



**Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences**

**Eine Untersuchung von im deutschen Online-Handel
angebotenen Nahrungsergänzungsmitteln mit
pflanzlichen Inhaltsstoffen, welche als leistungssteigernd
oder -verbessernd für Sportler*innen beworben werden.**

-Eine Produktuntersuchung mit Literaturreview-

Bachelorarbeit

Bachelor of Science Ökotrophologie

Autor:	Sam Selvi
Matrikelnummer:	██████████ ████████████████████
Abgabedatum:	14.12.2023
Erstgutachterin:	Frau Prof. Dr. Anja Carlsohn
Zweitgutachterin:	Frau Prof. Dr. Sibylle Adam

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis	5
Zusammenfassung (Deutsch)	6
Zusammenfassung (Englisch)	7
1. Einleitung.....	8
1.1. Relevanz des Themas	8
1.2. Definition von Nahrungsergänzungsmitteln und Abgrenzung von Doping.....	10
1.3. Definition von Sportler*innen	11
2. Methode.....	12
2.1. Produktrecherche	12
2.2. Systematische Literaturrecherche	15
3. Ergebnisse.....	17
3.1. Produktauswahl.....	17
3.2. Untersuchung der Inhaltsstoffe	23
3.2.1 Ashwagandha	23
3.2.2 Tribulus Terrestris-Extrakt (Saponine)	24
3.2.3 Yamswurzel-Extrakt (Diosgenin)	26
3.2.4 Kudzuwurzel-Extrakt (Isoflavone).....	27
3.2.5 Citrus Aurantium-Extrakt (Synephrin).....	27
3.2.6 Macawurzel	28
3.2.7 Grüner Hafer-Extrakt	29
3.2.8 Bockshornkleesamen-Extrakt.....	29
3.2.9 Gingseng-Extrakt	30
3.2.10 Muira Puama-Extrakt	31
3.2.11 Grüntee-Extrakt.....	31
3.2.12 Papain	32
3.2.13 Schwarzer-Pfeffer-Extrakt	32
3.2.14 Turkesterone/Ecdysteron.....	33

3.2.15 Amaranth-Extrakt.....	34
3.2.16 Traubenkernextrakt/OPC	34
3.3. <i>ABCD-Klassifizierung</i>	36
3.3.1. Klassifizierung der Inhaltsstoffe	39
3.3.2. Klassifizierung der Produkte.....	41
4. Diskussion	44
4.1. <i>Ergebnisdiskussion</i>	44
4.2. <i>Methodendiskussion</i>	48
5. Schlussfolgerung.....	50
Literaturverzeichnis.....	52
Anhang	60
Eidesstattliche Erklärung.....	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flowchart Produktrecherche	14
Abbildung 2: Flowchart Literaturrecherche.....	16
Abbildung 3: Produkt „VIGOLOGES Ashwagandha plus“	17
Abbildung 4: Produkt „Testo Shock 2.0“	18
Abbildung 5: Produkt „Xendurance Lactic Acid Buffer“	19
Abbildung 6: Produkt „A&D TURKESTERONE“	20
Abbildung 7: Produkt „Strong“	21
Abbildung 8: Produkt „Höchstleistung“	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Suchbegriftabelle Produktrecherche.....	12
Tabelle 2: Klassifizierung der Inhaltsstoffe - Gruppe B.....	39
Tabelle 3: Klassifizierung der Inhaltsstoffe - Gruppe C.....	39
Tabelle 4: Klassifizierung der Inhaltsstoffe - Gruppe D.....	40
Tabelle 5: Suchbegriftabelle Literaturrecherche PubMed.....	60

Abkürzungsverzeichnis

AIS	Australian Institute of Sport
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BIL	Bilirubin
BVL	Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
CK	Creatin-Kinase
DGE	Deutsch Gesellschaft für Ernährung e.V.
DHEA	Dehydroepiandrosteron
DHT	Dihydrotestosteron
EFSA	European Food Safety Authority
EGCG	Epigallocatechin-3-Gallat
EU	Europäische Union
Hb	Hämoglobin
ISSN	International Society of Sports Nutrition
IOC	International Olympic Committee
KG	Körpergewicht
NCBI	National Center for Biotechnology Information
NEM	Nahrungsergänzungsmittel
NemV	Nahrungsergänzungsmittel Verordnung
NIH	National Institute of Health
NLM	National Library of Medicine
OPC	Oligomere Proanthocyanidine
RCT	randomisierte kontrollierte Studie
RP	One-Repetition-Maximum (max. bewegte Gewicht bei einer Wdh.)
RPE	Rate of Perceived Exertion” (dt.: Grad der empfundenen Anstrengung)
TT	Tribulus terrestris
VO2max	maximalen Sauerstoffaufnahme
WADA	World Anti Doping Agency

Zusammenfassung (Deutsch)

Es wird geschätzt, dass rund 60 % aller Sportler*innen Nahrungsergänzungsmittel konsumieren, dazu zählen auch solche aus pflanzlichen Quellen. Ein Grund für die Supplementierung ist der Wunsch nach einer Leistungssteigerung. Der Markt für Nahrungsergänzungsmittel ist unübersichtlich und wenig reguliert. Im deutschen Onlinehandel werden unzählige Nahrungsergänzungsmittel für Sportler*innen angeboten, jedoch sind viele nicht wirksam oder seriös und teilweise sogar gesundheitlich bedenklich.

In dieser Arbeit werden sechs ausgewählte Produkte aus dem deutschen Onlinehandel, welche als leistungssteigernd oder -unterstützend beworben werden, auf ihre Wirksamkeit und Sicherheit untersucht. In Form einer Literaturrecherche wurden die 16 pflanzlichen Inhaltsstoffe der Produkte untersucht und die derzeitige Studienlage zusammengefasst. Anschließend wurde das AIS-Rahmenwerk angewendet, um die Inhaltsstoffe und die Produkte zu klassifizieren. Von den untersuchten Inhaltsstoffen liegen nur für Amaranth-Extrakt zunehmend mehr wissenschaftliche Belege für die Wirkung und Sicherheit vor. Für sieben Inhaltsstoffe - Grüner Hafer, Ginseng, Muira Puama, Papain, Schwarzer Pfeffer, Traubenkern und Grüntee - ist anhand der derzeitigen Studienlage kein Nutzen bei Sportlern festgestellt worden oder es wurde nicht ausreichend Forschung durchgeführt, um eine fundierte Meinung zur Wirkung und Sicherheit bei der Verwendung zuzulassen. Die Hälfte der Inhaltsstoffe wurden in Gruppe D kategorisiert, da diese mit hohem Risiko mit einer Kontamination mit verbotenen Substanzen oder hormonellen Wirkungen verbunden sind. Darunter fallen folgende Inhaltsstoffe: Ashwaganda, Tribulus terrestris, Yamswurzel, Kudzuwurzel, Citrus Aurantium Extrakt, Maca, Bockshornkleesamen und Turkesteron/Ecdyosterioide. Ecdyosterioide und Citrus Aurantium bzw. Synephrin stehen auf der WADA-Beobachtungsliste. Anhand dieser Ergebnisse wurden die Produkte klassifiziert. Von den sechs Produkten wurden vier der Gruppe D zugeordnet und zwei der Gruppe C. Die Werbeaussagen zur Leistungssteigerung konnten für keines der sechs Produkte wissenschaftlich bestätigt werden. Zwar gibt es für einige Inhaltsstoffe der Produkte Hinweise auf eine leistungsfördernde Wirkung, jedoch ist die Studienlage bei keinem Produkt aussagekräftig genug, um dies als gesichert zu betrachten. Zudem gibt es zu wenige Daten in Hinsicht auf die Sicherheit vieler Inhaltsstoffe. Keines der Produkte kann zur Supplementierung bei Sportler*innen empfohlen werden. Eine stärkere Regulation des Marktes von NEM, ähnlich wie bei Arzneimitteln, könnte helfen, gesundheitliche Risiken für Verbraucher zu minimieren. Das Risiko eines unbeabsichtigten Verstoßes gegen Dopingrichtlinien ist ein zusätzliches Risiko. Sportler*innen sollten vor dem Konsum von NEM eine Risiko-Nutzen-Analyse durchführen.

Um die Ergebnisse der Arbeit zu bestätigen, sind klinische Studien an Sportler*innen mit den ausgewählten Produkten notwendig. In Zukunft sollte die Sicherheit und Wirksamkeit von pflanzlichen Inhaltsstoffen in Nahrungsergänzungsmitteln weiter wissenschaftlich untersucht werden.

Zusammenfassung (Englisch)

It is estimated that around 60% of all athletes consume dietary supplements, including those from plant sources. One reason for supplementation is to improve performance. The market for dietary supplements is not transparent and poorly regulated. Countless nutritional supplements for athletes are offered online in Germany, but many are neither effective nor trustworthy and some are even a risk to health.

This study analyzes how safe and effective 6 products from German online retailers, which are advertised as performance-enhancing or supporting.

The literature review analyses 16 herbal ingredients of 6 products and summarizes the scientific evidence. The AIS-framework was then used to classify the ingredients and products. Amaranth extract is the only ingredient reviewed with increasing scientific evidence of efficacy and safety. For 7 ingredients: green oat, ginseng, muira puama, papain, black pepper, grape seed and green tea, no benefit in athletes has been established based on current studies or not enough research has been conducted to allow an informed opinion on the effects and safety of use. Half of the ingredients were categorized in Group D, as they are associated with a high risk of contamination with banned substances or hormonal effects. These include the following ingredients: ashwaganda, tribulus terrestris, yam root, kudzu root, citrus aurantium extract, maca, fenugreek seeds and turkesterone/ecdysteroids. Ecdysteroids and citrus aurantium or synephrine are on the WADA watch list. The products were classified based on these results. 4 of 6 products were assigned to group D and 2 to group C. The advertising claims for performance enhancement cannot be scientifically confirmed for any of the products. Although there are indications of a performance-enhancing effect for some of the products' ingredients, the study situation for none of the products is conclusive enough for this to be considered certain. There is also too little data on the safety of many of the herbal substances. None of the products can be recommended for supplementation in athletes.

A stricter regulation of the market for food supplements, similar to that for pharmaceuticals, could help to minimize health risks for consumers. The risk of an unintentional violation of doping guidelines is an additional risk. Athletes should should conduct a risk-benefit analysis before consuming food supplements.

Clinical studies on athletes with the reviewed products are necessary to confirm these results. In the future, the safety and efficacy of herbal ingredients in dietary supplements should be further scientifically investigated.

This thesis is only available in German.

1. Einleitung

1.1. Relevanz des Themas

Die Nationale Verzehrstudie II aus dem Jahr 2008 ergab, dass gut 27,6 % der Deutschen täglich Vitamin- und Mineralstoffpräparate einnehmen. Dabei wurde die Supplementation mit sonstiger physiologischer oder ernährungsspezifischer Wirkung nicht berücksichtigt (Schek, 2015). 2015 wurde ein systematischer Review und eine Meta-Analyse zur Prävalenz der Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln bei Sportler*innen weltweit veröffentlicht. Bei 61 eingeschlossenen Studien ergab sich eine zusammenfassende Prävalenzschätzung von 60 % für männliche und weibliche Sportler*innen verschiedener Sportarten beim Konsum jeglicher NEM (Knapik et al., 2015).

Auch in Deutschland durchgeführte Studien zeigten eine höhere Prävalenz der Verwendung von NEM bei Sportler*innen als die Nationale Verzehrstudie II, welche hauptsächlich mit Nicht-Sportler*innen durchgeführt wurde (Schek, 2015). Eine im Jahr 2011 veröffentlichte Studie mit 786 Bundeswehrsoldaten, welche mindestens an drei Tagen pro Woche Breitensportlich aktiv waren, hat herausgefunden, dass gut 43,5 % von Ihnen regelmäßig NEM supplementieren (Schek, 2015). Auch im Leistungssport ist die Supplementation von NEM sehr beliebt. Einer Befragung jugendlicher Spitzensportler*innen in Deutschland ergab, dass 91 % der Befragten während des letzten Monats ein NEM konsumiert haben. Von den 91 % gaben 26,8 % an, täglich mindestens ein Supplement zu konsumieren (Ziegenhagen et al., 2020). Der Anteil an Sportler*innen die regelmäßig NEM einnehmen variiert stark je nach Geschlecht, Sportart und Leistungsniveau (Knapik et al., 2015).

Die Prävalenz der Verwendung von pflanzlichen Nahrungsergänzungsmitteln bei Sportler*innen ist bislang weniger untersucht. Es zeigte sich aber eine zusammenfassende Prävalenzschätzung von 8 % bei neun eingeschlossenen Studien für männliche und weibliche Sportler*innen verschiedener Sportarten beim Konsum von Ginseng (Knapik et al., 2015).

Im Jahr 2018 hat eine Expertenkommission des International Olympic Committee (IOC) eine Konsenserklärung über die Verwendung von NEM im Leistungssport veröffentlicht. Die Expertenkommission hat einige Motive für den Konsum von NEM der Athleten zusammengetragen (Maughan et al., 2018):

- Korrektur eines Nährstoffmangels oder Verhinderung einer Beeinträchtigung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit
- Energie- und Nährstoffbereitstellung für Trainingseinheiten
- Direkte Leistungssteigerung und Wettbewerbsvorteil
- Indirekte Leistungssteigerung beispielsweise durch effektiveres oder intensiveres Training
- Optimierung der Körperzusammensetzung oder Verringerung des Verletzungsrisikos

- Finanzielle Gründe wie z.B. Sponsoring oder kostenlose Produkte
- „nur für den Fall“-Versicherung
- Weil andere Athleten NEM konsumieren

Die Aspekte der Leistungssteigerung, Gesunderhaltung und Unterstützung der Regeneration sind für Sportler*innen relevante Gründe zum Konsum von NEM (Maughan et al., 2018).

Im Jahr 2022 hat der Lebensmittelverband Deutschland Studiendaten des Marktes für NEM veröffentlicht. Es wurde ein Umsatz in Höhe von 1,8 Mrd. Euro in Deutschland mit NEM generiert. Im Vergleich zu 2020 ist der Umsatz um 100 Millionen Euro gestiegen. Jedoch wurde in dieser Veröffentlichung der direkte und sonstige Versandhandel nicht berücksichtigt. 57,2 % des Umsatzes und 44,4 % des Absatzes wird von den 20 erfolgreichsten Herstellern erwirtschaftet, dies zeigt eine starke Fragmentierung des Marktes (Lebensmittelverband Deutschland e.V., 2022).

Der Internethandel mit NEM ist in den vergangenen Jahren stetig gewachsen und mittlerweile gibt es ein großes Produktangebot von Nahrungsergänzungsmitteln im Internethandel. Leider werden dort nicht nur seriöse und qualitativ hochwertige Produkte, sondern auch eine Vielzahl von nicht verkehrsfähigen oder sogar gesundheitlich bedenklichen Produkten angeboten (Lebensmittelverband Deutschland e. V., 2020). Es werden vermehrt Produkte, darunter auch Pflanzenextrakte, auf den Markt gebracht, die aufgrund ihrer Inhaltsstoffe und Dosierungen als kritisch zu bewerten sind (Verbraucherzentrale Bundesverband e.V., 2021).

Darüber hinaus werden NEM auch mit verbotenen Aussagen beworben und Verbrauchern wird eine Wirksamkeit der verwendeten Produktinhaltsstoffe versprochen, ohne dass es dafür wissenschaftliche Evidenz gibt (Lebensmittelverband Deutschland e. V., 2020).

Der Markt für NEM ist unübersichtlich und wenig reguliert (Ziegenhagen et al., 2020). Deshalb ist das Ziel dieser Arbeit die Untersuchung, ob die von Herstellern ausgeschriebene/suggestierte Wirkung zur Leistungssteigerung oder -verbesserung (durch Studien) belegbar ist und ob gesundheitliche Risiken beim Konsum bestehen. Es wird eine kurze Zusammenfassung der derzeitigen Studienlage dargestellt und die Inhaltsstoffe, von als leistungssteigernd oder -verbessernden Produkten, untersucht.

1.2. Definition von Nahrungsergänzungsmitteln und Abgrenzung von Doping

Nahrungsergänzungsmittel sind konzentrierte Quellen von Nährstoffen oder anderen Stoffen mit physiologischer oder ernährungsspezifischer Wirkung. Sie werden in dosierter Form von Pillen, Kapseln, Pulver, Flüssigkeiten oder ähnlichem angeboten. Die Auswahl an Zutaten und Nährstoffen kann vielfältig sein. Meist sind es Vitamine, Mineralstoffe, Aminosäuren, essenzielle Fettsäuren, Ballaststoffe und verschiedene Pflanzen- und Kräuterextrakte. Nahrungsergänzungsmittel unterliegen in der EU dem EU-Lebensmittelrecht und der Nahrungsergänzungsmittel-Verordnung (NemV) (EFSA, 2023). Vorkommen können NEM in unterschiedlichen Formen, so unterteilt die IOC-Expertenkomitee in ihrer Stellungnahme im Jahr 2018 in 3 verschiedene Gruppe (Maughan et al., 2018):

1. Funktionelle Lebensmittel: angereicherte LM oder atypische Nährstoffzusammensetzung der LM
2. Convenience-Produkte: Energie und Nährstoffe in bequemerer Form, z.B. Riegel, Gele und Getränke
3. Isolierte oder konzentrierte Einzelnährstoffe oder andere LM-Bestandteile

Nahrungsergänzungsmittel sind keine Arzneimittel. Die Verwendung ist der Ausgleich ernährungsbedingter Mängel, die Aufrechterhaltung ausreichender Nährstoffzufuhr und die Unterstützung bestimmter physiologischer Funktionen. Sie sind nicht als Verwendung zur Behandlung oder Vorbeugung von Krankheiten beim Menschen oder dem Erbringen physiologischer Veränderungen bestimmt. Da sie keine Arzneimittel sind, dürfen sie keine pharmakologische, immunologische oder metabolische Wirkung erzielen (EFSA, 2023).

Einige Nahrungsergänzungsmittel enthalten Substanzen die nach der World Anti Doping Agency (WADA)-Liste verboten sind. Diese können sowohl offen als Inhaltsstoff deklariert werden, durch Verunreinigungen ins Produkt gelangen oder absichtlich zugesetzt werden, um Produktwirkungen zu erzielen (Ziegenhagen et al., 2020). Die Liste dopingrelevanter Substanzen ist vielfältig. Dazu zählen Stimulanzien, Prohormone, Steroide, Clenbuterol, verbotene Peptidhormone und einige mehr (WADA, WADA, 2023). Die Konsequenzen bei Verstoß, für Sportler*innen die dem Dopingkontrollsystem unterliegen, können schwerwiegend sein. Zu den Konsequenzen zählt unter anderem eine Sperre für sämtliche Aktivitäten im organisierten Sport und eventuell rechtliche und gesundheitliche Konsequenzen (WADA, 2021).

