

Bachelor Arbeit zum Thema

Ernährungsstrategien und gastrointestinale Beschwerden bei Trail- und Ultraläuferinnen und -läufern – Abgleich zwischen Status quo und Sporternährungsempfehlungen und Bestimmung von Einflussfaktoren auf gastrointestinale Beschwerden

Vorgelegt von Helen Lindenberg



Matrikelnummer: 5077430

Fachsemester: 5

Datum der Abgabe: 10. Dezember 2024

Erstgutachterin: Nadja Gierth

Zweitgutachterin: Eva Busam

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
1. Problem- und Zielstellung.....	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielstellung	3
1.3 Untersuchungsgegenstand und Hypothesen	4
2. Theoretische Grundlagen.....	6
2.1 Begriffsbestimmung Ultraausdauerlaufens	6
2.2 Ernährungsempfehlungen für Ultraläufer	7
2.2.1 Grundlagen der Sporternährung für Ultraausdauersportler	7
2.2.2 Spezifische Ernährungsempfehlungen und Best Practices für Ultraläufer	9
2.2.3 Ernährungsperiodisierung zur Maximierung der Fettoxidation	12
2.2.4 Fazit zu Ernährungsempfehlungen für Ultraausdauerläufern	14
2.3 Gastrointestinale Beschwerden bei Ultraläufern	15
2.3.1 Arten und Häufigkeit gastrointestinaler Beschwerden.....	15
2.3.2 Mögliche Ursachen für gastrointestinale Beschwerden	16
2.3.3 Präventionsstrategien und deren Wirksamkeit.....	20
2.3.4 Fazit zu gastrointestinalen Beschwerden bei Ultraläufern	25
3. Methodik	27
3.1 Studiendesign	27
3.1.1 Studienaufbau	27
3.1.2 Fragebogen.....	27
3.1.3 Datensammlung	28
3.2 Auswahl der Studienteilnehmer	28
3.3 Analyseverfahren	29
4. Ergebnisse	30
4.1 Darstellung allgemeine Angaben der Studienteilnehmer	30
4.2 Darstellung spezieller Auswertung Ernährungsgewohnheiten	33
4.2.1 Tägliche Energieverfügbarkeit	33
4.2.2 Energiezufuhr vor, während und nach Schlüsseleinheiten	35
4.2.3 Nüchterntraining und bewusste Kohlenhydratbeschränkung.....	37
4.3 Darstellung spezieller Auswertung gastrointestinale Beschwerden	39

5.	Diskussion.....	41
5.1	Diskussion der Ergebnisse zu Ernährungsgewohnheiten	41
5.1.1	Bewertung der Einhaltung von Sporternährungsempfehlungen	41
5.1.2	Diskrepanzanalyse zwischen Ernährungspraktiken und Ernährungsempfehlungen sowie mögliche Ursachen	48
5.1.3	Diskussion des Auftretens gastrointestinaler Beschwerden und ableitbare Korrelationen	51
5.2	Prüfung der Hypothesen	54
5.2.1	Hypothese 1.....	54
5.2.2	Hypothese 2	57
5.2.3	Hypothese 3	58
5.2.4	Hypothese 4	59
5.3	Diskussion der Methodik / kritische Erwägungen.....	61
5.4	Implikationen für die Praxis und zukünftige Forschung	63
6.	Fazit und Ausblick	66
	Literaturverzeichnis	68
	Anhang 1 – Fragebogen.....	86
	Anhang 2 – Rücklauf Daten.....	93
	Selbstständigkeitserklärung.....	114

Abkürzungsverzeichnis

AMP	Adenosinmonophosphat
AMPK	AMP-aktivierte Proteinkinase
NEM	Nahrungsergänzungsmittel
KG	Körpergewicht
RED-S	Relative Energy Deficiency in Sports (engl. für relatives Energiedefizit im Sport)

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Frage 1 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich gesteigerter Nahrungsaufnahme bei hoher Trainingsbelastung</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 2: Frage 2 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich verringerter Nahrungsaufnahme bei niedriger Trainingsbelastung</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 3: Frage 3a und 3b zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich Nahrungsaufnahme vor und nach wichtigen Trainingseinheiten</i>	<i>35</i>
<i>Abbildung 4: Frage 6 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich der Zufuhr von Kohlenhydraten während des Trainings.....</i>	<i>36</i>
<i>Abbildung 5: Frage 4 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich Nüchterntraining</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 6: Frage 5 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich der periodischen Einschränkung der Kohlenhydratzufuhr</i>	<i>38</i>
<i>Abbildung 7: Frage 7 zu gastrointestinalen Symptomen, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich Magen-Darm-Beschwerden</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 8: Frage 8 zu gastrointestinalen Symptomen, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich Nahrungsergänzungsmittel gegen Magen-Darm-Symptome</i>	<i>40</i>

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Geschätzter täglicher Kalorienbedarf (in kcal) für Ultramarathonläufer, basierend auf Geschlecht, typischer extremer Körpermasse/Fett und Dauer/Tempo der Trainingseinheit</i>	<i>9</i>
<i>Tabelle 2: Geschlecht, mit dem sich die Teilnehmer identifizieren</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 3: Trainingsumfang der Teilnehmer in Stunden pro Woche</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 4: Trainingserfahrung der Teilnehmer im Laufen in Jahren</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 5: Durchschnittliche Dauer der Wettkämpfe, auf die sich die Teilnehmer fokussieren</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 6: Verletzung innerhalb der letzten 12 Monate</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 7: Infektion innerhalb der letzten 12 Monate</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 8: Alter der Teilnehmer</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 9: Anteil der Teilnehmer, die professionell oder als Hobby laufen</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 10: Erfahrung der Teilnehmer mit der Zusammenarbeit mit einer Ernährungsfachkraft</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 18: Abhängigkeit der Renndauer auf das Auftreten von gastrointestinalen Symptomen</i>	<i>51</i>
<i>Tabelle 19: Berichtete Effektivität verschiedener NEM</i>	<i>52</i>
<i>Tabelle 11: Modell 1 zur Erklärung des Auftretens von gastrointestinalen Symptomen</i>	<i>55</i>
<i>Tabelle 12: Modell 2 zur Erklärung des Auftretens von gastrointestinalen Symptomen</i>	<i>56</i>

<i>Tabelle 13: Klassifizierungstabelle.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabelle 14: Auftreten von gastrointestinalen Symptomen in Abhängigkeit von Kohlenhydratzufuhr während des Trainings.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabelle 15: Auftreten von gastrointestinalen Symptomen in Abhängigkeit von der Zusammenarbeit mit einer Ernährungsfachkraft.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabelle 16: Auftreten von Verletzungen in Abhängigkeit von Nüchterntraining</i>	<i>59</i>
<i>Tabelle 17: Auftreten von Infekten in Abhängigkeit von Nüchterntraining.....</i>	<i>60</i>

1. Problem- und Zielstellung

1.1 Problemstellung

Ultraausdauerwettkämpfe erfreuen sich zunehmender Beliebtheit.¹ Dabei sind Ultramarathonläufe auf Trails die populärsten Ultralaufwettbewerbe,² und die jüngste Zunahme dieser Wettkämpfe geht mit einem Anstieg der Teilnehmerzahlen sowohl im professionellen als auch im Freizeitbereich einher.³

Aufgrund der hohen metabolischen und physischen Anforderungen bei dieser Art von Wettkämpfen sollten die Athletinnen und Athleten⁴ sowohl in physischer als auch in ernährungs-technischer Hinsicht angemessen vorbereitet sein, um Ermüdungserscheinungen hinauszuzögern und damit verbundene Schwierigkeiten zu vermeiden.⁵ Während bei kürzeren Distanzen physiologische Parameter wie kardiovaskuläre Gesundheit und Laufökonomie gute Determinanten für den Erfolg in diesen Wettkämpfen sind,⁶ lassen sich diese Ergebnisse nicht ohne Weiteres auf Langstreckenläufe über 100 km übertragen.⁷ Da der Energieverbrauch während eines Ultramarathons auf mehr als 10.000 kcal pro Tag geschätzt wird,⁸ ist anzunehmen, dass der durch die Zufuhr von Makronährstoffen erzielte Energieausgleich als ein entscheidender Faktor für die Ultraausdauerleistung anzusehen ist.⁹ In Anbetracht der typischerweise langen Distanz von Ultramarathonwettkämpfen ohne Ruhephasen ist es allerdings schwierig, den Energieverbrauch mit der Energieaufnahme während Wettkämpfen in Einklang zu bringen, was zu einem erheblichen akuten Energiedefizit führt.¹⁰ Daher sind Ernährungsstrategien für Ultramarathonläufer, die ihre Wettkampfergebnisse verbessern wollen, und auch für diejenigen, die sich in erster Linie auf das erfolgreiche Absolvieren des Wettkampfes konzentrieren, von wesentlicher Bedeutung.

Studienergebnisse deuten darauf hin, dass die Gesamtenergiezufuhr während eines Ultramarathons mit einer höheren Laufgeschwindigkeit in Verbindung steht¹¹ und bei den Finishern höher war als bei den Nicht-Finishern.¹² Da das primäre Energiesubstrat während des

¹ Scheer 2019; Stöhr et al. 2021.

² Scheer et al. 2020.

³ Scheer 2019; Stöhr et al. 2021.

⁴ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden, soweit nicht explizit zwischen den Geschlechtern differenziert wird, ausschließlich die männliche Form gewählt. Damit sollen alle Geschlechter eingeschlossen werden.

⁵ Nikolaidis et al. 2018; Williamson 2016; Wardenaar et al. 2015a.

⁶ Lazzar et al. 2012; Scheer et al. 2020.

⁷ Coates et al. 2021; Gatterer et al. 2020; Tiller und Millet 2024.

⁸ Nikolaidis et al. 2018; Rontoyannis et al. 1989.

⁹ Nikolaidis et al. 2018; Williamson 2016.

¹⁰ Costa et al. 2014b; Enqvist et al. 2010.

¹¹ Alcock et al. 2018; Costa et al. 2014b; Ishihara et al. 2020; Pfeiffer et al. 2012, 2012.

¹² Glace et al. 2002; Stuempfle et al. 2011a.

Trainings Kohlenhydrate sind,¹³ wird Ausdauersportlern¹⁴ empfohlen, während des Rennens Kohlenhydraten zu sich zu nehmen.¹⁵ Diese Empfehlungen stammen u.a. von einer 2019 veröffentlichten Stellungnahme der International Society of Sports Nutrition zu Ernährung von Ultraläufers.¹⁶ Außerdem existieren einige Arbeiten mit praktischen Empfehlungen für Ultramarathon-Veranstaltungen,¹⁷ die hauptsächlich auf Studien mit geringen Teilnehmerzahlen an Rennen von 100-160 km beruhen. Insgesamt sind die spezifischen Anforderungen an die Ernährung und Flüssigkeitszufuhr während Ultraläufen allerdings immer noch unzureichend untersucht.

Untersuchungen deuten darauf hin, dass Ultramarathonläufer die Ernährungsempfehlungen mit ihren hohen Nährstoffzufuhren nur schwer *ad libitum* umsetzen können, insbesondere während intensiver Trainingsphasen.¹⁸ So ist es nicht überraschend, dass bei Ultraläufers vorübergehende oder langfristige gering- bis hochgradige Energiedefizite bestehen und sie dadurch ein höheres Risiko für ein relatives Energiedefizit (engl. relative energy deficiency in sport, kurz RED-S) haben.¹⁹ In einer Studie, in der Ultramarathonläuferinnen mit Halbmarathonläuferinnen verglichen wurden, wurde berichtet, dass deutlich mehr Ultramarathonläuferinnen ein, zwei oder drei Merkmale der Triade der weiblichen Athletin²⁰ aufwiesen als Halbmarathonläuferinnen.²¹ Da die Beteiligung an Ultraläufen weiter zunimmt, ist es für die Sportler, Trainer und Betreuer wichtig, die besonderen ernährungsbedingten Herausforderungen von Ultraläufers zu verstehen, um eine möglichst effektive und umfassende Betreuung zu gewährleisten.

Magen-Darm-Probleme gehören zu einem der Hauptprobleme von Ultraläufers.²² Sie werden als eine Ursache für geringe bzw. nicht zufriedenstellende Leistung und den Abbruch von Rennen und Trainingsläufen genannt.²³ Die Beschwerden können unterschiedlich stark ausgeprägt sein, wobei die Symptome Übelkeit, Erbrechen, abdominale Angina und blutige Diarrhöe

¹³ Hawley et al. 1992; Wagenmakers et al. 1993.

¹⁴ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden, soweit nicht explizit zwischen den Geschlechtern differenziert wird, ausschließlich die männliche Form gewählt. Damit sollen alle Geschlechter eingeschlossen werden.

¹⁵ Maughan, R. & Burke, L. (International Olympic Committee, Lausanne, 2012) 2012.

¹⁶ Tiller et al. 2019.

¹⁷ Costa et al. 2019b; Costa et al. 2019a; Kerschan-Schindl et al. 2015.

¹⁸ Costa et al. 2013a; Costa et al. 2014b; Heaney et al. 2011.

¹⁹ Costa et al. 2017; Høeg et al. 2022; Lewis et al. 2015; Mountjoy et al. 2018; Schwellnus et al. 2016.

²⁰ Die Triade wurde zuerst Mitte der 1990er Jahre als das gemeinsame Auftreten von gestörtem Essverhalten, Amenorrhoe und Osteoporose beschrieben und 2014 in einer Stellungnahme des Internationalen Olympischen Komitees durch das konzeptuelle Modell von RED-S ersetzt, vgl. Otis et al. 1997; Mountjoy et al. 2014..

²¹ Mond et al. 2004.

²² Wardenaar et al. 2015a.

²³ Brouns und Beckers 1993; Ryan et al. 2023.

umfassen können.²⁴ Zwischen 30 % und 90 % der Athleten haben während des Wettkampfs mit gastrointestinalen Problemen zu kämpfen.²⁵ Es wird vermutet, dass die Ernährungsinterventionen, die Athleten vor, während und nach dem Training bzw. Wettkampf durchführen, das Potenzial haben, die Häufigkeit, den Schweregrad und die Dauer der Symptome zu beeinflussen.²⁶

Unter Berücksichtigung der vielfältigen Anforderungen und Stressfaktoren von Ultraausdaueraktivitäten, einschließlich der damit verbundenen belastungsinduzierten gastrointestinalen Störungen, ist die Notwendigkeit wohl durchdachter Ernährungsstrategien vor, während und nach dem Rennen offensichtlich.

1.2 Zielstellung

Dieser Arbeit liegt eine Befragung von Ultraläufern zugrunde, mit der zwei Ziele verfolgt werden. Erstens sollen generelle Ernährungsgewohnheiten und Strategien der Ernährungsplanung von Ultraläufern ermittelt und mit aktuellen Ernährungsempfehlungen abgeglichen werden. Es soll festgestellt werden, ob ihre Ernährungsgewohnheiten auf einer sorgfältigen Planung und Umsetzung einer spezifischen Ernährungsstrategie beruhen, oder ob sie eher zufällig getroffen werden. Dies hilft dabei zu verstehen, wo mögliche Defizite bestehen. Daraus können in der Zukunft wiederum praktische Empfehlungen entwickelt werden, um langfristige negative Folgen für Gesundheit und Leistung der Sportler zu vermeiden. Dies ist sehr praxisrelevant, weil Ultraläufer eine Risikogruppe für geringe Energie- und Kohlenhydratverfügbarkeit sind und Studien bereits die negativen Auswirkungen solcher Zustände gezeigt haben.²⁷

Zweitens sollen das Auftreten, die Häufigkeit und Intensität von gastrointestinalen Beschwerden und bereits eingesetzte Ernährungsinterventionen untersucht werden. Die Befragung ist so konzipiert, dass Korrelationen zwischen Ernährungsgewohnheiten und Magen-Darm-Beschwerden sowie Verletzungen ermittelt werden können.

²⁴ de Oliveira et al. 2014.

²⁵ Costa et al. 2014a; Pfeiffer et al. 2012; Wardenaar et al. 2015b; Pugh et al. 2018.

²⁶ Costa et al. 2022; Rodriguez et al. 2009.

²⁷ Badenhorst et al. 2015; Fensham et al. 2022; Hammond et al. 2019; McKay et al. 2022.

1.3 Untersuchungsgegenstand und Hypothesen

Aus den zuvor benannten Zielen dieser Arbeit ergibt sich als Untersuchungsgegenstand zunächst eine Bestandsaufnahme der Ernährungspraktiken der Athleten sowie ihrer gastrointestinalen Symptome. Dabei wird ermittelt, wie sich die Athleten vor, während und nach dem Training verpflegen und ob sie Ernährungspraktiken wie Nüchterntraining und Kohlenhydratperiodisierung verfolgen. Auf der Grundlage dieser Bestandsaufnahme erfolgt sodann ein Abgleich zwischen den ermittelten Ernährungspraktiken und den derzeitigen Ernährungsempfehlungen für Ultra- und Ausdauersportler.

Studien haben ergeben, dass das Ernährungswissen von Ultraläufern äußerst heterogen ist. Während einige Athleten über ein angemessenes Wissen verfügen, ist das allgemeine Verständnis für Ernährung anderer Athleten relativ gering und mit erheblichen Lücken behaftet.²⁸ Diese Diskrepanz hängt oft von den verfügbaren Ressourcen ab, wie z. B. dem Zugang zu Ernährungsfachkräften.²⁹ Dabei ziehen es viele Ultrasportler nach einer Befragung von Blennerhassett et al. allerdings ohnehin vor, Ernährungsratschläge von anderen Sportlern und aus Zeitschriften oder Websites (73 %) einzuholen, anstatt von Ernährungsexperten (8 %).³⁰ Aufgrund dieser Studienlage ist zu erwarten, dass sich das unterstellte heterogene Ernährungswissen in heterogenen Ernährungspraktiken widerspiegelt. Die Bedeutung von ausreichender Energiezufuhr rund um und während des Trainings dürfte inzwischen in der breiteren Sportöffentlichkeit bekannt sein. Daher ist davon auszugehen, dass auch die Athleten in dieser Befragung Ernährungspraktiken folgen, um ausreichend Energie rund um ihre Schlüsseleinheiten zuzuführen.

Darauf aufbauend sollen verschiedene Hypothesen geprüft werden, um Korrelationen zwischen Ernährungspraktiken und negativen gesundheitlichen Folgen, insbesondere gastrointestinalen Symptomen, zu ermitteln:

- Hypothese 1:
Eine unzureichende Energiezufuhr ist positiv korreliert mit einer höheren Rate an gastrointestinalen Beschwerden während des Trainings und Rennens.
- Hypothese 2:
Läufer, die im Training regelmäßig Kohlenhydrate zu sich nehmen, haben im Rennen weniger gastrointestinale Beschwerden.
- Hypothese 3:
Läufer, die mit einer Ernährungsfachkraft zusammenarbeiten, haben eine geringere

²⁸ Blennerhassett et al. 2019; Puce et al. 2024.

²⁹ Kinrade und Galloway 2021.

³⁰ Blennerhassett et al. 2019.

Inzidenz gastrointestinaler Symptome während des Trainings und Wettbewerbs im Vergleich zu denen, die dies nicht tun.

- Hypothese 4:
Regelmäßiges Nüchterntraining führt zu einer höheren Rate an Verletzungen und Infekten.

2. Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Definitionen und theoretischen Grundlagen dargestellt, die als Grundlage für die nachfolgende Untersuchung und Diskussion dienen. Nach einer Begriffsbestimmung des Ultralaufens im ersten Abschnitt werden im nachfolgenden Abschnitt die allgemeinen Ernährungsempfehlungen für Ultraausdauerathleten dargelegt. Hierbei wird der Fokus auf die Zusammensetzung und das Timing der Makronährstoffe gelegt. Daran anschließend werden die Prävalenz und Vielfalt der gastrointestinalen Symptome bei Ultraausdauerläufern beleuchtet. Es werden die Ursachen und Mechanismen untersucht, die zu diesen Beschwerden führen, wie zum Beispiel physiologische Belastungen, Ernährungsfehler oder auch psychologische Faktoren. Dieses Kapitel schließt mit einem Überblick über mögliche Präventionsstrategien zur Vermeidung oder Verbesserung gastrointestinaler Symptome.

2.1 Begriffsbestimmung Ultraausdauerlaufens

Ultraausdauerrennen werden als Läufe mit Distanzen größer als die eines Marathons (42,2 km) definiert, wobei teilweise auch vier oder sechs Stunden Mindestdauer gefordert werden.³¹ Sie werden auf Trail, der Bahn oder der Straße ausgetragen, wobei die meisten als Trailrennen durchgeführt werden.³² Traillaufen umfasst alle Laufveranstaltungen abseits der Straße und ist naturgemäß oft mit einer schwierigeren und anspruchsvolleren Streckentopografie (z. B. große Höhenunterschiede und Steigungen, unregelmäßige Laufoberflächen und Hindernisse) und Umweltbedingungen (z. B. Kälte, Hitze, Feuchtigkeit und Höhe) verbunden, als dies bei Ausdauerläufen auf der Bahn oder der Straße der Fall ist. In der Regel erfordert Trail Running das Laufen mit einem beladenen Rucksack (mit Verpflegung, medizinischer Notfallversorgung, Equipment und Kleidung).

Ultramarathons werden auf der ganzen Welt ausgetragen, oft an abgelegenen Orten, in unterschiedlichem Terrain und bei Temperatur- und Höhenextremen. Die Distanzen variieren erheblich. Zu den weltweit bekanntesten Läufen gehören zum Beispiel Blackwater Trail in Florida, USA (50 km), Comrades Marathon in Durban, Südafrika (90 km), Western States Endurance Run in Kalifornien, USA (161 km) und der Ultra-Trail du Mont-Blanc in Frankreich (170 km). Die Entfernungen bei mehrtägigen Veranstaltungen können zwischen 240 km (Marathon Des Sables - Sahara-Wüste, Afrika) bis 4.989 km (Self-Transcendence 3100 - New York, USA) betragen.

³¹ Arribalzaga et al. 2021; Hoffman et al. 2010; Zaryski und Smith 2005 definieren Ultra-Ausdauerrennen als Rennen von mehr als 6 Stunden.

³² Hoffman et al. 2010.

Diese Arbeit erfasst auch Läufer, deren Hauptrennen 2-4 Stunden lang dauern und danach nicht nach allen Definitionen unter Ultralauf kategorisiert werden. Die Gründe dafür sind, dass erstens viele Läufer Rennen verschiedener Distanzen fokussieren, d.h. dass sie neben den kürzeren 2-4 Stunden Rennen auch an Rennen mit längeren Distanzen teilnehmen. Darüber hinaus gibt es keine allgemeine Definition und die größte Übereinstimmung dürfte hinsichtlich der Mindestdistanz von der Marathondistanz liegen. Je nach Höhenprofil, technischen Herausforderungen und Bodenbeschaffenheit könnten gute Athleten Distanzen knapp über der Marathondistanz realistisch in einer Zeit von weniger als vier Stunden zurücklegen.

2.2 Ernährungsempfehlungen für Ultraläufer

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen der Ernährung für Ultraausdauersportler erläutert. Zunächst wird in die Bedeutung Ernährung für die Leistungsfähigkeit eingeführt (unter 2.2.1) bevor detailliert auf spezifische Ernährungsempfehlungen (2.2.2) eingegangen wird. Abschließend beschäftigt sich dieser Abschnitt mit der Kohlenhydratperiodisierung (2.2.3). Ein Verständnis für die derzeit gültigen Ernährungsempfehlungen sind essentiell für den abschließenden Vergleich dieser Empfehlungen mit den in der Praxis beobachteten Praktiken, der Gegenstand dieser Arbeit ist.

2.2.1 Grundlagen der Sporternährung für Ultraausdauersportler

Die Ernährung ist ein entscheidender Faktor in der Trainingsvorbereitung und kann die physiologischen Anpassungen an das Training auf verschiedene Weise beeinflussen. Erstens können eine moderate Kohlenhydrataufnahme und deren Anpassung an das Trainingsvolumen und die Trainingsintensität die Verbesserung der Ausdauerleistung optimieren. Dies geschieht über die Vermittlung von Adenosin-5'-phosphat- (AMP-) aktivierte Proteinkinase (AMPK)-Zell-Signalwegen.³³ Umgekehrt führt Training bei chronischem Glykogenmangel zu einer Erhöhung der zirkulierenden Stresshormone (z. B. Cortisol) und zu Störungen bei verschiedenen Parametern der Immunfunktion (z. B. zirkulierende Leukozyten),³⁴ wodurch die Anfälligkeit für Übertraining erhöht wird. Zweitens hängt eine optimale Erholung nicht nur von der Wiederherstellung der Glykogenspeicher, sondern auch davon, dass Ausdauersportler ihren täglichen Proteinbedarf decken;³⁵ dies wiederum fördert Erhaltung, Reparatur und Wachstum der Muskeln. Drittens kann eine unzureichende Flüssigkeitszufuhr während des Trainings bzw. eine unzureichende Rehydrierung nach dem Training zu Übertragungseffekten führen, die die Leistung in nachfolgenden Trainingseinheiten beeinträchtigen können.

³³ Baar und McGee 2008.

³⁴ Gleeson et al. 1998.

³⁵ Friedman und Lemon 1989.

Tatsächlich wurde eine positive Korrelation zwischen dem erfolgreichen Abschluss eines Rennens und der Energie- und Flüssigkeitszufuhr festgestellt.³⁶ Dementsprechend kann es durch die Umsetzung von Ernährungsstrategien, möglich sein, gleichzeitig die Trainingsanpassungen zu optimieren, die Rennleistung zu maximieren und die negativen Folgen der Rennteilnahme zu mildern. Langandauernde körperliche Betätigung ist zudem mit einem generalisierten Entzündungszustand verbunden, der häufig durch eine Immunsuppression gekennzeichnet ist, die teilweise durch eine ausgewogene Ernährung gemildert werden kann, die dem Sportler ausreichend Makro- und Mikronährstoffe liefert.³⁷ Trotz der Bedeutung der Sporternährung für das Training und die Teilnahme an Ultramarathons stehen Athleten und Trainer vor einer Reihe von Hindernissen, um die Ernährungsanforderungen zu erfüllen, darunter: mangelndes Verständnis der physiologischen Anforderungen eines Ultramarathons, mangelnde Aufklärung (von Trainer, Athlet und Betreuungspersonal) in Bezug auf die ernährungsbedingten Anforderungen von Ultraausdauerevents, eine hohe Prävalenz von Magen-Darm-Beschwerden bei Athleten, inkonsistente Zeitplanung und Rationierung von Nahrungsmitteln und Flüssigkeiten an Verpflegungsstellen, die Notwendigkeit, das Gewicht des Rucksacks zu minimieren, Placebo-Effekte, Konfirmationsverzerrung aufgrund früherer Rennerfahrungen, die mit längerer Ausdauerbelastung einhergehenden Veränderungen der Geschmackhaftigkeit von Lebensmitteln und Getränken sowie Schlafmangel und extreme Temperatur- und Höhenunterschiede, die den Appetit beeinflussen können.³⁸

Mehrere Aspekte sollten folglich in den periodisierten Trainings- und Ernährungsplan für Ausdauersportler integriert werden. Erstens sollte eine ausreichende Energieverfügbarkeit aufrechterhalten werden. Die Energieverfügbarkeit wird definiert als die verbleibende Energie, um Gesundheit und alle Körperfunktion zu erhalten, nachdem die Energiekosten des Trainings von der Energiezufuhr abgezogen worden sind.³⁹ Zweitens sollte die Kohlenhydratzufuhr so ausgestaltet werden, dass eine ausreichende Kohlenhydratverfügbarkeit gewährleistet wird. Diese wird definiert als die Kapazität der körpereigenen Kohlenhydratspeicher zur Deckung des Energiebedarfs von vor allem der Muskeln und des Gehirns während der Trainingseinheit oder des Wettkampfs.⁴⁰ Die aktuellen Richtlinien betonen eine hohe Kohlenhydratverfügbarkeit für wichtige Trainingseinheiten mit hochintensiven Leistungen und das Training von Wettkampfbedingungen, bei denen die Qualität des Trainings wichtig ist.⁴¹

³⁶ Kruseman et al. 2005; Stuempfle et al. 2011b.

³⁷ Gleeson und Bishop 2000.

³⁸ Greer et al. 2013; Karl et al. 2018; Shorten et al. 2009.

³⁹ Mountjoy et al. 2014.

⁴⁰ Burke et al. 2004.

⁴¹ Burke et al. 2011.

2.2.2 Spezifische Ernährungsempfehlungen und Best Practices für Ultraläufer

Die größte Herausforderung für einen Ultramarathonläufer besteht darin, den täglichen Kalorienbedarf zu decken, um die Regeneration zu optimieren und längere und wiederholte Trainingseinheiten zu ermöglichen.⁴² Aus metabolischer Sicht ist der Ultramarathonlauf stark vom oxidativen Stoffwechsel abhängig, um Glykogen- und Fettreserven effizient zu nutzen. Darüber hinaus steigt mit zunehmender Renndistanz die Nutzung freier Fettsäuren als Brennstoff erheblich an.⁴³ Daher sollte ein zentrales Ziel jedes periodisierten Ultramarathon-Trainingsprogramms darin bestehen, die Kapazität für den Fettstoffwechsel zu maximieren, um so Muskelglykogen für die letzten Phasen des Wettkampfs zu schonen. Da das Trainingsvolumen und die Trainingsintensität im Laufe der Saison variieren, sollte die Energie- und Makronährstoffzufuhr periodisiert werden, um den variablen Trainingsbelastungen Rechnung zu tragen.⁴⁴ Der tägliche Kalorienbedarf wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst, darunter: Grundumsatz,⁴⁵ tägliche Aktivität,⁴⁶ spezifische Trainingsanforderungen, Körperzusammensetzung und Thermogenese, die sich aus der Verdauung der Nahrung ergibt. Der Kalorienbedarf für das Training hängt außerdem von der Körpermasse (insbesondere der fettfreien Masse), dem Trainingszustand, der Distanz/Dauer der Trainingseinheit und den Umweltbedingungen ab. Tabelle 1 (aus dem ISSN Positionspapier zur Ernährung von Ultraausdauerathleten) enthält allgemeine Schätzungen zum täglichen Kalorienbedarf von Ultramarathonläufern in Bezug auf Geschlecht, Dauer und Tempo der Trainingseinheit sowie die typischen Körpermasse-/Körperfettwerte von Ultramarathonläufern.

Tabelle 1.⁴⁷ Geschätzter täglicher Kalorienbedarf (in kcal) für Ultramarathonläufer, basierend auf Geschlecht, typischer extremer Körpermasse/Fett und Dauer/Tempo der Trainingseinheit

Geschwindigkeit	Frauen				Männer			
	50 kg (15 % KF)		70 kg (24 % KF)		65 kg (10 % KF)		85 kg (20 % KF)	
	1h	3h	1h	3h	1h	3h	1h	3h
8,4 km/h	2.004	2.726	2.443	3.455	2.553	3.492	2.959	4.187
10,7 km/h	2.103	3.023	2.581	3.879	2.681	3.878	3.127	4.692
13,8 km/h	2.236	3.423	2.768	4.430	2.855	4.398	3.354	5.371

KF = Körperfettanteil

Danach benötigt eine 50 kg schwere Frau mit einem Körperfettanteil von 15 %, die täglich eine Stunde lang kontinuierlich bei einer Geschwindigkeit von 8,4 km/h läuft, schätzungsweise insgesamt etwa 2.004 kcal pro Tag, um den Kalorienhaushalt im Gleichgewicht zu halten. Die gleiche Athletin, die drei Stunden lang mit derselben Geschwindigkeit trainiert, würde etwa 2.726 kcal benötigen. Demgegenüber würde eine dreistündige Trainingseinheit mit einer

⁴² Nikolaidis et al. 2018.

⁴³ Waśkiewicz et al. 2012.

⁴⁴ Tiller et al. 2019.

⁴⁵ Mifflin et al. 1990.

⁴⁶ Ainsworth et al. 2011.

⁴⁷ Tabelle nach Tiller et al. 2019.

Geschwindigkeit 13,8 km/h eine deutlich höhere Energiezufuhr erfordern (d. h. ca. 3.423 kcal pro Tag).⁴⁸ Die angegebenen Werte basieren auf Daten aus empirischen Studien⁴⁹ und werden durch weitere Ergebnisse bestätigt, die darauf hindeuten, dass die Energiekosten des Laufens zwischen 200 und 300 kJ/km (47–71 kcal/km) liegen.⁵⁰ Training auf anspruchsvollem, variablem und unebenem Gelände sowie bei extremen Temperaturen und/oder Höhenlagen erhöht den Kalorien- und Kohlenhydratbedarf nach diesen Studien nicht.

Es wird empfohlen, das wöchentliche Trainingspensum sorgfältig zu ermitteln, um ein möglichst ausgewogenes Energiegleichgewicht zu erreichen. Individuelle Ziele, Gewicht zu verlieren oder zuzunehmen, bedürfen gesonderter Überlegungen. Wenn nicht ausreichend Nahrung zugeführt werden kann (z. B. an Tagen mit intensivem Training oder nach mehreren Trainingseinheiten in kurzer Folge), kann an Erholungstagen eine Energiezufuhr über den Erhaltungskalorien liegen.

In Bezug auf die Gesamtenergiezufuhr wird in der Regel eine Makronährstoffverteilung von 60 % Kohlenhydraten, 15 % Eiweiß und 25 % Fett empfohlen, um wiederholte Ausdauertrainingseinheiten zu unterstützen.⁵¹

2.2.2.1 Kohlenhydratbedarf von Ausdauersportlern

Bei Ultramarathonläufern, die häufig intensive Trainingseinheiten absolvieren (z. B. 2-3 Stunden pro Tag, 5-6 Mal pro Woche), liegt der Bedarf an Kohlenhydraten bezogen auf das Körpergewicht in der Regel bei etwa 5-8 g/kg KG pro Tag.⁵² Bei Läufern mit höherer Trainingsleistung und/oder -geschwindigkeit kann eine Kohlenhydrataufnahme von 7-10 g/kg KG pro Tag bzw. bei sehr hohem Umfang und/oder Intensität von bis zu 12 g/kg KG pro Tag gerechtfertigt sein, je nach Stoffwechselflexibilität des Athleten (d. h. seiner individuellen Fähigkeit, bei hohen absoluten Belastungen schnell zwischen Fett- und Kohlenhydratoxidation zu wechseln⁵³) und insbesondere seiner Fähigkeit, Fett zu verstoffwechseln.⁵⁴

Es ist besonders wichtig, auch den Zeitpunkt der Aufnahme zu berücksichtigen. In Bezug auf Kohlenhydrate wird als Zufuhrstrategie bei Belastungen, die länger als 90 Minuten dauern, eine Zufuhr von 7-12 g/kg KG 24 Stunden und 10-12 g/kg KG 36-48 Stunden sowie 1-4 g/kg KG zwischen 1 und 4 Stunden vor der Einheit empfohlen.⁵⁵ Bei anhaltendem, hochintensivem Training, das etwa eine Stunde dauert, können geringe Mengen an Kohlenhydraten, sogar durch Mundspülungen (sog. Mouth-rinsing), die Leistung – durch die Wirkung auf das zentrale

⁴⁸ Tiller et al. 2019.

