- und Schönheitsbereich in Form von Gesichtscremes, Duschgels und Körperlotionen in der Werbung angepriesen. In den letzten Jahren gewinnt es jedoch in der Wissenschaft aufgrund der vielfältigen Studienlage zunehmend an Bedeutung als Nahrungsergänzungsmittel. Die diskutierten Effekte betreffen beispielsweise die Verbesserung des Hautbildes hinsichtlich der Verlangsamung der Hautalterung (Reduktion von Falten) und die positiven Auswirkungen auf das Bindegewebe (Reduktion von Cellulite). Weitere Forschungsschwerpunkte handeln auch vom Einfluss von Kollagensupplementen auf Gelenke, Knorpel, Sehnen und Knochen sowie von der Beteiligung dieses wertvollen tierischen Strukturproteins am Aufbau von Muskelmasse.

Ziel der empirischen Untersuchung war es, das Konsumverhalten von Kollagensupplementen hinsichtlich der Hauptbeweggründe für den Kauf dieser Produkte getrennt nach Geschlecht und in verschiedenen Altersgruppen näher zu beleuchten. Als Erhebungsmethode diente ein standardisierter, anonymer Online-Fragbogen, der für einen Zeitraum von 3 Wochen im Dezember 2021 freigeschaltet war.

Als zentrales Motiv für die Einnahme bzw. den Kauf von Kollagensupplementen wurde der „Nutzen bzw. die Effekte auf die Gesundheit“ (45,50% der KollagenkonsumentInnen) angegeben. Weitere Beweggründe betrafen „gute Produkteigenschaften (z.B.: Löslichkeit des Proteins, geringeres Ausflocken, etc.)“ (15,20%), „günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen“ (15,20%) und „hoher / höherer Proteingehalt bzw. sehr gute Proteinzusammensetzung verglichen mit Lebensmitteln“ (12,10%). Die Beweggründe bzw. Motive Kollagensupplementen nicht zu kaufen waren vor allem „Ich ernähre mich ausgewogen genug“ (34%) und „Es gibt zu wenig Informationen / Aufklärung“ (23%).

Aufgrund der limitierten Anzahl an KollagenkonsumentInnen sind weitere Forschungen notwendig, um die Titelfrage „Kollagen als Nahrungsergänzung, ein neuer Gesundheitstrend? – Einflussfaktoren auf das Kaufverhalten“, hinreichend beantworten zu können.

7. Summary

For a long time, collagen was only advertised in the cosmetics and beauty sector as face creams, shower gels and body lotions. In recent years, however, it has gained increasing importance as a dietary supplement in science due to the wide range of studies. The discussed effects concern, for example, the improvement of the skin's appearance regarding to slowing down skin aging (reduction of wrinkles) and the positive effects on the connective tissue (reduction of cellulite). Other research focuses also deal with the influence of collagen supplements on joints, cartilage, tendons and bones as well as the participation of this valuable animal structural protein in the development of muscle mass.

The aim of the empirical study was to shed more light on the consumption behavior of collagen supplements concerning the main reasons for purchasing these products, broken down by gender and in different age groups. A standardized, anonymous online questionnaire was used as survey method, which was activated for a period of 3 weeks in December 2021.

The “benefits or effects on health” (45.50% of collagen consumers) was given as the central motive for taking or buying collagen supplements. Other motivations included “good product properties (e.g. solubility of the protein, less flocculation, etc.)” (15.20%), “cheaper to buy than protein-rich foods” (15.20%) and “high / higher protein content or very good protein composition compared to food” (12.10%).

The main reasons or motives for not buying collagen supplements were “I have a balanced diet” (34%) and “there is too little information / education” (23%).

Due to the limited number of collagen consumers, further research is needed to be able to answer the title question “Collagen as a dietary supplement, a new health trend? – Factors influencing purchasing behavior” adequately.

8. Literaturverzeichnis

8.1. Primärliteratur

Allianz Österreich: Österreichs Lebensstil in der Corona-Krise: Jede/r Zweite lebt zurzeit bewusst gesund. 16.12.2020. Internet: https://www.allianz.at/content/dam/onemarketing/cee/azat/presse/presseaussendung/en/PA_Umfrage_Ern%C3%A4hrung_und_Lebensstil.pdf (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Arseni Lavinia, Lombardi Anita & Orioli Donata: From Structure to Phenotype: Impact of Collagen Alterations on Human Health. International Journal of Molecular Sciences 2018; 19(5):1407.

Asserin Jérôme, Lati Elian, Shioya Toshiaki, Eng. B. & Prawitt Janne: The effect of oral collagen peptide supplementation on skin moisture and the dermal collagen network: evidence from an ex vivo model and randomized, placebo-controlled clinical trials. Journal of Cosmetic Dermatology 2015; 14(4):291-301.

Bagheri Miyab Katayoun, Alipoor Elham, Vaghardoost Reza, Isfeedvajani Mohsen Saberi, Yaseri Mehdi, Djafarian Kurosh & Hosseinzadeh-Attar Mohammad Javad: The effect of a hydrolyzed collagen-based supplement on wound healing in patients with burn: A randomized double-blind pilot clinical trial. Burns 2020; 46(1):156-163.

Bannai Makoto & Nobuhir Kawai: New Therapeutic Strategy for Amino Acid Medicine: Glycine Improves the Quality of Sleep. Journal of Pharmacological Sciences 2012; 118(2):145-148.

Bayern. Recht: LG Aschaffenburg, Endurteil v. 08.05.2018 – 1 HK O 118/17. Internet: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/Y-300-Z-BECKRS-B-2018-N-18448?hl=true> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

Bhattacharjee Arnab & Bansal Manju: Collagen Structure: The Madras Triple Helix and the Current Scenario. International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life 2005; 57(3):161-172.

Cermak Naomi M, Res Peter T, de Groot Lisette CPGM, Saris Wim HM & van Loon Luc JC: Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. American Journal for Clinical Nutrition 2012; 96(6):1454-1464.

Chen Yu-Pei, Liang Chia-Hua, Wu Hong-Tan, Pang Hai-Yue, Chen Chuan, Wang Guey-Horng, Chan Leong-Perng: Antioxidant and anti-inflammatory capacities of collagen peptides from milkfish (*Chanos chanos*) scales. Journal of Food Science and Technology 2018; 55(6):2310-2317.

Coelho Paulo: Autor. Diogenes Verlag. Internet: <http://paulocoelho.info/Paulo-Coelho/Autor.html> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Coelho Paulo: In: 101 Jakobsweg-Zitate und Gedanken über die Reise durchs Leben. Infoportal für Entdeckungsreisen auf Jakobswegen und durch die Welt. Hello World Verlag. Internet: <https://www.hello-world.net/jakobsweg-zitate/> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Daneault Audrey, Prawitt Janne, Soulé Véronique Fabien, Coxam Véronique & Wittrant Yohann: Biological effect of hydrolyzed collagen on bone metabolism. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2017; 57(9):1922-1937.

De Miranda Roseane B., Weimer Patrícia & Rossi Rochele C.: Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Dermatology 2021; 60(12):1449-1461.

DePhillipo Nicholas N., Aman Zachary S., Kennedy Mitchell I., Begley J.P., Moatshe Gilbert & LaPrade Robert F.: Efficacy of Vitamin C Supplementation on Collagen

Synthesis and Oxidative Stress After Musculoskeletal Injuries: A Systematic Review. The Orthopaedic Journal of Sports Medicine 2018; 6(10):2325967118804544.

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): High-Protein-Produkte sind überflüssig - Extrapolation Protein hat keinen gesundheitlichen Nutzen. Presseinformation: Presse, DGE aktuell 30/2021 vom 07.10.2021. Internet: <https://www.dge.de/presse/pm/high-protein-produkte-sind-ueberfluessig/> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

Elmadfa Ibrahim & Leitzmann Claus: Ernährung des Menschen. 6. Auflage. Stuttgart: Utb Verlag. 2019.