1.3. Definition von Sportler*innen

Als Sporttreibende Person oder Sportler*in gilt man laut EFSA ab fünf Stunden sportlicher Betätigung pro Woche. Ein Trainingsvolumen von unter fünf Stunden ist lediglich als Ausgleich für zumeist sitzende Tätigkeiten zu betrachten (EFSA, 2015). Eine einheitliche Definition von Sportler*innen und Athlet*innen gibt es bislang nicht. Im Jahr 2016 haben J. Scharhag und C. G. S. Araújo erstmals einen Vorschlag zur Definition des Leistungssportlers bzw. Athleten zum wissenschaftlichen Arbeiten erarbeitet (Scharhag & Araújo, 2016).

Anhand verschiedener Kriterien kann ein Leistungssportler definiert werden (Scharhag & Araújo, 2016):

1. Ausüben einer bestimmten Sportart
2. Regelmäßige Wettkampfteilnahme und Mitglied in einem Sportverein oder Verband. Gehobenes Wettkampfniveau
3. Leistungsniveau, anhand Bestleistungen und Platzierungen, oder physiologischer Kenngrößen der körperlichen Leistungsfähigkeit
4. Trainingsanamnese: Dauer, Umfang und Intensität
5. Altersgruppenzuteilung

In den verschiedenen einbezogen Studien der Arbeit wurde keine einheitliche Definition von Sportler*innen verwendet. In dieser Arbeit werden deshalb zwei Arten von Sportler*innen unterschieden und folgendermaßen definiert:

Breitensportler*innen: Breitensportler*innen oder auch Freizeitsportler*innen sind hauptsächlich moderat körperlich aktiv. Ziele im Breitensport sind die Verbesserung der körperlichen Fitness, der Ausgleich von Bewegungsmangel sowie Spaß am Sport.

Leistungs- und Hochleistungssportler*innen /Athlet*innen: Leistungssportler*innen sind intensiv körperlich aktiv. Sowohl die Intensität als auch die Aktivitätsdauer sind höher sind als bei Breitensportler*innen. Ziel im Leistungssport sind Wettkampfteilnahmen und das Erreichen sportlicher Höchstleistungen.

2. Methode

Die vorliegende Arbeit soll im Online-Handel angebotenen Nahrungsergänzungsmittel zur Leistungsunterstützung und -steigerung für Sportler*innen aufgrund der enthaltenen Inhaltsstoffe bewerten. Um inklusive Sprache zu verwenden, erfolgt bei der Ansprache beider biologischer Geschlechter eine Genderung mit der Verwendung von Sternchen/Asterisken (*). Im Falle, dass ein Wort nicht gendergerecht formuliert ist, wird bewusst nur über das jeweilige biologische Geschlecht gesprochen.

2.1. Produktrecherche

Zur Produktrecherche wurde die übliche Vorgehensweise eines Verbrauchers nachgestellt. Dafür wurde die beliebte Suchmaschine „Google“ verwendet. Es wurden Ergebnisse im Bereich „Shopping“ miteinbezogen.

Verwendete Suchbegriffe zur Produktrecherche:

Tabelle 1: Suchbegriftabelle Produktrecherche

	Verwendeter Suchbegriff:	Anzahl ausgewählter Produkte:
#1	„Pflanzenextrakte zur Leistungssteigerung im Sport“	1
#2	„Nahrungsergänzungsmittel zur Leistungssteigerung Sport“	2
#3	„Nahrungsergänzungsmittel zur Leistungssteigerung“	0
#4	„Nahrungsergänzungsmittel Krafttraining“	1
#5	„Nahrungsergänzungsmittel Kraftsteigerung“	1
#6	„Nahrungsergänzungsmittel Ausdauertraining“	1
#7	„Nahrungsergänzungsmittel Ausdauersteigerung“	0
	Gesamt:	6

Es wurden verschiedene Auswahlkriterien zur Produktauswahl aufgestellt:

- Aufgrund der hohen Ergebnismenge werden nur die ersten 40 Suchergebnisse in Betracht gezogen.
- Bei Produkten unterschiedlicher Hersteller, aber mit demselben wirksamen Inhaltsstoff, wird nur ein Produkt ausgewählt, um Dopplungen zu vermeiden.
- Das Produkt muss auf der Verpackung, der Webseite des vertreibenden Händlers oder des Herstellers auf eine der folgenden Weisen beworben werden: „Steigerung“, „Erhöhung“, „Zuwachs/Zunahme“, „Zusätzliche/Mehr“, „Kräftigung“ oder „Verbesserung“ der Leistung, des Körpers oder expliziten physiologisch relevanten Eigenschaften im Sport.

Von 280 gesichteten Ergebnissen wurden sechs Produkte ausgewählt, die in dieser Arbeit untersucht werden. Es wurden 257 ausgeschlossen, da die Produkte nicht anhand der festgelegten Kriterien beworben werden und 17 weitere, welche keine pflanzlichen Inhaltsstoffe enthalten. Der Fokus der Arbeit soll auf als leistungssteigernd beworbenen pflanzlichen Inhaltsstoffen liegen, weshalb synthetische Stoffe, Aminosäuren, Zucker, Vitamine und Mineralstoffe und ähnliche nicht pflanzliche Inhaltsstoffe nicht behandelt werden. In den sechs Produkten sind 16 pflanzliche Inhaltsstoffe enthalten, welche direkt oder indirekt in Bezug zur Wirksamkeit stehen. Ähnliche Inhaltsstoffe oder Inhaltsstoffe mit demselben Wirkstoff, aber aus unterschiedlichen Quellen (z.B. unterschiedliche Pflanzenextrakte), werden zusammengefasst. Um den Umfang dieser Arbeit nicht zu überschreiten, werden nicht alle Inhaltsstoffe untersucht, sondern ausschließlich welche mit pflanzlichen Quellen.

Folgende Inhaltsstoffe sollen untersucht werden:

1. Ashwaganda*
2. Tribulus Terrestris-Extrakt (Saponine)
3. Yamswurzel-Extrakt (Diosgenin)
4. Kudzuwurzel-Extrakt (Isoflavone)
5. Citrus Aurantium-Extrakt (Synephrin)
6. Macawurzel
7. Grüner Hafer-Extrakt
8. Bockshornkleesamen-Extrakt
9. Gingseng-Extrakt
10. Muira Puama-Extrakt
11. Grüntee-Extrakt
12. Papaina
13. Schwarzer-Pfeffer-Extrakt
14. Turkesterone/Ecdysteron*
15. Amaranth-Extrakt*
16. Traubenkernextrakt/OPC

*Direkt als leistungssteigernd beworben

Die Produktrecherche wird mit dem Flow Chart in Abbildung 1 vereinfacht dargestellt.

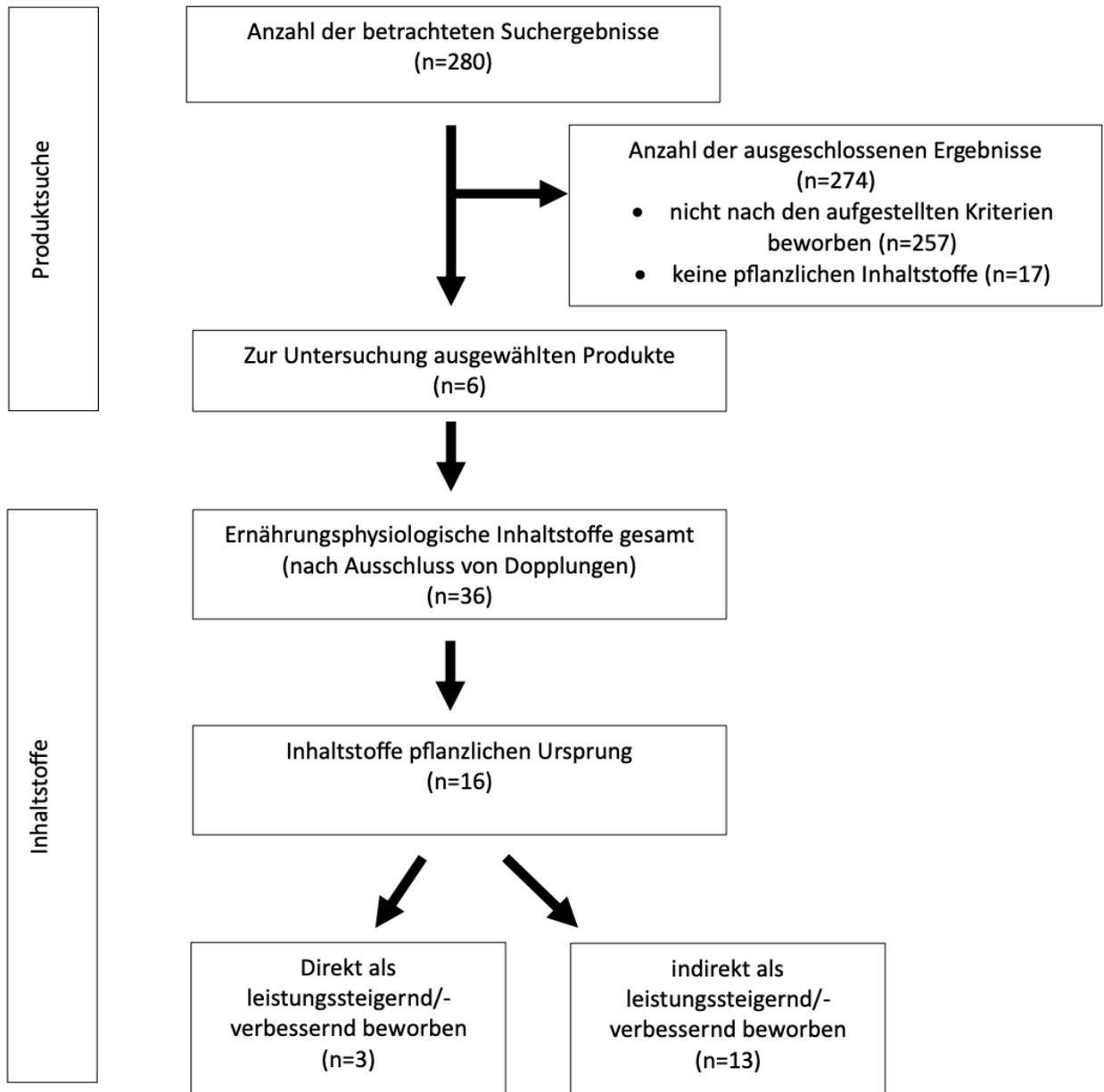


Abbildung 1: Flowchart Produktrecherche

2.2. Systematische Literaturrecherche

Zur Untersuchung der Wirksamkeit der Inhaltsstoffe wurde im Zeitraum September bis November 2023 eine systematische Literaturrecherche durchgeführt und ausgewertet. Die Literaturrecherche erfolgte über die fachdatenbankspezifische Suchmaschine PubMed. Die Datenbank von PubMed umfasst zum derzeitigen Stand (September 2023) 36 Millionen Literaturangaben zu Fachliteratur medizinischer und biochemischer Thematiken. Dazu zählen Studienergebnisse, Meta-Analysen, Reviews, Artikel aus Fachzeitschriften, Bücher und weitere Veröffentlichungen. Damit gehört die Datenbank zu den größten und wichtigsten in diesem Bereich. Die Datenbank PubMed wurde vom National Center for Biotechnology Information (NCBI) an der U.S. National Library of Medicine (NLM) an den National Institutes of Health (NIH) entwickelt und wird dort weiterhin gepflegt (National Library of Medicine, 2023). Da PubMed eine U.S.-amerikanische Suchplattform ist, ist der Großteil der Literatur in englischer Sprache.

Gefiltert wurden die Suchergebnisse, bei einer hohen Anzahl an Ergebnissen, nach Alter und Relevanz. Veröffentlichungen und Literatur sollten wenn möglich nicht älter als 10 Jahre alt sein. Die Ergebnisse wurden anhand des Titels und der Zusammenfassung gefiltert. Die Literaturquellen mit der höchsten Evidenz wurden bevorzugt, dazu gehören systematische Reviews, Meta-Analysen und Positionspapiere von anerkannten Fachgesellschaften und Behörden.

Zusätzlich zu den Ergebnissen der systematischen Literaturrecherche mit PubMed wurden Veröffentlichungen des Bundesinstituts für Risikobewertung, der European Food Safety Authority (EFSA), der Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA), von deutschen Verbraucherzentralen und dem Lebensmittelverband Deutschland miteinbezogen. Als Anforderung an Veröffentlichungen und Literatur wurde festgelegt, dass diese, wenn möglich, nicht älter als 10 Jahre sein sollten.

Die Literaturrecherche wird mit dem PRISMA Flow Chart in Abbildung 2 vereinfacht dargestellt. Die Literaturrecherche in PubMed führte zu 854 Suchergebnissen. Dazu kommen 18 weitere Quellen, wie Positionspapiere und Stellungnahmen. Von den insgesamt 872 Ergebnissen sind 134 Duplikate. Anhand des Titels oder des Abstracts wurden die Suchergebnissen gesichtet und 823 Ergebnisse wurden ausgeschlossen. Die Gründe für den Ausschluss wurden im Flowchart in Abb. 2 festgehalten. Darüber hinaus ist im Anhang eine Suchbegriffstabelle für die Recherche in PubMed beigefügt, welche Aufschluss gibt, welche Begriffe und Filter bei der Suche verwendet wurden. Zusätzlich wurde in der Tabelle 5 im Anhang festgehalten, welcher der Suchbegriffe zu welcher ausgewählten Studie führte.

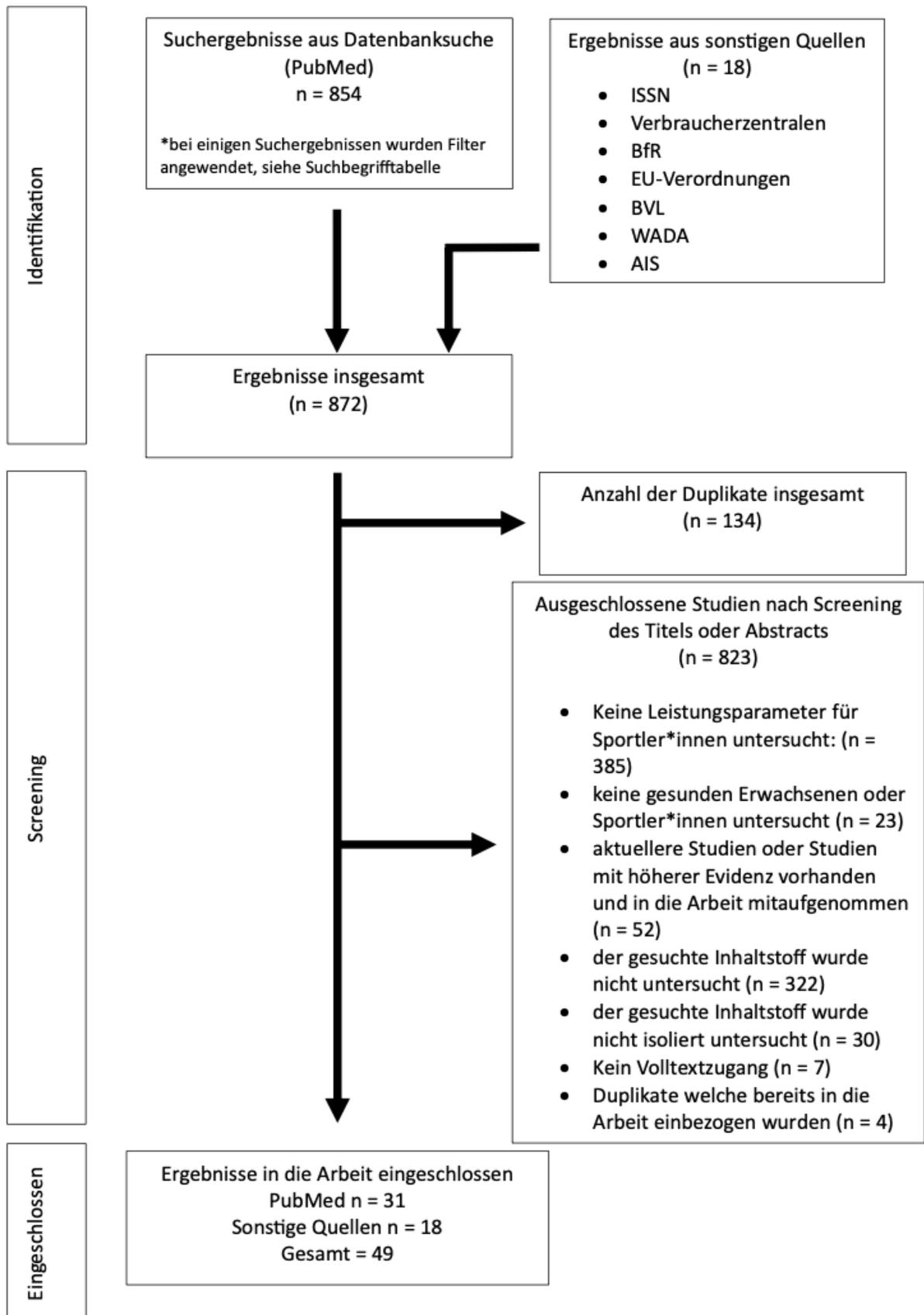


Abbildung 2: Flowchart Literaturrecherche

3. Ergebnisse

3.1. Produktauswahl

Produkt 1: „VIGOLOGES Ashwagandha plus“

Das Produkt „VIGOLOGES Ashwagandha plus“ von Dr. Loges + Co. GmbH, siehe Abb. 3, wird im Onlineshop der Parfümerie Douglas verkauft, aber auch in verschiedenen Apotheken angeboten. Das Produkt wird in 60 Stk. Packungen verkauft und der Preis beträgt 26,90 € pro Packung bzw. 0,45 € pro Kapsel. Die Verzehrempfehlung lautet: „1 × 2 Kapseln mit ausreichend Flüssigkeit mindestens 30 Minuten vor der Mahlzeit schlucken, vorzugsweise in der 1. Tageshälfte.“. Beworben wird das Produkt folgendermaßen: „Das traditionelle Ashwagandha stärkt, kräftigt und trägt zur Verbesserung der körperlichen Fitness bei, außerdem kann es Alterungsprozesse verlangsamen.“ (Parfümerie Douglas GmbH & Co. KG., 2023).