⁴⁹ Margaria et al. 1963; Minetti et al. 2002.

⁵⁰ Applegate 1991; Heaney et al. 2011.

⁵¹ Burke et al. 2001.

⁵² Kerksick et al. 2018.

⁵³ König et al. 2019; Thomas et al. 2016; Tiller et al. 2019; San-Millán und Brooks 2018.

⁵⁴ König et al. 2019; Thomas et al. 2016; Tiller et al. 2019.

⁵⁵ Burke 2021.

Nervensystem – verbessern. Hinsichtlich der Kohlenhydrataufnahme während der Trainings werden 30-60 g pro Stunde als ein angemessenes Richtziel angesehen. Bei Trainingseinheiten von mehr als 2,5 Stunden können höhere Zufuhren von bis zu 90 g pro Stunde von Vorteil sein.⁵⁶ Diese Empfehlungen wurden allerdings insbesondere bei langen Aktivitäten mit geringer Aktivität – wie etwa bei einem Ultramarathonrennen – teilweise als unrealistisch erwogen und Anpassungen nach unten gefordert.⁵⁷ Die empfohlene Kohlenhydrataufnahme kann durch den Verzehr von Getränken, Gels oder fett-, eiweiß- und ballaststoffarmen festen Lebensmitteln (Riegel) erreicht werden, wobei die Auswahl auf den persönlichen Vorlieben basieren sollte.⁵⁸

Nach dem Training ist die Aufnahme von Kohlenhydraten wichtig, um die Glykogenspeicher wieder aufzufüllen, den Energiebedarf des Immunsystems zu decken und geschädigtes Gewebe zu reparieren.⁵⁹ Eine aktuelle Studie von Díaz-Lara et al. hat gezeigt, dass eine verzögerte Zufuhr von Kohlenhydraten nach intensivem Training zu Leistungsdefiziten am nächsten Tag führen kann.⁶⁰ Es wird empfohlen, in den ersten 4 Stunden nach dem Training 0,8-1 g/kg KG/h schnell absorbierte Kohlenhydrate zu sich zu nehmen und den Rest des Tages bis zum Erreichen von 5-7 g/kg KG fortzusetzen, wobei auch die Aufnahme von Proteinen (0,2-0,4 g/kg KG/h oder 25-30 g/h) empfohlen wird.⁶¹ Um die Kohlenhydratoxidationsrate zu erhöhen und die Entwicklung von Magen-Darm-Problemen während des Trainings zu vermeiden, ist ein Darmtraining unerlässlich, wodurch eine Kohlenhydratoxidation von bis zu 120 g/h erreicht werden kann.⁶² Darüber hinaus erhöht die kombinierte Aufnahme verschiedener Kohlenhydratarten deren Oxidationsrate und verringert die Gefahr von Verdauungsproblemen.⁶³

2.2.2.2 Proteinbedarf von Ausdauersportlern

Auf der Grundlage der Stickstoffbilanz-Methode wurde für Ausdauersportler mit hohen Trainingsanforderungen eine Proteinaufnahme von 1,2-2 g/kg KG pro Tag empfohlen, um die Gewebeanpassung und -regeneration zu unterstützen.⁶⁴ Aktuelle Erkenntnisse deuten darauf hin, dass eine Proteinaufnahme von weniger als 1,6 g/kg pro Tag bei Ausdauersportlern mit hohen Trainingsanforderungen zu einer negativen Stickstoffbilanz führen kann, so dass der übliche Proteinbedarf für Ausdauersportler auf 1,6-1,8 g/kg KG geschätzt wird.⁶⁵ Ein solcher Bedarf

⁵⁶ Burke et al. 2011; Thomas 2016; Thomas et al. 2016; Jeukendrup 2011; Nikolaidis et al. 2018; Rodriguez et al. 2009; Thomas et al. 2016; Tiller et al. 2019.

⁵⁷ Burke et al. 2019; Costa et al. 2019b; Jeukendrup 2014.

⁵⁸ Jeukendrup 2011; Thomas et al. 2016.

⁵⁹ Bonilla et al. 2020.

⁶⁰ Díaz-Lara et al. 2024.

⁶¹ Heaton et al. 2017.

⁶² Viribay et al. 2020.

⁶³ Jeukendrup 2017; Kerksick et al. 2018; Vitale und Getzin 2019.

⁶⁴ Costa et al. 2019b; Kato et al. 2016; Phillips und van Loon 2011; Thomas et al. 2016; Tiller et al. 2019.

⁶⁵ Kato et al. 2016.

dürfte bei Ultramarathonläufern mit ebenfalls hohem Trainingsumfang ähnlich sein.⁶⁶ Für Sportler mit hohen Trainingsumfängen kann sogar eine relative Proteinaufnahme von bis zu 2,1 g/kg pro Tag gerechtfertigt sein.⁶⁷ Höhere Proteinmengen sind auch erforderlich, wenn die Zufuhr von Kohlenhydraten und/oder Kalorien niedrig oder unzureichend ist oder der Sportler Gewicht verlieren möchte.⁶⁸

Während sich die traditionellen Richtlinien zur Proteinaufnahme auf die Gesamtproteinaufnahme über den Tag (g/kg KG) konzentrierten, betonen neuere Empfehlungen nun, dass die Anpassung der Muskeln an das Training maximiert werden kann, indem Protein vor allem nach wichtigen Trainingseinheiten und alle 3-5 Stunden über mehrere Mahlzeiten hinweg mit 0,3 g/kg KG konsumiert wird.⁶⁹ Derzeit wird noch diskutiert, ob die Proteinzufuhr innerhalb eines Zeitfensters von bis zu zwei Stunden nach der Belastung entscheidend ist.⁷⁰ Schoenfeld et al. kommen in einer Übersichtsarbeit aus 2018 zu dem Ergebnis, dass der Verzehr von Protein nach dem Training zwar wichtig sei für die muskulären Anpassungen, aber das „Zeitfenster“ nicht so eng sei, da die Muskeln mindestens 24 Stunden nach dem Training auf die Proteinzufuhr reagierten.⁷¹

2.2.2.2 Fettbedarf von Ausdauersportlern

Eine Empfehlung für eine sportgerechte Fettzufuhr in absoluten Zahlen (g/kg KG), wie international für Kohlenhydrate und Proteine üblich, wurde für Fett noch nicht etabliert. Die internationalen Ernährungsgesellschaften sind sich einig, dass die Fettzufuhr für Ausdauersportler 20 % der Energiezufuhr nicht unterschreiten und 30 % nicht überschritten werden sollte, sofern nicht strategisch ein ketogener Ansatz verfolgt wird.⁷² Das bedeutet, dass eine Fettzufuhr von 1,0-1,5 g/kg KG pro Tag wahrscheinlich ausreichend ist, um die Aufnahme von fettlöslichen Vitaminen zu unterstützen, die Hormonproduktion zu fördern und die Zellstrukturen zu stärken.⁷³ Besonders schwerere und auch schnellere Athleten mit einem hohem Kalorienbedarf benötigen allerdings möglicherweise eine Fettzufuhr von fast 2,0 g/kg pro Tag, um ihren Kalorienbedarf zu decken.⁷⁴

2.2.3 Ernährungsperiodisierung zur Maximierung der Fettoxidation

Eine hohe Kohlenhydratzufuhr gilt als notwendig, um Muskel- und Leberglykogen aufrecht zu erhalten, den Stoffwechselbedarf der Muskeln und des zentralen Nervensystems zu decken

⁶⁶ Costa et al. 2019b.

⁶⁷ Cintineo et al. 2018.

⁶⁸ Longland et al. 2016.

⁶⁹ Kerksick et al. 2017; Moore et al. 2009; Phillips 2014; Thomas 2016; Tiller et al. 2019.

⁷⁰ So Kerksick et al. 2017; Thomas et al. 2016. Tiller et al. 2019.

⁷¹ Schoenfeld und Aragon 2018.

⁷² Schek et al. 2019; Thomas et al. 2016.

⁷³ Tiller et al. 2019.

⁷⁴ Tiller et al. 2019.

und die Verfügbarkeit von Kohlenhydraten für Tage mit aufeinanderfolgendem Training sicherzustellen. Dennoch wurde in einem gemeinsamen Papier der Academy of Nutrition and Dietetics, der Dietitians of Canada und des American College of Sports Medicine vorgeschlagen, dass in einigen Szenarien, in denen der Schwerpunkt auf der Steigerung des Trainingsreizes oder der Anpassungsreaktion liegt, eine geringe Kohlenhydratverfügbarkeit bewusst eingesetzt werden kann. Dies kann durch eine Reduzierung der Gesamtkohlenhydrataufnahme oder durch eine Manipulation der Kohlenhydrataufnahme im Zusammenhang mit Trainingseinheiten (z. B. Training im nüchternen Zustand, Durchführung einer zweiten Trainingseinheit ohne ausreichende Möglichkeit zur Nahrungsaufnahme nach der ersten Einheit) erreicht werden.⁷⁵

Das Konzept „*train-low, compete-high*“ basiert auf Erkenntnissen aus der Zellbiologie, die darauf hindeuten, dass eine sorgfältige Manipulation des Glykogens durch eine Einschränkung der Nahrungsaufnahme von Kohlenhydraten als Regulator der metabolischen Zellsignale dienen kann, wodurch die Substrateffizienz und die Ausdaueranpassungen optimiert werden können.⁷⁶ Dies kann besonders in den frühen Phasen eines Trainingsprogramms von Vorteil sein, da so genügend Zeit für Anpassungen bleibt. Regelmäßiges Training mit niedrigem Muskelglykogen ist mit der Aktivierung von Signalwegen verbunden, darunter AMPK, die eine entscheidende Rolle bei der mitochondrialen Biogenese spielen. Wichtig ist, dass dies die wichtigsten Transportproteine reguliert, darunter den Glukosetransporter 4 und die Monocarboxylat-Transporter, die beide die Ausdauerleistung vermitteln.⁷⁷ In der Praxis kann ein Training mit gesenkten Glykogenspeichern durch verschiedene Methoden erreicht werden: Eine Möglichkeit ist das Nüchterntraining,⁷⁸ bei dem morgens vor dem Frühstück Trainingseinheiten mit geringer bis mittlerer Intensität absolviert werden, da die Glykogenspeicher in der Leber nach einer Fastenzeit über Nacht um bis zu 80 % reduziert sind.⁷⁹ Eine andere Möglichkeit sind Low-Glycogen-Sessions,⁸⁰ bei denen Sportler an jedem zweiten Tag zweimal täglich intermittierend trainieren, anstatt einmal täglich.

Ein solcher Ansatz kann allerdings dazu führen, dass Leistung mit hoher Intensität aufgrund geringer Glykogenverfügbarkeit beeinträchtigt sein könnte.⁸¹ Das Training bei Glykogenmangel erhöht zudem den Cortisolspiegel im Blut und führt zu Störungen bei mehreren Markern der Immunkfunktion (einschließlich Plasma-Glutamin und zirkulierende Leukozyten),⁸² und die Immunschwäche nach dem Training ist am ausgeprägtesten nach längerem, kontinuierlichem

⁷⁵ Thomas et al. 2016.

⁷⁶ Baar und McGee 2008.

⁷⁷ Baar und McGee 2008.

⁷⁸ Burke et al. 2018.

⁷⁹ Thomas et al. 2016.

⁸⁰ Burke et al. 2018.

⁸¹ Yeo et al. 2008.

⁸² Gleeson et al. 1998.

Training (> 1,5 Stunden), das ohne Nahrung durchgeführt wird.⁸³ Diese Ergebnisse konnten sowohl in einer klinischen Studie von McKay et al.⁸⁴ sowie durch Befragung von Athleten⁸⁵ bestätigt werden. Studien konnten weiter, zeigen, dass eine geringe Kohlenhydratverfügbarkeit das Verletzungsrisiko erhöht, insbesondere das Risiko von Knochenverletzungen, aufgrund der nachteiligen Auswirkungen von geringer Kohlenhydratverfügbarkeit auf den Knochenstoffwechsel.⁸⁶

Athleten sollten daher vorsichtig sein und nur mit ausgebildeten Ernährungsfachkräften zusammen einen solchen Ansatz der Ernährungsperiodisierung wählen. Von einem Training mit chronisch erschöpften Glykogenspeichern ist abzuraten (insbesondere während intensiver Trainingsperioden oder wenn wiederholte Tage mit längerem Training anstehen), da dies zu einer geringen Energieverfügbarkeit führen kann.⁸⁷

2.2.4 Fazit zu Ernährungsempfehlungen für Ultraausdauerläufern

In diesem Abschnitt wurde die Bedeutung einer angepassten Ernährung für Ultraläufer hervorgehoben, um Ausdauerleistung, Erholung und allgemeine Gesundheit zu optimieren. Die Ernährung sollte sowohl die Energie- als auch die Makronährstoffzufuhr an die Trainingsbelastung angepasst werden, um den wechselnden Trainingsbelastungen gerecht zu werden. Dabei sind insbesondere Kohlenhydrate wichtig, um Glykogenspeicher zu füllen und eine optimale Leistung sicherzustellen, während Proteine und Fette ebenfalls eine entscheidende Rolle in der Erholung und im Energiestoffwechsel spielen. Die Periodisierung der Kohlenhydratzufuhr kann auch zur Maximierung der Fettoxidation beitragen, wobei jedoch Vorsicht geboten ist, da ein Training mit niedrigen Glykogenspeichern potenziell negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und Gesundheit haben kann. Es wird empfohlen, individuelle Ernährungsstrategien mit geschulten Ernährungsberatern zu entwickeln, um die Balance zwischen Energieverfügbarkeit und Leistung bestmöglich zu gestalten.

⁸³ Gleeson 2007; McKay et al. 2022.

⁸⁴ McKay et al. 2022.

⁸⁵ Heikura et al. 2017.

⁸⁶ Fensham et al. 2022; Heikura et al. 2019; Viner et al. 2015.

⁸⁷ Tiller et al. 2019.

2.3 Gastrointestinale Beschwerden bei Ultraläufern

Im Allgemeinen wird Ausdauersport mit langfristigen Vorteilen für das gastrointestinale System in Verbindung gebracht, wie z. B. der Umkehrung der nichtalkoholischen Fettlebererkrankung und einer geringeren Rate an Dickdarmkrebs.⁸⁸ Diese Ergebnisse könnten zum Teil auf die positiven Auswirkungen von Sport auf das Darmmikrobiom zurückzuführen sein.⁸⁹ Veränderungen des Darmmikrobioms werden in der Regel mit Verbesserungen der Diversität des Mikrobioms, Entzündungsmarkern, Stoffwechselprofilen und Immunreaktionen in Verbindung gebracht.⁹⁰ Dennoch sind gastrointestinale Symptome ein häufiges Phänomen bei Ausdauersportarten und scheinen beim Laufen im Vergleich zu anderen Sportarten stärker ausgeprägt zu sein.⁹¹

Im folgenden Unterabschnitt werden Art und Häufigkeit (2.3.1), mögliche Ursachen (2.3.2 und 2.3.3) sowie Präventionsstrategien genauer vorgestellt.

2.3.1 Arten und Häufigkeit gastrointestinaler Beschwerden

Akute gastrointestinale Probleme sind bei Ultraausdauertraining und -wettkämpfen häufig, wobei nach Literaturangaben 50-80 % der Läufer Übelkeit, Erbrechen und/oder Durchfall erleiden.⁹² Stuempfle et al. untersuchten gastrointestinale Beschwerden bei einem 161 km-Ultramarathon:⁹³ Dort berichteten 60 % der Teilnehmer über obere (z.B. Erbrechen) und untere (z.B. Bauchkrämpfe und Durchfall) gastrointestinale Symptome, wobei 89 % auch über Übelkeit klagten.⁹⁴ Untersuchungen von Peters et al. ergaben, dass bei Elite-Ausdauersportlern 70 % der Teilnehmer über gastrointestinale Symptome klagten.⁹⁵ Gastrointestinale Beschwerden sind folglich ein weit verbreitetes Problem, insbesondere bei Ultraausdauerläufen.⁹⁶ Übelkeit, Erbrechen, Bauchkrämpfe und Durchfall wurden von 37-89 % der Läufer berichtet, die an Rennen mit einer Länge von 67-161 km teilnahmen,⁹⁷ und bei 85 % der Teilnehmer eines 161 km langen Ultramarathons wurde Blut im Stuhl nachgewiesen, der auf gastrointestinale Blutungen hindeutet.⁹⁸

Magen-Darm-Beschwerden sind aber nicht nur lästig, sie können auch die Leistung beeinträchtigen und in extremen Fällen längerfristige gesundheitliche Folgen haben. So waren bei zwei 161-km-Ultramarathons Übelkeit und/oder Erbrechen der Hauptgrund für den Abbruch

⁸⁸ Martin 2011; Rinella und Sanyal 2016.

⁸⁹ Donati Zeppa et al. 2019; Sohail et al. 2019.

⁹⁰ Donati Zeppa et al. 2019; Grosicki et al. 2019; Sohail et al. 2019.

⁹¹ Pfeiffer et al. 2012.

⁹² Hoffman und Fogard 2011; Stuempfle und Hoffman 2015; Wardenaar et al. 2015b.

⁹³ Stuempfle et al. 2013.

⁹⁴ Stuempfle et al. 2013.

⁹⁵ Peters et al. 1999.

⁹⁶ Hoffman und Fogard 2011; Stuempfle und Hoffman 2015; Wardenaar et al. 2015b.

⁹⁷ Baska et al. 1990; Hoffman und Fogard 2011; Rehrer et al. 1992a; Stuempfle et al. 2013.

⁹⁸ Baska et al. 1990.

bei den Nicht-Finishern und das zweithäufigste Problem, welches die Leistung der Finishern beeinträchtigte.⁹⁹ Es liegt also auf der Hand, dass Magen-Darm-Probleme erhebliche Auswirkungen auf die Leistung haben können.

Es hat sich auch gezeigt, dass langes Laufen den Dünndarm schädigen und die Durchlässigkeit des Darms erhöhen kann.¹⁰⁰ Diese Symptome klingen jedoch in der Regel mit der Beendigung der Belastung ab und scheinen keine langfristigen gesundheitlichen Probleme zu verursachen; in extremen Fällen können jedoch Dehydrierung und splanchnische Hypoperfusion während des Trainings zu einer ischämischen Kolitis führen, die wiederum selten einen chirurgischen Eingriff erfordert.¹⁰¹

2.3.2 Mögliche Ursachen für gastrointestinale Beschwerden

Die Ätiologie trainingsinduzierter gastrointestinaler Beschwerden ist multifaktoriell, allerdings wird die gastrointestinale Ischämie häufig als der wichtigste pathophysiologische Mechanismus für das Auftreten der Symptome angesehen.¹⁰² Die anderen Faktoren sind mechanischer und ernährungsbedingter Natur.

Die Auswirkungen von Bewegung auf die gastrointestinale Funktion wurden auf unterschiedliche Weise untersucht. Traditionell konzentrierte sich die Forschung auf die Darmperfusion, doch in jüngerer Zeit wurden auch die Auswirkungen von Bewegung auf die Motilität, die Darmbarrierefunktion und die Absorption untersucht. Ein Verständnis der Physiologie des Darms während des Trainings ist unerlässlich, um die Faktoren zu ermitteln, die zur Entwicklung gastrointestinaler Symptome beitragen können.

2.3.2.1 Hypoperfusion des Splanchnikus

Die Reaktion des Magen-Darm-Trakts auf körperliche Betätigung ist sehr unterschiedlich. Die hypoperfundierte Durchblutung der Eingeweidenerven während körperlicher Betätigung reicht von leichten Durchblutungsstörungen bis hin zu schwerwiegenden gastrointestinalen Ischämien.¹⁰³ Dementsprechend sind auch die Folgen einer hypoperfundierten Durchblutung im Magen-Darm-Trakt (d. h. Epithelschädigungen und Veränderungen der gastrointestinalen Durchlässigkeit und der Epithelbarrierefunktion) von Person zu Person sehr unterschiedlich. Bei anstrengenden körperlichen Aktivitäten wird Noradrenalin aus Nervenendigungen freigesetzt und führt bei Bindung an α -Adrenorezeptoren des sympathischen Nervensystems zu einer Vaso-konstriktion der inneren Organe. Dies wiederum bewirkt eine Erhöhung des gesamten Gefäßwiderstands der Splanchnikusgefäße,¹⁰⁴ während gleichzeitig der Gefäßwiderstand in

⁹⁹ Hoffman und Fogard 2011.

¹⁰⁰ Karhu et al. 2017.

¹⁰¹ Moses 2005.

¹⁰² de Oliveira und Burini 2011; ter Steege et al. 2012.

¹⁰³ van Wijck et al. 2012.

¹⁰⁴ Otte et al. 2005; Wright et al. 2011.

anderen Geweben, wie Herz, Lunge, aktive Muskeln und Haut, bei erhöhter Aktivität während des Trainings verringert wird.¹⁰⁵ Während maximaler körperlicher Anstrengung kann der Blutfluss in den Splanchnikusgefäßen um bis zu 80 % reduziert werden, um eine ausreichende Durchblutung der arbeitenden Muskeln und der Haut zu gewährleisten. Da Blut von den viszerale Organen in die aktiven Gewebe umgeleitet wird,¹⁰⁶ kann es zu einer Ischämie der Darmschleimhaut sowie zu einer erhöhten Durchlässigkeit der Schleimhaut kommen.¹⁰⁷ Dies kann wiederum mit Übelkeit, Erbrechen, Bauchschmerzen und Durchfall in Verbindung gebracht werden.¹⁰⁸

2.3.2.2 Veränderungen der Motilität

Veränderungen der Motilität können auf verschiedenen Ebenen des Verdauungstrakts beobachtet werden: in der Speiseröhre, im Magen und im Darm. Es wurde eine Abnahme der peristaltischen Aktivität der Speiseröhre, eine Abnahme des Tonus des unteren Speiseröhrenschließmuskels und eine vorübergehende Relaxation des unteren Schließmuskels beobachtet, die mit dem gastroösophagealen Reflux während des Trainings in Verbindung gebracht werden könnten.¹⁰⁹

Bisherige Studien deuten darauf hin, dass die Auswirkungen von Bewegung auf den Dünndarm und den Dickdarm begrenzt sind. In einer Studie wurde die Motilität bei Läufern mit und ohne Symptome mithilfe eines telemetrischen pH-Sensors untersucht.¹¹⁰ Dabei wurde festgestellt, dass die Transitzeiten im Dünndarm und Dickdarm in beiden Gruppen in Ruhe ähnlich waren. Interessanterweise wurde in dieser Studie zwar über Durchfall berichtet, es gab jedoch keinen Zusammenhang mit der Transitzeit im Dickdarm. Daher muss es eine andere Ursache für die beobachteten gastrointestinalen Symptome geben.

Insgesamt scheint es, dass moderate Bewegung wenig Einfluss auf die Motilität des Magen-Darm-Trakts hat, aber wenn die Bewegung intensiver wird, kann es zu hemmenden Auswirkungen kommen, insbesondere auf die Magenentleerung.

2.3.2.3 Resorption und Darmdurchlässigkeit

Die Studienlage zum Einfluss von Bewegung auf die intestinale Resorption ist uneinheitlich. Einige Studien deuten darauf hin, dass Bewegung wenig Einfluss auf die intestinale Resorption von Wasser und Kohlenhydraten hat.¹¹¹ Es muss jedoch angemerkt werden, dass diese Studien mit moderaten Trainingsintensitäten und einer Trainingsdauer von nicht mehr als zwei

¹⁰⁵ Otte et al. 2001; Qamar und Read 1987.

¹⁰⁶ Qamar und Read 1987.

¹⁰⁷ Pals et al. 1997; van Wijck et al. 2012.

¹⁰⁸ de Oliveira und Burini 2009, 2011.

¹⁰⁹ Peters et al. 2000.

¹¹⁰ Rao et al. 2004.

¹¹¹ Lambert et al. 1997; Ryan et al. 1998.

Stunden durchgeführt wurden. Es ist möglich, dass bei höheren Trainingsintensitäten, wenn die Darmdurchblutung stärker beeinträchtigt ist, und auch nach längerem Training die Absorption verringert werden könnte. Es wurde auch berichtet, dass die Darmdurchlässigkeit bei Flüssigkeitsrestriktion erhöht sein kann, möglicherweise weil die Dehydrierung letztlich die Darmperfusion beeinflusst.¹¹²

Oktedalen et al. berichteten hingegen von einer erhöhten Darmdurchlässigkeit nach einem Marathon, was auf eine Schädigung des Darms und eine beeinträchtigte Darmfunktion hindeutet.¹¹³ Es gibt zahlreiche Techniken zur Untersuchung der Darmdurchlässigkeit, aber bisher gibt es nur wenige gesicherte Erkenntnisse. Die verfügbaren Daten deuten darauf hin, dass die Darmdurchlässigkeit bei Sportlern beeinträchtigt sein kann.¹¹⁴ Obwohl dies nicht eindeutig mit gastrointestinalen Symptomen in Verbindung gebracht werden konnte, zeigte eine Studie, dass die Darmdurchlässigkeit bei Läufern mit Symptomen größer war als bei Läufern ohne Symptome.¹¹⁵ Andererseits wurde bei einem Langstrecken-Triathlon unter extremen Bedingungen, bei dem gastrointestinale Symptome stark verbreitet waren, keine Beeinträchtigung der Darmbarrierefunktion beobachtet, wie durch die Messung der bakteriellen Translokation (Lipopolysaccharid-Stimulation) festgestellt wurde. Diese Technik ist ein Marker für Schleimhautschäden und das Eindringen von gramnegativen Darmbakterien und/oder deren toxischen Bestandteilen (Endotoxine) in den Blutkreislauf.¹¹⁶ Es sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um den Einfluss von Bewegung auf die intestinale Resorption und Darmdurchlässigkeit zu verstehen.

2.3.2.4 Mechanische Gründe

Die mechanischen Ursachen von Magen-Darm-Problemen können sowohl mit der Stoßbelastung als auch mit der Körperhaltung zusammenhängen. So treten beispielsweise bei Läufern häufiger Symptome auf als bei Radfahrern.¹¹⁷ Dies wird auf die wiederholte Stoßbelastung beim Laufen und die daraus resultierende Schädigung der Darmschleimhaut zurückgeführt.¹¹⁸ Diese wiederholte mechanische Belastung des Magens wird auch als Ursache für die häufig auftretenden unteren Magen-Darm-Symptome wie Blähungen, Durchfall und Dranggefühl angesehen. Das mechanische Trauma, das der Darm durch die wiederholten Stöße beim Laufen erleidet, in Kombination mit einer Darmischämie, kann eine Ursache für die Blutungen sein.¹¹⁹

¹¹² Lambert et al. 2008.

¹¹³ Oktedalen et al. 1992.

¹¹⁴ Pals et al. 1997.

¹¹⁵ van Nieuwenhoven et al. 2004.

¹¹⁶ Jeukendrup et al. 2000.

¹¹⁷ Peters et al. 2000.

¹¹⁸ Rudzki et al. 1995.

¹¹⁹ Moses 2005; de Oliveira und Burini 2009.

Auch die Körperhaltung kann sich auf gastrointestinale Symptome auswirken. So treten beispielsweise beim Radfahren häufiger Symptome im oberen Magen-Darm-Trakt auf, was möglicherweise auf den erhöhten Druck auf den Bauchraum zurückzuführen ist, der durch die Radfahrposition entsteht, insbesondere in der Aero-Position. Das „Verschlucken“ von Luft infolge der verstärkten Atmung und das Trinken aus Wasserflaschen können zu leichten bis mittelschweren Magenbeschwerden führen. Im Allgemeinen kann man die Auswirkungen dieser mechanischen Ursachen nur durch Training verringern.¹²⁰

2.3.2.5 Ernährungsbedingte Ursachen

Es ist bekannt, dass die Ernährung einen starken Einfluss auf Magen-Darm-Beschwerden haben kann. Ballaststoffe, Fett, Eiweiß und Fruktose werden alle mit einem erhöhten Risiko für Magen-Darm-Symptome in Verbindung gebracht. Dehydration, möglicherweise als Folge einer unzureichenden Flüssigkeitszufuhr, kann die Symptome ebenfalls verschlimmern. Eine Studie von Rehrer et al. zeigte einen Zusammenhang zwischen Ernährungsgewohnheiten und gastrointestinalen Beschwerden während eines Halb-Ironman-Triathlons.¹²¹

Es scheint, dass Lebensmittel, die die Magenentleerung verzögern und eine Verschiebung der Flüssigkeiten in das Darmlumen verursachen können, eher gastrointestinale Symptome verursachen. Hochkonzentrierte Kohlenhydratlösungen mit hoher Osmolalität könnten diesen Effekt haben. Obwohl die Anzahl der Probanden für eine aussagekräftige statistische Analyse zu gering war, wurde in einer Studie von Wallis et al. berichtet, dass bei Frauen mit einer hohen Kohlenhydrataufnahme (1,0 oder 1,5 g/min) schwerwiegendere gastrointestinale Symptome auftraten als bei Frauen mit einer niedrigen Aufnahme (0 oder 0,5 g/min).¹²² Die Daten sind jedoch nicht eindeutig. So wurden beispielsweise in einer Feldstudie, bei der Läufer zwei 16-Meilen-Rennen (ca. 25,7 km) mit einer hohen Kohlenhydrataufnahme (1,4 g/min) in Form von Gels absolvierten, nur sehr wenige gastrointestinale Symptome beobachtet (ca. 10 % der Läufer berichteten über Symptome).¹²³ Möglicherweise war die Dauer der Belastung nicht lang genug, um signifikante gastrointestinale Beschwerden zu verursachen. Außerdem ist nicht bekannt, inwieweit die Sportler an die Kohlenhydrataufnahme gewöhnt waren. In einer größeren Studie mit 221 Ausdauersportlern, die an verschiedenen Veranstaltungen wie Marathonläufen und Ironman-Rennen teilnahmen, wurde eine positive Korrelation zwischen der Kohlenhydrataufnahme und Übelkeit und Blähungen festgestellt.¹²⁴ Die Übelkeit war jedoch relativ gering, und eine höhere Kohlenhydrataufnahme war auch mit schnelleren Endzeiten korreliert, was darauf hindeutet, dass die Übelkeit keine negativen Auswirkungen auf die Leistung hatte.

¹²⁰ Moses 2005; Waterman und Kapur 2012.

¹²¹ Rehrer et al. 1992b.

¹²² Wallis et al. 2007.

¹²³ Pfeiffer et al. 2009.

¹²⁴ Pfeiffer et al. 2012.

Es kann daher vermutet werden, dass nicht nur die Kohlenhydrataufnahme zu gastrointestinalen Symptomen führt, sondern dass es sich um ein komplexes Zusammenspiel mehrerer Faktoren handelt, wie z. B. die Kohlenhydratkonzentration, die Art der Kohlenhydrate, die Osmolalität und der Säuregehalt eines Getränks. Es sind definitiv weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um Lösungen für Kohlenhydrate zu finden, die das Risiko der Entwicklung gastrointestinaler Symptome verringern.

2.3.3 Präventionsstrategien und deren Wirksamkeit

Obwohl noch vieles über die Ursachen von gastrointestinalen Symptomen unbekannt ist, gibt es eine Reihe von Ernährungsempfehlungen, die die Anzahl oder Schwere der Symptome reduzieren sollen. Diese werden im Folgenden vorgestellt.

2.3.3.1 *Kombination verschiedener Kohlenhydrate*

Bei Sportlern, die an Ausdauerwettkämpfen teilnehmen, wurde die Beobachtung gemacht, dass Getränke, die mehrere leicht verwertbare Kohlenhydrate wie Glukose und Fruktose enthalten, zu weniger gastrointestinalen Symptomen führten im Vergleich zum Konsum der gleichen Menge eines einzelnen Kohlenhydrats (Glukose). Dies ist ein konsistentes Ergebnis einer Reihe von Studien von Jentjens et al.¹²⁵ Auch Rowlands et al. berichteten über weniger gastrointestinale Probleme bei Mountainbikern, die mehrere schnell verfügbare Kohlenhydrate (Maltodextrin, Fruktose) zu sich nahmen, und kamen zu dem Schluss, dass die Zufuhr einer Kombination mehrerer schnell verfügbarer Kohlenhydrate verglichen mit einem einzigen Kohlenhydrat zu besseren Ergebnissen führt; und zwar sowohl unter Rennbedingungen als auch bei einer hochintensiven Labor-Radleistung.¹²⁶

2.3.3.2 *Stickstoffmonoxid-haltige Supplemente*

In einer Studie van Wijck et al. konnte gezeigt werden, dass, wenn die Durchblutung des Darms eine der Hauptursachen für die Probleme ist, die Manipulation des Blutflusses zum Darm durch die Hochregulierung der Stickoxidproduktion ein Weg sein könnte, um die Symptome zu lindern.¹²⁷ Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, die Verfügbarkeit von Stickstoffmonoxid im Darm zu erhöhen, die für Sportler, die unter abdominellen Beschwerden im Zusammenhang mit einer splanchnischen Hypoperfusion leiden, von Nutzen sein könnten, darunter eine Supplementierung mit Stickstoffmonoxid-Synthase-abhängigen (Glutamin-Arginin-Citrullin) und Stickstoffmonoxid-Synthase-unabhängigen (Nitrat-Nitrit) Substanzen. Die Forschung

¹²⁵ Jentjens, Roy L. P. G. et al. 2004a; Jentjens, Roy L. P. G. et al. 2004b; Jentjens, Roy L. P. G. et al. 2006.

¹²⁶ Rowlands et al. 2012.