European Food Safety Authority (EFSA): Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to collagen hydrolysate and maintenance of joints pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal 2011; 9(7):2291. Internet: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2291> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

European Food Safety Authority (EFSA): Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to Verisol®P and a change in skin elasticity leading to an improvement in skin function pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal 2013; 11(6):3257. Internet: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2013.3257> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

Figueres Juher Teresa & Basés Pérez Esther: An Overview of the Beneficial Effects of Hydrolysed Collagen Intake on Joint and Bone Health and on Skin Ageing. Nutrición Hospitalaria 2015; 32(1):62-66.

Fu Yu & Zhao Xin-Huai: In vitro responses of hFOB1.19 cells towards chum salmon (*Oncorhynchus keta*) skin gelatin hydrolysates in cell proliferation, cycle progression and apoptosis. *Journal of Functional Foods* 2013; 5(1):279-288.

Fu Yu, Therkildsen Margrethe, Aluko Rotimi E. & Lametsch René: Exploration of collagen recovered from animal by-products as a precursor of bioactive peptides: successes and challenges, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2018; 59(13):2011-2027.

Garcia Arauzo Miguel, Antón Alvaro & Villarroel José Domingo: Collagen in the media: An analysis of news published between 2016 and 2018. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 2020; 49(2):242-250.

García-Coronado Juan Mario, Martínez-Olvera Lorena, Elizondo-Omaña Rodrigo E., Acosta-Olivo Carlos Alberto, Vilchez-Cavazos Félix, Simental-Mendía Luis Ernesto & Simental-Mendía Mario: Effect of collagen supplementation on osteoarthritis symptoms: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *International orthopaedics* 2019; 43(3):531-538.

Gelatine Manufacturers of Europe: Gelatine - Herstellung. Internet: <https://www.gelatine.org/de/gelatine/herstellung.html> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Gelatine Manufacturers of Europe: Gelatine - Sicherheit. Internet: <https://www.gelatine.org/de/gelatine/sicherheit.html> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

Gelatine Manufacturers of Europe: Kollagenpeptide - Herstellung. Internet: <https://www.gelatine.org/de/kollagenpeptide/herstellung.html> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

Gelita AG: Peptiplus®. 2022. Internet: <https://www.gelita.com/de/produkte-und-marken/kollagenpeptide/peptiplus> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

Genovese Licia, Corbo Andrea & Sibilla Sara: An Insight into the Changes in Skin Texture and Properties following Dietary Intervention with a Nutricosmeceutical Containing a Blend of Collagen Bioactive Peptides and Antioxidants. *Skin Pharmacology and Physiology* 2017; 30(3):146-158.

Goldberga Ieva, Li Rui & Duer Melinda J.: Collagen Structure–Function Relationships from Solid-State NMR Spectroscopy. American Chemical Society 2018; 51(7):1621-1629.

Gómez-Guillén M.C., Giménez B., López-Caballero M.E. & Montero M.P.: Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids* 2011; 25(8):1813-1827.

Gröber Uwe: Metabolic Tuning statt Doping – Mikronährstoffe im Sport. Stuttgart: Hirzel Verlag. 2008.

Haraway G. Davin, DO: The Extracellular Matrix in Wound Healing. Healthpoint intended to facilitate expeditious, cost-effective wound care management. Publication third of nine. Healthpoint, Inc. / HMP Communications 2006; 1-4.

Haubeck HD.: Kollagene. In: Gressner Axel M., Arndt Torsten. (Hrsg.): Lexikon der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer. 2019.

Häusel Hans-Georg (Hrsg.): Neuromarketing – Erkenntnisse der Hirnforschung für Markenführung, Werbung und Verkauf. 2. Auflage. Freiburg: Haufe-Lexwa. 2012.

Hays Nicholas P., PhD; Kim Helen, MS, RD; Wells Amanda M., MS, RD; Kajkenova Oumitana, MD & Evans William J., PhD: Effects of Whey and Fortified Collagen Hydrolysate Protein Supplements on Nitrogen Balance and Body Composition in Older Women. *Journal of the American Dietetic Association* 2009; 109(6):1082-1087.

Hexsel Doris, Zague Vivian, Schunck Michael, Siega Carolina, Oliveira Camozzato Fernanda & Oesser Steffen: Oral supplementation with specific bioactive collagen peptides improves nail growth and reduces symptoms of brittle nails. *Journal of Cosmetic Dermatology* 2017; 16:520-526.

Hong Hui, Fan Hongbing, Chalamaiah Meram & Wu Jianping: Preparation of low-molecular-weight, collagen hydrolysates (peptides): Current progress, challenges, and future perspectives. *Food Chemistry* 2019; 301:125222.

Hönigsmann Herbert: Einfluss einer Hormon-Ersatztherapie auf die Hautalterung. *Aktuelle Dermatologie* 2002; 28:10-13.

Honvo Germain, Lengelé Laetitia, Charles Alexia, Reginster Jean-Yves & Bruyère Olivier: Role of Collagen Derivatives in Osteoarthritis and Cartilage Repair: A Systematic Scoping Review With Evidence Mapping. *Rheumatology and Therapy* 2020; 7(4):703–740.

Igase Michiya, Kohara Katsuhiko, Okada Yoko, Ochi Masayuki, Igase Keiji, Inoue Naoki, Kutsuna Tatsuhiko, Miura Hiromasa & Ohyagi Yasumasa: A double-blind, placebo-controlled, randomised clinical study of the effect of pork collagen peptide supplementation on atherosclerosis in healthy older individuals *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 2018; 82(5):893-895.

Impey Samuel G., Hammond Kelly M., Naughton Robert, Langan-Evans Carl, Shepherd Sam O., Sharples Adam P., Cegielski Jessica, Smith Kenneth, Jeromson Stewart, Hamilton D. Lee, Close Graeme L. & Morton James P.: Whey protein augments leucinemia and post-exercise p70S6K1 activity compared to a hydrolysed collagen blend when in recovery from training with low carbohydrate availability. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2018; 28(6):651-659.

Jendricke Patrick, Kohl Jan, Centner Christoph, Gollhofer Albert & König Daniel: Influence of Specific Collagen Peptides and Concurrent Training on Cardiometabolic Parameters and Performance Indices in Women: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Nutrition* 2020; 7:580918.

Jhawar Nikita, Wang Jordan V. & Saedi Nazanin: Oral collagen supplementation for skin aging: A fad or the future? *Journal of Cosmetic Dermatology* 2020; 19(4):910-912.

Keldorfer Markus: Die Bedeutung der verschiedenen Kollagentypen für das menschliche Auge. Diplomarbeit an der Medizinischen Universität Graz. 2012.

Keogh Cian, Chenguang Li & Gao Zhifeng: Evolving consumer trends for whey protein sports supplements: the Heckman ordered probit estimation. *Agricultural and Food Economics* 2019; 7:6.

Kim Do-Un, Chung Hee-Chul, Choi Jia, Sakai Yasuo & Lee Boo-Yong: Oral Intake of Low-Molecular-Weight Collagen Peptide Improves Hydration, Elasticity, and Wrinkling in Human Skin: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Nutrients* 2018; 10(7):826.

König Daniel, Oesser Steffen, Scharla Stephan, Zdzieblik Denise & Gollhofer Albert: Specific Collagen Peptides Improve Bone Mineral Density and Bone Markers in Postmenopausal Women - A Randomized Controlled Study. *Nutrients* 2018; 10(1):97.

Kotler Philip, Armstrong Gary, Harris Lloyd C. & Piercy Nigel: Grundlagen des Marketing: Teil II- Märkte und ihre Forschung. Kapitel 5 – Das Kaufverhalten der Konsumenten, Hallbergmoos: Pearson Education Deutschland GmbH, 2019.

Kuckartz Udo, Rädiker Stefan, Ebert Thomas & Schehl Julia: Statistik – Eine verständliche Einführung. Lehrbuch. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer. 2013. S 87, 92, 135, 146, 148, 153, 154, 213, 214, 291.

Kumar Suresh, Sugihara Fumihito, Suzuki Keiji, Inoue Naoki & Venkateswarathirukumara Sriraam: A double-blind, placebo-controlled, randomised, clinical study on the effectiveness of collagen peptide on osteoarthritis. Journal of the Science of Food and Agriculture 2015; 95(4):702–707.