Inhaltsstoffe (pro Portion/ 2 Kapseln): 600mg Extraktzubereitung aus Ashwagandha (KSM-66®), Coenzym Q10, Niacin, Vitamin E, Vitamin B12 (Dr. Loges + Co. GmbH, 2023)



Abbildung 3: Produkt „VIGOLOGES Ashwagandha plus“
Quelle: (Dr. Loges + Co. GmbH, 2023)

Produkt 2: „Testo Shock 2.0“

Das Produkt „Testo Shock 2.0“ von BODY ATTACK Sports Nutrition GmbH & Co. KG, siehe Abb. 4, wird von „Metasport“, ein Onlineshop für Sportnahrung und Fitnessbedarf, verkauft. Das Produkt wird aber auch im herstellereigenen und weiteren Onlineshop angeboten. Das Produkt wird in 90 Stk. Packungen verkauft und der Preis beträgt 21,99 € pro Packung bzw. 0,24 € pro Kapsel. Die Verzehrempfehlung lautet: „Nehmen Sie täglich 4 Kapseln, vorzugsweise 2 Kapseln morgens nach dem Aufstehen und 2 Kapseln abends vor dem Schlafengehen mit reichlich Flüssigkeit (200 ml) ein.“. Beworben wird das Produkt folgendermaßen: „Muskelaufbau und Leistungssteigerung stehen ganz oben auf deiner To Do-Liste? Unser TESTO SHOCK 2.0 sorgt für die Zusatz-Power, die deine Workouts aufs nächste Level heben.“ (Metasport, 2023) (BODY ATTACK Sports Nutrition GmbH & Co. KG, 2023).

Inhaltsstoffe (pro Portion/ 4 Kapseln): *Tribulus Terrestris- Extrakt 1720 mg, - davon Saponine 1376 mg, Wilde Yamswurzel-Extrakt 600 mg, - davon Diosgenin 360 mg, Kudzuwurzel-Extrakt 200 mg, - davon Isoflavone 80 mg, Citrus Aurantium-Extrakt 114 mg, - davon Synephrin 6,8 mg, Macawurzel-Extrakt 200 mg, Grüner Hafer-Extrakt 160 mg, Bockshornkleesamen-Extrakt 300 mg, Sibirischer Ginseng-Extrakt 20 mg, Muira Puama-Extrakt 200 mg, Niacin (Vitamin B3) 54 mg (3371), Pantothensäure (Vitamin B5) 3 mg (501), Zinkcitrat 10 mg, - davon Zink 3,2 mg (321).* (BODY ATTACK Sports Nutrition GmbH & Co. KG, 2023).



Abbildung 4: Produkt „Testo Shock 2.0“
Quelle: (BODY ATTACK Sports Nutrition GmbH & Co. KG, 2023)

Produkt 3: „Xendurance Lactic Acid Buffer“

Das Produkt „Xendurance Lactic Acid Buffer“ von Xendurance, siehe Abb. 5, wird von „Bike Packing“, einem Onlineshop für Radsportbedarf, verkauft. Das Produkt wird aber auch im herstellereigenen und weiteren Onlineshops angeboten. Das Produkt wird in 180 Stk. Packungen verkauft und der Preis beträgt 34,95 € pro Packung bzw. 0,19 € pro Tablette. Die Verzehrempfehlung lautet: „Xendurance ist für die tägliche Einnahme das ganze Jahr über bestimmt. Nehmen Sie 6 Tabletten pro Tag ein, 3 morgens und 3 abends, mit oder ohne Nahrung. Die Tablette unzerkaut einnehmen. Fünf bis Sieben Tage vor den Wettkampf, empfehlen wir die Dosierung auf 8 Tabletten täglich zu erhöhen, 4 morgens und 4 abends. Diese Dosis bis einen Tag nach dem Wettkampf beibehalten und anschließend wieder auf 6 Tabletten täglich reduzieren.“. Beworben wird das Produkt folgendermaßen: „verbessert die Aerobe Schwelle“ und „Xendurance entwickelt Produkte, die Sportlern zu mehr Leistung verhelfen“ (Bike Packing, 2023).

Inhaltsstoffe (pro Portion/3 Tabletten): *Magnesium, Calcium, 150 mg Papain (Papaya), 30 mg Catechine (Grüntee-Extrakt), 7,5 mg Schwarzer Pfeffer-Extrakt, Stearinsäure, Selen, Chrom* (Bike Packing, 2023)



Abbildung 5: Produkt „Xendurance Lactic Acid Buffer“
Quelle: (Bike Packing, 2023)

Produkt 4: „A&D TURKESTERONE“

Das Produkt „A&D TURKESTERONE“, siehe Abb. 6, wird im eigenen Onlineshop des Unternehmens verkauft. Das Produkt wird in 60 Stk. Packungen verkauft und der Preis beträgt 31,99 € pro Packung bzw. 0,59 € pro Kapsel. Die Verzehrempfehlung lautet: „Nehmen Sie täglich zwei Kapseln Turkesterone mit ausreichend Wasser ein, vorzugsweise zu einer Mahlzeit.“. Beworben wird das Produkt folgendermaßen: „Durch eine mögliche Anregung deines Körpers in einen anabolen Zustand könntest du mehr Muskelmasse und Kraft aufbauen.“ (A&D Performance, 2023).

Inhaltsstoffe (pro Portion/2 Kapseln): 1000mg Ajuga Turkestanica Extrakt (A&D Performance, 2023)



*Abbildung 6: Produkt „A&D TURKESTERONE“
Quelle: (A&D Performance, 2023)*

Produkt 5: „Strong“

Das Produkt „Strong“ von Rocka Nutrition, siehe Abb. 7, wird im herstellereigenen Onlineshop angeboten. Das Produkt wird in 330 g Packungen verkauft und der Preis beträgt 36,99 € pro Packung bzw. 1,23 € pro Portion. Die Verzehrempfehlung lautet: „Täglich 11 g Pulver (entspricht 1x leicht gehäufter Rocka-Messlöffel M bzw. 1x leicht gehäufter EL) in 300 ml Wasser shaken.“. Beworben wird das Produkt folgendermaßen: „Für Kraftzuwachs & Regeneration“ (Rocka Sports GmbH, 2023).

Inhaltsstoffe (pro Portion/ 11g): *Creatinmonohydrat, Magnesiumcitrat, 1,0g Spinatextrakt (50mg beta-Ecdysteron), 600mg KSM 66 Ashwagandha® (Ashwagandhaextrakt), Zinkpicolinat, Kaliumjodid, Folsäure, Vitamin D, Vitamin K2* (Rocka Sports GmbH, 2023).



Abbildung 7: Produkt „Strong“
Quelle: (Rocka Sports GmbH, 2023)

Produkt 6: „Höchstleistung“

Das Produkt „Höchstleistung“ von Optimum Performance, siehe Abb. 8, wird im herstellereigenen Onlineshop angeboten. Das Produkt wird in 310 g Packungen verkauft und der Preis beträgt 37,90 € pro Packung bzw. 1,52 € pro Portion. Die Verzehrempfehlung lautet: „30-45 Minuten vor dem Training 13g in ausreichend Flüssigkeit auflösen.“. Beworben wird das Produkt folgendermaßen: „Steigert Ausdauer & Kraft“ und „Der erste Nitratextrakt aus Amaranth. - Unterstützt die Aufrechterhaltung eines hohen Leistungsniveaus. - Erhöhung der Sauerstoffaufnahme - Verbessert die Gefäßerweiterung und erhöht den Blutfluss - Verbessert die Trainingskapazität“ (OPTIMUM PERFORMANCE®, 2023).

Inhaltsstoffe (pro Portion/ 12,4g): *L-Citrullinmalat, Beta Alanin, 1,0g Amaranth Extrakt, L-Tyrosin, Taurin, 300mg Traubenkernextrakt (40% OPC), Zinkbisglycinat* (OPTIMUM PERFORMANCE®, 2023)



Abbildung 8: Produkt „Höchstleistung“
Quelle: (OPTIMUM PERFORMANCE®, 2023)

3.2. Untersuchung der Inhaltsstoffe

3.2.1 Ashwagandha

Ashwagandha (*Withania somnifera*), oder auch Schlafbeere genannt, wird schon seit tausenden Jahren in der ayurvedischen Medizin verwendet. Die Wurzelpflanze enthält Withanolide (Steroide) und Alkaloide als biologisch aktive Komponenten. Ashwagandha wurde in der traditionellen Medizin zur Behandlung von verschiedenen Krankheiten eingesetzt, dazu gehören Bronchitis, Dyspepsie, Impotenz, Scabies (Krätze), Malaria und Geschwüre. Darüber hinaus wurde es auch zur Abtreibung verwendet (Klenow et al., 2012).

Ashwagandha werden verschiedene medizinische Vorteile zugeschrieben. Es wird als starkes Adaptogen und Antistressmittel beschrieben und soll antitumoral, entzündungshemmend, blutzuckersenkend und antioxidativ wirken. Für die positiven Eigenschaften dieser Pflanze verantwortlich könnten die enthaltenen Withanolide sein. Im Jahr 2021 wurde ein systematischer Review und bayessche Meta-Analyse von D. Bonilla et al. veröffentlicht, welche die Effekte von Ashwagandha auf die physische Leistungsfähigkeit untersucht. Insgesamt zeigten die Ergebnisse dieser Analyse basierend auf 12 Studien, dass eine Ashwagandha-Supplementierung die körperliche Leistungsfähigkeit wirksamer als ein Placebo verbessere. Eine Ashwagandha-Supplementierung im Bereich zwischen 240 und 600 mg täglich bei gesunden untrainierten Personen zeigte in den einbezogenen Studien positive Veränderungen der Muskelkraft, Muskelgröße, Serumtestosteron, maximalen Geschwindigkeit sowie absoluten und relativen Leistung. Es sind weitere Untersuchungen an trainierten Personen und größeren Teilnehmergruppen erforderlich, aber diese Metaanalyse hat Hinweise auf eine signifikante Kraft-/Leistungssteigerung hervorgebracht (Bonilla et al., 2021).

Auch eine mit fünf Studien durchgeführte Meta-Analyse von Perez-Gomez et al. zur Untersuchung der Effekte einer Ashwagandha-Supplementierung auf die kardiorespiratorische Fitness zeigte eine hohe Effektgröße, was auf positive Effekte der Ashwagandha-Supplementierung auf die kardiorespiratorische Fitness (d.h. VO_{2max} und Hb) hindeutet (Pérez-Gómez et al., 2020).

Die Meta-Analyse von D. Bonilla et al. suggeriert, dass 300 bis 500 mg zweimal täglich (morgens und vor dem Schlafengehen) eine sichere und wirksame Dosis für sportlich aktive Frauen und Männer sein könnte, die ein anstrengendes Widerstands- oder Ausdauertraining absolvieren. Für nicht körperlich aktive Personen können niedrigere Dosen (≤ 300 mg einmal täglich) in Betracht gezogen werden. Die Forschungslage ist aber nicht ausreichend für eine sichere Empfehlung (Bonilla et al., 2021).

Das Bundesinstitut für Risikobewertung hat 2012 eine Risikobewertung von Pflanzen und pflanzlichen Zubereitungen herausgegeben. Der BfR äußert darin Sicherheitsbedenken aufgrund von Hinweisen auf eine Beeinflussung der Schilddrüsenfunktion, möglicherweise aus dem Vorhandensein von Alkaloiden in der Wurzel und der historisch nachgesagten Verwendung als

Abortivum. Aufgrund der geringen Studienlage ist eine abschließende Bewertung nicht möglich (Klenow et al., 2012).

Die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz rät auch aufgrund der unzureichenden Studienlage von dem Verzehr von Ashwagandha-Produkten ab (Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz, 2022).

3.2.2 Tribulus Terrestris-Extrakt (Saponine)

Tribulus terrestris ist eine vor allem in Asien weit verbreitete Pflanze und schon lange Zeit Teil der ayurvedischen Medizin als Mittel gegen bei Husten, Kopfschmerzen und Mastitis. Tribulus terrestris enthält unter anderem Saponine. Saponine sind sekundären Pflanzenstoffe und kommen in circa 75 % aller Pflanzenarten vor. Die verschiedenen Saponine können unterschiedlich Wirkungen haben. Zu diesen zählen fungizidisch, cholesterinsenkend, hämolytisch oder steroidisch Wirkung. Die Analyse und Quantifizierung von Saponinen ist schwierig, aber es ist bekannt das die Zusammensetzungen erheblich in Abhängigkeit von der geographischen Herkunft, vom Pflanzenteil und von der Wachstumsphase der Pflanze variieren (Verbraucherzentrale NRW e.V., 2023).

Ein im Jahr 2022 veröffentlichter systematischer Review von Fernández-Lázaro et al. fasst die aktuelle Studienlage zur Wirkung von Tribulus terrestris L. auf Sport- und Gesundheits-Biomarker bei körperlich aktiven erwachsenen Männern zusammen. In der der Untersuchung wurden sieben Studien miteinbezogen, welche die Einschlusskriterien erfüllten. In den verschiedenen Studien wurden tägliche Dosen von 450 mg bis 2700 mg und Saponingehalten von 40 % bis 100 % über einen Zeitraum zwischen 20 Tagen und zwölf Wochen verabreicht. Insgesamt gab es 165 männliche Studienteilnehmer, die in diese systematische Überprüfung einbezogen wurden. Bei keinem Teilnehmer traten während des TT-Supplementierungsprotokolls unerwünschte Wirkungen auf. Bei den Biomarkern wurden keine signifikanten abnormalen Veränderungen festgestellt, aber es wurde ein Abwärtstrend bei den BIL-Werten beobachtet. Bei Dosen höher als 1000 mg pro Tag von Tribulus-terrestris-Extrakt wurde von Schlafstörungen, Erschöpfung und Müdigkeit, Bluthochdruck und erhöhter Herzfrequenz berichtet (Fernández-Lázaro et al., 2022).

In drei Studien hat eine Tribulus terrestris Supplementation eine lipidsenkende Wirkung gezeigt. Es kann vor allem bei Leistungssportler*innen mit hoher sportlicher Belastung einen ausgeglichenen Lipidspiegel in Situationen hoher körperlicher Belastung schaffen. Soweit bekannt scheinen phenolische Verbindungen die Lipaseaktivität in der Skelettmuskulatur zu erhöhen und die Aktivität im Fettgewebe zu verringern, was die Verwendung von Plasmatriglyceriden als Energieträger durch die Muskeln stimuliert und ihre Speicherung als Fett blockiert. Saponine scheinen die Aktivität von Superoxid-Dismutase in der Leber zu erhöhen, was die antioxidative Kapazität verbessert (Fernández-Lázaro et al., 2022).

In vier Studien berichten Forscher über positive Auswirkungen einer TT-Supplementierung auf den Testosteronspiegel. Auch Tierversuche zeigten bei TT-Supplementierung eine Erhöhung des

Testosteronspiegels. Aber andere klinische Humanstudien zeigen keinen signifikanten Unterschied der Gesamttestosteronkonzentration im Serum durch Tribulus terrestris im Vergleich zum Placebo. Relevant ist jedoch, dass Tribulus terrestris das Testosteron/Epitestosteron-Verhältnis im Urin erhöhen kann, was zu positiven Dopingtests führen kann (Fernández-Lázaro et al., 2022).

Der systematische Review von Fernández-Lázaro et al. zeigt, dass es keine schlüssigen Beweise für die potenziell positiven Auswirkungen von TT auf sportliche und gesundheitliche Biomarker bei körperlich aktiven Erwachsenen gibt. Aufgrund der begrenzten Anzahl von Studien ist aber keine abschließende Bewertung möglich. Es haben sich lediglich Hinweise auf positive Auswirkungen auf den Lipidspiegel gezeigt, jedoch ist weitere Forschung nötig (Fernández-Lázaro et al., 2022).

Das Bundesinstitut für Risikobewertung schätzt nach dem gegenwärtigen unzureichenden Kenntnisstand das Auftreten möglicher gesundheitlicher Schäden als unwahrscheinlich ein, zumindest bei den zu erwartenden Aufnahmemengen. Aufgrund der geringen Studienlage ist eine abschließende Bewertung aber nicht möglich (Klenow et al., 2012).

Die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz rät auch aufgrund der unzureichenden Studienlage vom Verzehr von Tribulus terrestris Produkten ab. Die anabole Wirkung konnte nicht bewiesen werden und häufig enthaltene Produkte unerlaubt zugesetzte Hormone oder Steroide, dadurch besteht ein Risiko für die Gesundheit (Verbraucherzentrale NRW e.V., 2023).

3.2.3 Yamswurzel-Extrakt (Diosgenin)

Die Yamswurzel (*Dioscorea esculenta*) ist ein hauptsächlich aus China stammende Pflanze. Die Knolle der Pflanze ist reich an Diosgenin, ein pflanzliches Steroid-Saponin (Iemitsu et al., 2023). Soweit bekannt ist, kann Yamswurzel-Extrakt eine östrogene Wirkung haben (Klartext Nahrungsergänzung, 2022). Es sind bisher nur wenige Studien zur Wirksamkeit der Yamswurzel durchgeführt wurden. Eine 2020 veröffentlichte Studie von N. Horii hat die Auswirkungen des Verzehr von Yamswurzel in Verbindung mit Widerstandstraining auf Muskelhypertrophie und Kraft bei 15 Sprintathleten untersucht. Die Studie zeigte, dass die Einnahme von 2000 mg pro Tag Yamswurzel-Extrakt in Kombination mit Widerstandstraining die fettfreie Masse der Arme und die Maximalkraft beim Kreuzheben und Heben erhöhte. Zusätzlich waren die Serumwerte von DHEA, freiem Testosteron und DHT erhöht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Supplementierung von Yamswurzel in Kombination mit Widerstandstraining weitere Auswirkungen auf die Muskelhypertrophie und -kraft bei Sportlern hat, indem die Sekretion von Androgenhormonen beeinflusst wird (Horii et al., 2020)

Eine darauf aufbauende randomisierte Kontrollstudie wurde von K. Iemitsu im Jahr 2023 veröffentlicht. Bei der Doppelblindstudie wurde mit 66 gesunden Erwachsenen mittleren und höheren Alters die Auswirkungen der Einnahme von 2000 mg pro Tag Yamswurzel in Kombination mit Widerstandstraining untersucht. Die Teilnehmer die Yamswurzel supplementieren zeigten größere Verbesserungen bei der Muskelquantität und -qualität sowie kardiometabolischen Parametern (Iemitsu et al., 2023).

Diese Studien bieten erste Hinweise für positive Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit im Sport bei einer Yamswurzel-Supplementierung. Als unerwünschte Nebenwirkungen sind bislang nur Verdauungsbeschwerden bekannt, jedoch warnt die Verbraucherzentrale Patienten mit hormonsensitiven Krebsarten (Brustkrebs, Prostatakrebs) aufgrund der östrogenen Wirkung vor dem Verzehr (Klartext Nahrungsergänzung, 2022). Stellungnahmen oder Bewertungen der DGE, des BfR oder der EFSA liegen nicht vor.