¹²⁷ van Wijck et al. 2012.

steht noch am Anfang, aber von den untersuchten Inhaltsstoffen hat Nitrat aus der Nahrung wahrscheinlich das größte Potenzial, die splanchnische Durchblutung zu beeinflussen.¹²⁸

2.3.3.3 Darmtraining

Seit vielen Jahren wird angenommen, dass der Darm „trainiert“ werden kann, um gastrointestinale Beschwerden zu reduzieren, sog. *Gut Training*.¹²⁹ Es wurde nachgewiesen, dass Sportler, die nicht an die Aufnahme von Flüssigkeit und Nahrung während des Trainings gewöhnt sind, ein doppelt so hohes Risiko für gastrointestinale Symptome haben wie Sportler, die daran gewöhnt sind, während des Trainings Flüssigkeit und Nahrung aufzunehmen.¹³⁰ In einer Studie von Cox et al. wurde die Anpassungsfähigkeit des Darms gut demonstriert.¹³¹ In dieser Studie wurden 16 trainierte Ausdauer-Radfahrer oder Triathleten paarweise zusammengestellt und nach dem Zufallsprinzip entweder einer Gruppe mit hohem Kohlenhydratanteil (High-Gruppe; n = 8) oder einer Gruppe mit niedrigem Kohlenhydratanteil (Low-Gruppe; n = 8) für 28 Tage zugewiesen. Nach 28 Tagen zeigte sich, dass die Gruppe mit hohem Kohlenhydratanteil während des Trainings eine höhere exogene Kohlenhydratverbrennung aufwies.¹³² Die höheren Raten wurden auf eine verbesserte Absorption zurückgeführt, die im Allgemeinen mit einer verbesserten Verträglichkeit von Flüssigkeiten und Nahrungsmitteln während der sportlichen Belastung einhergeht, sodass das Darmtraining die Wahrscheinlichkeit von Magen-Darm-Beschwerden verringert hätte.¹³³

Darüber hinaus haben einige Studien gezeigt, dass bestimmte Ernährungsanforderungen zu spezifischen Anpassungen der Magenentleerung an die jeweilige Anforderung führen. So führt beispielsweise eine erhöhte Glukosezufuhr zu einer schnelleren Magenentleerung von Glukose, aber nicht von Proteinen, und eine erhöhte Fettzufuhr zu einer schnelleren Magenentleerung von Fetten, aber nicht von Kohlenhydraten.¹³⁴

Lambert et al. untersuchten die Toleranz gegenüber Flüssigkeitsaufnahme mit wiederholten Trinkeinheiten während des Laufens.¹³⁵ Während fünf Läufen tranken die Probanden alle 10 Minuten eine Menge der Lösung, die ihrer Schweißproduktion über 10 Minuten entsprach. Obwohl wiederholte Trinkeinheiten das Wohlbefinden im Magen verbesserten, änderte sich die Geschwindigkeit der Magenentleerung unter diesen Bedingungen nicht.

Es sind weitere Untersuchungen erforderlich, um die Anpassungen im Verdauungstrakt sowie den zeitlichen Verlauf solcher Veränderungen zu verstehen. Dies ist unerlässlich, um

¹²⁸ van Wijck et al. 2012.

¹²⁹ Jeukendrup und McLaughlin 2011; Jeukendrup 2014; Murray 2006.

¹³⁰ ter Steege et al. 2008.

¹³¹ Cox et al. 2010.

¹³² Cox et al. 2010.

¹³³ Jeukendrup und McLaughlin 2011.

¹³⁴ Cunningham et al. 1991; Horowitz et al. 1996; Yau et al. 2014..

¹³⁵ Lambert et al. 2008.

Empfehlungen für Sportler zu erarbeiten, wie oft bestimmte Ernährungsstrategien angewendet werden sollten und wie solche Trainingseinheiten am besten durchgeführt werden. Die bisherigen Studienergebnisse scheinen im Allgemeinen vielversprechend.

2.3.3.4 *Nahrungsergänzungsmittel*

In der Forschung und in der Praxis werden verschiedene Nahrungsergänzungsmittel gegen gastrointestinale Beschwerden untersucht und getestet. Einige werden im Folgenden vorgestellt.

Ingwer, der zur Familie der Ingwergewächse gehört, ist ein traditionelles Hausmittel gegen Übelkeit und Erbrechen.¹³⁶ In Ingwer wurden mehrere bioaktive Verbindungen identifiziert, darunter Gingerol, Gingerolon und Paradol, die vermutlich den Mechanismus von Übelkeit und Erbrechen regulieren.¹³⁷ Bis heute wurden zahlreiche Primärstudien, systematische Übersichtsarbeiten und Metaanalysen durchgeführt, um die Wirksamkeit von Ingwer bei der Behandlung von Übelkeit und Erbrechen zu bewerten.¹³⁸ Es konnte festgestellt werden, dass Ingwer in diversen Situationen Übelkeit lindern konnte, unter anderem bei Krebspatienten während einer Chemotherapie,¹³⁹ nach Operationen¹⁴⁰ sowie bei Schwangeren.¹⁴¹ Des Weiteren reguliert Ingwer die gastrointestinale Motilität und die Magenentleerung, die durch Übelkeit und Erbrechen ausgelöst werden.¹⁴² Außerdem hat Ingwer positive Auswirkungen auf das Darmmikrobiom, wo Ingwer und seine Wirkstoffe Bakterien positiv beeinflussen, die an der Produktion von Neurotransmittern beteiligt sind, die wiederum bei Übelkeit und Erbrechen eine Rolle spielen.¹⁴³ Schließlich hat Ingwer ein gutes Verträglichkeitsprofil.¹⁴⁴ Trotz dieser insgesamt vielversprechenden Ergebnisse gibt es noch Forschungsbedarf, insbesondere im Hinblick auf die Gruppe der Athleten.

Glutamin ist die am häufigsten im Plasma vorkommende Aminosäure und kommt in den Skelettmuskeln vor.¹⁴⁵ Es ist ein wichtiges Substrat für sich schnell teilende Zellen, einschließlich der Zellen des Magen-Darm-Trakts.¹⁴⁶ Es besteht die Hypothese, dass die Einnahme von Glutamin vor oder während des Trainings die Darmfunktion aufrechterhalten und gastrointestinale Symptome durch verschiedene Mechanismen reduzieren kann.¹⁴⁷ Die Studien¹⁴⁸ dazu sind

¹³⁶ Lete und Allué 2016; Palatty et al. 2013.

¹³⁷ Baliga et al. 2011; Marx et al. 2017.

¹³⁸ Statt vieler Li et al. 2024; Lu et al. 2022.

¹³⁹ Chang und Peng 2019; Kim et al. 2022.

¹⁴⁰ Arruda et al. 2019; Chaikunapruk et al. 2006; Zhu et al. 2021.

¹⁴¹ Hu et al. 2022; Thomson et al. 2014; Viljoen et al. 2014.

¹⁴² Marx et al. 2017.

¹⁴³ Ma et al. 2020; Wang et al. 2017.

¹⁴⁴ Wilson 2022.

¹⁴⁵ Newsholme et al. 2011.

¹⁴⁶ Achamrah et al. 2017.

¹⁴⁷ Achamrah et al. 2017.

¹⁴⁸ Lambert et al. 2001; Pugh et al. 2017; Zuhl et al. 2014.

bislang allerdings noch nicht aussagekräftig.¹⁴⁹ Ein weiterer zu berücksichtigender Vorbehalt ist, dass in diesen Studien entweder keine Bewertung der gastrointestinalen Symptome vorgenommen wurde¹⁵⁰ oder keine Unterschiede in den gastrointestinalen Symptomen zwischen den Bedingungen festgestellt wurden. Zukünftige Arbeiten sollten validierte Fragebögen verwenden, um das Auftreten von mit dem Training verbundenen gastrointestinalen Symptomen mit Glutamin im Vergleich zu Placebo zu bewerten.

In Studien konnte gezeigt werden, dass Rinderkolostrum Darmschäden und -permeabilität mindern kann, die durch körperliches Training in thermoneutralen entstehen.¹⁵¹ Kolostrum, auch bekannt als Erstmilch, ist eine Substanz, die von den Milchdrüsen von Säugetieren in den ersten Tagen nach der Geburt (24-72 Stunden) abgegeben wird.¹⁵² Das Kolostrum von Menschen und Rindern ist eine dicke, klebrige, geleeartige Flüssigkeit.¹⁵³ Rinderkolostrum besteht aus mehr als 250 funktionellen Bestandteilen, darunter immunstimulierende Peptide und antimikrobielle Wirkstoffe.¹⁵⁴ Die Dosis-Wirkung-Beziehung von Rinderkolostrum ist allerdings noch unklar. Verschiedene Faktoren wie Tierart, Rasse, Melkzeit, Abkalbezeit, Anzahl der Geburten, Gesundheitszustand der Kuh und Verarbeitungsverfahren können die Qualität der Kolostrumpräparate beeinflussen, indem sie den Gehalt an Nährstoffen und biologischen Wirkstoffen verändern.¹⁵⁵ Eine weitere Schwäche der Studien an Sportlern ist, dass zwar teilweise vielversprechende Ergebnisse im Hinblick auf die Darmpermeabilität gezeigt werden konnten, aber gastrointestinale Symptome nicht untersucht wurden. Hier ist weitere Forschung notwendig. Dabei muss angemerkt werden, dass die World Anti-Doping Agency (WADA) eine Erklärung veröffentlichte, dass Rinderkolostrum gewisse Mengen an IGF-1 und anderen Wachstumsfaktoren enthält, die das Ergebnis einer Dopingkontrolle beeinflussen könnten.¹⁵⁶

Es wurde festgestellt, dass wurde durch eine 14-tägige Supplementation mit Zinkcarnosin (37,5 mg, zweimal täglich) die Darmpermeabilität nach dem Training im Vergleich zu Placebo um 71 % reduziert werden konnte.¹⁵⁷

Die Einnahme von 10 g L-Citrullin, einer nicht-proteinogenen Aminosäure, die als Vorläufer von Arginin fungiert, 30 Minuten vor dem Training führte in einer randomisierten Crossover-Studie im Vergleich zu L-Alanin zu einer Verringerung der splanchnischen Hypoperfusion und

¹⁴⁹ Vgl. Snipe et al. 2017.

¹⁵⁰ Zuhl et al. 2014.

¹⁵¹ Davison et al. 2016; Hałasa et al. 2017; Hałasa et al. 2020; March et al. 2017; Marchbank et al. 2011.

¹⁵² Stelwagen et al. 2009.

¹⁵³ Bagwe et al. 2015.

¹⁵⁴ Menchetti et al. 2016; Puppel et al. 2019.

¹⁵⁵ Playford et al. 2020; Puppel et al. 2019.

¹⁵⁶ World Anti-Doping Agency (WADA) 2024.

¹⁵⁷ Davison et al. 2016.

eines Markers für die Schädigung von Enterozyten (intestinales Fettsäure-Bindungsprotein), obwohl die Darmpermeabilität durch einen Zuckersondentest nicht beeinträchtigt wurde.¹⁵⁸

In einem Crossover-Experiment wurde außerdem nachgewiesen, dass die Einnahme von 500 mg Curcumin, der wichtigsten bioaktiven Komponente von Kurkuma, über drei Tage hinweg den die Schädigung der Magen-Darm-Barriere und die systemphysiologischen Reaktionen auf Hitzestress reduziert.¹⁵⁹ Wie im Fall von Glutamin und Rinderkolostrum ist die praktische Relevanz der Einnahme dieser Nahrungsergänzungsmittel zur Vorbeugung oder Linderung subjektiver Magen-Darm-Beschwerden nicht bekannt, was in erster Linie darauf zurückzuführen ist, dass bei diesen Untersuchungen die Magen-Darm-Symptome nicht systematisch bewertet wurden.

Neben den zuvor genannten Nahrungsergänzungsmitteln konnten Pfefferminzsirup und Zitrone Übelkeit in der Schwangerschaft lindern.¹⁶⁰ Spezifische Untersuchungen bei Athleten wurden jedoch nicht durchgeführt, so dass ihre Relevanz für die durch körperliche Aktivität verursachte Störung der Darmbarriere und infolgedessen deren Behandlung nicht abschließend beurteilt werden kann.

2.3.3.5 Probiotika

Wie zuvor beschrieben kann durch intensive sportliche Belastung die Schleimhaut der Darmwände geschädigt werden, wodurch die Wahrscheinlichkeit einer Durchlässigkeit der Darmwände und eines Blutverlusts steigt. Dies wiederum hat Veränderungen des schützenden Mikrobioms des Magen-Darm-Trakts zur Folge und kann zu einer Endotoxämie führen.¹⁶¹ Probiotika wurden in einigen wenigen Studien als eine Lösungsstrategie untersucht.

Studien deuten darauf hin, dass aktive Stämme wie *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* und *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* die Häufigkeit und Schwere von Magen-Darm-Symptomen verringern können.¹⁶² Im Einklang mit den Ergebnissen den zuvor erwähnten Studienergebnissen wurde in einer weiteren Studie von Brennan et al. mit hoch trainierten Ausdauersportlern festgestellt, dass die Supplementierung mit *Lactobacillus salivarius* zu einer geringeren bewegungsinduzierten Darmpermeabilität führte.¹⁶³ In einer anderen Studie, in der Sportler aus verschiedenen Disziplinen wie Triathleten, Radfahrer und Läufer untersucht wurden, konnte bei Supplementierung mit einem Probiotikum aus sechs verschiedenen

¹⁵⁸ van Wijck et al. 2014.

¹⁵⁹ Szymanski et al. 2018.

¹⁶⁰ Pugh et al. 2017.

¹⁶¹ Díaz-Jiménez et al. 2021; Duarte und Giménez-Sánchez 2015; Díaz-Jiménez et al. 2021.

¹⁶² Pugh et al. 2019.

¹⁶³ Brennan et al. 2018.

Stämmen¹⁶⁴ eine Reduktion von Zonulin und die Aktivierung des TLR2-Signalwegs festgestellt werden, was die Darmbarriere stärken kann.¹⁶⁵

In einer aktuellen Meta-Analyse wurden zudem eine gesteigerte Ausdauerleistung, ein geringeres Angst- und Stressniveau und weniger Infektionen der oberen Atemwege im Zusammenhang mit der Zufuhr von Probiotika festgestellt.¹⁶⁶

2.3.4 Fazit zu gastrointestinalen Beschwerden bei Ultraläufern

Gastrointestinale Symptome haben eine hohe Prävalenz unter Ultraläufern. Diese Beschwerden können Übelkeit, Erbrechen, Durchfall und Bauchschmerzen umfassen und können die Leistung beeinträchtigen und in extremen Fällen zu langfristigen gesundheitlichen Problemen führen.

Die Auslöser für diese Beschwerden sind multifaktoriell und umfassen die splanchnische Hypoperfusion, Veränderungen der Motilität, Resorption und Darmdurchlässigkeit, mechanische Gründe und ernährungsbedingte Ursachen.

Um diese Beschwerden zu vermeiden oder zu lindern, gibt es verschiedene Präventionsstrategien, darunter die Kombination verschiedener Kohlenhydrate, die Einnahme von Stickstoffmonoxid-haltigen Supplementen, Darmtraining, Nahrungsergänzungsmittel wie Ingwer, Glutamin, Rinderkolostrum und die Zufuhr von Probiotika. Insbesondere das Darmtraining, d. h. die Gewöhnung des Magen-Darm-Traktes an die Aufnahme von Kohlenhydraten unter Belastung ist vielversprechend.

Verschiedene Nahrungsergänzungsmittel wurden zudem auf ihre Wirksamkeit zur Verringerung von Übelkeit untersucht. Die Forschung hat gezeigt, dass die Einnahme von Ingwer Übelkeit und Erbrechen lindern kann, während Glutamin die Darmfunktion aufrechterhalten und gastrointestinale Symptome reduzieren kann. Rinderkolostrum kann Darmschäden und -permeabilität mindern, die durch körperliches Training entstehen. Allerdings sind die derzeit vorhandenen Studien nicht spezifisch oder überzeugend genug, um einzelne Nahrungsergänzungsmittel allgemein zur Verringerung von gastrointestinalen Symptomen zu empfehlen.

Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang allerdings Probiotika. Diese können die Häufigkeit und Schwere von Magen-Darm-Symptomen verringern, indem sie die schützende Mikrobiota des Magen-Darm-Trakts stärken.

¹⁶⁴ Bifidobacterium bifidum W23, Bifidobacterium lactis W51, Enterococcus faecium W54, Lactobacillus acidophilus W 22, Lactobacillus brevis W63 und Lactococcus lactis W58, Mindestkonzentration $2,5 \times 10^9$ KBE/g.

¹⁶⁵ Lamprecht et al. 2012.

¹⁶⁶ Kearns et al. 2024.

Es ist jedoch wichtig, dass weitere Forschungsarbeiten durchgeführt werden, um die Wirksamkeit dieser Präventionsstrategien zu bestätigen und um spezifische Empfehlungen für Sportler zu erarbeiten.

3. Methodik

In diesem Kapitel wird die Methodik der zugrundeliegenden Befragung beschrieben. Dazu erfolgt im ersten Abschnitt zunächst eine Darstellung des Studiendesigns. Im zweiten und dritten Abschnitt werden sodann die Auswahl der Studienteilnehmer und die Analyseverfahren detailliert dargelegt.

3.1 Studiendesign

3.1.1 Studienaufbau

Es wurde ein Fragebogen entwickelt, der die Zufuhr von Energie, Kohlenhydraten und Protein an und um verschiedene Trainingssituationen ermittelt sowie eine Reihe von verschiedenen Daten zu Magen-Darm-Beschwerden erfasst. Dieser wurde digital an professionelle und freizeitorientierte Trailläufer gesendet. Der Fragebogen zielt darauf ab, Ernährungsgewohnheiten der Sportler im Vergleich zu den aktuellen Sporternährungsrichtlinien zu untersuchen. Darüber hinaus sollen typische gastrointestinale Probleme, deren Häufigkeit und Umstände ihres Auftretens erfasst werden, um Korrelationen zwischen Ernährungspraxis und der Häufigkeit und Schwere solcher Probleme herzuleiten.

3.1.2 Fragebogen

Der Fragebogen wurde mittels des SoSci Survey Tools erstellt und zu elektronischen Beantwortung bereitgestellt.

Der Fragebogen ist als Anhang 1 beigelegt. Er ist auf englischer Sprache verfasst und besteht aus drei Abschnitten. Der Fragebogen richtet sich an Trailläufer jedes Geschlechts, Alters und Professionalität.

In Abschnitt 1 werden allgemeine Basisinformationen abgefragt, wie Alter, Geschlecht, Trainings- und Wettkampfgewohnheiten, Gesundheitszustand, kürzliche Verletzungen oder Infekte u.a.

In Abschnitt 2 wird die Ernährungsperiodisierung zwischen und innerhalb von Trainingstagen durch Multiple Choice- und offene Fragen untersucht.¹⁶⁷ Zwei Fragen befassten sich damit, ob Athleten an anstrengenden oder an leichten Trainingstagen absichtlich mehr oder weniger Nahrung oder bestimmte Makronährstoffe zu sich nehmen. Die Fragen innerhalb eines Tages betrafen den Zeitpunkt der Mahlzeiten vor und nach den wichtigsten Trainingseinheiten, das Training im nüchternen Zustand, die Praxis der periodischen Einschränkung der

¹⁶⁷ Der zweite Teil beruht auf einem Fragebogen, der von Heikura et al. 2017 entwickelt wurde, um Ernährungspraktiken von Leistungssportlern zu erfassen.

Kohlenhydratzufuhr und das Training mit hoher Kohlenhydratverfügbarkeit. Die weitere Unterfragen dieser Fragen umfassen eine Reihe von Fragen des Typs „Was, wie, warum“.

Abschnitt 3 enthält Fragen zu gastrointestinalen Beschwerden. Zwei Fragen befassen sich mit der Art und Häufigkeit von gastrointestinalen Beschwerden im Training und Alltag. Drei weitere Fragen erfassen den Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln, fermentierten Lebensmitteln sowie deren Einfluss auf die Beschwerden.

3.1.3 Datensammlung

Der Befragungszeitraum fand vom 1. September bis zum 31. September 2024 statt.

Am Ende des Befragungszeitraums waren 134 vollständig ausgefüllte und auswertbare Fragebögen vorhanden.

3.2 Auswahl der Studienteilnehmer

Um die Teilnehmer zu rekrutieren wurden verschiedene Strategien angewandt:

- (1) Über die Webseite von Freetrail Fantasy¹⁶⁸ wurden die professionellen Athleten der Laufteams der großen Sponsoren (u.a. Adidas Terrex, Salomon, The North Face, Hoka) ermittelt. Diese wurden dann aktiv über deren Social Media Auftritte oder eigenen Webseite kontaktiert.
- (2) Es wurden die Top-20-Finisher (männlich und weiblich) aller Läufe im Rahmen des Ultra-Trail du Mont-Blanc in Chamonix Anfang September 2024 kontaktiert. Es gab eine große Überschneidung mit den Athleten aus (1), aber weitere ungesponserte Athleten konnten identifiziert werden.
- (3) Es wurden weitere deutsche Ultraläufer kontaktiert, die eine große Social Media-Reichweite verfügen und medienpräsent sind. Auch hier gab es Überschneidungen zu (1).
- (4) Es wurde Kontakt zu Lauf- und Ernährungsscoaches aufgenommen, die sich auf die Beratung und das Coaching von Ultraläufern spezialisiert haben. Einige Personen und Institutionen waren bereit, die Studie mit ihren Kunden zu teilen bzw. auf Social Media zu posten.¹⁶⁹
- (5) Es wurde eine Hobby Ultra Laufgruppe (Lauffeuer Fröttstätt) kontaktiert, in der die Umfrage an die Mitglieder verteilt wurde.

¹⁶⁸ <https://fantasy.freetrail.com/> (zuletzt abgerufen am 13.09.2024).

¹⁶⁹ U.a. Kylee van Hoorn von Fly Nutrition, Ernährungsberaterin, <https://flynutrition.org> (zuletzt abgerufen am 13.09.2024); Zach Bitter, Ultraläufer und Coach, <https://zachbitter.com/> (zuletzt abgerufen am 13.09.2024); Elite Trail Team, Umfassende Unterstützung für Trail Athleten im Bereich Training, Ernährung u.a., <https://www.elitetrailteam.com/> (zuletzt abgerufen am 13.09.2024); Alles Laufbar.de informiert umfassend über Trailrunning, Ausrüstung, Wettkämpfe etc., <https://alles-laufbar.de/> (zuletzt abgerufen am 13.09.2024).

- (6) Die Umfrage wurde in einem sportwissenschaftlichen Forum gepostet, von wo aus sie von einzelnen Mitgliedern in ihrer jeweiligen Community weiterverteilt wurde.¹⁷⁰

3.3 Analyseverfahren

Die vollständig ausgefüllten Fragebögen wurden analysiert, indem die Antworten zunächst systematisch in Clustern klassifiziert wurden. Die Antworten auf jede Frage wurden als Gesamt- und geschlechtsspezifische Prozentsätze analysiert. Gruppen- und geschlechtsspezifische Unterschiede wurden mittels Chi-Quadrat-Test (X2) auf Unabhängigkeit getestet.

Die Ergebnisse zum zweiten Abschnitt wurden als Entscheidungsbäume dargestellt, die die Gesamtprävalenz zum jeweiligen Fragecluster anzeigen. Unterschiede zwischen den Gruppen bzw. Geschlechtern wurden nur dargestellt, wenn die Abweichung zwischen den Gruppen/Geschlechtern signifikant waren (i.d.R. p-Wert < 0,05).

Zur Untersuchung der Hypothesen wurden ebenfalls Gruppen gebildet und die jeweiligen Gruppenergebnisse verglichen. Zwischen den zu vergleichenden Gruppen wurde wiederum der Chi-Quadrat-Test (X2) auf Unabhängigkeit durchgeführt.

Die Effektgröße (Stärke) verschiedener Merkmale auf das Auftreten von gastrointestinalen Symptomen wurde mittels binär logistischer Regression (IBM Statistical Package for the Social Sciences, Version 29) berechnet.

¹⁷⁰ Die *Science of Sport Discourse Group*, <https://scienceofsportpodcast.discourse.group/> wird von den südafrikanischen Sportwissenschaftler Ross Tucker, PhD, und Sportjournalist Mike Finch betrieben. Beide sind Hosts des wöchentlich erscheinenden Podcasts The Real Science of Sport Podcast.

4. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Umfrage dargestellt, dabei wird die Unterteilung aus dem Fragebogen wiedergespiegelt. Die Darstellung soll einen Überblick geben und damit als Grundlage für die Diskussion im nachfolgenden Kapitel 5 dienen.

4.1 Darstellung allgemeine Angaben der Studienteilnehmer

Im Einführungsteil des Fragebogens wurden grundlegende Informationen über die teilnehmenden Trailrunner erfasst, die für die Interpretation der anderen Daten wichtig sind.

Diese nachfolgende Zusammenfassung bietet ein Überblick über die ausgewählten Eigenschaften der Studienpopulation und hebt mögliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern in Bezug auf Trainingsgewohnheiten, Wettkampfpräferenzen und andere Faktoren hervor. Die vollständigen Auswertungen finden sich am Ende dieses Unterabschnitts.

Die Mehrzahl der Studienteilnehmer ist männlich (62,7 %, Tabelle 2). Ein Anteil von 0,7 % diverser Studienteilnehmer entspricht einer Person. Diese Person bleibt bei der geschlechtsspezifischen Auswertung im folgenden Abschnitt unberücksichtigt, da es ansonsten mangels Randverteilung zu Verzerrungen käme.

Die meisten Athleten trainieren 5-10 Stunden pro Woche, wobei dies für 48,8% der Männer und 42,9% der Frauen zutrifft. Mehr Männer als Frauen trainieren 10-15 Stunden in der Woche (33,3 %, 24,5 %). Nur 14,1 % trainieren mehr als 15 Stunden pro Woche (Tabelle 3).

Viele Teilnehmer haben mehr als 10 Jahre Erfahrung im Laufen (35,1% gesamt), mit Frauen (32,7%) und Männer (35,7%) ähnlich verteilt. Ein beträchtlicher Anteil hat 5-10 Jahre Erfahrung (30,6 %). Die kleinste Gruppe hat bis zu 3 Jahren Lauferfahrung (11,2 %) (Tabelle 4).

Die meisten Teilnehmer fokussieren sich auf Rennen, die 5-9 Stunden dauern (56,0%), wobei eine weitere große Gruppe an Rennen von mehr als 10 Stunden teilnimmt (46,3 %) (Tabelle 5).

Etwa die Hälfte der Teilnehmer hatte keine Verletzungen im letzten Jahr (50,7%). 40,3% hatten eine Verletzung, wobei mehr Frauen (46,9%) als Männer (36,9%) betroffen waren (Tabelle 6). Eine geringe Mehrheit der Athleten (53,7%) hatte eine Infektion in den letzten 12 Monaten, wobei dies etwas häufiger bei Männern (56,0%) vorkam als bei Frauen (51,0%) (Tabelle 7).

Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer beträgt 38,5 Jahre (Frauen 37,7; Männer 39,2), wobei die meisten Teilnehmer auch in die Alterskategorie 30-39 unterfallen (47,8 %). Knapp ein Drittel der Teilnehmer (29,9 %) ist in die Alterskategorie von 40-49 einzuordnen. Die übrigen 22,3 % teilen sich zwischen der Alterskategorie 21-29 (11,9 %) und 50+ (10,4 %)(Tabelle

8). Die jüngste Teilnehmerin ist zum Zeitpunkt der Befragung 21 und der älteste Teilnehmer 58 Jahre alt.

Die Mehrheit der Teilnehmer läuft freizeitorientiert (86,6%). Ein kleinerer Anteil läuft professionell, wobei mehr Männer (14,3%) als Frauen (12,2%) dies tun (Tabelle 9). Eine überwiegende Mehrheit hat keine Erfahrung mit der Zusammenarbeit mit einer Ernährungsfachkraft (86,6%), obwohl mehr Frauen (18,4%) als Männer (10,7%) solche Erfahrung haben (Tabelle 10).

Tabelle 2: Geschlecht, mit dem sich die Teilnehmer identifizieren

Geschlecht	%
männlich	62,7
weiblich	36,6
divers	0,7

Tabelle 3: Trainingsumfang der Teilnehmer in Stunden pro Woche

Trainingsumfang	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamt (%)
bis zu 5 Stunden	14,3	6,0	9,0
5-10 Stunden	42,9	48,8	46,3
10-15 Stunden	24,5	33,3	30,6
15-20 Stunden	12,0	9,5	11,9
mehr als 20 Stunden	2,0	2,4	2,2

Tabelle 4: Trainingserfahrung der Teilnehmer im Laufen in Jahren

Trainingserfahrung	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamt (%)
weniger als 3 Jahre	8,2	13,1	11,2
3-5 Jahre	22,4	23,8	23,1
5-10 Jahre	36,7	27,4	30,6
mehr als 10 Jahre	32,7	35,7	35,1

Tabelle 5: Durchschnittliche Dauer der Wettkämpfe, auf die sich die Teilnehmer fokussieren

Dauer	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamt (%)
2-4 Stunden	30,6	13,1	19,4
5-9 Stunden	46,9	61,9	56,0
mehr als 10 Stunden	40,8	48,8	46,3
Mehrtagesrennen	12,2	4,8	7,5

Tabelle 6: Verletzung innerhalb der letzten 12 Monate

Verletzung	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamt (%)
1 Verletzung	46,9	36,9	40,3

mehr als 1 Verletzung	2,0	13,1	9,0
keine Verletzung	51,0	50,0	50,7

Tabelle 7: Infektion innerhalb der letzten 12 Monate

Infektion	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamt (%)
Ja	51,0	56,0	53,7
Nein	49,0	44,0	46,3

Tabelle 8: Alter der Teilnehmer

Altersgruppe	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamt (%)
21-29	16,3	9,5	11,9
30-39	46,9	48,8	47,8
40-49	22,4	33,3	29,9
50-58	14,3	8,3	10,4

Tabelle 9: Anteil der Teilnehmer, die professionell oder als Hobby laufen

Status	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamt (%)
professionell	12,2	14,3	13,4
freizeitorientiert	87,8	85,7	86,6

Tabelle 10: Erfahrung der Teilnehmer mit der Zusammenarbeit mit einer Ernährungsfachkraft

Erfahrung	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamt (%)
Ja	18,4	10,7	13,4
Nein	81,6	89,3	86,6

4.2 Darstellung spezieller Auswertung Ernährungsgewohnheiten

Der Hauptteil des Fragebogens zielte zunächst darauf ab, die Ernährungsgewohnheiten der Teilnehmer in Bezug auf ihr Training zu erfassen.

4.2.1 Tägliche Energieverfügbarkeit

Fragen 1 und 2 zielen darauf ab, zu verstehen, wie Athleten ihre Kalorienaufnahme je nach Trainingsintensität adjustieren und welche Arten von Lebensmitteln sie dazu auswählen. Darüber hinaus wurden Gründe für das jeweilige Ernährungsverhalten abgefragt.

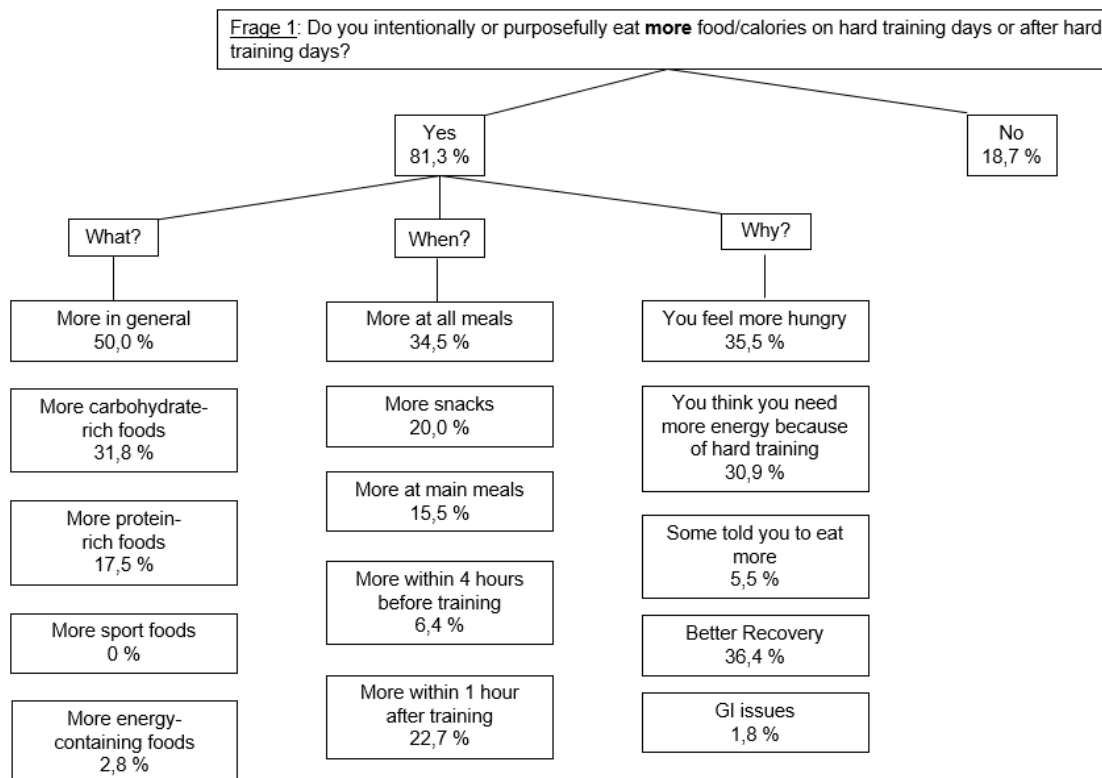


Abbildung 1: Frage 1 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich gesteigerter Nahrungsaufnahme bei hoher Trainingsbelastung

Die Prozentzahlen (%) unter jeder Antwortoption geben den Prozentsatz aller Athleten an, die diese spezifische Antwortoption gewählt haben. Wenn Symbole für weibliche/männliche vorhanden sind, geben diese den Prozentsatz der Athleten in diesen Untergruppen an, die die spezifische Antwortoption gewählt haben. Die letztgenannten Prozentwerte werden nur angezeigt, wenn ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Angaben der Geschlechter besteht.

