

Aus der
Medizinischen Universitätsklinik und Poliklinik Tübingen
Abteilung V, Sportmedizin
(Schwerpunkt: Leistungsmedizin, spezielle Prävention, spezielle
Rehabilitation)

**Ernährungsstatus und Ernährungsgewohnheiten im
Leistungssport**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Rumpel, Lisa Friederike

2024

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professor Dr. A. Nieß

2. Berichterstatter: Privatdozentin Dr. I. Mack

Tag der Disputation: 08.07.2024

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Einleitung | 5 |
| 2 | Material und Methodik..... | 17 |
| 2.1 | Untersuchungskollektiv und Datenerhebung..... | 17 |
| 2.1.1 | Ballsportarten / Sportsportarten..... | 20 |
| 2.1.2 | Ausdauersportarten | 21 |
| 2.1.3 | Kraftsportarten | 22 |
| 2.1.4 | Kampfsportarten | 22 |
| 2.1.5 | Schnellkraftsportarten | 23 |
| 2.1.6 | Ästhetische Sportarten..... | 24 |
| 2.1.7 | Technische Sportarten..... | 25 |
| 2.1.8 | Mehrkampf Leichtathletik | 25 |
| 2.1.9 | Paralympische Disziplinen | 26 |
| 2.1.10 | Weight Making Sportarten | 26 |
| 2.2 | Fragebogen..... | 28 |
| 2.3 | Statistische Auswertung..... | 35 |
| 3 | Ergebnisse | 38 |
| 3.1 | Allgemeine Angaben und anthropometrische Daten | 38 |
| 3.2 | Mahlzeiten..... | 40 |
| 3.3 | Lebensmittel und HEI-EPIC-Index | 41 |
| 3.4 | Spezielle Kostformen | 46 |
| 3.5 | Gastrointestinale und sonstige Beschwerden | 47 |
| 3.6 | Beeinflussung von Figur und Gewicht..... | 49 |
| 3.7 | Menstruationszyklus..... | 52 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.8 | Nahrungsergänzungsmittel und Sportlerprodukte..... | 53 |
| 3.8.1 | Nahrungsergänzungsmittel | 53 |
| 3.8.2 | Sportlerprodukte | 58 |
| 3.9 | Zusatzuntersuchungen..... | 62 |
| 4 | Diskussion..... | 63 |
| 4.1 | Der Fragebogen | 63 |
| 4.2 | Lebensmittelzusammenstellung, HEI und RED-S..... | 64 |
| 4.3 | Spezielle Kostformen | 71 |
| 4.4 | Nahrungsergänzungsmittel und Sportlerprodukte..... | 75 |
| 5 | Zusammenfassung..... | 79 |
| 6 | Tabellen | 83 |
| 7 | Abbildungen | 91 |
| 8 | Literaturverzeichnis | 100 |
| 9 | Erklärung zum Eigenanteil | 106 |
| 10 | Danksagung | 106 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------|---|
| BfR | = Bundesinstitut für Risikobewertung |
| DGE | = Deutsche Gesellschaft für Ernährung |
| DGVS | = Deutschen Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen |
| DGZ | = Deutsche Zöliakie-Gesellschaft |
| DOBS | = Deutscher Olympischer Sportbund |
| FAT | = Female Athlete Triad |
| FFM | = fettfreie Masse |
| FFQ | = Food Frequency Questionnaire |
| g | = Gramm |

| | |
|-------|---|
| h | = Stunde |
| HEI | = Healthy Eating Index |
| IOC | = Internationales Olympisches Komitee |
| JHU | = Jahreshauptuntersuchung |
| kcal | = Kilokalorien |
| kg | = Kilogramm |
| l | = Liter |
| LEA | = Low Energy Availability |
| LSV | = Landessportverband Baden-Württemberg |
| min | = Minute |
| NEM | = Nahrungsergänzungsmittel |
| NVS | = Nationale Verzehrstudie |
| o. B. | = ohne Befund |
| p | = Signifikanzniveau |
| r | = Effektstärkenmaß |
| RED-S | = Relative Energy Deficiency in Sport |
| SD | = Standardabweichung |
| SP | = Sportlerprodukte |
| vgl. | = vergleiche |
| WMA | = World Master Athletics Championships Indoor |

1 Einleitung

„Deine Nahrungsmittel seien Deine Heilmittel“, soll Hippokrates einst gesagt haben und Winston Churchill war der Meinung: „Man soll dem Leib etwas Gutes bieten, damit die Seele Lust hat darin zu wohnen.“

Die Ernährung ist von großer Bedeutung für den gesundheitlichen Zustand sowie das Wohlbefinden eines Menschen (WHO, 2003). Wer sich „richtig“ ernährt, wird weniger krank, ist leistungsfähiger, seltener müde, kann sich besser konzentrieren und fühlt sich wohler in der eigenen Haut. Was aber bedeutet „richtige“ Ernährung? Ein sehr aktuelles Thema, über das momentan viel gesprochen wird. Im Internet werden die unterschiedlichsten Ernährungskonzepte diskutiert: Vollwertkost, vegetarisch, vegan, pescetarisch, laktosefrei, glutenfrei, Low Carb, Low Fat, mediterrane Ernährung, Trennkost, Intervallfasten und Vieles mehr. Wer sich im Internet informieren möchte, findet zu jedem Ernährungskonzept Blogs und Berichte von überzeugten Menschen, die von einem gesünderen, fitteren und glücklicheren Leben durch ihre jeweilige Ernährungsweise berichten.

Bei den meisten Ernährungskonzepten kommt es längst nicht mehr nur darauf an, auf bestimmte Lebensmittel zu verzichten, um zum Beispiel abzunehmen. Vielmehr zielen Ernährungsratgeber darauf ab, einen Lebensstil zu kreieren, der sich auf der einen Seite mit einem gesunden und leistungsfähigen Körper, mit Stressbewältigung und Wohlbefinden, auf der anderen Seite aber auch mit Themen wie Umweltbewusstsein, ökologischem Fußabdruck, artgerechter Tierhaltung oder Regionalität von Lebensmitteln beschäftigt. Die Ernährung hat sich also in den letzten Jahren zu einem sehr vielschichtigen Thema entwickelt, das für eine große Zahl von Menschen Bestandteil einer Art Lebensphilosophie geworden ist. Viele möchten durch eine bewusstere Auswahl ihres Essens gesünder, fitter und leistungsfähiger leben. Noch nie zuvor war es so einfach an Informationen zu gelangen wie heute. Doch die gigantischen Mengen an Informationen, die dank Internet, Sozialen Medien und Co. zur Verfügung stehen, führen natürlich auch zu großer Verunsicherung.

Spielt die Ernährung schon im Alltag eine wesentliche Rolle für Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit, so ist sie erst recht im Bereich Sport von essenzieller Bedeutung. Für die sportliche Leistungsfähigkeit sind unter anderem die körperliche Leistungsfähigkeit, die Konzentration, die Regenerationsfähigkeit, sowie die Körperzusammensetzung und -konstitution von großer Bedeutung. Jede einzelne Komponente lässt sich durch eine angepasste Sporternährung beeinflussen. So schreibt auch das Internationale Olympische Komitee (IOS) in einem Konsensus-Statement zur Sporternährung, dass über ein angepasstes Ernährungskonzept eine Optimierung der körperlichen und mentalen Leistungsfähigkeit erreicht werden kann. (vgl. IOC, 2010)

Im Allgemeinen verbrauchen Sportlerinnen und Sportler mehr Flüssigkeit und mehr Energie durch die vermehrte körperliche Beanspruchung. Dennoch gelten für eine optimale Sporternährung grundsätzlich dieselben Basisempfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), wie sie auch für körperlich wenig oder durchschnittlich aktive Menschen gelten (vgl. König et al., 2019): vielseitige, abwechslungsreiche Mischkost, täglich fünf Portionen Obst und Gemüse, Vollkorngetreideprodukte, eher fettarme Lebensmittel, Fett vor allem in Form von Pflanzenölen, Milchprodukte täglich, Fisch ein- bis zweimal die Woche sowie Fleisch und Eier in Maßen. (vgl. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2019)

Durch die gesteigerte körperliche Belastung haben Sportler*innen jedoch besondere Bedürfnisse in Bezug auf ihre Ernährung. Der Energieverbrauch der meisten Athlet*innen liegt zwischen 1500 und 6000 kcal am Tag und ist keine fixe Größe (vgl. Braun et al., 2019). Abhängig von Trainings- oder Wettkampfphase und von einzelnen sportlichen Belastungen kann er stark variieren. Hinzu kommen Unterschiede in den körperlichen Voraussetzungen der Sportler*innen wie Körpergröße, Körpergewicht, Alter und Körperzusammensetzung, die den täglichen Energiebedarf beeinflussen. So verbrauchen zum Beispiel Ausdauersportler*innen durch die hohen

Trainingsumfänge und Wettkampfbelastungen besonders viel Energie. Auch junge Athlet*innen haben wachstumsbedingt einen erhöhten Energie- und Nährstoffbedarf. Der Energiebedarf von Sportler*innen kann also innerhalb eines Jahres je nach Wettkampf- oder Trainingsphase schwanken und ist zudem von diversen körperlichen Voraussetzungen abhängig, sodass eine genaue Berechnung des täglichen Energieverbrauches sehr komplex ist. Eine näherungsweise Bestimmung ist jedoch möglich und für eine angepasste Energiezufuhr an die erhöhte körperliche Beanspruchung in allen Fällen empfehlenswert. (vgl. Braun et al., 2019)

Generell sollte das Verhältnis von täglichem Energieverbrauch zu täglicher Energiezufuhr ausgewogen sein, um den Energiebedarf zu decken. Ist die Energiezufuhr zu gering, steht dem Körper nicht genügend Energie zur Verfügung, um grundlegende Funktionen aufrechtzuerhalten. In der Sporternährung wird von der Energieverfügbarkeit gesprochen. Sie stellt die „zugeführte Energie abzüglich der durch den Sport verbrauchten Energie“ dar und wird in Kilokalorie (kcal) pro Kilogramm (kg) fettfreie Masse gemessen (vgl. Braun et al., 2019). Diese Energiemenge steht dem Organismus für seine grundlegenden Funktionen zur Verfügung. Bei zu geringer Energieverfügbarkeit kommt es zu körperlichen Auswirkungen, die sich bei Frauen hauptsächlich durch eine klassische Symptomtrias äußert: Zyklusstörungen, verringerte Knochendichte und relativer Energiemangel bzw. gestörtes Essverhalten. Dieser Symptomkomplex wurde lange Zeit als *Female Athlete Triad* (FAT) bezeichnet, wird aber mittlerweile durch den Begriff *Relative Energy Deficiency in Sports* (RED-S) abgelöst, da nicht nur Frauen, sondern auch Männer betroffen sein können (vgl. Briggs et al., 2020). Zu den Folgen einer zu geringen Energieverfügbarkeit, ebenfalls als LEA (*Low energy availability*) bezeichnet, kommen neben Auswirkungen auf Zyklus und Knochenstoffwechsel auch hämatologische, kardiovaskuläre, gastrointestinale, psychologische, metabolische und immunologische Komponenten, von denen sowohl weibliche als auch männliche Sportler*innen betroffen sein können. (vgl. Mountjoy et al., 2014, Tenforde et al., 2016, Burke et al., 2018, Braun et al., 2019)

Empfehlungen für die einzelnen Makro- und Mikronährstoffe sowie für das Flüssigkeitsmanagement im Sport gibt es von der Arbeitsgruppe Sporternährung der DGE:

Essenziell für die Energieversorgung von Sportler*innen sind Kohlhhydrate, da diese am effizientesten abgebaut werden können. Die pro Liter (l) Sauerstoff gewonnene Energie ist im Vergleich zur Energiegewinnung aus Fetten oder Proteinen höher und auch die pro Zeiteinheit bereitgestellte Energiemenge ist größer. Die Arbeitsgruppe Sporternährung der DGE empfiehlt für die Zufuhr von Kohlenhydraten eine Menge von 6-12 Gramm (g) pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag, abhängig von der körperlichen Belastung und den individuellen Bedürfnissen. Insbesondere bei Ausdauerbelastungen wird in der Vorbelastungsphase vor Trainingseinheiten oder Wettkämpfen eine kohlenhydratreiche Ernährung empfohlen, um eine maximale Füllung der Glykogenspeicher in Muskeln und Leber sicherzustellen. Bei langanhaltenden Ausdauerbelastungen über einer Stunde können intermittierend während der Belastung zugeführte Kohlenhydrate in Form von Getränken, Gels oder Snacks die Belastungszeit verlängern. Dabei können maximal 1-1,2 g exogen zugeführter Glucose pro Minute (min) durch Oxidation umgesetzt werden. Mehr Glucose pro Zeiteinheit kann der Dünndarm nicht absorbieren. In der Nachbelastungsphase werden 1-1,2 g Kohlenhydrate/kg Körpergewicht/Stunde in den ersten zwei bis vier Stunden empfohlen, wenn die nächste Belastung in kurzem Abstand folgt. Liegt mehr Zeit zwischen den Belastungen sind 6-10 g Kohlenhydrate/kg Körpergewicht/Tag ausreichend. (vgl. König et al., 2019)

In Bezug auf Fette wird für eine ausgewogene Sporternährung ein Anteil von 20 bis 30 Prozent der gesamten Energiezufuhr empfohlen. Hier existieren keine genauen Zufuhrempfehlungen in g pro kg Körpergewicht, wie sie bei den Kohlenhydraten vorliegen. Bei einem Anteil von 30 Energieprozent (En%) empfiehlt die DGE eine Zusammensetzung aus 7-10 En% gesättigten Fettsäuren (z. B. enthalten in Butter, Sahne, Kokosfett, Käse, Speck, Vollmilchschokolade, Eigelb, ...), 7 En% mehrfach ungesättigte Fettsäuren

(Leinöl, Sonnenblumenkerne, Kürbiskerne, Walnüsse, Fisch, ...) sowie 13-16 En% einfach ungesättigte Fettsäuren (Olivenöl, Erdnussöl, Haselnüsse,...). Die trans-Fettsäuren (Frittieröl, Chips, Margarine, ...) sollten weniger als einen En% am Gesamtfettanteil ausmachen. (vgl. Schek et al., 2019)

Für die Zufuhr von Proteinen wird von der Arbeitsgruppe Sporternährung der DGE eine Dosierung von 1,2 – 2,0 g pro kg Körpergewicht pro Tag empfohlen. Dabei kann die Proteinzufuhr an Trainingsintensitäten und -umfänge angepasst werden. Bei intensiven Trainingseinheiten, zu Beginn einer Krafttrainingsphase oder bei geplantem Gewichtsverlust und gleichzeitig erwünschtem Erhalt der Muskelmasse kann die Proteinzufuhr etwas höher sein. Proteine werden nicht wie Kohlenhydrate und Fette vollständig zu Wasser und Kohlendioxid abgebaut. Bei ihrer Verstoffwechslung bleibt die Aminogruppe der einzelnen Aminosäuren übrig. Diese wird in Form von Harnstoff über den Urin ausgeschieden. Wird die Zufuhr an Proteinen erhöht, sollte eine Nierenfunktionsstörung vorher ausgeschlossen werden. Außerdem muss auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr geachtet werden.

Für den optimalen Zeitpunkt der Proteinzufuhr ist die Studienlage unklar. Diskutiert werden Zeitpunkte vor sportlicher Aktivität, ein bis zwei Stunden bzw. drei bis vier Stunden nach einer Belastung sowie das „Overnight-Protein“, bei dem langsam verdauliche Proteine wie z. B. Casein vor dem Schlafengehen eingenommen werden. (König et al., 2020)

Insgesamt scheint für Sportler*innen eine qualitativ hochwertige Proteinzufuhr drei- bis viermal täglich sowie eine Kombination aus verschiedenen Proteinquellen, die sich in ihrer Zusammensetzung und Absorptionskinetik unterscheiden, geeignet (vgl. König et al., 2020).

Eine ausreichende Proteinaufnahme kann sich positiv auf die Proteinbiosynthese im Muskel, auf die Muskelkraft, die Leistungsbereitschaft, die Körperzusammensetzung, das Immunsystem und eine optimale Regeneration nach Belastung auswirken (vgl. Kerksick et al., 2017, Huecker et al., 2019).

Auch für das Flüssigkeitsmanagement hat die Arbeitsgruppe Sporternährung der DGE ein Positionspapier veröffentlicht. Eine pauschale Empfehlung für die tägliche Trinkmenge gibt es nicht, da diese von zahlreichen Faktoren, wie z. B. der Trainingsintensität oder -dauer, dem Trainingszustand, der Belastungsart sowie Umweltfaktoren, abhängt. Eine Orientierung gibt die Farbe des Urins. Bei ausgeglichener Flüssigkeitsbilanz ist die Färbung hellgelb. Während Belastungen wird eine Flüssigkeitszufuhr vor allem bei langen Belastungen über 1,5 Stunde (h) empfohlen. Dabei sollte das Sportgetränk 4-8 % Kohlenhydrate sowie 400-1100 mg/l Natrium enthalten, um neben dem Flüssigkeitshaushalt auch den Elektrolythaushalt auszugleichen. Für eine zügige und komplette Regeneration nach Belastung gilt die Faustregel: Zufuhr von 1,5 l Flüssigkeit pro kg Gewichtsverlust. (vgl. Mosler et al., 2019)

Für Mikronährstoffe und Vitamine zieht die Arbeitsgruppe für Sporternährung der DGE folgendes Fazit: grundsätzlich erreichen Sportler*innen durch eine ausgewogene Ernährung die D-A-CH-Referenzwerte (der Deutschen (D), Österreichischen (A) und Schweizerischen (CH) Gesellschaft für Ernährung) (vgl. Mensink et al., 2020). Zu den möglicherweise für Sportler*innen kritischen Nährstoffen gehören Natrium, Calcium und Eisen sowie Vitamin D. Insbesondere bei langen Ausdauerbelastungen, erhöhten Schweißraten sowie bei Gewichtsreduktion, unausgewogener, einseitiger oder hypokalorischer Ernährung kann es zu einem Mangel an Natrium, Calcium oder Eisen kommen. Sportbedingt ist der Bedarf an einigen Vitaminen wie Thiamin (B1), Riboflavin (B2) oder auch Niacin erhöht. Dieser Mehrbedarf wird jedoch meist durch erhöhte Verzehrsmengen, bedingt durch den erhöhten Energiebedarf, gedeckt. Auch für Antioxidantien wie Vitamin C, Vitamin E oder β -Carotin gehen die Empfehlungen bislang nicht über die der D-A-CH-Referenzwerte hinaus. Durch erhöhte körperliche Betätigung entstehen zwar vermehrt „freie Radikale“ (RONS = *reactive oxygen and nitrogen species*). Diese können jedoch zumindest teilweise durch eine trainingsbedingt erhöhte endogene antioxidative Kapazität ausgeglichen werden (vgl. Child et al., 1998). Für Vitamin D besteht kein wissenschaftlicher Konsens, dass Sportler*innen einen höheren Bedarf

haben als die Allgemeinbevölkerung. Jedoch sollte insbesondere bei Hallensportler*innen, Sportler*innen dunkler Hautfarbe und Sportler*innen mit einem hohen Körperfettanteil sowie generell in den Wintermonaten eine Vitamin D-Supplementation erfolgen, um einen Mangel zu vermeiden. Zumindest Sportler*innen mit einem Defizit an Vitamin D scheinen von einer Supplementation zu profitieren (vgl. von Hurst and Beck, 2014). (Carlsohn et al., 2019a)

Wer sich mit dem Thema Ernährung auseinandersetzt, stößt dabei unausweichlich auch auf das Thema Nahrungsergänzungsmittel (NEM).

In der Nahrungsergänzungsmittelverordnung (NemV) wird ein NEM als ein Lebensmittel definiert, „das dazu bestimmt ist, die allgemeine Ernährung zu ergänzen“ (NemV, 2004). Des Weiteren ist ein NEM ein Lebensmittel, das ernährungsspezifisch oder physiologisch wirksame Nährstoffe in konzentrierter Form enthält und das „in Form von Kapseln, Pastillen, Tabletten, Pillen und anderen ähnlichen Darreichungsformen [...] wie Flüssigkeiten und Pulvern zur Aufnahme in abgemessenen kleinen Mengen in den Verkehr gebracht wird“ (NemV, 2004). Dabei können NEM einen einzelnen oder auch mehrere Nährstoffe in Kombination enthalten. Als Nährstoffe definiert sind Mineralstoffe, Vitamine, und Spurenelemente. Da NEM zu den Lebensmitteln gehören, unterliegen sie strengen gesetzlichen Vorschriften, die für alle Lebensmittel gelten. Darüber hinaus gelten für NEM eigene Bestimmungen, die in der deutschen Nahrungsergänzungsmittelverordnung (NemV) von 2004 sowie in der europäischen Richtlinie 2002/46/EG festgelegt sind. Welche Nährstoffe genau Lebensmitteln und damit auch den NEM in Europa zugesetzt werden dürfen, ist in einer weiteren Verordnung - der Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln festgelegt. In Anhang I dieser Verordnung sind 15 Mineralstoffe sowie 13 Vitamine aufgelistet, die Lebensmitteln zugesetzt werden dürfen. In Anhang II wird genau definiert, in welchen Verbindungen diese Stoffe vorliegen dürfen. (vgl. Richtlinie 2002/46/EG, 2002)

Immer mehr Menschen greifen auf Vitamine, Mineralstoffe und andere Supplemente zurück, mit dem Ziel ihre alltägliche Ernährung zu optimieren. „Jeder vierte Deutsche schluckt Nahrungsergänzungsmittel“ (SPIEGEL, 2018a).

Die „nationale Verzehrstudie II“ des Max-Rubner-Institutes von 2018 mit 13.753 Studienteilnehmer*innen bestätigt diese Aussage. 29,6 % der weiblichen Teilnehmerinnen nahmen NEM ein. Bei den Männern waren es 18,9 %. Im Schnitt griffen 24,3 % aller Studienteilnehmer*innen auf mindestens ein Supplement zurück. (vgl. Römer and Heuer, 2018)

Unter Sportler*innen ist der Anteil an Supplementnehmer*innen, wie zahlreiche Studien zeigen, noch größer. Eine Studie von Erdmann et al. kam zu dem Schluss, dass 88,4 % der 582 Sportler*innen zwischen 11 und 42 Jahren in den vergangenen 6 Monaten zu NEM (Vitaminen, Mineralstoffen, Omega 3 Fettsäuren,...) oder SP (Proteinen, Aminosäuren, Kreatin,...) griffen (vgl. Erdman et al., 2006). Bei Wadenaar et al. waren es 84,7 % der 778 Athleten, die in den vorhergegangenen vier Wochen NEM oder SP einnahmen bzw. 97,2 %, die angaben, irgendwann schon einmal NEM oder SP verwendet zu haben (vgl. Wadenaar et al., 2017). Striegel et al. händigten 2004 bei den WMA (*World Master Athletics Championships Indoor*) in Sindelfingen Fragebögen zur Einnahme von NEM und SP aus. Das Ergebnis: 60,4 % von 598 Athleten*innen im Alter zwischen 35 und 87 Jahren gaben eine Supplementation an.

NEM können nicht mehr nur in Apotheken erworben werden. Auch in Drogeriemärkten und vor allem im Internet findet man jede Menge davon. Das wachsende Interesse am Thema Ernährung macht sich auch die Lebensmittelindustrie zunutze. Es kursiert immer wieder die Meinung, Deutschland sei ein „Vitaminmangelland“. Dieser Behauptung widerspricht die DGE. In ihrer Stellungnahme heißt es deutlich: „Deutschland ist kein Vitaminmangelland“ (Bechthold et al., 2012). Die Referenzwerte der meisten Vitamine werden bei Erwachsenen erreicht. Ausnahmen stellen Vitamin D und Folat dar sowie in bestimmten Personen- und Altersgruppen Vitamin C, A, E und B. (vgl. Bechthold et al., 2012)

Zu NEM äußern sich unter anderem die DGE als auch das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) kritisch. Es gäbe keine Studien, die beweisen könnten, dass eine Zufuhr von NEM ein suboptimales Ernährungsverhalten aufheben würde. Durch eine ausgewogene Lebensmittelzusammenstellung könne man genug Vitamine und die für den Körper notwendigen, essenziellen Nährstoffe in ausreichender Menge aufnehmen. (vgl. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2012, BfR, 2021)

Ausnahme stellt hier Vitamin D dar, da es nur in geringen Mengen über die Nahrung aufgenommen werden kann. Stattdessen wird Vitamin D zum Großteil vom Körper unter Einfluss von Sonnenlicht gebildet. Da die Sonnenexposition bei einigen Menschen vor allem im Winter nicht ausreichend ist, kann es in bestimmten Situationen notwendig sein, Vitamin D zu supplementieren. (vgl. BfR, 2021)

Auch im Bereich Sport ist das Thema der NEM sehr brisant. Wie kann die eigene Leistung in Training und Wettkampf verbessert werden? Welche Substanzen unterstützen eine schnelle Regeneration? Welche Supplemente tragen zu einem optimierten Muskelaufbau bei? Wie kann die Infektanfälligkeit verringert werden? Kann die Verletzungsanfälligkeit verringert werden? (vgl. Striegel et al., 2006)

Sehr viele Sportler*innen greifen zu NEM und speziellen SP (vgl. Erdman et al., 2006, Striegel et al., 2006, Wardenaar et al., 2017). Werden Supplemente aber ohne nötige fachliche Kenntnisse selbst von den sportlich Aktiven ausgewählt oder von Trainer*innen empfohlen, die nicht ausreichend informiert sind, kann es unter Umständen zu negativen Effekten auf die Leistungsfähigkeit (vgl. von Hurst and Beck, 2014) bis hin zu schwerwiegenden gesundheitsschädigenden Folgen durch fehlerhafte Dosierung führen (vgl. Burke et al., 2009, Galior et al., 2018). Für die meisten NEM gibt es keine wissenschaftlich nachgewiesene positive, leistungssteigernde Wirkung (Volpe and Ngyuen, 2014). Auch exakte und allgemeingültige Empfehlungen zu Einnahme und Dosierung fehlen meist und sind schwierig zu bestimmen, da zahlreiche Faktoren eine Rolle für den täglichen Bedarf spielen: Neben Körperstatur und -zusammensetzung,

Ausprägung der sportlichen Aktivität, individuellen Unterschieden im Stoffwechsel sind auch Erkrankungen, die in Einzelfällen vorliegen nicht zu unterschätzen. So ist beispielsweise der empfohlene Eiweißbedarf bei Diabetes geringer, bei Bluthochdruck sollte die Natriumzufuhr angepasst werden und auch Koffein ist bei einigen Erkrankungen kontraindiziert. Ebenso muss die Dosierung von NEM für spezielle Gruppen wie Rollstuhlsportler möglicherweise wegen der geringeren aktiven Muskelmasse angepasst werden (vgl. Burke et al., 2009).

Weitergehend ist zu beachten, dass NEM eine potenzielle Quelle der Verunreinigung mit Substanzen darstellen, die bei einem Dopingtest zu einem positiven Ergebnis führen können. Untersuchungen haben gezeigt, dass zahlreiche Nahrungsergänzungsmittel geringere oder höhere Substanzmengen enthalten als sie auf der Verpackung angegeben sind oder beinhalten sogar Stoffe, die überhaupt nicht deklariert sind. Unter diesen Stoffen sind unter anderem auch Testosteron, Nandrolon, Sibutramin und Ephedrin gefunden worden, die als Doping-Substanzen verboten sind. Auch Koffein war in einigen Nahrungsergänzungsmitteln zu finden, ohne dass es bei den Inhaltsstoffen aufgelistet war. (vgl. Braun et al., 2010, Maughan, 2005)

Eine vom IOC geförderte Studie des Instituts für Biochemie der Deutschen Sporthochschule Köln untersuchte 634 NEM von 215 Herstellern aus 13 Ländern auf ihre Inhaltsstoffe. Das Ergebnis war erschreckend. 14,8 % der untersuchten Produkte enthielten verbotene anabol-androgene Steroide, ohne dass diese auf der Verpackung gekennzeichnet waren. (vgl. Deutsche Sporthochschule Köln, o. J.)

Hinzu kommt, dass NEM über das Internet bestellt werden können und somit der Zugriff auf Produkte aus dem Ausland möglich ist, die nicht der hiesigen NemV entsprechen und für die andere Dosislimits gelten. So kann ein NEM, das zum Beispiel aus den USA kommt, in Deutschland verboten sein, da es hierzulande ein Arzneimittel darstellt und darum verschreibungspflichtig wäre.

Wer seinem Körper also etwas vermeintlich Gutes tun und seine Leistung verbessern möchte, indem er NEM einnimmt, läuft dabei Gefahr, Substanzen zu sich zu nehmen, deren Einnahme negative Auswirkungen nach sich ziehen kann. So kann es unter anderem zu einem positiven Dopingergebnis kommen, obwohl die sporttreibende Person gar nicht vorsätzlich Doping betrieben hat. Auch mögliche gesundheitliche Schäden sind nicht zu vergessen. Über die Notwendigkeit der Einnahme von NEM sollte also grundsätzlich und insbesondere im Bereich Sport individuell entschieden werden. Zudem sollte eine Einnahme erst nach ausführlicher Information über die jeweiligen Produkte und über das Thema NEM im Allgemeinen erfolgen. Zu empfehlen ist in allen Fällen eine Beratung bei Fachleuten aus dem Gebiet der Sportmedizin oder den Ernährungswissenschaften, die das fachlich notwendige Wissen in Bezug auf eine Nahrungsergänzung aufweisen.

NEM können aber in wenigen Fällen auch indiziert sein. Mittlerweile erkennt auch *World Athletics* (internationaler Dachverband für Leichtathletik, bis 2019 noch *International Association of Athletics Federations* (IAAF) genannt) an, dass eine Einnahme von NEM in bestimmten Bereichen sinnvoll sein kann. Zum einen bestätigt World Athletics, dass es Supplemente gibt, deren Nutzen nachgewiesen ist. Dazu gehören Koffein, Beta-Alanin, Kreatin, Bicarbonat und Nitrat. Zum anderen gibt es laut World Athletics durchaus Umstände, die eine Einnahme von NEM vernünftig erscheinen lassen. „Sportnahrungsmittel sollen dem Sportler helfen, auch dann die Ernährungsziele zu erreichen, wenn es nicht möglich ist, entsprechende Nahrung zu sich zu nehmen“ (Pöttgen, 2019). Dies kann bei einem Verzicht auf bestimmte Lebensmittel (z. B. bei Vegetariern) der Fall sein. Aber auch bei bestimmten Personengruppen, auf Reisen oder bei extremen Umgebungsbedingungen (z. B. Hitze oder Höhe) kann eine Supplementation von Vorteil sein. (vgl. Burke et al., 2019)

Die Abteilung Sportmedizin am Universitätsklinikum in Tübingen ist als lizenziertes Untersuchungszentrum des Deutschen Olympischen Sportbundes (DOSB) und des Landessportverbandes Baden-Württemberg (LSV) für die

sportmedizinischen Jahreshauptuntersuchungen (JHU) von Bundes- und Landeskaderathlet*innen zuständig. Diese JHU beinhalten eine einmal jährlich angebotene orthopädische und internistische Untersuchung mit dem Ziel die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Kadersportler*innen für jede Sportart standardisiert zu überwachen. Da eine adäquate Sporternährung für eine gute körperliche und geistige Leistungsfähigkeit unerlässlich ist, wird zudem auch eine ausführliche Ernährungsanamnese erhoben. Besteht der Verdacht auf eine inadäquate Ernährung kann eine weiterführende Diagnostik, eine ausführlichere Ernährungsberatung oder ein spezielles RED-S-Screening angeordnet werden. Dabei ist die Datenerhebung und Bewertung der Sporternährung bislang weder auf Bundesebene noch international standardisiert worden. In Amerika erfolgten bereits Datenerhebungen zur Sporternährung mittels Fragebögen, aber auch diese erfolgten nicht nach einem allgemeingültigen Standard.

Mit dieser Arbeit soll nun eine ausführliche Analyse des Ernährungsverhaltens und des Ernährungszustands von Kadersportlern erfolgen. Es soll explizit darauf eingegangen werden, wie sich das Ernährungsverhalten der Kadersportler*innen darstellt: Ist die Energiezufuhr ausreichend? Wie ist die Ernährungsqualität? Wie groß ist der Anteil an Kadersportler*innen, bei denen Hinweise auf ein gestörtes Essverhalten vorliegen? In welchem Umfang wird auf NEM und spezielle Sportlerprodukte (SP) zurückgegriffen und bestehen Unterschiede bezüglich der Ernährung in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter oder Sportartengruppe?

Zusätzlich soll untersucht werden, ob die Erhebung der Daten zur Sporternährung mittels Fragebogen sowie der sogenannte *Healthy Eating Index* (HEI) als standardisiertes Instrument zur Bestimmung der Qualität einer Sporternährung ausreichend sind (näheres dazu im Kapitel 3.3).

2 Material und Methodik

2.1 Untersuchungskollektiv und Datenerhebung

Bei den Probanden handelt es sich um Kadersportler*innen unterschiedlicher Sportarten und Sportartengruppen, die sich zur Jahreshauptuntersuchung (JHU) in der Abteilung für Sportmedizin am Tübinger Universitätsklinikum sowie am Olympiastützpunkt im *SpOrt Stuttgart* vorstellten. Beide Ambulanzen sind lizenzierte Untersuchungszentren des Deutschen Olympischen Sportbunds (DOSB) und des Landessportverbandes Baden-Württemberg (LSV). Im Rahmen der Anamneseerhebung dieser JHU wurden Fragebögen zur Ernährung an die Kadersportler*innen ausgehändigt und diese dann retrospektiv ausgewertet. Da für unsere Studie Daten verwendet wurden, die sich einem bestimmten Patienten zuordnen lassen, fand vor Durchführung der Studie eine berufsethische und berufsrechtliche Abklärung durch die zuständige Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität und des Universitätsklinikums Tübingen statt. Da die erhobenen Daten im Rahmen der Studie anonymisiert wurden, befürwortete die Ethikkommission diese Studie (Aktenzeichen Ethikvotum 010/2019BO2).