3.2.4 Kudzuwurzel-Extrakt (Isoflavone)

Kudzu (*Pueraria lobata*) ist eine aus Asien stammende Pflanze. Die Wurzel der Pflanze enthält verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe, insbesondere verschiedene Isoflavone. Zu den wichtigsten enthaltenen Isoflavonen zählen Daidzein, Puerarin und Daidzin. Die Isoflavone werden auch als Phytoöstrogen bezeichnet, da ihre Struktur der des menschlichen Hormons Östrogen stark ähnelt (Verbraucherzentrale DE, 2023). Studien zur Wirkung auf die Leistungsfähigkeit von Sportler*innen liegen nicht vor. Bislang ergaben toxikologische Untersuchungen von Kudzuwurzel-Extrakten keine Anzeichen gesundheitlicher Gefährdungen (Klenow et al., 2012). Jedoch warnt die Verbraucherzentrale Deutschland vor dem Verzehr, da aufgrund der östrogenen Wirkung eine Wechselwirkung mit Arzneimitteln nicht auszuschließen ist. Des Weiteren werden Frauen, die an einem östrogenabhängigen Brust- oder Gebärmutterkrebs erkrankt sind oder erkrankt waren, vor dem Verzehr kudzuhaltiger Nahrungsergänzungsmittel gewarnt (Verbraucherzentrale DE, 2023). Für eine abschließende Bewertung liegen nicht ausreichend viele Studien vor.

3.2.5 Citrus Aurantium-Extrakt (Synephrin)

Citrus Aurantium (Bitterorange) enthält den Pflanzenstoff Synephrin. Synephrin kommt natürlicherweise in den meisten Zitrusfrüchten wie z.B. Orangen, Mandarinen, Clementinen und Zitronen vor. Die chemische Struktur von Synephrin ähnelt der von Ephedrin und Adrenalin und wirkt im Organismus sympathomimetisch. Synephrin stimuliert Adrenorezeptoren, was zu einer Verengung von Blutgefäßen sowie zu einer verstärkten Kontraktion des Herzens und einer erhöhten Herzfrequenz führt. Zusätzlich bewirkt Synephrin eine Erhöhung der Lipolyse im Fettgewebe, was eine leicht erhöhte Fettsäureoxidation zur Folge hat (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2021).

Es wurden bisher nur wenige kleine Studien zur Wirksamkeit von Synephrin auf die Leistung von Sportler*innen durchgeführt. Eine 2015 von Gutiérrez-Hellín et al. veröffentlichte Studie mit 13 männlichen Sprintsportlern zeigte bei akuter Einnahme von 3 mg/kg KG keine leistungssteigernde Wirkung von Synephrin auf die Sprintleistung (Gutiérrez-Hellín et al., 2016). Eine mit 15 Elite-Radsportlern durchgeführte Doppelblindstudie zeigte bei der Einnahme von ebenfalls 3 mg/kg KG p-Synephrin weder eine Steigerung der Spitzenleistung, noch der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO^2_{max}) während eines Rampentests. Jedoch erhöhte Synephrin die Rate der Fettoxidation gegenüber dem Placebo (Gutiérrez-Hellín et al., 2020). Auch eine 2017 von Y. Jung et al. durchgeführte Doppelblindstudie mit 80 trainierten Männern zeigte keine Beweise, dass eine 4-wöchige Supplementation mit einem Pre-Workout-Supplement mit Synephrin die Leistungsfähigkeit signifikant stärker erhöht als dasselbe Pre-Workout Supplement ohne Synephrin (Jung et al., 2017). Lediglich eine Doppelblindstudie von N. Ratamess im Jahr 2015 mit zwölf Teilnehmern deutete darauf hin, dass eine Supplementierung mit Synephrin und Synephrin + Koffein die lokale

Muskelausdauer beim Widerstandstraining, ohne Erhöhung des Blutlaktats oder des RPE, verbessern kann (Ratamess et al., 2015).

Aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit zu Ephedrin und Adrenalin wird eine leistungssteigernde Wirkung für Sportler*innen nicht ausgeschlossen, jedoch gibt es nach derzeitiger Studienlage nur wenige Hinweise darauf (Klartext Nahrungsergänzung, 2023). Dennoch wurde Synephrin 2023 in das Überwachungsprogramm der WADA aufgenommen, auch wenn es selbst nicht als verbotene Substanz im Sport gilt (WADA, 2023). Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) stuft hohe Dosen (ab 21mg pro Tag) als nicht sicher ein. Synephrin kann unerwünschte Wirkungen wie Herzrasen, Herzrhythmusstörungen und Unruhezustände verursachen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2021).

3.2.6 Macawurzel

Die Maca-Pflanze (*Lepidium meyenii* Walp.) stammt aus den peruanischen Anden. Die Wurzelknollen der Pflanze werden dort schon seit langer Zeit von den Einheimischen nach dem Erhitzen verzehrt. Der Maca-Pflanze wird eine potenzsteigernde und für Sportler leistungssteigernde Wirkung nachgesagt, jedoch lässt sich die nicht wissenschaftlich belegen (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2007).

Das BfR hat 2007 eine Risikobewertung macahaltiger Nahrungsergänzungsmittel abgegeben und kam zu dem Schluss, dass aufgrund der wenigen bislang durchgeführten Studien keine gesundheitliche Bewertung möglich sei. Jedoch wird vor möglicherweise hormonellen Wirkungen gewarnt, da in einigen Tierversuchen Effekte auf die Geschlechtsorgane sowie auf den Hormonhaushalt beobachtet wurden (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2007).

Auch eine Literatursuche in Pubmed zeigte, dass kaum Studien zur Auswirkung von Maca auf die Leistungsfähigkeit von Sportler*innen vorliegen. Eine Studie von M. Stone aus dem Jahr 2009 mit acht Radsportlern untersuchte die Wirkung einer Maca-Supplementierung auf die körperliche Aktivität und das sexuelle Verlangen bei Sportlern. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass eine 14-tägige Supplementierung mit Maca die Leistung beim 40-km-Radzeitfahren verbesserte und das sexuelle Verlangen bei trainierten männlichen Radfahrern steigerte (Stone et al., 2009). Aktuellere oder aussagekräftigere Studien liegen derzeit nicht vor. Auch eine aktualisierte Stellungnahme des BfR oder anderen Instituten liegen nicht vor.

3.2.7 Grüner Hafer-Extrakt

Extrakte aus grünem bzw. unreifen Hafer enthalten mehrere Gruppen potenziell psychoaktiver Phytochemikalien und bioaktive sekundärer Pflanzenstoffe. Dazu gehören eine Reihe von Terpenen, Phenolsäuren, Polyphenolen, Flavonoide, Avenanthramide und atypischen Phenolamiden. Zu diesen strukturellen Gruppen von Phytochemikalien gehören zahlreiche Verbindungen, die nachweislich zelluläre und physiologische Wirkungen und Einfluss auf die menschliche Gehirnfunktion haben (Kennedy et al., 2020).

Es liegen derzeit keine Untersuchungen zum Einfluss von Grünem-Hafer-Extrakt auf die Leistungsfähigkeit von Sportler*innen vor. Jedoch liegen Studien vor, welche Hinweise geben, dass sowohl eine akute als auch eine chronische Supplementierung die kognitiven Funktionen verbessern und die physiologische Reaktion auf einen Stressor modulieren kann. Die aktuell relevantesten Studien sind die von S. Martinez-Horta et al. (Martinez-Horta et al., 2021) und D. Kennedy et al. (Kennedy et al., 2020). Kognitive Funktionen spielen auch in einigen Sportarten eine signifikante Rolle. Eine Verbesserung von kognitiven Funktionen könnte auch für Leistungssportler*innen relevant sein. Es sind bislang keine unerwünschten Nebenwirkungen bekannt (Martinez-Horta et al., 2021). Eine Risikobewertung solcher NEM vom BfR liegt nicht vor.

3.2.8 Bockshornkleesamen-Extrakt

Der Bockshornklee (*Trigonella foenum-graecum* Linn) ist eine Hülsenfruchtart. Die Samen und Blätter des Bockshornklees werden in Form von Pulver und Extrakten als NEM angeboten. Bockshornklee enthält mehrere physiologisch aktive Verbindungen wie verschiedene Steroidsaponinverbindungen, Phenolsäureverbindungen, Flavonoide, Kohlenwasserstoffe, Alkaloide, Terpene, Fettsäureglykoside, Aminosäuren und deren Derivate (Albaker, 2023).

Die systematische Untersuchung von W. Albaker hat kürzlich die aktuelle Studienlage zur Auswirkung von Bockshornklee auf die Muskelleistung untersucht. Es wurden von 81 erfassten Studien zu dem Thema sechs randomisierte kontrollierte Studien miteinbezogen. Alle anderen wurden ausgeschlossen, da sich nicht die nötigen wissenschaftlichen Kriterien einer aussagekräftigen Untersuchung erfüllen. Insgesamt gab es 215 Teilnehmer, überwiegend männlichen Geschlechts. Die meisten Studien wurden in einem Zeitraum von vier bis acht Wochen durchgeführt, mit einer täglichen Dosis von 300cmg bis 900cmg. In den vier größeren Studien (40 bis 60 Teilnehmer) wurde beobachtet, dass die Supplementierung von Bockshornklee die Muskelkraft, Muskelausdauer, den submaximalen Leistungsindex, die fettfreie Körpermasse und die Reduzierung des Körperfetts signifikant verbessert hat. Darüber hinaus wurde bei der Supplementierung von Bockshornklee-Glykosiden in Kombination mit Sapogeninen und Saponinen eine beträchtliche anabole und androgene Wirkung festgestellt, die sich auf den Testosteronspiegel und die Muskelleistung auswirkte. Auch hat sich gezeigt, dass Bockshornkleesamen die Aufnahme von Kreatin ohne

zusätzliche Kohlenhydratzufuhr verbessern kann. Nebenwirkungen wurden bei den Studien nicht festgestellt (Albaker, 2023).

Auch die systematische Untersuchung und Meta-Analyse von E. Isenmann et al. zu den anabolen Effekten von Bockshornkleesamen kam zu der Schlussfolgerung, dass die chronische Supplementierung von Bockshornklee bei männlichen Athleten leistungssteigernde und anabole Effekte zu haben scheint. Für weibliche Athleten können jedoch keine Aussagen getroffen werden, da die Studien hauptsächlich mit männlichen Probanden durchgeführt wurden. In die Untersuchung von E. Isenmann et al. wurden sieben Studien mit 449 Teilnehmern (378 Männer, 71 Frauen) miteinbezogen (Isenmann et al. E. , 2023).

Die Verbraucherzentrale warnt vor der Einnahme von Bockshornkleesamen, da sie aufgrund der hormonellen Wirkung die Aufnahme von Medikamenten beeinflussen können (Klartext Nahrungsergänzung- Verbraucherzentrale, 2022). Relevante Bewertungen des BfR oder der EFSA liegen nicht vor.

3.2.9 Ginseng-Extrakt

Es gibt zwei Hauptarten von Ginseng, den koreanischen Ginseng (*P. ginseng*) und den amerikanischen Ginseng (*P. quinquefolius*). *P. ginseng*, besser bekannt als chinesischer oder koreanischer Ginseng, wird seit langem in der traditionellen Medizin mehrerer asiatischer Länder verwendet. Die Arten unterscheiden sich sowohl im Vorkommen als auch in den Inhaltsstoffen. Hauptbestandteil beider Arten sind Ginsenoside. Es wurde in einigen Studien pharmakologische Aktivitäten bei Ginsenosiden beobachtet. In Tierversuchen wurden u.a. Auswirkungen auf chemischen Stress, Immunmodulation, Antitumoraktivitäten sowie Glukosestoffwechsel und Verbesserung der kognitiven Leistung beobachtet. Klinisch nachgewiesen wurden diese jedoch nicht (Viet Bach et al., 2016).

Eine Meta-Analyse von H. Viet Bach et al. hat 2016 erstmals die Studienlage zur Wirksamkeit von Ginseng-Präparaten zur Verringerung von Müdigkeit und zur Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit zusammenfassend untersucht. Zwölf der 115 vorliegenden RCTs erfüllten die nötigen Kriterien, um miteinbezogen zu werden. Insgesamt wurden 630 Teilnehmer (311 Teilnehmer in der Interventionsgruppe und 319 Teilnehmer in der Placebogruppe) in die endgültige Analyse aufgenommen. Vier der untersuchten RCTs zeigten eine statistisch signifikante Wirksamkeit von Ginseng-Supplementen auf die Verringerung der Müdigkeit. In acht der untersuchten RCTs wurde jedoch keine Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit festgestellt (Viet Bach et al., 2016).

Auch eine systematische Untersuchung und Meta-Analyse, zur Untersuchung des Dosis-Wirkungs-Verhältnis und zeitlich ergonomischer Effekte von Ginseng-Supplementierung bei Sportlern von N. Khan et al. im Jahr 2022, zeigte kaum Hinweise auf eine leistungssteigernde Wirkung. Von 492 relevanten Studien wurden 14 Studien in die Analyse miteinbezogen. Ginseng zeigte nur bei hoher Dosierung eine signifikante kurzfristige Verbesserung der Leistung beim Vertikalsprung. Das

visuelle Analogskala-Level, die Bewertung der wahrgenommenen Anstrengung, Maximalkraft und physiologische Messungen wie VO^2_{max} , Kreatinkinase und Herzfrequenz zeigten keine signifikanten Verbesserungen (Khan et al., 2022).

Eine Einschätzung des BfR, der EFSA oder der Verbraucherzentralen liegt nicht vor.

3.2.10 Muira Puama-Extrakt

Die Literaturrecherche ergab keine relevanten Ergebnisse für die Wirkung von Muira Puama auf die Leistungsfähigkeit von Sportler*innen. Es wird davon ausgegangen, dass noch keine Studien diesbezüglich durchgeführt wurden. Auch eine Einschätzung des BfR, der EFSA oder der Verbraucherzentralen liegt nicht vor.

3.2.11 Grüntee-Extrakt

Grüntee wird aus der Teepflanze *Camellia sinensis* gewonnen. Anders als schwarzer Tee wird er jedoch weder fermentiert noch oxidiert. Grüntee-Extrakt enthält verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe, unter anderem Polyphenole, Gerbstoffe und Flavonoide wie Catechine. Das Epigallocatechin-3-Gallat (EGCG) ist ein besonders aktives Flavonoid (Klartext Nahrungsergänzung, 2023). Der Gehalt von EGCG in Grüntee-Extrakten wurde auf max. 800 mg pro Tag von der EU-Kommission beschränkt. Hintergrund ist, dass bei höheren Dosen Leberschädigungen bis hin zu Leberversagen, erhöhter Blutdruck und erhöhter Augeninnendruck gemeldet wurden (EU Verordnung 2022/2340). Zusätzlich enthält Grüntee-Extrakt auch Koffein. Koffein kann nach umfassender Einschätzung durch die International Society of Sports Nutrition (ISSN), leistungssteigernd bei Sportler*innen wirken (Guest et al., 2021).

Ein dreifach verblindetes Placebo-Kontroll-Experiment von Á. Machado et al. zur Untersuchung der Wirkung von 500mg pro Tag Grüntee-Extrakt aus *Camellia sinensis* auf Muskelschäden, oxidativen Stress und neuromuskulärer Aktivität bei Sportlern mit 16 männlichen Athleten zeigte, dass die Muskelschädigung und der oxidative Stress nach der Supplementierung geringer waren (Machado et al., 2018).

Auch eine randomisierte, doppelblinde Kontrollstudie mit 54 männlichen Fußballspielern, durchgeführt von A. Hadi et al. im Jahr 2017, hat positive Auswirkungen auf den Status des oxidativen Stress bei männlichen Sportlern gezeigt. Die Fußballspieler erhielten eine Dosis von 450 mg pro Tag Grüntee-Extrakt (Hadi et al., 2017).

Es bedarf noch weiterer Studien mit größeren Teilnehmerzahlen, um die positive Wirkung von Grüntee-Extrakt auf die Leistungsfähigkeit von Sportler*innen zu bestätigen. Jedoch ist in Hinsicht auf die möglichen gesundheitlichen Schäden bei Dosen ab 800 mg pro Tag EGCG Vorsicht geboten (EU Verordnung 2022/2340).

Die Verbraucherzentralen warnen aufgrund der möglichen gesundheitlichen Schäden und möglicher Wechselwirkung mit Medikamenten ausdrücklich vor dem Konsum von Grüntee-Extrakten als Supplement (Klartext Nahrungsergänzung, 2023).

3.2.12 Papain

Papain ist ein Enzym der Papaya Frucht. Es kommt in hohen Konzentrationen in der grünlichen Schale und den Kernen vor. Untersuchungen haben eine eiweißspaltende Wirkung des Enzyms gezeigt. In der Alternativmedizin werden Papain-Enzym-Kapseln gegen Schuppenflechte, Verdauungsbeschwerden, Entzündungen des Hals- und Rachenraumes sowie Diabetes Mellitus Typ 2 beworben. Zusätzlich wird eine Beschleunigung der Wundheilung und eine entzündungshemmende Wirkung angepriesen. Bislang gibt es keine wissenschaftliche Evidenz für solche Aussagen (Verbraucherzentrale NRW, 2023).

Die Literaturrecherche ergab keine relevanten Ergebnisse für die Wirkung von Papain auf die Leistungsfähigkeit von Sportler*innen. Es wird davon ausgegangen, dass noch keine Studien diesbezüglich durchgeführt wurden. Auch eine Einschätzung des BfR und der EFSA liegt nicht vor.

3.2.13 Schwarzer-Pfeffer-Extrakt

Der schwarze Pfeffer (*Piper nigrum* L.) ist ein weit verbreitetes Gewürz, wird jedoch auch als Nahrungsergänzungsmittel angeboten. In einem systematischen Review von H. Takooree et al. im Jahr 2019 wurde die Studienlage zu schwarzem Pfeffer erstmals systematisch zusammengefasst. Die meisten miteinbezogenen Studien wurden *in vitro* durchgeführt ($n = 60$), während nur 21 *in vivo* und ein klinischer Versuch durchgeführt wurden. In den verschiedenen Untersuchungen konnte eine antimikrobielle Aktivität, eine antioxidative Wirkung, eine reduzierende Wirkung gegen Eisen und Molybdän, eine krebshemmende Wirkung und antidiabetische Eigenschaften festgestellt werden. Zusätzlich haben einige der miteinbezogenen Studien entzündungshemmende, schmerzstillende, krampflösende und neuroprotektive Wirkungen aufzeigen können. Die Ergebnisse sind leider nur gering aussagekräftig, da mehr klinische Versuche nötig sind, um diese Wirkungen beim Menschen zu beweisen. Die wichtigste bioaktive Verbindung im schwarzen Pfeffer ist Piperin. Es sind aber auch andere biologisch aktive Verbindungen vorhanden, darunter Pipersäure, Piperlonguminin, Pellitorin Piperamid und einige mehr (Takooree et al., 2019).

Untersuchungen der Wirkung von schwarzem Pfeffer auf die Leistungsfähigkeit von Sportler*innen gibt es bislang nur wenige. Eine randomisierte Kontrollstudie von Delecroix et al., im Jahr 2017, hat die Auswirkungen einer Supplementierung von Curcumin und Piperin in Kombination auf die Erholungskinetik bei Muskelschädigung durch Sport, bei zehn Elite-Rugby-Spieler, untersucht. Der Kreatinkinase-Spiegel war bei der Gruppe mit Curcumin-Piperin-Supplementierung 24 Std. nach der

Belastung etwas geringer, was auf eine Abschwächung einiger Aspekte der Muskelschädigung hindeutet (Delecroix et al., 2017). Aufgrund der kleinen Versuchsgruppe sind diese Ergebnisse jedoch nur wenig aussagekräftig.