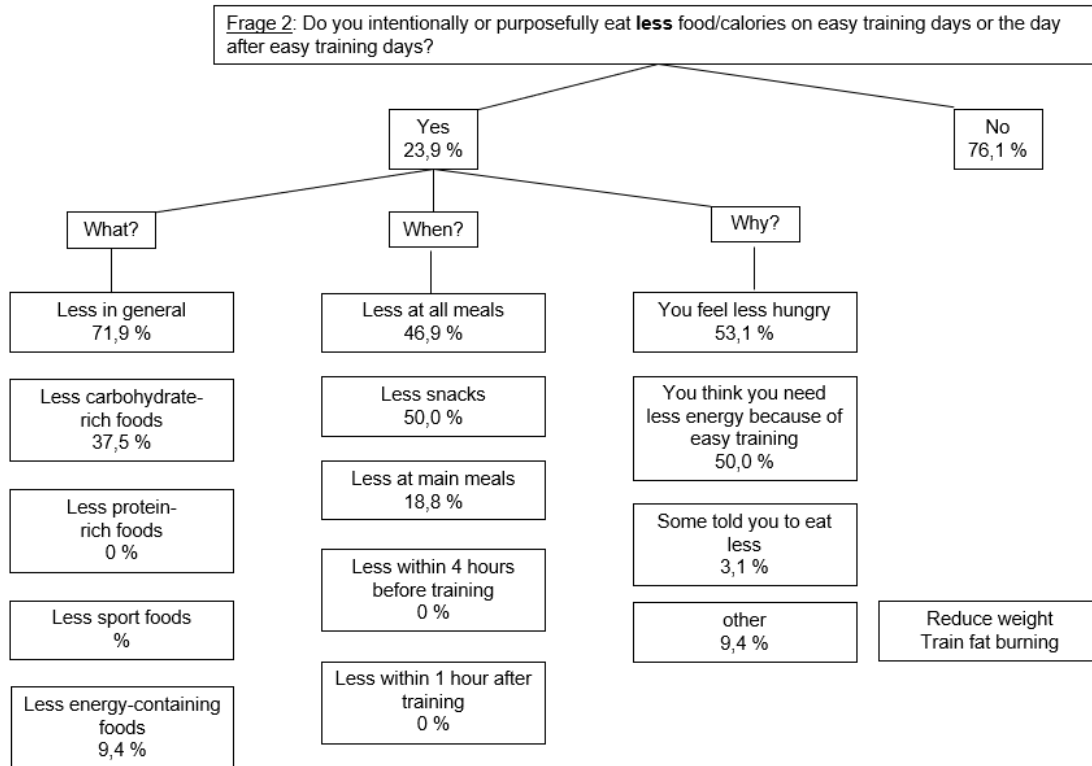


Abbildung 2: Frage 2 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich verringerter Nahrungsaufnahme bei niedriger Trainingsbelastung

Die Prozentzahlen (%) unter jeder Antwortoption geben den Prozentsatz aller Athleten an, die diese spezifische Antwortoption gewählt haben. Wenn Symbole für weibliche/männliche vorhanden sind, geben diese den Prozentsatz der Athleten in diesen Untergruppen an, die die spezifische Antwortoption gewählt haben. Die letztgenannten Prozentwerte werden nur angezeigt, wenn ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Angaben der Geschlechter besteht.

4.2.2 Energiezufuhr vor, während und nach Schlüsseleinheiten

Mit den Fragen 3a, 3b und 6 sollte herausgefunden werden, ob und wie Trailrunner ihre Nahrungsaufnahme rund um wichtige Trainingseinheiten planen, um ihre Leistung und Erholung zu optimieren. Die Fragen betreffen Ernährungsstrategien unmittelbar vor, nach und während der Schlüsseleinheiten.

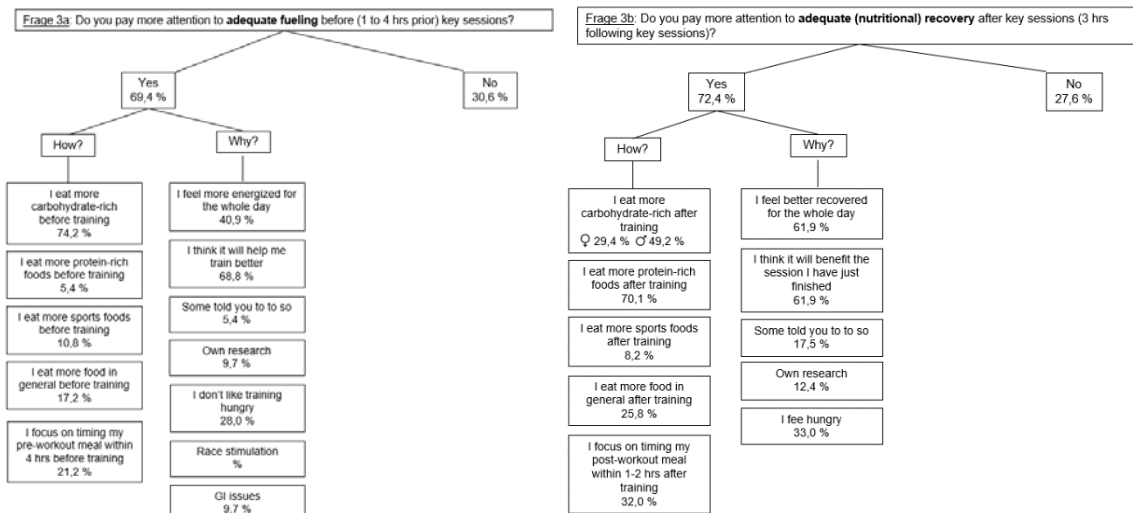


Abbildung 3: Frage 3a und 3b zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich Nahrungsaufnahme vor und nach wichtigen Trainingseinheiten

Die Prozentzahlen (%) unter jeder Antwortoption geben den Prozentsatz aller Athleten an, die diese spezifische Antwortoption gewählt haben. Wenn Symbole für weibliche/männliche vorhanden sind, geben diese den Prozentsatz der Athleten in diesen Untergruppen an, die die spezifische Antwortoption gewählt haben. Die letztgenannten Prozentwerte werden nur angezeigt, wenn ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Angaben der Geschlechter besteht.

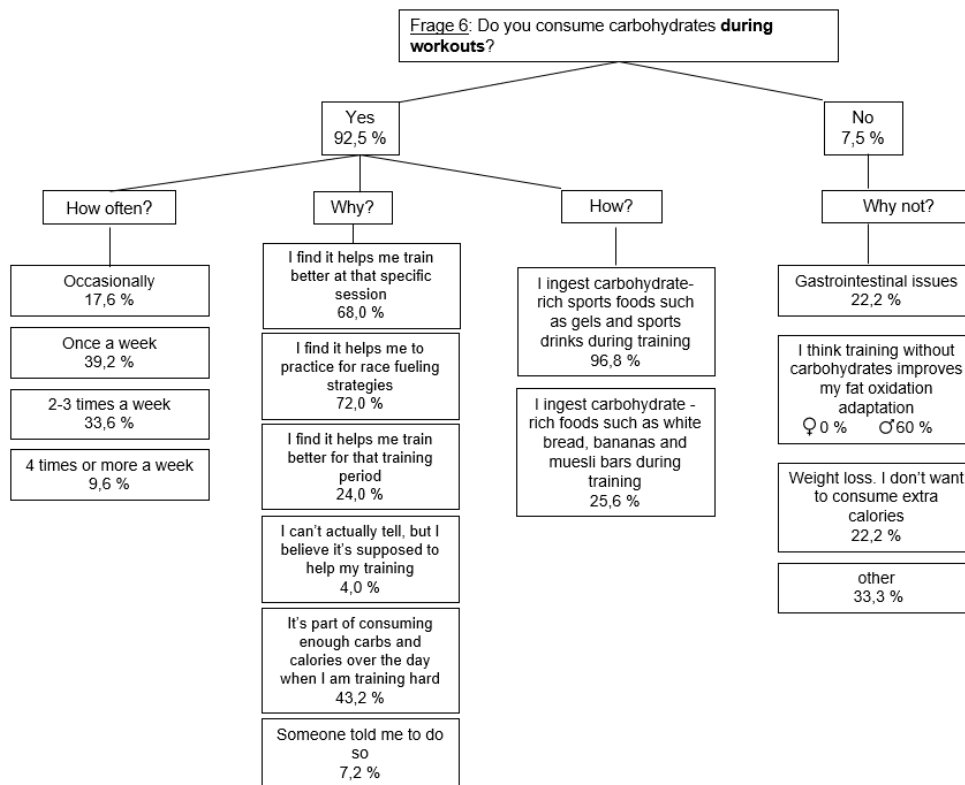


Abbildung 4: Frage 6 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich der Zufuhr von Kohlenhydraten während des Trainings

Die Prozentzahlen (%) unter jeder Antwortoption geben den Prozentsatz aller Athleten an, die diese spezifische Antwortoption gewählt haben. Wenn Symbole für weibliche/männliche vorhanden sind, geben diese den Prozentsatz der Athleten in diesen Untergruppen an, die die spezifische Antwortoption gewählt haben. Die letztgenannten Prozentwerte werden nur angezeigt, wenn ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Angaben der Geschlechter besteht.

4.2.3 Nüchtertraining und bewusste Kohlenhydratbeschränkung

Mit der Frage 4 wird untersucht, ob Athleten bewusst nüchtern trainieren und welche Gründe oder Erfahrungen damit verbunden sind. Die Intention der Frage 5 ist, zu verstehen, ob und wie Trailrunner ihre Kohlenhydrataufnahme bewusst einschränken und die Gründe dafür.

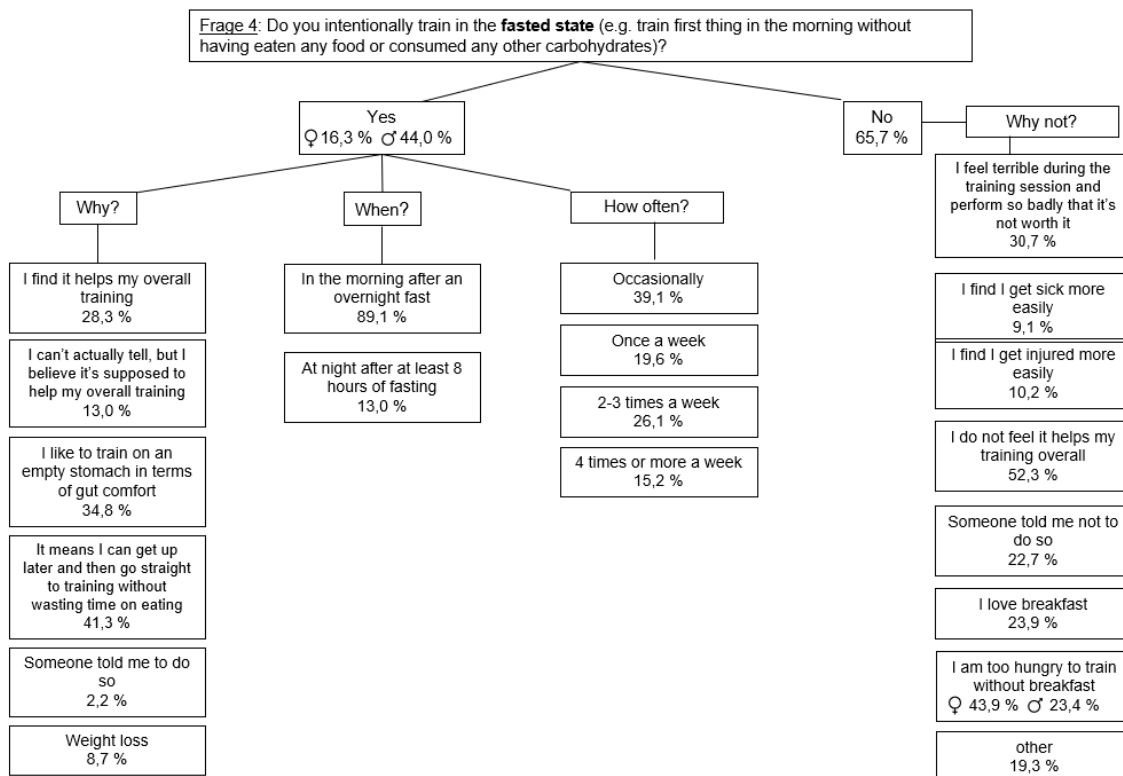


Abbildung 5: Frage 4 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich Nüchtertraining

Die Prozentzahlen (%) unter jeder Antwortoption geben den Prozentsatz aller Athleten an, die diese spezifische Antwortoption gewählt haben. Wenn Symbole für weibliche/männliche vorhanden sind, geben diese den Prozentsatz der Athleten in diesen Untergruppen an, die die spezifische Antwortoption gewählt haben. Die letztgenannten Prozentwerte werden nur angezeigt, wenn ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Angaben der Geschlechter besteht.

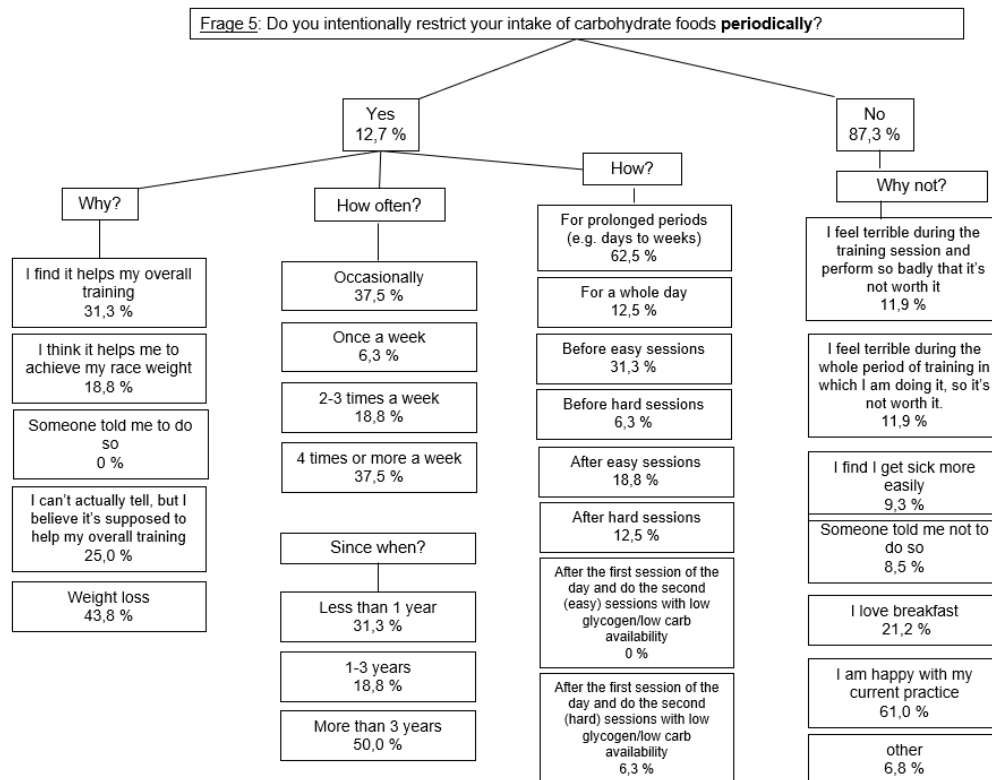


Abbildung 6: Frage 5 zu Ernährungsgewohnheiten, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich der periodischen Einschränkung der Kohlenhydratzufuhr

Die Prozentzahlen (%) unter jeder Antwortoption geben den Prozentsatz aller Athleten an, die diese spezifische Antwortoption gewählt haben. Wenn Symbole für weibliche/männliche vorhanden sind, geben diese den Prozentsatz der Athleten in diesen Untergruppen an, die die spezifische Antwortoption gewählt haben. Die letztgenannten Prozentwerte werden nur angezeigt, wenn ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Angaben der Geschlechter besteht.

4.3 Darstellung spezieller Auswertung gastrointestinale Beschwerden

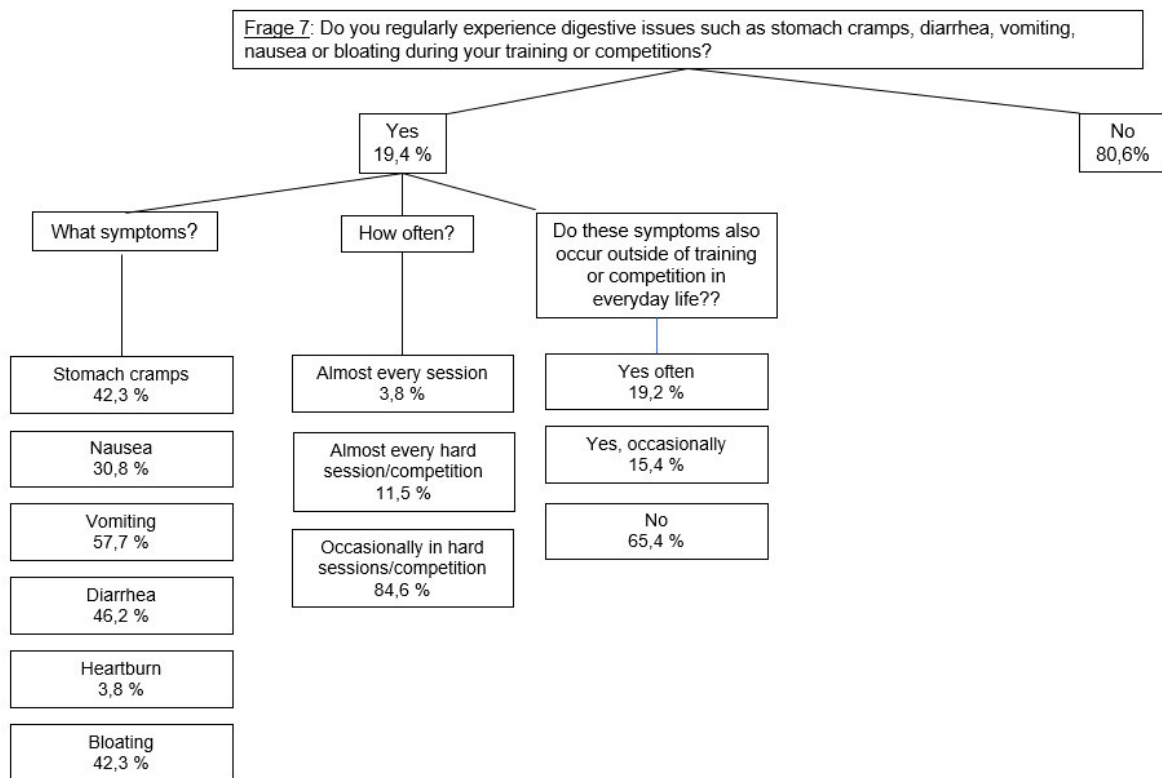


Abbildung 7: Frage 7 zu gastrointestinalen Symptomen, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich Magen-Darm-Beschwerden

Die Prozentzahlen (%) unter jeder Antwortoption geben den Prozentsatz aller Athleten an, die diese spezifische Antwortoption gewählt haben. Wenn Symbole für weibliche/männliche vorhanden sind, geben diese den Prozentsatz der Athleten in diesen Untergruppen an, die die spezifische Antwortoption gewählt haben. Die letztgenannten Prozentwerte werden nur angezeigt, wenn ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Angaben der Geschlechter besteht.

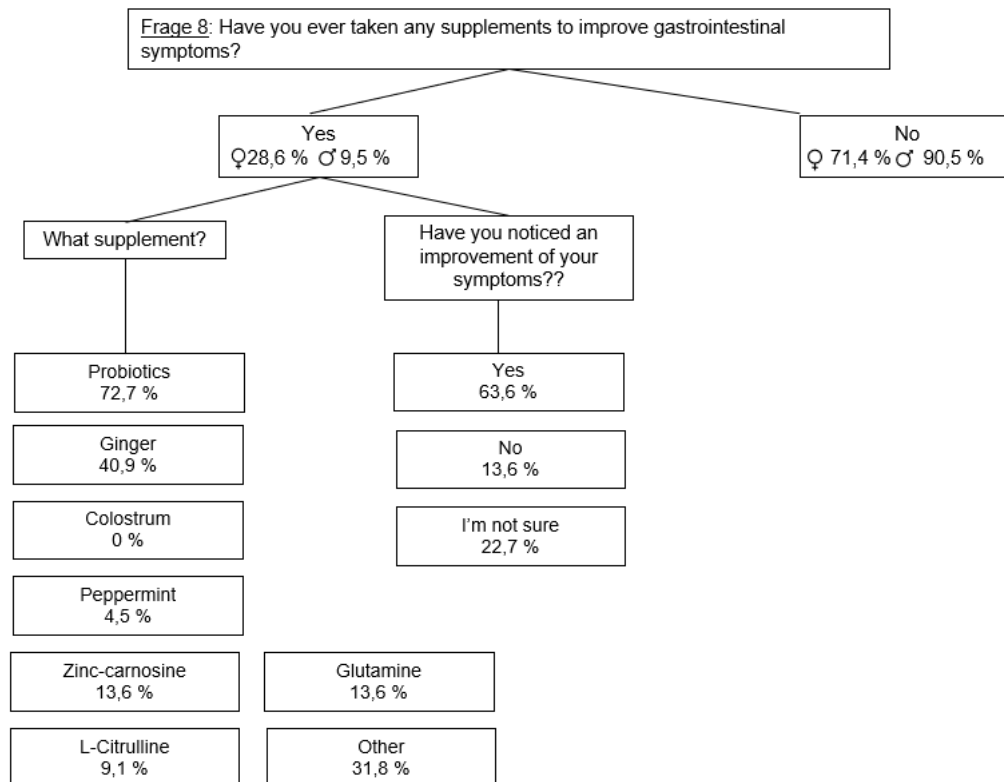


Abbildung 8: Frage 8 zu gastrointestinalen Symptomen, Unterfragen und Antwortmöglichkeiten bezüglich Nahrungsergänzungsmittel gegen Magen-Darm-Symptome

Die Prozentzahlen (%) unter jeder Antwortoption geben den Prozentsatz aller Athleten an, die diese spezifische Antwortoption gewählt haben. Wenn Symbole für weibliche/männliche vorhanden sind, geben diese den Prozentsatz der Athleten in diesen Untergruppen an, die die spezifische Antwortoption gewählt haben. Die letztgenannten Prozentwerte werden nur angezeigt, wenn ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen den Angaben der Geschlechter besteht.

5. Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Befragung diskutiert. Dazu wird im ersten Abschnitt ein Vergleich zwischen den aktuellen Sporternährungsempfehlungen und den abgefragten Ernährungspraktiken durchgeführt. Es werden mögliche Ursachen für Abweichungen diskutiert. Der erste Abschnitt schließt mit einer Diskussion der Ergebnisse zu den gastrointestinalen Beschwerden und möglichen ableitbaren Korrelationen. Im zweiten Abschnitt werden die eingangs aufgeworfenen Hypothesen überprüft. Im dritten Abschnitt erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit der Methodik dieser Arbeit. Im vierten und letzten Abschnitt dieses Kapitels werden Implikationen für die Praxis analysiert.

5.1 Diskussion der Ergebnisse zu Ernährungsgewohnheiten

5.1.1 Bewertung der Einhaltung von Sporternährungsempfehlungen

5.1.1.1 *Tägliche Energieaufnahme*

Das Konzept der Energieverfügbarkeit berücksichtigt, dass Nahrungsenergie in mehreren grundlegenden physiologischen Prozessen verbraucht wird, darunter zelluläre Erneuerung, Thermoregulation, Wachstum, Reproduktion, Immunität und (Fort)Bewegung.¹⁷¹ Energie, die in einem dieser Prozesse verbraucht wird, steht für andere nicht zur Verfügung. Daher untersuchen Bioenergetiker die Auswirkungen eines bestimmten Stoffwechselbedarfs auf physiologische Systeme im Hinblick auf die Energieverfügbarkeit.¹⁷² Energieverfügbarkeit wird als Nahrungsenergieaufnahme abzüglich der Energie, die für den jeweiligen Stoffwechselbedarf aufgewendet wird, definiert.¹⁷³ Durch Training und sportliche Aktivität erhöht sich die Menge an Energie, die für Bewegung verbraucht wird, und kann sich bei Ausdauersportarten vervielfachen. In der Trainingsphysiologie wird die Energieverfügbarkeit daher definiert als Nahrungsenergieaufnahme minus der bei Training verbrauchten Energie (Energieverfügbarkeit = Energiezufuhr – trainingsbedingter Energieverbrauch). Die Berücksichtigung der Energieverfügbarkeit geht damit über die reine Energiebilanz hinaus. Eine geringe Energieverfügbarkeit kann eine Reihe von Gesundheits- und Leistungsmarkern beeinflussen und letztlich zu RED-S führen.¹⁷⁴

Sportler können dieses Risiko verringern, indem sie ihre tägliche Energiezufuhr an ihren Energieverbrauch anpassen. Beispielsweise können sie an Tagen mit intensiverem Training bewusst mehr essen oder vor, während oder nach harten Trainingseinheiten gezielt Nahrungs(ergänzungs)mittel zu sich nehmen. In der aktuellen Befragung schien die überwiegende Mehrheit der Teilnehmer dieses Konzept zu kennen und eine Anpassung der Energiezufuhr

¹⁷¹ Wade und Jones 2004.

¹⁷² Loucks et al. 2011.

¹⁷³ Loucks et al. 2011.

¹⁷⁴ Siehe Mountjoy et al. 2023.

an eine erhöhte Trainingsbelastung auch anzuwenden. 81,3 % der Teilnehmer erhöhten an intensiven Trainingstagen ihre Energiezufuhr. Die Hälfte der Sportler (50 %), die angaben, ihre Energiezufuhr zu erhöhen, nehmen insgesamt mehr zu sich, gefolgt von mehr kohlenhydratreichen (31,8 %) und proteinreichen (15,6 %) Lebensmitteln. Dies wird gleichermaßen durch bessere Erholung (36,4 %), Hunger (35,5 %) und das Bewusstsein für einen zusätzlichen Energiebedarf (30,9 %) angetrieben (Abbildung 1). Frauen gaben zudem signifikant häufiger an, mehr Energie aufzunehmen, weil es ihnen jemand gesagt hat (Frauen 12,2 %, Männer 1,5 %; $p = 0,017$).

Anpassungen zur Verringerung der Energiezufuhr an Tagen mit geringerer Trainingsbelastung werden seltener angegeben (Abbildung 2). Nur 23,9 % der Studienteilnehmer gaben an, an Tagen mit geringer Intensität oder Umfang („easy days“) ihre Nahrungszufuhr zu verringern. Als Gründe dafür wurden – parallel zu den Gründen der Erhöhung der Energiezufuhr – weniger Hunger (53,1 %) und ein geringerer Energiebedarf (50,0 %) genannt. Über die Antwortmöglichkeiten des Fragebogens hinaus wurden Gewichtsreduktion und Fettverbrennung als Gründe genannt. Die Angaben zu einer verringerten Nahrungszufuhr können – im Zusammenhang mit den Gründen für dieses Verhalten – Hinweise darauf liefern, ob die Sportler einer strategischen Ernährungsplanung folgen. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass kein Studienteilnehmer angegeben hat, die Energiezufuhr rund um das Training (4 Stunden vorher bis 1 Stunde nachher) einzuschränken. Dies entspricht den aktuellen Richtlinien, die dem Zeitpunkt der Nährstoffzufuhr besondere Bedeutung zumessen.¹⁷⁵

5.1.1.2 *Energiezufuhr vor, während und nach Schlüsseleinheiten*

In den aktuellen Richtlinien für Sporternährung wird betont, dass die Zufuhr von Kohlenhydraten an die Anforderungen jeder Trainingseinheit und jedes Tages angepasst werden sollte, wobei an Tagen oder in Zeiträumen, in denen wichtige Trainingseinheiten stattfinden, eine höhere Zufuhr empfohlen wird.¹⁷⁶ Tatsächlich wird eine hohe Verfügbarkeit von Kohlenhydraten, die durch den Verzehr von Kohlenhydraten vor der Trainingseinheiten zur Erhöhung der Glykogenspeicher und/oder die Aufnahme von Kohlenhydraten während des Trainings erreicht wird, für maximale Leistungsergebnisse bei Trainingseinheiten mit längerer hoher Intensität empfohlen.¹⁷⁷ Die Zufuhr von Kohlenhydraten während Trainingseinheiten kann auch die Darmverträglichkeit und die intestinale Absorptionskapazität verbessern und Wettkampfbedingungen simulieren.¹⁷⁸ Es gibt zahlreiche Belege dafür, dass das Magen-Darm-System sehr

¹⁷⁵ Thomas et al. 2016.

¹⁷⁶ Burke et al. 2011; Thomas et al. 2016.

¹⁷⁷ Burke et al. 2011; Stellingwerff et al. 2007; Stellingwerff und Cox 2014.

¹⁷⁸ Cox et al. 2010; Stellingwerff und Jeukendrup 2011.

anpassungsfähig ist. Die Magenentleerung sowie das Wohlbefinden im Magen können „trainiert“ und das Völlegefühl verringert werden.¹⁷⁹

Wie zuvor beschrieben hat kein Studienteilnehmer angegeben, die Nahrungszufuhr rund um das Training (auch an Trainingstagen mit geringer Intensität) einzuschränken (Abbildung 2), was im Einklang mit aktuellen Ernährungsrichtlinien zu Ausdauersportaktivitäten steht.¹⁸⁰ 69,4 % der Athleten in der aktuellen Studie gaben zudem an, dass sie besondere Aufmerksamkeit auf die Nahrungsaufnahme vor intensiven Einheiten legen und 72,4 % gaben an, die Nahrungszufuhr nach intensiven Einheiten besonders zu planen. Vor diesen Einheiten konsumierte die überwiegende Mehrheit mehr Kohlenhydrate (74,2 %) (Abbildung 3), was den aktuellen Ernährungsrichtlinien zur Herstellung einer hohen Kohlenhydratverfügbarkeit für bessere Leistung entspricht.

Als Hauptgrund für die erhöhte Energiezufuhr vor dem Training wurde angegeben, dass die Athleten Vorteile für ihr Training feststellten (68,8 %) und sich energiegeladener fühlen (40,9 %). Diese Ergebnisse korrelieren mit Ergebnissen einer Studie von Heikura et al., bei der insbesondere Ausdauerläufer spezielle Ernährungsstrategien als hilfreich für die Qualität ihres Trainings bewerteten.¹⁸¹

Die Zufuhr von Kohlenhydraten für die Leistung ist für ambitionierte Sportler allgegenwärtig geworden, wobei die Menge der benötigten Kohlenhydrate eng mit der Intensität und Dauer der sportlichen Betätigung zusammenhängt.¹⁸² Kohlenhydrate können vor, während und nach dem Training und Wettkampf konsumiert werden, was sich jeweils auf die Wirksamkeit der physiologischen Reaktionen und Anpassungen auswirkt.¹⁸³ Vor Schlüsseleinheiten erhöht die Mehrheit der Athleten (74,2 %) die Aufnahme von Kohlenhydraten; und zwar vor allem im Zeitraum von vier Stunden vor der Einheit (31,2 %). Nach einer Schlüsseleinheit gaben allerdings nur 49,2 % der männlichen Athleten und 29,4 % der weiblichen Athletinnen an, mehr Kohlenhydrate zu konsumieren (Abbildung 3). Diese Beobachtung ist statistisch signifikant ($p = 0,0596$; trotz $p > 0,05$ wird angesichts der geringen Stichprobengröße von statistischer Signifikanz ausgegangen).¹⁸⁴

In Bezug auf die Verpflegung nach wichtigen Einheiten betont die International Society of Sports Nutrition in einem Positionspapier zur Ernährung von Ultramarathonläufern die Bedeutung von hochwertigem Protein für die adaptive Erholung, insbesondere im Hinblick auf die Synthese spezifischer Muskelproteine für die Förderung der Muskelanpassung und -

¹⁷⁹ Jeukendrup 2017.

¹⁸⁰ Thomas et al. 2016.

¹⁸¹ Heikura et al. 2017.

¹⁸² Jeukendrup 2014.

¹⁸³ Naderi et al. 2023.

¹⁸⁴ Vgl. Wasserstein et al. 2019.

reparatur.¹⁸⁵ In dem Positionspapier wird die Bedeutung der Proteinzufuhr nach dem Training hervorgehoben.¹⁸⁶ Die Mehrheit der Athleten schien sich dieser Informationen bewusst zu sein, da 70,1 % der Teilnehmer, die speziellen Ernährungsstrategien nach Schlüsseleinheiten folgen, angaben, sich nach dem Training besonders auf Proteine zu konzentrieren. 32,0 % der Athleten gaben außerdem an, sich innerhalb einer Stunde nach einer wichtigen Trainingseinheit zu verpflegen. Auch die Gründe, die die Athleten für diese Praxis angeben, entsprechen Vorteilen für die Adaptation: 61,9 % gaben jeweils an, dass die Erhöhte Energiezufuhr nach dem Training Vorteile für das soeben abgeschlossene Training liefere und sie sich besser erholten.

Der Anteil derjenigen, die regelmäßig im Training Kohlenhydrate zu sich nehmen liegt bei 92,5 % (Abbildung 4). Kohlenhydrat-Ergänzungsmittel zur Verpflegung während des Trainings und Rennens sind unter Sportlern mittlerweile weit verbreitet. Zahlreiche im Handel erhältliche Produkte, darunter Gels, Chews, Bars, Getränke und Pulver, werden als Kohlenhydratquellen für Sportler vermarktet.¹⁸⁷ Daneben bieten sich auch einige Lebensmittel als Verpflegung während der Ausdauerleistung an, darunter (gelbe) Bananen,¹⁸⁸ Rosinen,¹⁸⁹ Wassermelone,¹⁹⁰ Reis, Pasta und Kartoffeln¹⁹¹ (wobei der Transport schwierig sein dürfte). Tatsächlich greift die überwiegende Mehrheit der Studienteilnehmer auf Kohlenhydrat-Ergänzungsmittel zurück, wie Gele, Sportgetränke, Riegel und Chews (96,8 %). Dennoch gab über ein Viertel der Läufer, die regelmäßig Kohlenhydrate im Training konsumieren, an, (auch) richtige/feste Nahrung zu sich zu nehmen (25,6 %).

Dieses Ergebnis bekräftigt Ergebnisse aus früheren Studien, in denen mehrheitlich Sporternährungsprodukte konsumiert werden.¹⁹² Gründe dafür könnten höhere gastrointestinale Verträglichkeit sowie bessere Kohlenhydratabsorptions- und oxidationsraten sein.¹⁹³ Allgemein gaben die Athleten verschiedene Gründe dafür an, Kohlenhydrate zuzuführen, darunter bessere Leistung in der Trainingseinheit (68,0 %) bzw. Trainingsperiode (24,0 %) und eine ausreichende Zufuhr von Kohlenhydraten über den gesamten Tag (43,2 %). Die Idee des *Gut Trainings* scheint den Athleten ebenfalls bekannt zu sein oder sie gehen intuitiv davon aus, dass sich der Magen-Darm-Trakt an die Zufuhr von Kohlenhydraten gewöhnt, da 72,0 % von den Athleten, die im Training regelmäßig Kohlenhydrate konsumieren, mit dieser Praxis ihre Ernährungsstrategie im Wettkampf üben wollen. Dahingegen gaben nur 4 % an, dass sie nicht

¹⁸⁵ Tiller et al. 2019; so auch Thomas et al. 2016.