Zum Untersuchungskollektiv gehören vor allem junge Nachwuchssportler*innen aus den Landeskadern, aber auch Leistungssportler*innen aus den Bundeskadern, die an bundesweiten und internationalen Wettkämpfen wie Deutschen Meisterschaften, Europameisterschaften, Weltmeisterschaften oder Olympischen Spielen teilnehmen. Insgesamt wurden Fragebögen von 1000 Kadersportler*innen im Alter zwischen 7 und 45 Jahren erfasst. Von den 1000 Studienteilnehmer*innen sind 519 (51,9 %) männlich sowie 481 (48,1 %) weiblich. Das Alter liegt im arithmetischen Mittel bei 16,01 Jahren (SD 4,4). Die Hälfte der Untersuchten war am Untersuchungstag 15 Jahre alt oder jünger. Insgesamt war die Hälfte des Untersuchungskollektivs zum Untersuchungszeitpunkt zwischen 14 und 17 Jahren alt. Die Basischarakteristika sind in Tabelle 1, die Altersverteilung der Probanden in Abb. 1 dargestellt.

| Tabelle 1: Basischarakteristika der befragten Kadersportler*innen | | | |
|---|--------------|-------------------------|--------------|
| Variable | Anzahl (%) | Variable | Anzahl (%) |
| Geschlecht | | Sportartengruppe | |
| weiblich | 481 (48,1 %) | Ballsportarten | 304 (30,4 %) |
| männlich | 519 (51,9 %) | Ästhetische Sportarten | 208 (20,8 %) |
| | | Schnellkraftsportarten | 112 (11,2 %) |
| Alter | | Ausdauersportarten | 108 (10,8 %) |
| 7-11 Jahre | 82 (8,2 %) | Technische Sportarten | 72 (7,2 %) |
| 12-17 Jahre | 692 (69,2 %) | Kraftsportarten | 71 (7,1 %) |
| ≥ 18 Jahre | 226 (22,6 %) | Mehrkampf Leichtathl. | 64 (6,4 %) |
| | | Kampfsportarten | 49 (4,9 %) |
| | | Paralymp. Disziplinen | 12 (1,2 %) |

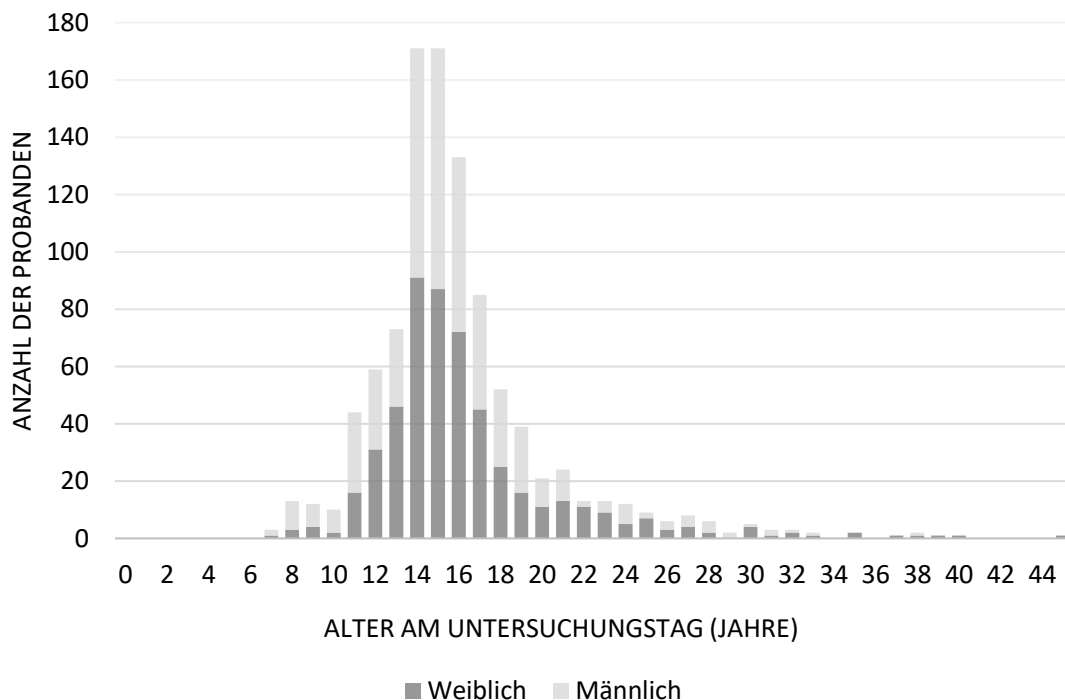


Abb. 1: Altersverteilung der Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer

Insgesamt sind 73 verschiedene Sportarten und Disziplinen aus unterschiedlichen Bereichen vertreten. Um eine statistische Auswertung übersichtlicher und sinnvoller zu gestalten, wurde eine Einteilung der 73 Sportarten und Disziplinen in folgende neun Sportartengruppen vorgenommen (in Klammern die Anzahl der Sportler in der jeweiligen Gruppe; siehe ebenfalls Abb. 2):

- Ballsport (304)
- Ausdauersport (108)
- Kraftsport (71)
- Kampfsport (49)
- Schnellkraftsportarten (112)
- Ästhetische Sportarten (208)
- Technische Sportarten (72)
- Mehrkampf Leichtathletik (64)
- Paralympische Disziplinen (12)

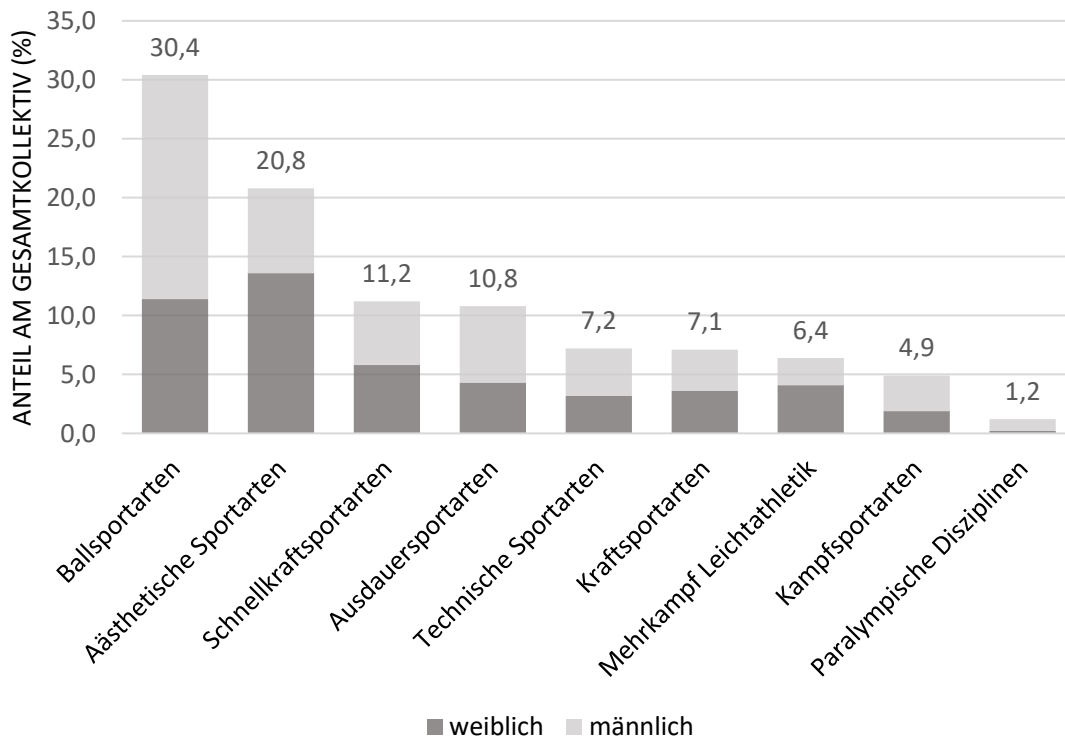


Abb. 2: Übersicht über die Sportartengruppen des Untersuchungskollektivs

Diese Einteilung wurde nach den sportartspezifischen Leistungsanforderungen vorgenommen. Für die Zuordnung einer Sportart bzw. Disziplin zu einer Sportartengruppe spielten sowohl die leistungsbestimmenden und charakteristischen Fähigkeiten und Voraussetzungen für die jeweilige Sportart als auch die erforderlichen metabolischen Eigenschaften eine Rolle. Als Orientierung diene dabei die Einteilung der Sportartengruppen, wie sie von Louise Burke in „*Practical Sports Nutrition*“ beschrieben wird (Burke, 2007). Im Folgenden wird kurz auf die einzelnen Sportartengruppen eingegangen.

2.1.1 Ballsportarten / Spielsportarten

In „*Practical Sports Nutrition*“ unterscheidet Burke zwischen Indoor Mannschaftssportarten, Outdoor Mannschaftssportarten sowie Schlägersportarten wie Tennis oder Badminton (Burke, 2007). Wir haben uns an dieser Stelle dazu entschieden, die drei Gruppen zu einer Gruppe, den Ballsportarten, zusammenzufassen, da sie folgende Anforderungen verbinden: azyklische Belastung, Schnellkraftfähigkeit für einzelne Spielaktionen sowie Ausdauerfähigkeit über die gesamte Dauer eines Spiels, Koordinationsfähigkeit, technische Fähigkeiten, taktisches Verständnis und die Fähigkeit zur Antizipation. Die Belastungsdauer liegt meist zwischen ein und zwei Stunden, wobei die Spieldauer bei manchen Sportarten stark variieren kann (siehe Tennis oder Volleyball).

Aus unserem Untersuchungskollektiv entsprechen die in Tabelle 2 aufgelisteten Sportarten den für die Ballsportarten typischen Charakteristika.

| Tabelle 2: Übersicht über die Ballsportarten | |
|--|--------|
| Ballsportarten | n= 304 |
| Handball | 110 |
| Eishockey | 41 |
| Wasserball | 35 |
| Tennis | 27 |
| Hockey | 17 |
| Volleyball | 16 |
| Faustball | 14 |
| Fußball | 13 |
| Radball | 13 |
| Tischtennis | 7 |
| Badminton | 5 |
| Beachvolleyball | 4 |
| Basketball | 1 |
| American Football | 1 |

| Tabelle 3: Übersicht über die Ausdauersportarten | |
|--|--------|
| Ausdauersportarten | n= 108 |
| Schwimmen | 33 |
| Laufen Mittelstrecke | 27 |
| Laufen Langstrecke | 15 |
| Mountainbike (MTB) | 15 |
| Radsport (Straße und Bahn) | 14 |
| Triathlon | 3 |
| Biathlon | 1 |

2.1.2 Ausdauersportarten

Charakteristisch für Ausdauersportarten sind kontinuierliche, gleichförmige Belastungen, die nur durch kurze Zwischen- oder Endspurts höherer Intensität unterbrochen werden. Typisch sind lang andauernde Belastungen, die allerdings in Abhängigkeit von Sportart und Disziplin stark variieren (zwischen wenigen Minuten bei Kurzeitenausdauerbelastungen bis hin zu mehreren Stunden bei Langzeitausdauerbelastungen wie Marathon oder Triathlon). Die Energiebereitstellung erfolgt größtenteils über aeroben Metabolismus. Beim 800-Meter-Lauf erfolgt die Energiebereitstellung zu 60 % anaerob und zu 40 % aerob (Burke, 2007, S. 110). Mit zunehmender Belastungsdauer steigt der aerobe Anteil immer weiter an. Ein Marathon wird fast ausschließlich im aeroben Bereich gelaufen.

Eine weitere Einteilung der Unterdisziplinen in Kurzzeit- und Langzeitausdauer erfolgte hier nicht, da uns bei der Auswertung keine Informationen zur jeweiligen Spezialisierung der Kadersportler*innen vorlagen. Meist gaben die Sporttreibenden nur die Sportart, nicht aber die genaue Disziplin auf dem Ernährungsbogen an.

In unserem Untersuchungskollektiv gehören insgesamt 108 Sportler*innen aus sieben Sportarten und Disziplinen zur Gruppe der Ausdauersportarten (siehe Tabelle 3).

2.1.3 Kraftsportarten

Diese Sportartenkategorie erfordert in hohem Maße den Einsatz von Kraft bzw. Kraftausdauer. So ist vor allem beim Gewichtheben oder auch Kugelstoßen besonders die Maximalkraft, also die „höchstmögliche Kraft, die willkürlich gegen einen unüberwindlichen Widerstand erzeugt werden kann“, von Bedeutung (Schmidt et al., 2010). Wohingegen es beim Ski Alpin, Snowboard fahren oder Klettern vor allem auch auf die Kraftausdauer, also die Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei Krafteinsätzen, ankommt. Die Energiebereitstellung erfolgt bei den Kraftsportarten größtenteils anaerob alaktazid und laktazid. (vgl. Schmidt et al., 2010)

Zu den Kraftsportarten gehören die in Tabelle 4 aufgelisteten Sportarten und Disziplinen.

| Tabelle 4: Übersicht über die Kraftsportarten | | Tabelle 5: Übersicht über die Kampfsportarten | |
|---|-------|---|-------|
| Kraftsportarten | n= 71 | Kampfsportarten | n= 49 |
| Kugelstoßen | 14 | Judo | 23 |
| Hammerwurf | 11 | Karate | 12 |
| Klettern | 10 | Ringens | 11 |
| Ski Alpin | 9 | Ju-Jutsu | 2 |
| Diskuswurf | 9 | | |
| Speerwurf | 4 | | |
| Tauziehen | 4 | | |
| Kombi Diskus, Speer, Kugel | 4 | | |
| Snowboard | 4 | | |
| Gewichtheben | 2 | | |

2.1.4 Kampfsportarten

Im Kampfsport treten meist zwei Gegner gegeneinander an. Ziel ist es, dem Gegner über Tritt-, Griff-, Stoß- oder Schlagaktionen technisch und punktemäßig oder in der technischen Ausführung überlegen zu sein. Dabei sind

für jede Sportart strenge Regeln festgelegt, um eine Verletzung des Gegners ausschließen zu können. Allen Kampfsportarten gemein ist ein hohes Maß an koordinativen Fähigkeiten wie Reaktions-, Orientierungs-, Gleichgewichts-, Kopplungsfähigkeit (Fähigkeit zum Verbinden von Einzelbewegungen zu einer Zielbewegung) und kinästhetischer Differenzierungsfähigkeit (Fähigkeit zur Ausführung von Bewegungen mit großer Präzision). Darüber hinaus sind Schnelligkeit, Beweglichkeit, Konzentration und eine ausgeprägte Wahrnehmungsfähigkeit gefragt. (vgl. Deutscher Judo Bund, 2017)

Die Energiebereitstellung erfolgt bei den Kampfsportarten zu einem großen Teil anaerob. Charakteristisch sind kurze und schnellkräftige Ausweich- oder Angriffsbewegungen sowie statisch haltende und kraftausdauernde Belastungen. Die Dauer eines Kampfes beträgt meist nur wenige Minuten. Dafür finden an Wettkampftagen häufig mehrere Kämpfe hintereinander statt. Ein weiterer typischer Aspekt bei den meisten Kampfsportarten ist das Antreten in Gewichtsklassen und das damit verbundene Thema „Gewicht machen“ oder auch *Weight making* genannt. Darauf wird genauer in Kapitel 2.1.10 eingegangen. Einen Überblick über die Kampfsportarten unseres Untersuchungskollektives bietet Tabelle 5.

2.1.5 Schnellkraftsportarten

Bei den Schnellkraftsportarten handelt es sich um Bewegungsabläufe, die gekennzeichnet sind durch kurze, aber intensive Belastungen mit explosiver Kraftentwicklung. Schnellkraft ist die Kraftzunahme über eine kurze Kontraktionszeit der Typ-II-Muskelfasern (Verkürzungszeit < 250 ms). Die Energiebereitstellung läuft dabei hauptsächlich anaerob alaktazid ab, sodass Belastungen nur über kurze Zeiträume aufrechterhalten werden können (vgl. Schmidt et al., 2010). Zu den Schnellkraftsportarten gehören im Großen und Ganzen alle Sprint- und Sprungbelastungen. Tabelle 6 bietet einen Überblick über die Schnellkraftsportarten.

| Tabelle 6: Übersicht über die Schnellkraftsportarten | |
|--|--------|
| Schnellkraftsportarten | n= 112 |
| Sprint | 28 |
| Hürdenlauf | 22 |
| Hochsprung | 16 |
| Speedskating | 14 |
| Dreisprung | 13 |
| Stabhochsprung | 8 |
| Weitsprung | 6 |
| Bob | 5 |

| Tabelle 7: Übersicht über die ästhetischen Sportarten | |
|---|--------|
| Ästhetische Sportarten | n= 208 |
| Turnen | 49 |
| Rhythmische Sportgymnastik | 45 |
| BMX | 27 |
| Kunstradfahren | 25 |
| Tanzen | 16 |
| Sportakrobatik | 15 |
| Eiskunstlauf | 14 |
| Rollkunstlauf | 9 |
| Trampolin | 7 |
| Skateboard | 1 |

2.1.6 Ästhetische Sportarten

Eine weitere von Louise Burke eingeteilte und eigenständige Gruppe ist das Turnen (vgl. Burke, 2007). In unserem Untersuchungskollektiv sind einige Turner*innen dabei, aber auch zahlreiche Sporttreibende aus anderen akrobatischen und tänzerischen Sportarten. Für diese Arbeit sind sie unter dem Überbegriff der ästhetischen Sportarten zusammengefasst. Ein komplexes Zusammenspiel aus konditionellen und koordinativen Fähigkeiten ist typisch für die ästhetischen Sportarten. Konditionell spielen vor allem Schnellkraft, Sprungkraft, Maximalkraft, Kraftausdauer und Beweglichkeit eine herausragende Rolle. Bei den koordinativen Fähigkeiten sind unter anderem die kinästhetische Differenzierungsfähigkeit, die Kopplungsfähigkeit, die Rhythmusfähigkeit (Fähigkeit, die Dynamik von Bewegungen zu erkennen und anpassen zu können, zum Beispiel auch an Musik), eine gute Orientierungs- und Gleichgewichtsfähigkeit sowie eine ausgeprägte Körperwahrnehmung essenziell. Zu diesen konditionellen und koordinativen Fähigkeiten kommen bei vielen dieser ästhetischen Sportarten auch optische Anforderungen zum Beispiel an die Körperstatur hinzu, um Bewegungen anmutiger und eleganter wirken zu lassen. Aus unserem Untersuchungskollektiv gehören die in Tabelle 7 dargestellten Sportarten in die Gruppe der ästhetischen Sportarten.

2.1.7 Technische Sportarten

Bei den technischen Sportarten stehen neben körperlichen Anforderungen vor allem höchste Konzentrationsfähigkeit und eine perfektionierte Technik im Vordergrund. Aber auch die körperliche Ausdauerfähigkeit darf bei den Sportarten dieser Gruppe nicht vernachlässigt werden. Die technischen Sportarten sind in Tabelle 8 dargestellt.

| Tabelle 8: Übersicht über die Technischen Sportarten | |
|--|-------|
| Technische Sportarten | n= 72 |
| Golf | 41 |
| Sportschießen | 17 |
| Bogenschießen | 10 |
| Schach | 2 |
| Reiten | 1 |
| Bowling | 1 |

| Tabelle 9: Übersicht über die paralympischen Disziplinen | |
|--|-------|
| Paralympische Disziplinen | n= 12 |
| Blindenfußball | 3 |
| Sitzvolleyball | 3 |
| Paralympisches Schwimmen | 1 |
| Paralympisches Snowboard | 1 |
| Rollstuhlbasketball | 1 |
| Rollstuhlfechten | 1 |
| Goalball | 1 |
| Paralympisches Ski Alpin | 1 |

2.1.8 Mehrkampf Leichtathletik

Insgesamt 64 Mehrkampfsportler*innen sind Teil des Untersuchungskollektivs. Zu ihnen gehören Sieben- und Zehnkämpfer*innen sowie junge Leichtathlet*innen, die sich bisher auf mehrere Disziplinen aus unterschiedlichen Sportartengruppen spezialisiert haben (z. B. Sprint, Sprung und Wurf). Bei den Frauen wird der Siebenkampf ausgetragen, der aus 100-Meter-Hürdenlauf, Hochsprung, Kugelstoßen, 200-Meter-Lauf, Weitsprung, Speerwurf und 800-Meter-Lauf besteht. Der Zehnkampf der Männer setzt sich aus 100-Meter-Lauf, Weitsprung, Kugelstoßen, Hochsprung, 400-Meter-Lauf, 110-Meter-Hürdenlauf, Diskuswurf, Stabhochsprung, Speerwurf und 1500-Meter-Lauf zusammen. Da all diese Disziplinen aus unterschiedlichen Sportartengruppen (Ausdauer, Kraft, Schnellkraft) mit sehr unterschiedlicher Energiebereitstellung kommen, konnte der Leichtathletik-Mehrkampf keiner bestehenden Gruppe zugeordnet werden, sodass wir uns zu einer separaten Einteilung entschlossen haben.

2.1.9 Paralympische Disziplinen

Die paralympischen Disziplinen werden von Sportler*innen mit körperlichen oder teilweise auch intellektuellen Beeinträchtigungen ausgeübt. Vom Internationalen Paralympischen Komitee wurden zehn Behinderungen festgelegt, von denen mindestens eine dauerhaft bestehen muss, damit an internationalen paralympischen Wettkämpfen teilgenommen werden kann. Diese festgelegten Beeinträchtigungen sind: eingeschränkte Muskelkraft, Beeinträchtigung des passiven Bewegungsapparates (z. B. Gelenksteife), fehlende Gliedmaßen (erworben oder kongenital), unterschiedliche Beinlänge, Kleinwuchs, Muskelhypertonie, Ataxie, Athetose, Beeinträchtigung der Sehfähigkeit, intellektuelle Beeinträchtigung (International Paralympic Committee, 2016). Die paralympischen Disziplinen als eine eigenständige Gruppe auszuwerten und nicht auf die übrigen Kategorien aufzuteilen hat folgenden Grund: Insbesondere bei Verletzungen des Rückenmarks treten neben den ersichtlichen motorischen Einschränkungen der paralympischen Athleten auch Auswirkungen auf das vegetative Nervensystem auf. Probleme bei der Miktion oder der Darmentleerung führen unter anderem dazu, dass Athleten ihre Flüssigkeitszufuhr reduzieren, um Trainings- oder Wettkampfunterbrechungen zu vermeiden. Als Folge können Nierenprobleme, Fieber, Muskelspastiken oder Kreislaufprobleme auftreten. (vgl. Webborn and Van de Vliet, 2012)

Dieses Beispiel zeigt, dass es im Bereich der paralympischen Disziplinen zum Teil sehr spezifische Einschränkungen gibt, die sich unter anderem auch auf die Ernährung auswirken, sodass eine eigenständige Kategorie für die statistische Auswertung sinnvoll erscheint. Zu unserem Untersuchungskollektiv gehören insgesamt 12 Sportlerinnen und Sportler aus den Sportarten und Disziplinen, die in Tabelle 9 dargestellt sind.

2.1.10 Weight Making Sportarten

Eine weitere Sportartengruppe stand zu Beginn dieser Arbeit zur Diskussion – *Weight Making* Sportarten (im Deutschen auch als Gewicht machende Sportarten bezeichnet). Auch Louise Burke widmet in ihrem Buch „*Practical*

Sports Nutrition“ ein eigenes Kapitel der Gruppe „*Weight Making Sports*“ (Burke, 2007). Hierunter fallen alle Sportarten und Disziplinen, bei denen es im Wettkampf von Vorteil ist, ein bestimmtes Körpergewicht zu haben, weil in unterschiedlichen Gewichtsklassen angetreten wird. Dazu gehören unter anderem Zweikampfsportarten wie Judo, Karate oder Ringen. Aber auch beim Gewichtheben wird in Gewichtsklassen gestartet. Um in einer niedrigeren Gewichtsklasse zu starten, als es das alltägliche Gewicht zulassen würde, nehmen einige Sportler gezielt kurze Zeit vor dem Wettkampf an Gewicht ab. Meist geschieht dies hauptsächlich über bewussten Wasserverlust. Durch vermehrtes Schwitzen (Saunagänge, Training in warmen Klamotten oder Gummianzügen,...) und stark reduzierte Flüssigkeitszufuhr verliert der Körper so schnell an Wasser und folglich an Kilos. Mit der Flüssigkeit gehen aber auch Elektrolyte verloren, die Thermoregulation wird eingeschränkt, das Risiko für Thrombosen erhöht sich, der Blutdruck fällt ab, und die Organdurchblutung leidet. Des Weiteren wirkt sich ein Flüssigkeitsverlust auch auf die sportliche Leistung aus. Die aerobe Ausdauerfähigkeit nimmt durch eine schnelle Gewichtsreduktion, die über Wasserverlust erreicht wird, ab (vgl. Fogelholm, 1994). Die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit spielt zwar bei den klassischen *Weight Making* Sportarten eine eher untergeordnete Rolle, doch schon ab einem Wasserverlust, der nur zwei Prozent des Körpergewichts ausmacht, kommt es ebenfalls zu „nachweisbaren Auswirkungen auf motorische Fähigkeiten, kognitive Leistung und sportspezifische Bewegungsmuster“ (Reale et al., 2017). Diskutiert wird ein mentaler Vorteil, den sich die Sportler durch die Gewichtsreduktion als Teil der Wettkampfvorbereitung verschaffen (vgl. Pettersson et al., 2013).

Zusammenfassend wird das *Weight Making* im Bereich der Kampfsportarten und des Gewichthebens zwar häufig praktiziert, jedoch ist es aufgrund der gesundheitlichen Folgen und des fraglichen Wettkampfvorteils sehr umstritten.

Zu den *Weight Making* Sportarten, die Bestandteil unseres Untersuchungskollektives sind, gehören Judo, Karate, Ju-Jutsu, Ringen und Gewichtheben. Da wir unsere Einteilung allerdings vordergründig nach

metabolischen Gesichtspunkten vorgenommen haben, haben wir uns dazu entschlossen Judo, Karate, Ju-Jitsu und Ringen zu den Zweikampfsportarten zusammenzufassen und das Gewichtheben zu den Kraftsportarten zu zählen. Aber natürlich kann das Thema *Weight Making* bei dieser Dissertation, die sich mit Ernährung beschäftigt, nicht völlig außer Acht gelassen werden, sodass wir bei der statistischen Auswertung in einzelnen Punkten eine zusätzliche Auswertung bezüglich des Themas hinzugenommen haben.

2.2 Fragebogen

Die Datenerhebung erfolgte über Fragebögen. Diese wurden mit der Einladung zur einmal jährlich stattfindenden Jahreshauptuntersuchung (JHU) der Kadersportler*innen in der Abteilung für Sportmedizin des Universitätsklinikums Tübingen und Stuttgart per Mail im Voraus zugeschickt, zu Hause ausgefüllt und dann zur Untersuchung mitgebracht. Ausgefüllt wurde der zweiseitige Ernährungsbogen selbstständig oder bei jungen Sportler*innen mit Hilfe der Eltern. Die Fragebogenrücklaufquote betrug 51,6 % (1000 von 1938). Für die statistische Auswertung zufällig ausgewählt wurden 1000 Fragebögen aus dem Zeitraum vom 12.01.2017 bis 22.08.2019.

Federführend konzipiert wurde der Fragebogen zu Ernährungsstatus und Ernährungsgewohnheiten von der Ernährungswissenschaftlerin und Leiterin der AG Sporternährung des Deutschen Olympischen Sportbundes (DOSB) sowie stellvertretenden Sprecherin der AG Sporternährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) Frau Prof. Dr. Anja Carlsohn. Finalisiert wurde der Fragebogen im Expertenteam der AG Sporternährung der DGE. Eine Validierung fand dann im Rahmen der Masterarbeit von Mirjam Pfahler statt. (vgl. Carlsohn et al., 2019b)

Der Screeningbogen kann in wenigen Minuten ausgefüllt werden und beinhaltet neun Abschnitte:

I. Aussagen zur Person und anthropometrische Daten

Name, Geburtsdatum, Hauptsportart, Untersuchungstag, Körpergröße (cm), Körpergewicht (kg).

Von den Untersuchenden mit „Ja“ oder „Nein“ anzukreuzen:
Ernährungszustand o. B. (= ohne Befund)?

II. Mahlzeiten

Wie häufig pro Woche nehmen Sie ein Frühstück/ Mittagessen/ Abendessen zu sich? Wie viele warme Mahlzeiten verzehren Sie üblicherweise am Tag? Wie viele Zwischenmahlzeiten nehmen Sie üblicherweise pro Tag ein?

Von den untersuchenden Ärzt*innen mit „Ja“ oder „Nein“ anzukreuzen:
Mahlzeiten o. B.?

III. Lebensmittel und Ernährungsweise

Wie häufig pro Tag essen Sie folgende Lebensmittel? Die Verzehrhäufigkeit von „(fast) nie“ bis „≥4x täglich“ war anzukreuzen für zwölf Lebensmittelgruppen: 1. Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreide(-produkte); 2. Gemüse, Salat, Rohkost, Gemüsesaft (100%); 3. Obst, Fruchtsaft (100%), Nüsse; 4. Milch, Käse, Milchprodukte (Joghurt, Quark); 5. Fleisch, Wurst, Aufschnitt; 6. Fisch, Meeresfrüchte; 7. Eier (inkl. Eier in Teig- und Backwaren); 8. Pflanzenöle, Butter, Margarine; 9. Süßigkeiten, Knabberartikel; 10. Wasser (Trink-, Tafel-, Mineralwasser); 11. Zuckergesüßte Getränke (Eistee, Cola, Limo); 12. Alkoholische Getränke.

Zusätzlich soll hier angegeben werden, ob eine spezielle Kostform wie vegetarisch, vegan, glutenfrei, laktosefrei, Low Carb oder anderes vorliegt und ob auf bestimmte Lebensmittel verzichtet wird.

Von den Behandelnden mit „Ja“ oder „Nein“ anzukreuzen:
Lebensmittelzusammenstellung o. B.?

Der Abschnitt über die einzelnen Lebensmittel wurde so konzipiert, dass aus den Angaben der Sportler*innen der sogenannte *Healthy Eating Index* (HEI) – auf Deutsch „Index für gesunde Ernährung“ - berechnet werden kann (Carlsohn, telefonische Korrespondenz, 20.12.2019). Dieser Index kommt ursprünglich aus den USA, wurde 1995 durch das *U. S. Department of Agriculture* (USDA) entwickelt und mittlerweile mehrfach an aktuelle US-amerikanische Ernährungsrichtlinien angepasst. Der aktuelle HEI-2015 ist angelehnt an die *Dietary Guidelines for Americans* (DGA) von 2015 bis 2020. Ziel der Entwicklung dieses Index sollte es sein, die Ernährungsqualität einer Person über eine zusammenfassende Wertung bzw. Punktzahl vergleichbar zu machen. Dabei werden zwölf Komponenten mit jeweils fünf bis zwanzig Punkten bewertet. Die Punktzahl ergibt sich aus der tatsächlichen Verzehrmenge angegeben in *Cups* (Tassen) oder Unzen in Relation zur Gesamtkalorienzahl. Insgesamt können so 100 Punkte erreicht werden. (vgl. Krebs-Smith et al., 2018)

Angelehnt an diesen, auf den US-amerikanischen Richtlinien basierenden, HEI gibt es zahlreiche Varianten, die nach anderen länderspezifischen Bewertungsgrundlagen ausgerichtet wurden.

Das deutsche Pendant, der HEI-EPIC wurde 2008 von Anne von Rüsten et al. entwickelt und orientiert sich an deutschen Ernährungsempfehlungen sowie der aid-Ernährungspyramide. In Anlehnung an diese Variante des HEI wurde der Abschnitt zur Angabe der Häufigkeit der Einnahme von einzelnen Lebensmittelgruppen auf dem Fragebogen konzipiert.