Kuß Alfred & Kleinaltenkamp Michael: Marketing-Einführung: Grundlagen – Überblick – Beispiele, 8. Auflage, Wiesbaden: Springer. 2020.

Lehrplattform Histologie: Extrazelluläre Matrix – Fasern – Molekulare Basis. Medizinische Abteilung Universität Freiburg. Aktualisiert am 22.01.2019. Internet: <https://www3.unifr.ch/apps/med/elearning/de/bindegewebe/sfa/fasern/d-molekular.php> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Leiner Dominik und Leiner Stefanie: SoSci Survey. 2019. Internet: <https://www.soscisurvey.de/> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

León-López Arely, Morales-Peñaloza Alejandro, Martínez-Juárez Víctor Manuel, Vargas-Torres Apolonio, Zeugolis Dimitrios I. & Aguirre-Álvarez Gabriel: Hydrolyzed Collagen—Sources and Applications. Molecules 2019; 24(22):4031.

Lin Ping, Alexander Ruth Audy, Liang Chia-Hua, Liu Cheng, Lin Yung-Hao, Lin Yung-Hsiang, Chan Leong-Perng & Kuan Chen-Meng: Collagen formula with Djulis for improvement of skin hydration, brightness, texture, crow's feet, and collagen content: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. Journal of Cosmetic Dermatology 2021; 20(1):188-194.

Löffler Georg: Basiswissen Biochemie mit Pathobiochemie. 7. Auflage. Heidelberg: Springer Verlag. 2008.

Lugo James P., Saiyed Zainulabedin M. & Lane Nancy E.: Efficacy and tolerability of an undenatured type II collagen supplement in modulating knee osteoarthritis symptoms: a multicenter randomized, double-blind, placebo-controlled study. Nutrition Journal 2016; 15:14.

Lugo James P., Saiyed Zainulabedin M., Lau Francis C., Molina Jhanna Pamela L., Pakdaman Michael N., Shamie Arya Nick & Udani Jay K.: Undenatured type II collagen (UC-II®) for joint support: a randomized, double-blind, placebo-controlled study in healthy volunteers. Journal of the International Society of Sports Nutrition 2013; 10(1):48.

McAlindon T.E., Nuite M., Krishnan N., Ruthazer R., Price L.L., Burstein D., Griffith J., Flechsenhar K.: Change in knee osteoarthritis cartilage detected by delayed gadolinium enhanced magnetic resonance imaging following treatment with collagen hydrolysate: a pilot randomized controlled trial. Osteoarthritis and Cartilage 2011; 19(4):399-405.

Michels Alexander J.: Vitamin C and Skin Health. Linus Pauling Institute. Oregon State University. 2011. Internet: <https://lpi.oregonstate.edu/mic/health-disease/skin-health/vitamin-C> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Mjøs Ingunn, Thorsen Einar, Hausken Trygve, Lied Einar, Nilsen Roy M., Brønstad Ingeborg, Edvardsen Elisabeth & Frisk Bente: The effect of low dose marine protein hydrolysates on short-term recovery after high intensity performance cycling: a double-blinded crossover study. Journal of the International Society of Sports Nutrition 2019; 16(1):48.

Mouw Janna K., Ou Guanqing & Weaver Valerie M.: Extracellular matrix assembly: a multiscale deconstruction. Nature Reviews Molecular Cell Biology 2014; 15(12):771-785.

Paul Cristiana, Leser Suzane, Oesser Steffen: Significant Amounts of Functional Collagen Peptides Can Be Incorporated in the Diet While Maintaining Indispensable Amino Acid Balance. *Nutrients*. 2019; 11(5):1079.

Oesser Steffen: The oral intake of specific Bioactive Collagen Peptides has a positive effect on hair thickness. *Nutrafoods* 2020; 1:134-138.

OpenJur: OLG Hamm: Urteil vom 02.07.2019 - 4 U 142/18. Internet: <https://openjur.de/u/2184918.html> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

Praet Stephan F.E., Purdam Craig R., Welvaert Marijke, Vlahovich Nicole, Lovell Gregg, Burke Louise M., Gaida Jamie E., Manzanero Silvia, Hughes David & Waddington Gordon: Oral Supplementation of Specific Collagen Peptides Combined with Calf-Strengthening Exercises Enhances Function and Reduces Pain in Achilles Tendinopathy Patients *Nutrients* 2019; 11(1):76.

Proksch E., Schunck M., Zague V., Segger D., Degwert J. & Oesser S.: Oral Intake of Specific Bioactive Collagen Peptides Reduces Skin Wrinkles and Increases Dermal Matrix Synthesis. *Skin Pharmacology and Physiology* 2014; 27(3):113-119.

Razak Meerza Abdul, Begum Pathan Shajahan, Buddolla Viswanath & Rajagopal Senthilkumar: Multifarious Beneficial Effect of Nonessential Amino Acid, Glycine: A Review. *Oxidative medicine and cellular longevity* 2017; 2017:1716701.

Rohn Jim: Biographie. 2017. Internet: <https://www.jimrohn.com/jim-rohn-biography/> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Rudolf Matthias & Kuhlisch Wiltrud: Biostatistik – Eine Einführung für Biowissenschaftler. München (u.a.): Pearson Studium. 2008.

Saitoh Ken-Ichi, Sato Tomohiro, Takuma Masanori & Takahashi Yoshimasa: Molecular Dynamics Study of Collagen Fibrils: Relation between Mechanical Properties and

Molecular Chirality. Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology 2020; 11(4):260-262.

Schunck Michael, Zague Vivian, Oesser Steffen & Proksch Ehrhardt: Dietary Supplementation with Specific Collagen Peptides has a Body Mass Index-Dependent Beneficial Effect on Cellulite Morphology. Journal of Medicinal Food 2015; 18(12):1340-1348.

Sibilla Sara, Godfrey Martin, Brewer Sarah, Budh-Raja Anil & Genovese Licia: An Overview of the Beneficial Effects of Hydrolysed Collagen as a Nutraceutical on Skin Properties: Scientific Background and Clinical Studies. The Open Nutraceuticals Journal 2015; 8:29-42.

Silbernagl Stefan & Lang Florian: Taschenatlas Pathophysiologie. 3. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 2009.

Souci Siegfried Walter, Fachmann W., Kraut Heinrich: Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen. 8. Auflage. Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers. 2016.

Spektrum - Lexikon der Biologie: Kollagen. Internet: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/kollagen/36671> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Spektrum - Lexikon der Biologie: Kollagenosen. Internet: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/kollagenosen/36677> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Spektrum - Lexikon der Biologie: Ligand. Internet: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/ligand/39302> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Statistik Austria: Bildungsstand der Bevölkerung im Alter von 25 bis 64 Jahren, 1971 bis 2019. Internet:

https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung/bildungsstand_der_bevoelkerung/020912.html (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Statistik Austria: Gender-Statistik. 2020. Internet:

https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/gender-statistik/index.html (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Statistik Austria: Österreichische Gesundheitsbefragung 2006/07. Hauptergebnisse und methodische Dokumentation. Internet:

https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_NATIVE_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=030197 (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Statistik Austria: Österreichische Gesundheitsbefragung 2019. Hauptergebnisse des Austrian Health Interview Survey (ATHIS) und methodische Dokumentation. Internet:

https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_NATIVE_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=124650 (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Steffensen Lasse B., Stubbe Jane, Lindholt J. S., Beck Hans C., Overgaard Martin, Bloksgaard Maria, Genovese F., Holm Nielsen Signe, Tha M. L. T., Bang-Moeller S. K., Hong Lin M. K. T., Larsen Jannik H., Hansen Didde R., Jones G. T., Bown M. J., Karsdal M. A. & Rasmussen Lars M.: Basement membrane collagen IV deficiency promotes abdominal aortic aneurysm formation. Scientific Reports 2021; 11:12903.

Sugihara Fumihito, Inoue Naoki & Venkateswarathirukumara Sriraam: Ingestion of bioactive collagen hydrolysates enhanced pressure ulcer healing in a randomized double-blind placebo-controlled clinical study. Scientific Reports 2018; 8(1):11403.