¹⁸⁶ Thomas et al. 2016.

¹⁸⁷ Baur und Saunders 2021; Sareban et al. 2016.

¹⁸⁸ Naderi et al. 2018.

¹⁸⁹ Williamson und Carughi 2010.

¹⁹⁰ Shanely et al. 2016.

¹⁹¹ Salvador et al. 2019.

¹⁹² Guillochon und Rowlands 2017; Pfeiffer et al. 2012.

¹⁹³ Arribalzaga et al. 2021.

so recht wissen, wieso sie das machen und 7,2 %, weil es ihnen jemand gesagt hat. Dabei ist der Anteil der Frauen, die Kohlenhydrate zuführen, weil es ihnen jemand gesagt hat, signifikant höher als der der Männer (13,3 %, 3,8 %, $p = 0,049$). Die Mehrheit der Athleten absolviert einmal (39,2 %) oder zweimal (33,6 %) pro Woche Trainingseinheiten, in denen sie Kohlenhydrate konsumieren. Die Gründe, weshalb Athleten keine Kohlenhydrate im Training zu sich nehmen, sind vielfältig. Neben gastrointestinalen Beschwerden (22,2 %) und Gewichtsabnahme (22,2 %) gaben männliche Athleten zudem an, ihre Fettoxidation verbessern zu wollen (60 %, 0 % der Frauen haben diese Angabe gemacht; $p = 0,057$).

5.1.1.3 *Periodisierung von Kohlenhydraten und Nüchterntraining*

Frühere Richtlinien zur Sporternährung empfahlen allen Athleten eine hohe Zufuhr von Kohlenhydraten und eine hohe Verfügbarkeit von Kohlenhydraten während aller Trainingseinheiten.¹⁹⁴ Die aktuellen Richtlinien haben sich jedoch zu einer differenzierteren Einschätzung entwickelt, die der dynamischen Natur des Energie- und Makronährstoffbedarfs über die periodisierten Phasen von Training und Wettkampf hinweg Rechnung trägt. Es wird zwischen Ernährungs- und Trainingsstrategien differenziert, die eine optimale Leistung unterstützen, und solchen, die die Anpassung an einen Trainingsreiz fördern.¹⁹⁵

Vor diesem Hintergrund haben Untersuchungen mechanistische Gründe dafür geliefert, dass Training im nüchternen Zustand und/oder bei geringer Glykogenverfügbarkeit die molekularen Signalreaktionen auf das Training verstärkt.¹⁹⁶ Allerdings konnten Studien an trainierten Personen keine Leistungssteigerung feststellen. In einer Metaanalyse aus 2021 haben Gejl und Nybo den Effekt von periodisierter Kohlenhydratzufuhr bei gut trainierten Ausdauersportlern auf die Leistung untersucht.¹⁹⁷ Neun Studien erfüllten die Einschlusskriterien. Die Metaanalyse zeigte keine Gesamtwirkung der Kohlenhydratperiodisierung auf die Ausdauerleistung im Vergleich zum Kontroll-Ausdauertraining mit normaler (hoher) Kohlenhydratverfügbarkeit. Die Konzepte der Periodisierung wurden in drei grobe Kategorien einteilt.

Eine Gruppe von Studien¹⁹⁸ wandte eine „Sleep-Low-Strategie“ an, bei der die Zufuhr von Kohlenhydraten zwischen einer intensiven Trainingseinheit am Nachmittag und einer „Train-Low“-Einheit am darauffolgenden Morgen eingeschränkt wurde. Interessanterweise berichteten zwei der drei Studien in dieser Kategorie über überlegene Effekte auf die Ausdauerleistung.¹⁹⁹ Eine weitere Studiengruppe²⁰⁰ umfasste zwei tägliche Trainingseinheiten, von denen

¹⁹⁴ Coyle 1991.

¹⁹⁵ Longland et al. 2016.

¹⁹⁶ Bartlett et al. 2015; Hawley und Burke 2010; Hawley und Morton 2014.

¹⁹⁷ Gejl und Nybo 2021.

¹⁹⁸ Marquet et al. 2016a; Marquet et al. 2016b; Riis et al. 2019.

¹⁹⁹ Marquet et al. 2016a; Marquet et al. 2016b; Riis et al. 2019.

²⁰⁰ HULSTON et al. 2010; Gejl et al. 2017; Yeo et al. 2008.

die erste darauf abzielte, das Muskelglykogen zu erschöpfen. Auf diese Einheit folgte eine Erholungsphase mit eingeschränkter Kohlenhydratzufuhr, wobei die zweite Einheit mit einer geringen Verfügbarkeit von Kohlenhydraten begann. In der letzten Kategorie wurde eine Kombination verschiedener Konzepte angewandt.²⁰¹ Einzig die zuvor erwähnten zwei Studien zeigten positive Effekte. Leider wurden mögliche zugrunde liegende physiologische Mechanismen in diesen Studien nicht untersucht, aber wie von den Autoren erwähnt, könnte die überlegene Wirkung nach nur einer Woche Training durch überkompensierte Muskelglykogenspeicher erklärt werden.²⁰² Darüber hinaus dürfte die Trainingsbelastung im Studiendesign suboptimal gewesen sein, so dass „Sleep-Low“ eine vorteilhafte Überlagerungsstrategie in Zeiten mit geringer bis mäßiger Trainingsbelastung darstellen könnte.²⁰³

Angeichts der zuvor beschriebenen Studienlage, wonach eine periodisierte Kohlenhydratzufuhr keine Leistungsverbesserung mit sich bringt, wundert es nicht, dass nur wenige Athleten ihre derzeitige Ernährung so umgestellt haben, dass sie bei bestimmten Trainingseinheiten bewusst mit einem niedrigen Muskelglykogengehalt trainieren. Nur 12,7 % gaben an, bewusst auf eine Kohlenhydratzufuhr zu verzichten. 62,5 % dieser Athleten praktiziert die Kohlenhydratperiodisierung für längere Zeitspannen von Tagen bis Wochen. Die Gründe dafür sind nach den Angaben vielfältig und heterogen. Während 31,3 % der Athleten angaben, dass die periodisierte Kohlenhydratzufuhr ihrem Training hilft, gab die Mehrzahl gewichtsbezogene Gründe an (Renngewicht 18,8 %; Gewichtsverlust 43,8 %).

Wie zuvor beschrieben untersucht die Wissenschaft die Kohlenhydratperiodisierung als ein Mittel für eine verbesserte Trainingsadaptation. Da die Mehrheit der Athleten jedoch die Kohlenhydratperiodisierung nicht aus leistungsgetriebenen Gründen praktiziert, ist zu vermuten, dass sie sich nicht intensiv mit dem Konzept auseinandergesetzt haben und in der Einschränkung der Kohlenhydratzufuhr eine Möglichkeit zur Einschränkung der Energiezufuhr sehen. Dafür spricht auch, dass Athleten, die keine Kohlenhydratperiodisierung praktizieren im Freitextfeld zu anderen Gründen angaben, dass es eine Maßnahme zur Gewichtskontrolle sei, es nicht gesund sei, sie in der Vergangenheit ein gestörtes Essverhalten hatten und Restriktion vermeiden oder sogar eine RED-S Diagnose hatten.

Kohlenhydratperiodisierung muss jedoch nach den zuvor beschriebenen Grundsätzen nicht zwangsläufig mit einer geringen Energieaufnahme oder gar geringen Kohlenhydratzufuhr über

²⁰¹ Burke et al. 2017; Burke et al. 2020; Cox et al. 2010.

²⁰² Marquet et al. 2016a.

²⁰³ Gejl und Nybo 2021.

den Tag verteilt einhergehen. Das Konzept sieht lediglich ein Training mit geringer Kohlenhydratverfügbarkeit vor.

Darüber hinaus gaben einige Athleten an, dass ihnen das Konzept der periodischen Kohlenhydratzufuhr nicht bekannt sei, und viele berichteten, dass sie das Gefühl oder die Erfahrung hätten, dass dies für ihre Trainingsergebnisse nicht hilfreich sei (jeweils 11,9 % gaben an, sich während der Trainingseinheit bzw. der Trainingsperiode furchtbar zu fühlen) (Abbildung 5). Zu den festgestellten Nachteilen gehört außerdem das Gefühl, einem höheren Krankheits- und Verletzungsrisiko ausgesetzt zu sein (9,3 %). Negative Auswirkungen auf das Immunsystem wurden tatsächlich mit Training mit geringer Kohlenhydratverfügbarkeit in Verbindung gebracht.²⁰⁴ Die Mehrzahl der Athleten (61,0 %) gab auch an, mit ihrer derzeitigen Praxis zufrieden zu sein.

Auf die Frage nach Nüchterntraining gaben weibliche und männliche Athleten signifikant unterschiedliche Ergebnisse. Nur 16,3 % der Frauen gaben an, nüchtern zu trainieren, während 44 % der Männer die Frage bejahten ($p = 0,001$) (Abbildung 4). Nüchternläufe werden von den meisten Athleten (89,1 %) morgens ins Training integriert. Diese Strategie kann aus praktischen Gründen gewählt werden, z. B. um morgens Zeit zu sparen oder Magenbeschwerden zu vermeiden, und nicht, um bestimmte Effekte auf die Trainingsanpassung zu erzielen. Tatsächlich begründete die Hälfte der Athleten (50,0 %), die angaben, morgendliche Trainingseinheiten im nüchternen Zustand zu absolvieren, diese Entscheidung mit diesen praktischen Überlegungen (Abbildung 4). 34,8 % trainieren regelmäßig nüchtern, da sie das vom Magen her besser vertragen. Leistungsbezogene Gründe gaben 28,3 % an.

Insgesamt 83 % der Athleten vermieden das Training im nüchternen Zustand, hauptsächlich aufgrund von Bedenken hinsichtlich einer schlechten Trainingsqualität oder der Erfahrung, dass es keinen Nutzen für die Leistung bringt. Signifikante Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Athleten gab es bei der Angabe, zu hungrig sein, um nüchtern zu trainieren. Dies wurde von 43,9 % der Frauen, aber nur 23,4 % der Männer bejaht ($p = 0,041$). Dies unterstreicht, dass Frauen sensibler im Hinblick auf Energiemangelzustände sein könnten.

Es ist sinnvoll, diese Wechselwirkungen zwischen Ernährung und Bewegung weiter zu untersuchen, wobei die Erfahrungen und Überzeugungen der Athleten und ihrer Trainer, Physiologen und Ernährungswissenschaftler berücksichtigt werden müssen.

²⁰⁴ Gleeson et al. 1998; McKay et al. 2022.

5.1.2 Diskrepanzanalyse zwischen Ernährungspraktiken und Ernährungsempfehlungen sowie mögliche Ursachen

Im folgenden Abschnitt werden die im vorherigen Abschnitt dargestellten Ernährungspraktiken der befragten Athleten mit den im Abschnitt 2.2 dargestellten Ernährungsempfehlungen verglichen und mögliche Ursachen für etwaige Abweichungen besprochen.

Angesichts der hohen Trainingsumfänge stellt die Deckung des täglichen Kalorienbedarfs eine Herausforderung für Ultramarathonläufer dar, um die Regeneration zu optimieren und längere und wiederholte Trainingseinheiten zu ermöglichen.²⁰⁵ Die Studienergebnisse zeigen, dass die Mehrheit der Athleten (81,3 %) an intensiven Trainingstagen ihre Energiezufuhr erhöht. Dieses Ergebnis deutet daraufhin, dass die Mehrzahl der Athleten eine adäquate Energieaufnahme anstrebt. Dass nur 23,9 % der Athleten an Tagen mit geringer Trainingsintensität ihre Energieaufnahme reduzieren, kann auf zwei Weisen interpretiert werden: Einerseits könnte dieses Ernährungsverhalten auf eine suboptimale Energieverteilung hindeuten, bei der der Fokus auf einer positiven Energiebilanz bei intensivem Training gelegt wird, anstatt eines differenzierten Umgangs mit der Energieverteilung über die gesamte Woche. Andererseits, und dieser Ansatz scheint eine bessere Erklärung zu bieten, stellt die Energieaufnahme an Trainingstagen mit geringer Intensität den Ausgangswert dar, von der an intensiven Trainingstagen eine Erhöhung der Energieaufnahme vorgenommen wird.

Im Hinblick auf die Kohlenhydrataufnahme sehen die aktuellen Richtlinien – außer in speziellen Trainingssituationen – eine ausreichende Kohlenhydratverfügbarkeit vor.²⁰⁶ Dies beinhaltet einerseits eine Zufuhr von Kohlenhydraten vor dem Training und während des Trainings. Die Studienergebnisse zeigen, dass 69,4 % im Zeitraum von ein bis vier Stunden vor Schlüsselseinheiten besonderen Fokus auf eine adäquate Energiezufuhr legen. Diese Ernährungspraktik scheint nach den Ergebnissen dieser Studie auch besonders wichtig, um gastrointestinale Symptome zu vermeiden. Es konnte gezeigt werden, dass eine ausreichende Zufuhr von Energie kurz bevor Schlüsselseinheiten mit einem signifikant geringeren Auftreten gastrointestinaler Symptome verbunden war ($p = 0,019$). Die Athleten, die ihre Energiezufuhr vor Schlüsselseinheiten erhöhen, setzen dabei im Einklang mit den zitierten aktuellen Ernährungsrichtlinien für Ausdauersportler überwiegend auf Kohlenhydrate (74,2 %). Auch wenn also über zwei Drittel der Athleten vor dem Training mehr Kohlenhydrate konsumiert, folgen mehr als 30 % der Athleten dieser Empfehlung nicht. Mögliche Ursachen dafür könnten mangelndes Bewusstsein über die Wichtigkeit der Kohlenhydrataufnahme vor dem Training und dem Zusammenhang mit dem Auftreten von gastrointestinalen Beschwerden sein. Zudem könnten auch praktische

²⁰⁵ Nikolaidis et al. 2018.

²⁰⁶ Thomas et al. 2016; Tiller et al. 2019.

Herausforderungen (z.B. Training früh am Morgen) zur fehlenden Umsetzung der Ernährungsempfehlungen beitragen.

Während längeren Trainingseinheiten von mindestens 90 Minuten wird die Aufnahme von 30-60 g Kohlenhydrate pro Stunde empfohlen, bei Trainingseinheiten von mehr als 2,5 Stunden können sogar höhere Zufuhren von bis zu 90 g pro Stunde von Vorteil sein.²⁰⁷ 92,5 % der Athleten geben an, regelmäßig Kohlenhydrate im Training zu konsumieren. Zwar kann nicht abgeschätzt werden, ob sie dies im ausreichenden Ausmaß praktizieren. Dennoch scheint die Mehrheit der Athleten mit den Ernährungsempfehlungen vertraut zu sein.

Ein anderes Bild ergibt sich im Hinblick auf die Kohlenhydrataufnahme nach intensiven Einheiten. Diese ist wichtig, um die Glykogenspeicher wiederaufzufüllen. Nur 42,3 % der Athleten, die der Ernährung nach Schlüsseleinheiten besonderer Bedeutung zumessen, konsumieren vermehrt Kohlenhydrate. Mögliche Ursachen sind wiederum mangelndes Bewusstsein oder praktische Herausforderungen. Interessant in diesem Zusammenhang ist ein gering signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern (29,4 % der Frauen, 49,2 % der Männer, $p = 0,059$). Ein weiterer Grund könnte daher auch die Sorge vor Gewichtszunahme sein, die bei Frauen traditionell größer ausgeprägt ist, da Essstörungen und essgestörtes Verhalten bei Frauen immer noch häufiger vorkommen als bei Männern.²⁰⁸

Im Hinblick auf Protein sehen die Ernährungsempfehlungen eine Proteinzufuhr von 1,6-1,8 g/kg KG vor, mit einem besonderen Augenmerk auf die Proteinaufnahme nach dem Training.²⁰⁹ Für Sportler mit hohen Trainingsumfängen kann sogar eine relative Proteinaufnahme von bis zu 2,1 g/kg pro Tag gerechtfertigt sein.²¹⁰ 70,1 % der Athleten, die spezielle Ernährungspraktiken nach Schlüsseleinheiten verfolgen, berücksichtigen die Proteinzufuhr nach intensiven Trainingseinheiten. D.h. die fokussierte Proteinzufuhr zur Förderung von Anpassung und Regeneration wird von der Mehrheit unterstützt. 25,8 % der Athleten geben zudem an, insgesamt mehr zu essen, weshalb davon auszugehen ist, dass auch diese Gruppe, mehr Protein nach intensiven Einheiten zu sich nimmt. Insgesamt ist folglich eine proportional gute Einhaltung der Proteinzufuhr zu berichten, wobei die genauen Mengen nicht spezifiziert sind, sodass nicht abschließend beurteilt werden kann, ob die Athleten quantitativ ausreichend Protein zuführen.

Nüchterntraining wird nicht explizit empfohlen, sondern sollte allenfalls strategisch eingesetzt werden, da in Beobachtungsstudien Nüchterntraining beispielsweise mit einem erhöhten Auftreten von Ermüdungserscheinungen am Knochen und Stressfrakturen in Verbindung

²⁰⁷ Burke et al. 2011; Thomas 2016; Thomas et al. 2016; Jeukendrup 2011; Nikolaidis et al. 2018; Rodriguez et al. 2009; Thomas et al. 2016; Tiller et al. 2019.

²⁰⁸ van Eeden et al. 2021.

²⁰⁹ Costa et al. 2019b.

²¹⁰ Cintineo et al. 2018.

gebracht werden konnte.²¹¹ Es bedarf einer sorgfältigen Planung und Erfahrung, den Zustand geringer Energieverfügbarkeit nicht unnötig lange nach dem Training zu verlängern, um negative Konsequenzen für die Gesundheit zu vermeiden. Tatsächlich praktiziert die Mehrheit der befragten Athleten in dieser Studie (65,7 %) kein Nüchterntraining und die, die regelmäßig nüchtern trainieren geben als Gründe praktische Erwägungen (50,0 %) und Schonung des Magen-Darm-Traktes (34,8 %) an. Positiv ist insofern, dass nur 8,7 % diese Praxis nutzen, um Gewicht zu verlieren.

Im Hinblick auf die Periodisierung von Kohlenhydraten wurden oben unter 2.2.4 die Komplexität der verschiedenen Ansätze zur Periodisierung und die uneindeutigen Studienergebnisse erläutert. Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass nur 12,7 % der Athleten in dieser Studie angeben, regelmäßig ihre Kohlenhydratzufuhr zu beschränken. Es kann aufgrund des Designs des Fragebogens nicht erklärt werden, ob dem eine strategische Ernährungsplanung zugrunde liegt oder ob die Beschränkung von Kohlenhydraten schlicht als Möglichkeit genutzt wird, die Energiezufuhr insgesamt zu beschränken. Dafür spricht, dass 43,8 % der Athleten, die regelmäßig ihre Kohlenhydratzufuhr beschränken, Gewichtsabnahme und 18,8 % Erreichung des Renngewichts als Gründe für die periodisierte Einschränkung von Kohlenhydraten angeben. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass die primäre Motivation zur Periodisierung von Kohlenhydraten die Gewichtskontrolle ist und sie nicht als Strategie gesehen wird, Trainingsanpassungseffekte zu erzielen. Möglicherweise verfügen die meisten Athleten über unzureichende Informationen über dieses Konzept. Dafür spricht, dass die Mehrheit der Athleten, die die Strategie der Periodisierung von Kohlenhydraten nicht umsetzt, als Grund dafür angegeben hat, zufrieden mit ihrer derzeitigen Praxis zu sein (61,0 %) und weniger konkrete (ernährungswissenschaftliche) Gründe. Das deutet darauf hin, dass sie sich nicht vertieft mit dieser Strategie auseinandergesetzt haben. Angesichts der durchmischten Studienlage scheint dieses Ergebnis nicht problematisch und es scheint nicht erstrebenswert, dass mehr Athleten die Periodisierung von Kohlenhydraten in ihr Training einbauen. Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass dieses Konzept nicht mit allgemeinen Strategien zu verwechseln ist, die Energie- und Kohlenhydrataufnahme an das Trainingsvolumen anzupassen.

²¹¹ Raleigh et al. 2024.

5.1.3 Diskussion des Auftretens gastrointestinaler Beschwerden und ableitbare Korrelationen

19,4 % der Studienteilnehmer haben angegeben, mindestens gelegentlich unter gastrointestinalen Beschwerden zu leiden. Das Auftreten von gastrointestinalen Beschwerden war in dieser Studie unabhängig von Geschlecht ($p = 0,519$) und Profi-/ Hobby-Status ($p = 0,745$). Dieser Anteil ist deutlich geringer als der, der in früheren Studien berichtet wurde. Vielfach wurde ein Anteil von deutlich über 50 % der Athleten angegeben, die unter gastrointestinalen Symptomen während Ultramarathonrennen leiden.²¹² Mögliche Gründe dafür könnten sein, dass die zitierten Studien an Läufern durchgeführt wurden, die an 100 Meilen-Rennen teilnahmen, d.h. es wurde das Auftreten gastrointestinaler Symptome direkt nach einem speziellen Rennen abgefragt. Es könnte daher bei dieser oder den bisherigen Befragungen zu Wahrnehmungsverzerrungen gekommen sein. Darüber hinaus könnte die Dauer des Rennens einen Einfluss haben. Die Berechnung der Abhängigkeit der Renndauer auf das Auftreten von gastrointestinalen Symptomen hat für diese Studie jedoch keine signifikanten Unterschiede ergeben.²¹³

Tabelle 11: Abhängigkeit der Renndauer auf das Auftreten von gastrointestinalen Symptomen

Dauer des Rennens	2-4 h	5-9 h	10 + h	multi-day	p-Wert
Häufigkeit von GI Symptomen	26,7 %	12,8 %	29,7 %	50 %	0,19

Eine weitere mögliche Erklärung könnte in der Studienpopulation liegen, insbesondere im Hinblick auf Erfahrungsniveau, körperliche Fitness und Ernährungsstrategien. Zudem sind die bisherigen Studien mindestens zehn Jahre alt und die Forschung hat in dieser Zeit große Fortschritte im Hinblick auf den Einfluss von Ernährung auf Ausdauerleistung gemacht.²¹⁴ Dies betrifft zum einen die Bedeutung von Ernährungsstrategien und ausreichende Energiezufuhr auf Leistung und Magen-Darm-Verträglichkeit. Zum anderen betrifft das die Entwicklung der Kohlenhydratprodukte, wie Gels und Bars, selbst. Die Forschung versucht immer besser verträgliche und besser absorbierbare Produkte zu entwickeln.²¹⁵

²¹² Hoffman und Fogard 2011; Stuempfle et al. 2013; Peters et al. 1999.

²¹³ Bei der Berechnung blieben alle Studienteilnehmer außer Betracht, die mehrere Distanzen als ihre Hauptdistanz angegeben haben, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen, um den Chi²-Test auf Unabhängigkeit durchzuführen. Maßgeblich waren nach Ausschluss von Doppel- oder Dreifachantworten die Antworten von 109 Studienteilnehmern.

²¹⁴ Statt vieler vgl. Podlogar und Wallis 2022.

²¹⁵ Z.B. Kovaleva et al. 2024; Martinez et al. 2024.

Die in dieser Studie am häufigsten genannten Symptomen sind Erbrechen (57,7 %) und Durchfall (46,2 %). Darüber hinaus wurden Blähungen (42,3 %), Magenkrämpfe (42,3 %) und Übelkeit (30,8 %) häufig berichtet.

Bei der Mehrzahl der Athleten traten die Symptome nur gelegentlich (84,6 %) und nicht außerhalb von Training und Wettkampf (65,4 %) auf.

Nur ein geringer Anteil der Athleten, die regelmäßig Magen-Darm-Beschwerden haben, haben Nahrungsergänzungsmittel (NEM) zur Linderung der Symptome ausprobiert. Dabei haben signifikant mehr Frauen (28,6 %) als Männer (9,5 %, $p = 0,0043$) auf NEM zurückgegriffen. Gründe dafür können nur vermutet werden, zum Beispiel Unkenntnis über verschiedene Nahrungsergänzungsmittel zur Verbesserung von Beschwerden, allgemeine Skepsis gegenüber Nahrungsergänzungsmitteln, vor allem im Hinblick auf Verunreinigungen („Doping“), fehlende ernährungstherapeutische/medizinische Beratung und Überzeugung, dass die Symptome zum Laufen dazugehören. Diese Gründe könnten einzeln oder in Kombination dazu führen, dass nur ein relativ kleiner Prozentsatz der Teilnehmer NEM ausprobiert hat, trotz des Vorkommens gastrointestinaler Beschwerden. Es wäre sinnvoll, in zukünftigen Studien weitere Fragen zu stellen, um die Motivationen und Barrieren für die Nutzung von NEM genauer zu verstehen. Das am häufigsten genutzte NEM waren Probiotika (72,7 %). Kein Studienteilnehmer hat Kolostrum eingenommen, obwohl es vielversprechende Forschung dazu gibt.²¹⁶ Einzelne Studienteilnehmer ($n=2$) haben im Freitextfeld zudem den Konsum von Medikamenten (Antiemetikum) angegeben, die jedoch nicht unter die Definition von NEM fallen.

Die Mehrheit der Athleten (63,6 %) hat eine Verbesserung der Symptome angegeben. Das einzige NEM, bei dem über keine positive Wirkung berichtet wurde, ist Pfefferminze, wobei anzumerken ist, dass nur ein einzelner Athlet Pfefferminze als NEM eingenommen hat.

Tabelle 12: Berichtete Effektivität verschiedener NEM²¹⁷

NEM	Probiotika	Ingwer	Glutamin	Pfefferminz	Zink-Carnosin	Citrullin
Verbesserung der Symptome	56,3 %	66,7 %	66,7 %	0 %	100 %	100 %

²¹⁶ Davison et al. 2016; Hałasa et al. 2017; Hałasa et al. 2020; March et al. 2017; Marchbank et al. 2011.

²¹⁷ Angabe „I’m not sure.“ blieb unberücksichtigt. Berücksichtigt wurde nur eine eindeutig bejahte Verbesserung der Symptome.

79,9 % aller Athleten konsumieren wenigstens einmal pro Woche probiotische Lebensmittel. Zwischen dem Verzehr probiotischer Lebensmittel und dem Auftreten von gastrointestinalen Beschwerden hat die Befragung keinen signifikanten Zusammenhang gezeigt ($p = 0,49$). Das gleiche gilt für das Auftreten von Infektionen ($p = 0,57$). Demgegenüber konnten verschiedene Übersichtsarbeiten²¹⁸ zeigen, dass eine Supplementierung mit Probiotika verschiedene Parameter verbesserte, u.a. weniger gastrointestinale Symptome und weniger Infektionen der oberen Atemwege. Darüber hinaus zeigten mehrere Studien, dass eine Ergänzung mit probiotischen Nahrungsergänzungsmitteln zu einer Leistungsverbesserung beigetragen kann (zum Beispiel Verbesserung der Laktat-, Kreatinkinase (CK)- und Ammoniakkonzentration).²¹⁹ Gründe für die divergierenden Ergebnisse könnten sein, dass in den untersuchten Studien systematisch mit Probiotika supplementiert wurde und in dieser Befragung nur die habituelle Zufuhr von probiotischen Lebensmitteln abgefragt wurde. Es wurde weder nach der Menge noch der Art der probiotischen Lebensmittel gefragt. Außerdem könnte die Stichprobe dieser Befragung zu gering sein. Mehr als die Hälfte der Athleten, die probiotische Nahrungsergänzungsmittel gezielt gegen gastrointestinale Symptome eingesetzt haben, konnten insgesamt eine Verbesserung berichten (56,3 %).

Die Korrelation zwischen körperlicher Fitness und dem Mikrobiom ist vielfältig. Das Darmmikrobiom kann eine Schlüsselrolle bei der Kontrolle von oxidativem Stress und Entzündungsreaktionen sowie bei der Verbesserung des Stoffwechsels und des Energieverbrauchs während intensiver körperlicher Betätigung spielen.²²⁰ Es wurde festgestellt, dass sich Bewegung positiv auf die Zusammensetzung des Mikrobioms auswirken, was zu verschiedenen gesundheitlichen Vorteilen für den Sportler führt.²²¹ Gleichzeitig konsumieren Ausdauersportler oftmals viele einfache Kohlenhydrate, was sich potenziell negativ auf das Darmmikrobiom auswirkt. Die bisherigen Studienergebnisse, die einen positiven Effekt von Probiotika als Nahrungsergänzungsmittel für verbesserte Gesundheits- und Leistungsmarker zeigen, legen weitere Forschung im Hinblick auf den gezielten Einsatz von Probiotika zur Verbesserung von gastrointestinalen Beschwerden nahe. Studien, die die Auswirkung von probiotischen Lebensmitteln auf gastrointestinale Beschwerden, Infekte und weitere Gesundheitsmarker bei (Ultra-)Ausdauersportlern untersuchen, fehlen.

²¹⁸ Kearns et al. 2024; Leite et al. 2019.

²¹⁹ Kearns et al. 2024.

²²⁰ Mach und Fuster-Botella 2017.

²²¹ Patel et al. 2024.

5.2 Prüfung der Hypothesen

Im nachfolgenden Abschnitt werden die eingangs unter 1.3 aufgeworfenen Hypothesen mittels Chi²-Test und binär logistischer Regression überprüft.

5.2.1 Hypothese 1

Eine unzureichende Energiezufuhr ist positiv korreliert mit einer höheren Rate an gastrointestinalen Beschwerden während des Trainings und Rennens.

In den Fragen 1, 3a und 3b wurden Ernährungspraktiken abgefragt, die auf eine erhöhte Energiezufuhr an intensiven Trainingstagen und rund um Schlüsseleinheiten zielen. Zur Überprüfung der Hypothese wurde daher mittels binär logistischer Regression versucht, den Zusammenhang zwischen diesen Ernährungspraktiken und dem Auftreten gastrointestinaler Symptome zu modellieren. Das resultierende Cox & Snell R-Quadrat von 0,042 deutet jedoch daraufhin, dass das Modell nicht in der Lage ist, das Auftreten der Symptome auf der Grundlage der erhobenen Ernährungsdaten vorherzusagen. Werden die einzelnen Variablen separat betrachtet, so fällt auf, dass einzig die Nahrungszufuhr unmittelbar vor Schlüsseleinheiten (Frage 3a) signifikant negativ mit dem Auftreten von gastrointestinalen ist ($p = 0,031$) korreliert. Zwischen einer erhöhten Nahrungszufuhr insgesamt an intensiven Trainingstagen ($p = 0,751$) und der Energieaufnahme unmittelbar nach einer Schlüsseleinheit ($p = 0,666$) konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden (Tabelle 11).

Daraufhin wurden weitere Kofaktoren (Alter, Geschlecht und Trainingsumfang), die einen potenziellen Zusammenhang zum Auftreten gastrointestinaler Symptome haben könnten und den Einfluss der Ernährungspraktiken modellieren, exploratorisch hinzugefügt. Allerdings konnte auch mit dieser Erweiterung kein Modell entwickelt werden, dass das Auftreten gastrointestinaler Symptome erklärt (Tabelle 12; R-Quadrat = 0,053).

Auf Basis der Ergebnisse dieser Umfrage lässt sich die Hypothese nicht bestätigen. Ein möglicher Grund hierfür könnte in der verzerrten Verteilung des Auftretens gastrointestinaler Symptome liegen (Tabelle 13). Eine überwältigende Mehrheit von 80,6 % der befragten Athleten berichtete, keine gastrointestinalen Beschwerden zu haben. Diese unausgewogene Verteilung erschwert die Entwicklung eines Modells, das die Wahrscheinlichkeit des Auftretens solcher Symptome adäquat erklären kann. Selbst bei der Nullhypothese besteht bereits eine 80,6%ige Wahrscheinlichkeit, dass keine Symptome auftreten, was die Identifikation relevanter Einflussfaktoren auf das Auftreten der Symptome kompliziert macht. Angesichts dieser Ergebnisse lässt sich vermuten, dass die Stichprobengröße möglicherweise zu klein ist, um einen signifikanten Effekt nachzuweisen. Eine größere und ausgewogenere Stichprobe könnte helfen, subtilere Zusammenhänge zwischen der Energieaufnahme und dem Auftreten

gastrointestinaler Beschwerden aufzudecken. Weitere Untersuchungen mit einer breiteren und diverseren Teilnehmergruppe wären erforderlich, um die bestehende Hypothese fundierter zu überprüfen.

Ein weiterer Grund könnte darin liegen, dass in dieser Untersuchung sowohl die Ernährungsfragen als auch die abhängige Variable (das Auftreten von Symptomen) dichotom formuliert wurden, was die Teilnehmer in zwei Kategorien einteilt: "Ja" oder "Nein". Diese binäre Struktur bietet nur eine begrenzte Bandbreite für die Streuung der Antworten und schränkt somit die Variabilität der Daten stark ein. Dadurch wird es schwierig, Unterschiede und Nuancen in den Ernährungspraktiken der Teilnehmer zu erfassen. Die Überwindung der Schwelle zu einem "Ja" in den Antworten stellt somit eine bedeutende Hürde dar, die möglicherweise subtile, aber relevante Beziehungen zwischen Ernährung und Symptomen verdecken könnte.

In Anbetracht dieser Einschränkungen wäre es für zukünftige Studien sinnvoll, Skalenabfragen in Betracht zu ziehen. Solche Skalen könnten eine feinere Differenzierung der Ernährungspraktiken ermöglichen und somit ein breiteres Spektrum an Informationen liefern. Dies würde nicht nur die Analyse potenzieller Zusammenhänge verbessern, sondern auch die Möglichkeit eröffnen, gradierte Unterschiede und Mustervariationen genauer zu erfassen.

Diese Ergebnisse unterstreichen die Komplexität der Beziehung zwischen Energieaufnahme und gastrointestinalen Beschwerden und weisen darauf hin, dass weitere Faktoren in Betracht gezogen werden sollten, um ein besseres Verständnis dieser Zusammenhänge zu erlangen.