Beim HEI-EPIC werden acht Lebensmittelgruppen unterschieden (Abb. 3). Für jede Gruppe können im Optimalfall zehn Punkte und damit insgesamt 80 Punkte erreicht werden. Die Punktzahl der jeweiligen Kategorie ergibt sich aus dem Verhältnis von tatsächlicher zu empfohlener Verzehrmenge. (vgl. von Rüsten et al., 2009)

| Lebensmittelgruppe | Lebensmitteluntergruppen |
|---|---|
| (1) Getränke | (1) Getränke |
| (2) Gemüse ¹ | (2) Gemüse |
| | (3) Gemüsesaft |
| (3) Obst ¹ | (4) Obst |
| | (5) Obstsaft |
| (4) Getreide, Getreideerzeugnisse, Kartoffeln | (6) Brot, Getreideflocken |
| | (7) Beilagen (Kartoffeln, Nudeln, Reis) |
| (5) Milch und Milchprodukte | (8) Milch |
| | (9) Joghurt |
| | (10) Käse |
| (6) Fleisch, Wurst, Fisch, Ei | (11) Fleisch |
| | (12) Wurst |
| | (13) Fisch |
| | (14) Ei |
| (7) Fette und Öle | (15) Fette |
| | (16) Öle |
| (8) Süßigkeiten, fette Snacks | (17) Süßes, Snacks |

¹Obst + Gemüse (Anm.: in Anlehnung an die aid- und DGE-Empfehlungen inkl. 1 Portion Saft, zusätzliche Saftportionen zur Gruppe „Getränke“ gezählt)

Abb. 3: Einteilung der Lebensmittelgruppen nach Von Rüsten (von Rüsten et al., 2009)

Der HEI-EPIC kann mithilfe von zwei Formeln berechnet werden. Für die Lebensmittel aus den Kategorien eins bis drei wird folgende Formel verwendet:

$$\text{Punktzahl} = \frac{\text{tatsächliche Verzehrsmenge}}{\text{empfohlene Verzehrsmenge}} * 10$$

Die Lebensmittel der Kategorien eins bis drei zählen zu den gesunden Lebensmitteln. Je mehr Lebensmittel aus diesen Kategorien verzehrt werden, desto mehr Punkte werden hier verteilt. Liegt die tatsächliche Verzehrmenge unterhalb der empfohlenen Menge, so ergibt sich ein Quotient, der kleiner als

eins ist. Folglich wird die erreichte Punktzahl kleiner als zehn Punkte. Theoretisch können in diesen Kategorien bei einer tatsächlichen Verzehrmenge, die größer ist als die empfohlene Verzehrmenge, mehr als zehn Punkte pro Kategorie erreicht werden. (vgl. von Rüsten et al., 2009)

Für Lebensmittel aus der Kategorie acht wird dagegen folgende Formel verwendet:

$$Punktzahl = \frac{\text{empfohlene Verzehrsmenge}}{\text{tatsächliche Verzehrsmenge}} * 10$$

Je mehr Lebensmittel aus Kategorie acht (Süßigkeiten und Knabberartikel) verzehrt werden, desto weniger Punkte werden erreicht. Durch die inverse Formel wird der Quotient und damit auch die gesamte Punktzahl in der jeweiligen Kategorie umso kleiner, je größer die tatsächliche Verzehrmenge ist.

Bei den Lebensmitteln der Kategorien vier bis sieben handelt es sich um Nahrungskomponenten, die in einer bestimmten Menge gesund sind. Hier gibt es für jede Kategorie eine Mindest- und eine Maximalverzehrmenge. Abhängig von der tatsächlichen Verzehrmenge wird dann entweder die erste oder die zweite Formel verwendet. Bei Überschreitung der empfohlenen Verzehrmenge wird die zweite Formel verwendet. Liegt die tatsächliche Verzehrmenge unter oder im Bereich der empfohlenen, wird die erste Formel verwendet. (vgl. von Rüsten et al., 2009)

Basierend auf dem US-amerikanischen HEI geben Von Rüsten et al. eine Einteilung der Ernährungsqualität in „gut“ (> 80 % der optimalen Punktzahl), „verbesserungswürdig“ (50-80 % der optimalen Punktzahl) und „schlecht“ (≤ 50% der optimalen Punktzahl) an. Daraus ergibt sich folgende Bewertung für den HEI-EPIC (von Rüsten et al., 2009):

| | |
|--------------|-------------------------|
| > 64 Punkte | = „gut“ |
| 41-64 Punkte | = „verbesserungswürdig“ |
| < 41 Punkte | = „schlecht“ |

| Item | Verzehrhäufigkeit |
|---|---|
| 1. Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreide(-produkte) | Mind. 2 x pro Tag |
| 2. Gemüse, Salat, Rohkost, Gemüsesaft (100 %) | Mind. 2 x pro Tag |
| 3. Obst, Fruchtsaft (100 %), Nüsse | Mind. 2 x pro Tag |
| 4. Milch, Käse, Milchprodukte (Joghurt, Quark) | Mind. 2 x pro Tag, max. 3 x pro Tag |
| 5. Fleisch, Wurst, Aufschnitt | Max. 3-5 x pro Woche |
| 6. Fisch, Meeresfrüchte | Mind. 1-2 x pro Woche, max. 3-5 x pro Woche |
| 7. Eier (inkl. Eier in Teig- und Backwaren) | 1-2 x pro Woche (max. Grenzwert 3 x pro Woche) |
| 8. Pflanzenöle, Butter, Margarine | Mind. 2 x pro Tag, max. 3 x pro Tag |
| 10. Wasser (z.B. Mineralwasser, Tee) | Mind. 4 x pro Tag |
| 9. Süßigkeiten, Knabberartikel und 11. Zuckerge-süßte Getränke (z.B. Cola, Limo, Eistee), | Max. 1 x pro Tag (bzw. beide Items max. 3-5 x pro Woche) |
| 12. Alkoholische Getränke | Max. 3-5 x pro Woche |

Abb. 4: Empfohlene Verzehrhäufigkeit der Lebensmittelgruppen (Prof. Dr. Anja Carlsohn)

IV. Gastrointestinale und sonstige Beschwerden

Hierzu gehören folgende fünf Fragen, die jeweils mit „Ja“ oder „Nein“ angekreuzt werden konnten: 1. Hatten oder haben Sie aktuell Magen-Darmbeschwerden? 2. Hatten oder haben Sie Gewichtsschwankungen (und wenn ja, um wie viel kg)? 3. Hatten oder haben Sie regelmäßigen und beschwerdefreien Stuhlgang? 4. Hatten oder haben Sie häufiger Durchfall oder schon einmal Blut im Stuhl? 5. Hatten Sie jemals eine Erkrankung der Leber, Gallenblase oder Bauchspeicheldrüse?

Auch hier ist von der oder dem Untersuchenden anzukreuzen:
Gastrointestinaler Abschnitt o. B.?

V. Fragen zu Gewicht und Figur (Indikatorfragen Essstörung)

Fünf weitere Fragen zu Gewicht und Figur, die als Indikatorfragen zum Thema Essstörung dienen sollen: 1. Haben Sie versucht bzw. versuchen Sie derzeit durch Reduktion Ihrer Essensmenge Ihr Körpergewicht oder Ihre Figur zu beeinflussen? 2. Essen Sie manchmal längere Zeit (länger als 8 Stunden, ausgenommen Schlafzeiten) nichts, um damit Ihr Körpergewicht oder Ihre Figur zu beeinflussen? 3. Haben Sie versucht bzw. versuchen Sie derzeit, durch Verzicht auf Lebensmittel, die Sie eigentlich mögen, Ihr Körpergewicht oder Ihre Figur zu beeinflussen? 4. Haben Sie versucht bzw. versuchen Sie derzeit, durch selbst auferlegte Essensregeln, Ihr Körpergewicht oder Ihre Figur zu beeinflussen? 5. Hatten oder haben Sie häufiger den Wunsch, einen leeren Magen zu haben?

Alle fünf Fragen sind ebenfalls mit „Ja“ oder „Nein“ anzukreuzen.

VI. Menstruation (nur von Athletinnen zu beantworten)

Neben genetischer Veranlagung und psychischem Befinden können sich vor allem auch der Ernährungszustand und intensives körperliches Training auf die pubertäre Entwicklung und insbesondere auch auf den weiblichen Menstruationszyklus auswirken (Kapczuk, 2017). Darum beschäftigen sich zwei Fragen des Ernährungsfragebogens mit dem Thema Menstruation. Dieser Abschnitt sollte nur von den Kadersportlerinnen beantwortet werden und beinhaltet folgende Fragen:

Haben Sie einen regelmäßigen Menstruationszyklus?

Wie lang ist der Zyklus üblicherweise?

VII. Nahrungsergänzungsmittel

Nehmen Sie Nahrungsergänzungsmittel (Vitamine und/oder Mineralstoffe) ein?

Hier ist die Häufigkeit „nie“, „1-4 x/Monat“, „1-4 x/Woche“, „täglich“

anzukreuzen. Bei Einnahme eines oder mehrerer Präparate folgt Platz auf dem Fragebogen für eine Erläuterung von Produktname, Wirkstoff und Dosierung.

VIII. Sportlerprodukte

Nehmen Sie spezielle Sportlerprodukte (Energie-, Eiweiß-, Kohlenhydratriegel, -gele, -pulver) ein? Hier ist die Häufigkeit „nie“, „1-4 x/Monat“, „1-4 x/Woche“, „täglich“ anzukreuzen. Bei Einnahme eines oder mehrerer Präparate folgt Platz auf dem Fragebogen für eine Erläuterung von Produktname, Wirkstoff und Dosierung.

IX. Zusatzuntersuchungen

Am Ende des Fragebogens folgt eine grau hinterlegte Fläche, die ebenfalls von den behandelnden Ärzt*innen ausgefüllt wird. Es kann angekreuzt werden, wenn Zusatzuntersuchungen aus Sicht der oder des Untersuchenden notwendig sind oder empfohlen werden. Diese Zusatzuntersuchungen können sein: eine umfassende Ernährungsanalyse, weiterführende medizinische Diagnostik, ein FAT-/RED-S-Screening (FAT = *Female Athlete Triad*, RED-S = *Relative Energy Deficiency in Sport* (Burke et al., 2018)) oder eine Ernährungsberatung bzw. eine Vorstellung bei einem Ernährungsberater des zuständigen Olympiastützpunktes.

2.3 Statistische Auswertung

Vor der Auswertung wurde jedem Patienten eine beliebige Nummer zwischen eins und tausend zugewiesen, sodass eine Bearbeitung der Daten unter anonymen Bedingungen erfolgen konnte.

Für die statistische Auswertung der Ernährungsbögen wurden die Variablen zunächst in diskrete Werte codiert (z. B. Ja=1, Nein=0; männlich=0, weiblich=1;...). Dabei dienen die Werte lediglich der Unterscheidung, nicht aber dem Ausdruck unterschiedlicher Wertigkeiten der Gruppen. Anschließend wurde mittels beschreibender, deskriptiver Statistik ausgewertet. Die

statistische Analyse der erhobenen Daten erfolgte mit Hilfe der Softwareplattform SPSS Statistics der Softwarefirma IBM.

In erster Linie wurden Häufigkeitsverteilungen (absolute sowie relative Häufigkeit in Prozent) der verschiedenen Parameter in Bezug auf das gesamte Untersuchungskollektiv sowie auf das Geschlecht, das Alter und die zugehörige Sportartengruppen bestimmt.

Zur Bestimmung der statistischen Signifikanz in Bezug auf die Auswertung des *Healthy Eating Index* (HEI) und die Fragestellung, ob ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern, Altersgruppen und Sportartengruppen besteht, wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Dieser vergleicht die Mediane zweier unabhängiger Stichproben miteinander. Ein einfacher t-Test konnte aufgrund der fehlenden Normalverteilung unserer Daten nicht verwendet werden. Gelten die Annahmen des t-Tests, so ist der U-Test zwar dem t-Test leicht unterlegen, bei nicht normalverteilten Populationen jedoch zeigt sich der U-Test gegenüber dem t-Test mit größerer Teststärke (vgl. Zimmermann and Zumbo, 1993).

Der Mann-Whitney-U-Test vergleicht nicht direkt die Mittelwerte, wie es beispielsweise bei einem t-Test der Fall ist. Stattdessen werden Rangsummen gebildet. Nach aufsteigender Anordnung der abhängigen Variablen (z. B. Healthy Eating Index) werden Ränge zugewiesen. Je Gruppe bzw. Stichprobe wird die Summe dieser Ränge ermittelt und schließlich verglichen. (vgl. Eid et al., 2017)

Als Teststatistik dient nun die kleinere der beiden Rangsummen. Über eine z-Transformation, können die kritischen Werte sowie die Signifikanz p bestimmt werden. Definition des p -Werts: „Der p -Wert ist definiert als die Wahrscheinlichkeit, ein empirisches Ergebnis (oder ein noch stärker gegen die Nullhypothese sprechendes Ergebnis) zu finden, unter Annahme, dass die Nullhypothese wahr ist“ (Eid et al., 2017). Gilt für das Signifikanzniveau $p < 0,05$, kann die Nullhypothese (H_0 = es liegt kein signifikanter Unterschied vor) abgelehnt werden. Somit unterscheiden sich die Mediane und zum Beispiel die

erreichten Punktzahlen im HEI zwischen den Gruppen signifikant. (vgl. Eid et al., 2017)

Die Stärke der Signifikanz kann nun weiter durch das Effektstärkemaß r beschrieben werden (vgl. Cohen, 1992, Regorz, 2020):

$$r = \left| \frac{z}{\sqrt{n}} \right|$$

r = Effektgröße / Effektstärkemaß nach Cohen

z = z-Wert (Standardisierungswert)

n = Anzahl (hier Anzahl der Sportler*innen)

Interpretation der Effektgröße nach Cohen (1992)

0,14 = schwach signifikant

0,35 = mittelstark signifikant

0,57 = stark signifikant

Voraussetzungen für den Mann-Whitney-U-Test sind zwei voneinander unabhängige Stichproben, Varianzhomogenität (= gleiche Streuung sowie gleiche Form) und stetiges Merkmal/eine Ordinalskalierung (Eid et al., 2017). Alle Voraussetzungen wurden in Bezug auf den HEI überprüft und konnten bestätigt werden.

Im folgenden Kapitel wird nun darauf eingegangen, welche Ergebnisse die Auswertung der Fragebögen aufzeigten.

3 Ergebnisse

3.1 Allgemeine Angaben und anthropometrische Daten

Insgesamt wurden 1000 Fragebögen von 519 männlichen Kadersportlern (51,9 %) und 481 weiblichen Kadersportlerinnen (48,1 %) aus 73 verschiedenen Sportarten und Disziplinen ausgefüllt und von uns ausgewertet. Die Befragten waren am Untersuchungstag zwischen 7 und 45 Jahren alt. Das Durchschnittsalter lag bei 16,01 Jahren (SD 4,4), der Altersmedian bei 15,0 Jahren.

Aus der angegebenen Körpergröße und dem Körpergewicht der Befragten wurde der *Body Mass Index* (BMI) berechnet. Der BMI wird häufig als Indikatorgröße für Übergewicht und Adipositas verwendet und berechnet sich wie folgt:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht in kg}}{(\text{Körpergröße in m})^2} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

Ab einem BMI von 25 kg/m² gilt ein Erwachsener als übergewichtig. Bei Kindern und Jugendlichen nimmt der BMI während des Wachstums physiologisch im Säuglingsalter zunächst zu, fällt dann im Kleinkindalter wieder etwas ab, um dann bis zum 18. Lebensjahr erneut anzusteigen. Deshalb wird bei Kindern und Jugendlichen für gewöhnlich anhand von Perzentilen bewertet, ob der BMI eher zu hoch oder zu gering ist. (vgl. Neuhauser et al., 2013)

Die berechneten Durchschnittswerte für den BMI bei den erwachsenen Kadersportler*innen aus verschiedenen Sportartengruppen sind der Tabelle 10 zu entnehmen. Die Ausdauersportarten haben im Durchschnitt den geringsten BMI zu verzeichnen. Bei den Kraftsportarten liegt der BMI im Durchschnitt am höchsten.

Auf eine detaillierte Auswertung der BMI-Werte für die Sportler*innen unter 18 Jahren wird an dieser Stelle verzichtet, da für jedes Alter getrennt ausgewertet

werden müsste und dadurch die Anzahl der Kinder und Jugendlichen einer Altersgruppe zu klein wäre, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

Tabelle 10:
Body Mass Index im Vergleich zwischen den Sportartengruppen der
Altersgruppe ≥ 18 Jahre

| Sportartengruppe (Anzahl der SportlerInnen ≥ 18 J) | BMI (in kg/m ²) | | | |
|--|-----------------------------|--------|---------|---------|
| | Mittelwert (95%-KI) | Median | Minimum | Maximum |
| Ballsportarten (47) | 23,6 (22,8-24,5) | 23,2 | 18,8 | 33,6 |
| Ausdauersportarten (19) | 20,8 (19,8-21,8) | 20,8 | 17,7 | 24,5 |
| Kraftsportarten (29) | 26,9 (25,4-28,4) | 27,5 | 18,4 | 33,7 |
| Kampfsportarten (12) | 23,9 (21,5-26,3) | 23,1 | 20,2 | 32,5 |
| Schnellkraftsportarten (45) | 21,8 (21,1-22,6) | 21,5 | 17,6 | 28,7 |
| Ästhetische Sportarten (46) | 22,6 (21,9-23,3) | 22,1 | 19,4 | 28,9 |
| Technische Sportarten (13) | 22,1 (20,6-23,7) | 21,3 | 19,5 | 29,0 |
| Mehrkampf Leichtathletik (6) | 22,9 (19,2-26,7) | 21,9 | 19,3 | 29,7 |
| Paralymp. Disziplinen (9) | 21,2 (18,9-23,4) | 22,0 | 16,5 | 24,8 |

Von den Untersuchenden ist auf dem Fragebogen im ersten Abschnitt anzukreuzen, ob der Ernährungszustand als unauffällig bewertet wird. In 644 von 675 Fällen (95,4 %) wurde der Ernährungszustand als unauffällig und ohne pathologischen Befund angegeben. Bei 31 Sportler*innen (4,6 %) erschien der Ernährungszustand der oder dem Untersuchenden als auffällig. Insgesamt wurde diese Frage bei 325 Fragebögen (32,5%) nicht beantwortet. Zwischen den Geschlechtern sind deutliche Unterschiede erkennbar (siehe Tabelle 11). Bei 7,3 % der Studienteilnehmerinnen wurde der Ernährungszustand als auffällig befunden. Bei den männlichen Studienteilnehmern waren es nur 1,8 %.

Zwischen den Sportartengruppen sind die Unterschiede mit Ausnahme von den ästhetischen Sportarten gering. Bei Letzteren wurde der Ernährungszustand für 10,3 % (16 von 155) als auffällig angegeben, was deutlich über dem Gesamtdurchschnitt des Untersuchungskollektivs liegt.

| Tabelle 11: Bewertung des Ernährungszustandes | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Geschlecht | Ernährungszustand o. B.? [*] | |
| | Ja (Anzahl der Sportler*Innen) | Nein (Anzahl der Sportler*Innen) |
| Weiblich | 92,7 % (319 von 344) | 7,3 % (25 von 344) |
| Männlich | 98,2 % (325 von 331) | 1,8 % (6 von 331) |
| Gesamt | 95,4 % (644 von 675) | 4,6 % (31 von 675) |

**nach Einschätzungen der behandelnden Ärzt*innen*

3.2 Mahlzeiten

Das Frühstück wurde unter allen Kadersportlerinnen und -sportlern mit durchschnittlich 6,4-mal pro Woche angegeben. Ein Mittagessen wird im Durchschnitt 6,7-mal und ein Abendessen 6,8-mal verzehrt. Im Vergleich zwischen den Sportartengruppen ergaben sich bei der Häufigkeit der Mahlzeiten keine auffälligen Unterschiede. 811 Sportlerinnen und Sportler (81,6 %) nehmen täglich ein Frühstück zu sich. 182 (18,3 %) gaben an, weniger als 7-mal in der Woche zu frühstücken. 4,0 % der Befragten (40 Leute) gaben an, nur 2-mal in der Woche ein Frühstück zu sich zu nehmen. 14 Sportlerinnen und Sportler (1,4 %) frühstücken nach eigenen Angaben gar nicht. 17,2 % gaben an, weniger als 7-mal in der Woche ein Mittagessen zu sich zu nehmen. 9,7 % essen weniger als 7-mal pro Woche zu Abend. Durchschnittlich 1,7 Zwischenmahlzeiten werden am Tag eingenommen. 6,7 % gaben an, nie eine

Zwischenmahlzeit einzunehmen. Bei den warmen Mahlzeiten sind es durchschnittlich 8,1 pro Woche.

Das Feld „Mahlzeiten o. B.“ wurde von der jeweiligen Ärzt*in bei 651 von 677 Fragebögen (96,2 %) mit „Ja“ angekreuzt. 26 von 677 (3,8 %) wurden mit „Nein“ beantwortet. Auf 32,3 % (323 von 1000) der Ernährungsbögen wurde keine Antwort angegeben.

3.3 Lebensmittel und HEI-EPIC-Index

Insgesamt ergab sich bei unseren Untersuchungen nach Auswertung aller Fragebögen ein durchschnittlicher *Healthy Eating Index* (HEI) von 47,4 Punkten (SD \pm 10,4). Hierbei zeigte sich bei den Mädchen und Frauen mit 47,9 Punkten im Vergleich zu den männlichen Studienteilnehmern mit 46,9 Punkten ein statistisch signifikant höherer Wert. Der Unterschied ist jedoch als schwach signifikant zu bewerten (Effektstärkemaß $r = 0,067$).

Ein ebenfalls schwach signifikanter Unterschied ($r = 0,078$) zeigte sich im Altersgruppenvergleich zwischen minderjährigen Kadersportler*innen und Kadersportler*innen ab 18 Jahren. Die unter 18-Jährigen schnitten mit 47,9 Punkten (SD \pm 10,4) besser ab als die volljährigen Sportler*innen mit 45,8 Punkten (SD \pm 10,1). Mit zunehmendem Alter fiel ein abnehmender HEI auf. In der Altersgruppe der 7-10-Jährigen wurde ein durchschnittlicher HEI von 49,3 Punkten erreicht. Die 11-13-Jährigen lagen mit einem HEI von 48,5 Punkten darunter. Es folgen die 14-17-Jährigen mit 47,6 Punkten und die erwachsenen Sportler*innen mit einem Mittelwert von 45,8 Punkten.

Zwischen den Sportartengruppen ergaben sich teilweise deutlich signifikante Unterschiede (Abb. 5). An oberster Stelle lagen mit 51,3 Punkten die Ausdauersportarten. Am schlechtesten schnitten die Zweikampfsportarten mit 42,8 Punkten und die technischen Sportarten mit 45,2 Punkten ab.

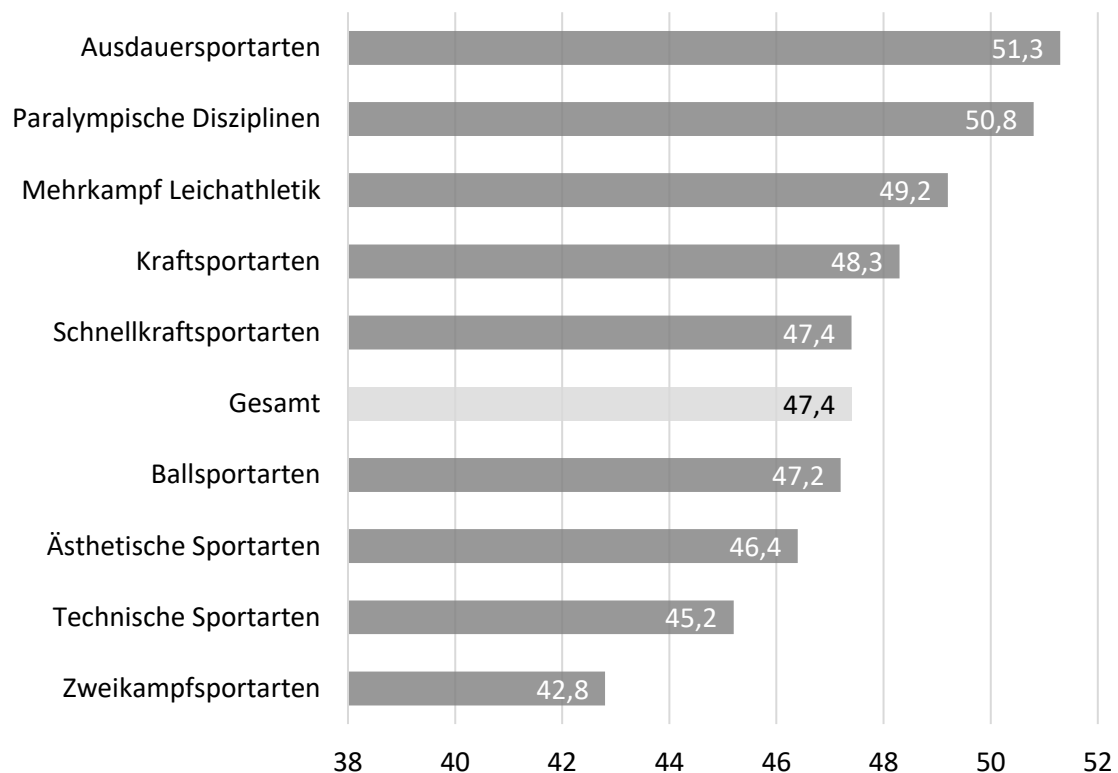


Abb. 5: Healthy Eating Index – durchschnittliche Punktzahl je Sportartengruppe

Bei den einzelnen Lebensmittelgruppen erreichte die Kategorie „Wasser, Mineralwasser, Tee“ den besten Wert - nämlich durchschnittlich 8,7 Punkte. Die Kategorie „Obst, Fruchtsaft, Nüsse“ landete mit 6,4 Punkten auf dem zweiten Platz, gefolgt von der Lebensmittelgruppe „Fleisch, Wurst, Fisch, Eier“ mit durchschnittlich 6,3 Punkten. Es folgen „Gemüse, Salat, Rohkost“ mit 5,4 Punkten, „Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreideprodukte“ mit durchschnittlich 5,3 Punkten, „Pflanzenöle, Butter Margarine“ mit 4,3 Punkten und „Milch, Käse, Milchprodukte“ mit im Mittel 4,0 Punkten. Die Kategorie „Süßigkeiten, zuckergesüßte Getränke und Knabberartikel“ schnitt mit durchschnittlich 2,7 Punkten am schlechtesten ab. Hier wurde die Empfehlung von maximal einmal täglich sehr häufig überschritten.

Obst, Fruchtsäfte und Nüsse werden von 67,2 % aller Kadersportler*innen weniger als zweimal täglich eingenommen. Gemüse, Salat und Rohkost werden von 76,0 % weniger als zweimal täglich verzehrt. Milchprodukte werden von

29,1% wie empfohlen zwei- bis dreimal täglich verspeist. 69,6 % verzehren maximal einmal täglich Milchprodukte. Fleisch und Wurst stehen bei 56,4 % aller Kadersportler*innen maximal drei- bis fünfmal pro Woche auf dem Speiseplan. 43,6 % essen häufiger als drei- bis fünfmal pro Woche Fleisch- und Wurstprodukte. Fast die Hälfte des Untersuchungskollektivs isst nie oder nur sehr selten Fisch. Kartoffeln, Nudeln, Reis und Getreideprodukte werden von zwei Dritteln aller Sportler*innen (66,2 %) weniger als zweimal täglich verzehrt. In dieser Kategorie waren deutliche Unterschiede zwischen den Sportartengruppen und auch zwischen den Disziplinen erkennbar (Abb. 6). Unter den Zweikampfsportler*innen gaben 81,2 % an, weniger als zweimal täglich Lebensmittel aus der Kategorie „Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreideprodukte“ zu verzehren, bei den ästhetischen Sportarten waren es 73,0%. Unter den Ausdauersportler*innen war es dagegen nur die Hälfte, die angab, weniger als zweimal pro Tag Kartoffeln, Nudeln, Reis oder Getreideprodukte zu verzehren. Am geringsten wurde die Verzehrhäufigkeit dieser Kategorie von rhythmischen Sportgymnastikerinnen dokumentiert. 88,9% gaben an, weniger als zweimal pro Tag Kartoffeln, Nudeln, Reis oder Getreideprodukte zu verspeisen. 33,3 % essen laut eigener Aussage nur drei- bis fünfmal pro Woche Produkte dieser Kategorie, 28,9 % nur ein- bis zweimal pro Woche und 6,7 % gaben an, nie oder fast nie Kartoffeln, Nudeln, Reis oder Getreideprodukte zu verzehren.

Orientiert an der Bewertung nach Von Rüsten et al. (siehe Kapitel 2.2) ernähren sich 6,0 % des gesamten Untersuchungskollektivs nach unserer Auswertung „gut“. 66,8 % erreichten ein „verbesserungswürdig“. Bei 27,2 % ist die Ernährung nach oben genannter Einteilung als „schlecht“ zu bewerten.

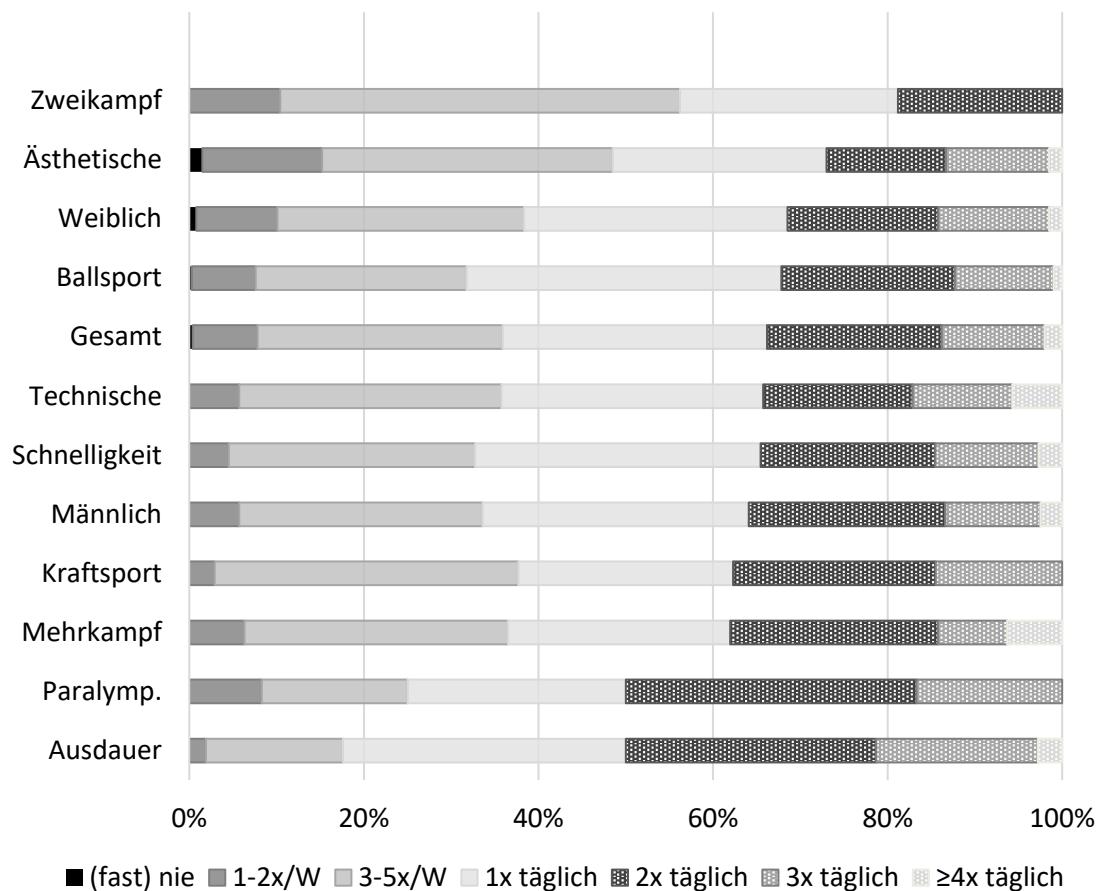


Abb. 6: Verzehrhäufigkeit „Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreideprodukte“. Zunehmende Verzehrhäufigkeit von oben nach unten.

Auffallend im Vergleich zwischen den Altersgruppen ist ein mit zunehmendem Alter kontinuierlich ansteigender Anteil der Sportler*innen mit einem HEI, der nach Von Rüsten als „schlecht“ (< 41 Punkte) zu beurteilen ist (von Rüsten et al., 2009). Bei den 7-10-Jährigen fielen 13,5 % in die Kategorie „schlecht“. Unter den 11-13-Jährigen waren es 21,2 %, bei den 14-17-Jährigen 27,9 % und bei den Erwachsenen ab 18 Jahren 32,4 %, die weniger als 41 Punkte erreichten. Eine Übersicht über die Unterschiede zwischen den Geschlechtern sowie den Altersgruppen ist der Abb. 7 zu entnehmen.

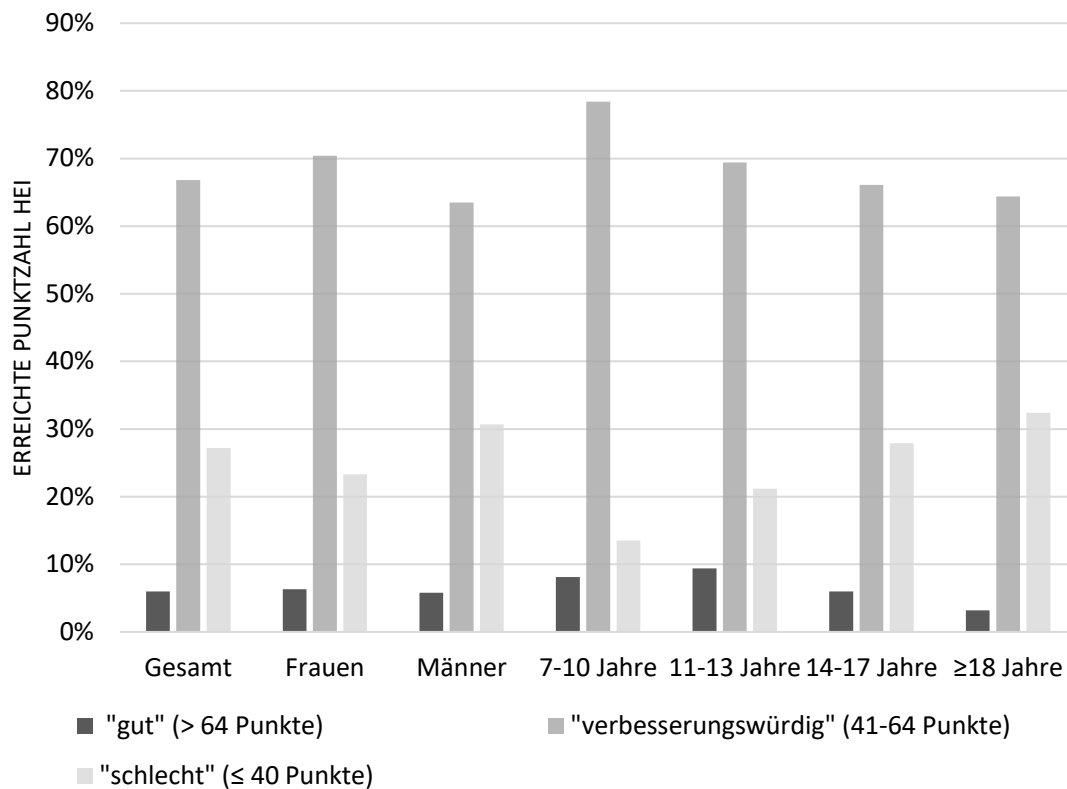


Abb. 7: Bewertung der Ergebnisse des Healthy Eating Index im Gruppenvergleich

Die Fragestellung „Lebensmittelzusammenstellung o. B.“ wurde von den behandelnden Ärzt*innen auf den Fragebögen zu 86,5 % (590 von 682) mit „Ja“ beantwortet. Die Lebensmittelzusammenstellung wurde bei 13,5 % (92 von 682) als auffällig und nicht ausgewogen eingeschätzt. Auf 31,8 % (318 von 1000) der Fragebögen wurde keine Antwort angegeben.