Tak Young Jin, Shin Dae Keun, Kim Ae Hyang, Kim Jun Il, Lee Ye Li, Ko Hyun-Chang, Kim Yong-Woo & Lee Sang Yeoup: Effect of Collagen Tripeptide and Adjusting for Climate Change on Skin Hydration in Middle-Aged Women: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Frontiers in Medicine* 2021; 7:608903.

Tomosugi Naohisa, Yamamoto Shoko, Takeuchi Masayoshi, Yonekura Hideto, Ishigaki Yasuhito, Numata Noriaki, Katsuda Shogo & Sakai Yasuo: Effect of Collagen Tripeptide on Atherosclerosis in Healthy Humans. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* 2017; 24(5):530-538.

World Health Organization (WHO) (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organization technical report series (Vol. 894), Geneva. Internet: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42330/WHO_TRS_894.pdf?sequence=1&isAllowed=y (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Wu Marlyn, Cronin Kelly & Crane Jonathan S.: Biochemistry, Collagen Synthesis. StatPearls Publishing 2021. Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507709/> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

Zdzieblik Denise, Brame Judith, Oesser Steffen, Gollhofer Albert & König Daniel: The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Knee Joint Discomfort in Young Physically Active Adults: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients* 2021; 13(2):523.

Zdzieblik Denise, Jendricke Patrick, Oesser Steffen, Gollhofer Albert & König Daniel: The Influence of Specific Bioactive Collagen Peptides on Body Composition and Muscle Strength in Middle-Aged, Untrained Men: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021; 18(9):4837.

Zdzieblik Denise, Oesser Steffen, Baumstark Manfred W., Gollhofer Albert & König Daniel: Collagen peptide supplementation in combination with resistance training improves body composition and increases muscle strength in elderly sarcopenic men: a randomised controlled trial. British Journal of Nutrition 2015; 114(8):1237-1245.

Zitate berühmter Personen. Internet: <https://beruhmte-zitate.de/zitate/2096244-jim-rohn-kummere-dich-um-deinen-korper-es-ist-der-einzige/> (letzter Zugriff: 22.02.2022).

8.2. Sekundärliteratur

EUR-Lex: Richtlinie 2001/83/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. November 2001 zur Schaffung eines Gemeinschaftskodexes für Humanarzneimittel. Internet: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2001L0083:20070126:de:PDF> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

EUR-Lex: Verordnung (EU) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:338:0001:0026:DE:PDF> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

EUR-Lex: Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel („Health Claims Verordnung“). Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1924&from=DE> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

EUR-Lex: Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs: Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal->

[content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853&from=DE](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853&from=DE) (letzter Zugriff am 22.02.2022)

EUR-Lex: Verordnung (EU) Nr. 2016/355 der Kommission vom 11. März 2016 zur Änderung des Anhangs III der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der besonderen Vorschriften für Gelatine, Kollagen und zum menschlichen Verzehr bestimmte hochverarbeitete Erzeugnisse tierischen Ursprungs. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0355&from=DE> (letzter Zugriff: 22.02.2022)

Oesser Steffen, Adam Milan, Babel Wilfried & Seifert Jürgen: Oral Administration of ¹⁴C Labelled Gelatin Hydrolysate Leads to an Accumulation of Radioactivity in Cartilage of Mice (C57/BL). American Society for Nutritional Sciences 1999; 129(10):1891-1895.

Watanabe-Kamiyama Mari, Shimizu Muneshige & Kamiyama Shin, Taguchi Yasuki, Sone Hideyuki, Morimatsu Fumiki, Shirakawa Hitoshi, Furukawa Yuji & Komai Michio: Absorption and effectiveness of orally administered low molecular weight collagen hydrolysate in rats. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2010; 58(2):835-841.

9. **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Molekulares Modell eines Tropokollagens nach Saitoh et al. (2020).....	5
Abbildung 2: Die Bildung von Kollagenfibrillen nach Bhattacharjee et al. (2005).....	6
Abbildung 3: Die Bildung von Kollagenfasern nach Mouw et al. (2014)	7
Abbildung 4: Einfache schematische Darstellung von den Aminosäuren bis zur fertigen Kollagenfaser nach Saitoh et al. (2020)	8
Abbildung 5: Der Aufbau eines Kollagenfaserbündels durch Fibrillen und Mikrofibrillen nach der Lehrplattform für Histologie der Medizinischen Abteilung der Universität Freiburg (2019).....	9
Abbildung 6: Die Synthese von Kollagen nach Mouw et al. (2014).....	12
Abbildung 7: Kollagenbiosynthese nach Haubeck (2019).....	13
Abbildung 8: Aminosäurenprofil des Hydrolysatkollagens nach einer unveröffentlichten Studie von Rousselot SAS, einem französischen Hersteller von Hydrolysatkollagen nach Sibilla et al. (2015)	23
Abbildung 9: Bedürfnispyramide von Maslow, nach Kotler et al. (2019).....	58
Abbildung 10: Einnahme und Nichteinnahme von Kollagensupplementen nach Altersgruppen ($n_{ja}=28$, $n_{nein}=210$, $n_{gesamt}=238$).....	68
Abbildung 11: Einnahme und Nichteinnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen ($n_{ja}=21$, $n_{nein}=157$, $n_{gesamt}=178$)	68
Abbildung 12: Einnahme und Nichteinnahme von Kollagensupplementen bei Männern nach Altersgruppen ($n_{ja}=7$, $n_{nein}=53$, $n_{gesamt}=60$).....	69
Abbildung 13: Herkunft der KollagenkonsumentInnen ($n=28$)	70
Abbildung 14: Herkunft der Nicht-KollagenkonsumentInnen ($n=210$).....	72
Abbildung 15: Aufgaben von Kollagen laut Teilnehmenden nach Geschlecht ($n_{weiblich}=137$, $n_{männlich}=29$, $n_{gesamt}=166$)	75
Abbildung 16: Vorkommen von Kollagen in Lebensmitteln laut Teilnehmenden nach Geschlecht ($n_{weiblich}=137$, $n_{männlich}=29$, $n_{gesamt}=166$).....	76
Abbildung 17: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen ($n_{26-50Jahre}=12$, $n_{ab51Jahren}=9$, $n_{gesamt}=21$).....	79

Abbildung 18: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern nach Altersgruppen (n _{bis25Jahre} =1, n _{26-50Jahre} =4, n _{ab51Jahren} =2, n _{gesamt} =7)	80
Abbildung 19: Weitere Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen (n=28)	81
Abbildung 20: Weitere Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen nach Geschlecht (n _{weiblich} =21; n _{männlich} =7, n _{gesamt} =28).....	82
Abbildung 21: Weitere Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen (n _{bis25Jahre} =12, n _{ab51Jahren} =9 n _{gesamt} =21)	83
Abbildung 22: Weitere Beweggründe für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern nach Altersgruppen (n _{bis25Jahre} =1, n _{26-50Jahre} =4, n _{ab51Jahren} =2, n _{gesamt} =7).....	84
Abbildung 23: Subjektive Effekte durch die Einnahme von Kollagensupplementen nach Geschlecht (n _{weiblich} =21; n _{männlich} =7, n _{gesamt} =28).....	85
Abbildung 24: Subjektive Effekte durch die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen (n _{26-50Jahre} =12, n _{ab51Jahren} =9, n _{gesamt} =21).....	86
Abbildung 25: Subjektive Effekte auf das Hautbild durch die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen nach Altersgruppen (n _{26-50Jahre} =4, n _{ab51Jahren} =5, n _{gesamt} =9)	87
Abbildung 26: Subjektive Effekte durch die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern nach Altersgruppen (n _{bis25Jahre} =1, n _{26-50Jahre} =4, n _{ab51Jahren} =2, n _{gesamt} =7).....	88
Abbildung 27: Häufigkeit der Einnahme von Kollagensupplementen nach Geschlecht (n _{weiblich} =21; n _{männlich} =7, n _{gesamt} =28)	89
Abbildung 28: Einnahmeform der Kollagensupplemente nach Geschlecht (n _{weiblich} =21; n _{männlich} =7, n _{gesamt} =28).....	90
Abbildung 29: Bevorzugte Marken von Kollagensupplementen nach Geschlecht (n _{weiblich} =21; n _{männlich} =7, n _{gesamt} =28).....	91
Abbildung 30: Bevorzugter Kaufort der Kollagensupplemente nach Geschlecht (n _{weiblich} =21; n _{männlich} =7, n _{gesamt} =28).....	92
Abbildung 31: Kollagen- und weitere Proteinsupplemente nach Geschlecht (n _{weiblich} =21; n _{männlich} =7, n _{gesamt} =28).....	93
Abbildung 32: Kollagen- und weitere Proteinsupplemente bei Frauen nach Altersgruppen (n _{26-50Jahre} =12, n _{ab51Jahren} =9, n _{gesamt} =21)	94
Abbildung 33: Kollagen- und weitere Proteinsupplemente bei Männern nach Altersgruppen (n _{bis25Jahre} =1, n _{26-50Jahre} =4, n _{ab51Jahren} =2, n _{gesamt} =7).....	94