Drei in-vivo Studien zeigten eine Verbesserung des Eisenstoffwechsels, bei einer Supplementierung von Eisen und schwarzem Pfeffer bei körperlich aktiven gesunden Personen. Eisen ist ein für Sportler*innen sehr relevanter Mineralstoff, da er den Transport, die Speicherung und die Nutzung von Sauerstoff beeinflusst. Ein Mangel durch unzureichende Ernährung oder erhöhten Verlust durch übermäßiges Schwitzen, kann die Leistungsfähigkeit von Sportler*innen negativ beeinflussen. Im Fall einer notwendigen Supplementierung von Eisen könnte eine Kombination mit schwarzem Pfeffer positive Vorteile bieten (Fernández-Lázaro et al., 2020).

Eine Einschätzung des BfR, der EFSA oder der Verbraucherzentralen liegt nicht vor.

3.2.14 Turkesterone/Ecdysteron

Turkesteron ist ein sekundärer Pflanzenstoff aus der usbekischen *A. turkestanica* Pflanze. Die Pflanze wird in der traditionellen Medizin wegen ihrer vermeintlich positiven Wirkung auf Muskelkraft, Muskelschmerzen und Herzschutz verwendet. Turkesteron ist ein Ecdysteroid (Martins et al., 2021). Aufgrund des derzeitigen Forschungsstands wird vermutet, dass Ecdysteroiden an Östrogenrezeptoren binden können und so eine hormonelle und anabole Wirkung haben können (Isenmann et al. E. , 2019).

Mehrere in vivo Studien konnten eine erhöhte Proteinsynthese durch eine Verabreichung von Ecdysteroiden nachweisen (Gorelick-Feldman et al., 2008), (Gorelick-Feldman , Cohick, & Raskin, 2010), (Martins et al., 2021).

In mit Ratten durchgeführten Studien erwiesen sich Ecdysteroiden sogar als wirksamer als andere bereits verbotenen Anabolika wie z. B. Metandienon (Isenmann et al. E. , 2019).

Untersuchungen am Menschen sind jedoch nur sehr selten zugänglich. Eine zehnwöchige Interventionsstudie von E. Isenmann et al. hat im Jahr 2019 die Leistungssteigerung durch Ecdysteron-Supplementierung anhand von 46 jungen Männern untersucht. In der Studie wurde eine signifikant höhere Zunahme der Muskelmasse und der Leistung beim Bankdrücken (1RP) festgestellt. Um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde ein umfassendes Screening auf verbotene leistungssteigernde Substanzen durchgeführt (Isenmann et al. E. , 2019).

Die bisherigen Ergebnisse deuten auf eine leistungssteigernde Wirkung von Ecdysteroiden wie Turkesteron hin. Jedoch muss dies noch umfassender untersucht werden. Seit 2020 sind Ecdysteroiden, aufgrund ihrer hormonellen Wirkungen in das Überwachungsprogramm der Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA) für Profisportler Wettkämpfe aufgelistet (WADA, 2023).

3.2.15 Amaranth-Extrakt

Nach dem derzeitigen Forschungsstand ist bekannt, dass eine Erhöhung der Bioverfügbarkeit von Stickstoffmonoxid physiologische Effekte hervorruft. Eine Supplementierung mit Nitraten (NO_3^-) kann zu einer verbesserten Muskeffizienz, Ermüdungsresistenz und Leistung führen (d'Unienville et al., 2021).

Die meisten Studien zur Untersuchung von Auswirkungen einer Supplementierung mit Nitraten (NO_3^-) wurden mit Rote-Beete-Extrakten durchgeführt. Eine Meta-Analyse mit systematischen Reviews von N. d'Unienville et al. im Jahr 2021 hat unter anderem die Wirkung von Nahrungsmitteln mit Nitrat auf die Ausdauerleistung untersucht und kam zu dem Ergebnis, dass sich nicht alle nitratreichen Lebensmitteln positiv auf die Ausdauerleistung auswirken. So kann man nach dem derzeitigen Forschungsstand davon ausgehen, dass Rote-Beete die Ausdauerleistung fördern kann, nicht jedoch roter Spinat, Mangold oder Rhabarber (d'Unienville et al., 2021).

Auch ein früherer systematischer Review von R. Domínguez et al. aus dem Jahr 2017 kam bereits zu dem Ergebnis, dass eine Supplementierung mit Rote-Beete-Saft die kardiorespiratorische Ausdauer von Sportlern verbessern kann (Domínguez et al., 2017).

In der Untersuchung von N. d'Unienville et al. wurde Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) nicht mituntersucht (d'Unienville et al., 2021). Aber eine Untersuchung von D. Subramanian und S. Gupta hat 2016 aufzeigen können, dass eine einzige orale Dosis Amaranth-Extrakt (2g) in der Lage ist, den NO_3^- - und NO_2^- -Spiegel im Körper für mindestens acht Stunden zu erhöhen. Die Studie wurde jedoch nur mit 16 Teilnehmern durchgeführt (Subramanian & Gupta, 2016).

Eine randomisierte, doppelblinde, placebokontrollierte Humanstudie von T. Liubertas et al. hat 2020 die Wirkung von Amaranth auf die Ausdauerleistung bei 13 jungen Erwachsenen untersucht. Bei einer Supplementierung mit Amaranth-Konzentrat ($\pm 400 \text{ mg NO}_3^-$) war bei ansteigendem Fahrradtraining die Spitzenleistung, der maximale Sauerstoffverbrauch und die erste ventilatorische Schwelle signifikant erhöht (Liubertas et al., 2020). Es konnten damit ähnliche Wirkungen wie bei einer Rote-Beete-Supplementierung festgestellt werden. Um das eindeutig zu belegen, sind jedoch mehr Studien mit größeren Teilnehmerzahlen notwendig.

Eine Einschätzung des BfR oder der EFSA liegt nicht vor. Die Verbraucherzentrale NRW rät generell von Gemüse- und Obstextrakten ab und rät zum Verzehr von Obst und Gemüse als vollständiges Lebensmittel (Verbraucherzentrale, 2023).

3.2.16 Traubenkernextrakt/OPC

Das Extrakt von Traubenkernen enthält verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe. Eine Gruppe dieser sekundären Pflanzenstoffe sind Polyphenole, insbesondere Oligomere Proanthocyanidine (OPC). OPC kommt natürlicherweise in verschiedenen Pflanzen vor, darunter Trauben, Cranberries und Heidelbeeren. Die Extrakte mit OPC werden als Supplement auf dem freien Markt angeboten und

soll als starkes Antioxidant förderlich auf die Gesundheit und die körperliche Leistungsfähigkeit wirken (Klartext Nahrungsergänzung, 2021).

Die letzte durchgeföhrte Meta-Analyse von H. Feringa et al. im Jahr 2011 hat die Wirkung von Traubenkernextrakt auf kardiovaskuläre Risikomarker beim Menschen untersucht. Vorherige Tierversuche haben gezeigt, dass Traubenkernextrakt positive Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System haben kann. Am Menschen sind diese Wirkungen noch nicht abschließend belegt. Neun randomisierte Kontrollstudien mit insgesamt 390 Teilnehmer*innen haben in der Auswertung gezeigt, dass der systolische Blutdruck und die Herzfrequenz signifikant durch eine Traubenkernextrakt-Supplementation gesenkt wurde. Es wurde kein signifikanter Effekt auf den diastolischen Blutdruck, die Lipidwerte oder das C-reactive Protein festgestellt (Feringa et al., 2011). Die Auswirkungen einer Traubenkernextrakt-Supplementation an Sportlern wurde an zwei kleineren Studien durchgeföhrt. J. Kim und W. So haben im Jahr 2019 in einer randomisierten, kontrollierten klinischen Studie die Auswirkungen einer akuten Supplementierung mit Traubenkernextrakt auf Muskelschäden nach exzentrischen ungen bei 16 gesunden männlichen Universitätsstudenten untersucht. Es wurden täglich 300 mg Traubenkernextrakt verabreicht. Die Studie hat keine Verbesserung der maximalen Muskelkraft und dem Muskelkater nach dem exzentrischen Training gegenüber der Placebogruppe gezeigt. Aber der CK-Spiegel, ein Marker für die Schädigung der Zellmembran, war 96 Stunden nach dem Training in der Traubenkernextrakt-Gruppe im Vergleich zur Placebogruppe signifikant verringert (Kim & So, 2019).

Eine weitere Studie von H. Nho und K. Kim im Jahr 2022 hat die Auswirkungen einer Traubenkernextrakt Supplementierung auf die endotheliale Funktion und die Ausdauerleistung bei zwölf Elite-Basketballspielern untersucht. Zur Untersuchung wurde ein ein 14-tägiges progressives Radtraining durchgeföhrt. Die Endothelfunktion wurde anhand der flussvermittelten Dilatation in der Arteria brachialis untersucht. Der Durchmesser der Arterie wurde durch die Traubenkernsupplementierung vergrößert. Außerdem wurde eine Verringerung der submaximalen VO_2 bei 80 % und 120 % der VO_2 -Spitze festgestellt und die Zeit bis zur Erschöpfung verlängerte sich. Es wurde dementsprechend eine Verbesserung der Ausdauerleistung durch eine Traubenkernextrakt Supplementierung festgestellt (Nho & Kim, 2022).

Um die Ergebnisse zu betätigen, sind weitere, größer angelegte Studien notwendig. Die Bislang durchgeföhrten Humanstudien wurden nur mit geringen Teilnehmeranzahlen durchgeföhrt, weshalb die Ergebnisse nicht aussagekräftig genug sind.

Die Verbraucherzentrale rät aufgrund der unzureichenden Studienlage von einer Supplementierung ab (Klartext Nahrungsergänzung, 2021). Eine Einschätzung anderer relevanter Behörden oder Fachgesellschaften liegt nicht vor.

3.3. ABCD-Klassifizierung

Das Australian Institute of Sport (AIS) hat ein Rahmenwerk zur Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln und Sportnahrung für Athleten*innen im australischen Leistungssport entwickelt. Basierend auf wissenschaftlichen Daten soll das Rahmenwerk Fachkräften und Sportler*innen helfen einzuschätzen, ob die Produkte und Inhaltsstoffe evidenzbasiert sicher, wirksam und erlaubt im Leistungssport sind (AIS, 2022).

Das ABCD-Klassifizierungssystem ist ein einfaches Instrument zur Einstufung der Inhaltsstoffe von Sportlernahrung und Nahrungsergänzungsmitteln. Das System wird laufend an den aktuellen Forschungsstand und rechtlicher Regularien angepasst. Das ABCD-Klassifizierungssystem beinhaltet nur Sportnahrungsmittel und einzelne Inhaltsstoffe und keine spezifischen Produkte oder Marken. Produkte mit mehreren Inhaltsstoffen sind besonders schwierig einzuordnen, da bei langen Zutatenlisten häufig keine Dosierungen angegeben werden und das Risiko einer Verunreinigung höher ist (AIS, 2022).

Die Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel werden in vier Gruppen eingeteilt:

Gruppe A:

Für Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel der Gruppe A liegen starke wissenschaftliche Belege für die Wirkung und Sicherheit bei der Verwendung in bestimmten Situationen im Sport, unter Anwendung nach wissenschaftlich belegten Einnahmehinweisen, vor (AIS, 2022).

Derzeit gelistete Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel (AIS, 2022):

1. Sportlernahrung

- Sportgetränke
- Elektrolyt-Präparate
- Sportriegel
- Sport-Gele
- Eiweißpräparate
- Sport-Süßwaren
- Gemischte Makronährstoffergänzung (Riegel, Pulver, Flüssigmahlzeit)

2. Medizinische NEM

- Eisen
- Probiotika
- Kalzium
- Zink
- Vitamin D
- Multivitamin

3. Leistungssteigernde NEM

- Koffein
- B-Alanin
- Bikarbonat
- Rote Beete Saft/ Nitrate
- Kreatin
- Glycerin

Gruppe B:

Für Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel der Gruppe B liegen zunehmend mehr wissenschaftliche Belege für die Wirkung und Sicherheit bei der Verwendung in bestimmten Situationen im Sport vor. Es bedarf jedoch weitere Forschung zur abschließenden Bewertung und Ableitungen von Verzehrempfehlungen (AIS, 2022).

Derzeit gelistete Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel (AIS, 2022):

1. Lebensmittel-Polyphenole
 - Aus Früchten gewonnene Polyphenole
2. Antioxidantien
 - Vitamin C
 - N-Acetyl
 - Cystein
3. Geschmacksstoffe
 - Menthol
 - Gurkensaft
 - Chinin
4. weitere
 - Kollagenpräparate
 - Ketonpräparate
 - Carnitin
 - Kurkumin
 - Fischöle

Gruppe C:

Für Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel der Gruppe C ist die wissenschaftliche Evidenz nicht unterstützend für den Nutzen bei Sportlern oder es wurde nicht ausreichend Forschung durchgeführt, um fundierte Meinung zur Wirkung und Sicherheit bei der Verwendung zuzulassen. Es bedarf weitere Forschung zur abschließenden Bewertung und Ableitungen von Verzehrempfehlungen (AIS, 2022).

Derzeit gelistete Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel (AIS, 2022):

1. Produkte der Kategorie A und B bei Verwendung außerhalb abgeleiteter Verzehrempfehlungen
2. Benannte Inhaltsstoffe
 - Magnesium
 - Alpha-Liponsäure
 - HMB
 - BCAA/Leucin
 - Phosphat
 - Präbiotika
 - Vitamin E
 - Tyrosin
3. Weitere
 - Produkte und Inhaltsstoffe außerhalb der Gruppe A, B und D

Gruppe D:

Die Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel der Gruppe D sind verbotene Substanzen oder Produkte mit hohem Risiko einer Kontamination mit Substanzen, die zu einer positiven Dopingkontrolle führen können (AIS, 2022).

Derzeit gelistete Inhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel (AIS, 2022):

1. Stimulanzien

- Ephedrin
- Strychin
- Sibutramin
- Methylhexanamin (DMAA)
- 1,3-Dimthylbutylamin (DMBA)
- andere pflanzliche Stimulanzien

2. Prohormone und Hormonverstärker

- DHEA
- Androstendion
- 19-Norandrostention/ol
- Andere Prohormone
- Tribulus terrestris und andere Testosteron-Booster*
- Maca-Wurzel-Pulver*

*auf der WADA Beobachtungsliste

3. GH-Freisetzer und "Peptide"

- GHRP-1 & GHRP-2
- CJC-1293 & CJC-1295

4. Beta-2-Agonisten

- Higenamin

5. Selektive Androgenrezeptor-Modulatoren (SARMS)

- Andarine
- Ostarine
- Ligandrol

6. Metabolische Modulatoren

- Hi GW1516 (Cardarine)

7. Andere

- Kolostrum - wird von der WADA nicht empfohlen, da es Wachstumsfaktoren in seiner Zusammensetzung enthält

3.3.1. Klassifizierung der Inhaltsstoffe

Anhand der gesammelten Daten zur Wirksamkeit, Sicherheit und Zulässigkeit der Inhaltsstoffe werden die untersuchten Inhaltsstoffe nach dem AIS Rahmenwerk folgender Weise kategorisiert:

Gruppe A:

- keine

Gruppe B:

Tabelle 2: Klassifizierung der Inhaltsstoffe - Gruppe B

Inhaltstoff	Begründung
Amaranth-Extrakt	Enthält ähnlich wie Rote Beete Nitrate, welche in Gruppe A kategorisiert sind. Jedoch ist noch nicht ausreichend Evidenz vorhanden, um zu sagen, dass Amaranth-Extrakt genauso effektiv ist wie Rote Beete (Liubertas et al., 2020).

Gruppe C:

Tabelle 3: Klassifizierung der Inhaltsstoffe - Gruppe C

Inhaltstoff	Begründung
Grüner Hafer Extrakt	Enthält unter anderem pflanzliche Polyphenole (Kennedy et al., 2020), aber es liegen keine Hinweise einer Leistungssteigerung oder -unterstützung vor.
Ginseng	kaum Hinweise auf eine leistungssteigernde Wirkung (Viet Bach et al., 2016).
Muira Puama-Extrakt	Keine Untersuchungen zur leistungssteigernden Wirkung bekannt
Papain	keine wissenschaftliche Evidenz für positive Wirkungen für Sportler*innen vorhanden (Verbraucherzentrale NRW, 2023).
Schwarzer-Pfeffer-Extrakt	Nur sehr wenige Hinweise für eine positive Wirkungen bei Sportler*innen vorhanden (Delecroix et al., 2017).
Traubenkern-Extrakt/OPC	Nur wenige Hinweise für eine positive Wirkungen bei Sportler*innen vorhanden (Feringa et al., 2011), (Nho & Kim, 2022), (Kim & So, 2019).
Grüntee-Extrakt	Enthält Koffein, welches nachweislich leistungssteigernd wirken kann (Guest et al., 2021). Es gibt erste Hinweise auf eine leistungsunterstützende Wirkung von Grüntee-Extrakt, durch Verringerung der Muskelschädigung nach dem Sport (Machado et

	al., 2018) (Hadi et al., 2017). Jedoch liegen Sicherheitsbedenken bzgl. des enthaltenen EGCG's vor (EU Verordnung 2022/2340).
--	---

Gruppe D:

Tabelle 4: Klassifizierung der Inhaltsstoffe - Gruppe D

Inhaltstoff	Begründung
Ashwaganda	Enthält pflanzliche Steroide und kann eine Steigerung des Serumtestosteron bewirken (Bonilla et al., 2021).
Tribulus terrestris	Kann den Testosteronspiegel beeinflussen (Fernández-Lázaro et al., 2022) und ist vom AIS in Gruppe D kategorisiert (AIS, 2022).
Yamswurzel	Kann eine hormonelle Wirkung haben (Horii et al., 2020).
Kudzuwurzel	Kann eine hormonelle Wirkung haben (Verbraucherzentrale DE, 2023).
Citrus Aurantium-Extrakt	Enthält Synephrin, welches strukturelle Ähnlichkeit zu Ephedrin und Adrenalin hat (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2021). Synephrin ist Teil des WADA-Beobachtungsprogramm (WADA, 2023).
Macawurzel	Tierversuchen haben Effekte auf die Geschlechtsorgane sowie auf den Hormonhaushalt gezeigt (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2007). Zusätzlich ist Macawurzel vom AIS in Gruppe D kategorisiert (AIS, 2022).
Bockshornkleesamen-Extrakt	Starke Hinweise auf eine anabole und androgene Wirkung festgestellt, die sich auf den Testosteronspiegel und die Muskelleistung auswirken können (Albaker, 2023).
Turkesteron/Ecdysteroide	Es gibt Hinweise, dass Ecdysteroide an Östrogenrezeptoren binden und so eine hormonelle und anabole Wirkung haben können (Isenmann et al. E. , 2019).. Zusätzlich ist es als Testosteron-Booster auf der WADA-Beobachtungsliste (WADA, 2023) und von AIS in Gruppe D kategorisiert (AIS, 2022).