Von den 92 Kadersportler*innen, deren Lebensmittelzusammenstellung von den Behandelnden als auffällig eingeschätzt wurde, erreichten 40 Sportler*innen nur maximal 40 Punkte bei der Auswertung des HEI, was einer Übereinstimmung mit der ärztlichen Einschätzung entspricht. Bei 47 von den 92 Sportler*innen ergab sich ein HEI der zwischen 41 und 64 Punkten lag, was einer Bewertung nach Von Rüsten et al. als „verbesserungswürdig“ gilt. 2 von 92 Sportler*innen, deren Ernährung ärztlich als unzureichend eingeschätzt wurde, erreichten einen HEI von über 64 Punkten.

3.4 Spezielle Kostformen

Aus unserem Untersuchungskollektiv gaben 6,2 % (62 von 1000 Sportler*innen) an, sich vegetarisch, vegan, laktosefrei, glutenfrei, Low Carb oder über eine andere spezielle Kostform zu ernähren. Etwa doppelt so viele Frauen (8,5 %) wie Männer (4,0 %) praktizieren eine dieser speziellen Ernährungsweisen. Eine Übersicht über die einzelnen Kostformen auch im Altersgruppen- und Geschlechtervergleich stellt Tabelle 12 dar.

| Tabelle 12: Spezielle Kostformen im Altersgruppen- und Geschlechtervergleich | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Alle Sportler | 7-11 Jahre | 12-17 Jahre | ≥18 Jahre | Männlich | Weiblich |
| Vegetarisch | 2,1% (21/1000) | 0,0% (0/82) | 1,7% (12/692) | 4,0% (9/226) | 0,8% (4/519) | 3,5% (17/481) |
| Vegan | 0,3% (3/1000) | 0,0% (0/82) | 0,1% (1/692) | 0,9% (2/226) | 0,2% (1/519) | 0,4% (2/481) |
| Laktosefrei | 2,2% (22/1000) | 2,4% (2/82) | 1,3% (9/692) | 4,9% (11/226) | 1,9% (10/519) | 2,4% (12/481) |
| Glutenfrei | 0,9% (9/1000) | 0,0% (0/82) | 0,3% (2/692) | 3,1% (7/226) | 1,0% (5/519) | 0,8% (4/481) |
| Low Carb | 1,2% (12/1000) | 0,0% (0/82) | 0,6% (4/692) | 3,5% (8/226) | 0,8% (4/519) | 1,7% (8/481) |
| Sonstige* | 0,9% (9/1000) | 0,0% (0/82) | 0,7% (6/692) | 1,2% (3/226) | 1,0% (5/519) | 0,8% (4/481) |

*Unter „sonstige Kostformen“ wurden angegeben: peschetarisch (1), zuckerfrei (1), Intervallfasten (1), fructosefrei (2) sowie ohne Schweinefleisch (4).

Der Anteil von Vegetariern innerhalb einer Sportartengruppe ist unter den paralympischen Disziplinen mit 8,3 % am größten, gefolgt von den Kraftsportarten mit 7,0 %, den Ausdauersportarten mit 4,6 % und den technischen Sportarten mit 2,8 %. Die Vegetarier machen unter den übrigen Sportartengruppen jeweils einen Anteil von weniger als 2 % aus.

Bei den weiteren Kostformen ergaben sich zwischen den Sportartengruppen keine relevanten Unterschiede.

3.5 Gastrointestinale und sonstige Beschwerden

In diesem Abschnitt sollten fünf Fragen zu Magen-Darm-Beschwerden, Gewicht, Stuhlgang und Erkrankungen von Leber, Gallenblase und Bauchspeicheldrüse beantwortet werden. Die statistische Auswertung dieses Abschnittes ist Tabelle 13 zu entnehmen.

Eine weiterführende Analyse wurde für die einzelnen Sportartengruppen vorgenommen. Im Folgenden wird lediglich auf die vom Durchschnitt des gesamten Untersuchungskollektivs abweichenden und erwähnenswerten Ergebnisse eingegangen.

| Tabelle 13: Gastrointestinale oder sonstige Beschwerden | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Alle Sportler | | Männlich | | Weiblich | |
| | Ja | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein |
| Magen-Darm-Beschwerden? | 7,2%* (71/ 983) | 92,8% (912/ 983) | 7,1% (36/ 509) | 92,9% (473/ 509) | 7,4% (35/ 509) | 92,6% (439/ 509) |
| Gewichtsschwankungen? | 5,4% (53/ 981) | 94,6% (928/ 981) | 4,5% (23/ 510) | 95,5% (487/ 510) | 6,4% (30/ 471) | 93,6% (441/ 471) |
| Stuhlgang regelmäßig und beschwerdefrei? | 83,4% (812/ 974) | 16,6% (126/ 974) | 84,4% (428/ 507) | 15,6% (79/ 507) | 82,2% (384/ 467) | 17,8% (83/ 467) |
| Durchfall oder Blut im Stuhl? | 1,5% (15/ 986) | 98,5% (971/ 986) | 1,6% (8/ 513) | 98,4% (505/ 513) | 1,5% (7/ 473) | 98,5% (466/ 473) |
| Erkrankungen von Leber, Gallenblase, Bauchspeicheldrüse? | 0,9% (9/ 988) | 99,1% (979/ 988) | 1,0% (5/ 514) | 99,0% (509/ 514) | 0,8% (4/ 474) | 99,2% (470/ 474) |

**gültige Prozent (Anzahl der Sportler*innen, die die jeweilige Antwort markiert haben / Anzahl der Sportler*innen, die die Frage insgesamt beantwortet haben)*

Von den Zweikampfsportler*innen gaben 18,4 % (9 von 49) an, in der Vergangenheit Magen-Darm-Beschwerden gehabt oder zum aktuellen

Zeitpunkt zu haben. Unter den Sportler*innen der *Weight Making* Sportarten waren es sogar 19,6 % (10 von 51). Auch bei den Technischen Sportarten (11,6%, 8 von 69) sowie den Kraftsportarten (11,4 %, 8 von 70) gaben überdurchschnittlich viele Sportler*innen Magen-Darm-Beschwerden an. Besonders gering war der Anteil hingegen bei den paralympischen Sportler*innen (0,0 %, 0 von 12) und den Leichtathletik Mehrkampfsportler*innen (1,6 %, 1 von 63).

Die Frage nach Gewichtsschwankungen beantworteten 18,8 % (9 von 48) der Zweikampfsportler*innen und 18,0 % (9 von 50) der Sportler*innen aus den *Weight Making* Sportarten mit Ja, was mehr als das Dreifache des Durchschnitts vom Gesamtkollektiv beträgt. Dabei liegen die Gewichtsschwankungen zwischen 2,0 und 5,5 kg (Mittelwert: 4,2 kg, Median: 3,0 kg).

Bei der Frage nach einem regelmäßigen und beschwerdefreien Stuhlgang sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sportartengruppen zu vermerken. Ebenso fielen die Antworten auf die Fragen nach häufigem Durchfall beziehungsweise Blut im Stuhl sowie zu Erkrankungen von Leber, Gallenblase oder Bauchspeicheldrüse recht homogen und ähnlich den Durchschnittswerten des Gesamtkollektivs aus.

Nach ärztlicher Einschätzung war der Abschnitt zu gastrointestinalen und sonstigen Beschwerden bei 87,7 % aller Kadersportler*innen ohne Besonderheiten. Insgesamt zeigten 12,3 % (11,3 % der Teilnehmer sowie 13,3% der Teilnehmerinnen) Auffälligkeiten bei mindestens einer der fünf Fragen. Bei den Kraftsportarten waren es sogar 36,5 % (19 von 52 Kraftsportler*innen), gefolgt von den Zweikampfsportarten mit 14,7 % (5 von 34 Zweikampfsportler*innen) und den gewichtsmachenden Sportarten mit 14,3 % (5 von 35 Sportler*innen).

Bei 32,7 % (327 von 1000) aller Fragebögen wurden keine Angaben durch die Ärzt*innen gemacht.

3.6 Beeinflussung von Figur und Gewicht

Als Indikatorfragen für eine Essstörung sollen die fünf Fragen zur Beeinflussung des Körpergewichts und der Figur dienen. Einen Überblick sowie den Vergleich zwischen den Geschlechtern bietet Tabelle 14.

11,3 % (111 von 978) aller Kadersportler*innen gaben an, aktuell oder in der Vergangenheit versucht zu haben durch Reduktion der Essensmenge ihr Körpergewicht oder ihre Figur zu beeinflussen. Bei den männlichen Teilnehmern waren es 8,6 % (44 von 509), bei den Teilnehmerinnen 14,3 % (67 von 469). Zwischen den Sportartengruppen sind deutliche Unterschiede erkennbar. Sind es bei den technischen Sportarten nur 5,6 % (4 von 71) und bei den Ausdauersportarten 7,5 % (8 von 107), die bereits versucht haben, ihr Körpergewicht durch Reduktion der Essensmenge zu beeinflussen, so sind es bei den Kraftsportarten 21,4 % (15 von 70), bei den *Weight Making* Sportarten 28,0 % (36 von 50) und bei den Zweikampfsportarten sogar 29,2 % (14 von 48).

Die Beeinflussung des Körpergewichts oder der Figur durch Fasten (länger als acht Stunden nichts essen, ausgenommen Schlafzeiten) wurde von den meisten Kadersportler*innen verneint. Nur 2,6 % aller Sportler*innen gaben an, gelegentlich zu fasten. Im Vergleich zwischen den Geschlechtern sind keine erwähnenswerten Unterschiede zu erkennen. Unter den Sportartengruppen unterscheiden sich die Zweikampfsportarten und die *Weight Making* Sportarten deutlich von den restlichen Sportarten. Bei den Zweikampfsportarten ist das Fasten bei 22,4 % (11 von 49) und bei den *Weight Making* Sportarten bei 21,6% (11 von 51) der Sportler*innen verbreitet. Darunter folgen mit großem Abstand die ästhetischen Sportarten mit 4,1 % (8 von 197).

| Tabelle 14: Beeinflussung von Figur/ Körpergewicht (Indikatorfragen Essstörung) | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Alle Sportler | | Männlich | | Weiblich | |
| | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein | Ja |
| Gewicht/Figur beeinflussen durch Reduktion der Essensmenge | 88,7% (867/ 978) | 11,3% (111/ 978) | 91,4% (465/ 509) | 8,6% (44/ 509) | 85,7% (402/ 469) | 14,3% (67/ 469) |
| Gewicht/Figur beeinflussen durch Fasten | 97,4% (953/ 978) | 2,6% (25/ 978) | 97,6% (497/ 509) | 2,4% (12/ 509) | 97,2% (456/ 469) | 2,8% (13/ 469) |
| Gewicht/Figur beeinflussen durch Verzicht auf Lebensmittel, die eigentlich gemocht werden | 85,4% (832/ 974) | 14,6% (142/ 974) | 88,0% (447/ 508) | 12,0% (61/ 508) | 82,6% (385/ 466) | 17,4% (81/ 466) |
| Gewicht/Figur beeinflussen durch selbst auferlegte Essenregeln (Kalorienlimit) | 91,3% (891/ 976) | 8,7% (85/ 976) | 92,5% (469/ 507) | 7,5% (38/ 507) | 90,0% (422/ 469) | 10,0% (47/ 469) |
| Wunsch eines leeren Magens | 98,1% (953/ 971) | 1,9% (18/ 971) | 99,2% (500/ 504) | 0,8% (4/ 504) | 97,0% (453/ 467) | 3,0%* (14/ 467) |

**gültige Prozent (Anzahl der Sportler*innen, die die jeweilige Antwort markiert haben / Anzahl der Sportler*innen, die die Frage insgesamt beantwortet haben)*

14,6 % (142 von 974) des gesamten Kollektivs verzichteten auf Lebensmittel, die eigentlich gemocht werden, um das eigene Körpergewicht oder die Figur zu beeinflussen, wobei Frauen und Mädchen mit 17,4 % (81 von 466) im Durchschnitt etwas häufiger verzichteten als Männer und Jungen mit 12,0 % (61 von 508). Auch hier wird im Sportartengruppenvergleich das Feld angeführt von den Zweikampfsportarten mit 24,5 % (12 von 49) und den *Weight Making* Sportarten mit 23,5 % (12 von 51). Dagegen verzichteten nur 8,1 % der Leichtathletik Mehrkämpfer*innen auf Lebensmittel, die gemocht werden.

Selbstaufferlegte Essensregeln, wie zum Beispiel ein Kalorienlimit, bejahten 8,7 % (85 von 976) aller Kadersportler*innen – Teilnehmerinnen mit 10,0 % (47 von 469) häufiger als Teilnehmer mit 7,5 % (38 von 507). Führend sind hier die Kraftsportarten, bei denen 14,3 % (10 von 70) angaben zu versuchen, ihr Körpergewicht oder ihre Figur durch selbstauferlegte Essensregeln zu beeinflussen. Auch bei den ästhetischen Sportarten gaben dies 13,7 % (27 von

197) und bei den Schnellkraftsportarten 13,5 % (15 von 111) an. Die Zweikampf- und *Weight Making* Sportarten liegen hier im Bereich des Durchschnitts. Selbst auferlegte Essensregeln wurden bei den technischen Sportarten (2,8 %, 2 von 71) sowie bei den paralympischen Disziplinen (0,0 %, 0 von 12) nur selten bzw. gar nicht angegeben.

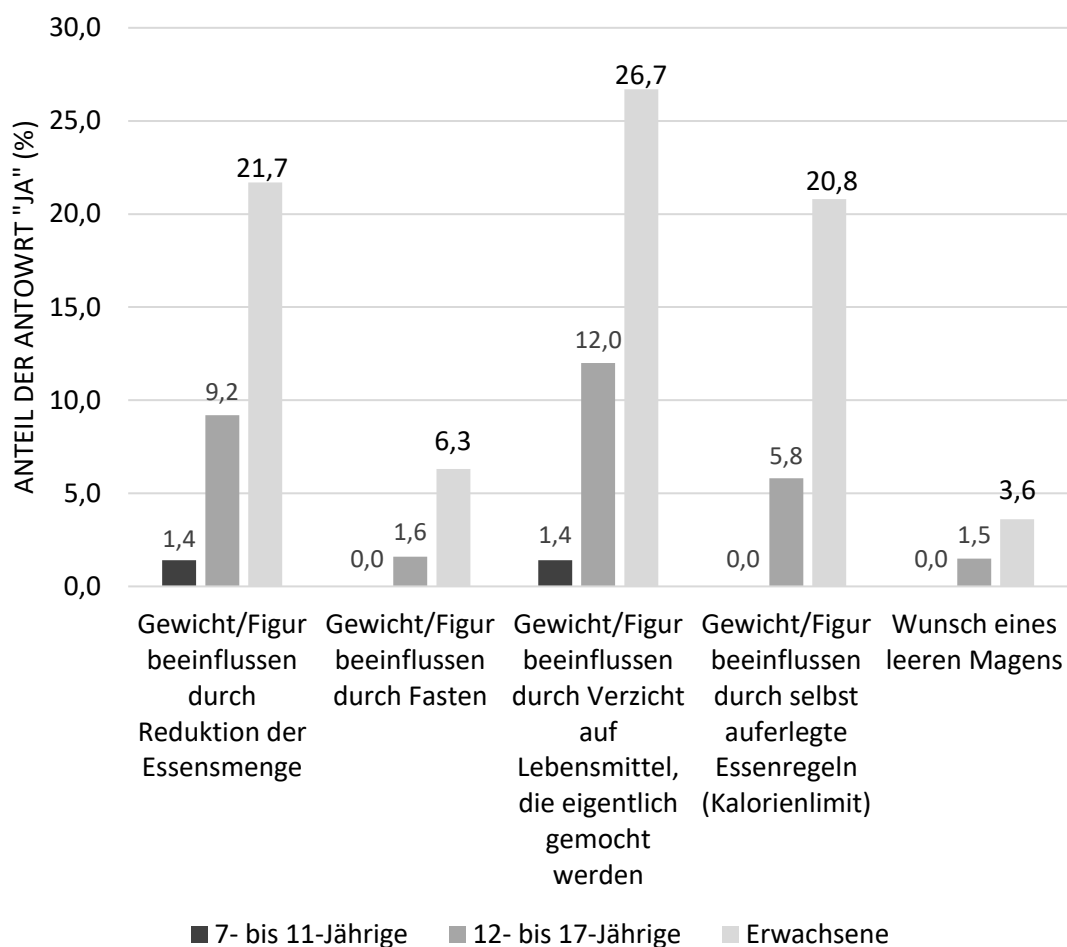


Abb. 8: Die Beeinflussung von Körpergewicht bzw. Figur im Altersgruppenvergleich. Prozentualer Anteil der Antworten mit „Ja“ der jeweiligen Altersgruppe.

Dem Wunsch, häufiger einen leeren Magen zu haben, stimmten insgesamt 1,9% (18 von 971) zu. Frauen und Mädchen bejahten diese Frage mit 3,0 % häufiger (14 von 467) als die männlichen Teilnehmer mit 0,8 % (4 von 504). Am

häufigsten bejaht wurde dieser Wunsch mit 3,6 % (7 von 195) von Sportler*innen aus den ästhetischen Sportarten.

Im Altersvergleich traten bei allen fünf Fragen deutliche Unterschiede zwischen den Altersgruppen auf (siehe Abb. 8). Der Anteil derjenigen, die versuchen das eigene Körpergewicht zu beeinflussen, ist unter den erwachsenen Sportler*innen deutlich größer als bei den 12- bis 17-Jährigen. Unter den jungen Sportler*innen im Alter von sieben bis elf Jahren scheint die bewusste Beeinflussung des Körpergewichts noch keine Rolle zu spielen.

Insgesamt haben genau 200 von 981 Sportler*innen (20,4 %) mindestens eine der Indikatorfragen für eine Essstörung mit „Ja“ angekreuzt. 93 Sportler*innen (9,5 %) kreuzten genau eine der Fragen mit „Ja“ an. 49 Personen (5,0 %) bejahten zwei der Fragen. 42 Kadersportler*innen (4,3 %) stimmten drei der Fragen zu. 12 Kadersportler*innen (1,2 %) bejahten vier von fünf Fragen und 4 Personen (0,4 %) kreuzten alle fünf Fragen mit „Ja“ an.

3.7 Menstruationszyklus

Insgesamt fehlten bei 61 von 481 Sportlerinnen (12,7 %) die Angaben über Menstruation und Zykluslänge. Das Durchschnittsalter der Mädchen und Frauen, die hier keine Angabe machten, liegt bei 13,6 Jahren (Median 14,0 Jahre). Eine statistische Auswertung der Fragen zum Menstruationszyklus wurde separat für unterschiedliche Altersgruppen vorgenommen und ist Tabelle 15 zu entnehmen.

| Tabelle 15: Menstruationszyklus bei Kadersportlerinnen | | | |
|---|---------------------|------------------------|------------------------|
| | ≥ 18 Jahre | 15- bis 17- Jährige | 12- bis 14- Jährige |
| Regelmäßiger Zyklus (Anzahl) | 78,1 %* (75/96) | 68,1 %* (126/173) | 47,3 %* (53/112) |
| Unregelmäßiger oder gar kein Zyklus (Anzahl) | 21,9 %* (21/96) | 27,2 %* (47/173) | 52,7 %* (59/112) |
| Fehlende Angaben zur Regelmäßigkeit (Anzahl) | 8,6 % (9/105) | 6,5 % (12/185) | 17,0 % (23/135) |
| Zykluslänge in Tagen (95%-KI) | 25,8 (23,8-27,7) | 25,4 (23,8-27,0) | 24,3 (21,8-26,8) |
| Fehlende Angaben zur Zykluslänge (Anzahl) | 30,5 % (32/105) | 61,6 % (186/302) | 80,9 % (52/220) |

* gültige Prozent

3.8 Nahrungsergänzungsmittel und Sportlerprodukte

Die Auswertung zur Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) und Sportlerprodukten (SP) ergab folgende Ergebnisse: 417 von 965 Sportler*innen (43,2 %) bejahten die Einnahme eines oder mehrerer Supplemente (NEM und/oder SP). Dabei war der Anteil der Supplementnehmer unter den männlichen Sportlern mit 51,1 % (256 von 501) deutlich höher als der Anteil bei den Sportlerinnen mit 34,7 % (161 von 464).

3.8.1 Nahrungsergänzungsmittel

In der Nahrungsergänzungsmittelverordnung (NemV) ist klar definiert, welche Vitamine und Mineralstoffe zu den NEM gehören (siehe Kapitel 1.1). Dazu zählen unter anderem Calcium-, Eisen-, Zink-, Magnesium-, Kalium-, Fluorid-, Iod-, Folsäure- und Vitaminpräparate sowie einige andere Mineralstoffe und Kombinationsprodukte aus mehreren Stoffen.

Insgesamt gaben 28,2 % (265 von 939) der untersuchten Kadersportler*innen an, NEM einzunehmen. Dabei machten mehr Männer und Jungen (30,7 %, 148 von 482) die Angabe NEM zu verwenden als Frauen und Mädchen (25,5 %, 117 von 458). Am häufigsten wurde insgesamt die Verwendung von Magnesium mit 14,5 % (136 von 939) angegeben, gefolgt von den Vitaminen mit 9,6 % (90 von 939). Im Sportartengruppenvergleich sind die Ausdauersportarten führend im Gebrauch von NEM. 45,2 % (47 von 104) der Ausdauersportler*innen nehmen nahrungsergänzende Stoffe ein. Gefolgt werden sie von den Schnellkraftsportarten mit 36,5 % (38 von 104). Auch bei Magnesium und Vitaminen ist der Anteil unter den Ausdauer- und Schnellkraftsportler*innen am größten. Am geringsten ist der Anteil der Sportler*innen, die NEM verwenden, mit nur 11,4 % bei den technischen Sportarten.

Im Altersgruppenvergleich fällt mit zunehmendem Alter ein Anstieg des Anteils derjenigen auf, die NEM verwenden. Unter den jungen Sportler*innen im Alter von sieben bis zehn Jahren gaben 13,9 % an, NEM einzunehmen. Bei der Altersgruppe der 11- bis 13-Jährigen sind es bereits 19,3 %, bei den 14- bis 17-Jährigen 26,8 % und bei den Erwachsenen 41,0 %. Ein Anstieg ist erkennbar von 36,9% (38 von 103) bei den 18- bis 20-Jährigen auf 44,9 % (48 von 107) bei den Sportler*innen über 20 Jahren.

Insgesamt fehlten bei 60 von 1000 Sportler*innen (6,0 %) die Angaben zu den NEM.

Die Werte für die einzelnen NEM sowie die Auswertungen nach Geschlecht, Alter und nach Sportartengruppen sind in der Gesamtübersicht in Tabelle 16 sowie in Abb. 9 dargestellt. Eine zusammenfassende Übersicht über die Häufigkeit der Einnahme sowie die Anzahl der eingenommenen Produkte pro Person liefert Abb. 10.

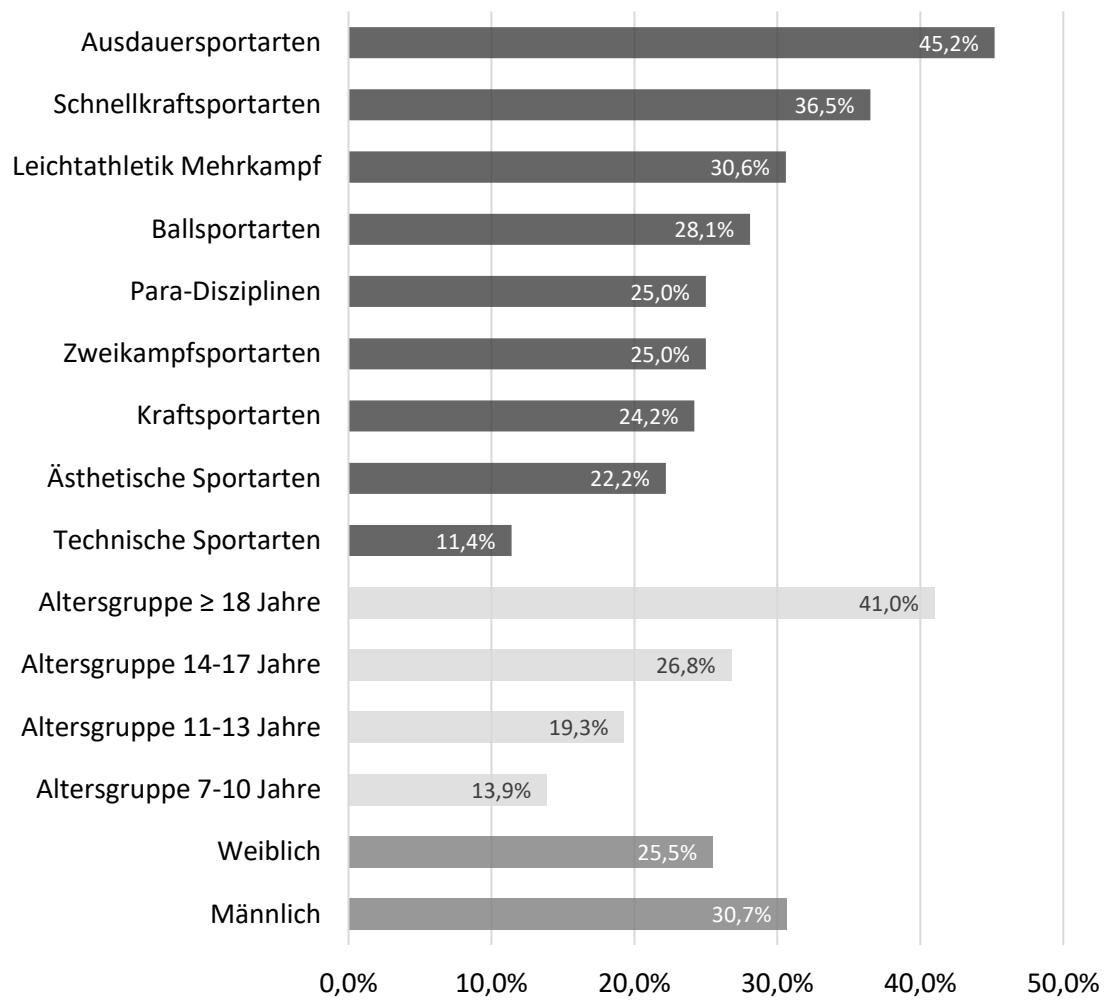


Abb. 9: Einnahme von NEM im Gruppenvergleich (gültige Prozent)

Tabelle 16: Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM)

| | n | NEM | Ca | Eisen | Zink | K | Mg | Vit | Sonst |
|---|-----|--------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Gesamtes Untersuchungs-Kollektiv | 939 | 28,2% | 2,0% | 2,2% | 2,4% | 0,2% | 14,5% | 9,6% | 9,4% |
| Anteil unter den Sportlern, die NEM nehmen | 265 | 100,0% | 7,2% | 7,9% | 8,7% | 0,8% | 51,3% | 34,0% | 33,2% |
| Männlich | 481 | 30,7% | 1,9% | 0,8% | 3,1% | 0,4% | 17,9% | 9,1% | 10,0% |
| Weiblich | 458 | 25,5% | 2,2% | 3,7% | 1,7% | 0,0% | 10,9% | 10,0% | 8,7% |
| Ballsportarten | 285 | 28,1% | 2,1% | 1,1% | 2,5% | 0,4% | 16,5% | 9,5% | 7,7% |
| Ausdauersportarten | 104 | 45,2% | 1,0% | 5,8% | 5,8% | 0,0% | 24,0% | 11,5% | 15,4% |
| Kraftsportarten | 66 | 24,2% | 1,5% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 9,1% | 7,6% | 4,5% |
| Zweikampfsportarten | 48 | 25,0% | 4,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 16,7% | 4,2% | 12,5% |
| Schnellkraftsportarten | 104 | 36,5% | 2,9% | 5,8% | 2,9% | 1,0% | 21,4% | 15,5% | 16,5% |
| Ästhetische Sportarten | 189 | 22,2% | 1,6% | 0,5% | 1,6% | 0,0% | 6,9% | 11,1% | 7,4% |
| Technische Sportarten | 70 | 11,4% | 0,0% | 1,4% | 2,9% | 0,0% | 5,7% | 1,4% | 4,3% |
| LA Mehrkampf | 62 | 30,6% | 4,8% | 6,5% | 3,2% | 0,0% | 17,7% | 9,7% | 6,5% |
| Paralymp. Disziplinen | 12 | 25,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 25,0% |
| Altersgruppe 7-10 | 36 | 13,9% | 2,8% | 0,0% | 2,8% | 0,0% | 5,6% | 5,6% | 2,8% |
| Altersgruppe 11-13 | 161 | 19,3% | 2,5% | 0,0% | 1,2% | 0,0% | 6,8% | 8,1% | 8,1% |
| Altersgruppe 14-17 | 533 | 26,8% | 1,5% | 1,9% | 1,9% | 0,4% | 15,8% | 7,5% | 7,0% |
| Altersgruppe ≥ 18 | 210 | 41,0% | 2,9% | 5,2% | 4,8% | 0,0% | 18,6% | 16,7% | 17,6% |

*n= Anzahl der Sportler*innen, die zu den NEM eine Angabe gemacht haben
 Ca=Calcium, K=Kalium, Mg=Magnesium, Vit=Vitamine, Sonst=sonstige NEM
 gültige Prozent

Es wurden zahlreiche verschiedene Produkte und unterschiedliche Dosen bei den Nahrungsergänzungsmitteln genannt. Für Magnesium liegen die angegebenen Dosen zwischen 50 und 400 mg. An Vitaminprodukten wurden am häufigsten Vitamin D3-, gefolgt von Vitamin C-Präparaten genannt. Aber auch Vitamin B12, Vitamin B Komplexe und Multivitaminprodukte wurden angegeben. Vitamin D3 wird in Dosen zwischen 400 und 20.000 i. E.

supplementiert, Vitamin C wird in Dosen von 300 bis 500 mg eingenommen und Vitamin B12 wurde zwischen 7,5 und 500 µg angegeben. Unter den Eisenprodukten wurde am häufigsten Ferro Sanol Duodenal in der Dosierung 100 mg notiert. Zink wird in Form von (Brause-) Tabletten in einem Dosisbereich zwischen 5 und 25 mg eingenommen. Calcium wird von den Kadersportler*innen in einer Dosis von 400 bis 2000 mg substituiert. An sonstigen Nahrungsergänzungsmitteln wurden vor allem Kombinationsprodukte angegeben wie Orthomol Sport (enthält verschiedene Vitamine, Eisen, Jod, Kupfer, Magnesium, Calcium, Coenzym Q10, L-Carnitin und Omega-3-Fettsäuren), Basica Sport (enthält unter anderem Calcium, Kalium, Magnesium, Selen, Eisen, Kupfer und Zink) oder Frubiase Sport (verschiedene Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente). Des Weiteren wurden unter sonstigen NEM mehrfach Omega-3-Fettsäuren, Energy Drinks, Elektrolyte, Selen, Schüssler Salze, Kieselerde und Ackerschachtelhalm genannt. Insgesamt zeigt sich im Untersuchungskollektiv eine große Vielfalt an Produkten und Herstellern.