Abbildung 34: Gründe für eine langfristige Kollagensupplementation (n=28)	95
Abbildung 35: Bedingungen der NichtkonsumentInnen für die Kollagensupplementation (n=210)	97
Abbildung 36: Bevorzugte Proteinsupplemente der Nicht-KollagenkonsumentInnen nach Geschlecht (n _{weiblich} =27, n _{männlich} =16, n _{gesamt} =43).....	99
Abbildung 37: Einnahmegründe von Proteinsupplementen der Nicht-KollagenkonsumentInnen nach Geschlecht (n _{weiblich} =27, n _{männlich} =16, n _{gesamt} =43)	100
Abbildung 38: Subjektive Effekte durch die Einnahme von Proteinsupplementen der Nicht-KollagenkonsumentInnen nach Geschlecht (n _{weiblich} =27, n _{männlich} =16, n _{gesamt} =43)	101
Abbildung 39: Gründe für die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln bei Nicht-KollagenkonsumentInnen (n=210).....	102
Abbildung 40: Ernährungsweise aller Teilnehmenden (n=296)	103
Abbildung 41: Ausgewogene Ernährung aller Teilnehmenden (n=296)	105
Abbildung 42: Einnahme der Kollagensupplemente von Frauen älter als 40 Jahre im Vergleich mit bis 40-Jährigen (n=178)	108
Abbildung 43: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen (n=32).....	110
Abbildung 44: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Frauen (n=21)	111
Abbildung 45: Motive für die Einnahme von Kollagensupplementen bei Männern (n=7).....	112
Abbildung 46: Motiv "Muskelmasse/Kraftaufbau" bei kollagenkonsumierenden Männern (n=7).....	114
Abbildung 47: Motiv "Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden" für die Einnahme von Kollagensupplementen in Bezug auf die Altersgrenze 50 Jahre (n _{bis50Jahre} =17, n _{ab51Jahren} =11, n _{gesamt} =28).....	117
Abbildung 48: Klassifizierung des Body Mass Indexes (BMI) aller Teilnehmenden (n=238) nach WHO (2000)	118
Abbildung 49: Motive der Nicht-KollagenkonsumentInnen (n=210).....	120
Abbildung 50: Sonstige Motive der Nicht-KollagenkonsumentInnen (n=210)	121

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die 5 Haupttypen des Kollagens und ihr Vorkommen	15
Tabelle 2: Kollagengehalt einiger Gewebe nach Löffler, 2008.....	18
Tabelle 3: Aminosäurezusammenstellung von Kollagenpeptiden am Beispiel von Peptiplus® (Gelita AG, Bodybalance) nach Zdzieblik et al., 2015	25
Tabelle 4: Aminosäurezusammensetzung in Schweinehaut-Kollagenpeptid (Pork Skin Collagen Peptide, PCP) und Rinderknochen-Kollagenpeptid (Bovine Bone Collagen Peptide, BCP) nach Kumar et al., 2015	26
Tabelle 5: Dosierung von Kollagensupplementen.....	29
Tabelle 6: Beschreibung der Stichprobe.....	73

11. Anhang

11.1. Einleitung Fragebogen



Sehr geehrte Damen und Herren!

Vielen Dank für Ihr Interesse an der Teilnahme an meiner Umfrage.

Im Rahmen meiner Masterarbeit im Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien untersuche ich den **Zusammenhang zwischen Kollagen als Nahrungsergänzung und dessen Auswirkung auf die Gesundheit.**

Die Befragung befasst sich daher insbesondere mit dem **Konsumverhalten von Kollagensupplementen.**

Die Teilnahme an der Befragung ist anonym und freiwillig. Die erhobenen Daten werden auf Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen des Forschungsorganisationsgesetzes (§ 2f Abs 5FOG) erhoben und verarbeitet. Die gewonnenen Daten werden dabei ausschließlich für meine Masterarbeit verwendet. Die Beantwortung der Fragen nimmt ca. 10-15 Minuten Ihrer Zeit in Anspruch. Bitte nehmen Sie sich diese Zeit und füllen Sie den Fragebogen vollständig aus, es gibt keine richtigen oder falschen Antworten.

Bei Rückfragen oder Anmerkungen zum Fragebogen können Sie mich gerne per Mail kontaktieren unter a00802062@unet.univie.ac.at. Falls Sie an den Ergebnissen der Umfrage interessiert sind, so können Sie mich diesbezüglich ebenfalls gerne anschreiben.

Vielen Dank für Ihre Zeit und Mithilfe!

Mag. Veronika Schwarz, Bakk.

Durch das Klicken auf „Weiter“ erkläre ich, dass ich über Ziele und Ablauf der Studie informiert wurde und diese verstanden habe.

11.2. Fragebogen

Ernährungs- und Verzehrsgewohnheiten								
1. Wie häufig verzehren Sie folgende Lebensmittel?	4-6x täglich	2-3x täglich	1x täglich	4-6x / Woche	2-3x / Woche	1x / Woche	2x / Monat	nie
a. Fleisch und Wurstwaren								
b. Fisch und Meerestiere								
c. Milch und Milchprodukte								
d. Eier und verarbeitete Eier (z.B. Kuchen, Knödel etc.)								
e. Hülsenfrüchte (z.B. Erbsen, Linsen, Bohnen) und deren Erzeugnisse (z.B. Sojadrink, Tofu etc.)								
f. Obst und Gemüse								
g. Getreide, Brot, Nudeln, Reis oder Erdäpfel								
h. Streich-, Back- und Bratfette, pflanzliche Öle, Nüsse oder Samen								
i. fett-, zucker- und salzreiche Lebensmittel und energiereiche Getränke (z.B. Kuchen, Schokolade, Knabbereien, Säfte und Limonaden)								

2. Welcher Ernährungsweise fühlen Sie sich zugehörig?

☐ allgemeine Mischkost / Omnivor („ich esse alles“)	☐ Low Carb
☐ Vegetarisch	☐ Ketogen
☐ Vegan	☐ Sonstiges: _____
☐ Flexitarier (bewusst nur ab und zu Fleisch)	

3. Haben Sie den Eindruck, dass Sie sich überwiegend ausgewogen ernähren?

☐ immer (täglich)	☐ selten (1 - 4 x pro Monat)
☐ häufig (mehrmals die Woche)	☐ nie

Konsumverhalten von Kollagensupplementen

4. Haben Sie schon einmal etwas über Kollagen gehört?

☐ Ja	☐ Nein
-----------------------------	-------------------------------

5. Sie haben angegeben, dass Sie schon einmal etwas über Kollagen gehört haben. Wofür wird Kollagen im menschlichen Körper hauptsächlich benötigt? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ straffe und strahlende Haut	☐ stabile Bandscheiben, Gelenke und Knorpel
☐ elastische und feste Sehnen und Bänder	☐ stabiler Glaskörper des Auges
☐ starke Knochen und Zähne	☐ Struktur und Halt der Blutgefäße und der Skelettmuskulatur

6. Sie haben angegeben, dass Sie schon einmal etwas über Kollagen gehört haben. In welchen Lebensmitteln kommt Kollagen hauptsächlich vor? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ in Obst und Gemüse	☐ in Eiern
☐ in Milch- und Milchprodukten	☐ in Rind-, Schweine- und Hühnerfleisch (vorwiegend in deren Haut und Knochen bzw. im Knorpelgewebe)
☐ in Hülsenfrüchten (z.B. Erbsen, Linsen, Bohnen) und deren Erzeugnissen (z.B. Sojadrink, Tofu etc.)	☐ in Fisch und Meerestieren (in Haut, Knochen, Flossen und Schuppen)
☐ in Vollkornprodukten	