Tabelle 13: Modell 1 zur Erklärung des Auftretens von gastrointestinalen Symptomen

Kriterium: Auftreten von gastrointestinalen Symptomen						
Prädiktor	β	SE_{β}	Wald's χ^2	p	OR (e^{β})	95% CI
Konstante	3,277	0,995	10,841	< 0,001	26,498	
More Food (Frage 1 „yes“)	-0,178	0,561	0,101	0,751	0,837	[0,279; 2,511]
Before Workout Fueling (Frage 3a „yes“)	-0,992	0,461	4,639	0,031	0,371	[0,150; 0,915]
After Workout Fueling (Frage 3b „yes“)	-0,212	0,492	0,186	0,666	0,809	[0,309; 2,119]
R^2 (Cox & Snell) = 0,067, R^2 (Nagelkerke) = 0,042; Omnibus-Test: $\chi^2(3) = 5,725$, $p = 0,126$						

Tabelle 14: Modell 2 zur Erklärung des Auftretens von gastrointestinalen Symptomen

Kriterium: Auftreten von gastrointestinalen Symptomen						
Prädiktor	β	SE_{β}	Wald's χ^2	p	OR (e^{β})	95% CI
Konstante	4,554	1,832	6,18	0,013	95,008	
More Food (Frage 1 „yes“)	-0,094	0,577	0,026	0,871	0,911	[0,294; 2,823]
Before Workout Fueling (Frage 3a „yes“)	-1,065	0,49	4,73	0,03	0,345	[0,132; 0,900]
After Workout Fueling (Frage 3b „yes“)	-0,168	0,499	0,114	0,736	0,845	[0,318; 2,247]
Age	-0,021	0,031	0,466	0,495	0,979	[0,921; 1,040]
Gender	-0,487	0,473	1,061	0,303	0,615	[0,234; 1,552]
Training hours	0,064	0,271	0,055	0,814	1,066	[0,627; 1,812]
R ² (Cox & Snell) = 0,053, R ² (Nagelkerke) = 0,085; Omnibus-Test: $\chi^2(3) = 7,281, p = 0,296$						

Tabelle 15: Klassifizierungstabelle

		Vorhergesagt		
		Symptome ja	Symptome nein	Prozentsatz der Richtigen
Beobachtet	ja	0	26	0,0
	nein	0	108	100
Gesamtprozentsatz				80,6

5.2.2 Hypothese 2

Läufer, die im Training regelmäßig Kohlenhydrate zu sich nehmen, haben im Rennen weniger gastrointestinale Beschwerden.

Zur Überprüfung der Hypothese werden die Teilnehmer zunächst in Gruppen eingeteilt: Gruppe 1 nimmt während des Trainings regelmäßig Kohlenhydrate zu sich (Frage 6 mit „yes“ beantwortet) und Gruppe 2 nicht. In beiden Gruppen werden sodann die Häufigkeit und Intensität der gastrointestinalen Beschwerden analysiert. Dazu wird eine Matrix erstellt, die die Häufigkeit der Beschwerden innerhalb jeder Gruppe zeigt.

Tabelle 16: Auftreten von gastrointestinalen Symptomen in Abhängigkeit von Kohlenhydratzufuhr während des Trainings

Ernährungsstrategie	Symptome Ja	Symptome Nein
Carbs during workout Yes	18,4 %	81,6 %
Carbs during workout No	33,3 %	66,7 %

Zwar berichteten Athleten, die im Training nicht regelmäßig Kohlenhydrate zuführen, häufiger über gastrointestinale Beschwerden. Mittels Chi²-Test wurde ermittelt, ob dieser Unterschied signifikant ist. Der Test hat jedoch ergeben, dass der Unterschied nicht signifikant ist ($p = 0,27$), so dass auch diese Hypothese verworfen werden muss.

5.2.3 Hypothese 3

Läufer, die mit einer Ernährungsfachkraft zusammenarbeiten, haben eine geringere Inzidenz gastrointestinaler Symptome während des Trainings und Wettbewerbs im Vergleich zu denen, die dies nicht tun.

Zur Überprüfung der Hypothese werden die Teilnehmer zunächst in Gruppen eingeteilt: Gruppe 1 hat bereits mit einer Ernährungsfachkraft zusammengearbeitet und Gruppe 2 nicht. In beiden Gruppen werden sodann die Häufigkeit der gastrointestinalen Beschwerden analysiert. Dazu wird eine Matrix erstellt, die die Häufigkeit der Beschwerden innerhalb jeder Gruppe zeigt.

Tabelle 17: Auftreten von gastrointestinalen Symptomen in Abhängigkeit von der Zusammenarbeit mit einer Ernährungsfachkraft

Merkmal	Symptome Ja	Symptome Nein
Zusammenarbeit mit Ernährungsfachkraft Yes	38,9 %	61,1 %
Zusammenarbeit mit Ernährungsfachkraft No	16,4 %	83,4 %

Die Durchführung des Chi²-Tests auf Unabhängigkeit ergibt, dass Sportler, die bereits mit einer Ernährungsfachkraft zusammengearbeitet haben, signifikant häufiger unter gastrointestinalen Symptomen leiden ($p = 0,02$). Dieses Ergebnis ist konträr zur aufgestellten Hypothese, so dass diese zu verwerfen ist. Mögliche Gründe dafür können nur vermutet werden. Es könnte sich um einen *Selection Bias* handeln, d.h. Sportler, die unter gastrointestinalen Symptomen leiden, könnten eher geneigt sein, sich Unterstützung durch eine Ernährungsfachkraft zu holen. Demgegenüber ist nicht zu erwarten, dass die Symptome durch die Zusammenarbeit mit der Ernährungsfachkraft erstmalig aufgetreten sind. Es wäre sinnvoll, die genauen Ernährungspraktiken und -umstellungen sowie die persönliche und psychologische Betreuung der Sportler näher zu untersuchen, um herauszufinden, welche Faktoren besonders relevant sind. Ergänzende qualitative Interviews mit den betroffenen Sportlern könnten zusätzliche Einblicke in die Ursachen geben. Um in der Zukunft zu evaluieren, welchen Einfluss die Zusammenarbeit mit einer Ernährungsfachkraft hat, sollte zudem gefragt werden, wie sich die Symptome entwickelt haben.

5.2.4 Hypothese 4

Regelmäßiges Nüchtertraining führt zu einer höheren Rate an Verletzungen und Infekten.

Zur Überprüfung der Hypothese werden die Teilnehmer zunächst in Gruppen eingeteilt: Gruppe 1 geben an, Nüchternläufe in ihr Training einzubauen (Frage 4 mit „yes“ beantwortet). Gruppe 2 trainiert nicht nüchtern (Frage 4 mit „no“ beantwortet). In beiden Gruppen werden sodann die Häufigkeit von Verletzungen und Infektion analysiert. Dazu wird eine Matrix erstellt, die die Häufigkeit der Beschwerden innerhalb jeder Gruppe zeigt.

Die Auswertung mittels Chi²-Test zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Nüchtertraining und dem Auftreten von Verletzungen ($p = 0,811$) und einen leicht statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Nüchtertraining und dem Nicht-Auftreten von Infekten ($p = 0,49$). Dieses Ergebnis ist entgegen der vermuteten Hypothese und auch entgegen der Ergebnisse bisheriger Studien.

Heikura et al. konnten zeigen, dass Athletinnen und Athleten, die regelmäßig ihre Zufuhr an Kohlenhydraten beschränken („train low“; wie beim Nüchtertraining), in einer Querschnittsstudie im Vergleich zu einer Gruppe von Athletinnen und Athleten, die ihre Kohlenhydrataufnahme nicht einschränken, ein 9 % höheres Krankheits- und Verletzungsrisiko hatten.²²² In einer klinischen Kurzzeitstudie mit 28 männlichen Elite-Gehern konnte gezeigt werden, dass bereits eine kurzfristige Beschränkung der Energiezufuhr zu geringfügigen, jedoch ungünstigen Veränderungen der Immunfunktion und den Stressreaktionen führte. Dies konnte insbesondere durch eine verringerte Anzahl an Lymphozyten und einer erhöhten Anzahl an Monozyten im Blut nachgewiesen werden.²²³

Tabelle 18: Auftreten von Verletzungen in Abhängigkeit von Nüchtertraining

Ernährungsstrategie	Verletzung Ja	Verletzung Nein
Fasted Training Yes	47,8 %	52,2 %
Fasted Training No	50,0 %	50,0 %

²²² Heikura et al. 2017.

²²³ McKay et al. 2022.

Tabelle 19: Auftreten von Infekten in Abhängigkeit von Nüchterntraining

Ernährungsstrategie	Verletzung Ja	Verletzung Nein
Fasted Training Yes	37,0 %	63,0 %
Fasted Training No	62,5 %	37,5 %

5.3 Diskussion der Methodik / kritische Erwägungen

Nach Durchführung der Befragung und Auswertung des Fragebogens lassen sich sowohl Stärken als auch verbesserungswürdige Aspekte im Hinblick auf die Methodik benennen.

Der Fragebogen bietet zunächst praktische Vorteile gegenüber anderen Methoden. Im Vergleich zu Einzelinterviews bietet der Fragebogen eine ökonomischere Erhebung von Daten, da er eine große Anzahl von Teilnehmern gleichzeitig ansprechen kann. Dies ermöglicht eine breitere und repräsentativere Datenerfassung, die zu verallgemeinerbaren Ergebnissen führen kann. Fragebögen sind auch in der Lage, standardisiert und systematisch große Mengen an quantitativen Daten zu sammeln, was die statistische Analyse und Identifikation von Korrelationen erleichtert. Zudem bieten die Ergebnisse aus einer Umfrage mit einer Vielzahl von Teilnehmern Ansatzpunkte für künftige intensivere Forschung, z.B. durch Einzelinterviews.

Die Fragen zu den Ernährungsstrategien sind detailliert und berücksichtigen Unterschiede in der Nahrungsaufnahme basierend auf der Trainingsintensität und -häufigkeit. Dies ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der Ernährungsgewohnheiten in verschiedenen Trainingsphasen. Durch die Erfassung allgemeiner Informationen wie Alter, Geschlecht und professionelle versus freizeitorientierte Teilnahme am Laufsport wird ein Kontext geschaffen, der die Analyse von Untergruppen innerhalb der Läufergemeinschaft ermöglicht.

Der Fragebogen fragt spezifisch nach unterschiedlichen Arten von gastrointestinalen Beschwerden und deren Häufigkeit, was eine gezielte Analyse der weit verbreiteten Probleme bei Ausdauersportlern ermöglicht.

Schließlich deckt der Fragebogen ein breites Spektrum an Themen ab, das von allgemeinen Informationen zur Trainingserfahrung über spezifische Ernährungspraktiken bis hin zu gastrointestinalen Beschwerden reicht. Diese umfassende Abdeckung ermöglicht es, vielfältige Aspekte des Ernährungsverhaltens von Ultraläufern zu beleuchten.

Hierin kann zugleich eine Schwäche gesehen werden, weil der Fragebogen als zu breit angesehen werden kann.

Selbstberichtete Daten sind zudem anfällig für verschiedene Verzerrungen, wie z.B. sozial erwünschtes Antwortverhalten. Teilnehmer könnten dazu neigen, ihre Ernährungsgewohnheiten oder gesundheitlichen Beschwerden positiver darzustellen. Dem wird durch die anonyme Befragung entgegengewirkt.

An einigen Stellen könnte der Fragebogen präziser formuliert sein. Beispielsweise die Frage nach der Periodisierung von Kohlenhydraten lässt vermuten, dass nicht allen Athleten das Konzept dahinter klar war, sondern sie darin eine Maßnahme der Energieeinschränkung gesehen haben. Auch wenn die Auswertung dadurch erschwert wird, könnten mehr offene

Antwortmöglichkeiten helfen, spezifische Aspekte von nicht-standardisierten Praktiken zu erfassen. In Bezug auf gastrointestinale Beschwerden würden detailreichere Antwortoptionen helfen, die spezifischen Trigger oder Situationen einzubeziehen.

In Bezug auf die Betreuung durch eine Ernährungsfachkraft wird lediglich gefragt, ob eine professionelle Beratung in Anspruch genommen wurde. Diese Frage könnte durch Details zur Häufigkeit, Dauer und Art der Beratung erweitert werden, um die Tiefe der Betreuung abzubilden. Zudem fehlen Informationen darüber, welche Strategien mit der Ernährungsfachkraft erlernt wurden und ob diese geholfen haben, das Ernährungsproblem zu lösen.

Der Fragebogen ist als Querschnittstudie konzipiert, was lediglich Korrelationen, aber keine kausalen Zusammenhänge zwischen Ernährungsgewohnheiten und gastrointestinalen Beschwerden aufzeigen kann. Längsschnittstudien wären besser geeignet, um kausale Beziehungen zu untersuchen, allerdings wäre die Durchführung deutlich komplexer und aufwändiger. Es wäre zu erwarten, deutlich weniger Rückmeldungen zu erhalten, weil Teilnehmer zwischendurch abbrechen.

5.4 Implikationen für die Praxis und zukünftige Forschung

Die Deckung des Energiebedarfs und die damit verbundene Bereitstellung von Makro- und Mikronährstoffen für das Ultramarathontraining und Ultramarathonrennen bedarf gemäß den allgemeinen Konsensrichtlinien für Ausdauertraining genauer Planung.²²⁴ Die bisherige Forschung deutet darauf hin, dass es für wettkampforientierte Ultramarathonläufer schwierig ist, die Ernährungsempfehlungen in der Praxis umzusetzen, insbesondere während intensiven Trainingsphasen oder der Wettkampfphase.²²⁵

Tatsächlich haben die Ergebnisse dieser Studie gezeigt, dass die Mehrheit der Athleten spezielle Ernährungsstrategien befolgt, um die Energieaufnahme an die jeweiligen Trainingsherausforderungen anzupassen. Allerdings bleibt offen – und dies konnte mit dem Fragebogen dieser Studie nicht erfasst werden –, ob diese Anpassungen (quantitativ) ausreichen, um eine ausreichende Energieversorgung allgemein und insbesondere eine ausreichende Kohlenhydratverfügbarkeit zu gewährleisten. Um dies zu erfassen, sind detailliertere Angaben der Athleten und des jeweiligen Trainings sowie den konkreten Ernährungspraktiken erforderlich. So kann der Energiebedarf bestimmt und dann mit der Zufuhr abgeglichen werden. Hier ist weitere Forschung notwendig.

Ergebnisse aus der Forschung und Praxis deuten darauf hin, dass ein *Gut Training* die Magenentleerung und -absorption verbessern und die Wahrscheinlichkeit und/oder den Schweregrad von Magen-Darm-Problemen verringern kann, wodurch die Ausdauerleistung verbessert und die Leistungsfähigkeit des Athleten gesteigert wird. Der Darm ist ein wichtiges Organ für Ausdauersportler und sollte auf die Bedingungen trainiert werden, unter denen er funktionieren muss.²²⁶ Zukünftige Forschung sollte sich darauf konzentrieren, wie der Darm am effektivsten trainiert werden. Offensichtlich sind Maßnahmen wie regelmäßig Kohlenhydrate im Training zuführen. Darüber hinaus könnten Strategien von außerhalb des Sports ausgetestet werden. Im Bereich des Wettessens wird beispielsweise der Konsum großer Mengen Wasser (mit Elektrolyten) oder wässrigen Lebensmitteln wie Wassermelone geübt, um den Magen-Darm-Trakt an die Ausweitung zu gewöhnen.²²⁷ Diese Idee wurde in der sporternährungswissenschaftlichen Literatur zwar bereits theoretisch auf das Darmtraining übertragen.²²⁸ Allerdings zeigt eine aktuelle Übersichtsarbeit von Martinez et al. aus dem Jahr 2023 zu Darmtraining, dass Darmtraining in dieser Form bislang nicht systematisch untersucht wurde, sondern in vorhandenen Studien vielmehr auf die oberen Zufuhrempfehlungen aktueller Sporternährungsrichtlinien abgestellt und die Umsetzung dieser untersucht wurde.²²⁹ Einen

²²⁴ Thomas et al. 2016.

²²⁵ Costa et al. 2013a; Costa et al. 2013b; Heaney et al. 2011.

²²⁶ Jeukendrup 2017.

²²⁷ Rössner 2017.

²²⁸ Jeukendrup 2017.

²²⁹ Martinez et al. 2023.

anekdotischen Nachweis gibt es von David Roche, einem amerikanischen Ultramarathonläufer, der sich mit einer ungewöhnlichen Strategie daran gewöhnt hat, 120 g Kohlenhydrate pro Stunde zu konsumieren und trotz dieser hohen Energiezufuhr sportliche Höchstleistung zu erbringen. Er hat vor dem Training regelmäßig große Volumen Flüssigkeit (z.B. Wasser mit Elektrolyten) oder Nahrung (z.B. Wassermelone) konsumiert sowie seinen Bedarf an Kohlenhydraten pro Stunde in einem Mal zu sich genommen anstatt alle 15-20 Minuten einen Teil zu verzehren. Er selbst schätzt diese Adaptation als entscheidend dafür ein, dass es ihm im August 2024 gelang, den bis dahin unerreichbaren Streckenrekord beim Leadville Trail Race, einem 100 Meilen Rennen in Colorado, USA, zu brechen.²³⁰

Da zudem aktuelle Ernährungsempfehlungen für allgemeine Ausdauersportarten überwiegend aus kontrollierten Laborumgebungen, von hoch trainierten Personen, aus unterschiedlichen Modalitäten (z. B. Laufen, Ausdauer-Radfahren u.a.) und kürzeren Distanzen als bei typischen Ultramarathonläufen stammen, ist es plausibel, dass diese aktuellen Empfehlungen angepasst werden müssen, um den speziellen Anforderungen des Ultramarathontrainings gerecht zu werden. Dieses stellt nicht nur angesichts des Trainingsumfangs besondere Herausforderungen. Ähnlich hohe Trainingszeiten sind auch im Radsport vorzufinden. Allerdings gestaltet sich die Energieaufnahme rund um das Training deutlich schwieriger, weil das Laufen eher zu gastrointestinalen Beschwerden führt.²³¹ In diesem Bereich sind daher weitere Untersuchungen erforderlich, einschließlich einer umfassenden und genauen Bewertung und Analyse der Ernährungsprotokolle erfolgreicher Ultramarathonläufer und eines Vergleichs mit Empfehlungen für Ausdauertraining und der Rolle der empfohlenen Energie- und Nährstoffzufuhr für Marker der Energiestoffwechselkinetik, physiologische und psychophysiologische Anomalien, gastrointestinale Beschwerden und Leistungsmarker.

Im Hinblick darauf, das Auftreten gastrointestinaler Symptome besser zu erklären, hat diese Arbeit wichtige Erkenntnisse über die bestehenden Herausforderungen bei der Erforschung des Zusammenhangs zwischen Energieaufnahme und gastrointestinalen Beschwerden bei Trail- und Ultraläufern geliefert. Angesichts der beschränkten Aussagekraft der aktuellen Umfrageansätze und der begrenzten Variabilität der Daten eröffnen sich mehrere vielversprechende Richtungen für zukünftige Forschung. Erstens wäre es sinnvoll, die Stichprobengröße zu erweitern und eine diversere Teilnehmergruppe einzubeziehen, um eine repräsentativere Datenbasis zu schaffen und die statistische Aussagekraft zu erhöhen. Eine breitere Auswahl

²³⁰ Er spricht darüber im Podcast „Some work all play“, den er zusammen mit seiner Frau Megan betreibt, Folge 220 vom 20. August 2024, abrufbar unter <https://swaprunning.com/podcast> (zuletzt abgerufen am 31. Oktober 2024), Er hat beispielsweise seinen gesamten Flüssigkeitsbedarf und Energiebedarf für eine Stunde in einer Portion zu sich genommen.

²³¹ Peters et al. 2000; siehe ausführlich oben 2.3.2.

an Probanden könnte helfen, die Verteilung der Symptome ausgewogener zu gestalten und damit präzisere Schlussfolgerungen zu ermöglichen.

Zweitens sollten zukünftige Studien einen stärkeren Fokus auf die Erhebung differenzierter Daten legen, beispielsweise durch den Einsatz von Skalenabfragen anstelle dichotomer Fragen. Dies würde eine feinere Unterscheidung in den Ernährungsgewohnheiten und deren möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit der Athleten ermöglichen.

Drittens könnten auch qualitative Ansätze, wie Interviews oder detaillierte Ernährungstagebücher, wertvolle Einblicke in individuelle Ernährungsstrategien und deren Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden liefern. Diese qualitativen Daten könnten helfen, die quantitativen Ergebnisse zu ergänzen und ein umfassenderes Bild der Zusammenhänge zu zeichnen.

Insgesamt zeigt diese Studie, dass es notwendig ist, die Methodik zu verfeinern und die Reichweite der Erhebungen zu erweitern, um die komplexen Beziehungen zwischen Ernährung und Gesundheit im Bereich des Ultraausdauersports besser verstehen zu können. Zukünftige Forschungen sollten darauf abzielen, diese Defizite zu adressieren und tiefere Einblicke in die Ernährungsanforderungen und die physische Belastbarkeit von Trail- und Ultraläufern zu gewinnen.

6. Fazit und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, Ernährungspraktiken von Ultraläufers zu untersuchen und Korrelation zum Auftreten gastrointestinaler Symptome herzustellen.

Ultraläufer haben große Energiebedürfnisse. Extreme Energiedefizite sind ein häufiges Merkmal von längeren Ultramarathonläufen und wurden mit schlechter Erholungsqualität und anhaltender Ermüdung in Verbindung gebracht.²³² Dauerhafte oder vorübergehende, zu geringe Energie- (und Nährstoff-)zufuhr rechtfertigt die Einstufung von Ultramarathonläufern als Hochrisikogruppe für die Entwicklung von RED-S, des Übertrainingssyndrom, belastungsinduzierter gastrointestinaler Symptome, von Weichteilverletzungen und Erkrankungen/Infektionen mit den damit verbundenen akuten und chronischen gesundheitlichen Auswirkungen von klinischer Bedeutung.²³³ Angesichts der andauernden hohen Trainingsumfänge ist es sehr wichtig, täglich eine adäquate Energieversorgung zu gewährleisten, um Energiemangelzustände zu vermeiden, die sich mangels längerer Ruhephasen ohne Intervention intensivieren dürften. Das unterstreicht die Wichtigkeit einer strategischen Ernährungsplanung.

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Mehrzahl der Athleten ihre Ernährung an ihre Trainingsbelastung anpasst, indem sie an Tagen mit intensiverem Training mehr isst oder vor und während harten Trainingseinheiten gezielt Nahrung zu sich nimmt. Nach intensiven Trainingseinheiten priorisieren jedoch weniger als die Hälfte der Athleten eine erhöhte Nahrungszufuhr. Damit entgeht die Möglichkeit, die Glykogenspeicher aufzufüllen und durch die Zufuhr von Protein Reparaturprozesse zu unterstützen. Insgesamt zeigt sich ein heterogenes Bild hinsichtlich der Umsetzung von speziellen Ernährungspraktiken und den zugrundeliegenden Motiven. Aus den Antworten lässt sich entnehmen, dass vielfach gewichtsbezogene Gründe im Vordergrund stehen. Die Mehrheit der Athleten dürfte ihr Ernährungswissen von anderen Athleten oder Websites haben, da nur ein geringer Anteil mit einer Ernährungsfachkraft zusammengearbeitet hat. Im Vergleich mit den aktuellen Sporternährungsempfehlungen für (Ultra-)Ausdauersportarten sind gute Ansätze im Verhalten der Athleten erkennbar, allerdings mit großer Varianz und Möglichkeiten der Verbesserung.

Auffällig ist die deutlich geringere Inzidenz von gastrointestinalen Beschwerden in dieser Studie im Vergleich zu Studien in der Vergangenheit. Hier ist weitere Forschung notwendig, um zu evaluieren, ob die Inzidenz insgesamt geringer wird, möglicherweise durch bessere Aufklärung über die Bedeutung von adäquater Energie- und vor allem Kohlenhydratzufuhr sowie besseren, d.h. besser verträglichen und absorbierbaren, Sporternährungsprodukten. Wie zuvor

²³² Costa et al. 2013a; Costa et al. 2014a.

²³³ Costa et al. 2017; Lewis et al. 2015; Mountjoy et al. 2023; Schwellnus et al. 2016; Soligard et al. 2016.

erläutert sind die meisten Studien zur Inzidenz von gastrointestinalen Symptomen mehr als zehn Jahre alt.

Keine der zuvor aufgestellten Hypothesen konnte bestätigt werden. Mit den vorhandenen Daten konnte kein Modell entwickelt werden, mit dem das Auftreten gastrointestinaler Symptome zuverlässig erklärt werden kann (Hypothese 1). Läufer, die im Training regelmäßig Kohlenhydrate zuführen, haben zwar eine geringere Inzidenz von gastrointestinalen Symptomen im Vergleich zu Läufern, die dies nicht regelmäßig praktizieren. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant (Hypothese 2). Lediglich zwischen einer sorgfältigen und geplanten Energieaufnahme vor dem Training und dem Auftreten gastrointestinaler Symptome konnte ein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden, der als solches jedoch nicht ausreicht, um das Auftreten gastrointestinaler Symptome vollständig vorherzusagen. Entgegen der Vermutung bestand in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen der Zusammenarbeit mit einer Ernährungsfachkraft und einer geringeren Inzidenz von gastrointestinalen Symptomen (Hypothese 3). Vielmehr hatten Athleten, die mit einer Ernährungsfachkraft zusammengearbeitet haben, eher gastrointestinale Probleme. Dies dürfte aber eher auf einen *Selection Bias* zurückzuführen sein, zumal nicht abgefragt wurde, ob sich die Symptome durch die Zusammenarbeit verbessert oder verschlechtert haben. Auch wenn Energiemangelzustände in der Forschung mit erhöhten Infektions- und Verletzungsraten in Verbindung gebracht wurden, konnte in dieser Studie ein solcher Zusammenhang zwischen regelmäßigem Nüchterntraining und erhöhten Verletzungs- und Infektionsraten nicht nachgewiesen werden (Hypothese 4). Entgegen bisheriger Forschungsergebnisse hatten Läufer, die regelmäßig nüchtern trainieren sogar eine geringere Inzidenz von Infekten.

Insgesamt ist daher weitere Forschung erforderlich, um Aufschluss über weitere Risikofaktoren für das Auftreten gastrointestinaler Symptome zu erlangen. Auf diesen Ergebnissen aufbauend ist dann vertiefende Untersuchungen erforderlich, um allgemeine Strategien zu entwickeln, aufgetretene Symptome zu lindern. Die Inzidenz von gastrointestinalen liegt auch in dieser Studie immer noch bei 18,6 %, was bedeutet, dass fast einer von fünf Sportlern unter Magen-Darm-Symptomen leidet, die katastrophale Effekte auf das Abschneiden im Wettkampf und teilweise langfristige negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben können. Es bleibt anzunehmen, dass das Interesse in dieses Forschungsfeld angesichts der wachsenden Teilnehmerzahlen bei Ultraausdauerveranstaltungen wächst.

Literaturverzeichnis

- Achamrah, Najate; Déchelotte, Pierre; Coëffier, Moïse (2017): Glutamine and the regulation of intestinal permeability: from bench to bedside. In: *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 20 (1), S. 86–91. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000339.
- Ainsworth, Barbara E.; Haskell, William L.; Herrmann, Stephen D.; Meckes, Nathanael; Bassett, David R.; Tudor-Locke, Catrine et al. (2011): 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. In: *Medicine and science in sports and exercise* 43 (8), S. 1575–1581. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31821ece12.
- Alcock, Rebekah; McCubbin, Alan; Camões-Costa, Vera; Costa, Ricardo J. S. (2018): Case Study: Providing Nutritional Support to an Ultraendurance Runner in Preparation for a Self-Sufficient Multistage Ultramarathon: Rationed Versus Full Energy Provisions. In: *Wilderness & Environmental Medicine* 29 (4), S. 508–520. DOI: 10.1016/j.wem.2018.06.004.
- Applegate, E. A. (1991): Nutritional considerations for ultraendurance performance. In: *International Journal of Sport Nutrition* 1 (2), S. 118–126. DOI: 10.1123/ijsn.1.2.118.
- Arribalzaga, Soledad; Viribay, Aitor; Calleja-González, Julio; Fernández-Lázaro, Diego; Castañeda-Babarro, Arkaitz; Mielgo-Ayuso, Juan (2021): Relationship of Carbohydrate Intake during a Single-Stage One-Day Ultra-Trail Race with Fatigue Outcomes and Gastrointestinal Problems: A Systematic Review. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (11). DOI: 10.3390/ijerph18115737.
- Arruda, Ana Paula Nappi; Zhang, Yuchen; Goma, Huda; Bergamaschi, Cristiane de Cássia; Guimaraes, Caio Chaves; Righesso, Leonardo A. R. et al. (2019): Herbal medications for anxiety, depression, pain, nausea and vomiting related to preoperative surgical patients: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. In: *BMJ Open* 9 (5), e023729. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-023729.
- Baar, Keith; McGee, Sean (2008): Optimizing training adaptations by manipulating glycogen. In: *European Journal of Sport Science* 8 (2), S. 97–106. DOI: 10.1080/17461390801919094.
- Badenhorst, Claire E.; Dawson, Brian; Cox, Gregory R.; Laarakkers, Coby M.; Swinkels, Dorine W.; Peeling, Peter (2015): Acute dietary carbohydrate manipulation and the subsequent inflammatory and hepcidin responses to exercise. In: *European Journal of Applied Physiology* 115 (12), S. 2521–2530. DOI: 10.1007/s00421-015-3252-3.
- Bagwe, Siddhi; Tharappel, Leo J. P.; Kaur, Ginpreet; Buttar, Harpal S. (2015): Bovine colostrum: an emerging nutraceutical. In: *Journal of complementary & integrative medicine* 12 (3), S. 175–185. DOI: 10.1515/jcim-2014-0039.
- Baliga, Manjeshwar Shrinath; Haniadka, Raghavendra; Pereira, Manisha Maria; D'Souza, Jason Jerome; Pallaty, Princy Louis; Bhat, Harshith P.; Popuri, Sandhya (2011): Update on the chemopreventive effects of ginger and its phytochemicals. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51 (6), S. 499–523. DOI: 10.1080/10408391003698669.
- Bartlett, Jonathan D.; Hawley, John A.; Morton, James P. (2015): Carbohydrate availability and exercise training adaptation: too much of a good thing? In: *European Journal of Sport Science* 15 (1), S. 3–12. DOI: 10.1080/17461391.2014.920926.
- Baska, R. S.; Moses, F. M.; Graeber, G.; Kearney, G. (1990): Gastrointestinal bleeding during an ultramarathon. In: *Digestive diseases and sciences* 35 (2), S. 276–279. DOI: 10.1007/BF01536777.

Baur, Daniel A.; Saunders, Michael J. (2021): Carbohydrate supplementation: a critical review of recent innovations. In: *European Journal of Applied Physiology* 121 (1), S. 23–66. DOI: 10.1007/s00421-020-04534-y.

Blennerhassett, Claire; McNaughton, Lars R.; Cronin, Lorcan; Sparks, S. Andy (2019): Development and Implementation of a Nutrition Knowledge Questionnaire for Ultraendurance Athletes. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 29 (1), S. 39–45. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0322.

Bonilla, Diego A.; Pérez-Idárraga, Alexandra; Odriozola-Martínez, Adrián; Kreider, Richard B. (2020): The 4R's Framework of Nutritional Strategies for Post-Exercise Recovery: A Review with Emphasis on New Generation of Carbohydrates. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (1), S. 103. DOI: 10.3390/ijerph18010103.

Brennan, Connery J.; Axelrod, Christopher L.; Paul, Deborah; Hull, Michaela; Kirwan, John P. (2018): Effects Of A Novel Probiotic On Exercise-Induced Gut Permeability and Microbiota in Endurance Athletes. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 50 (5S), S. 840. DOI: 10.1249/01.mss.0000538764.55259.9c.

Brouns, F.; Beckers, E. (1993): Is the gut an athletic organ? Digestion, absorption and exercise. In: *Sports Medicine* 15 (4), S. 242–257. DOI: 10.2165/00007256-199315040-00003.

Burke, L. M.; Cox, G. R.; Culmings, N. K.; Desbrow, B. (2001): Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? In: *Sports Medicine* 31 (4), S. 267–299. DOI: 10.2165/00007256-200131040-00003.

Burke, Louise M. (2021): Nutritional approaches to counter performance constraints in high-level sports competition. In: *Experimental Physiology* 106 (12), S. 2304–2323. DOI: 10.1113/EP088188.

Burke, Louise M.; Castell, Linda M.; Casa, Douglas J.; Close, Graeme L.; Costa, Ricardo J. S.; Desbrow, Ben et al. (2019): International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 29 (2), S. 73–84. DOI: 10.1123/IJSNEM.2019-0065.

Burke, Louise M.; Hawley, John A.; Jeukendrup, Asker; Morton, James P.; Stellingwerff, Trent; Maughan, Ronald J. (2018): Toward a Common Understanding of Diet-Exercise Strategies to Manipulate Fuel Availability for Training and Competition Preparation in Endurance Sport. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 28 (5), S. 451–463. DOI: 10.1123/ijsnem.2018-0289.

Burke, Louise M.; Hawley, John A.; Wong, Stephen H. S.; Jeukendrup, Asker E. (2011): Carbohydrates for training and competition. In: *Journal of sports sciences* 29 Suppl 1, S17-27. DOI: 10.1080/02640414.2011.585473.

Burke, Louise M.; Kiens, Bente; Ivy, John L. (2004): Carbohydrates and fat for training and recovery. In: *Journal of sports sciences* 22 (1), S. 15–30. DOI: 10.1080/0264041031000140527.

Burke, Louise M.; Ross, Megan L.; Garvican-Lewis, Laura A.; Welvaert, Marijke; Heikura, Ida A.; Forbes, Sara G. et al. (2017): Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. In: *The Journal of Physiology* 595 (9), S. 2785–2807. DOI: 10.1113/JP273230.

Burke, Louise M.; Sharma, Avish P.; Heikura, Ida A.; Forbes, Sara F.; Holloway, Melissa; McKay, Alannah K. A. et al. (2020): Crisis of confidence averted: Impairment of exercise economy and performance in elite race walkers by ketogenic low carbohydrate, high fat (LCHF) diet is reproducible. In: *PLOS ONE* 15 (6), e0234027. DOI: 10.1371/journal.pone.0234027.