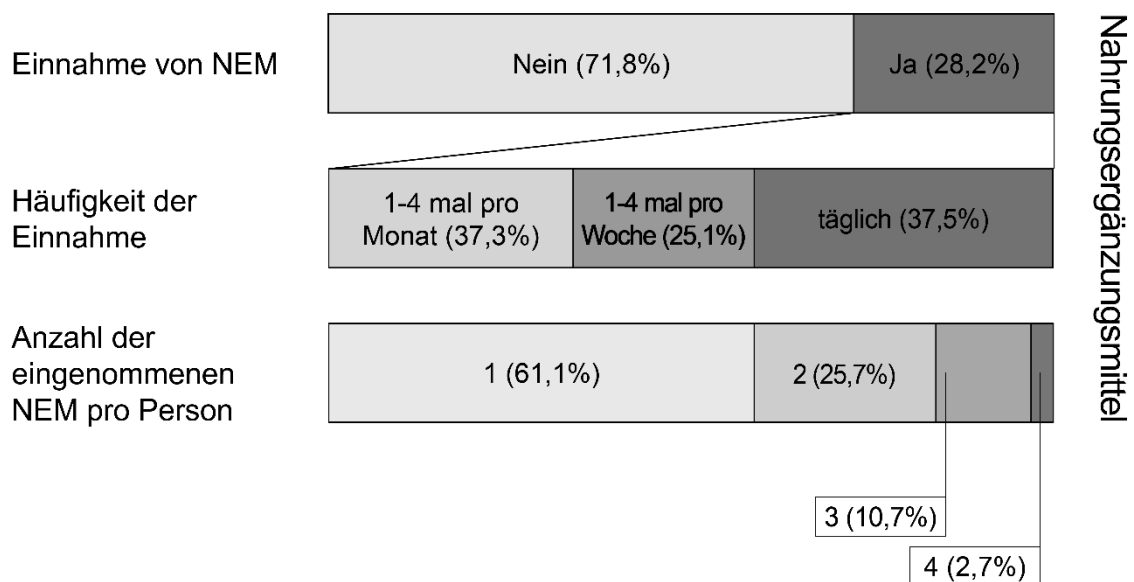


Abb. 10: Nahrungsergänzungsmittel

3.8.2 Sportlerprodukte

Zu den Sportlerprodukten (SP) zählen Supplemente, die speziell für sportlich Aktive konzipiert sind und die nicht unter die in der NemV definierten NEM im engeren Sinn fallen. Zu den SP gehören Proteine, Aminosäuren, spezielle Kohlenhydrate, ergogene (formal leistungssteigernde) Stoffe wie Kreatin oder Koffein sowie Produkte, die eine Kombination aus verschiedenen Stoffen enthalten. Aus dem gesamten Untersuchungskollektiv gaben 28,3 % (270 Sportler*innen) an, mindestens ein Sportlerprodukt zu nutzen. Mit 16,8 % (160 von 953) wurde am häufigsten der Gebrauch von Proteinprodukten angegeben. 4,2 % (40 von 953) dokumentierten eine Einnahme von Aminosäuren, 3,0 % (29 von 953) gaben Kohlenhydrate an und 1,4 % (13 von 953) nannten eine Verwendung von Kreatin. Andere Sportlerprodukte (v. a. Kombinationsprodukte bestehend aus Proteinen, Aminosäuren, Kohlenhydraten, Vitaminen und Mineralstoffen) wurden von 8,2 % (78 von 953) der Kadersportler*innen angegeben. 47 von 1000 Personen (4,7 %) machten keinerlei Angaben zur Einnahme von Sportlerprodukten. Die einzelnen Werte für die unterschiedlichen Sportlerprodukte sowie die Auswertungen nach Geschlecht, Alter und nach Sportartengruppen sind Tabelle 17 zu entnehmen.

Auf den Fragebögen sollte angekreuzt werden, wie häufig die SP eingenommen werden. Auch sollten Produktname, Wirkstoff und Dosierung angegeben werden. Dosierungen wurden bei den SP allerdings nur in wenigen Einzelfällen notiert.

Am häufigsten wurde die Einnahme von Proteinen angegeben. 59,3 % aller eingenommenen SP waren Proteinprodukte. Die Einnahme von Proteinen erfolgte unter den Kadersportler*innen zum größten Teil durch Proteinpulver zur Herstellung von Eiweißshakes. 91 Sportler*innen gaben an, Proteinpulver wie Whey Protein (Molkenprotein) zu sich zu nehmen. Unter den Herstellern wurden häufig *MyProtein*, *Optimum Nutrition* sowie *Foodspring* angegeben. An zweiter Stelle folgten als Proteinquelle die Eiweißriegel. 56 Sportler*innen gaben an, Proteinriegel zu verzehren. Häufig genannt wurden PowerBar, *Power System*, *ultraBAR* von *ultraSPORTS*, *Layenberger* Proteinriegel, sowie Riegel

von *Foodspring*. Vier Sportler*innen gaben an, Protein in Form von Erbsen- bzw. Hanfprotein sowie Proteinmüslis zu sich zu nehmen.

Aminosäuren werden von 4,2 % aller Sportler*innen unseres Untersuchungskollektives eingenommen. Hier wurden am häufigsten BCAA, β -Alanin, L-Glutamin und L-Carnitin von *Best Body Nutrition*, *MyProtein*, *ESN*, *Olimp* oder *Body Attack* angegeben. BCAA steht für *branched-chain amino acids*, also für verzweigt-kettige Aminosäuren (Shimomura et al., 2004).

Spezielle Kohlenhydrate werden insgesamt von 3,0 % der Kadersportler*innen verzehrt. Hier wird vor allem auf Energieriegel und Gels zurückgegriffen. Aber auch Kohlenhydratpulver (z. B. Maltodextrin) zur Herstellung eines Sportgetränkes werden verwendet. Unter den Herstellern sind *ultraSPORTS*, *Sanct Bernhard (Activ3)*, *Saitenbacher*, *Powerbar*, *MyProtein*, *Powerstar Food*, *Isotec* und *High5Austria*.

Kreatin wird von 1,4 % der Sportler*innen verwendet und in Form von Pulvern oder Kapseln eingenommen. *Best Body Nutrition*, *Optimum Nutrition*, *ESN*, *Frey* sowie *Multinorm* wurden hier als Hersteller genannt.

Insgesamt greifen mehr männliche als weibliche Sporttreibende auf SP zurück. 36,0 % (178 von 494) bei den Jungen und Männer stimmten dem Verzehr von SP zu. Dagegen waren es nur 20,0 % (92 von 459) der Mädchen und Frauen. Mit zunehmendem Alter steigt der Anteil derjenigen, die SP verwenden von 5,6% bei Kindern zwischen sieben und zehn Jahren über 12,0 % bei den 11- bis 13-Jährigen auf etwa ein Viertel (25,7 %) bei den 14- bis 17-Jährigen. Unter den Erwachsenen sind es mehr als die Hälfte (51,2 %) aller Studienteilnehmer*innen, die SP verzehren, wobei es von den 18- bis 20-Jährigen zu den Sportler*innen ab 21 Jahren nochmals einen deutlichen Anstieg von 39,8 % (41 von 103) auf 61,6 % (69 von 112) gibt.

Unter den Kraftsportarten ist der Anteil der Personen, die SP verzehren, mit 46,3 % (31 von 67) vor den Ausdauersportarten mit 45,3 % (48 von 106) am größten. Am geringsten ist dieser Anteil mit 14,3 % (10 von 70) unter den technischen und 15,7 % (30 von 191) unter den ästhetischen Sportarten. Proteine, Aminosäuren und Kreatin wurden am häufigsten von Kraft- und Schnellkraftsportler*innen angegeben. Bei den Kohlenhydraten und sonstigen

SP (v. a. Kombiprodukte) sind die Ausdauersportarten führend (siehe Abb. 11 sowie Tabelle 17).

| Tabelle 17: Einnahme von Sportlerprodukten (SP) | | | | | | | |
|--|-----|--------|-------|-------|-------|---------|-------|
| | n | SP | Prot | AS | KH | Kreatin | Sonst |
| Gesamtes Untersuchungskollektiv | 953 | 28,3% | 16,8% | 4,2% | 3,0% | 1,4% | 8,2% |
| Anteil unter den Sportlern, die SP nehmen | 270 | 100,0% | 59,3% | 14,8% | 10,7% | 4,8% | 28,9% |
| Männlich | 494 | 36,0% | 22,3% | 5,5% | 3,8% | 2,4% | 10,3% |
| Weiblich | 459 | 20,0% | 10,9% | 2,8% | 2,2% | 0,2% | 5,9% |
| Ballsportarten | 291 | 28,2% | 18,6% | 2,1% | 1,7% | 0,7% | 6,2% |
| Ausdauersportarten | 106 | 45,3% | 17,0% | 5,7% | 13,2% | 0,0% | 24,5% |
| Kraftsportarten | 67 | 46,3% | 22,4% | 11,9% | 1,5% | 11,9% | 11,9% |
| Zweikampfsportarten | 49 | 26,5% | 16,3% | 2,0% | 6,1% | 0,0% | 4,1% |
| Schnellkraftsportarten | 106 | 35,8% | 23,6% | 9,4% | 2,8% | 1,9% | 7,5% |
| Ästhetische Sportarten | 191 | 15,7% | 11,5% | 3,7% | 0,5% | 0,5% | 3,7% |
| Technische Sportarten | 70 | 14,3% | 10,0% | 0,0% | 1,4% | 0,0% | 4,3% |
| Leichtathletik Mehrkampf | 61 | 23,0% | 13,1% | 3,3% | 1,6% | 0,0% | 8,2% |
| Paralympische Disziplinen | 12 | 33,3% | 25,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 8,3% |
| Altersgruppe 7-10 | 36 | 5,6% | 0,0% | 0,0% | 2,8% | 0,0% | 2,8% |
| Altersgruppe 11-13 | 166 | 12,0% | 5,4% | 0,0% | 1,2% | 0,6% | 4,8% |
| Altersgruppe 14-17 | 536 | 25,7% | 13,6% | 1,9% | 3,4% | 0,2% | 9,1% |
| Altersgruppe ≥ 18 | 215 | 51,2% | 36,3% | 14,0% | 3,7% | 5,1% | 9,3% |

n= Anzahl der Sportler*innen, die zu den SP eine Angabe gemacht haben

Prot= Proteine, AS= Aminosäuren, KH= Kohlenhydrate, Sonst= sonstige SP

*gültige Prozent

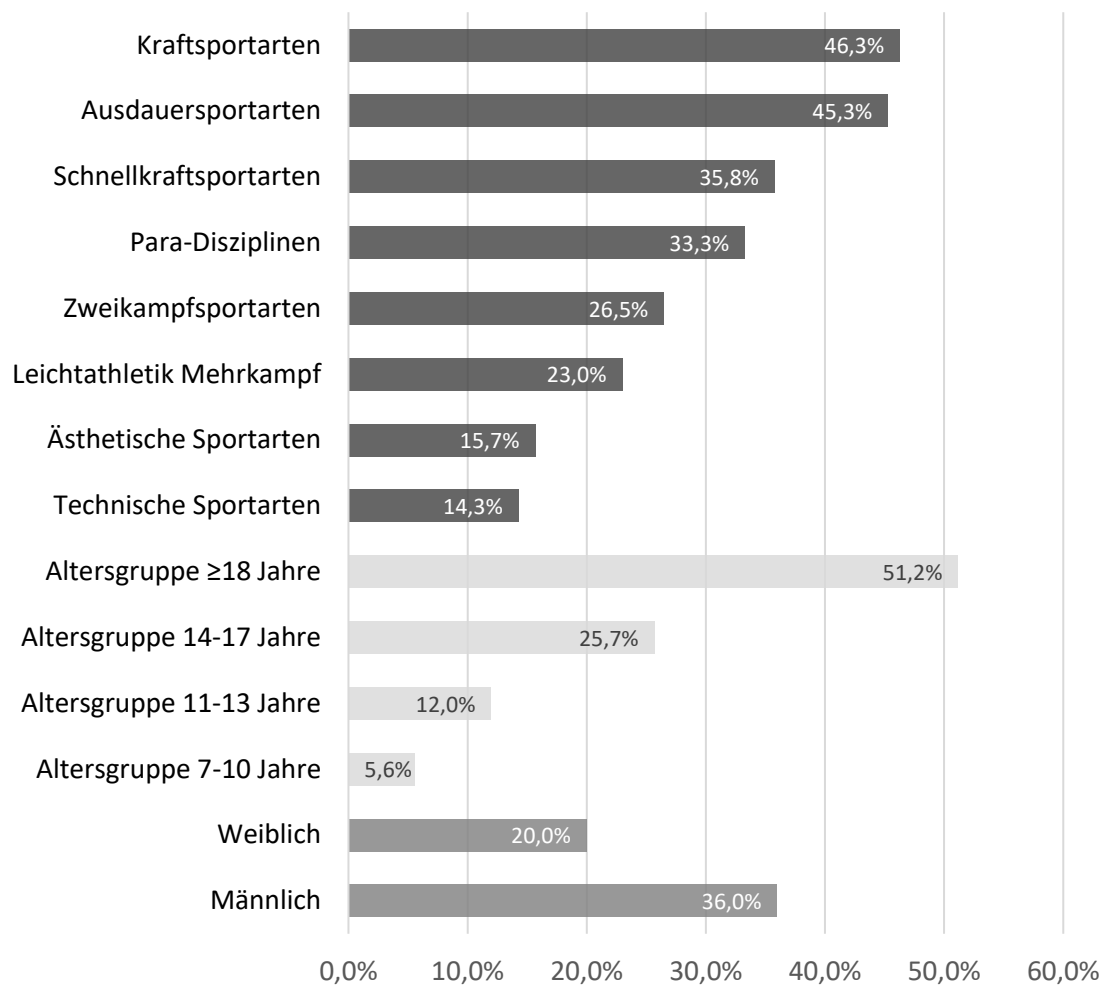


Abb. 11: Einnahme von SP im Gruppenvergleich (gültige Prozent)

Die folgende Abb. 12 zeigt eine Übersicht über die Häufigkeit der Einnahme von Sportlerprodukten sowie über die Anzahl der verwendeten Produkte pro Person.

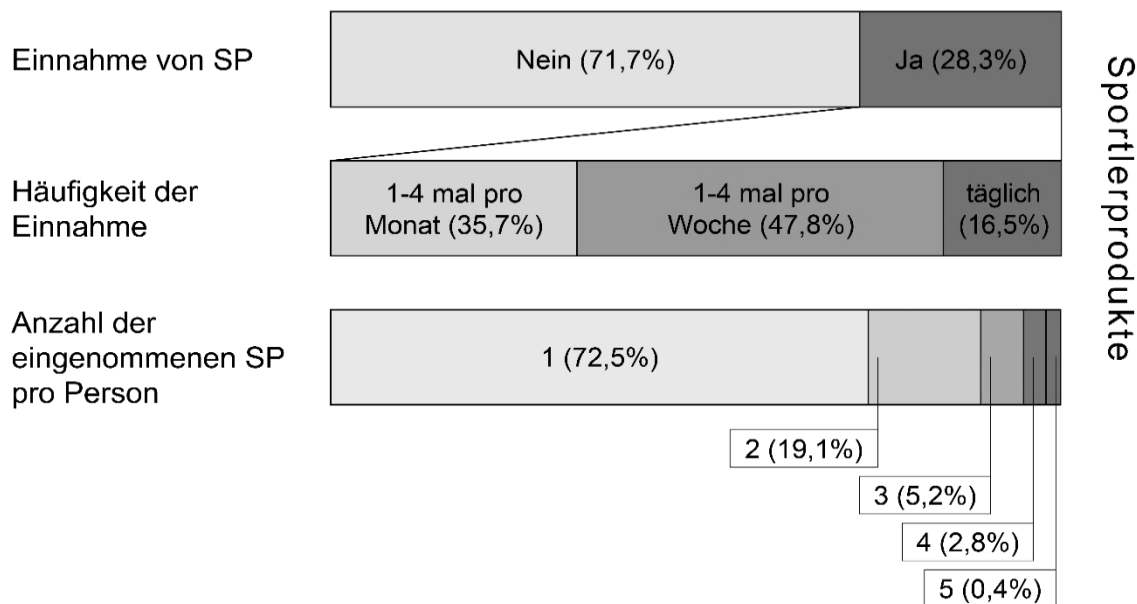


Abb. 12 Sportlerprodukte

3.9 Zusatzuntersuchungen

Eine Ernährungsberatung wurde bei 34 von 745 Sportler*innen (4,6 %), eine umfassende Ernährungsanalyse bei 16 von 745 (2,1 %) Sportler*innen empfohlen. Eine Ernährungsberatung vom Olympiastützpunkt wurde Sportler*innen aus den Bundeskadern in 38 von 745 Fällen (5,1 %) angeraten. Auf eine weiterführende medizinische Diagnostik wurde bei 4 von 745 Sporttreibenden (0,5 %) verwiesen. Ein FAT/RED-S Screening (FAT = *Female Athlete Triad*, RED-S = *Relative Energy Deficiency in Sport*) wurde bei 6 von 745 Sportler*innen (0,8 %) veranlasst. 255 von 1000 Angaben (25,5 %) zu den Zusatzuntersuchungen fehlten.

4 Diskussion

Diese Dissertation hat sich zum Ziel gesetzt, den aktuellen Ernährungsstatus von Kadersportler*innen in Bezug auf die Ernährungszufuhr und -qualität, auf etwaige Essstörungen und auf die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) und Sportlerprodukten (SP) zu erheben sowie ein Instrument zur standardisierten, objektiven Bewertung einer Sporternährung zu untersuchen. Mit der ausführlichen statistischen Auswertung der bei den Jahreshauptuntersuchungen (JHU) in den sportmedizinischen Ambulanzen in Tübingen und Stuttgart erhobenen Daten sowie der anschließenden objektiven Bewertung der Lebensmittelzusammenstellung mittels des *Healthy Eating Index EPIC* (HEI-EPIC) nach Von Rüsten et al. (2009) wurde das Ziel dieser Arbeit erreicht.

In den folgenden Kapiteln wird zunächst auf die Konzipierung des Fragebogens eingegangen. Im weiteren Verlauf werden die Auswertungen des HEI bzw. der Lebensmittelzusammenstellung sowie die Ergebnisse zu den speziellen Kostformen diskutiert. Ergänzend wird auf das Thema *Relative Energy Deficiency in Sports* (RED-S) und das RED-S-Screening sowie auf die Auswertungen bezüglich der Einnahme von NEM und SP eingegangen. Auf eine ausführliche Diskussion der Abschnitte „Mahlzeiten“, „gastrointestinale und sonstige Beschwerden“ und „Beeinflussung von Figur und Gewicht“ wird in diesem Kapitel verzichtet, da die Ergebnisse wenig relevant sind.

4.1 Der Fragebogen

Diese Studie beruht auf den selbstständig gemachten Angaben der Kadersportler*innen bzw. den Angaben der Eltern der jungen Teilnehmer*innen. Die Befragungsmethode mittels Fragebogen stützt sich auf die ehrliche Selbsteinschätzung der Probanden. Daraus können immer eine bewusste oder unbewusste Über- oder Unterschätzung sowie unwahrheitsgemäße Angaben resultieren. Vor allem eine realistische Einschätzung der Verzehrhäufigkeiten ist

für einige Studienteilnehmer*innen, insbesondere für die jüngeren, mit Sicherheit schwierig.

Vorteile des Fragebogens sind eine schnelle, praktikable, kostengünstige und effiziente Erfassung der Daten, ein geringer Aufwand für die Studienteilnehmer*innen (es müssen keine Lebensmittel gewogen oder Kalorien berechnet werden) und ein fehlender Intervieweffekt (Beeinflussung der Antworten durch den Interviewer).

4.2 Lebensmittelzusammenstellung, HEI und RED-S

Der HEI-2015, an dem sich die deutsche Version der HEI-EPIC orientiert, gilt in den USA als ein Maß für die Einhaltung der *Dietary Guidelines for Americans* und zur Beurteilung der Ernährungsausgewogenheit. Eine Studie zum amerikanischen HEI-2015 ergab folgende Ergebnisse: Studienteilnehmer*innen mit einem HEI im oberen Quintil zeigten ein um 16 % geringeres Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen, ein um 32 % geringeres Risiko an einer kardiovaskulären Erkrankung zu sterben sowie ein um 18 % geringeres Risiko einer Gesamtmortalität im Vergleich zu der Gruppe, deren HEI im unteren Quintil lag (Hu et al., 2020). Der HEI-EPIC wird über Selbstangaben zur Verzehrhäufigkeit der Lebensmittel, sogenannten *Food Frequency Questionnaires* (FFQs) erfasst. Exakte Verzehrmenen werden beim HEI-EPIC nicht abgefragt, sodass lediglich eine grobe Einschätzung der Ernährungssituation, nicht aber detaillierte Aussagen über die Aufnahme einzelner Makro- und Mikronährstoffe auch im Verhältnis zur Gesamtkalorienzufuhr möglich sind. Dies stellt einen Unterschied zum amerikanischen HEI dar und sollte bei der Interpretation und Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden. Der HEI, so wie er in dieser Studie verwendet wurde, lässt demnach zwar einen Vergleich zwischen Geschlechtern sowie zwischen Alters- und Sportartengruppen zu. Um genaue Aussagen über Verzehrmenen, Makro- und Mikronährstoffe und darüber hinaus auch über die

sportliche Leistung im Zusammenhang mit der Ernährung treffen zu können, ist er jedoch ungeeignet.

Auffallend im Vergleich zwischen den Altersgruppen ist ein mit zunehmendem Alter kontinuierlich ansteigender Anteil der Sportler*innen mit einem HEI, der nach Von Rüsten als „schlecht“ (< 41 Punkte) zu beurteilen ist (vgl. von Rüsten et al., 2009).

Bei den 7-10-Jährigen fielen 13,5 % in die Kategorie „schlecht“. Unter den 11-13-Jährigen waren es 21,2 %, bei den 14-17-Jährigen 27,9 % und bei den Erwachsenen ab 18 Jahren 32,4 %, die weniger als 41 Punkte erreichten. Eine mögliche Ursache hierfür könnte sein, dass Eltern besonders bei jüngeren Kindern auf eine ausgewogene Ernährung achten. Mit zunehmendem Alter entscheiden die Sportler*innen dann selbst, welche Lebensmittel verzehrt werden, was zu einer weniger ausgewogenen Ernährung führen könnte. Eine weitere mögliche Ursache für dieses Ergebnis könnte auch eine Fehleinschätzung der jüngeren Sportler*innen aufgrund von mangelndem Wissen über Nahrungsmittel sein. Vor allem bei den erwachsenen Sportler*innen wäre zu erwarten gewesen, dass ganz besonders ausgeprägt auf eine ausgewogenere Ernährung geachtet wird, um die eigene sportliche Leistung und Regenerationsfähigkeit positiv zu beeinflussen.

Im Geschlechtervergleich schnitten die Frauen signifikant besser ab als die Männer – ein Ergebnis, das so auch in anderen Studien beobachtet wurde (vgl. von Rüsten et al., 2009, Grzymisławska et al., 2020).

Männer essen laut DGE doppelt so viel Fleisch wie Frauen. Und auch bei den Milchprodukten liegt die Verzehrmenge von Männern über der von Frauen. Dagegen essen Frauen mehr pflanzliche Lebensmittel. Insbesondere mehr Obst wird von Frauen verzehrt. (vgl. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2008) Diese Beobachtung kann in unserer Studie bestätigt werden. Sportlerinnen dokumentierten einen deutlich häufigeren Verzehr von Obst und Gemüse als die männlichen Teilnehmer unserer Studie. Dagegen wurden Milchprodukte, Fleisch und Wurst häufiger bei den Männern angegeben. Diese

Unterschiede seien laut DGE ernährungsphysiologisch bedingt. Frauen haben einen insgesamt geringeren Energiebedarf. Der Nährstoffbedarf ist jedoch bei einigen Nährstoffen der gleiche wie bei den Männern, sodass Frauen mehr Lebensmittel mit einer höheren Nährstoffdichte verzehren müssen, um bei geringerer Menge trotzdem ihren Nährstoffbedarf zu decken. (vgl. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2008)

Dieser ernährungsphysiologisch bedingte Unterschied kann auch ein Grund sein, weshalb die männlichen Teilnehmer unserer Studie mit einem signifikant schlechteren HEI abschnitten als die weiblichen Sportlerinnen. Bei den Kategorien „Fleisch, Wurst, Fisch, Eier“ und „Milch, Käse, Milchprodukte“ handelt es sich um Nahrungskomponenten, die in einer bestimmten Menge gesund sind und für die es beim HEI-EPIC eine Mindest- und eine Maximalverzehrmenge gibt. Werden sehr viele Lebensmittel aus diesen Kategorien verzehrt, kann es sein, dass weniger Punkte erreicht werden. Dagegen gibt es für die Kategorien „Obst“ und „Gemüse“ umso mehr Punkte, je mehr davon verzehrt wird. Dies führt dazu, dass Personen, die mehr Obst und Gemüse essen, im HEI-EPIC besser abschneiden als solche, die viel Fleisch und Milchprodukte zu sich nehmen. Hier liegt ein möglicher Grund für das bessere Abschneiden der Frauen im Vergleich zu den Männern in Bezug auf den HEI-EPIC.

Die Auswertung ergab des Weiteren eindeutige Unterschiede zwischen den Sportartengruppen. Am ausgewogensten ernähren sich die Ausdauersportler*innen. Besonders groß ist das Verbesserungspotential dagegen bei den Zweikampfsportarten sowie den technischen und ästhetischen Sportarten. An dieser Stelle ist unklar, wie diese signifikanten Unterschiede zu Stande kommen. Es mag sein, dass die Lebensmittelzusammenstellung in den verschiedenen Sportartengruppen unter den Sportler*innen und Trainer*innen unterschiedlich stark thematisiert wird und das Thema Ernährung allgemein in den einzelnen Sportarten unterschiedlich stark gewichtet ist. Ein weiterer Grund sind mit Sicherheit auch die unterschiedlichen Belastungsformen der jeweiligen Sportart sowie die sehr verschiedenen Anforderungen an Körperstatur und

Gewicht. Auffallend ist, dass die ästhetischen Sportarten und die Zweikampfsportarten unter den Sportartengruppen sind, die am schlechtesten bei der Auswertung des HEI abschnitten. In beiden Sportartengruppen spielt die Beeinflussung des Körpergewichts eine zentrale Rolle. Die Auswertung der Indikatorfragen für eine Essstörung ergaben, dass Zweikampfsportler*innen und Sportler*innen aus den ästhetischen Sportarten am häufigsten gezielt versuchen, ihr Körpergewicht oder ihre Figur durch Reduktion der Essensmenge, durch Fasten, durch den Verzicht auf bestimmte Lebensmittel oder durch selbst auferlegte Essensregeln zu beeinflussen. Zweikampfsportler*innen reduzieren bewusst vor Wettkämpfen ihr Körpergewicht, um in einer niedrigeren Gewichtsklasse starten zu können. In unserer Studie gaben 29,2 % an durch Reduktion der Essensmenge ihr Körpergewicht zu beeinflussen. 24,5 % verzichten auf Lebensmittel, die eigentlich gemocht werden und 22,4 % fasten gelegentlich, um ihr Körpergewicht oder die Figur zu beeinflussen. Auch in den ästhetischen Sportarten wird häufig versucht, das Körpergewicht bzw. die Figur zu beeinflussen (siehe Kapitel 3.6). Das Thema Ernährung spielt für die Zweikampfsportarten sowie die ästhetischen Sportarten in Bezug auf das Körpergewicht und die Figur eine große Rolle. Auf eine ausgewogene Ernährung scheint aber weniger geachtet zu werden. Besonders Lebensmittel aus der Kategorie „Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreide(-produkte)“ werden von Zweikampfsportler*innen und Sportler*innen aus den ästhetischen Sportarten oft seltener als die empfohlene Verzehrhäufigkeit verspeist (siehe Abb. 6). An dieser Stelle sei erneut die deutlich zu geringe Verzehrhäufigkeit von „Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreide(-produkte)“ bei den rhythmischen Sportgymnastikerinnen zu erwähnen. 88,9 % lagen unter der empfohlenen Verzehrhäufigkeit von mindestens zweimal am Tag. Ein Drittel der rhythmischen Sportgymnastikerinnen isst nur drei- bis fünfmal in der Woche Produkte aus der Kategorie, 28,9 % nur ein- bis zweimal und 6,7 % nur sehr selten. Der Altersdurchschnitt der Sportlerinnen aus dem Bereich rhythmische Sportgymnastik liegt bei 14 Jahren, wobei die Sportlerinnen am Untersuchungstag zwischen zehn und 19 Jahren alt waren.

Eine Studie zur Ernährung und Körperstatur von bulgarischen rhythmischen Sportgymnastikerinnen kam zu einem ähnlichen Ergebnis: 12 von 21 Gymnastinnen unterschritten den täglich empfohlenen Energiebedarf von 40 kcal/kg/Tag. Dabei wird vor allem auf Kohlenhydrate und Fette verzichtet. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass einige Sportlerinnen sowohl mit ihrem BMI als auch mit dem Körperfettanteil unterhalb der empfohlenen Normen für Frauen im entsprechenden Alter liegen. Bei der Bestimmung des Idealgewichts und der Ernährungszusammenstellung sollten von Trainer*innen, Eltern und Gymnastinnen nicht nur sportliche Aspekte, sondern vor allem auch Empfehlungen in Bezug auf die Gesundheit berücksichtigt werden. (Miteva et al., 2019)

Insbesondere im Hochleistungssport muss unbedingt auf eine ausreichende Deckung des Energiebedarfs geachtet werden. Hochleistungssportler verbrauchen durch die körperliche Belastung mehr Energie. Insbesondere junge Hochleistungssportler*innen mit einem zusätzlich erhöhten Nährstoff- und Energiebedarf in der Wachstumsphase laufen Gefahr, zu wenig Energie zu sich zu nehmen. Ist die Energiezufuhr zu gering, kommt es zu einem relativen Energiemangel – auch *Relative Energy Deficiency in Sport* (RED-S) genannt. Bei Frauen kann sich dabei die typische Trias aus relativem Energiemangel (durch erhöhten Kalorienbedarf und/oder reduzierter Kalorienzufuhr), unregelmäßigen Menstruationszyklen (Oligomenorrhö = 35 bis 90 Tage bis zur nächsten Periode oder sekundäre Amenorrhö = Ausbleiben der Menstruation) und Osteoporose durch ein reduziertes Östrogenlevel zeigen. Diese Trias wurde jahrelang als *Female Athlete Triad* (FAT) bezeichnet. Die drei Symptome treten nicht immer zusammen auf. Sie können auch isoliert voneinander erscheinen. (vgl. McArdle et al., 2007, p.64-67)

Mittlerweile wurde das Konzept der FAT vor allem in europäischen Ländern durch das des RED-S ergänzt, das diverse pathophysiologische Auswirkungen der verminderten Energieverfügbarkeit nicht nur bei Frauen, sondern auch bei Männern einschließt (vgl. Baumgartner, 2021). Die Energieverfügbarkeit wird von Baumgartner definiert als „Restenergiemenge, die dem Organismus pro kg

fettfreier Masse (FFM) für die Aufrechterhaltung der restlichen Körperfunktionen zur Verfügung steht, nachdem der Energieaufwand für die Bewegung von der Energieaufnahme abgezogen wurde“ (Baumgartner, 2021). Eine Energieverfügbarkeit von unter 30 kcal/kg FFM/Tag wird als zu gering betrachtet, um die physiologischen Körperfunktionen aufrechtzuerhalten. Besonders Sportarten mit einem Schwerpunkt auf Ästhetik (rhythmische Sportgymnastik, Eiskunstlauf, Tanzen, Turnen, Ballett, ...) sind prädestiniert für eine zu geringe Energieverfügbarkeit. Aber auch Ausdauersportarten durch den stark erhöhten Kalorienverbrauch sowie gewichtabhängige Sportarten (Zweikampfsportarten, Hochsprung, Klettern, ...) zeigen häufig eine Tendenz zu einer zu geringen Energiezufuhr im Verhältnis zum täglichen Energiebedarf. (Baumgartner, 2021)

Eine Beobachtung, die auch in unserer Studie bestätigt werden kann.

Bei 0,8 % der Kadersportler*innen unserer Studie ergab sich nach Einschätzung der behandelnden Ärzt*innen die Notwendigkeit eines RED-S-Screenings. Dies scheint im Vergleich zu anderen Studien ein geringer Wert zu sein. Die Prävalenz einer zu geringen Energieverfügbarkeit wird abhängig von der Sportart auf bis zu 22-58 % geschätzt (Logue et al., 2020). Einen unregelmäßigen oder gar keinen Menstruationszyklus beschreiben 21,9 % der Kadersportler*innen unseres Untersuchungskollektives. In der Literatur wird eine Prävalenz der Amenorrhö bei Sportlerinnen von 12–79 % (Ducher et al., 2011) beschrieben und ist im Vergleich zur Normalbevölkerung mit einer Prävalenz von 2,6 % für eine Amenorrhö und deutlich erhöht (Bachmann and Kemmann, 1982, Baumgartner, 2021).