3.3.2. Klassifizierung der Produkte

Anhand der gesammelten Daten zur Wirksamkeit, Sicherheit und Zulässigkeit der Inhaltsstoffe werden die untersuchten Produkte, nach dem AIS-Rahmenwerk kategorisiert. Bei Produkten mit mehreren Inhaltsstoffen ist zu bedenken, dass die Kategorisierung besonders schwierig ist, da bei langen Zutatenlisten häufig keine Dosierungen angegeben werden und das Risiko einer Verunreinigung höher ist (AIS, 2022).

Produkt 1: „VIGOLOGES Ashwagandha plus“

Das Produkt „VIGOLOGES Ashwagandha plus“ von Dr. Loges + Co. GmbH enthält als Hauptinhaltsstoff Ashwagandha. Neben Ashwagandha enthält das Produkt auch Coenzym Q10 und verschiedene Vitamine. Die Verzehrempfehlung lautet 600 mg pro Tag (Dr. Loges + Co. GmbH, 2023). Das Produkt wird zur Stärkung, Verbesserung und Kräftigung der körperlichen Fitness und darüber hinaus zur Verlangsamung von Alterungsprozessen beworben (Parfümerie Douglas GmbH & Co. KG., 2023). Nach derzeitigem Studienstand gibt es Hinweise darauf, dass eine Ashwagandha-Supplementierung im Bereich zwischen 240 und 600 mg positive Auswirkungen auf körperliche Fitness haben kann (Bonilla et al., 2021), (Pérez-Gómez et al., 2020). Jedoch ist die Studienlage noch nicht ausreichend für eine abschließende Bewertung. Nebenwirkungen und Wechselwirkungen mit Arzneimitteln sind bislang kaum untersucht (Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz, 2022). Ashwagandha enthält pflanzliche Steroide (Klenow et al., 2012) und kann eine Steigerung des Serumtestosteron bewirken (Bonilla et al., 2021). Das Risiko einer Kontamination mit Substanzen, die zu einer positiven Dopingkontrolle führen könnten, kann als hoch eingestuft werden, weshalb dieses Produkt in **Gruppe D** nach AIS-Rahmenwerk kategorisiert wird.

Produkt 2: „Testo Shock 2.0“

Das Produkt „Testo Shock 2.0“ von BODY ATTACK Sports Nutrition GmbH & Co. KG wird zur Förderung des Muskelaufbaus und Leistungssteigerung beworben. Das Produkt hat eine lange Zutatenliste mit diversen pflanzlichen Extrakten, sowie Vitaminen und Zink (BODY ATTACK Sports Nutrition GmbH & Co. KG, 2023). Von den Inhaltsstoffen sind zwei, Tribulus Terrestris und Maca, von der AIS in Gruppe D zugeordnet (AIS, 2022). Die Extrakte aus der Yamswurzel (Klartext Nahrungsergänzung, 2022), Bockshornkleesamen (Albaker, 2023) und Kudzuwurzel (Verbraucherzentrale DE, 2023) können eine hormonelle Wirkung und möglicherweise auch den Testosteronspiegel beeinflussen. Citrus Aurantium-Extrakt enthält Synephrin, welches strukturelle Ähnlichkeit zu der verbotenen Substanz Ephedrin hat (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2021). Deshalb ist Synephrin Teil des 2023 WADA-Beobachtungsprogramms

(WADA, 2023). Für die restlichen Inhaltsstoffe Grüner Hafer Extrakt, Gingseng (Khan et al., 2022). und Muira Puma liegen kaum oder keine Hinweise einer Leistungssteigerung oder -unterstützung vor. Aufgrund der Inhaltsstoffe ist das Produkt der **Gruppe D** zuzuordnen. Das Risiko einer positiven Dopingkontrolle durch Einnahme des Produktes ist sehr hoch und vom Konsum ist dringend abzuraten.

Produkt 3: „Xendurance Lactic Acid Buffer“

Das Produkt „Xendurance Lactic Acid Buffer“ von Xendurance soll die aerobe Schwelle verbessern und Sportlern zu mehr Leistung verhelfen. Das Produkt enthält einige Mineralstoffe und Pflanzenextrakte. Die enthaltenen Pflanzenextrakte sind Papain, Grüntee und schwarzer Pfeffer. Für Papain sind keine Hinweise auf eine leistungsverbessernde Wirkung bei Sportler*innen bekannt (Verbraucherzentrale NRW, 2023). Grüntee-Extrakt enthält Koffein, welches nachweislich leistungssteigernd wirken kann (Guest et al., 2021). Es gibt erste Hinweise auf eine leistungssteigernde Wirkung von Grüntee-Extrakt (Machado et al., 2018), (Hadi et al., 2017). Jedoch liegen Sicherheitsbedenken bzgl. des enthaltenen EGCG's vor (EU Verordnung 2022/2340, 2022). Für Schwarzer Pfeffer Extrakt sind nur sehr wenige Hinweise für eine positive Wirkung bei Sportler*innen vorhanden (Delecroix et al., 2017). Ein Nutzen für Sportler*innen bei Konsum dieses Produktes ist nicht erwartbar, aufgrund der Inhaltsstoffe. Zusätzlich gibt es Bedenken bezüglich der Sicherheit des Produktes, aufgrund des Grüntee-Extraktes. Eine positive Dopingkontrolle durch Einnahme des Produktes ist nicht auszuschließen, dennoch wird die Wahrscheinlichkeit als geringer eingestuft, da für die Inhaltsstoffe keine hormonellen Wirkungen bekannt sind. Das Produkt wird der **Gruppe C** zugeordnet. Vom Konsum ist abzuraten.

Produkt 4: „A&D TURKESTERONE“

Das Produkt „A&D TURKESTERONE“ wird zur Kraftsteigerung und Förderung des Muskelaufbaus angeboten. Inhaltstoff ist 1000 mg Ajuga Turkestanica Extrakt, mit Turkesteron als wichtigsten Inhaltstoff (A&D Performance, 2023). Turkesteron ist ein Ecdysteroid (Martins et al., 2021). Erste Tierversuche (Martins et al., 2021) und Interventionsstudien am Menschen (Isenmann et al. E., 2019) bieten Hinweise auf eine anabole Wirkung von Ecdysteroiden. Aufgrund dieser Hinweise sind Ecdysteroiden seit 2020 im Überwachungsprogramm der WADA gelistet (WADA, 2023). Damit ist das Produkt eindeutig in **Gruppe D** zu kategorisieren und vom Konsum dringend abzuraten.

Produkt 5: „Strong“

Das Produkt „Strong“ von Rocka Nutrition soll Kraftzuwachs & Regeneration fördern. Zu den Inhaltsstoffen gehören verschiedene Vitamine und Mineralstoffe, die Pflanzenextrakte aus Ashwagandha und Spinat sowie Kreatin (Rocka Sports GmbH, 2023). Kreatin wird von der AIS der Gruppe A kategorisiert, für die starke wissenschaftliche Belege für die Wirkung der Kraftsteigerung und Sicherheit vorliegen (AIS, 2022). Ashwagandha kann, wie bereits für Produkt eins beschrieben, positive Auswirkungen auf körperliche Fitness haben (Bonilla et al., 2021), (Pérez-Gómez et al., 2020). Für eine abschließende Bewertung der Wirkung und Sicherheit ist die Studienlage noch nicht ausreichend (Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz, 2022). Die enthaltenden pflanzlichen Steroide (Klenow et al., 2012) können das Serumtestosteron erhöhen und zu einer positiven Dopingkontrolle führen (Bonilla et al., 2021). Darüber hinaus enthält das Produkt Spinatextrakt mit Ecdysteroiden, welche Teil des Überwachungsprogramm der WADA sind (WADA, 2023). Somit ist das Produkt der **Gruppe D** zuzuordnen und ein Verzehr nicht empfehlenswert.

Produkt 6: „Höchstleistung“

Das Produkt „Höchstleistung“ von Optimum Performance“ soll Ausdauer und Kraft bei Sportler*innen steigern. Es enthält Pflanzenextrakte aus Amaranth und Traubenkernen. Zusätzlich enthält es L-Citrullinmalat, Beta Alanin , L-Tyrosin und Taurin (OPTIMUM PERFORMANCE®, 2023). Nach derzeitigem Forschungsstand können Nitrate die Ausdauerleistung steigern, jedoch sind die meisten Untersuchungen mit Rote Beete Extrakten und nicht mit Amaranth Extrakten durchgeführt worden (d'Unienville et al., 2021). Es gibt bislang nur wenige Hinweise, dass Traubenkern-Extrakt und die darin enthaltenen OPC'S leistungssteigernd wirken können (Feringa et al., 2011). Beta Alanin wird von der AIS in Gruppe A gelistet, da starke wissenschaftliche Belege für die Wirkung und Sicherheit vorliegen (AIS, 2022). Tyrosin wird von der AIS in Gruppe C gelistet, da die bisherige wissenschaftliche Evidenz nicht unterstützend für den Nutzen bei Sportlern ist (AIS, 2022). Die Inhaltsstoffe L-Citrullinmalat und Taurin wurden in dieser Arbeit nicht untersucht und sind von der AIS noch nicht eingruppiert wurden. Das Produkt enthält mehrere verschiedene Inhaltsstoffe, welche in unterschiedliche Gruppen kategorisiert werden. Da jedoch die Mehrzahl der Inhaltsstoffe bisher nicht ausreichend untersucht wurden und die Länge der Zutatenliste als Risiko zur Verunreinigung angesehen wird, ist dieses Produkt der **Gruppe C** zuzuordnen.

4. Diskussion

4.1. Ergebnisdiskussion

Die vorliegende Bachelorarbeit untersucht im deutschen Online-Handel angebotene Nahrungsergänzungsmittel mit pflanzlichen Inhaltsstoffen, welche als leistungssteigernd oder -verbessernd für Sportler*innen beworben werden. Die vorliegenden Ergebnisse werden in diesem Kapitel weiter analysiert und interpretiert. Zusätzlich werden die Ergebnisse in den aktuellen Stand der Forschung eingeordnet und in Kontext gestellt. Abschließend folgt die Diskussion über das methodische Vorgehen und mögliche Limitationen dieser Arbeit und deren Auswirkungen auf die Ergebnisse.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden, anhand ausgewählter Suchbegriffe, Produkte über eine Online-Suchmaschine recherchiert, welche als leistungssteigernd beworben werden. Es wurden 6 Produkte anhand festgelegter Kriterien ausgewählt und untersucht. Als Forschungsmethode wurde eine Inhaltsstoffanalyse im Rahmen einer Literaturuntersuchung ausgewählt. Der Fokus der vorliegenden Untersuchung liegt dabei auf den pflanzlichen Inhaltsstoffen der Produkte. Vitamine, Mineralstoffe, nicht pflanzliche chemische Verbindungen, Proteine und proteinähnliche Stoffe, sowie Kohlenhydrate und kohlenhydratähnliche Stoffe, welche in den Produkten vorhanden sind, werden nicht untersucht. Daraus resultierend wurden 16 pflanzliche Inhaltsstoffe untersucht.

Nach einer Zusammenfassung der derzeitigen Studienlage zu jedem der 16 Inhaltsstoffe wurden diese nach dem AIS-Rahmenwerk klassifiziert. Von den 16 Inhaltsstoffen kann keines der Gruppe A zugeordnet werden, das heißt für keines der Inhaltsstoffe liegen starke wissenschaftliche Belege für die Wirkung und Sicherheit bei der Verwendung in bestimmten Situationen im Sport vor.

Ein Inhaltsstoff, Amaranth-Extrakt, kann der Gruppe B zugewiesen werden. Für Amaranth-Extrakt liegen zunehmend mehr wissenschaftliche Belege für die Wirkung und Sicherheit vor (Liubertas et al., 2020). Für die sieben folgenden Inhaltsstoffe Grüner Hafer, Ginseng, Muira Puama, Papain, Schwarzer Pfeffer, Traubenkern und Grüntee, ist anhand der derzeitigen Studienlage kein Nutzen bei Sportlern festgestellt worden oder es wurde nicht ausreichend Forschung durchgeführt, um eine fundierte Meinung zur Wirkung und Sicherheit bei der Verwendung zuzulassen. Diese Produkte werden der Gruppe C zugeordnet. Von den 16 Inhaltsstoffen werden acht in Gruppe D kategorisiert: Ashwaganda, Tribulus terrestris, Yamswurzel, Kudzuwurzel, Citrus Aurantium Extrakt, Maca, Bockshornkleesamen und Turkesteron/Ecdysteroide. Bei den Inhaltsstoffen gibt es Hinweise auf hormonelle Wirkungen und sie sind mit hohem Risiko einer Kontamination mit Substanzen, die zu einer positiven Dopingkontrolle führen könnten, verbunden. Ecdysteroide und Citrus Aurantium bzw. Synephrin stehen auf der WADA-Beobachtungsliste (WADA, 2023).

Von den sechs Produkten können aufgrund der Inhaltsstoffe zwei der Gruppe C und vier der Gruppe D zugeordnet werden. Die Wirksamkeit der meisten Inhaltsstoffe ist nach derzeitigem Forschungsstand weder bewiesen, noch ist die Sicherheit aller Substanzen durch ausreichende Forschung gewährleistet. Eine Kontamination mit verbotenen Substanzen kann bei keinem Produkt ausgeschlossen werden.

Nahrungsergänzungsmittel ist die am dritt häufigsten gemeldete Produktkategorie beim BVL. Grund der Meldung waren in 58 % der Fälle fehlerhafte Kennzeichnungen oder Angaben. So fehlten die Pflichtangaben (Name des Erzeugnisses, Liste der Zutaten, Nährwertdeklaration) oder es wurde mit unzulässigen gesundheitsbezogenen Aussagen geworden (BVL, 2023). Auch die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Produkte werden mit Aussagen beworben, welche wissenschaftlich nicht fundiert sind. Auf der Webseite der Verbraucherzentrale sind unzählige Verbraucherwarnungen von bedenklichen NEM gelistet (Klartext Nahrungsergänzung, 2023).

In Hinblick auf das breite Angebot und der Bedenklichkeit bzgl. der Sicherheit einiger auf dem Markt befindlicher Produkte, wäre eine stärkere Kontrolle, wie es schon für Arzneimittel der Fall ist, empfehlenswert. Bislang sind die Hersteller verantwortlich für die gesundheitliche Unbedenklichkeit ihrer Produkte und es findet keine Prüfung, Bewertung oder Zulassung vor dem Inverkehrbringen statt (BVL, 2023). Zwar darf weder Verbrauchertäuschung betrieben, noch dürfen unsichere Produkte in Umlauf gebracht werden, doch liegt die Verantwortung dafür beim Hersteller (Ziegenhagen et al., 2020). Bislang sind zulässige Inhaltsstoffe für NEM nur für Vitamine und Mineralstoffe rechtlich geregelt. Für Pflanzenstoffe liegen keinerlei Regelungen vor (EU Richtlinie 2002/46/EG). Die auf dem Markt erhältlichen Produkte werden durch die Lebensmittelüberwachungsbehörden der Bundesländer überwacht (Ziegenhagen et al., 2020).

In Europa gibt es bislang keine Meldestelle zur Erfassung von Neben- und Wechselwirkungen von NEM (Verbraucherzentrale Bundesverband e.V., 2021). Beim Zusammenfassen der Studienlage zu den einzelnen untersuchten Inhaltsstoffen der Arbeit ist aufgefallen, dass auch in den meisten der einbezogenen Studien keine Neben- oder Wechselwirkungen dokumentiert worden.

Eine Untersuchung der Arzneibehörde FDA und des Centers for Disease Control and Prevention im Jahr 2015 hat gezeigt, dass NEM-Konsum durchaus mit einem gesundheitlichen Risiko verbunden sein kann. Der Untersuchung zur Folge sind in den U.S.A. rund 23 Tausend Besuche der Notaufnahme auf NEM zurückzuführen (Geller et al., 2015).

Der Bundesverband der Verbraucherzentralen fordert im Positionspapier zu NEM im Jahr 2021:

- „die Einführung eines nationalen Prüfverfahrens für Nahrungsergänzungsmittel vor dem Inverkehrbringen (Verbotssprinzip mit Erlaubnisvorbehalt)“ (Verbraucherzentrale Bundesverband e.V., 2021).
- „die Festlegung nationaler Höchstmengenregelungen für Vitamine und Mineralstoffe“ (Verbraucherzentrale Bundesverband e.V., 2021).
- „die Einführung einer rechtlich verbindlichen Positivliste für „sonstige Stoffe““ (Verbraucherzentrale Bundesverband e.V., 2021).
- „die Einrichtung einer Meldestelle für die systematische Erfassung von Neben- und Wechselwirkungen von Nahrungsergänzungsmitteln“ (Verbraucherzentrale Bundesverband e.V., 2021).

Laut Lebensmittelverband Deutschland setzen sich auch die Hersteller der Branche für europaweit einheitliche Höchstmengen und für produktspezifische Vorgaben in Bezug auf Auslobung, Qualität und Sicherheit ein (Lebensmittelverband Deutschland, 2023).

Zusätzlich zu den gesundheitlichen Risiken ist das Risiko einer unabsichtlichen Verletzung von Anti-Dopingregularien für Sportler*innen im Leistungssport relevant. Es ist schwer erkennbar, ob Produkte verbotene Substanzen beinhalten, da sie als Synonyme oder Fantasienamen auf der Zutatenliste offen deklariert werden, aber auch nicht offen aufgeführt werden oder durch Verunreinigungen ins Produkt gelangen (Ziegenhagen et al., 2020).

Der Lebensmittelverband Deutschland warnt auf deren Webseite bereits ausdrücklich vor dem Konsum von NEM zur Leistungssteigerung, da diese häufig mit verbotenen Aussagen beworben und Verbrauchern eine Wirksamkeit der verwendeten Produktinhaltsstoffe versprochen wird, ohne dass es dafür wissenschaftliche Evidenz gibt (Lebensmittelverband Deutschland e. V., 2020). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen diese Warnung.

Die DGE hat sich im Jahr 2020 in einem Positionspapier mit Sicherheitsaspekten bei der Anwendung von NEM im Sport befasst. Die DGE stellt darin klar, dass eine ausgewogene und den Bedürfnissen angepasste Ernährung eine Notwendigkeit für gute sportliche Leistungen ist und NEM keinen Ersatz für eine ausgewogene Ernährung darstellen (Ziegenhagen et al., 2020).

Eine repräsentative Befragung des BfR im Jahr 2022 hat gezeigt, dass ein Drittel der deutschen Bevölkerung mindestens einmal wöchentlich NEM konsumiert. Jedoch liegt bei den Befragten keine diagnostizierte Unterversorgung mit Nährstoffen vor (BfR, 2022). Das lässt die Frage der Notwendigkeit einer generellen Supplementierung und insbesondere einer Supplementierung zur Leistungssteigerung im Sport aufkommen.