- Chaiyakunapruk, Nathorn; Kitikannakorn, Nantawarn; Nathisuwan, Surakit; Leeprakobboon, Kittiboon; Leelasettagoon, Chutchai (2006): The efficacy of ginger for the prevention of postoperative nausea and vomiting: a meta-analysis. In: *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 194 (1), S. 95–99. DOI: 10.1016/j.ajog.2005.06.046.
- Chang, Wen P.; Peng, Yu X. (2019): Does the Oral Administration of Ginger Reduce Chemotherapy-Induced Nausea and Vomiting?: A Meta-analysis of 10 Randomized Controlled Trials. In: *Cancer Nursing* 42 (6), E14-E23. DOI: 10.1097/NCC.0000000000000648.
- Cintineo, Harry P.; Arent, Michelle A.; Antonio, Jose; Arent, Shawn M. (2018): Effects of Protein Supplementation on Performance and Recovery in Resistance and Endurance Training. In: *Frontiers in Nutrition* 5, S. 83. DOI: 10.3389/fnut.2018.00083.
- Coates, Alexandra M.; Berard, Jordan A.; King, Trevor J.; Burr, Jamie F. (2021): Physiological Determinants of Ultramarathon Trail-Running Performance. In: *International Journal of Sports Physiology and Performance* 16 (10), S. 1454–1461. DOI: 10.1123/ijsp.2020-0766.
- Costa, Matheus S.; Toscano, Luciana T.; Toscano, Lydiane de Lima Tavares; Luna, Vanessa R.; Torres, Rayanne A.; Silva, Janilson A.; Silva, Alexandre S. (2022): Ergogenic potential of foods for performance and recovery: a new alternative in sports supplementation? A systematic review. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 62 (6), S. 1480–1501. DOI: 10.1080/10408398.2020.1844137.
- Costa, R. J. S.; Snipe, R. M. J.; Kitic, C. M.; Gibson, P. R. (2017): Systematic review: exercise-induced gastrointestinal syndrome-implications for health and intestinal disease. In: *Alimentary Pharmacology & Therapeutics* 46 (3), S. 246–265. DOI: 10.1111/apt.14157.
- Costa, R. J. S.; Swancott, Abigail J. M.; Gill, Samantha; Hankey, Joanne; Scheer, Volker; Murray, Andrew; Thake, Charles D. (2013a): Compromised Energy and Macronutrient Intake of Ultra-endurance Runners During a Multi-stage Ultra-marathon Conducted in a Hot Ambient Environment. In: *International Journal of Sports Science* 3 (2), S. 51–62.
- Costa, Ricardo J. S.; Gill, Samantha K.; Hankey, Joanne; Wright, Alice; Marczak, Slawomir (2014a): Perturbed energy balance and hydration status in ultra-endurance runners during a 24 h ultra-marathon. In: *British Journal of Nutrition* 112 (3), S. 428–437. DOI: 10.1017/S0007114514000907.
- Costa, Ricardo J. S.; Gill, Samantha K.; Hankey, Joanne; Wright, Alice; Marczak, Slawomir (2014b): Perturbed energy balance and hydration status in ultra-endurance runners during a 24 h ultra-marathon. In: *British Journal of Nutrition* 112 (3), S. 428–437. DOI: 10.1017/S0007114514000907.
- Costa, Ricardo J. S.; Hoffman, Martin D.; Stellingwerff, Trent (2019a): Considerations for ultra-endurance activities: part 1- nutrition. In: *Research in Sports Medicine* 27 (2), S. 166–181. DOI: 10.1080/15438627.2018.1502188.
- Costa, Ricardo J. S.; Knechtle, Beat; Tarnopolsky, Mark; Hoffman, Martin D. (2019b): Nutrition for Ultramarathon Running: Trail, Track, and Road. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 29 (2), S. 130–140. DOI: 10.1123/ijsnem.2018-0255.
- Costa, Ricardo J. S.; Teixeira, Ana; Rama, Luis; Swancott, Abigail J. M.; Hardy, Lisa D.; Lee, Benjamin et al. (2013b): Water and sodium intake habits and status of ultra-endurance runners during a multi-stage ultra-marathon conducted in a hot ambient environment: an observational field based study. In: *Nutrition Journal* 12 (1), S. 13. DOI: 10.1186/1475-2891-12-13.
- Cox, Gregory R.; Clark, Sally A.; Cox, Amanda J.; Halson, Shona L.; Hargreaves, Mark; Hawley, John A. et al. (2010): Daily training with high carbohydrate availability increases exogenous

carbohydrate oxidation during endurance cycling. In: *Journal of Applied Physiology* 109 (1), S. 126–134. DOI: 10.1152/jappphysiol.00950.2009.

Coyle, E. F. (1991): Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition and recovery. In: *Journal of sports sciences* 9 Spec No, 29-51; discussion 51-2. DOI: 10.1080/02640419108729865.

Cunningham, K. M.; Horowitz, M.; Read, N. W. (1991): The effect of short-term dietary supplementation with glucose on gastric emptying in humans. In: *The British journal of nutrition* 65 (1), S. 15–19. DOI: 10.1079/bjn19910061.

Davison, Glen; Marchbank, Tania; March, Daniel S.; Thatcher, Rhys; Playford, Raymond J. (2016): Zinc carnosine works with bovine colostrum in truncating heavy exercise-induced increase in gut permeability in healthy volunteers. In: *The American Journal of Clinical Nutrition* 104 (2), S. 526–536. DOI: 10.3945/ajcn.116.134403.

Díaz-Jiménez, Jara; Sánchez-Sánchez, Eduardo; Ordoñez, Francisco Javier; Rosety, Ignacio; Díaz, Antonio Jesús; Rosety-Rodriguez, Manuel et al. (2021): Impact of Probiotics on the Performance of Endurance Athletes: A Systematic Review. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (21). DOI: 10.3390/ijerph182111576.

Díaz-Lara, Javier; Reisman, Elizabeth; Botella, Javier; Probert, Bianka; Burke, Louise M.; Bishop, David J.; Lee, Matthew J. (2024): Delaying post-exercise carbohydrate intake impairs next-day exercise capacity but not muscle glycogen or molecular responses. In: *Acta physiologica (Oxford, England)*, e14215. DOI: 10.1111/apha.14215.

Donati Zeppa, Sabrina; Agostini, Deborah; Gervasi, Marco; Annibalini, Giosuè; Amatori, Stefano; Ferrini, Fabio et al. (2019): Mutual Interactions among Exercise, Sport Supplements and Microbiota. In: *Nutrients* 12 (1). DOI: 10.3390/nu12010017.

Duarte, Vivian Ximeno; Giménez-Sánchez, Jaume (2015): Estrategias de suplementacion y función gastrointestinal en atletas de resistencia. In: *Rev Esp Nutr Hum Diet* 19 (3), S. 167–174. DOI: 10.14306/renhyd.19.3.134.

Enqvist, Jonas K.; Mattsson, C. Mikael; Johansson, Patrik H.; Brink-Elfegoun, Thibault; Bakkman, Linda; Ekblom, Björn T. (2010): Energy turnover during 24 hours and 6 days of adventure racing. In: *Journal of sports sciences* 28 (9), S. 947–955. DOI: 10.1080/02640411003734069.

Fensham, Nikita C.; Heikura, Ida A.; McKay, Alannah K. A.; Tee, Nicolin; Ackerman, Kathryn E.; Burke, Louise M. (2022): Short-Term Carbohydrate Restriction Impairs Bone Formation at Rest and During Prolonged Exercise to a Greater Degree than Low Energy Availability. In: *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 37 (10), S. 1915–1925. DOI: 10.1002/jbmr.4658.

Friedman, J. E.; Lemon, P. W. (1989): Effect of chronic endurance exercise on retention of dietary protein. In: *International Journal of Sports Medicine* 10 (2), S. 118–123. DOI: 10.1055/s-2007-1024886.

Gatterer, Hannes; Rauch, Simon; Procter, Emily; Strapazzon, Giacomo; Schenk, Kai (2020): Leistungsbestimmende Faktoren bei kurzen (68 km) und langen (121 km) Berg-Ultramarathon-Wettkämpfen. In: *Sportverletzung · Sportschaden* 34 (2), S. 79–83. DOI: 10.1055/a-1028-8644.

Gejl, Kasper Degn; Nybo, Lars (2021): Performance effects of periodized carbohydrate restriction in endurance trained athletes - a systematic review and meta-analysis. In: *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 18 (1), S. 37. DOI: 10.1186/s12970-021-00435-3.

- Gejl, Kasper Degn; Thams, Line Bork; Hansen, Mette; Rokkedal-Lausch, Torben; Plomgaard, Peter; Nybo, Lars et al. (2017): No Superior Adaptations to Carbohydrate Periodization in Elite Endurance Athletes. In: *Medicine and science in sports and exercise* 49 (12), S. 2486–2497. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001377.
- Glance, Beth W.; Murphy, Christine A.; McHugh, Malachy P. (2002): Food intake and electrolyte status of ultramarathoners competing in extreme heat. In: *Journal of the American College of Nutrition* 21 (6), S. 553–559. DOI: 10.1080/07315724.2002.10719254.
- Gleeson, M.; Blannin, A. K.; Walsh, N. P.; Bishop, N. C.; Clark, A. M. (1998): Effect of low- and high-carbohydrate diets on the plasma glutamine and circulating leukocyte responses to exercise. In: *International Journal of Sport Nutrition* 8 (1), S. 49–59. DOI: 10.1123/ijns.8.1.49.
- Gleeson, Michael (2007): Immune function in sport and exercise. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 103 (2), S. 693–699. DOI: 10.1152/japplphysiol.00008.2007.
- Gleeson, Michael; Bishop, Nicolette C. (2000): Modification of immune responses to exercise by carbohydrate, glutamine and anti-oxidant supplements. In: *Immunol Cell Biol* 78 (5), S. 554–561. DOI: 10.1111/j.1440-1711.2000.t01-6-x.
- Greer, Stephanie M.; Goldstein, Andrea N.; Walker, Matthew P. (2013): The impact of sleep deprivation on food desire in the human brain. In: *Nature Communications* 4, S. 2259. DOI: 10.1038/ncomms3259.
- Grosicki, Gregory J.; Durk, Ryan P.; Bagley, James R. (2019): Rapid gut microbiome changes in a world-class ultramarathon runner. In: *Physiological Reports* 7 (24), e14313. DOI: 10.14814/phy2.14313.
- Guillochon, Mathilde; Rowlands, David S. (2017): Solid, Gel, and Liquid Carbohydrate Format Effects on Gut Comfort and Performance. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 27 (3), S. 247–254. DOI: 10.1123/ijnsnem.2016-0211.
- Hałas, Maciej; Maciejewska, Dominika; Baśkiewicz-Hałas, Magdalena; Machaliński, Bogusław; Safranow, Krzysztof; Stachowska, Ewa (2017): Oral Supplementation with Bovine Colostrum Decreases Intestinal Permeability and Stool Concentrations of Zonulin in Athletes. In: *Nutrients* 9 (4), S. 370. DOI: 10.3390/nu9040370.
- Hałas, Maciej; Maciejewska-Markiewicz, Dominika; Baśkiewicz-Hałas, Magdalena; Safranow, Krzysztof; Stachowska, Ewa (2020): Post-Delivery Milking Delay Influence on the Effect of Oral Supplementation with Bovine Colostrum as Measured with Intestinal Permeability Test. In: *Medicina (Kaunas, Lithuania)* 56 (10). DOI: 10.3390/medicina56100495.
- Hammond, Kelly M.; Sale, Craig; Fraser, William; Tang, Jonathan; Shepherd, Sam O.; Strauss, Juliette A. et al. (2019): Post-exercise carbohydrate and energy availability induce independent effects on skeletal muscle cell signalling and bone turnover: implications for training adaptation. In: *The Journal of Physiology* 597 (18), S. 4779–4796. DOI: 10.1113/JP278209.
- Hawley, J. A.; Dennis, S. C.; Noakes, T. D. (1992): Oxidation of carbohydrate ingested during prolonged endurance exercise. In: *Sports Medicine* 14 (1), S. 27–42. DOI: 10.2165/00007256-199214010-00003.
- Hawley, John A.; Burke, Louise M. (2010): Carbohydrate availability and training adaptation: effects on cell metabolism. In: *Exercise and sport sciences reviews* 38 (4), S. 152–160. DOI: 10.1097/JES.0b013e3181f44dd9.
- Hawley, John A.; Morton, James P. (2014): Ramping up the signal: promoting endurance training adaptation in skeletal muscle by nutritional manipulation. In: *Clinical and experimental pharmacology & physiology* 41 (8), S. 608–613. DOI: 10.1111/1440-1681.12246.

- Heaney, Susan; O'Connor, Helen; Michael, Scott; Gifford, Janelle; Naughton, Geraldine (2011): Nutrition knowledge in athletes: a systematic review. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 21 (3), S. 248–261. DOI: 10.1123/ijsnem.21.3.248.
- Heaton, Lisa E.; Davis, Jon K.; Rawson, Eric S.; Nuccio, Ryan P.; Witard, Oliver C.; Stein, Kimberly W. et al. (2017): Selected In-Season Nutritional Strategies to Enhance Recovery for Team Sport Athletes: A Practical Overview. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 47 (11), S. 2201–2218. DOI: 10.1007/s40279-017-0759-2.
- Heikura, Ida A.; Burke, Louise M.; Hawley, John A.; Ross, Megan L.; Garvican-Lewis, Laura; Sharma, Avish P. et al. (2019): A Short-Term Ketogenic Diet Impairs Markers of Bone Health in Response to Exercise. In: *Frontiers in endocrinology* 10, S. 880. DOI: 10.3389/fendo.2019.00880.
- Heikura, Ida A.; Stellingwerff, Trent; Mero, Antti A.; Uusitalo, Arja Leena Tuulia; Burke, Louise M. (2017): A Mismatch Between Athlete Practice and Current Sports Nutrition Guidelines Among Elite Female and Male Middle- and Long-Distance Athletes. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 27 (4), S. 351–360. DOI: 10.1123/ijsnem.2016-0316.
- Høeg, Tracy Beth; Olson, Emily Miller; Skaggs, Kira; Sainani, Kristin; Fredericson, Michael; Roche, Megan; Kraus, Emily (2022): Prevalence of Female and Male Athlete Triad Risk Factors in Ultramarathon Runners. In: *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 32 (4), S. 375–381. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000956.
- Hoffman, Martin D.; Fogard, Kevin (2011): Factors related to successful completion of a 161-km ultramarathon. In: *International Journal of Sports Physiology and Performance* 6 (1), S. 25–37. DOI: 10.1123/ijsp.6.1.25.
- Hoffman, Martin D.; Ong, June C.; Wang, Gary (2010): Historical analysis of participation in 161 km ultramarathons in North America. In: *The International journal of the history of sport* 27 (11), S. 1877–1891. DOI: 10.1080/09523367.2010.494385.
- Horowitz, M.; Cunningham, K. M.; Wishart, J. M.; Jones, K. L.; Read, N. W. (1996): The effect of short-term dietary supplementation with glucose on gastric emptying of glucose and fructose and oral glucose tolerance in normal subjects. In: *Diabetologia* 39 (4), S. 481–486. DOI: 10.1007/BF00400681.
- Hu, Youchun; Amoah, Adwoa N.; Zhang, Han; Fu, Rong; Qiu, Yanfang; Cao, Yuan et al. (2022): Effect of ginger in the treatment of nausea and vomiting compared with vitamin B6 and placebo during pregnancy: a meta-analysis. In: *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine* 35 (1), S. 187–196. DOI: 10.1080/14767058.2020.1712714.
- HULSTON, CARL J.; Venables, Michelle C.; Mann, Chris H.; Martin, Cara; Philp, Andrew; Baar, Keith; Jeukendrup, Asker E. (2010): Training with Low Muscle Glycogen Enhances Fat Metabolism in Well-Trained Cyclists. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42 (11), S. 2046–2055. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181dd5070.
- Ishihara, Kengo; Uchiyama, Natsuki; Kizaki, Shino; Mori, Emi; Nonaka, Tsutomu; Oneda, Hiroshi (2020): Application of Continuous Glucose Monitoring for Assessment of Individual Carbohydrate Requirement during Ultramarathon Race. In: *Nutrients* 12 (4), S. 1121. DOI: 10.3390/nu12041121.
- Jentjens, Roy L. P. G.; Achten, Juul; Jeukendrup, Asker E. (2004a): High oxidation rates from combined carbohydrates ingested during exercise. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 36 (9), S. 1551–1558. DOI: 10.1249/01.MSS.0000139796.07843.1D.

- Jentjens, Roy L. P. G.; Moseley, Luke; Waring, Rosemary H.; Harding, Leslie K.; Jeukendrup, Asker E. (2004b): Oxidation of combined ingestion of glucose and fructose during exercise. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 96 (4), S. 1277–1284. DOI: 10.1152/jap-physiol.00974.2003.
- Jentjens, Roy L. P. G.; Underwood, Katie; Achten, Juul; Currell, Kevin; Mann, Christopher H.; Jeukendrup, Asker E. (2006): Exogenous carbohydrate oxidation rates are elevated after combined ingestion of glucose and fructose during exercise in the heat. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 100 (3), S. 807–816. DOI: 10.1152/jap-physiol.00322.2005.
- Jeukendrup, A. E.; VET-JOOP, K.; STURK, A.; STEGEN, J. H. J. C.; SENDEN, J.; SARIS, W. H. M.; WAGENMAKERS, A. J. M. (2000): Relationship between gastro-intestinal complaints and endotoxaemia, cytokine release and the acute-phase reaction during and after a long-distance triathlon in highly trained men. In: *Clinical Science* 98 (1), S. 47–55. DOI: 10.1042/cs0980047.
- Jeukendrup, Asker (2014): A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 44 Suppl 1 (Suppl 1), S25-33. DOI: 10.1007/s40279-014-0148-z.
- Jeukendrup, Asker E. (2011): Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. In: *Journal of sports sciences* 29 Suppl 1 (sup1), S91-9. DOI: 10.1080/02640414.2011.610348.
- Jeukendrup, Asker E. (2017): Training the Gut for Athletes. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 47 (Suppl 1), S. 101–110. DOI: 10.1007/s40279-017-0690-6.
- Jeukendrup, Asker E.; McLaughlin, John (2011): Carbohydrate ingestion during exercise: effects on performance, training adaptations and trainability of the gut. In: *Nestle Nutrition Institute workshop series* 69, 1-12; discussion 13-7. DOI: 10.1159/000329268.
- Karhu, Elisa; Forsgård, Richard A.; Alanko, Lauri; Alfthan, Henrik; Pussinen, Pirkko; Hämmäläinen, Esa; Korpela, Riitta (2017): Exercise and gastrointestinal symptoms: running-induced changes in intestinal permeability and markers of gastrointestinal function in asymptomatic and symptomatic runners. In: *European Journal of Applied Physiology* 117 (12), S. 2519–2526. DOI: 10.1007/s00421-017-3739-1.
- Karl, J. Philip; Cole, Renee E.; Berryman, Claire E.; Finlayson, Graham; Radcliffe, Patrick N.; Kominsky, Matthew T. et al. (2018): Appetite Suppression and Altered Food Preferences Coincide with Changes in Appetite-Mediating Hormones During Energy Deficit at High Altitude, But Are Not Affected by Protein Intake. In: *High Altitude Medicine & Biology* 19 (2), S. 156–169. DOI: 10.1089/ham.2017.0155.
- Kato, Hiroyuki; Suzuki, Katsuya; Bannai, Makoto; Moore, Daniel R. (2016): Protein Requirements Are Elevated in Endurance Athletes after Exercise as Determined by the Indicator Amino Acid Oxidation Method. In: *PLOS ONE* 11 (6), e0157406. DOI: 10.1371/journal.pone.0157406.
- Kearns, R. P.; Dooley, J. S. G.; Matthews, M.; McNeilly, A. M. (2024): "Do probiotics mitigate GI-induced inflammation and perceived fatigue in athletes? A systematic review". In: *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 21 (1), S. 2388085. DOI: 10.1080/15502783.2024.2388085.
- Kerksick, Chad M.; Arent, Shawn; Schoenfeld, Brad J.; Stout, Jeffrey R.; Campbell, Bill; Wilborn, Colin D. et al. (2017): International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. In: *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 14 (1), S. 33. DOI: 10.1186/s12970-017-0189-4.

- Kerksick, Chad M.; Wilborn, Colin D.; Roberts, Michael D.; Smith-Ryan, Abbie; Kleiner, Susan M.; Jäger, Ralf et al. (2018): ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. In: *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 15 (1), S. 38. DOI: 10.1186/s12970-018-0242-y.
- Kerschán-Schindl, Katharina; Thalmann, Markus M.; Weiss, Elisabeth; Tsironi, Maria; Föger-Samwald, Ursula; Meinhart, Johann et al. (2015): Changes in Serum Levels of Myokines and Wnt-Antagonists after an Ultramarathon Race. In: *PLOS ONE* 10 (7), e0132478. DOI: 10.1371/journal.pone.0132478.
- Kim, Soo-Dam; Kwag, Eun-Bin; Yang, Ming-Xiao; Yoo, Hwa-Seung (2022): Efficacy and Safety of Ginger on the Side Effects of Chemotherapy in Breast Cancer Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. In: *International Journal of Molecular Sciences* 23 (19), S. 11267. DOI: 10.3390/ijms231911267.
- Kinrade, Emma J.; Galloway, Stuart D. R. (2021): Dietary Observations of Ultra-Endurance Runners in Preparation for and During a Continuous 24-h Event. In: *Frontiers in Physiology* 12, S. 765888. DOI: 10.3389/fphys.2021.765888.
- König, Daniel; Braun, Hans; Carlsohn, Anja; Großhauser, Mareike; Lampen, Alfonso; Mosler, Stephanie (2019): Carbohydrates in sports nutrition. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). In: *Ernährungs Umschau* 66 (11), Artikel 10.4455/eu.2019.044, S. 228–235.
- Kovaleva, Oksana; Leshchukov, Konstantin; Shalimov, German; Bukhvostov, Yuri; Minakova, Irina; Bukreeva, Tatiana (2024): Production process of new generation energy gels based on brown seaweed *Fucus*. In: *E3S Web Conf.* 486, S. 2015. DOI: 10.1051/e3sconf/202448602015.
- Kruseman, Maaïke; Bucher, Sophie; Bovard, Mélanie; Kayser, Bengt; Bovier, Patrick A. (2005): Nutrient intake and performance during a mountain marathon: an observational study. In: *European Journal of Applied Physiology* 94 (1-2), S. 151–157. DOI: 10.1007/s00421-004-1234-y.
- Lambert, G. P.; Broussard, L. J.; Mason, B. L.; Mauermann, W. J.; Gisolfi, C. V. (2001): Gastrointestinal permeability during exercise: effects of aspirin and energy-containing beverages. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 90 (6), S. 2075–2080. DOI: 10.1152/jappl.2001.90.6.2075.
- Lambert, G. P.; Chang, R. T.; Xia, T.; Summers, R. W.; Gisolfi, C. V. (1997): Absorption from different intestinal segments during exercise. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 83 (1), S. 204–212. DOI: 10.1152/jappl.1997.83.1.204.
- Lambert, G. P.; Lang, J.; Bull, A.; Eckerson, J.; Lanspa, S.; O'Brien, J. (2008): Fluid tolerance while running: effect of repeated trials. In: *International Journal of Sports Medicine* 29 (11), S. 878–882. DOI: 10.1055/s-2008-1038620.
- Lamprecht, Manfred; Bogner, Simon; Schippinger, Gert; Steinbauer, Kurt; Fankhauser, Florian; Hallstroem, Seth et al. (2012): Probiotic supplementation affects markers of intestinal barrier, oxidation, and inflammation in trained men; a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. In: *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 9 (1), S. 45. DOI: 10.1186/1550-2783-9-45.
- Lazzer, Stefano; Salvadego, Desy; Rejc, Enrico; Buglione, Antonio; Antonutto, Guglielmo; Di Prampero, Pietro Enrico (2012): The energetics of ultra-endurance running. In: *European Journal of Applied Physiology* 112 (5), S. 1709–1715. DOI: 10.1007/s00421-011-2120-z.

Leite, Geovana S. F.; Resende Master Student, Ayane S.; West, Nicholas P.; Lancha, Antonio H. (2019): Probiotics and sports: A new magic bullet? In: *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)* 60, S. 152–160. DOI: 10.1016/j.nut.2018.09.023.

Lete, Iñaki; Allué, José (2016): The Effectiveness of Ginger in the Prevention of Nausea and Vomiting during Pregnancy and Chemotherapy. In: *Integrative Medicine Insights* 11, S. 11–17. DOI: 10.4137/IMI.S36273.

Lewis, Nathan A.; Collins, Dave; Pedlar, Charles R.; Rogers, John P. (2015): Can clinicians and scientists explain and prevent unexplained underperformance syndrome in elite athletes: an interdisciplinary perspective and 2016 update. In: *BMJ open sport & exercise medicine* 1 (1), e000063. DOI: 10.1136/bmjsem-2015-000063.

Li, Zhongyu; Wu, Jiao; Song, Jinjie; Wen, Yandong (2024): Ginger for treating nausea and vomiting: an overview of systematic reviews and meta-analyses. In: *International journal of food sciences and nutrition* 75 (2), S. 122–133. DOI: 10.1080/09637486.2023.2284647.

Longland, Thomas M.; Oikawa, Sara Y.; Mitchell, Cameron J.; Devries, Michaela C.; Phillips, Stuart M. (2016): Higher compared with lower dietary protein during an energy deficit combined with intense exercise promotes greater lean mass gain and fat mass loss: a randomized trial. In: *The American Journal of Clinical Nutrition* 103 (3), S. 738–746. DOI: 10.3945/ajcn.115.119339.

Loucks, Anne B.; Kiens, Bente; Wright, Hattie H. (2011): Energy availability in athletes. In: *Journal of sports sciences* 29 Suppl 1, S7-15. DOI: 10.1080/02640414.2011.588958.

Lu, Chaixin; Chen, Xiuwen; Yan, Xiaochen; He, Jiqun; Nie, Zhifang (2022): The preventive and relieving effects of ginger on postoperative nausea and vomiting: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. In: *International Journal of Nursing Studies* 125, S. 104094. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2021.104094.

Ma, Zhi-jie; Wang, Huan-jun; Ma, Xiao-jing; Li, Yue; Yang, Hong-jun; Li, Hui et al. (2020): Modulation of gut microbiota and intestinal barrier function during alleviation of antibiotic-associated diarrhea with *Rhizoma Zingiber officinale* (Ginger) extract. In: *Food & Function* 11 (12), S. 10839–10851. DOI: 10.1039/d0fo01536a.

Mach, Núria; Fuster-Botella, Dolors (2017): Endurance exercise and gut microbiota: A review. In: *Journal of sport and health science* 6 (2), S. 179–197. DOI: 10.1016/j.jshs.2016.05.001.

March, Daniel S.; Marchbank, Tania; Playford, Raymond J.; Jones, Arwel W.; Thatcher, Rhys; Davison, Glen (2017): Intestinal fatty acid-binding protein and gut permeability responses to exercise. In: *European Journal of Applied Physiology* 117 (5), S. 931–941. DOI: 10.1007/s00421-017-3582-4.

Marchbank, Tania; Davison, Glen; Oakes, Jemma R.; Ghatei, Mohammad A.; Patterson, Michael; Moyer, Mary Pat; Playford, Raymond J. (2011): The nutraceutical bovine colostrum truncates the increase in gut permeability caused by heavy exercise in athletes. In: *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology* 300 (3), G477-84. DOI: 10.1152/ajpgi.00281.2010.

Margaria, R.; Cerretelli, P.; Aghemo, P.; Sassi, G. (1963): Energy cost of running. In: *Journal of Applied Physiology* 18 (2), S. 367–370. DOI: 10.1152/jappl.1963.18.2.367.

Marquet, Laurie-Anne; Brisswalter, Jeanick; Louis, Julien; Tiollier, Eve; Burke, Louise M.; Hawley, John A.; Hausswirth, Christophe (2016a): Enhanced Endurance Performance by Periodization of Carbohydrate Intake: "Sleep Low" Strategy. In: *Medicine and science in sports and exercise* 48 (4), S. 663–672. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000823.

- Marquet, Laurie-Anne; Hausswirth, Christophe; Molle, Odeline; Hawley, John A.; Burke, Louise M.; Tiollier, Eve; Brisswalter, Jeanick (2016b): Periodization of Carbohydrate Intake: Short-Term Effect on Performance. In: *Nutrients* 8 (12). DOI: 10.3390/nu8120755.
- Martin, Donald (2011): Physical activity benefits and risks on the gastrointestinal system. In: *Southern medical journal* 104 (12), S. 831–837. DOI: 10.1097/SMJ.0b013e318236c263.
- Martinez, Isabel G.; Houghton, Michael J.; Forte, Matteo; Williamson, Gary; Biesiekierski, Jessica R.; Costa, Ricardo J. S. (2024): Development of a low-fructose carbohydrate gel for exercise application. In: *Heliyon* 10 (13), e33497. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e33497.
- Martinez, Isabel G.; Mika, Alice S.; Biesiekierski, Jessica R.; Costa, Ricardo J. S. (2023): The Effect of Gut-Training and Feeding-Challenge on Markers of Gastrointestinal Status in Response to Endurance Exercise: A Systematic Literature Review. In: *Sports Medicine* 53 (6), S. 1175–1200. DOI: 10.1007/s40279-023-01841-0.
- Marx, Wolfgang; Ried, Karin; McCarthy, Alexandra L.; Vitetta, Luis; Sali, Avni; McKavanagh, Daniel; Isenring, Liz (2017): Ginger-Mechanism of action in chemotherapy-induced nausea and vomiting: A review. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57 (1), S. 141–146. DOI: 10.1080/10408398.2013.865590.
- Maughan, R. & Burke, L. (International Olympic Committee, Lausanne, 2012) (2012).
- McKay, Alannah K. A.; Peeling, Peter; Pyne, David B.; Tee, Nicolin; Whitfield, Jamie; Sharma, Avish P. et al. (2022): Six Days of Low Carbohydrate, Not Energy Availability, Alters the Iron and Immune Response to Exercise in Elite Athletes. In: *Medicine and science in sports and exercise* 54 (3), S. 377–387. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002819.
- Menchetti, Laura; Traina, Giovanna; Tomasello, Giovanni; Casagrande-Proietti, Patrizia; Leonardi, Leonardo; Barbato, Olimpia; Brecchia, Gabriele (2016): Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases. In: *Frontiers in bioscience (Scholar edition)* 8 (2), S. 331–351. DOI: 10.2741/s467.
- Mifflin, M. D.; St Jeor, S. T.; Hill, L. A.; Scott, B. J.; Daugherty, S. A.; Koh, Y. O. (1990): A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. In: *The American Journal of Clinical Nutrition* 51 (2), S. 241–247. DOI: 10.1093/ajcn/51.2.241.
- Minetti, Alberto E.; Moia, Christian; Roi, Giulio S.; Susta, Davide; Ferretti, Guido (2002): Energy cost of walking and running at extreme uphill and downhill slopes. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 93 (3), S. 1039–1046. DOI: 10.1152/japphysiol.01177.2001.
- Mond, J. M.; Hay, P. J.; Rodgers, B.; Owen, C.; Beumont, P. J. V. (2004): Validity of the Eating Disorder Examination Questionnaire (EDE-Q) in screening for eating disorders in community samples. In: *Behaviour Research and Therapy* 42 (5), S. 551–567. DOI: 10.1016/S0005-7967(03)00161-X.
- Moore, Daniel R.; Robinson, Meghann J.; Fry, Jessica L.; Tang, Jason E.; Glover, Elisa I.; Wilkinson, Sarah B. et al. (2009): Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. In: *The American Journal of Clinical Nutrition* 89 (1), S. 161–168. DOI: 10.3945/ajcn.2008.26401.
- Moses, Frank M. (2005): Exercise-associated intestinal ischemia. In: *Current Sports Medicine Reports* 4 (2), S. 91–95. DOI: 10.1097/01.csmr.0000306079.74945.ea.
- Mountjoy, Margo; Ackerman, Kathryn E.; Bailey, David M.; Burke, Louise M.; Constantini, Naama; Hackney, Anthony C. et al. (2023): 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). In: *British journal of sports medicine* 57 (17), S. 1073–1097. DOI: 10.1136/bjsports-2023-106994.

- Mountjoy, Margo; Sundgot-Borgen, Jorunn; Burke, Louise; Carter, Susan; Constantini, Naama; Lebrun, Constance et al. (2014): The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). In: *British journal of sports medicine* 48 (7), S. 491–497. DOI: 10.1136/bjsports-2014-093502.
- Mountjoy, Margo; Sundgot-Borgen, Jorunn Kaiander; Burke, Louise M.; Ackerman, Kathryn E.; Blauwet, Cheri; Constantini, Naama et al. (2018): IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. In: *British journal of sports medicine* 52 (11), S. 687–697. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099193.
- Murray, Robert (2006): Training the gut for competition. In: *Current Sports Medicine Reports* 5 (3), S. 161–164. DOI: 10.1097/01.CSMR.0000306307.10697.77.
- Naderi, Alireza; Gobbi, Nathan; Ali, Ajmol; Berjisian, Erfan; Hamidvand, Amin; Forbes, Scott C. et al. (2023): Carbohydrates and Endurance Exercise: A Narrative Review of a Food First Approach. In: *Nutrients* 15 (6), S. 1367. DOI: 10.3390/nu15061367.
- Naderi, Alireza; Rezaei, Sajjad; Moussa, Adel; Levers, Kyle; Earnest, Conrad P. (2018): Fruit for sport. In: *Trends in Food Science & Technology* 74, S. 85–98. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.02.013.
- Newsholme, P.; Krause, M.; Newsholme, E. A.; Stear, S. J.; Burke, L. M.; Castell, L. M. (2011): BJSM reviews: A to Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance--part 18. In: *British journal of sports medicine* 45 (3), S. 230–232. DOI: 10.1136/bjism.2010.080978.
- Nikolaidis, Pantelis T.; Veniamakis, Eleftherios; Rosemann, Thomas; Knechtle, Beat (2018): Nutrition in Ultra-Endurance: State of the Art. In: *Nutrients* 10 (12), S. 1995. DOI: 10.3390/nu10121995.
- Oktedalen, O.; Lunde, O. C.; Opstad, P. K.; Aabakken, L.; Kvernebo, K. (1992): Changes in the gastrointestinal mucosa after long-distance running. In: *Scandinavian journal of gastroenterology* 27 (4), S. 270–274. DOI: 10.3109/00365529209000073.
- Oliveira, Erick Prado de; Burini, Roberto Carlos (2009): The impact of physical exercise on the gastrointestinal tract. In: *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 12 (5), S. 533–538. DOI: 10.1097/MCO.0b013e32832e6776.
- Oliveira, Erick Prado de; Burini, Roberto Carlos (2011): Food-dependent, exercise-induced gastrointestinal distress. In: *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 8, S. 12. DOI: 10.1186/1550-2783-8-12.
- Oliveira, Erick Prado de; Burini, Roberto Carlos; Jeukendrup, Asker (2014): Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 44 Suppl 1 (Suppl 1), S79-85. DOI: 10.1007/s40279-014-0153-2.
- Otis, C. L.; Drinkwater, B.; Johnson, M.; Loucks, A.; Wilmore, J. (1997): American College of Sports Medicine position stand. The Female Athlete Triad. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 29 (5), S. i–ix. DOI: 10.1097/00005768-199705000-00037.
- Otte, J. A.; Oostveen, E.; Geelkerken, R. H.; Groeneveld, A. B.; Kolkman, J. J. (2001): Exercise induces gastric ischemia in healthy volunteers: a tonometry study. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 91 (2), S. 866–871. DOI: 10.1152/jappl.2001.91.2.866.
- Otte, Johannes A.; Geelkerken, Robert H.; Oostveen, Ellie; Mensink, Peter B. F.; Huisman, Ad B.; Kolkman, Jeroen J. (2005): Clinical impact of gastric exercise tonometry on diagnosis and management of chronic gastrointestinal ischemia. In: *Clinical gastroenterology and hepatology : the official clinical practice journal of the American Gastroenterological Association* 3 (7), S. 660–666. DOI: 10.1016/S1542-3565(05)00155-2.