Die Symptome des RED-S sind sehr vielfältig und schließen neben den Symptomen der FAT auch gastroenterologische, immunologische, psychische, endokrine, kardiovaskuläre, hämatologische und metabolische Störungen ein, die sowohl bei Frauen als auch bei Männern zu beobachten sind. Leistungsphysiologisch zeigen sich negative Auswirkungen auf die Ausdauerfähigkeit, das Verletzungsrisiko, das Koordinationsvermögen und die

Muskelkraft. Die weitreichenden Auswirkungen des RED-S zeigen die Bedeutsamkeit einer adäquaten Sporternährung im Hinblick auf die ausreichende Energieverfügbarkeit. Eine ausführliche Aufklärung der Athlet*innen, der Trainer*innen, Eltern und Sportmediziner*innen über Energieverfügbarkeit und RED-S sowie eine frühzeitige Erkennung durch geeignete Screenings sind an dieser Stelle von größter Bedeutung. (Baumgartner, 2021)

Die Ergebnisse der Auswertung des HEI deuten darauf hin, dass bei der Zusammenstellung der Lebensmittel ein klares Verbesserungspotential vorliegt. 27,2 % aller Sportler*innen erreichten beim HEI nicht mehr als 40 Punkte, was laut Dipl. troph. Anne von Rüsten einer Bewertung mit „schlecht“ entspricht (von Rüsten et al., 2009). Allerdings wurde die Lebensmittelzusammenstellung von den behandelnden Ärzt*innen nur bei 13,5 % (92 von 682) als auffällig und nicht ausgewogen bewertet. Von diesen 92 Sportler*innen schnitten 40 mit einem HEI unter 41 Punkten ab. Zwischen der individuellen Einschätzung durch die behandelnden Ärzt*innen und den Ergebnissen des HEI gibt es also eine deutliche Diskrepanz. Insgesamt muss individuell analysiert werden nach Alter, Sportart, Geschlecht und Ernährungsverhalten – dies kann der HEI allein nicht darstellen. Vielmehr ist es Aufgabe von Ärzt*innen, Trainer*innen und Ernährungsberater*innen individuell und neutral abzuschätzen, ob die Lebensmittelzusammenstellung sowie die Energiezufuhr ausreichend und angemessen sind. Eine Einschätzung von Trainer*innen sollte dabei immer kritisch hinterfragt werden, da hier möglicherweise die sportliche Leistung der Athlet*innen im Vordergrund steht und die Gesundheit der Sportler*innen nicht immer vorrangig ist. Generell ist der Fragebogen ein geeignetes Mittel, um im Rahmen der Anamnese einen Überblick über eine individuelle Sporternährung zu erhalten. Auch in der Patientenkommunikation dient der Fragebogen einer verständlichen Darstellung von etwaigen Ernährungsauffälligkeiten einzelner Kadersportler*innen, wodurch das Arzt-Patienten-Gespräch erheblich erleichtert wird. Der HEI-EPIC kann dabei als hilfreiche Orientierung zur standardisierten und objektiven Bewertung des Ernährungsverhaltens dienen. Dennoch sollte die ärztliche oder ernährungswissenschaftliche Einschätzung unabhängig eines

Index erfolgen, der auf den eigenen Angaben der Sportler*innen beruht und durch beabsichtigte und unbeabsichtigte Fehlangaben zu falschen Ergebnissen führen kann. Um zwischen Gruppen den Ernährungsstatus zu vergleichen oder Trends zu analysieren ist der HEI-EPIC allerdings gut geeignet, da er unkompliziert zu erheben ist und nicht auf Kalorienanzahlen und exakten Ernährungsprotokollen beruht, wie es bei anderen Indices und auch dem ursprünglichen HEI aus den USA der Fall ist.

4.3 Spezielle Kostformen

Insgesamt gaben 6,2 % der Sportler*innen an, sich nach einer besonderen Ernährungsweise zu richten (8,5 % Frauen und 4,0 % Männer). Die Nationale Verzehrstudie II (NVS II) des Max-Rubner-Instituts (Bundesinstitut für Ernährung und Lebensmittel) ergab 2008 einen geringeren Anteil von insgesamt 3,9 %. Doch auch bei der NVS II zeigte sich, dass mit 4,9 % mehr Frauen einer speziellen Ernährungsweise folgen als Männer mit 2,9 %. (vgl. Max-Rubner-Institut, 2008)

Im Folgenden sind sowohl eine vegane als auch eine ovo-lacto-vegetarische Ernährung (Meiden von Fleisch- und Fischprodukten, Eier und Milchprodukte werden verzehrt) unter dem Begriff „vegetarische Ernährungsweise“ zusammengefasst.

Eine vegetarische oder vegane Ernährung gaben insgesamt 2,4 % der Sportler*innen aus unserem Untersuchungskollektiv an (davon 2,1 % vegetarisch sowie 0,3 % vegan). In aktuellen Studien liegen die Werte zwischen 1,4 % bei Sechs- bis elfjährigen Kindern (Mensink et al., 2020) und 9,2 % bei Frauen im Alter zwischen 18 und 29 Jahren (Mensink et al., 2016). Insgesamt ernähren sich häufiger Mädchen und Frauen sowie Jugendliche im Alter von 12-17 Jahren (Mensink et al., 2020) bzw. junge Erwachsene im Alter von 18-29 Jahren vegetarisch (Mensink et al., 2016). Auch in unserer Studie ergab sich für die Sportlerinnen mit 3,9 % ein höherer Wert als bei den männlichen Teilnehmern mit einer Prävalenz von nur 1,0 %. Ebenso ist eine steigende

Tendenz mit zunehmendem Alter zu bestätigen. Unter den insgesamt 82 Sieben- bis Elfjährigen fanden sich keine Vegetarier*innen. Die Ernährungsstudie EsKiMo II als Teil der deutschlandweiten „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGs) nennt bei den Sechs- bis Elfjährigen einen etwas höheren Wert von 1,4 % und auch unter den 12-17-Jährigen liegt der Wert aus der EsKiMo II Studie mit 5,0 % über unserem Ergebnis von 1,8 % (Mensink et al., 2020).

Bei einer vegetarischen oder veganen Lebensweise muss immer auf eine ausreichende Zufuhr von Nährstoffen geachtet werden, die vor allem in tierischen Produkten vorhanden sind. Eine neue Studie der Bundeszentrale für Risikobewertung (BfR) deutet darauf hin, dass Veganer*innen weniger für das Skelett relevante Nährstoffe aufnehmen. Insbesondere für Vitamin A und B6, Omega-3-Fettsäuren, Jod, TSH (Thyreoida-stimulierendes Hormon), Kalzium, Magnesium sowie die Aminosäuren Lysin und Leucin würden geringere Konzentrationen in Blut und Urin vorliegen, was mit einer geringeren Knochengesundheit zu korrelieren scheint. (vgl. Menzel et al., 2021)

Gerade im Bereich Sport ist eine gute Knochengesundheit von großer Bedeutung, um das Verletzungsrisiko zu minimieren. Ein möglicher Mangel an wichtigen Nährstoffen sollte von Sportler*innen bei der Entscheidung für eine vegetarische oder vegane Ernährung bedacht werden.

Außer einer vegetarischen oder veganen Ernährungsweise gaben 2,2 % aller Sportler*innen auf dem Ernährungsbogen an, sich laktosefrei zu ernähren. Bei einer laktosefreien Ernährung wird auf unvergorene Milchprodukte verzichtet, die Milchzucker (Laktose) enthalten. Der Verzicht auf Laktose wird bei einer Laktoseintoleranz als Therapie empfohlen. Physiologisch wird das Disaccharid Laktose durch das Enzym Laktase im Dünndarm in die Monosaccharide Galaktose und Glukose gespalten. Bei einer Laktoseintoleranz liegt ein Mangel an Laktase vor. Ist dieser Mangel angeboren oder hat sich die Enzymaktivität nach dem Abstillen mit der Zeit verringert, spricht man von primärer Laktoseintoleranz. Eine sekundäre Intoleranz entsteht durch andere gastrointestinale Erkrankungen wie zum Beispiel Morbus Crohn. In

Zentraleuropa liegt die Prävalenz bei etwa 10-15 %. In tropischen Ländern ist ein Großteil der Bevölkerung laktoseintolerant. (vgl. Arastéh K. et al.)

Geht man in Deutschland von einer Prävalenz der Laktoseintoleranz von 10-15% aus, so wäre bei der Auswertung des Ernährungsfragebogens ein höherer Anteil derjenigen zu erwarten gewesen, die sich laktosefrei ernähren. An dieser Stelle muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass sich nicht alle Laktoseintolerante auch komplett laktosefrei ernähren. Einige reduzieren lediglich den Anteil unvergorener Milchprodukte, andere substituieren Laktase, um nicht auf laktosehaltige Lebensmittel verzichten zu müssen. Des Weiteren ist der geringe Anteil von 2,2 % sicherlich auch durch den niedrigen Altersdurchschnitt des Untersuchungskollektivs zu erklären, da sich eine Laktoseintoleranz noch bis zum 20. Lebensjahr manifestieren kann (vgl. Arastéh K. et al.). Unter den Sportler*innen ab 18 Jahren gaben 4,9 % an, sich laktosefrei zu ernähren. Als Hauptgründe für eine laktosefreie Ernährung wurden eine ärztlich diagnostizierte Laktoseintoleranz oder eine selbst diagnostizierte Laktoseunverträglichkeit angegeben.

Von den 1000 Sportler*innen unseres Untersuchungskollektivs gaben neun (0,9%) an, sich glutenfrei zu ernähren. Drei davon (0,3 %) gaben eine Zöliakie als Grund für die glutenfreie Ernährung an. Bei weiteren sechs Sportler*innen wurde keine Begründung angegeben. Unter den erwachsenen Sportler*innen gaben 3,1 % an, sich glutenfrei zu ernähren.

Eine glutenfreie Ernährung wird aus verschiedenen Gründen praktiziert. Erkrankungen wie die Autoimmunerkrankung Zöliakie, die IgE-vermittelte Weizenallergie oder eine Nichtzöliakie-Nichtweizenallergie-Weizensensitivität erfordern eine glutenfreie Diät. Aber auch die Hoffnung auf einen gesundheitssteigernden Effekt, eine Optimierung der eigenen Fitness, oder ein erhoffter Gewichtsverlust können Gründe für den Verzicht auf das Klebereiweiß Gluten sein. Gerade im Bereich des Leistungssports setzen nicht wenige Sportler*innen auf eine glutenfreie Ernährung, um die eigene Leistungsfähigkeit zu steigern.

Nach Angaben der Deutschen Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen (DGVS) sowie der Deutschen Zöliakie-Gesellschaft (DZG) leiden in Deutschland 0,3 % der Bevölkerung unter einer Zöliakie (Felber et al., 2014). Zu den anderen weizenabhängigen Erkrankungen seien die epidemiologischen Daten sehr rar. Werte zwischen 0,5 % und 7 % würden unter Experten diskutiert. (vgl. Felber et al., 2022)

Es scheint allerdings einen großen Unterschied zwischen der Anzahl der Personen zu geben, die sich glutenfrei ernähren und derer, die an einer medizinischen Glutenunverträglichkeit leiden. Bei einer deutschen Online-Umfrage aus dem Jahr 2017 unter Personen, die keine glutenhaltigen Lebensmittel verzehren, gaben nur 18,9 % an, aufgrund einer ärztlich nachgewiesenen Glutenunverträglichkeit auf glutenhaltige Lebensmittel zu verzichten. 51,5 % gaben an, das Gefühl zu haben, ihnen bekomme Gluten nicht und 22,7 % erhofften sich eine Gewichtabnahme. (vgl. Statista, 2017)

Im Rahmen einer Studie zur Ermittlung der Häufigkeit einer glutenfreien Diät unter Sportler*innen ohne Zöliakie gaben von 910 Personen 41,2 % an, sich glutenfrei zu ernähren. Davon begründete über die Hälfte die Diät mit einer selbstdiagnostizierten Glutenunverträglichkeit und dem Glauben, der Verzicht auf Gluten führe zu einer Leistungssteigerung. (vgl. Lis et al., 2015)

Diese Aussage können wir anhand unserer Auswertungen nicht bestätigen. Mit einem Anteil derjenigen, die sich glutenfrei ernähren von 0,9 % am gesamten Untersuchungskollektiv bzw. 3,1 % unter den erwachsenen Sportler*innen, liegt unser Wert weit unter dem Ergebnis von Lis et al. und vielmehr im Bereich der von der DGVS angegebenen Prävalenz weizenabhängiger Erkrankungen.

Eine glutenfreie Ernährung ist für gesunde Personen nicht notwendig. Im Gegenteil: eine glutenfreie Ernährung bedeutet, dass meist weniger Vollkornprodukte verzehrt und dadurch weniger wertvolle Inhaltsstoffe wie Ballaststoffe, Vitamine (v. a. B-Vitamine), Mineralstoffe (Calcium, Magnesium) und Spurenelemente (Zink, Eisen) zugeführt werden. Des Weiteren sind in

glutenfreien Produkten meist höhere Anteile von Fetten und Zucker enthalten, um die Produkte schmackhafter zu machen. (Pörschmann et al., 2019)

Und auch zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit im Sport durch eine glutenfreie Ernährung gibt es bislang keine validen Daten. Wird eine spezielle Diät in Erwägung gezogen, sollte in jedem Fall vorher eine ausführliche Aufklärung und Beratung durch Fachpersonal stattfinden. (Lis et al., 2019)

Auf weitere spezielle Kostformen soll im Folgenden nicht eingegangen werden, da diese in unserem Untersuchungskollektiv nur einen sehr geringen Anteil ausmachen und deshalb in diesem Rahmen als nicht relevant betrachtet werden können.

4.4 Nahrungsergänzungsmittel und Sportlerprodukte

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) und spezielle Sportlerprodukte (SP) werden aus sehr unterschiedlichen Gründen eingenommen. Wer NEM oder SP konsumiert, erhofft sich positive Auswirkungen auf die eigene Gesundheit, eine Steigerung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit, eine Verringerung der Verletzungsanfälligkeit oder auch eine Optimierung der Figur oder des Körpergewichtes. (vgl. Erdman et al., 2006, Striegel et al., 2006)

Die Einnahme von NEM und speziellen SP ist weit verbreitet (Perlitz et al., 2019, Römer and Heuer, 2018). Die Nationale Verzehrstudie II aus Deutschland kam bei einer Untersuchung zur Einnahme von NEM (Vitaminen oder Mineralstoffen) zu dem Ergebnis, dass der Anteil der Supplementnehmer*innen unter den Studienteilnehmer*innen (Alter 15 bis 80 Jahre) bei 24,3 % liegt. Dabei nehmen mit 29,6 % mehr Frauen als Männer (18,9 %) mindestens ein Nahrungsergänzungsmittel ein (vgl. Römer and Heuer, 2018).

Und auch unter Sportlern ist die Einnahme von NEM und SP durchaus üblich. Die Werte liegen je nach Studie zwischen 49 und 97,2 % (vgl. Erdman et al., 2006, Striegel et al., 2006, Karimian and Esfahani, 2011, Wardenaar et al., 2017).

In unserer Untersuchung gaben 28,2 % der Kadersportler*innen an, NEM einzunehmen. 28,3 % bejahten die Einnahme von SP. Insgesamt gaben 417 von 965 Sportler*innen (43,2%) an, eines oder mehrere Supplemente (NEM und/oder SP) einzunehmen, wobei der Anteil der Sportler mit 51,1 % (256 von 501) deutlich höher als der Anteil der Sportlerinnen mit 34,7 % (161 von 464) liegt.

Im Vergleich zu den Ergebnissen der Nationalen Verzehrstudie II liegen die männlichen Sportler aus unserer Studie bei der Einnahme von NEM mit 30,7% deutlich über den 18,9 % des nationalen Durchschnitts. Die weiblichen Teilnehmerinnen aus unserer Untersuchung lagen mit 25,5 % allerdings unter dem Vergleichswert von 29,6 % der Nationalen Verzehrstudie II. (vgl. Römer and Heuer, 2018)

Vergleicht man das Ergebnis unserer Erhebung mit den Zahlen aus anderen Studien, die sich ebenfalls im Speziellen mit der Einnahme von Nahrungssupplementen bei Sportler*innen auseinandersetzen, so liegt unser Wert von 43,2 % (NEM und/oder SP) zum Teil deutlich unter den Ergebnissen der anderen Untersuchungen. Eine mögliche Erklärung dafür ist das geringe Durchschnittsalter unserer Sportler*innen (16 Jahre \pm 4,4). Zahlreiche Studien ergaben einen mit dem Alter zunehmenden Anteil an Supplementnehmer*innen (Braun et al., 2009, Maughan et al., 2018). Und auch in unserer Untersuchung gab es signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen. Mit zunehmendem Alter steigt der Anteil der Supplementnehmer*innen deutlich an (siehe Kapitel 3.8.1. und 3.8.2.).

Insgesamt sind Vergleiche zwischen Studien allerdings unter anderem durch Unterschiede in der Definition von Nahrungsergänzungsmitteln erschwert. In einigen Erhebungen werden Vitamine und Mineralien mit speziellen Sportlerprodukten zusammenfassend als Nahrungsergänzungsmittel bezeichnet (Striegel et al., 2006), in anderen wird differenzierter unterschieden zwischen medizinischen Supplementen (Mineralstoffe, Vitamine),

Sportlerprodukten (Sportdrinks, Energieriegel, Gels), ergogenen Substanzen (Koffein, Nitrat, Kreatin) und Superfood (Kräuter, Algen, Ballaststoffe,...) (Garthe and Maughan, 2018). Des Weiteren erschweren unterschiedliche Zusammensetzungen der Untersuchungskollektive in Bezug auf Alter, Leistungsniveau und Ausübung unterschiedlicher Sportarten einen direkten Vergleich (Garthe and Maughan, 2018).

Allen Studien gemeinsam ist ein großer Anteil an Sportler*innen, die Nahrungsergänzungsmittel einnehmen (vgl. Erdman et al., 2006, Striegel et al., 2006, Karimian and Esfahani, 2011, Wardenaar et al., 2017). Doch insbesondere für Sportler*innen ist eine Einnahme von Nahrungssupplementen nicht unproblematisch. Durch die Verwendung von NEM und SP besteht potenziell immer die Gefahr durch Kontamination des Nahrungsergänzungsmittels unbewusst Substanzen einzunehmen, die nicht auf der Verpackung deklariert sind. Vor allem im Leistungssport ist es von besonderer Bedeutung, wenn es sich bei diesen Substanzen zum Beispiel um anabol-androgene Steroide handelt, die bei einer Dopingkontrolle zu einem positiven Testergebnis führen können. Wie die vom IOC geförderte Studie des Instituts für Biochemie der Deutschen Sporthochschule Köln zeigt, sind bei zahlreichen Produkten Stoffe enthalten, die auf der Verpackung in anderen Mengen deklariert oder überhaupt nicht aufgelistet sind. (vgl. Deutsche Sporthochschule Köln, o. J.)

Unter diesen Stoffen sind unter anderem auch Testosteron, Nandrolon, Sibutramin und Ephedrin gefunden worden, die als Doping-Substanzen verboten sind. Auch Koffein war in einigen Nahrungsergänzungsmitteln zu finden, ohne dass es bei den Inhaltsstoffen aufgelistet war. (vgl. Braun et al., 2010, Maughan, 2005)

In der Studie der Deutschen Sporthochschule Köln enthielten von den 634 untersuchten nicht-hormonellen NEM von 215 Herstellern aus 13 Ländern 14,8% verbotene anabol-androgene Steroide, ohne dass diese auf der Verpackung gekennzeichnet waren (vgl. Deutsche Sporthochschule Köln, o. J.). Zudem sind sich laut einer Umfrage unter jungen Sportler*innen nur 36 % der

Befragten des Problems der Verunreinigung von NEM und SP bewusst (vgl. Braun et al., 2009). Aufgrund der möglichen Spurenkontaminationen „sollten Ärzte auch Leistungssportler im Leistungssport über die Gefahren einer positiven Dopingkontrolle aufgrund der Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln aufklären und sie entsprechend beraten“ (Striegel et al., 2006).

Fraglich in Bezug auf NEM und SP ist zudem ihr Nutzen. Die Wirksamkeit eines NEM oder SP in Bezug auf gesundheitsfördernde oder leistungssteigernde Aspekte ist sehr schwer zu evaluieren. Nur wenige Studien beschäftigen sich mit dem Thema und die Forschungsarbeiten, die verfügbar sind, sind häufig von mangelnder Qualität. (vgl. Maughan et al., 2018)

Ein weiteres Problem bei der Einnahme von NEM oder SP stellt auch die Dosierung dar. Es existieren zwar Empfehlungen zur täglichen Dosis, die auch auf jedem NEM angegeben sein müssen, doch verbindliche Höchstmengen liegen bisher in Deutschland weder auf nationaler noch auf europäischer Ebene vor. Vorschläge für Höchstmengen gibt es zum Beispiel von der Bundeszentrale für Risikobewertung. (vgl. BfR, 2021)

Diese Studie konnte zeigen, dass eine Erhebung des Ernährungsstatus mittels Fragebogen grundsätzlich sehr hilfreich ist. Der HEI ist außerdem als Instrument zur standardisierten und objektiven Bewertung einer Sporternährung als ausreichend zu bewerten, auch wenn dieser keine genauen Aussagen über Verzehrmenen, Makro- oder Mikronährstoffe geben kann und eine individuelle und neutrale Einschätzung durch behandelnde Ärzt*innen, Ernährungsberater oder Trainer*innen unerlässlich bleibt.

Die Ergebnisse des HEI zeigen, dass die Ernährungszufuhr und -qualität innerhalb unseres Untersuchungskollektives als insgesamt verbesserungswürdig zu bewerten ist und ein enormes Verbesserungspotential und ein großer Aufklärungsbedarf im Hinblick auf eine ausreichende Sporternährung vorliegen. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass im

Allgemein die Ernährungszufuhr und -qualität vieler Leistungssportler*innen nicht ausreicht. Insbesondere im Bereich der ästhetischen und der Zweikampfsportarten, aber auch in allen anderen Sportartengruppen scheint ein großer Aufklärungsbedarf zu bestehen, um auf eine mögliche mangelhafte Sporternährung und deren Folgen für die Leistungsfähigkeit und die Auswirkungen auf die Gesundheit hinzuweisen.

Diese Studie zeigt ebenfalls, dass zahlreiche Sportler*innen zu Nahrungssupplementen greifen und auch hier ein Aufklärungsbedarf vorliegt. Angesichts der mangelnden Studienlage bezüglich der Wirksamkeit von NEM und SP, der möglichen Spurenkontamination und der fehlenden verbindlichen Höchstmengen ist eine unbedarfte Einnahme von NEM oder SP für Leistungssportler*innen ohne vorherige fachspezifische Beratung als kritisch zu bewerten. Die Notwendigkeit einer Substitution kann in einzelnen Fällen notwendig sein. Mögliche Risiken und der tatsächliche Nutzen sowie eine korrekte Dosierung sollten allerdings immer abgewogen und stets mit einer Beratung durch betreuende Ärzt*innen und Ernährungsberater*innen einhergehen.

5 Zusammenfassung

Als Bestandteil unseres Alltags und als beeinflussbare Determinante birgt die Ernährung großes Potential, Einfluss auf die Gesundheit und die Prävention von Erkrankungen zu nehmen. Insbesondere im Bereich des Sports ist eine angepasste Ernährung Voraussetzung für gute sportliche Leistungen. Inzwischen gibt es detaillierte Empfehlungen für eine optimale Sporternährung (siehe u. a. die Positionspapiere der AG Sporternährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung), doch liegen nur wenige aktuelle Daten über den Ernährungsstatus von Leistungssportler*innen vor. Daten von 519 Kadersportlern und 481 Kadersportlerinnen im Alter zwischen 7 und 45 Jahren, die sich zur Jahreshauptuntersuchung (JHU) in der Abteilung für Sportmedizin am Tübinger Universitätsklinikum sowie am Olympiastützpunkt im *SpOrt Stuttgart* vorstellten, wurden im Rahmen dieser Dissertation ausführlich

ausgewertet und analysiert. Dabei lag der Schwerpunkt darauf, den aktuellen Ernährungsstatus von Kadersportler*innen darzustellen und im Speziellen auf die Ernährungszufuhr, die Ernährungsqualität sowie etwaige Störungen im Essverhalten und die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) und Sportlerprodukten (SP) einzugehen.

Bei der Analyse der Ernährungsqualität bzw. der Lebensmittelzusammenstellung kam der *Healthy Eating Index EPIC* (HEI-EPIC) zum Einsatz, der über *Food Frequency Questionnaires* (FFQ) die Verzehrhäufigkeit von einzelnen Lebensmittelgruppen erfasst und diese mit den von der DGE empfohlenen Verzehrmenen vergleicht. Die Erhebung der Daten erfolgte mittels validiertem Fragebogen, der den Kadersportler*innen vor ihrer Untersuchung zugesendet, im Voraus ausgefüllt und dann zur Untersuchung mitgebracht wurde.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen eine insgesamt verbesserungswürdige Ernährungsqualität der Kadersportler*innen. Der HEI liegt bei etwas mehr als einem Viertel unseres Untersuchungskollektivs im Bereich „schlecht“. Zwei Drittel schnitten in der Lebensmittelzusammenstellung mit „verbesserungswürdig“ ab. Mit einem HEI im Bereich „gut“ schnitten nur 6 % aller Kadersportler*innen ab. Auffällig dabei: Mädchen und Frauen schnitten signifikant besser ab als Jungen und Männer. Außerdem zeigte sich ein mit zunehmendem Alter abnehmender HEI. Je älter, desto unausgewogener scheint die Lebensmittelzusammenstellung zu sein. Und auch im Vergleich zwischen den Sportartengruppen ergaben sich teilweise deutlich signifikante Unterschiede. Am besten schnitten die Ausdauersportarten ab. Sie erreichten beim HEI im Vergleich zu den anderen Sportartengruppen die höchsten Werte. Am schlechtesten in Bezug auf die Ernährungsqualität schnitten die Zweikampf- und die technischen Sportarten ab. Besonders hervorzuheben sind die Zweikampfsportler*innen sowie die Sportler*innen aus den ästhetischen Sportarten (insbesondere Rhythmische Sportgymnastikerinnen), deren Angaben zur Häufigkeit des Verzehrs von Kartoffeln, Nudeln, Reis und anderen Getreideprodukten auffallend unter der Verzehrempfehlung der DGE lagen. Unter anderem 88,9 % der Rhythmischen Sportgymnastiker*innen und 81,2 %

der Zweikampfsportler*innen gaben an, weniger als zweimal pro Tag Lebensmittel aus dem Bereich der Kohlenhydrate zu verzehren. Dies wird insbesondere auch im Hinblick auf die hohen körperlichen Belastungen und das teilweise junge Alter (erhöhter Bedarf in der Wachstumsphase) der Athlet*innen als nicht ausreichend bewertet.

Für die NEM und SP ergaben unsere Auswertungen einen Anteil an Supplementnehmer*innen von 43,1 %, was im Vergleich zu anderen Studien, die sich ebenfalls mit der Einnahme von Nahrungssupplementen bei Sportler*innen auseinandersetzen, ein geringerer Wert ist. Dieser ist vermutlich auf das junge Durchschnittsalter unseres Kollektivs zurückzuführen. Dennoch ist der Anteil von Sportler*innen, die NEM oder SP einnehmen auch bei unserer Studie sehr hoch. Wie auch in weiteren Studien konnte in dieser Arbeit ein mit zunehmendem Alter steigender Anteil an Supplementnehmer*innen festgestellt werden. Insgesamt nehmen mit 51,1 % deutlich mehr Männer als Frauen (34,7 %) Nahrungssupplemente zu sich. Eine Einnahme von NEM oder SP sollte insbesondere bei Kadersportler*innen nicht unkritisch erfolgen. Zum einen, um die Gefahr der unwissentlichen Einnahme von Dopingsubstanzen durch eine mögliche Spurenkontamination zu vermeiden und zum anderen aufgrund des fraglichen Nutzens der einzelnen Nahrungssupplemente. Zu den meisten NEM und SP fehlt eine wissenschaftlich basierte Beweislage zu Wirksamkeit und Dosierung. Hier sind weitere Studien nötig.

Fazit: Insgesamt besteht aufgrund der mangelnden Ernährungszufuhr und -qualität sowie der vermehrten Einnahme von NEM und SP ein dringender Aufklärungsbedarf und ein deutliches Verbesserungspotential im Bereich der Sporternährung im Spitzensport. Es bedarf hier mehr professioneller Beratung in Bezug auf eine qualitativ hochwertige und ausreichende Sporternährung, um Sportler*innen über eine mögliche unausgewogene Ernährung sowie deren negativen Folgen für die Gesundheit aufmerksam zu machen. Eine Einschätzung und Beratung sollte regelmäßig am ehesten von den behandelnden Sportmediziner*innen oder Ernährungsberater*innen erfolgen. Des Weiteren müssen bestehende Strukturen hinterfragt und Lösungsansätze gefunden werden, um den ständigen Druck auf Kadersportler*innen zu

vermindern, die eigene Leistungsfähigkeit durch Gewichtsverlust und unausgewogener Ernährungsqualität steigern zu müssen. Insbesondere zählt dies für die ästhetischen, figurbetonten Sportarten wie z. B. Turnen und Rhythmische Sportgymnastik, aber auch für Sportarten wie den Zweikampfsportarten, Ausdauersportarten oder dem Skispringen, in denen das Körpergewicht für den Wettkampf eine große Rolle spielt. Für eine standardisierte und objektive Bewertung einer Sporternährung bietet sich der verwendete Fragebogen sowie der HEI als ein verhältnismäßig einfaches und sehr hilfreiches Instrument an. Eine regelmäßige Erhebung bei den einmal jährlich stattfindenden JHU ermöglicht eine langfristige Abbildung von Veränderungen hinsichtlich der Verzehrdaten und der Ernährungsqualität. Denkbar wäre hier eine Digitalisierung des Fragebogens und eine automatisierte Berechnung des HEI sowie ein integrierter Hinweis auf etwaige Ernährungsmängel, um behandelnde Sportmediziner*innen und Ernährungsberater*innen bei ihrer individuellen Einschätzung zu unterstützen.

6 Tabellen

| Tabelle 1: Basischarakteristika der befragten Kadersportler*innen | | | |
|---|--------------|-------------------------|--------------|
| Variable | Anzahl (%) | Variable | Anzahl (%) |
| Geschlecht | | Sportartengruppe | |
| weiblich | 481 (48,1 %) | Ballsportarten | 304 (30,4 %) |
| männlich | 519 (51,9 %) | Ästhetische Sportarten | 208 (20,8 %) |
| | | Schnellkraftsportarten | 112 (11,2 %) |
| Alter | | Ausdauersportarten | 108 (10,8 %) |
| 7-11 Jahre | 82 (8,2 %) | Technische Sportarten | 72 (7,2 %) |
| 12-17 Jahre | 692 (69,2 %) | Kraftsportarten | 71 (7,1 %) |
| ≥ 18 Jahre | 226 (22,6 %) | Mehrkampf | 64 (6,4 %) |
| | | Leichtathletik | |
| | | Kampfsportarten | 49 (4,9) |
| | | Paralymp. Disziplinen | 12 (1,2 %) |

| Tabelle 2: Übersicht über die Ballsportarten | |
|--|--------|
| Ballsportarten | n= 304 |
| Handball | 110 |
| Eishockey | 41 |
| Wasserball | 35 |
| Tennis | 27 |
| Hockey | 17 |
| Volleyball | 16 |
| Faustball | 14 |
| Fußball | 13 |
| Radball | 13 |
| Tischtennis | 7 |
| Badminton | 5 |
| Beachvolleyball | 4 |
| Basketball | 1 |
| American Football | 1 |

| Tabelle 3: Übersicht über die Ausdauersportarten | |
|--|--------|
| Ausdauersportarten | n= 108 |
| Schwimmen | 33 |
| Laufen Mittelstrecke | 27 |
| Laufen Langstrecke | 15 |
| Mountainbike (MTB) | 15 |
| Radsport (Straße und Bahn) | 14 |
| Triathlon | 3 |
| Biathlon | 1 |

Tabelle 4: Übersicht über die Kraftsportarten

| Kraftsportarten | n= 71 |
|----------------------------|--------------|
| Kugelstoßen | 14 |
| Hammerwurf | 11 |
| Klettern | 10 |
| Ski Alpin | 9 |
| Diskuswurf | 9 |
| Speerwurf | 4 |
| Tauziehen | 4 |
| Kombi Diskus, Speer, Kugel | 4 |
| Snowboard | 4 |
| Gewichtheben | 2 |

Tabelle 5: Übersicht über die Kampfsportarten

| Kampfsportarten | n= 49 |
|------------------------|--------------|
| Judo | 23 |
| Karate | 12 |
| Ringen | 11 |
| Ju-Jutsu | 2 |

Tabelle 6: Übersicht über die Schnellkraftsportarten

| Schnellkraftsportarten | n= 112 |
|-------------------------------|---------------|
| Sprint | 28 |
| Hürdenlauf | 22 |
| Hochsprung | 16 |
| Speedskating | 14 |
| Dreisprung | 13 |
| Stabhochsprung | 8 |
| Weitsprung | 6 |
| Bob | 5 |

Tabelle 7: Übersicht über die ästhetischen Sportarten

| Ästhetische Sportarten | n= 208 |
|-------------------------------|---------------|
| Turnen | 49 |
| Rhythmische Sportgymnastik | 45 |
| BMX | 27 |
| Kunstradfahren | 25 |
| Tanzen | 16 |
| Sportakrobatik | 15 |
| Eiskunstlauf | 14 |
| Rollkunstlauf | 9 |
| Trampolin | 7 |
| Skateboard | 1 |

| Tabelle 8: Übersicht über die Technischen Sportarten | |
|--|-------|
| Technische Sportarten | n= 72 |
| Golf | 41 |
| Sportschießen | 17 |
| Bogenschießen | 10 |
| Schach | 2 |
| Reiten | 1 |
| Bowling | 1 |

| Tabelle 9: Übersicht über die paralympischen Disziplinen | |
|--|-------|
| Paralympische Disziplinen | n= 12 |
| Blindenfußball | 3 |
| Sitzvolleyball | 3 |
| Paralympisches Schwimmen | 1 |
| Paralympisches Snowboard | 1 |
| Rollstuhlbasketball | 1 |
| Rollstuhlfechten | 1 |
| Goalball | 1 |
| Paralympisches Ski Alpin | 1 |

| Tabelle 10: Body Mass Index im Vergleich zwischen den Sportartengruppen der Altersgruppe ≥ 18 Jahre | | | | |
|---|---------------------------|--------|---------|---------|
| Sportartengruppe (Anzahl der SportlerInnen ≥ 18 J) | BMI (in kg/m^2) | | | |
| | Mittelwert (95%-KI) | Median | Minimum | Maximum |
| Ballsportarten (47) | 23,6 (22,8-24,5) | 23,2 | 18,8 | 33,6 |
| Ausdauersportarten (19) | 20,8 (19,8-21,8) | 20,8 | 17,7 | 24,5 |
| Kraftsportarten (29) | 26,9 (25,4-28,4) | 27,5 | 18,4 | 33,7 |
| Kampfsportarten (12) | 23,9 (21,5-26,3) | 23,1 | 20,2 | 32,5 |
| Schnellkraftsportarten (45) | 21,8 (21,1-22,6) | 21,5 | 17,6 | 28,7 |
| Ästhetische Sportarten (46) | 22,6 (21,9-23,3) | 22,1 | 19,4 | 28,9 |
| Technische Sportarten (13) | 22,1 (20,6-23,7) | 21,3 | 19,5 | 29,0 |
| Mehrkampf Leichtathletik (6) | 22,9 (19,2-26,7) | 21,9 | 19,3 | 29,7 |
| Paralymp. Disziplinen (9) | 21,2 (18,9-23,4) | 22,0 | 16,5 | 24,8 |

| Tabelle 11: Bewertung des Ernährungszustandes | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Geschlecht | Ernährungszustand o. B.? [*] | |
| | Ja (Anzahl der Sportler*Innen) | Nein (Anzahl der Sportler*Innen) |
| Weiblich | 92,7 % (319 von 344) | 7,3 % (25 von 344) |
| Männlich | 98,2 % (325 von 331) | 1,8 % (6 von 331) |
| Gesamt | 95,4 % (644 von 675) | 4,6 % (31 von 675) |