Im Breitensport kann eine Notwendigkeit der Nahrungsergänzung, insbesondere zur Leistungssteigerung, bei einer ausgewogenen Ernährung als nicht notwendig betrachtet werden. Ziel im Breitensport ist nicht die Teilnahme an Wettkämpfen oder das Erreichen sportlicher Höchstleistungen. Das Risiko für gesundheitlich schädliche Auswirkungen, durch Verunreinigungen durch verbotene Substanzen, unbekannte Nebenwirkungen oder auch Wechselwirkungen mit Medikamenten überwiegt hier den Nutzen für diese Gruppe.

Der Konsum von NEM bei Leistungssportler*innen ist einer Prävalenzschätzung zur Folge höher als in der allgemeinen Bevölkerung. Schätzungsweise konsumieren 60 % der Sportler*innen NEM (Knapik et al., 2015).

Im Leistungssportbereich ist der Nutzen einer Supplementierung zur Leistungssteigerung relevanter, da hier sportliche Höchstleistungen erbracht werden sollen. Im Leistungssport können bereits kleine Leistungsunterschiede große Auswirkungen auf den Erfolg und bei der Platzierung in Wettkämpfen haben. NEM können hier potenziell Vorteile bieten. So können NEM helfen die Ernährung für Spitzensportler*innen alltagtauglicher zu gestalten, das Training zu unterstützen oder die Wettbewerbsleistung direkt zu verbessern (Maughan et al., 2018). Anhand des derzeitigen Wissensstands hat das IOC vier NEM als legale Mittel zur Leistungssteigerung in bestimmten Situationen aufgelistet: Kreatin, Beta-Alanin, Natriumbicarbonat und Nitrat (Maughan et al., 2018). Nitrate waren in einem Produkt, „Höchstleistung“ von Optimum Performance, vorhanden (OPTIMUM PERFORMANCE®, 2023). Jedoch wurden in den Studien Nitrate aus Rote-Beete-Extrakten verwendet. Das Nitrat aus Amaranth-Extrakt, wie im Produkt enthalten, ist noch nicht ausreichend wissenschaftlich belegt (Liubertas et al., 2020).

Die Expertenkommission des IOC hat in der Konsenserklärung über die Verwendung von NEM im Leistungssport betont, dass eine strikte Risiko-Nutzen-Analyse durchgeführt werden sollte vor dem Konsum von NEM. Dies erfordert jedoch erheblichen Aufwand und Fachwissen (Maughan et al., 2018).

Um Athlet*innen zu schützen und bei der Orientierung im intransparenten Markt zu helfen, gibt es die Initiative „GEMEINSAM GEGEN DOPING“. Teil der Initiative ist die Kölner Liste, welche Produkte von NEM-Herstellern listet, welche auf verbotene Substanzen getestet wurden. Zu beachten ist, dass jede Charge neu untersucht werden muss. Eine 100%ige Sicherheit kann nicht gewährleistet werden, aber das Dopingrisiko kann minimiert werden (Kölner Liste, 2023). Von den sechs untersuchten Produkten wurden bislang nur Chargen von einem Produkt, „Höchstleistung“ von Optimum Performance, in der Kölner Liste aufgeführt (Kölner Liste, 2023).

Wie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, sind auch die beworbenen Aussagen zur Leistungssteigerung häufig nicht wissenschaftlich fundiert und die Inhaltsstoffe zu wenig

untersucht, um sie sicher zu verwenden. Es besteht in Bezug auf pflanzliche NEM noch eine große Forschungslücke, auch wenn für einige Pflanzenstoffe Hinweise auf eine wirksame und sichere Verwendung im Sport vorliegen. Keines der Produkte kann nach dem AIS-Rahmenwerk in Gruppe A kategorisiert werden, folglich gibt es zu keinem Produkt starke wissenschaftliche Evidenz für einen Nutzen im Leistungssport oder die Sicherheit ist nicht gewährleistet. Bislang wird nur ein Pflanzenextrakt, Rote Beete Extrakt, in Gruppe A nach dem AIS-Rahmenwerk kategorisiert und damit als wirksam und sicher eingestuft (AIS, 2022). Jedoch enthält keines der untersuchten Produkte Rote Beete-Extrakt.

4.2. Methodendiskussion

Als Forschungsmethode wurde in der vorliegenden Arbeit eine Produktrecherche mit anschließender Literaturrecherche zu den Inhaltsstoffen der Produkte ausgewählt. Es handelt sich hierbei um eine rein theoretische Forschung. Klinische Untersuchungen sind im Rahmen einer Abschlussarbeit zur Erlangung des Abschlusses B.Sc. in diesem Fall nicht möglich, da diese vom zu zeit- und ressourcenaufwendig gewesen wären.

Zur Produktrecherche wurde die Online Suchmaschine Google verwendet. Google ist mit einem weltweitem Marktanteil von 82,75 % im November 2023 absoluter Marktführer und damit die beste Wahl für eine solche Recherche aus Verbraucherperspektive (Lohmeier, 2023).

Die sechs ausgewählten Produkte wurden repräsentativ ausgewählt, um die Forschungsfrage zu beantworten, da sie die vorab aufgestellten Kriterien, siehe Kapitel 2.1., erfüllen. Zu beachten ist jedoch, dass je Suchbegriff nur die ersten 40 Suchergebnisse in Betracht gezogen wurden. Dies wurde zum einen getan, um den Aufwand der Recherche zu limitieren und andererseits, um eine reale Verbraucherperspektive zu simulieren. Bei der Recherche wurde der private Browsermodus verwendet, um eine Anpassung der Suchergebnisse, durch den Algorithmus der Suchmaschine, an persönliches Konsumentenverhalten zu minimieren. Ganz auszuschließen ist dies jedoch nicht.

Zur Literaturrecherche wurde die Datenbank von PubMed verwendet. Die Datenbank gehört zu den größten und wichtigsten für Fachliteratur zu medizinischen und biochemischen Themen (National Library of Medicine, 2023). Damit ist sie am besten für eine Literaturrecherche zu Inhaltsstoffen von NEM geeignet. Da diese Arbeit sich mit mehreren Inhaltsstoffen befasst und nicht direkt zusammenhängende Suchen durchgeführt werden müssen, wurde sich hier nur auf eine Datenbank zur Literaturrecherche beschränkt. Eine Verwendung von mehreren Datenbanken von Fachliteratur wäre für den Umfang der Arbeit zu zeitaufwändig gewesen. Zur Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse wurde in Tabelle 5 im Anhang festgehalten, welche Suchbegriffe in PubMed verwendet wurden und welche der Suchbegriffe zu welchen Literaturquellen geführt hat. Eine Limitation der Arbeit ist das für sieben möglicherweise relevante Suchergebnisse in PubMed kein Volltextzugang verfügbar ist.

Diese Arbeit fokussiert sich auf die Untersuchung von pflanzlichen NEM zur Leistungssteigerung, da es sonst den Umfang der Arbeit überschreiten würde und es in dem Bereich noch eine große Forschungslücke gibt. Wie die vorliegende Arbeit zeigt, sind Nahrungsergänzungsmittel aus Pflanzenstoffen weniger gut untersucht als beispielweise Vitamine und Mineralstoffe oder andere Stoffe wie Kreatin.

Es muss berücksichtigt werden, dass sich diese Forschung nur mit sechs ausgewählten Produkten aus dem deutschen Online-Handel und deren pflanzlichen Inhaltsstoffen befasst. Eine allgemeine Aussage zu den im Handel angebotenen Nahrungsergänzungsmitteln ist nicht bzw. nur sehr beschränkt möglich. Diese Bachelorarbeit bietet einen Einblick in den unübersichtlichen Online-Markt für NEM und soll eine grobe Einschätzung zur Lage von pflanzlichen NEM zur Leistungssteigerung bieten. Diese Arbeit knüpft an bereits vorherrschenden Meinungen und Bedenken zur Sicherheit und Wirksamkeit an und lässt eine erste theoretische Einschätzung zu. Um diese Forschung zu ergänzen und die Forschungsergebnisse zu bestätigen, wären praktische Untersuchungen wie klinische Studien am Menschen mit den Produkten notwendig.

Weiterführende Forschung kann an den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit anknüpfen und praktische klinische Studien mit den untersuchten Produkten bei Athleten*innen durchführen und die Validität der theoretischen Ergebnisse prüfen. In dem Rahmen kann sowohl die Wirksamkeit als auch die Sicherheit untersucht werden.

Alternative Vorschläge für zukünftige Vorschläge sind auch die Untersuchung der Wirkung von Papain und Muira Puama auf Sportler*innen. Diese Arbeit konnte für die beiden Inhaltsstoffe keine relevanten Studien zur Wirkung auf die Leistungsfähigkeit von Athleten*innen identifizieren.

5. Schlussfolgerung

Ziel der vorliegenden Studie war es, im deutschen Online-Handel angebotene Nahrungsergänzungsmittel mit pflanzlichen Inhaltsstoffen, welche als leistungssteigernd oder -verbessernd für Sportler*innen beworben werden, zu untersuchen. Die Relevanz der Untersuchung zeigt sich durch die hohe Prävalenz vom Nahrungsergänzungsmittelkonsum bei Sportler*innen und dem wichtigen Motiv zur Leistungssteigerung. Derzeit ist der Konsum von pflanzenbasierten NEM nur wenig erforscht.

Als Methode wurde eine Produktrecherche mit anschließender Literaturrecherche in PubMed ausgewählt. Durch die systematische Analyse von Produkten und deren Inhaltsstoffen, welche als leistungssteigernd beworben werden, konnten Schlussfolgerungen gezogen werden, die Einblicke in den unübersichtlichen Markt für Nahrungsergänzungsmittel bieten und darüber hinaus auch Rückschlüsse für Verbraucher und Industrie zulassen. Auch hat diese Arbeit Forschungslücken in dem Bereich identifizieren und mögliche zukünftige Forschungen aufzeigen können.

Aus den Ergebnissen lässt sich schließen, dass die meisten pflanzlichen Inhaltsstoffe von NEM noch zu wenig untersucht sind, um eine abschließende Bewertung der Wirksamkeit und Sicherheit zuzulassen. Von 16 untersuchten Inhaltsstoffen gibt es keinen mit starken wissenschaftlichen Belegen für die Wirkung und Sicherheit bei der Verwendung in bestimmten Situationen im Sport. Bei der Hälfte der Inhaltsstoffe konnte ein hohes Risiko einer Kontamination mit Substanzen, die zu einer positiven Dopingkontrolle führen könnten, identifiziert werden. Die Werbeaussagen zur Leistungssteigerung konnten für keines der sechs Produkte wissenschaftlich bestätigt werden. Zwar gibt es für einige Inhaltsstoffe der Produkte Hinweise auf eine leistungsfördernde Wirkung, jedoch ist die Studienlage bei keinem Produkt aussagekräftig genug, um dies als gesichert zu betrachten. Zudem gibt es zu wenige Daten in Hinsicht auf die Sicherheit vieler Inhaltsstoffe. Keines der Produkte kann zur Supplementierung bei Sportler*innen empfohlen werden. Die Arbeit hat damit bedeutende Forschungslücken in dem Bereich identifizieren können.

Die wenige Regulation des Marktes und die geringe Anzahl an wissenschaftlichen Studien über NEM aus Pflanzenextrakten kann für Sportler*innen nicht nur ein gesundheitliches Risiko, sondern auch ein Risiko der Verletzung von Dopingrichtlinien. Die hohe Zahl an Meldungen von Kennzeichnungsregelungen, sowie über Verunreinigungen zeigen, dass die geringe Regulation des Marktes für Verbraucher ein Risiko bergen kann. Die Verbraucherzentralen fordern deshalb eine strengere Regulation von NEM, ähnlich wie bei Arzneimitteln. Auch die vorliegende Untersuchung hat fragwürdige Bewerbungen und Produktinhaltsstoffe identifizieren können.

Seriösen Herstellern von pflanzlichen Nahrungsergänzungsmitteln kann auf Basis dieser Ergebnisse empfohlen werden, die Art der Bewerbung zu ändern und Verbrauchervorteile anhand wissenschaftlicher Evidenz zu begründen. Zusätzlich wäre ein gutes Qualitätsmanagement für jedes Unternehmen ratsam. Das wird Verbraucher schützen und die Unternehmen vor rechtlichen Konsequenzen und ein positives Unternehmensbild bewahren.

Die DGE hebt in ihrem Positionspapier bereits hervor, dass bei einer gesunden und angepassten Ernährung in der Regel keine Nahrungsergänzung notwendig ist. Sollten Sportler*innen dennoch NEM, wie z.B. zur Leistungssteigerung, konsumieren wollen, sollte vorher eine Risiko-Nutzen-Analyse durchgeführt werden. Anhand der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse hat diese Forschung gezeigt, dass eine Bewerbung als leistungssteigernd von einer Vielzahl von pflanzenbasierten NEM derzeit nicht ausreichend wissenschaftlich bestätigt werden kann. Sportler*innen sollten sich bei anerkannten Fachgesellschaften wie dem AIS über die Wirksamkeit der Wirkstoffe informieren und wenn möglich Produkte vor Konsum auf dopingrelevante Substanzen untersuchen lassen.

Es ist weitere Forschung nötig, um die theoretischen Ergebnisse der Arbeit zu bestätigen, und die Forschungslücke zu pflanzlichen NEM zu verkleinern. Eine weiterführende Forschung kann an die Ergebnisse dieser Arbeit anknüpfen und die vermeintlich leistungssteigernden Wirkungen der analysierten Produkte in klinischen Studien mit Sportler*innen untersuchen.

Literaturverzeichnis

- A&D Performance. (15. September 2023). *A&D Performance*. Abgerufen am 15. September 2023 von A&D TURKESTERONE: <https://andperformance.com//products/turkesterone>
- AIS. (1. August 2022). Abgerufen am 13. November 2023 von Supplements: <https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements>
- Albaker, W. (27. Februar 2023). Fenugreek and Its Effects on Muscle Performance: A Systematic Review. *Journal of Personalized Medicine*, 13(3), S. 427. doi: 10.3390/jpm13030427
- BfR. (10. Februar 2022). *BfR*. Abgerufen am 11. Dezember 2023 von Pillen und Pulver: Rund ein Drittel der Bevölkerung nimmt jede Woche Vitamine über Nahrungsergänzungsmittel ein: https://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2022/05/pillen_und_pulver__rund_ein_dritt_el_der_bevoelkerung_nimmt_jede_woche_vitamine_ueber_nahrungsergaenzungsmittel_ein-291814.html
- Bike Packing. (15. September 2023). *Bike Packing*. Abgerufen am 15. September 2023 von Xendurance Lactic Acid Buffer 180 Tabletten Milchsäurehemmer / Lactat-Puffer: https://www.bike-packing.de/xendurance-lactic-acid-buffer-180-tabletten-milchsaeurehemmer-lactat-puffer?srsId=AfmBOodmnQcYGYuo2S5mzpS5UzvIVyfom7t4FEEMqEJS9pc_yRbwIWRP2Y
- BODY ATTACK Sports Nutrition GmbH & Co. KG. (15. September 2023). *Body Attack*. Abgerufen am 15. September 2023 von TESTO SHOCK 2.0 (90 Maxi Caps): https://www.body-attack.de/Body-Attack-Testo-Shock.html?utm_source=Google&utm_medium=Produktsuche&utm_campaign=MerchantCenter&gclid=CjwKCAjwgZCoBhBnEiwAz35RwuSZtCv74RmGZb6Q6PvhM36BCjZNs_v_qdqeE-mah14EUHpR5MKzgXxoC5qYQAvD_BwE
- Bonilla et al., D. (11. Februar 2021). Effects of Ashwagandha (*Withania somnifera*) on Physical Performance: Systematic Review and Bayesian Meta-Analysis. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(20), S. 1-31. doi: 10.3390/jfmk6010020
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. (27. September 2021). Abgerufen am 21. Oktober 2023 von Einstufung von Synephrin-haltigen Produkten: https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/01_lebensmittel/2021/2021_09_27_Expertenkommission_Synephrin.html
- Bundesinstitut für Risikobewertung. (3. April 2007). Abgerufen am 30. Oktober 2023 von Risikobewertung macahaltiger Nahrungsergänzungsmittel: https://www.bfr.bund.de/cm/343/risikobewertung_macahaltiger_nahrungsergaenzungsmittel.pdf

- BVL. (11. Dezember 2023). Abgerufen am 11. Dezember 2023 von Nahrungsergänzungsmittel: https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/01_Lebensmittel/04_AntragstellerUnternehmen/03_NEM/Im_nahrungsErgMittel_node.html
- BVL. (16. November 2023). Abgerufen am 11. Dezember 2023 von Deutschland 2022 weiterhin auf Platz eins bei der Meldung von Verstößen gegen das Lebensmittel- und Futtermittelrecht: https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/01_lebensmittel/2023/2023_11_16_ACC_2022.html
- Delecroix et al., B. (1. März 2017). Curcumin and Piperine Supplementation and Recovery Following Exercise Induced Muscle Damage: A Randomized Controlled Trial. *Journal of sports science and medicine*, 16(1), S. 147-153. PMID: 28344463
- Domínguez et al., R. (6. Januar 2017). Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients*, 9(43). doi: 10.3390/nu9010043
- Dr. Loges + Co. GmbH. (15. September 2023). *Dr. Loges - Naturheilkunde neu entdecken*. Abgerufen am 15. September 2023 von vigoLoges® Ashwagandha plus: <https://www.loges.de/p/vigologes-ashwagandha-plus>
- d'Unienville et al., N. (29. Dezember 2021). Effect of food sources of nitrate, polyphenols, L-arginine and L-citrulline on endurance exercise performance: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1). doi: 10.1186/s12970-021-00472-y
- EFSA. (2015). *Scientific and technical assistance on food intended for sportspeople*. European Food Safety Authority . EFSA supporting publication.
- EFSA. (1. September 2023). *EFSA - Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit*. Abgerufen am September 2023 von Nahrungsergänzungsmittel: <https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/food-supplements>
- Feringa et al., H. (11. August 2011). The effect of grape seed extract on cardiovascular risk markers: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of American Dietetic Association*, 8(1), S. 1173-1181. doi: 10.1016/j.jada.2011.05.015
- Fernández-Lázaro et al., D. (24. Juni 2020). Iron and Physical Activity: Bioavailability Enhancers, Properties of Black Pepper (Bioperine®) and Potential Applications. *Nutrients*, 12(6). doi: 10.3390/nu12061886
- Fernández-Lázaro et al., D. (3. August 2022). Effects of Tribulus terrestris L. on Sport and Health Biomarkers in Physically Active Adult Males: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9533), S. 1-19. doi: 10.3390/ijerph19159533
- Geller et al., A. (15. Oktober 2015). Emergency Department Visits for Adverse Events Related to Dietary Supplements. *The New England Journal of Medicine*(373), S. 1531-1540.