7. Haben Sie schon einmal Kollagensupplemente eingenommen?

☐ Ja	☐ Nein
-----------------------------	-------------------------------

8. Sie haben angegeben, dass Sie schon einmal Kollagensupplemente eingenommen haben. Wie sind Sie auf Kollagen bzw. Kollagensupplemente aufmerksam geworden? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ über einen Nahrungsergänzungsmittelshop / ein Sportfachgeschäft	☐ über eine Empfehlung von Freundinnen und Freunden / Bekannten / Verwandten / Kolleginnen und Kollegen
☐ über eine Apotheke	☐ über eine Werbeanzeige bzw. einen Bericht
☐ über ein Drogeriegeschäft (DM, Müller, Bipa)	☐ über eine Gesundheitszeitschrift / Sportmagazin / Modezeitschrift
☐ über eine Suchmaschinen-Suche	☐ über einen Newsletter / Flyer
☐ über Internet-Werbung	☐ über eine Veranstaltung / Messe
☐ über das Fernsehen / Radio	☐ Sonstiges: _____

9. Wie häufig nehmen Sie Kollagensupplemente ein?

☐ 1x täglich	☐ 2-3x pro Monat
☐ 4-6x pro Woche	☐ 1x pro Monat
☐ 2-3x pro Woche	☐ Sonstiges: _____
☐ 1x pro Woche	

10. Nehmen Sie Kollagensupplemente beim Sport ein?

☐ Ja	☐ Nein
-----------------------------	-------------------------------

11. Sie haben angegeben, dass Sie Kollagensupplemente beim Sport einnehmen. Zu welchem Zeitpunkt des Trainings nehmen Sie Kollagensupplemente ein?

☐ davor
☐ danach
☐ währenddessen

12. In welcher Form nehmen Sie Kollagensupplemente hauptsächlich ein? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Pulver	☐ Riegel
☐ Tabletten/Pillen/Kapseln	☐ Sonstiges: _____
☐ Getränke/Shakes/Drinks/Trinkampullen	

13. Wie viel Gramm Kollagen nehmen Sie pro Portion ca. ein? _____ Gramm

14. Welche Marke(n) bevorzugen Sie bei Kollagensupplementen? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ all in®	☐ Optimum Nutrition™
☐ BioTechUSA™	☐ Prozis®
☐ Bodylab Sport Nutrition®	☐ Weider Protein®
☐ ESN®	☐ Zec Plus®
☐ Iron Maxx®	☐ Sonstiges: _____
☐ Myprotein™	

15. Wo kaufen Sie Ihre Kollagensupplemente? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Nahrungsergänzungsmittelshop / Sportfachgeschäft	☐ Amazon
☐ Apotheke	☐ Internet
☐ Drogeriegeschäft (DM, Müller, Bipa)	☐ Sonstiges: _____
☐ Supermarkt	

16. Wie viel Euro investieren sie pro Monat ca. in _____ Euro Kollagensupplemente?

17. Wie viel Euro kostet ca. eine Packung Ihres _____ Euro Kollagensupplements?

18. Wie viele Portionen sind in der Packung durchschnittlich _____ Portionen enthalten?

19. Nehmen Sie neben Kollagen auch noch andere Proteinsupplemente regelmäßig (mind. 3x pro Woche) ein? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Ich nehme nur Kollagen/Kollagenhydrolysat/ Kollagenpeptid ein.	☐ Ich nehme zusätzlich noch Eiklarprotein/Eiprotein/Ovalbumin .
☐ Ich nehme zusätzlich noch Milchprotein (Konzentrat, Isolat, Hydrolysat).	☐ Ich nehme zusätzlich noch Sojaprotein.
☐ Ich nehme zusätzlich noch Kasein/Casein.	☐ Ich nehme zusätzlich noch ein anderes pflanzliches Protein (z.B.: aus Reis, Erbsen, Hanf, Sonnenblumen, etc.).
☐ Ich nehme zusätzlich noch Molkenprotein/Whey Protein.	☐ Sonstiges: _____

20. Warum nehmen Sie das in Frage 19 angekreuzte Proteinsupplement bzw. diese Proteinmischungen ein? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ gesundheitlicher Nutzen (Muskelmasse, Kraft, Ausdauer, Leistung, Gewichtsabnahme, etc.)	☐ vegan
☐ hoher / höherer Proteingehalt bzw. sehr gute Proteinzusammensetzung verglichen mit Lebensmitteln	☐ gutes Preis-Leistungsverhältnis
☐ gute Produkteigenschaften (z.B.: Löslichkeit des Proteins, geringeres Ausflocken, etc.)	☐ schnelle Zubereitung
☐ günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen	☐ guter Mahlzeitenersatz
☐ niedriger Zucker- bzw. Kohlehydratanteil	☐ gute Sättigung
☐ niedriger Fettanteil	☐ guter Geruch / Geschmack des Produktes
☐ laktosearm/laktosefrei	☐ Attraktivität des Produktes (z.B.: ansprechendes Aussehen der

	Verpackung)
☐ kalorienarm	☐ Sonstiges: _____

21. Welche gesundheitlichen Beweggründe / Motive haben Sie für die Einnahme von Kollagensupplementen? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse / zum Kraftaufbau	☐ zur Vorbeugung von Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund“)
☐ zur Gewichtsabnahme (gezielter Aufbau von Muskelmasse bei gleichzeitigem Abbau von Fettmasse)	☐ zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden
☐ zur schnelleren Regeneration des Körpers als Recovery Drink/Snack	☐ zum Aufbau von Knochen, Gelenken, Knorpel, Sehnen, Bändern, Zähnen, Haaren und Nägeln
☐ zur Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit	☐ zur Verbesserung der Wundheilung
☐ zur Verbesserung der allgemeinen Fitness	☐ zur Reduktion von Entzündungen
☐ für ein ebenmäßiges Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)	☐ als high protein bzw. low carb Drink/Snack
☐ zur Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität	☐ als zusätzliche Eiweiß-, Vitamin- und Mineralstoffzufuhr
☐ zur Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung	☐ Sonstiges: _____
☐ zur Verbesserung des Bindegewebes und Reduktion von Cellulite	

22. Welche Effekte haben sich durch die Einnahme von Kollagensupplementen an Ihrem Körper bemerkbar gemacht? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Verbesserung der Muskulatur, Kraft, Ausdauer und körperlichen Leistungsfähigkeit	☐ Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden
☐ Gewichtsabnahme / Verbesserung der Körperzusammensetzung (Aufbau von Muskelmasse bei gleichzeitigem Abbau von Fettmasse)	☐ Verbesserung der Wundheilung
☐ Verbesserung der Regeneration des Körpers	☐ Reduktion von Entzündungen
☐ Verbesserung des Hautbildes	☐ Sonstiges: _____
☐ Verbesserung des Bindegewebes und Reduktion von Cellulite	☐ Es haben sich keine signifikanten Vorteile, Verbesserungen oder Veränderungen am Körper bemerkbar gemacht.