**nach Einschätzungen der behandelnden Ärzt*innen*

| Tabelle 12: Spezielle Kostformen im Altersgruppen- und Geschlechtervergleich | | | | | | |
|---|-------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Alle Sportler | 7-11 Jahre | 12-17 Jahre | ≥18 Jahre | Männlich | Weiblich |
| Vegetarisch | 2,1% (21/1000) | 0,0% (0/82) | 1,7% (12/692) | 4,0% (9/226) | 0,8% (4/519) | 3,5% (17/481) |
| Vegan | 0,3% (3/1000) | 0,0% (0/82) | 0,1% (1/692) | 0,9% (2/226) | 0,2% (1/519) | 0,4% (2/481) |
| Laktosefrei | 2,2% (22/1000) | 2,4% (2/82) | 1,3% (9/692) | 4,9% (11/226) | 1,9% (10/519) | 2,4% (12/481) |
| Glutenfrei | 0,9% (9/1000) | 0,0% (0/82) | 0,3% (2/692) | 3,1% (7/226) | 1,0% (5/519) | 0,8% (4/481) |
| Low Carb | 1,2% (12/1000) | 0,0% (0/82) | 0,6% (4/692) | 3,5% (8/226) | 0,8% (4/519) | 1,7% (8/481) |
| Sonstige* | 0,9% (9/1000) | 0,0% (0/82) | 0,7% (6/692) | 1,2% (3/226) | 1,0% (5/519) | 0,8% (4/481) |

**Unter „sonstige Kostformen“ wurden angegeben: peschetarisch (1), zuckerfrei (1), Intervallfasten (1), fructosefrei (2) sowie ohne Schweinefleisch (4).*

**gültige Prozent (Anzahl der Sportler*innen, die die jeweilige Antwort markiert haben / Anzahl der Sportler*innen, die die Frage insgesamt beantwortet haben)*

Tabelle 13: Gastrointestinale oder sonstige Beschwerden

| | Alle Sportler | | Männlich | | Weiblich | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Ja | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein |
| Magen-Darm-Beschwerden? | 7,2%* (71/ 983) | 92,8% (912/ 983) | 7,1% (36/ 509) | 92,9% (473/ 509) | 7,4% (35/ 509) | 92,6% (439/ 509) |
| Gewichtsschwankungen? | 5,4% (53/ 981) | 94,6% (928/ 981) | 4,5% (23/ 510) | 95,5% (487/ 510) | 6,4% (30/ 471) | 93,6% (441/ 471) |
| Stuhlgang regelmäßig und beschwerdefrei? | 83,4% (812/ 974) | 16,6% (126/ 974) | 84,4% (428/ 507) | 15,6% (79/ 507) | 82,2% (384/ 467) | 17,8% (83/ 467) |
| Durchfall oder Blut im Stuhl? | 1,5% (15/ 986) | 98,5% (971/ 986) | 1,6% (8/ 513) | 98,4% (505/ 513) | 1,5% (7/ 473) | 98,5% (466/ 473) |
| Erkrankungen von Leber, Gallenblase, Bauchspeicheldrüse? | 0,9% (9/ 988) | 99,1% (979/ 988) | 1,0% (5/ 514) | 99,0% (509/ 514) | 0,8% (4/ 474) | 99,2% (470/ 474) |

*gültige Prozent

Tabelle 14:

Beeinflussung von Figur/ Körpergewicht (Indikatorfragen Essstörung)

| | Alle Sportler | | Männlich | | Weiblich | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein | Ja |
| Gewicht/Figur beeinflussen durch Reduktion der Essensmenge | 88,7% (867/ 978) | 11,3% (111/ 978) | 91,4% (465/ 509) | 8,6% (44/ 509) | 85,7% (402/ 469) | 14,3% (67/ 469) |
| Gewicht/Figur beeinflussen durch Fasten | 97,4% (953/ 978) | 2,6% (25/ 978) | 97,6% (497/ 509) | 2,4% (12/ 509) | 97,2% (456/ 469) | 2,8% (13/ 469) |
| Gewicht/Figur beeinflussen durch Verzicht auf Lebensmittel, die eigentlich gemocht werden | 85,4% (832/ 974) | 14,6% (142/ 974) | 88,0% (447/ 508) | 12,0% (61/ 508) | 82,6% (385/ 466) | 17,4% (81/ 466) |
| Gewicht/Figur beeinflussen durch selbst auferlegte Essenregeln (Kalorienlimit) | 91,3% (891/ 976) | 8,7% (85/ 976) | 92,5% (469/ 507) | 7,5% (38/ 507) | 90,0% (422/ 469) | 10,0% (47/ 469) |
| Wunsch eines leeren Magens | 98,1% (953/ 971) | 1,9% (18/ 971) | 99,2% (500/ 504) | 0,8% (4/ 504) | 97,0% (453/ 467) | 3,0%* (14/ 467) |

*gültige Prozent

| Tabelle 15: Menstruationszyklus bei Kadersportlerinnen | | | | |
|---|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| | ≥ 18 Jahre | 15- bis 17- Jährige | 12- bis 14- Jährige | 13-Jährige |
| Regelmäßiger Zyklus (Anzahl) | 78,1 %* (75/96) | 68,1 %* (126/173) | 47,3 %* (53/112) | 43,5 %* (10/23) |
| Unregelmäßiger oder gar kein Zyklus (Anzahl) | 21,9 %* (21/96) | 27,2 %* (47/173) | 52,7 %* (59/112) | 56,5 %* (13/23) |
| Fehlende Angaben zur Regelmäßigkeit (Anzahl) | 8,6 % (9/105) | 6,5 % (12/185) | 17,0 % (23/135) | 14,8 % (4/27) |
| Zykluslänge in Tagen (95%-KI) | 25,8 (23,8-27,7) | 25,4 (23,8-27,0) | 24,3 (21,8-26,8) | 22,8 (14,9-30,7) |
| Fehlende Angaben zur Zykluslänge (Anzahl) | 30,5 % (32/105) | 61,6 % (186/302) | 80,9 % (52/220) | 66,7 % (18/27) |

* gültige Prozent

Tabelle 16: Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM)

| | n | NEM | Ca | Eisen | Zink | K | Mg | Vit | Sonst |
|---|-----|--------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Gesamtes Untersuchungs-Kollektiv | 939 | 28,2% | 2,0% | 2,2% | 2,4% | 0,2% | 14,5% | 9,6% | 9,4% |
| Anteil unter den Sportlern, die NEM nehmen | 265 | 100,0% | 7,2% | 7,9% | 8,7% | 0,8% | 51,3% | 34,0% | 33,2% |
| Männlich | 481 | 30,7% | 1,9% | 0,8% | 3,1% | 0,4% | 17,9% | 9,1% | 10,0% |
| Weiblich | 458 | 25,5% | 2,2% | 3,7% | 1,7% | 0,0% | 10,9% | 10,0% | 8,7% |
| Ballsportarten | 285 | 28,1% | 2,1% | 1,1% | 2,5% | 0,4% | 16,5% | 9,5% | 7,7% |
| Ausdauersportarten | 104 | 45,2% | 1,0% | 5,8% | 5,8% | 0,0% | 24,0% | 11,5% | 15,4% |
| Kraftsportarten | 66 | 24,2% | 1,5% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 9,1% | 7,6% | 4,5% |
| Zweikampfsportarten | 48 | 25,0% | 4,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 16,7% | 4,2% | 12,5% |
| Schnellkraftsportarten | 104 | 36,5% | 2,9% | 5,8% | 2,9% | 1,0% | 21,4% | 15,5% | 16,5% |
| Ästhetische Sportarten | 189 | 22,2% | 1,6% | 0,5% | 1,6% | 0,0% | 6,9% | 11,1% | 7,4% |
| Technische Sportarten | 70 | 11,4% | 0,0% | 1,4% | 2,9% | 0,0% | 5,7% | 1,4% | 4,3% |
| LA Mehrkampf | 62 | 30,6% | 4,8% | 6,5% | 3,2% | 0,0% | 17,7% | 9,7% | 6,5% |
| Paralymp. Disziplinen | 12 | 25,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 25,0% |
| Altersgruppe 7-10 | 36 | 13,9% | 2,8% | 0,0% | 2,8% | 0,0% | 5,6% | 5,6% | 2,8% |
| Altersgruppe 11-13 | 161 | 19,3% | 2,5% | 0,0% | 1,2% | 0,0% | 6,8% | 8,1% | 8,1% |
| Altersgruppe 14-17 | 533 | 26,8% | 1,5% | 1,9% | 1,9% | 0,4% | 15,8% | 7,5% | 7,0% |
| Altersgruppe ≥ 18 | 210 | 41,0% | 2,9% | 5,2% | 4,8% | 0,0% | 18,6% | 16,7% | 17,6% |

*n= Anzahl der Sportler*innen, die zu den NEM eine Angabe gemacht haben
 Ca=Calcium, K=Kalium, Mg=Magnesium, Vit=Vitamine, Sonst=sonstige NEM
 gültige Prozent

| Tabelle 17: Einnahme von Sportlerprodukten (SP) | | | | | | | |
|--|-----|--------|-------|-------|-------|---------|-------|
| | n | SP | Prot | AS | KH | Kreatin | Sonst |
| Gesamtes Untersuchungskollektiv | 953 | 28,3% | 16,8% | 4,2% | 3,0% | 1,4% | 8,2% |
| Anteil unter den Sportlern, die SP nehmen | 270 | 100,0% | 59,3% | 14,8% | 10,7% | 4,8% | 28,9% |
| Männlich | 494 | 36,0% | 22,3% | 5,5% | 3,8% | 2,4% | 10,3% |
| Weiblich | 459 | 20,0% | 10,9% | 2,8% | 2,2% | 0,2% | 5,9% |
| Ball sportarten | 291 | 28,2% | 18,6% | 2,1% | 1,7% | 0,7% | 6,2% |
| Ausdauersportarten | 106 | 45,3% | 17,0% | 5,7% | 13,2% | 0,0% | 24,5% |
| Kraftsportarten | 67 | 46,3% | 22,4% | 11,9% | 1,5% | 11,9% | 11,9% |
| Zweikampfsportarten | 49 | 26,5% | 16,3% | 2,0% | 6,1% | 0,0% | 4,1% |
| Schnellkraftsportarten | 106 | 35,8% | 23,6% | 9,4% | 2,8% | 1,9% | 7,5% |
| Ästhetische Sportarten | 191 | 15,7% | 11,5% | 3,7% | 0,5% | 0,5% | 3,7% |
| Technische Sportarten | 70 | 14,3% | 10,0% | 0,0% | 1,4% | 0,0% | 4,3% |
| Leichtathletik Mehrkampf | 61 | 23,0% | 13,1% | 3,3% | 1,6% | 0,0% | 8,2% |
| Paralympische Disziplinen | 12 | 33,3% | 25,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 8,3% |
| Altersgruppe 7-10 | 36 | 5,6% | 0,0% | 0,0% | 2,8% | 0,0% | 2,8% |
| Altersgruppe 11-13 | 166 | 12,0% | 5,4% | 0,0% | 1,2% | 0,6% | 4,8% |
| Altersgruppe 14-17 | 536 | 25,7% | 13,6% | 1,9% | 3,4% | 0,2% | 9,1% |
| Altersgruppe ≥ 18 | 215 | 51,2% | 36,3% | 14,0% | 3,7% | 5,1% | 9,3% |

*n= Anzahl der Sportler*innen, die zu den SP eine Angabe gemacht haben
 Prot= Proteine, AS= Aminosäuren, KH= Kohlenhydrate, Sonst= sonstige SP
 gültige Prozent

7 Abbildungen

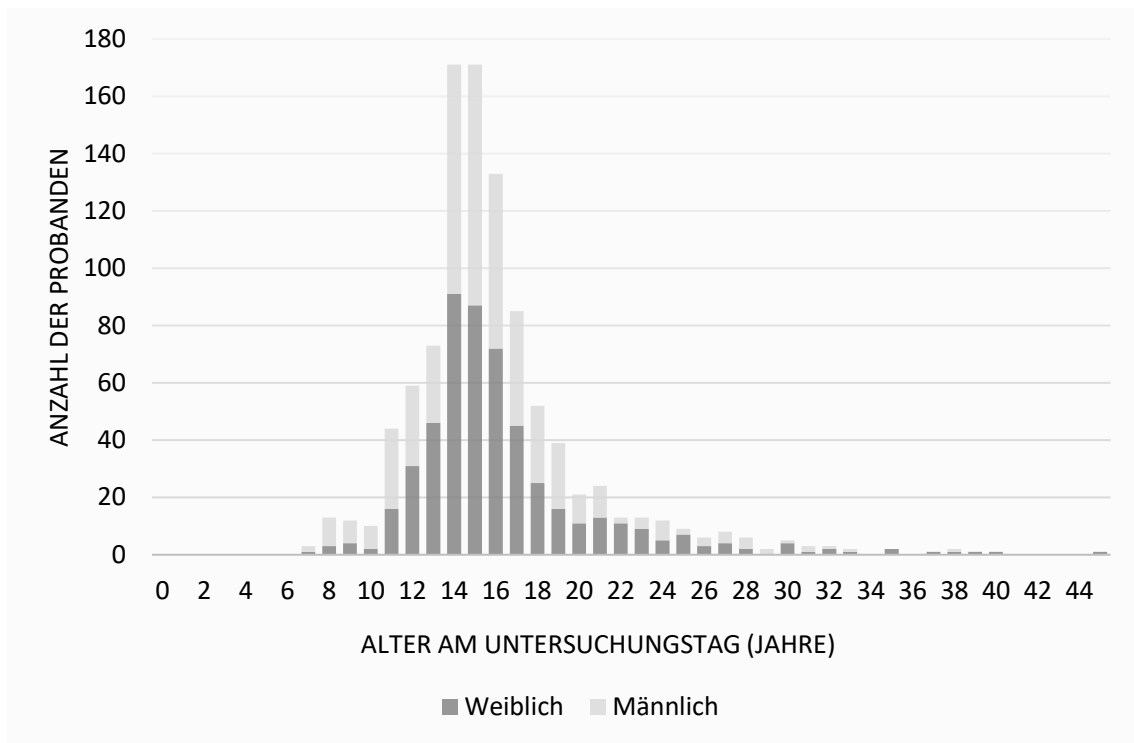


Abb. 1: Altersverteilung der Studienteilnehmer*innen

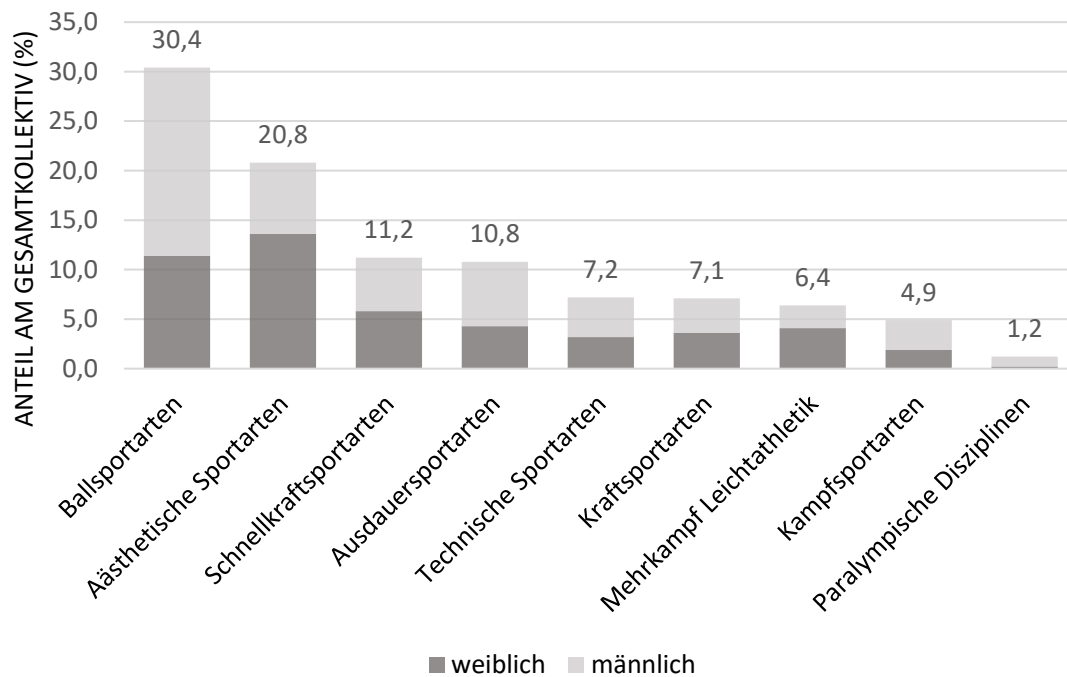


Abb. 2: Übersicht über die Sportartengruppen des Untersuchungskollektivs

| Lebensmittelgruppe | Lebensmitteluntergruppen |
|---|---|
| (1) Getränke | (1) Getränke |
| (2) Gemüse ¹ | (2) Gemüse |
| | (3) Gemüsesaft |
| (3) Obst ¹ | (4) Obst |
| | (5) Obstsaft |
| (4) Getreide, Getreideerzeugnisse, Kartoffeln | (6) Brot, Getreideflocken |
| | (7) Beilagen (Kartoffeln, Nudeln, Reis) |
| (5) Milch und Milchprodukte | (8) Milch |
| | (9) Joghurt |
| | (10) Käse |
| (6) Fleisch, Wurst, Fisch, Ei | (11) Fleisch |
| | (12) Wurst |
| | (13) Fisch |
| | (14) Ei |
| (7) Fette und Öle | (15) Fette |
| | (16) Öle |
| (8) Süßigkeiten, fette Snacks | (17) Süßes, Snacks |

¹Obst + Gemüse (Anm.: in Anlehnung an die aid- und DGE-Empfehlungen inkl. 1 Portion Saft, zusätzliche Saftportionen zur Gruppe „Getränke“ gezählt)

Abb. 3: Einteilung der Lebensmittelgruppen nach Von Rüsten (von Rüsten et al., 2009)

| Item | Verzehrhäufigkeit |
|---|---|
| 1. Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreide(-produkte) | Mind. 2 x pro Tag |
| 2. Gemüse, Salat, Rohkost, Gemüsesaft (100 %) | Mind. 2 x pro Tag |
| 3. Obst, Fruchtsaft (100 %), Nüsse | Mind. 2 x pro Tag |
| 4. Milch, Käse, Milchprodukte (Joghurt, Quark) | Mind. 2 x pro Tag, max. 3 x pro Tag |
| 5. Fleisch, Wurst, Aufschnitt | Max. 3-5 x pro Woche |
| 6. Fisch, Meeresfrüchte | Mind. 1-2 x pro Woche, max. 3-5 x pro Woche |
| 7. Eier (inkl. Eier in Teig- und Backwaren) | 1-2 x pro Woche (max. Grenzwert 3 x pro Woche) |
| 8. Pflanzenöle, Butter, Margarine | Mind. 2 x pro Tag, max. 3 x pro Tag |
| 10. Wasser (z.B. Mineralwasser, Tee) | Mind. 4 x pro Tag |
| 9. Süßigkeiten, Knabberartikel und 11. Zuckerge-süßte Getränke (z.B. Cola, Limo, Eistee), | Max. 1 x pro Tag (bzw. beide Items max. 3-5 x pro Woche) |
| 12. Alkoholische Getränke | Max. 3-5 x pro Woche |

Abb. 4: Empfohlene Verzehrhäufigkeit der Lebensmittelgruppen (Prof. Dr. Anja Carlsohn)

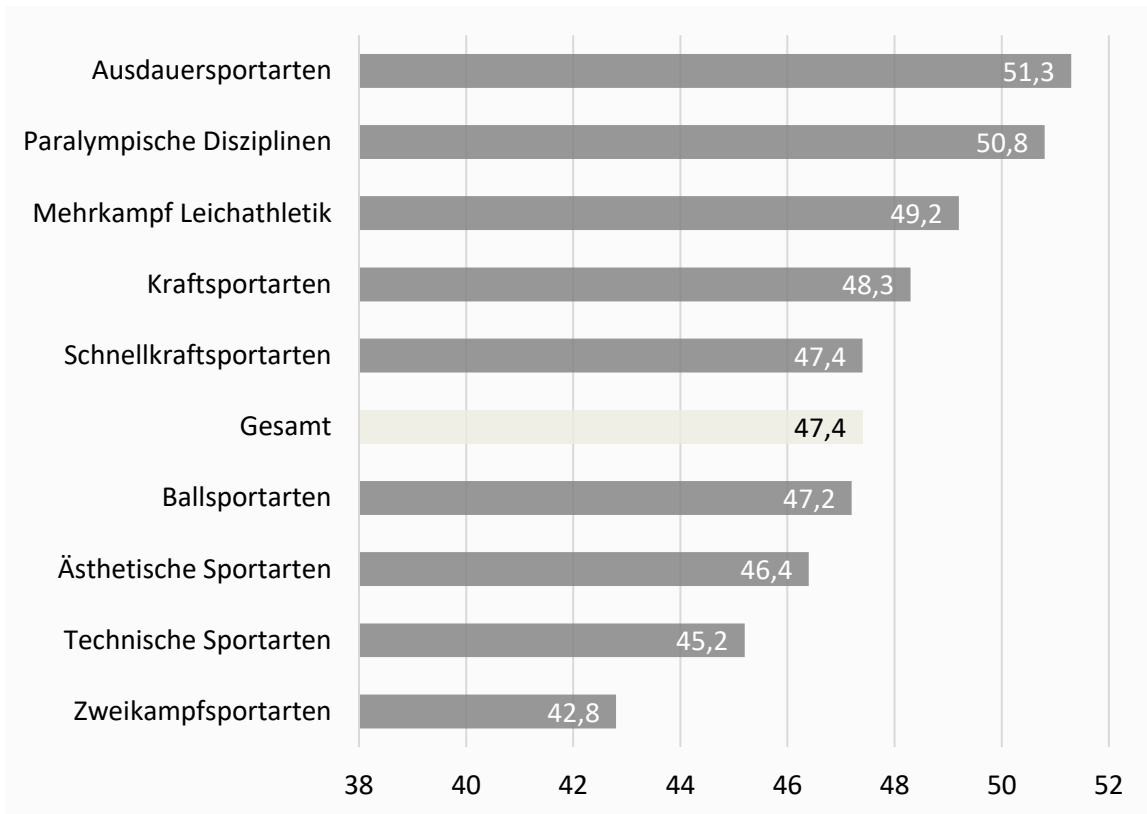


Abb. 5: Healthy Eating Index – durchschnittliche Punktzahl je Sportartengruppe

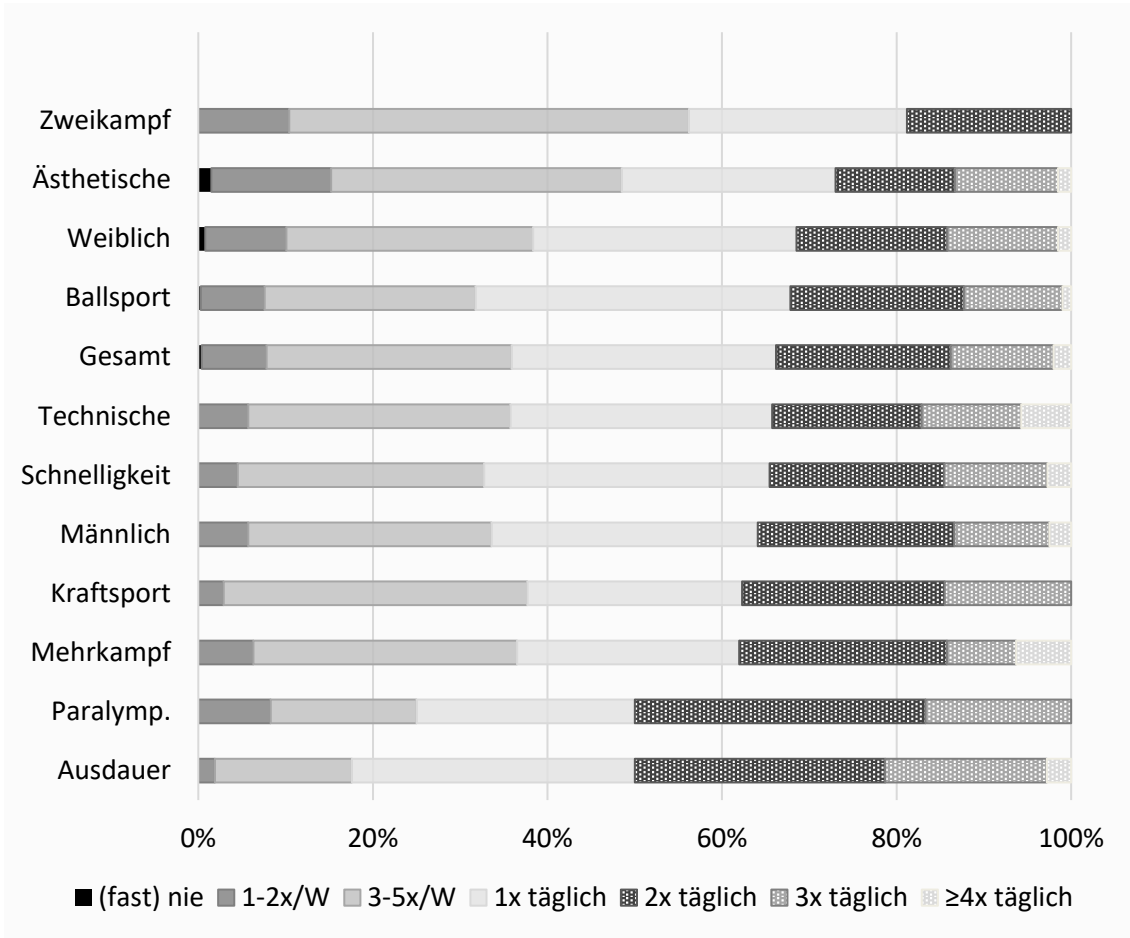


Abb. 6: Verzehrhäufigkeit „Kartoffeln, Nudeln, Reis, Getreideprodukte“. Zunehmende Verzehrhäufigkeit von oben nach unten.

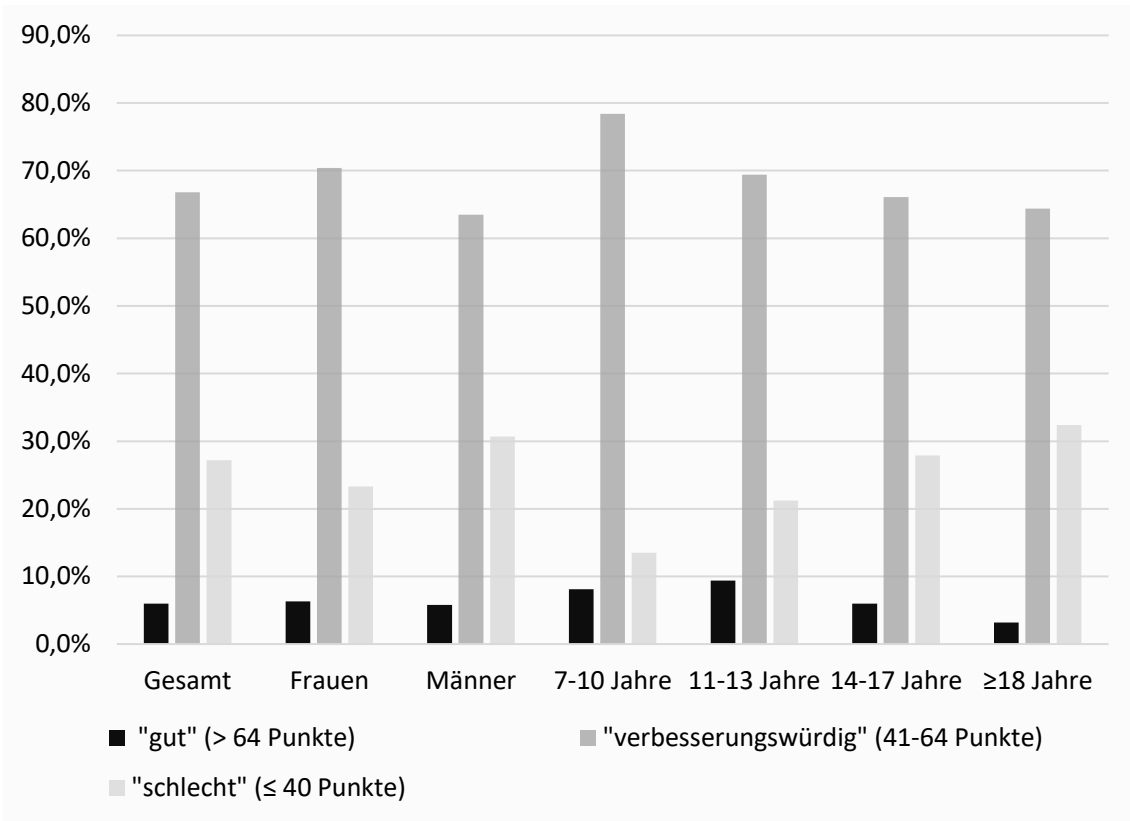


Abb. 7: Bewertung der Ergebnisse des Healthy Eating Index im Gruppenvergleich

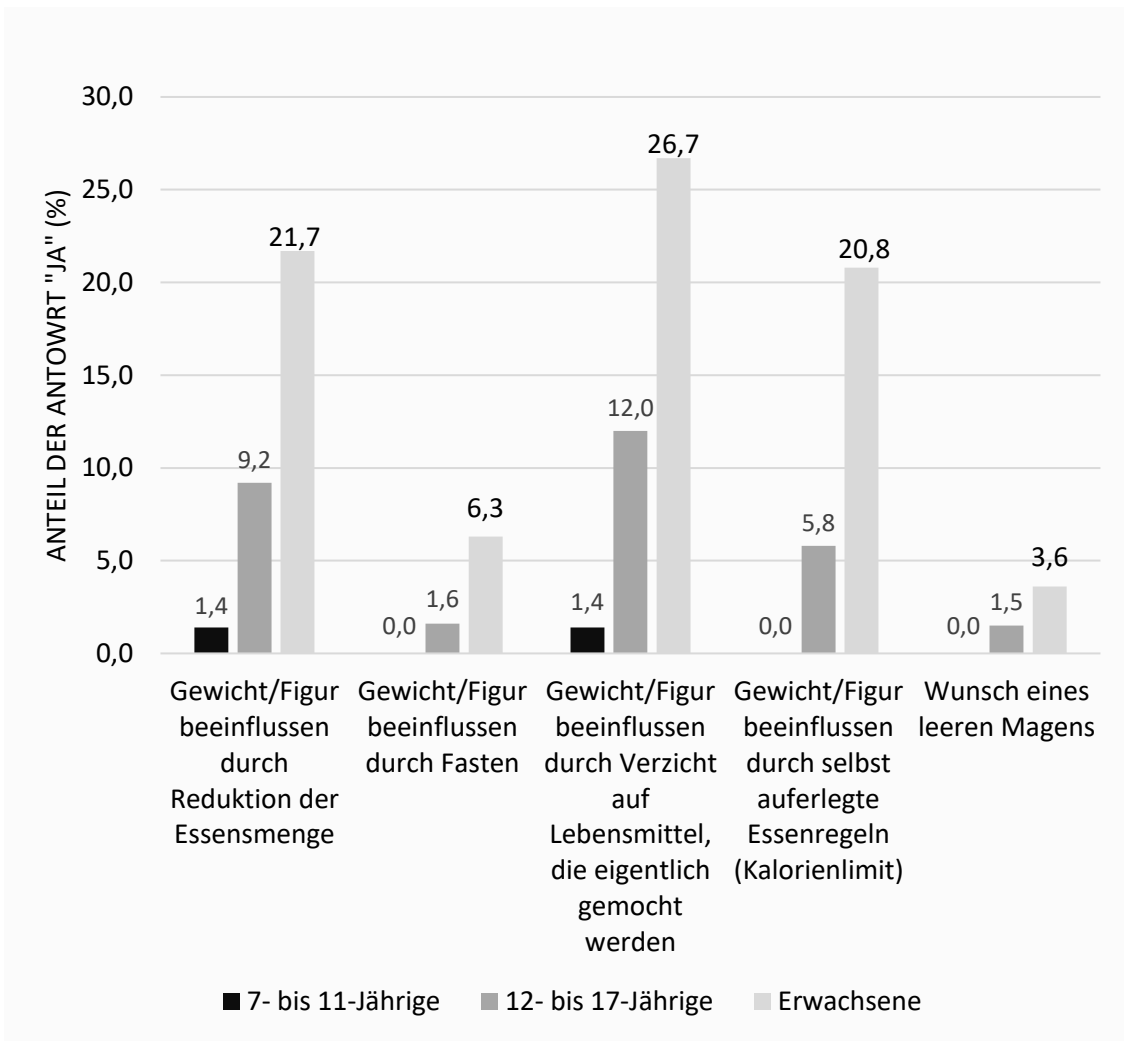


Abb. 8: Die Beeinflussung von Körpergewicht bzw. Figur im Altersgruppenvergleich. Prozentualer Anteil der Antworten mit „Ja“ der jeweiligen Altersgruppe.