doi: 10.1056/NEJMsa1504267

- Gorelick-Feldman, J., Cohick, W., & Raskin, I. (1. Oktober 2010). Ecdysteroids elicit a rapid Ca²⁺ flux leading to Akt activation and increased protein synthesis in skeletal muscle cells. *Steroids*, 75(10), S. 632-637. doi: 10.1016/j.steroids.2010.03.008
- Gorelick-Feldman et al., J. (28. Mai 2008). Phytoecdysteroids increase protein synthesis in skeletal muscle cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(10), S. 532-537. doi: 10.1021/jf073059z
- Guest et al., N. (2. Januar 2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. (I. S. (ISSN), Hrsg.) *Journal of the International society of sports nutrition*, 18(1). doi: 10.1186/s12970-020-00383-4
- Gutiérrez-Hellín et al., J. (01. Januar 2016). Acute consumption of p-synephrine does not enhance performance in sprint athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(1), S. 63-69. doi: 10.1139/apnm-2015-0299
- Gutiérrez-Hellín et al., J. (17. September 2020). p-Synephrine, the main protoalkaloid of Citrus aurantium, raises fat oxidation during exercise in elite cyclists. *European Journal of Sport Science*, 21(9), S. 1273-1282. doi: 10.1080/17461391.2020.1817154
- Hadi et al., A. (4. Mai 2017). The Effect of Green Tea and Sour Tea (*Hibiscus sabdariffa* L.) Supplementation on Oxidative Stress and Muscle Damage in Athletes. *Journal of Dietry Supplements*, 4(13). doi: 10.1080/19390211.2016.1237400
- Horii et al., N. (30. Juni 2020). Effects of Dioscorea esculenta intake with resistance training on muscle hypertrophy and strength in sprint athletes. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 167(3), S. 338-343. doi: 10.3164/jcbrn.19-124
- Iemitsu et al., K. (24. Mai 2023). Dioscorea esculenta Intake with Resistance Training Improves Muscle Quantity and Quality in Healthy Middle-Aged and Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *nutrients*, 15(2438), S. 1-14. doi: 10.3390/nu15112438
- Isenmann et al., E. (1. Juli 2019). Ecdysteroids as non-conventional anabolic agent: performance enhancement by ecdysterone supplementation in humans. *Archives of Toxicology*, 93(7), S. 1807-1816. doi: 10.1007/s00204-019-02490-x
- Isenmann et al., E. (30. Mai 2023). The Anabolic Effect of Fenugreek: A Systematic Review with Meta-analysis. *International Journal of Sports Medicine*, 44(10). doi: 10.1055/a-2048-5925
- Jung et al., Y. (3. Januar 2017). Effects of ingesting a pre-workout dietary supplement with and without synephrine for 8 weeks on training adaptations in resistance-trained males. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1). doi: 10.1186/s12970-016-0158-3
- Kölner Liste*. (19. November 2023). Abgerufen am 19. November 2023 von Für Sportler: <https://www.koelnerliste.com/fuer-sportler>
- Kölner Liste*. (19. November 2023). Abgerufen am 19. November 2023 von Produkt-Datenbank: <https://www.koelnerliste.com/produkt-datenbank>

- Kennedy et al., D. (29. Mai 2020). Acute and Chronic Effects of Green Oat (*Avena sativa*) Extract on Cognitive Function and Mood during a Laboratory Stressor in Healthy Adults: A Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled Study in Healthy Humans. *Nutrients*, 12(1598). doi: 10.3390/nu12061598
- Khan et al., N. (20. November 2022). Dose-response and temporal ergogenic effects of ginseng supplementation in athletes and active participants: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Medicine*, 40(21), S. 2444-2460. doi: 10.1080/02640414.2022.2162753
- Kim, J., & So, W.-Y. (20. Januar 2019). Effects of acute grape seed extract supplementation on muscle damage after eccentric exercise: A randomized, controlled clinical trial. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 17(2), S. 77-79. doi: 10.1016/j.jesf.2019.01.001
- Klartext *Nahrungsergänzung*. (18. Juli 2022). Abgerufen am 29. Oktober 2023 von Wechselwirkungen, Nebenwirkungen, Gegenanzeigen von Nahrungsergänzungen: <https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/wechselwirkungen-nebenwirkungen-gegenanzeigen-von-nahrungsergaenzungen-50991>
- Klartext *Nahrungsergänzung*. (30. November 2023). Abgerufen am 11. Dezember 2023 von Verbraucherwarnungen: <https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/wissen/projekt-klartext-nem/verbraucherwarnungen-21536>
- Klartext *Nahrungsergänzung*. (10. Januar 2023). Abgerufen am 30. Oktober 2023 von Gefährlicher Mix - Synephrin und Koffein in Abnehmpillen: <https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/gefaehrlicher-mix-synephrin-und-koffein-in-abnehmpillen-17711>
- Klartext *Nahrungsergänzung*. (2. Januar 2023). Abgerufen am 30. Oktober 2023 von Gar nicht so harmlos: Grüntee-Extrakt: <https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/gar-nicht-so-harmlos-gruenteextrakt-80386>
- Klartext *Nahrungsergänzung- Verbraucherzentrale*. (18. Juli 2022). Abgerufen am 30. Oktober 2023 von Bockshornklee und Wild Yams in den Wechseljahren: <https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/faq/projekt-klartext-nem/bockshornklee-und-wild-yams-in-den-wechseljahren-36944>
- Klartext *Nahrungsergänzung*. (27. Oktober 2021). Abgerufen am 11. November 2023 von OPC Traubenkernextrakt: <https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/faq/projekt-klartext-nem/opc-traubenkernextrakt-23649>
- Klenow et al., S. (26. April 2012). Risikobewertung von Pflanzen und pflanzlichen Zubereitungen. *BfR-Wissenschaft*, 2012(01), S. 125-148.
- Klenow et al., S. (26. April 2012). Risikobewertung von Pflanzen und pflanzlichen Zubereitungen. *BfR-Wissenschaft*, 2012(01), S. 137-160.

- Klenow et al., S. (26. April 2012). Risikobewertung von Pflanzen und pflanzlichen Zubereitungen. *BfR-Wissenschaft*, 2012(01), S. 83-100.
- Knapik et al. (6. Oktober 2015). Prevalence of Dietary Supplement Use by Athletes: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 46, S. 103-123. doi: 10.1007/s40279-015-0387-7
- Lebensmittelverband Deutschland. (7. Juni 2023). Abgerufen am 11. November 2023 von Was der SPIEGEL verschweigt – die Wahrheit über Nahrungsergänzungsmittel: <https://www.lebensmittelverband.de/de/verband/positionen/20230607-was-der-spiegel-verschweigt-die-wahrheit-ueber-nahrungsergaenzungsmittel>
- Lebensmittelverband Deutschland e. V. (29. Oktober 2020). *Lebensmittelverband Deutschland*. Abgerufen am 29. August 2023 von Nahrungsergänzungsmittel aus dem Internet: <https://www.lebensmittelverband.de/de/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/nem-im-internet>
- Lebensmittelverband Deutschland e.V. (18. Oktober 2022). Abgerufen am 18. Dezember 2023 von Nahrungsergänzungsmittel – Absatz leicht rückläufig, Umsatz moderat gestiegen: <https://www.lebensmittelverband.de/de/presse/pressemitteilungen/pm-20221018-nahrungsergaenzungsmittel-marktzahlen-2022>
- Liubertas et al., T. (13. Juli 2020). The influence of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) dietary nitrates on the aerobic capacity of physically active young persons. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(37). doi: 10.1186/s12970-020-00366-5
- Lohmeier, L. (4. Dezember 2023). *Statista*. Abgerufen am 11. Dezember 2023 von Marktanteile der meistgenutzten Suchmaschinen auf dem Desktop nach Page Views weltweit von Januar 2016 bis November 2023: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/225953/umfrage/die-weltweit-meistgenutzten-suchmaschinen/>
- Machado et al., Á. (17. August 2018). Green Tea Extract Preserves Neuromuscular Activation and Muscle Damage Markers in Athletes Under Cumulative Fatigue. *Frontiers in physiology*(9). doi: 10.3389/fphys.2018.01137
- Martinez-Horta et al., S. (1. Oktober 2021). Effects of a Green Oat Herb Extract on Cognitive Performance and Neurophysiological Activity: A Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Study. *Frontiers in neuroscience*, 15. doi: 10.3389/fnins.2021.748188
- Martins et al., J. (2. April 2021). Combined Effects of Exercise and Phytoanabolic Extracts in Castrated Male and Female Mice. *Nutrients*, 13(4). doi: 10.3390/nu13041177
- Maughan et al., R. (3. Februar 2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 52, S. 439-455. doi: 10.1136/bjsports-2018-099027
- Metasport. (15. September 2023). *Metasport*. Abgerufen am September 2023 von Body Attack Testo Shock 2.0, 90 Kapseln: https://www.metasport.de/product_info.php?info=p25716&utm_campaign=froogle_25716

- &utm_source=froogle&utm_medium=CPC&utm_content=textanzeige&campaign=froogle
&gad=1&gclid=CjwKCAjwgZCoBhBnEiwAz35Rwgf_NYjOoVpw2Gp-
xwSMfB3rmuUai4sNbyrkwPfZ8PoQ1HGJGC--eRoCfA8QAvD
- National Library of Medicine. (1. September 2023). *PubMed*. Abgerufen am 1. September 2023 von PubMed Overview: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/about/>
- Nho, H., & Kim, K.-A. (31. Oktober 2022). Effects of Grape Seed Extract Supplementation on Endothelial Function and Endurance Performance in Basketball Players . *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21).
doi: 10.3390/ijerph192114223
- OPTIMUM PERFORMANCE®. (15. September 2023). *Optimum Performance*. Abgerufen am 15. September 2023 von HÖCHSTLEISTUNG: <https://optimum-performance.de/products/hochstleistung>
- Parfümerie Douglas GmbH & Co. KG. (15. September 2023). *Douglas*. Abgerufen am 15. September 2023 von VIGOLOGES Ashwagandha plus Kapseln: <https://www.douglas.de/de/p/m000952411?variant=m2108462&trac=de.01psh.goo.8788552640.shopping.de.000000>
- Pérez-Gómez et al., J. (17. April 2020). Effects of Ashwagandha (*Withania somnifera*) on VO₂max: A Systematic Review and Meta-Analysis. *nutrients*, 12(1119), S. 1-11.
doi: 10.3390/nu12041119
- Ratamess et al., N. (17. September 2015). The effects of supplementation with P-Synephrine alone and in combination with caffeine on resistance exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(35). doi: 10.1186/s12970-015-0096-5
- Rocka Sports GmbH. (15. September 2023). *Rocka Nutrition*. Abgerufen am 15. September 2023 von Strong: <https://www.rockanutrion.de/products/strong-multinaehrstoff-drink?variant=43576974508299>
- Scharhag, J., & Araújo, C. (5. Januar 2016). Athlete: a working definition for medical and health sciences research. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(1), S. 4-7.
doi: 10.1111/sms.12632
- Schek, D. A. (08. Juli 2015). Nahrungsergänzungsmittel im Sport. *Ernährung im Fokus*, 15, S. 194-201.
- Stone et al., M. (10. Dezember 2009). A pilot investigation into the effect of maca supplementation on physical activity and sexual desire in sportsmen. *Journal of Ethnopharmacology*, 126.
doi: 10.1016/j.jep.2009.09.012
- Subramanian, D., & Gupta, S. (21. Januar 2016). Pharmacokinetic study of amaranth extract in healthy humans: A randomized trial. *Nutrition*, 32(7-8), S. 748-753.
doi: 10.1016/j.nut.2015.12.041

- Takooree et al., H. (11. Februar 2019). A systematic review on black pepper (*Piper nigrum* L.): from folk uses to pharmacological applications. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 2019(59), S. 210-243. doi: 10.1080/10408398.2019.1565489
- Verbraucherzentrale. (12. April 2023). Abgerufen am 12. November 2023 von Sind Gemüse- und Obstextrakte wirklich so gesund?: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/sind-gemuese-und-obstextrakte-wirklich-so-gesund-13388>
- Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (16. Februar 2021). *NAHRUNGSERGÄNZUNGSMITTEL SICHER REGULIEREN*. Abgerufen am 11. Dezember 2023 von Position der Verbraucherzentralen und des Verbraucher- zentrale Bundesverbands (vzbv) zu Nahrungsergänzungs- mitteln: https://www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/2021-03/21-02-16_positionspapier_vzbv_und_vzn_nem.pdf
- Verbraucherzentrale DE. (03. Februar 2023). Abgerufen am 28. Oktober 2023 von Kudzu – die asiatische Hülsenfrucht: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/kudzu-die-asiatische-huelnsenfrucht-7647>
- Verbraucherzentrale NRW. (31. Juli 2023). Abgerufen am 28. Oktober 2023 von Papain-Enzym-Kapseln: Stärkung des Immunsystems, Beruhigung des Magens: <https://www.verbraucherzentrale.de/faq/projekt-klartext-nem/papainenzymkapseln-staerkung-des-immunsystems-beruhigung-des-magens-23652>
- Verbraucherzentrale NRW e.V. (25. Juli 2023). *Verbraucherzentrale*. Abgerufen am 27. Oktober 2023 von Testosteron-Booster Tribulus – Was kann das Erdsternchen wirklich?: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/projekt-klartext-nem/testosteronbooster-tribulus-was-kann-das-erdsternchen-wirklich-27178>
- Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz. (22. August 2022). *Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz*. Abgerufen am 27. Oktober 2023 von Athletic Greens: <https://www.verbraucherzentrale-rlp.de/faq/projekt-klartext-nem/athletic-greens-33431>
- Viet Bach et al., H. (10. Oktober 2016). Efficacy of Ginseng Supplements on Fatigue and Physical Performance: a Meta-analysis. *Journal of Korean Medical Science*, 31(12), S. 1879-1886. doi: 10.3346/jkms.2016.31.12.1879
- WADA. (1. Januar 2021). WADA. Abgerufen am 29. September 2023 von World Anti-Doping Code 2021: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2021_wada_code.pdf
- WADA. (1. Januar 2023). Abgerufen am 12. November 2023 von Monitoring Program: <https://www.wada-ama.org/en/resources/monitoring-program#:~:text=Resource%20description,consultation%20with%20Signatories%20and%20governments.>

- WADA. (18. November 2023). Abgerufen am 18. November 2023 von The 2023 Monitoring Program: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/2022-09/2023list_monitoring_program_en_final_9_september_2022.pdf
- WADA. (1. September 2023). WADA. Abgerufen am 29. September 2023 von The Prohibited List: <https://www.wada-ama.org/en/prohibited-list>
- Ziegenhagen et al., R. (13. Februar 2020). Sicherheitsaspekte bei Nahrungs erganzungsmitteln im Sport - Position der Arbeitsgruppe Sporternährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). *Ernährungs Umschau*, S. 42-50. doi: 10.4455/eu.2020.012

Anhang

Tabelle 5: Suchbegriftabelle Literaturrecherche PubMed

	Filter:	Anzahl der Suchergebnisse in PubMed:	Anzahl eingeschlossener Studien aus PubMed:	Eingeschlossene Studien aus PubMed:	keine Leistungsparameter für Sportler*innen untersucht wurden	keine gesunden Erwachsenen oder Sportler*innen untersucht	aktuellere Studien oder Studien mit höherer Evidenz vorhanden und in die Arbeit mitaufgenommen	der gesuchte Inhaltstoff wurde nicht untersucht	der gesuchte Inhaltstoff wurde nicht isoliert untersucht	keinen Volltext Zugang	Duplikate, welche bereits in die Arbeit miteinbezogen wurden
Summe		854	32		385	23	52	322	30	7	4
ashwagandha performance athlete	Ab 2013	5	2	(Bonilla et al., 2021), (Pérez-Gómez et al., 2020)	1		2				
ashwagandha supplementat ion athlete performance		5			1		2				2

Tribulus Terrestris performance	Ab 2013, Meta-Analyse + Systematischer Review	5	1	(Fernández-Lázaro et al., 2022)	3		1				
Wild yam performance sport		4	2	(Iemitsu et al., 2023),(Horii et al., 2020)		1		1			
kudzu root performance athlete		0									
kudzu root performance	Ab 2013	54			54						
kudzu sport		1			1						
isoflavone athlete performance	Ab 2013	20			1			8	11		

synephrine performance sport	Ab 2013	29	4	(Gutiérrez-Hellín et al., 2016), (Gutiérrez-Hellín et al., 2020), (Jung et al., 2017), (Ratamess et al., 2015)	2		16	5	2		
maca performance sport		7	1	(Stone et al., 2009)	4					2	
green oat performance	Ab 2013	36	2	(Kennedy et al., 2020), (Martinez-Horta et al., 2021)	2	1		30	1		
fenugreek performance	Ab 2013, Meta-Analyse + Systematischer Review	10	2	(Albaker, 2023), (Isenmann et al. E. , 2023)	8						

ginseng performance athlete	Ab 2013, Meta-Analyse + Systematischer Review	4	2	(Viet Bach et al., 2016), (Khan et al., 2022)		1		1			
Muira Puama Extract performance		18			1			17			
Ptychopetalum olacoides performance		5			5						
Olacaceae performance		20			20						
muira puama muscle		5			2				3		
muira puama supplementat ion		1						1			
green tea extract athletes		99	2	(Machado et al., 2018), (Hadi et al., 2017)	13	12	13	55	3	1	
papain athletes		22			4			18			

papain sport		26			1			25			
papain physical performance		8						8			
papain physical strength		9						9			
black pepper extract athlete		2			1			1			
black pepper extract sport		4			1			3			
black pepper extract performance		115			77			37	1		
Piperine athletes		17	2	(Delecroix et al., 2017), (Fernández-Lázaro et al., 2020)	12	1			3		
Piper nigrum L. performance	Ab 2013	138	1	(Takooree et al., 2019)	109			27			1
turkesterone		30			28					2	

ecdysteroids physical performance		9	3	(Isenmann et al. E. , 2019), (Gorelick-Feldman et al., 2008), (Gorelick-Feldman , Cohick, & Raskin, 2010)	3	1				2	
turkesterone human		5			5						
turkesterone supplementat ion		0									
Ajuga Turkestanica		13	1	(Martins et al., 2021),	10	1	1				
amaranth extract physical performance		2	1	(Subramanian & Gupta, 2016)	1						
Nitric oxide amaranth supplement		3	1	(Liubertas et al., 2020)		1					1

nitric oxide supplementat ion	Ab 2013, Meta-Analyse + Systematischer Review	97	2	(d'Unienville et al., 2021), (Domínguez et al., 2017)	2	2	15	73	3		
grape seed extract performance	Meta-Analyse + Systematischer Review	12	1	(Feringa et al., 2011)	11						
grape seed extract physical performance		5			2	2		1			
oligomeric proanthocyan idin exercise performance	0										
oligomeric proanthocyan idin physical performance	0										

grape seed supplementat ion athlete		9	2	(Kim & So, 2019), (Nho & Kim, 2022)			2	2	3		
--	--	---	---	---	--	--	---	---	---	--	--

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Hamburg, 14.12.2023

Sam Selvi (Unterschrift)