- 23. Sie haben angegeben, dass es durch die Einnahme von Kollagensupplementen zu einer Verbesserung Ihrer Muskulatur, Kraft, Ausdauer und körperlichen Leistungsfähigkeit gekommen ist. Wie hat sich dies genau geäußert? (Mehrfachnennungen möglich)**

☐ Aufbau bzw. Erhalt der Muskelmasse / Kraftaufbau	☐ Verbesserung der Antriebs- und Kraftlosigkeit
☐ Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit	☐ Erleichterung beim Tragen von schwereren Gegenständen (> 10 kg)
☐ Verbesserung der allgemeinen Fitness	☐ Erleichterung beim Stiegensteigen (> 2 Stockwerke)
☐ Verbesserung der Kondition und Ausdauer beim Sport	☐ Sonstiges: _____

- 24. Sie haben angegeben, dass es durch die Einnahme von Kollagensupplementen zu einer Verbesserung Ihres Hautbildes gekommen ist. Wie hat sich dies genau geäußert? (Mehrfachnennungen möglich)**

☐ Verringerung der Porengröße	☐ Reduktion von Juckreiz
☐ Verbesserung der Elastizität und Widerstandsfähigkeit der Haut	☐ Reduktion von Flecken
☐ Verbesserung des Teints (sanft, glatt, eben, frisch, rosig)	☐ Reduktion von Hautrötungen und Irritationen
☐ Verbesserung der Hautfeuchtigkeit im Gesicht	☐ Reduktion von Hautausschlägen, Hautreizungen und allergischen Reaktionen
☐ Verbesserung der Hautfeuchtigkeit am gesamten Körper	☐ Reduktion von Unreinheiten
☐ Reduktion von sichtbaren Äderchen	☐ Reduktion der Cellulite an den Oberschenkeln
☐ Reduktion der Talg-/Fettproduktion	☐ Reduktion von Augenfalten
☐ Reduktion von Spannungsgefühlen	☐ Reduktion von Verdickungen
☐ Reduktion von Schuppen	☐ Sonstiges: _____

- 25. Sie haben angegeben, dass es durch die Einnahme von Kollagensupplementen zu einer Reduktion von Knochen- und Gelenksbeschwerden gekommen ist. Wie hat sich dies genau geäußert? (Mehrfachnennungen möglich)**

☐ Verringerung der Knochen- bzw. Gelenkschmerzen im Allgemeinen	☐ Verringerung der Steifheitsgefühle in den Gelenken
☐ Verringerung der Knochen- bzw. Gelenkschmerzen bei körperlicher Betätigung	☐ Verbesserung der Bewegungsfreiheit bzw. Verbesserung in der Bewegungseinschränkung
☐ Reduktion der Knochen- bzw. Gelenkschmerzen in Ruhe	☐ Reduktion der Rückenschmerzen (Skelettmuskulatur)
☐ Reduktion der Knieschmerzen	☐ Reduktion der Schmerzen in der Lende
☐ Reduktion der Schmerzen in den Füßen	☐ Reduktion der Schwellungen

☐ Reduktion der Knochen- bzw. Gelenksschmerzen während des Gehens	☐ Reduktion der Knochen- bzw. Gelenksschmerzen während des Tragens von Objekten
☐ Reduktion der Knochen- bzw. Gelenksschmerzen während des Stehens	☐ Reduktion der Knochen- bzw. Gelenksschmerzen während des Hebens
☐ Reduktion der Schmerzen in den Händen (Fingern)	☐ Sonstiges: _____

26. Sie haben angegeben, dass es durch die Einnahme von Kollagensupplementen zu einer Verbesserung der Wundheilung gekommen ist. Wie hat sich dies genau geäußert? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ weniger Schmerzen	☐ keine Schmerzen
☐ weniger Rötungen	☐ keine Rötungen
☐ weniger Narben	☐ keine Narbenbildung
☐ weniger Schwellungen	☐ keine Schwellung
☐ schnellere Regeneration	☐ keine farbliche Veränderung
☐ Sonstiges: _____	

27. Können Sie sich eine langfristige Supplementation mit Kollagen vorstellen?

☐ Ja, weil...
☐ Nein, weil...

NEIN

28. Sie haben angegeben, dass Sie noch nie Kollagensupplemente eingenommen haben. Aus welchen Beweggründen / Motiven nutzen Sie keine Kollagensupplemente? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Die Produkte schmecken nicht.	☐ Ich bin Hobbysportler und sehe keinen Nutzen darin, wenn ich nicht überdurchschnittlich viel trainiere.
☐ Die Produkte sind zu chemisch.	☐ Es gibt zu wenig Informationen / Aufklärung über den gesundheitlichen Vorteil bzw. über Nebenwirkungen.
☐ Der Preis wirkt abschreckend.	☐ Ich habe eine Nahrungsmittelunverträglichkeit.
☐ Ich ernähre mich ausgewogen genug.	☐ Sonstiges: _____

29. Unter welchen Bedingungen / Voraussetzungen / Umständen würden Sie in Zukunft Kollagensupplemente einnehmen? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse / zum Kraftaufbau	☐ zur Verbesserung des Bindegewebes und Reduktion von Cellulite
☐ zur Gewichtsabnahme (gezielter Aufbau von Muskelmasse bei gleichzeitigem Abbau von Fettmasse)	☐ zur Vorbeugung von Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund“)
☐ zur schnelleren Regeneration des Körpers	☐ zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden
☐ zur Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit	☐ zum Aufbau von Knochen, Gelenken, Knorpel, Sehnen, Bändern, Zähnen, Haaren und Nägeln
☐ zur Verbesserung der Ausdauer	☐ zur Verbesserung der Wundheilung
☐ für ein ebenmäßiges Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)	☐ zur Reduktion von Entzündungen
☐ zur Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität	☐ Sonstiges: _____
☐ zur Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung	

Konsumverhalten von Proteinsupplementen

30. Nehmen Sie andere Proteinsupplemente ein?

☐ Ja	☐ Nein
-----------------------------	-------------------------------

31. Sie haben angegeben, dass Sie andere Proteinsupplemente einnehmen. Wie häufig nehmen Sie Proteinsupplemente ein?

☐ 1x täglich	☐ 2-3x pro Monat
☐ 4-6x pro Woche	☐ 1x pro Monat
☐ 2-3x pro Woche	☐ Sonstiges: _____
☐ 1x pro Woche	

32. Nehmen Sie Proteinsupplemente beim Sport ein?

☐ Ja	☐ Nein
-----------------------------	-------------------------------

33. Sie haben angegeben, dass Sie Proteinsupplemente beim Sport einnehmen. Zu welchem Zeitpunkt des Trainings nehmen Sie Proteinsupplemente ein?

☐	davor
☐	danach
☐	währenddessen

34. In welcher Form nehmen Sie Proteinsupplemente hauptsächlich ein? (Mehrfachnennungen möglich)

☐	Pulver	☐	Chips/Cookies/Snacks
☐	Tabletten/Pillen/Kapseln	☐	Brot/Nudeln
☐	Getränke/Shakes/Drinks/Trinkampullen	☐	Aufstriche
☐	Riegel	☐	Backmischungen
☐	Müsli/Haferflocken/Granola	☐	Sonstiges: _____

35. Wie viel Gramm Protein nehmen Sie pro Portion ca. ein? _____ Gramm

36. Welche Marke(n) bevorzugen Sie bei Proteinsupplementen? (Mehrfachnennungen möglich)

☐	all in®	☐	Optimum Nutrition™
☐	BioTechUSA™	☐	Prozis®
☐	Bodylab Sport Nutrition®	☐	Weider Protein®
☐	ESN®	☐	Zec Plus®
☐	Iron Maxx®	☐	Sonstiges: _____
☐	Myprotein™		

37. Wo kaufen Sie Ihre Proteinsupplemente? (Mehrfachnennungen möglich)

☐	Nahrungsergänzungsmittelshop / Sportfachgeschäft	☐	Amazon
☐	Apotheke	☐	Internet
☐	Drogeriegeschäft (DM, Müller, Bipa)	☐	Sonstiges: _____
☐	Supermarkt		

38. Wie viel Euro investieren sie pro Monat ca. in _____ Euro Proteinsupplemente?

39. Wie viel Euro kostet ca. eine Packung Ihres Proteinsupplements? _____ Euro

40. Wie viele Portionen sind in der Packung durchschnittlich _____ Portionen enthalten?

41. Welches Protein supplementieren Sie hauptsächlich? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Milchprotein (Konzentrat, Isolat, Hydrolysat)	☐ Sojaprotein
☐ Kasein/Casein	☐ anderes pflanzliches Protein (z.B.: aus Reis, Erbsen, Hanf, Sonnenblumen, etc.)
☐ Molkenprotein/Whey Protein	☐ Proteinmischungen/ Mehrkomponentenprotein
☐ Eiklarprotein/Eiprotein/Ovalbumin	