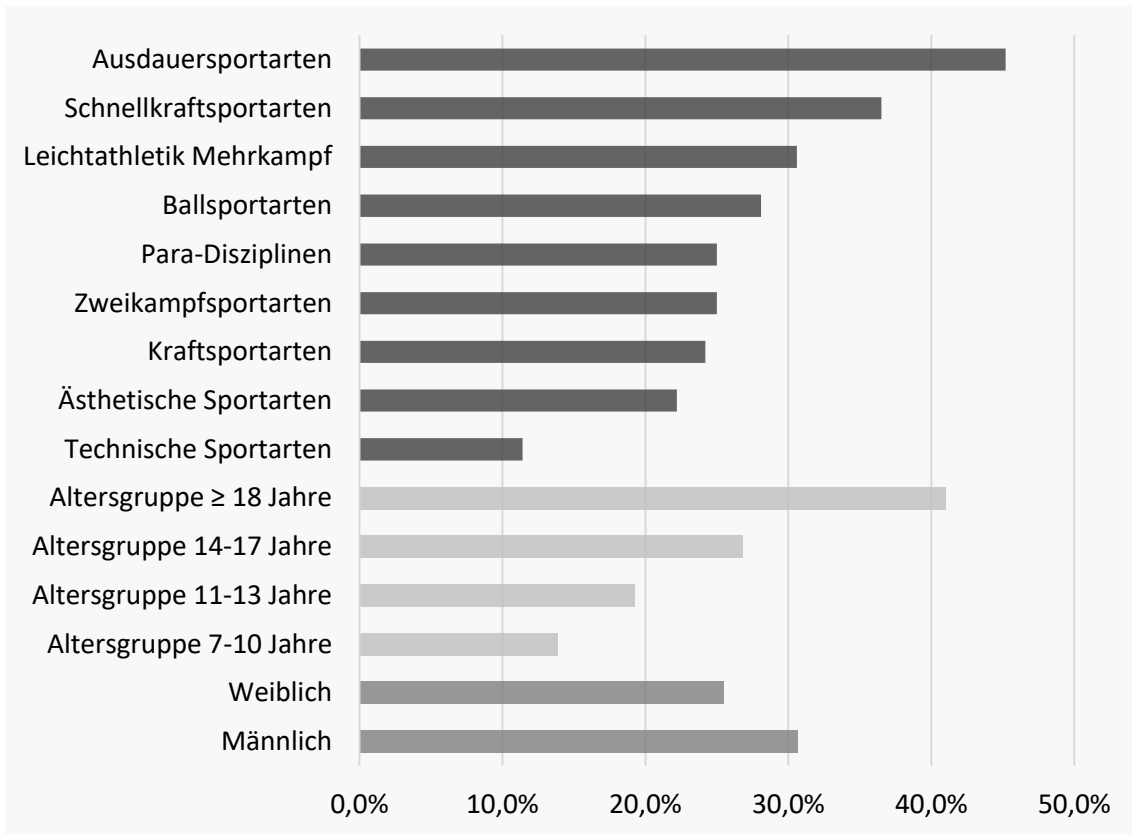


Abb. 9: Einnahme von NEM im Gruppenvergleich (gültige Prozent)

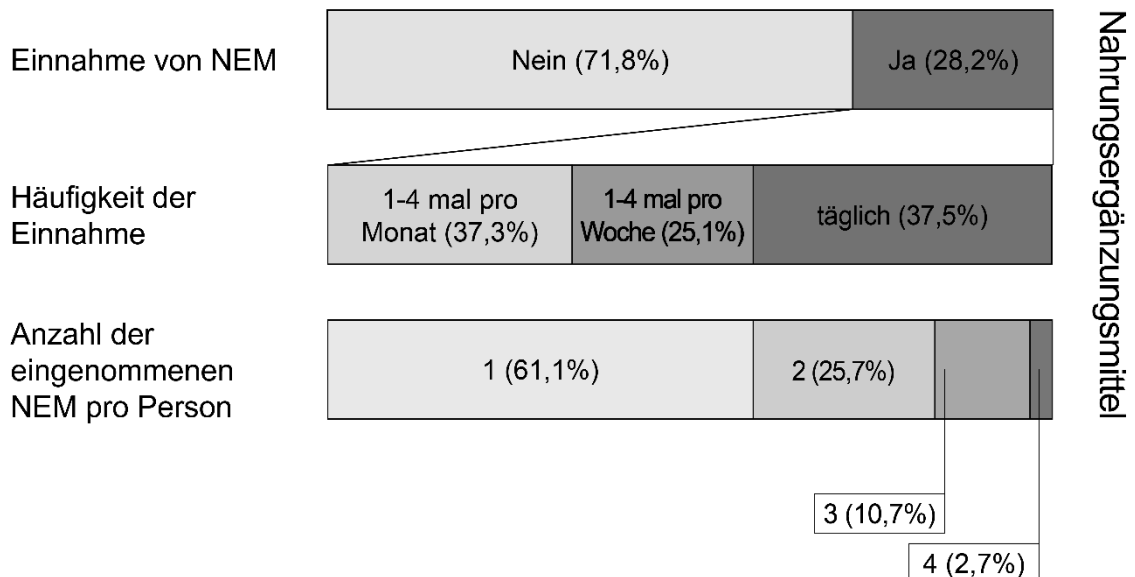


Abb. 10: Nahrungsergänzungsmittel

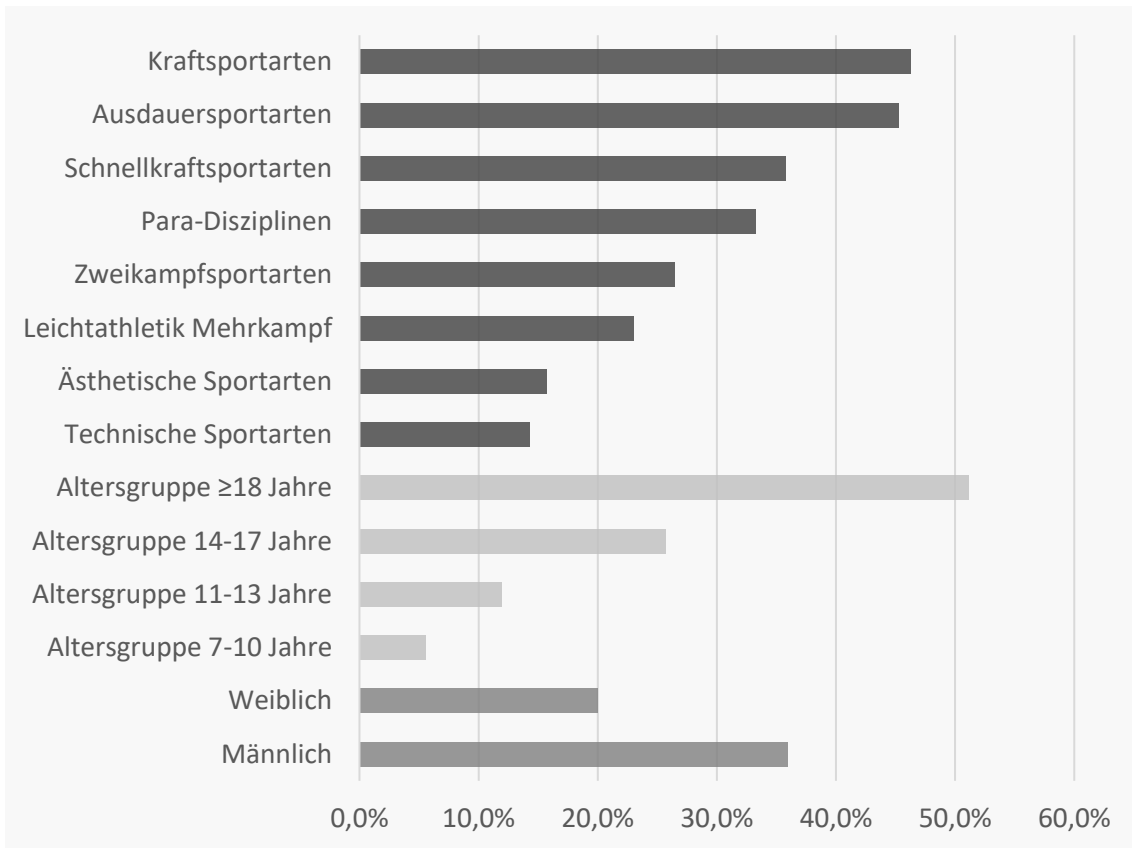


Abb. 11: Einnahme von SP im Gruppenvergleich (gültige Prozent)

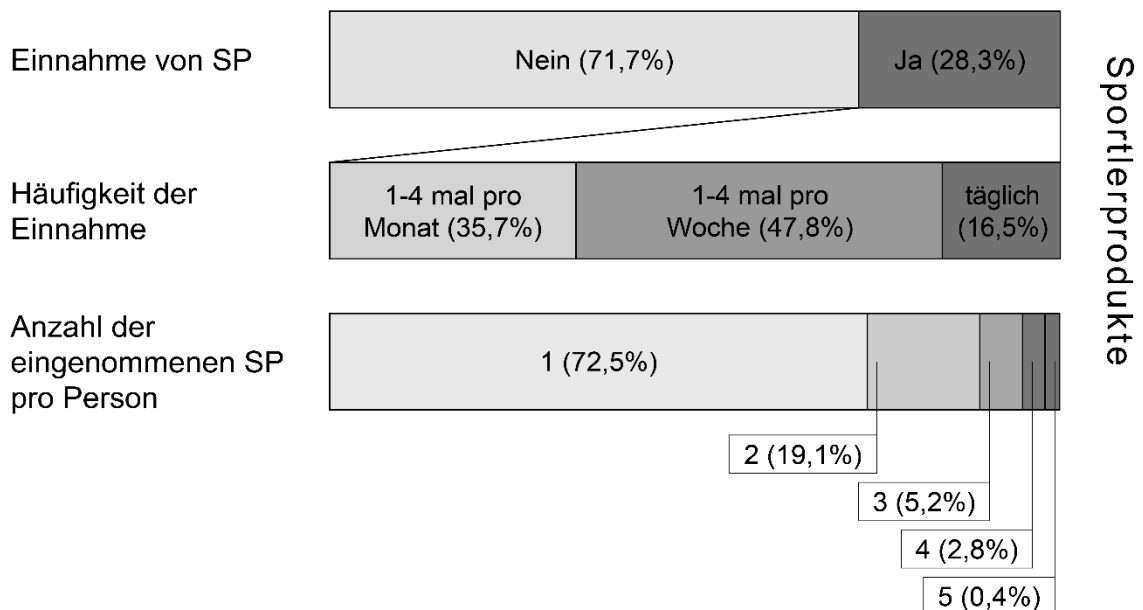


Abb. 12: Sportlerprodukte

8 Literaturverzeichnis

- ABRAHAM, S. F., BEUMONT, P. J., FRASER, I. S. & LLEWELLYN-JONES, D. 1982. Body weight, exercise and menstrual status among ballet dancers in training. *Br J Obstet Gynaecol*, 89, 507-10.
- ARASTÉH K., BAENKLER H. & C., B. *Duale Reihe, Innere Medizin*, Stuttgart, Thieme Verlag.
- BACHMANN, G. A. & KEMMANN, E. 1982. Prevalence of oligomenorrhea and amenorrhea in a college population. *Am J Obstet Gynecol*, 144, 98-102.
- BAUMGARTNER, S. 2021. Management der „female athlete triad“/RED-S. *Journal für Gynäkologische Endokrinologie/Schweiz*, 24, 32-38.
- BECHTHOLD, A., ALBRECHT, V., LESCHIK-BONNE, E. & HESEKER, H. 2012. *DGE-Stellungnahme, Beurteilung der Vitaminversorgung in Deutschland* [Online]. Available: https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2012/06_12/EU06_2012_324_336.qxd.pdf / DOI: 10.4455/eu.2012.974 [Accessed 05.12.2019].
- BENNEL, K. L., MALCOLM, S. A., THOMAS, S. A., EBELING, P. R., MCCRORY, P. R., WARK, J. D. & BRUKNER, P. D. 1995. Risk factors for stress fractures in female track-and-field athletes: a retrospective analysis. *Clin J Sport Med*, 5, 229-35.
- BFR. 2021. *Gesundheitliche Bewertung von Nahrungsergänzungsmitteln* [Online]. Available: https://www.bfr.bund.de/de/gesundheitliche_bewertung_von_nahrungsergaenzungsmitteln-945.html [Accessed 19.06.2021].
- BRAUN, H., CARLSOHN, A., GROßHUSER, M., KÖNIG, D., LAMPEN, A., MOSLER, S., NIEß, A., OBERRITTER, H., SCHÄBETHAL, K., SCHEK, A., STEHLE, P., VIRMANI, K., ZIEGENHAGEN, R. & HESEKER, H. 2019. Energiebedarf im Sport - Position der Arbeitsgruppe Sporternährung der DGE e. V. *Ernährungs Umschau international*, 8, 146-153.
- BRAUN, H., KOEHLER, K., GEYER, H., KLEINER, J., MESTER, J. & SCHANZER, W. 2009. Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 19, 97-109.
- BRAUN, H., KÖHLER, K. & GEYER, H. 2010. *Verunreinigungen von Nahrungsergänzungsmitteln – eine Quelle verbotener Substanzen?* [Online]. Available: https://www.dshs-koeln.de/fileadmin/redaktion/Institute/Biochemie/PDF/NEM_Braun_2010.pdf [Accessed 12.12.2019].
- BRIGGS, C., JAMES, C., KOHLHARDT, S. & PANDYA, T. 2020. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): A Narrative Review and Perspectives from the UK. *German Journal of Sports Medicine*, 71, 10/2020.
- BURKE, L. 2007. *Practical Sports Nutrition*, Human Kinetics.
- BURKE, L. M., CASTELL, L. M., CASA, D. J., CLOSE, G. L., COSTA, R. J. S., DESBROW, B., HALSON, S. L., LIS, D. M., MELIN, A. K., PEELING, P., SAUNDERS, P. U., SLATER, G. J., SYGO, J., WITARD, O. C.,

- BERMON, S. & STELLINGWERFF, T. 2019. International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 29, 73-84.
- BURKE, L. M., CASTELL, L. M. & STEAR, S. J. 2009. BJSM reviews: A-Z of supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 1. *Br J Sports Med*, 43, 728-9.
- BURKE, L. M., TENFORDE, A. S., MOUNTJOY, M., SUNDGOT-BORGEN, J. K., ACKERMAN, K. E., BLAUWET, C., CONSTANTINI, N., LEBRUN, C., LUNDY, B., MELIN, A. K., MEYER, N. L., SHERMAN, R. T., KLUNGLAND TORSTVEIT, M. & BUDGETT, R. 2018. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *Br J Sports Med*, 52, 687-697.
- CARLBERG, K. A., BUCKMAN, M. T., PEAKE, G. T. & RIEDESEL, M. L. 1983. A survey of menstrual function in athletes. *European Journal of Applied Physiology an Occupational Physiology*, 51, 211-222.
- CARLSOHN, A., BRAUN, H., GROßHAUSER, M., KÖNIG, D., LAMPEN, A., MOSLER, S., NIEß, A., OBERRITTER, H., SCHÄBETHAL, K., SCHEK, A., STEHLE, P., VIRMANI, K., ZIEGENHAGEN, R. & HESEKER, H. 2019a. Mineralstoffe und Vitamine im Sport. *ernährungs Umschau international*, 12, 250-257.
- CARLSOHN, A., PFAHLER, M., MOSLER, S. & NIEß, A. 2019b. Entwicklung und Evaluation eines Screeninginstruments für ernährungsbezogene Gesundheitsrisiken bei AthletInnen. *Wissenschaftlicher Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung 2019*.
- CHILD, R. B., WILKINSON, D. M., FALLOWFIELD, J. L. & DONNELLY, A. E. 1998. Elevated serum antioxidant capacity and plasma malondialdehyde concentration in response to a simulated half-marathon run. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 1603-7.
- COHEN, J. 1992. Statistical Power Analysis. *Current Directions in Psychological Science*, p. 98-100.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG. 2008. *Ernährungsphysiologische Differenzen zwischen Mann und Frau* [Online]. Available: <https://www.dge.de/presse/pm/gender-ernaehrung-maennlich-weiblich-anders/?L=0&cHash=ff18a851a19b5c404c2aa9bf2dbe1e33> [Accessed 27.03.2021].
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG. 2012. *Bunte Pillen für's gute Gewissen - Was bringen Nahrungsergänzungsmittel?* [Online]. Available: <https://www.dge.de/uploads/media/DGE-Pressemeldung-aktuell-09-2012-Brauchen-wir-NEM-JS.pdf> [Accessed 02.12.2019].
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG. 2019. *Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE* [Online]. Available: <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/vollwertige-ernaehrung/10-regeln-der-dge/> [Accessed 22.11.2019].
- DEUTSCHER JUDO BUND. 2017. Available: https://www.judobund.de/fileadmin/_horusdam/9745-

- spezielles_Koordinations-Schnelligkeitstraining.pdf [Accessed 20.07.2020].
- UCHER, G., TURNER, A. I., KUKULJAN, S., PANTANO, K. J., CARLSON, J. L., WILLIAMS, N. I. & DE SOUZA, M. J. 2011. Obstacles in the optimization of bone health outcomes in the female athlete triad. *Sports Med*, 41, 587-607.
- EID, M., GOLLWITZER, M. & SCHMITT, M. 2017. *Statistik und Forschungsmethoden*, Basel.
- ERDMAN, K. A., FUNG, T. S. & REIMER, R. A. 2006. Influence of performance level on dietary supplementation in elite Canadian athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 38, 349-56.
- FELBER, J., BLÄKER, H., FISCHBACH, W., KOLETZKO, S., LAAß, M., LACHMANN, N., LORENZ, P., LYNEN, P., REESE, I., SCHERF, K., SCHUPPAN, D., SCHUMANN, M., AUST, D., BAAS, S., BEISEL, S., DE LAFFOLIE, J., DUBA, E., HOLTMEIER, W., LANGE, L., LODDENKEMPER, C., MOOG, G., RATH, T., ROEB, E., RUBIN, D., STEIN, J., TÖRÖK, H. & ZOPF, Y. 2022. Aktualisierte S2k-Leitlinie Zöliakie der Deutschen Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten (DGVS). *Z Gastroenterol*, 60, 790-856.
- FOGELHOLM, M. 1994. Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Med*, 18, 249-67.
- GALIOR, K., GREBE, S. & SINGH, R. 2018. Development of Vitamin D Toxicity from Overcorrection of Vitamin D Deficiency: A Review of Case Reports. *Nutrients*, 10.
- GARTHE, I. & MAUGHAN, R. J. 2018. Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 28, 126-138.
- GRZYMISŁAWSKA, M., PUCH, E. A., ZAWADA, A. & GRZYMISŁAWSKI, M. 2020. Do nutritional behaviors depend on biological sex and cultural gender? *Adv Clin Exp Med*, 29, 165-172.
- HU, E. A., STEFFEN, L. M., CORESH, J., APPEL, L. J. & REBHOLZ, C. M. 2020. Adherence to the Healthy Eating Index-2015 and Other Dietary Patterns May Reduce Risk of Cardiovascular Disease, Cardiovascular Mortality, and All-Cause Mortality. *J Nutr*, 150, 312-321.
- HUECKER, M., SARAV, M., PEARLMAN, M. & LASTER, J. 2019. Protein Supplementation in Sport: Source, Timing, and Intended Benefits. *Curr Nutr Rep*, 8, 382-396.
- INTERNATIONAL PARALYMPIC COMMITTEE. 2016. *International Standard for Eligible Impairments* [Online]. Available: https://www.paralympic.org/sites/default/files/document/161004145727129_2016_10_04_International_Standard_for_Eligible_Impairments_1.pdf [Accessed 29.07.2020].
- IOC 2010. Consensus Conference on Nutrition in Sport, 25-27 October 2010, Lausanne, Switzerland. *J Sports Sci*, 29 Suppl 1, S1-136.
- KAPCZUK, K. 2017. Elite athletes and pubertal delay. *Minerva Pediatr*, 69, 415-426.
- KARIMIAN, J. & ESFAHANI, P. S. 2011. Supplement consumption in body builder athletes. *J Res Med Sci*, 16, 1347-53.

- KERKSICK, C. M., ARENT, S., SCHOENFELD, B. J., STOUT, J. R., CAMPBELL, B., WILBORN, C. D., TAYLOR, L., KALMAN, D., SMITH-RYAN, A. E., KREIDER, R. B., WILLOUGHBY, D., ARCIERO, P. J., VANDUSSELDORP, T. A., ORMSBEE, M. J., WILDMAN, R., GREENWOOD, M., ZIEGENFUSS, T. N., ARAGON, A. A. & ANTONIO, J. 2017. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr*, 14, 33.
- KÖNIG, D., BRAUN, H., CARLSOHN, A., GROßHAUSER, M., LAMPEN, A., SMSOLER, S., NIEß, A., OBERRITTER, H., SCHÄBETHAL, K., SCHEK, A., STEHLE, P., VIRMANI, K., ZIEGENHAGEN, R. & HESEKER, H. 2019. Kohlanhydrate in der Sporternährung. *Ernährungs Umschau international*, 11, 228-235.
- KÖNIG, D., CARLSOHN, A., BRAUN, H., GROßHAUSER, M., LAMPEN, A., MOSLER, S., NIEß, A., SCHÄBETHAL, K., SCHEK, A., VIRMANI, K., ZIEGENHAGEN, R. & HESEKER, H. 2020. Proteinzufuhr im Sport. *ernährungs Umschau international*, 7, 132-139.
- KREBS-SMITH, S. M., PANNUCCI, T. E., SUBAR, A. F., KIRKPATRICK, S. I., LERMAN, J. L., TOOZE, J. A., WILSON, M. M. & REEDY, J. 2018. Update of the Healthy Eating Index: HEI-2015. *J Acad Nutr Diet*, 118, 1591-1602.
- LIS, D. M., KINGS, D. & LARSON-MEYER, D. E. 2019. Dietary Practices Adopted by Track-and-Field Athletes: Gluten-Free, Low FODMAP, Vegetarian, and Fasting. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 29, 236-245.
- LIS, D. M., STELLINGWERFF, T., SHING, C. M., AHUJA, K. D. & FELL, J. W. 2015. Exploring the popularity, experiences, and beliefs surrounding gluten-free diets in nonceliac athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25, 37-45.
- LOGUE, D. M., MADIGAN, S. M., MELIN, A., DELAHUNT, E., HEINEN, M., DONNELL, S. M. & CORISH, C. A. 2020. Low Energy Availability in Athletes 2020: An Updated Narrative Review of Prevalence, Risk, Within-Day Energy Balance, Knowledge, and Impact on Sports Performance. *Nutrients*, 12.
- MAUGHAN, R. J. 2005. Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. *J Sports Sci*, 23, 883-9.
- MAUGHAN, R. J., BURKE, L. M., DVORAK, J., LARSON-MEYER, D. E., PEELING, P., PHILLIPS, S. M., RAWSON, E. S., WALSH, N. P., GARTHE, I., GEYER, H., MEEUSEN, R., VAN LOON, L. J. C., SHIRREFFS, S. M., SPRIET, L. L., STUART, M., VERNEC, A., CURRELL, K., ALI, V. M., BUDGETT, R. G., LJUNGQVIST, A., MOUNTJOY, M., PITSILADIS, Y. P., SOLIGARD, T., ERDENER, U. & ENGBRETSEN, L. 2018. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med*, 52, 439-455.
- MAX-RUBNER-INSTITUT. 2008. *Nationale Verzehrstudie II Teil 1* [Online]. Available: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/NVS_Erg_ebnisbericht.pdf;jsessionid=5F53982DE84DD064D1819DE862FD1D6E.internet2851?__blob=publicationFile&v=2 [Accessed 27.03.2021].

- MCARDLE, W. D., KATCH, F. I. & KATCH, V. L. 2007. *Exercise Physiology*, Lippincott Williams & Wilkins.
- MENSINK, G., BARBOSA, C. L. & BRETTSCHEIDER, A.-K. 2016. Verbreitung der vegetarischen Ernährungsweise in Deutschland. Robert Koch-Institut, Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung.
- MENSINK, G. B. M., HAFTENBERGER, M., LAGE BARBOSA, C., BRETTSCHEIDER, A.-K., LEHMANN, F., FRANK, M., HEIDE, K., MOOSBURGER, R., PATELAKIS, E. & PERLITZ, H. 2020. EsKiMo II - Die Ernährungsstudie als KiGGS-Modul. Robert Koch-Institut.
- MENZEL, J., ABRAHAM, K., STANGL, G. I., UELAND, P. M., OBEID, R., SCHULZE, M. B., HERTER-AEBERLI, I., SCHWERDTLE, T. & WEIKERT, C. 2021. Vegan Diet and Bone Health-Results from the Cross-Sectional RBVD Study. *Nutrients*, 13.
- MITEVA, S., YANEV, I., KOLIMECHKOV, S., PETROV, L., MLADENOV, L., GEORGIEVA, V. & SOMLEV, P. 2019. Nutrition and body composition of elite rhythmic gymnasts from Bulgaria. *Sports Science and Coaching*.
- MOSLER, S., BRAUN, H., CARLSOHN, A., GROßHAUSER, M., KÖNIG, D., LAMPEN, A., NIEß, A., OBERRITTER, H., SCHÄBETHAL, K., SCHEK, A., STEHLE, P., VIRMANI, K., ZIEGENHAGEN, R. & HESEKER, H. 2019. Flüssigkeitsmanagement im Sport. *Ernährungs Umschau international*, 3, 52-59.
- MOUNTJOY, M., SUNDGOT-BORGEN, J., BURKE, L., CARTER, S., CONSTANTINI, N., LEBRUN, C., MEYER, N., SHERMAN, R., STEFFEN, K., BUDGETT, R. & LJUNGQVIST, A. 2014. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med*, 48, 491-7.
- NEMV 2004. Nahrungsergänzungsmittelverordnung vom 24. Mai 2004 (BGBl. I S. 1011), die zuletzt durch Artikel 11 der Verordnung vom 5. Juli 2017 (BGBl. I S. 2272) geändert worden ist.
- NEUHAUSER, H., SCHIENKIEWITZ, A., SCHAFFRATH ROSARIO, A., DORTSCHY, R. & KURTH, B.-M. 2013. Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS). Robert Koch-Institut.
- PERLITZ, H., MENSINK, G., LAGE BARBOSA, C., RICHTER, A., BRETTSCHEIDER, A., LEHMANN, F., PATELAKIS, E., FRANK, M., HEIDE, K. & HAFTENBERGER, M. 2019. Use of vitamin and mineral supplements among adolescents living in Germany - Results from EsKiMo II. *Nutrients* 2019, 11, 1208. *Nutrients* 2019, 11, 1208.
- PETTERSSON, S., EKSTRÖM, M. P. & BERG, C. M. 2013. Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: a matter of mental advantage? *J Athl Train*, 48, 99-108.
- PÖRSCHMANN, T., ANDREß, M., MAICHROWITZ, W., DAWCZYNSKI, C. & LORKOWSKI, S. 2019. *Glutenfreie Ernährung - Ernährungshype oder Gesundheitsrisiko?*
- PÖTTGEN, K. 2019. Fokus Ernährung im Sport, Konsens Statement der IAAF 2019: Ernährung für Leichtathletik. *Sportarztzeitung*. Mainz: thesportgroup GmbH.

- REALE, R., SLATER, G. & BURKE, L. M. 2017. Individualised dietary strategies for Olympic combat sports: Acute weight loss, recovery and competition nutrition. *Eur J Sport Sci*, 17, 727-740.
- REGORZ, A. 2020. Available: http://www.regorz-statistik.de/inhalte/tutorial_wilcoxon_mann_whitney_u_test.html#effektstaerke [Accessed 20.05.2022].
- RICHTLINIE2002/46/EG. 2002. *Richtlinie 2002/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. Juni 2002 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Nahrungsergänzungsmittel* [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0046-20170726&qid=1545903950901&from=DE> [Accessed].
- RÖMER, K. & HEUER, T. 2018. *Nationale Verzehrsstudie II: Mehrfacheinnahme von Nahrungsergänzungsmitteln* [Online]. Available: https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00040852 / DOI 10.25826/20180728-020125 [Accessed 05.12.2019].
- SCHEK, A., BRAUN, H., CARLSOHN, A., GROßHAUSER, M., KÖNIG, D., LAMPEN, A., MOSLER, S., NIEß, A., OBERRITTER, H., SCHÄBETHAL, K., STEHLE, P., VIRMANI, K., ZIEGENHAGEN, R. & HESEKER, H. 2019. Fette in der Sporternährung. *Ernährungs Umschau international*, 9, 182-185.
- SCHMIDT, R., LANG, F. & HECKMANN, M. 2010. *Physiologie des Menschen*.
- SHIMOMURA, Y., MURAKAMI, T., NAKAI, N., NAGASAKI, M. & HARRIS, R. A. 2004. Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. *J Nutr*, 134, 1583s-1587s.
- SPIEGEL. 2018a. *Nutzlose Vitaminpillen* [Online]. Available: <https://www.spiegel.de/plus/warum-nahrungsergaenzungsmittel-nicht-gesuender-machen-a-00000000-0002-0001-0000-000159308867> [Accessed 02.12.2019].
- STATISTA. 2017. *Warum vermeiden Sie Gluten?* [Online]. Statista. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/721875/umfrage/gruende-fuer-den-konsum-glutenfreier-nahrungsmittel-in-deutschland/> [Accessed 06.02.2021].
- STRIEGEL, H., SIMON, P., WURSTER, C., NIESS, A. M. & ULRICH, R. 2006. The use of nutritional supplements among master athletes. *Int J Sports Med*, 27, 236-41.
- TENFORDE, A. S., BARRACK, M. T., NATTIV, A. & FREDERICSON, M. 2016. Parallels with the Female Athlete Triad in Male Athletes. *Sports Med*, 46, 171-82.
- VOLPE, S. & NGYUEN, H. 2014. "Vitamins, Minerals and Sport Performance " in Maughan, R. (Hg.), *Sports nutrition: The Encyclopedia Of Sports Medicine*, IOC.
- VON HURST, P. R. & BECK, K. L. 2014. Vitamin D and skeletal muscle function in athletes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 17, 539-45.
- VON RÜSTEN, A., ILLNER, A., BOEING, H. & FLOTHKÖTTER, M. 2009. Die Bewertung der Lebensmittelaufnahme mittels eines ‚Healthy Eating Index‘ (HEI-EPIC). *Ernährungs Umschau*, 450-456.

- WARDENAAR, F. C., CEELLEN, I. J., VAN DIJK, J. W., HANGELBROEK, R. W., VAN ROY, L., VAN DER POUW, B., DE VRIES, J. H., MENSINK, M. & WITKAMP, R. F. 2017. Nutritional Supplement Use by Dutch Elite and Sub-Elite Athletes: Does Receiving Dietary Counseling Make a Difference? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 27, 32-42.
- WEBBORN, N. & VAN DE VLIET, P. 2012. Paralympic medicine. *Lancet*, 380, 65-71.
- WHO 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *WHO Technical Report Series*, 916.
- ZIMMERMANN, D. W. & ZUMBO, B. D. 1993. Rank transformations and the power of the Student t test and Welch t' test for non-normal populations with unequal variances. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 523–539.

9 Erklärung zum Eigenanteil

Diese Dissertation wurde in der Abteilung für Sportmedizin der Medizinischen Klinik Tübingen unter Betreuung von Prof. Dr. Andreas Nieß sowie von Dr. Christine Kopp durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte eigenständig durch mich nach freundlicher Beratung von Dr. You-Shan Feng am Institut für Biometrie.

Ich versichere hiermit, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 30. Mai 2023

10 Danksagung

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Andreas Nieß für die freundliche Überlassung des Themas, die vielen hilfreichen und ausführlichen Kommentare und die konstruktive Unterstützung.

Außerdem danke ich herzlichst meiner Betreuerin Dr. Christine Kopp für die fachliche und seelische Unterstützung während der gesamten Arbeit. Danke für die Zeit, die Sie sich immer für mich genommen haben, für Ihre konstruktive Kritik und Ihr Lob sowie für Ihre motivierenden Worte.

Vielen lieben Dank auch an Prof. Dr. Anja Carlsohn für das ausführliche Telefonat zu Beginn dieser Doktorarbeit, für Literaturempfehlungen und für die stets nette E-mailkonversation.

Bei dieser Arbeit wurde die methodische Beratung des Instituts für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen in Anspruch genommen. Für die Unterstützung möchte ich mich insbesondere bei Frau You-Shan Feng bedanken.

Ich danke meiner Familie und meinen Freunden für die liebevolle Unterstützung, das Verständnis und die Motivation über die gesamte Zeit. Ganz besonderer Dank an meine Schwester Jule für's Korrekturlesen.

Zum Schluss tausend Dank meinem lieben, lieben Lebenspartner Jonathan für's Dasein, Zuhören, Geduld haben und Motivieren, für den Excel-Crashkurs, für die Hilfe bei der Diagrammerstellung, für die Versorgung mit Kaffee und Snacks und für die gemeinsamen Arbeitssamstage, die jetzt bald ein Ende haben.