42. Warum nehmen Sie das in Frage 41 angekreuzte Proteinsupplement bzw. diese Proteinmischungen ein? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ gesundheitlicher Nutzen (Muskelmasse, Kraft, Ausdauer, Leistung, Gewichtsabnahme, etc.)	☐ vegan
☐ hoher / höherer Proteingehalt bzw. sehr gute Proteinzusammensetzung verglichen mit Lebensmitteln	☐ gutes Preis-Leistungsverhältnis
☐ gute Produkteigenschaften (z.B.: Löslichkeit des Proteins, geringeres Ausflocken, etc.)	☐ schnelle Zubereitung
☐ günstiger als proteinreiche Lebensmittel zu kaufen	☐ guter Mahlzeitenersatz
☐ niedriger Zucker- bzw. Kohlehydratanteil	☐ gute Sättigung
☐ niedriger Fettanteil	☐ guter Geruch / Geschmack des Produktes
☐ laktosearm/laktosefrei	☐ Attraktivität des Produktes (z.B.: ansprechendes Aussehen der Verpackung)
☐ kalorienarm	☐ Sonstiges:

43. Welche gesundheitlichen Beweggründe / Motive haben Sie für die Einnahme von Proteinsupplementen? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ zur Steigerung und zum Erhalt der Muskelmasse / zum Kraftaufbau	☐ zur Vorbeugung von Osteoarthritis und Osteoporose („Knochenschwund“)
☐ zur Gewichtsabnahme (gezielter Aufbau von Muskelmasse bei gleichzeitigem Abbau von Fettmasse)	☐ zur Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden
☐ zur schnelleren Regeneration des Körpers als Recovery Drink/Snack	☐ zum Aufbau von Knochen, Gelenken, Knorpel, Sehnen, Bändern, Zähnen, Haaren und Nägeln
☐ zur Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit	☐ zur Verbesserung der Wundheilung
☐ zur Verbesserung der allgemeinen Fitness	☐ zur Reduktion von Entzündungen

☐ für ein ebenmäßiges Hautbild und strahlenden Teint (schönere und straffere Haut)	☐ als high protein bzw. low carb Drink/Snack
☐ zur Verbesserung der Hautfeuchtigkeit und Hautelastizität	☐ als zusätzliche Eiweiß-, Vitamin- und Mineralstoffzufuhr
☐ zur Reduktion von Falten und Verlangsamung der Hautalterung	☐ Sonstiges: _____
☐ zur Verbesserung des Bindegewebes und Reduktion von Cellulite	

44. Welche Effekte haben sich durch die Einnahme von Proteinsupplementen an Ihrem Körper bemerkbar gemacht?

☐ Verbesserung der Muskulatur, Kraft, Ausdauer und körperlichen Leistungsfähigkeit	☐ Reduktion von Knochen- und Gelenkbeschwerden
☐ Gewichtsabnahme / Verbesserung der Körperzusammensetzung (Aufbau von Muskelmasse bei gleichzeitigem Abbau von Fettmasse)	☐ Verbesserung der Wundheilung
☐ Verbesserung der Regeneration des Körpers	☐ Reduktion von Entzündungen
☐ Verbesserung des Hautbildes	☐ Sonstiges: _____
☐ Verbesserung des Bindegewebes und Reduktion von Cellulite	☐ Es haben sich keine signifikanten Vorteile, Verbesserungen oder Veränderungen am Körper bemerkbar gemacht.

NEIN

Konsumverhalten von Nahrungsergänzungsmitteln

45. Wie oft nehmen Sie Nahrungsergänzungsmittel (z.B.: Vitaminpräparate) ein?

☐ täglich	☐ 1x pro Woche
☐ 2-3x pro Woche	☐ nie

46. Welche Nahrungsergänzungsmittel nehmen Sie ein?

--

47. Aus welchem Grund nehmen Sie Nahrungsergänzungsmittel ein?

--

Persönliche Fitness

48. Betreiben Sie regelmäßig (zumindest 2x pro Woche) Sport?

☐ ja	☐ nein
-----------------------------	-------------------------------

49. Sie haben angegeben, dass Sie regelmäßig Sport betreiben. Welches körperliche Training bevorzugen Sie?

☐ Ausdauertraining	☐ Kombination aus Ausdauertraining und Krafttraining
☐ Krafttraining	

50. Sie haben angegeben, dass Sie Ausdauertraining (entweder allein oder in Kombination mit Krafttraining) betreiben. Wie oft in der Woche betreiben Sie Ausdauertraining?

☐ 1x pro Woche	☐ 3x pro Woche
☐ 2x pro Woche	☐ mehr als 3x pro Woche

51. Sie haben angegeben, dass Sie Ausdauertraining (entweder allein oder in Kombination mit Krafttraining) betreiben. Welche Sportart bevorzugen Sie beim Ausdauertraining? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Laufen	☐ Skaten
☐ Radfahren	☐ Skisport (Skifahren, Snowboard, Eislaufen)
☐ Schwimmen	☐ Sportsportarten (Fußball, Handball, Tennis)
☐ Kampfsportarten (Ringen, Judo, Karate, Boxen)	☐ Sonstiges: _____
☐ Turnen	

52. Sie haben angegeben, dass Sie Krafttraining (entweder allein oder in Kombination mit Ausdauertraining) betreiben. Wie oft in der Woche betreiben Sie Krafttraining?

☐ 1x pro Woche	☐ 3x pro Woche
☐ 2x pro Woche	☐ mehr als 3x pro Woche

53. Sie haben angegeben, dass Sie Krafttraining (entweder allein oder in Kombination mit Ausdauertraining) betreiben. Welche Sportart bevorzugen Sie beim Krafttraining? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Gewichtheben (Powerlifting, Bodybuilding)	☐ Sonstiges: _____
☐ Turnen (Geräte, Trampolin, Aerobic, Gymnastik, Akrobatik)	

54. Wie würden Sie Ihr Bewegungsausmaß im Beruf beschreiben?

☐ ausschließlich sitzende Tätigkeit	☐ überwiegend gehende und stehende Arbeit
☐ sitzende Tätigkeit, zeitweilig auch zusätzlicher Energieaufwand für gehende oder stehende Tätigkeit	☐ körperlich anstrengende berufliche Arbeit

55. Wie beurteilen Sie Ihre persönliche Fitness (Schieberegler)?

←————→

sehr schlecht sehr gut

Persönliche Angaben

Alter:	Jahre		
Geschlecht:	☐ weiblich	☐ männlich	☐ divers
Bei Frauen: Sind Sie bereits in der Menopause?	☐ ja	☐ nein	
Körpergröße:	cm		
Körpergewicht:	kg		
PLZ:			

56. Wie ist Ihr Familienstand?

☐ ledig	☐ geschieden / getrennt lebend
☐ verheiratet / Lebensgemeinschaft	☐ verwitwet

57. Wie viele Personen leben einschließlich Ihnen in Ihrem _____ Personen Haushalt?**58. Leben Minderjährige Kinder in Ihrem Haushalt?**

☐ ja	☐ nein
-----------------------------	-------------------------------

59. Was ist Ihre höchste abgeschlossene Ausbildung?

☐ Pflichtschule	☐ Reifeprüfung / Matura
☐ Lehre / Fachschule	☐ FH- / Universitäts-Abschluss

60. In welcher Berufsgruppe sind Sie tätig? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Gesundheit / Medizin / Pflege	☐ Körperpflege / Schönheit
☐ Lebens- und Genussmittel / Ernährung	☐ Mode / Textil / Leder
☐ Naturwissenschaften / Mathematik	☐ Kultur / Sprachen / Gesellschaft
☐ Freizeitwirtschaft / Sport	☐ Medien / Druck / Design
☐ Land- und Forstwirtschaft / Tiere / Pflanzen	☐ Recht / Sicherheit / Verwaltung
☐ Umwelt / Energie / Rohstoffe	☐ Sonstiges:

11.3. Abschlussworte Fragebogen

Sie sind am Ende der Umfrage angelangt. Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Ich möchte mich ganz herzlich für Ihre Mithilfe bedanken. Es freut mich, dass Sie sich die Zeit genommen haben, alle Fragen gewissenhaft bis zu Ende zu beantworten und mich somit bei meinem Studienabschluss unterstützen.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.