- Palatty, Princy Louis; Haniadka, Raghavendra; Valder, Bhavishya; Arora, Rajesh; Baliga, Manjeshwar Shrinath (2013): Ginger in the prevention of nausea and vomiting: a review. In: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53 (7), S. 659–669. DOI: 10.1080/10408398.2011.553751.
- Pals, K. L.; Chang, R. T.; Ryan, A. J.; Gisolfi, C. V. (1997): Effect of running intensity on intestinal permeability. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 82 (2), S. 571–576. DOI: 10.1152/jappl.1997.82.2.571.
- Patel, Bharati Kadamb; Patel, Kadamb Haribhai; Lee, Chuen Neng; Moochhala, Shabbir (2024): Intestinal Microbiota Interventions to Enhance Athletic Performance-A Review. In: *International Journal of Molecular Sciences* 25 (18), S. 10076. DOI: 10.3390/ijms251810076.
- Peters, H. P.; Bos, M.; Seebregts, L.; Akkermans, L. M.; van Berge Henegouwen, G. P.; Bol, E. et al. (1999): Gastrointestinal symptoms in long-distance runners, cyclists, and triathletes: prevalence, medication, and etiology. In: *The American journal of gastroenterology* 94 (6), S. 1570–1581. DOI: 10.1111/j.1572-0241.1999.01147.x.
- Peters, H. P.; Wiersma, J. W.; Koerselman, J.; Akkermans, L. M.; Bol, E.; Mosterd, W. L.; Vries, W. R. de (2000): The effect of a sports drink on gastroesophageal reflux during a run-bike-run test. In: *International Journal of Sports Medicine* 21 (1), S. 65–70. DOI: 10.1055/s-2000-8858.
- Pfeiffer Beate; Cotterill, Alexandra; Grathwohl, Dominik; Stellingwerff, Trent; Jeukendrup, Asker E. (2009): The effect of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 19 (5), S. 485–503. DOI: 10.1123/ijsem.19.5.485.
- Pfeiffer, Beate; Stellingwerff, Trent; Hodgson, Adrian B.; Randell, Rebecca; Pöttgen, Klaus; Res, Peter; Jeukendrup, Asker E. (2012): Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events. In: *Medicine and science in sports and exercise* 44 (2), S. 344–351. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31822dc809.
- Phillips, Stuart M. (2014): A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 44 Suppl 1 (Suppl 1), S71-7. DOI: 10.1007/s40279-014-0152-3.
- Phillips, Stuart M.; van Loon, Luc J. C. (2011): Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. In: *Journal of sports sciences* 29 Suppl 1, S29-38. DOI: 10.1080/02640414.2011.619204.
- Playford, Raymond J.; Cattell, Meg; Marchbank, Tania (2020): Marked variability in bioactivity between commercially available bovine colostrum for human use; implications for clinical trials. In: *PLOS ONE* 15 (6), e0234719. DOI: 10.1371/journal.pone.0234719.
- Podlogar, Tim; Wallis, Gareth A. (2022): New Horizons in Carbohydrate Research and Application for Endurance Athletes. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 52 (Suppl 1), S. 5–23. DOI: 10.1007/s40279-022-01757-1.
- Puce, Luca; Ceylan, Halil İbrahim; Trompetto, Carlo; Cotellessa, Filippo; Schenone, Cristina; Marinelli, Lucio et al. (2024): Optimizing athletic performance through advanced nutrition strategies: can AI and digital platforms have a role in ultraendurance sports? In: *Biology of sport* 41 (4), S. 305–313. DOI: 10.5114/biolSport.2024.141063.
- Pugh, Jamie N.; Sage, Stephen; Hutson, Mark; Doran, Dominic A.; Fleming, Simon C.; Highton, Jamie et al. (2017): Glutamine supplementation reduces markers of intestinal permeability during running in the heat in a dose-dependent manner. In: *European Journal of Applied Physiology* 117 (12), S. 2569–2577. DOI: 10.1007/s00421-017-3744-4.

- Pugh, Jamie N.; Sparks, Andy S.; Doran, Dominic A.; Fleming, Simon C.; Langan-Evans, Carl; Kirk, Ben et al. (2019): Four weeks of probiotic supplementation reduces GI symptoms during a marathon race. In: *European Journal of Applied Physiology* 119 (7), S. 1491–1501. DOI: 10.1007/s00421-019-04136-3.
- Puppel, Kamila; Gołębiowski, Marcin; Grodkowski, Grzegorz; Slósarz, Jan; Kunowska-Slósarz, Małgorzata; Solarczyk, Paweł et al. (2019): Composition and Factors Affecting Quality of Bovine Colostrum: A Review. In: *Animals* 9 (12), S. 1070. DOI: 10.3390/ani9121070.
- Qamar, M. I.; Read, A. E. (1987): Effects of exercise on mesenteric blood flow in man. In: *Gut* 28 (5), S. 583–587. DOI: 10.1136/gut.28.5.583.
- Raleigh, Conor; Madigan, Sharon; Sinnott-O'Connor, Ciara; Sale, Craig; Norton, Catherine; Carson, Brian P. (2024): Prevalence of reducing carbohydrate intake and fasted training in elite endurance athletes and association with bone injury. In: *European Journal of Sport Science* 24 (9), S. 1341–1349. DOI: 10.1002/ejsc.12170.
- Rao, K. A.; Yazaki, E.; Evans, D. F.; Carbon, R. (2004): Objective evaluation of small bowel and colonic transit time using pH telemetry in athletes with gastrointestinal symptoms. In: *British journal of sports medicine* 38 (4), S. 482–487. DOI: 10.1136/bjism.2003.006825.
- Rehrer, N. J.; Brouns, F.; Beckers, E. J.; Frey, W. O.; Villiger, B.; Riddoch, C. J. et al. (1992a): Physiological changes and gastro-intestinal symptoms as a result of ultra-endurance running. In: *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 64 (1), S. 1–8. DOI: 10.1007/BF00376431.
- Rehrer, N. J.; van Kemenade, M.; Meester, W.; Brouns, F.; Saris, W. H. (1992b): Gastrointestinal complaints in relation to dietary intake in triathletes. In: *International Journal of Sport Nutrition* 2 (1), S. 48–59. DOI: 10.1123/ijns.2.1.48.
- Riis, Simon; Møller, Andreas Buch; Dollerup, Ole; Høffner, Line; Jessen, Niels; Madsen, Klavs (2019): Acute and sustained effects of a periodized carbohydrate intake using the sleep-low model in endurance-trained males. In: *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 29 (12), S. 1866–1880. DOI: 10.1111/sms.13541.
- Rinella, Mary E.; Sanyal, Arun J. (2016): Management of NAFLD: a stage-based approach. In: *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology* 13 (4), S. 196–205. DOI: 10.1038/nrgastro.2016.3.
- Rodriguez, Nancy R.; Di Marco, Nancy M.; Langley, Susie (2009): American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. In: *Medicine and science in sports and exercise* 41 (3), S. 709–731. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31890eb86.
- Rontoyannis, G. P.; Skoulis, T.; Pavlou, K. N. (1989): Energy balance in ultramarathon running. In: *The American Journal of Clinical Nutrition* 49 (5 Suppl), S. 976–979. DOI: 10.1093/ajcn/49.5.976.
- Rössner, S. (2017): Competitive eaters. In: *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity* 18 (2), S. 279–280. DOI: 10.1111/obr.12494.
- Rowlands, David S.; Swift, Marilla; Ros, Marjolein; Green, Jackson G. (2012): Composite versus single transportable carbohydrate solution enhances race and laboratory cycling performance. In: *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme* 37 (3), S. 425–436. DOI: 10.1139/h2012-013.
- Rudzki, S. J.; Hazard, H.; Collinson, D. (1995): Gastrointestinal blood loss in triathletes: it's etiology and relationship to sports anaemia. In: *Australian journal of science and medicine in sport* 27 (1), S. 3–8.

Ryan, A. J.; Lambert, G. P.; Shi, X.; Chang, R. T.; Summers, R. W.; Gisolfi, C. V. (1998): Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise. In: *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985) 84 (5), S. 1581–1588. DOI: 10.1152/jappl.1998.84.5.1581.

Ryan, Tansy; Daly, Ed; Ryan, Lisa (2023): Exploring the Nutrition Strategies Employed by Ultra-Endurance Athletes to Alleviate Exercise-Induced Gastrointestinal Symptoms-A Systematic Review. In: *Nutrients* 15 (20). DOI: 10.3390/nu15204330.

Salvador, Amadeo F.; McKenna, Colleen F.; Alamilla, Rafael A.; Cloud, Ryan M. T.; Keeble, Alexander R.; Miltko, Adriana et al. (2019): Potato ingestion is as effective as carbohydrate gels to support prolonged cycling performance. In: *Journal of Applied Physiology* 127 (6), S. 1651–1659. DOI: 10.1152/jappphysiol.00567.2019.

San-Millán, Iñigo; Brooks, George A. (2018): Assessment of Metabolic Flexibility by Means of Measuring Blood Lactate, Fat, and Carbohydrate Oxidation Responses to Exercise in Professional Endurance Athletes and Less-Fit Individuals. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 48 (2), S. 467–479. DOI: 10.1007/s40279-017-0751-x.

Sareban, Mahdi; Zügel, David; Koehler, Karsten; Hartveg, Paul; Zügel, Martina; Schumann, Uwe et al. (2016): Carbohydrate Intake in Form of Gel Is Associated With Increased Gastrointestinal Distress but Not With Performance Differences Compared With Liquid Carbohydrate Ingestion During Simulated Long-Distance Triathlon. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 26 (2), S. 114–122. DOI: 10.1123/ijsnem.2015-0060.

Scheer, Volker (2019): Participation Trends of Ultra Endurance Events. In: *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 27 (1), S. 3–7. DOI: 10.1097/JSA.0000000000000198.

Scheer, Volker; Basset, Patrick; Giovanelli, Nicola; Vernillo, Gianluca; Millet, Gregoire P.; Costa, Ricardo J. S. (2020): Defining Off-road Running: A Position Statement from the Ultra Sports Science Foundation. In: *International Journal of Sports Medicine* 41 (5), S. 275–284. DOI: 10.1055/a-1096-0980.

Schek, Alexandra; Braun, Hans; Carlsohn, Anja; Großhauser, Mareike; König, Daniel; Lampen, Alfonso (2019): Fats in sports nutrition. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). In: *Ernährungs Umschau* 66 (9), Artikel 10.4455/eu.2019.042, S. 181.

Schoenfeld, Brad Jon; Aragon, Alan Albert (2018): Is There a Postworkout Anabolic Window of Opportunity for Nutrient Consumption? Clearing up Controversies. In: *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 48 (12), S. 911–914. DOI: 10.2519/jospt.2018.0615.

Schwellnus, Martin; Soligard, Torbjørn; Alonso, Juan-Manuel; Bahr, Roald; Clarsen, Ben; Dijkstra, H. Paul et al. (2016): How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. In: *British journal of sports medicine* 50 (17), S. 1043–1052. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096572.

Shanely, R. Andrew; Nieman, David C.; Perkins-Veazie, Penelope; Henson, Dru A.; Meaney, Mary P.; Knab, Amy M.; Cialdell-Kam, Lynn (2016): Comparison of Watermelon and Carbohydrate Beverage on Exercise-Induced Alterations in Systemic Inflammation, Immune Dysfunction, and Plasma Antioxidant Capacity. In: *Nutrients* 8 (8). DOI: 10.3390/nu8080518.

Shorten, Allison L.; Wallman, Karen E.; Guelfi, Kym J. (2009): Acute effect of environmental temperature during exercise on subsequent energy intake in active men. In: *The American Journal of Clinical Nutrition* 90 (5), S. 1215–1221. DOI: 10.3945/ajcn.2009.28162.

Snipe, Rhiannon M. J.; Khoo, Anthony; Kitic, Cecilia M.; Gibson, Peter R.; Costa, Ricardo J. S. (2017): Carbohydrate and protein intake during exertional heat stress ameliorates intestinal

epithelial injury and small intestine permeability. In: *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 42 (12), S. 1283–1292. DOI: 10.1139/apnm-2017-0361.

Sohail, Muhammad U.; Yassine, Hadi M.; Sohail, Aaqib; Thani, Asmaa A. Al (2019): Impact of Physical Exercise on Gut Microbiome, Inflammation, and the Pathobiology of Metabolic Disorders. In: *The review of diabetic studies : RDS* 15, S. 35–48. DOI: 10.1900/RDS.2019.15.35.

Soligard, Torbjørn; Schweltnus, Martin; Alonso, Juan-Manuel; Bahr, Roald; Clarsen, Ben; Dijkstra, H. Paul et al. (2016): How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. In: *British journal of sports medicine* 50 (17), S. 1030–1041. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096581.

Steege, Rinze W. F. ter; Geelkerken, Robert H.; Huisman, Ad B.; Kolkman, Jeroen J. (2012): Abdominal symptoms during physical exercise and the role of gastrointestinal ischaemia: a study in 12 symptomatic athletes. In: *British journal of sports medicine* 46 (13), S. 931–935. DOI: 10.1136/bjsports-2011-090277.

Steege, Rinze W. F. ter; van der Palen, Job; Kolkman, Jeroen J. (2008): Prevalence of gastrointestinal complaints in runners competing in a long-distance run: an internet-based observational study in 1281 subjects. In: *Scandinavian journal of gastroenterology* 43 (12), S. 1477–1482. DOI: 10.1080/00365520802321170.

Stellingwerff, Trent; Boon, Hanneke; Gijzen, Annemie P.; Stegen, Jos H. C. H.; Kuipers, Harm; van Loon, Luc J. C. (2007): Carbohydrate supplementation during prolonged cycling exercise spares muscle glycogen but does not affect intramyocellular lipid use. In: *Pflugers Archiv : European journal of physiology* 454 (4), S. 635–647. DOI: 10.1007/s00424-007-0236-0.

Stellingwerff, Trent; Cox, Gregory R. (2014): Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. In: *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 39 (9), S. 998–1011. DOI: 10.1139/apnm-2014-0027.

Stellingwerff, Trent; Jeukendrup, Asker E. (2011): Don't forget the gut--it is an important athletic organ! In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 110 (1), 278; discussion 294. DOI: 10.1152/jappphysiol.01259.2010.

Stelwagen, K.; Carpenter, E.; Haigh, B.; Hodgkinson, A.; Wheeler, T. T. (2009): Immune components of bovine colostrum and milk. In: *Journal of Animal Science* 87 (13 Suppl), S. 3–9. DOI: 10.2527/jas.2008-1377.

Stöhr, Angelika; Nikolaidis, Pantelis Theodoros; Villiger, Elias; Sousa, Caio Victor; Scheer, Volker; Hill, Lee; Knechtle, Beat (2021): An Analysis of Participation and Performance of 2067 100-km Ultra-Marathons Worldwide. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (2), S. 362. DOI: 10.3390/ijerph18020362.

Stuempfle, Kristin J.; Hoffman, Martin D.; Hew-Butler, Tamara (2013): Association of gastrointestinal distress in ultramarathoners with race diet. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 23 (2), S. 103–109. DOI: 10.1123/ijsnem.23.2.103.

Stuempfle, Kristin J.; Hoffman, Martin D.; Weschler, Louise B.; Rogers, Ian R.; Hew-Butler, Tamara (2011a): Race diet of finishers and non-finishers in a 100 mile (161 km) mountain footrace. In: *Journal of the American College of Nutrition* 30 (6), S. 529–535. DOI: 10.1080/07315724.2011.10719999.

Stuempfle, Kristin J.; Hoffman, Martin D.; Weschler, Louise B.; Rogers, Ian R.; Hew-Butler, Tamara (2011b): Race diet of finishers and non-finishers in a 100 mile (161 km) mountain footrace. In: *Journal of the American College of Nutrition* 30 (6), S. 529–535. DOI: 10.1080/07315724.2011.10719999.

Stuempfle, Kristin Jean; Hoffman, Martin Dean (2015): Gastrointestinal distress is common during a 161-km ultramarathon. In: *Journal of sports sciences* 33 (17), S. 1814–1821. DOI: 10.1080/02640414.2015.1012104.

Szymanski, Mandy C.; Gillum, Trevor L.; Gould, Lacey M.; Morin, David S.; Kuennen, Matthew R. (2018): Short-term dietary curcumin supplementation reduces gastrointestinal barrier damage and physiological strain responses during exertional heat stress. In: *Journal of Applied Physiology* 124 (2), S. 330–340. DOI: 10.1152/japplphysiol.00515.2017.

Thomas (2016): American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. In: *Med. Sci. Sport Exerc.* 48, S. 543.

Thomas, D. Travis; Erdman, Kelly Anne; Burke, Louise M. (2016): Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. In: *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 116 (3), S. 501–528. DOI: 10.1016/j.jand.2015.12.006.

Thomson, Maggie; Corbin, Renee; Leung, Lawrence (2014): Effects of ginger for nausea and vomiting in early pregnancy: a meta-analysis. In: *The Journal of the American Board of Family Medicine* 27 (1), S. 115–122. DOI: 10.3122/jabfm.2014.01.130167.

Tiller, Nicholas B.; Millet, Guillaume Y. (2024): Decoding Ultramarathon: Muscle Damage as the Main Impediment to Performance. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. DOI: 10.1007/s40279-024-02127-9.

Tiller, Nicholas B.; Roberts, Justin D.; Beasley, Liam; Chapman, Shaun; Pinto, Jorge M.; Smith, Lee et al. (2019): International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing. In: *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 16 (1), S. 50. DOI: 10.1186/s12970-019-0312-9.

van Eeden, Annelies E.; van Hoeken, Daphne; Hoek, Hans W. (2021): Incidence, prevalence and mortality of anorexia nervosa and bulimia nervosa. In: *Current Opinion in Psychiatry* 34 (6), S. 515–524. DOI: 10.1097/YCO.0000000000000739.

van Nieuwenhoven, Michiel A.; Brouns, Fred; Brummer, Robert-Jan M. (2004): Gastrointestinal profile of symptomatic athletes at rest and during physical exercise. In: *European Journal of Applied Physiology* 91 (4), S. 429–434. DOI: 10.1007/s00421-003-1007-z.

van Wijck, Kim; Lenaerts, Kaatje; Grootjans, Joep; Wijnands, Karolina A. P.; Poeze, Martijn; van Loon, Luc J. C. et al. (2012): Physiology and pathophysiology of splanchnic hypoperfusion and intestinal injury during exercise: strategies for evaluation and prevention. In: *American journal of physiology. Gastrointestinal and liver physiology* 303 (2), G155-68. DOI: 10.1152/ajpgi.00066.2012.

van Wijck, Kim; Wijnands, Karolina A. P.; Meesters, Dennis M.; Boonen, Bas; van Loon, Luc J. C.; Buurman, Wim A. et al. (2014): L-citrulline improves splanchnic perfusion and reduces gut injury during exercise. In: *Medicine and science in sports and exercise* 46 (11), S. 2039–2046. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000332.

Viljoen, Estelle; Visser, Janicke; Koen, Nelene; Musekiwa, Alfred (2014): A systematic review and meta-analysis of the effect and safety of ginger in the treatment of pregnancy-associated nausea and vomiting. In: *Nutrition Journal* 13 (1), S. 20. DOI: 10.1186/1475-2891-13-20.

Viner, Rebecca T.; Harris, Margaret; Berning, Jackie R.; Meyer, Nanna L. (2015): Energy Availability and Dietary Patterns of Adult Male and Female Competitive Cyclists With Lower Than Expected Bone Mineral Density. In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 25 (6), S. 594–602. DOI: 10.1123/ijsnem.2015-0073.

- Viribay, Aitor; Arribalzaga, Soledad; Mielgo-Ayuso, Juan; Castañeda-Babarro, Arkaitz; Seco-Calvo, Jesús; Urdampilleta, Aritz (2020): Effects of 120 g/h of Carbohydrates Intake during a Mountain Marathon on Exercise-Induced Muscle Damage in Elite Runners. In: *Nutrients* 12 (5), S. 1367. DOI: 10.3390/nu12051367.
- Vitale, Kenneth; Getzin, Andrew (2019): Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. In: *Nutrients* 11 (6), S. 1289. DOI: 10.3390/nu11061289.
- Wade, George N.; Jones, Juli E. (2004): Neuroendocrinology of nutritional infertility. In: *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology* 287 (6), R1277-96. DOI: 10.1152/ajpregu.00475.2004.
- Wagenmakers, A. J.; Brouns, F.; Saris, W. H.; Halliday, D. (1993): Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 75 (6), S. 2774–2780. DOI: 10.1152/jappl.1993.75.6.2774.
- Wallis, Gareth A.; Yeo, Sophie E.; Blannin, Andrew K.; Jeukendrup, Asker E. (2007): Dose-response effects of ingested carbohydrate on exercise metabolism in women. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39 (1), S. 131–138. DOI: 10.1249/01.mss.0000241645.28467.d3.
- Wang, Pei; Wang, Ronghui; Zhu, Yingdong; Sang, Shengmin (2017): Interindividual Variability in Metabolism of 6-Shogaol by Gut Microbiota. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65 (44), S. 9618–9625. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b02850.
- Wardenaar, Floris C.; Dijkhuizen, Rianne; Ceelen, Ingrid J. M.; Jonk, Emma; Vries, Jeanne H. M. de; Witkamp, Renger F.; Mensink, Marco (2015a): Nutrient Intake by Ultramarathon Runners: Can They Meet Recommendations? In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 25 (4), S. 375–386. DOI: 10.1123/ijsnem.2014-0199.
- Wardenaar, Floris C.; Dijkhuizen, Rianne; Ceelen, Ingrid J. M.; Jonk, Emma; Vries, Jeanne H. M. de; Witkamp, Renger F.; Mensink, Marco (2015b): Nutrient Intake by Ultramarathon Runners: Can They Meet Recommendations? In: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 25 (4), S. 375–386. DOI: 10.1123/ijsnem.2014-0199.
- Waśkiewicz, Zbigniew; Kłapcińska, Barbara; Sadowska-Krępa, Ewa; Czuba, Miłosz; Kempa, Katarzyna; Kimsa, Elżbieta; Gerasimuk, Dagmara (2012): Acute metabolic responses to a 24-h ultra-marathon race in male amateur runners. In: *European Journal of Applied Physiology* 112 (5), S. 1679–1688. DOI: 10.1007/s00421-011-2135-5.
- Wasserstein, Ronald L.; Schirm, Allen L.; Lazar, Nicole A. (2019): Moving to a World Beyond “ $p < 0.05$ ”. In: *The American Statistician* 73 (sup1), S. 1–19. DOI: 10.1080/00031305.2019.1583913.
- Waterman, Jason J.; Kapur, Rahul (2012): Upper Gastrointestinal Issues in Athletes. In: *Current Sports Medicine Reports* 11 (2), S. 99–104. DOI: 10.1249/JSR.0b013e318249c311.
- Williamson, Eric (2016): Nutritional implications for ultra-endurance walking and running events. In: *Extreme Physiology & Medicine* 5 (1), S. 13. DOI: 10.1186/s13728-016-0054-0.
- Williamson, Gary; Carughi, Arianna (2010): Polyphenol content and health benefits of raisins. In: *Nutrition Research* 30 (8), S. 511–519. DOI: 10.1016/j.nutres.2010.07.005.
- Wilson, Patrick (2022): Sport Supplements and the Athlete's Gut: A Review. In: *International Journal of Sports Medicine* 43 (10), S. 840–849. DOI: 10.1055/a-1704-3086.
- World Anti-Doping Agency (WADA) (2024): Prohibited List Q&A. Online verfügbar unter <https://www.wada-ama.org/en/prohibited-list#faq-anchor>, zuletzt geprüft am 21.06.2024.

Wright, Helen; Collins, Malcolm; Villiers, Richard de; Schwellnus, Martin P. (2011): Are splanchnic hemodynamics related to the development of gastrointestinal symptoms in Ironman triathletes? A prospective cohort study. In: *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 21 (4), S. 337–343. DOI: 10.1097/JSM.0b013e31822148b8.

Yau, Adora M. W.; McLaughlin, John; Maughan, Ronald J.; Gilmore, William; Evans, Gethin H. (2014): Short-term dietary supplementation with fructose accelerates gastric emptying of a fructose but not a glucose solution. In: *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)* 30 (11-12), S. 1344–1348. DOI: 10.1016/j.nut.2014.03.023.

Yeo, Wee Kian; Paton, Carl D.; Garnham, Andrew P.; Burke, Louise M.; Carey, Andrew L.; Hawley, John A. (2008): Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 105 (5), S. 1462–1470. DOI: 10.1152/jappphysiol.90882.2008.

Zaryski, Calvin; Smith, David J. (2005): Training principles and issues for ultra-endurance athletes. In: *Current Sports Medicine Reports* 4 (3), S. 165–170. DOI: 10.1097/01.csmr.0000306201.49315.73.

Zhu, Wei; Dai, Yan; Huang, Mingjun; Li, Jiping (2021): Efficacy of Ginger in Preventing Post-operative Nausea and Vomiting: A Systematic Review and Meta-Analysis. In: *Journal of Nursing Scholarship* 53 (6), S. 671–679. DOI: 10.1111/jnu.12691.

Zuhl, Micah N.; Lanphere, Kathryn R.; Kravitz, Len; Mermier, Christine M.; Schneider, Suzanne; Dokladny, Karol; Moseley, Pope L. (2014): Effects of oral glutamine supplementation on exercise-induced gastrointestinal permeability and tight junction protein expression. In: *Journal of Applied Physiology* 116 (2), S. 183–191. DOI: 10.1152/jappphysiol.00646.2013.

Anhang 1 – Fragebogen

Anlage 1: Fragebogen

Hey trail runners,

I am writing my Bachelor's thesis at Anhalt University of Applied Sciences (Germany).

Thank you for taking the time to answer this questionnaire. It supports my scientific work and helps advancing research.

The questionnaire is intended to determine whether and where there are nutritional deficits in trail runners. The aim is to close nutritional gaps and develop practical recommendations to improve the health and performance of athletes.

If you have any questions, feel free to contact me at helen.lindenberg@student.hs-anhalt.de

Section 1: General Information

Let's start with some basic information.

Question 1: How often do you train per week for your sport?

- up to 5 hrs
- 5-10 hrs
- 10-15 hrs
- 15-20 hrs
- more than 20 hrs

Question 2: How long have you been regularly participating in running?
(Please include every type of running, e.g. road, track and trail.)

- less than 3 years
- 3-5 years
- 5-10 years
- more than 10 years

Question 3: What is the length of the events you are mainly focusing on?

- up to 2 hrs
- 2-4 hrs
- 5-9 hrs
- more than 10 hrs
- multi-day events

Question 4: Do you participate in trail running professionally, or is it primarily recreational?

- professional
- recreational

Question 5: Have you experienced an injury over the last 12 months that prevented you from normal training?

- yes, one
- yes, more than one
- no

Question 6: Have you experienced an infection over the last 12 months?

yes

no

Question 7: How old are you?

Question 8: What is your gender?

male

female

other

Question 9: Have you ever worked with a nutritionist or registered dietitian?

yes

no

Main questionnaire

Section 2: Fueling

Question 1: Do you intentionally or purposefully eat more food/calories on hard training days or after hard training days?

Yes			No
What?	When?	Why?	
More in general	More at all meals	You feel hungry	
More carbohydrate-rich foods	More snacks	You think you need more energy bc of the hard training	
More protein-rich foods	More at main meals	Someone told you to eat more	
More sports foods	More within 4 hours before training	Better recovery	
More energy-containing drinks	More within 1 hour after training	GI issues	

Question 2: Do you intentionally and purposefully eat less food/calories on easy training days or the day after easy training days?

Yes			No
What?	When?	Why?	
Less in general	Less at all meals	You feel less hungry	
Less carbohydrate-rich foods	Less snacks	You think you need less energy bc of the hard training	
Less protein-rich foods	Less at main meals	Someone told you to eat less	
Less sports foods	Less within 4 hours before training	Other	
Less energy-containing drinks	Less within 1 hour after training		

Question 3a: Do you pay more attention to adequate fueling before (1 to 4 hrs prior) key sessions?

Yes		No
How?	Why?	
I eat more carbohydrate-rich before training	I feel more energized for the whole day	
I eat more protein-rich foods before training	I think it will help me train better	
I eat more sports foods before training	Someone told me to do so	
I eat more food in general before training	Own research	
I focus on timing my pre-workout meal within 4 hrs before training	I don't like training hungry	
	Race stimulation	
	Gastrointestinal issues	

Question 3b: Do you pay more attention to adequate recovery after key sessions (3 hrs following key sessions)?

Yes		No
How?	Why?	
I eat more carbohydrate-rich after training	I feel better recovered for the whole day	
I eat more protein-rich foods after training	I think it will benefit the session I have just finished	
I eat more sports foods after training	Someone told me to do so	
I eat more food in general after training	Own research	
I focus on timing my post-workout meal within 1-2 hrs after training	I feel hungry	

Question 4: Do you intentionally train in the fasted state (e.g. train first thing in the morning without having eaten any food or consumed any other carbohydrates)?

Yes			No
Why?	When?	How often?	Why not?
I find it helps my overall training	In the morning after an overnight fast	Occasionally	I feel terrible during the training session and perform so badly that it's not worth it
I can't actually tell, but I believe it's supposed to help my overall training	At night after at least 8 hours of fasting	Once a week	I find I get sick more easily
I like to train on an empty stomach in terms of gut comfort		2-3 times a week	I find I get injured more easily
It means I can get up later and then go straight to training without wasting time on eating		4 times or more a week	I do not feel it helps my training overall
Someone told me to do so			Someone told me not to do so
Weight loss			I love breakfast
			I am too hungry to train without breakfast
			Other

Question 5: Do you intentionally restrict your intake of carbohydrate foods periodically?

Yes				No
Why?	How often?	Since when?	How?	Why not?
I find it helps my overall training	Occasionally	Less than 1 year	For prolonged periods (e.g. days to weeks)	I feel terrible during the training session and perform so badly that it's not worth it
I think it helps me to achieve my race weight	Once a week	1-3 years	For a whole day	I feel terrible during the whole period of training in which I am doing it, so it's not worth it
Someone told me do so	2-3 times a week	More than 3 years	Before easy sessions	I find I get sick more easily
I can't actually tell, but I believe it's supposed to help my overall training	4 times or more a week		Before hard sessions	Someone told me not to do so
Weight loss		Someone told me to do so	After easy sessions	I love breakfast
		Weight loss	After hard sessions	I am happy with my current practice
			After the first session of the day and do the second (easy) sessions with low glycogen/low carb availability	Other
			After the first session of the day and do the second (hard) sessions	

			with low glyco- gen/low carb availability	
--	--	--	---	--

Question 6: Do you consume carbohydrates during workouts?

Yes			No
How often?	Why?	How?	Why?
Occasionally	I find it helps me train better at that specific session	I ingest carbohydrate-rich sports foods such as gels and sports drinks during training	GI issues
Once a week for key workouts	I find it helps me to practice for race fueling strategies	I ingest carbohydrate - rich foods such as white bread, bananas and muesli bars during training	I think training without carbohydrates improves my fat oxidation adaptation
2-3 times a week for key workouts	I find it helps me train better for that training period		Weight loss. I don't want to consume extra calories.
4 times or more a week for a mixture workouts	I can't actually tell, but I believe it is supposed to help your training		Other
	It's part of consuming enough carbs and calories over the day when I am training hard		
	Someone told me to do so		

Section 3: GI Issues

Finally, a few questions about gastrointestinal symptoms.

Question 7: Do you regularly experience digestive issues such as stomach cramps, diarrhea, vomiting, nausea or bloating during your training or competitions?

Yes			No
What symptoms?	How often?	Do these symptoms also occur outside of training or competition in everyday life?	
Stomach cramps	Almost every session	Yes, often	
Nausea	Almost every hard session/competition	Yes, occasionally	
Vomiting	Occasionally in hard sessions/competition	No	
Diarrhea			
Heartburn			
Bloating			
Other			

Question 8: Have you ever taken any supplements to improve gastrointestinal symptoms?

Yes		No
What supplement?	Have you noticed an improvement of your symptom	
Probiotics	Yes	
Ginger	No	
Colostrum	I'm not sure	
Peppermint		
Zinc-carnosine		
L-Citrulline		
Other		

Question 9: Do you regularly consume foods considered probiotic (e.g., yogurt, kefir, fermented vegetables, such as kimchi or sauerkraut)?

Yes

Daily

3-4 times a week

1-2 times a week

Less than once a week

No

So great that you made it to the end. Thank you very much. If you have any questions or are interested in the findings, please write to me at helen.lindenberg@student.hs-anhalt.de.

Anhang 2 – Rücklauf Daten

CASE	STARTED	Interview	Trainings	Erfahrung	Main ever	Main ever	Main ever	Main ever	Main ever	Professio	Injury	infection	Age	Gender	Nutritionist
1	2024-09-01 15:17:22	19 10-15 h	more 10 y	2 yes	yes	no	no	professional	no	yes	33	male	yes		
2	2024-09-01 16:01:40	20 more than 20 3-5 y	1 no	yes	no	no	professional	yes, one	yes	23	male	no			
3	2024-09-01 18:27:20	21 10-15 h	more 10 y	3 yes	yes	yes	no	professional	yes, one	no	35	male	no		
4	2024-09-01 20:11:52	22 10-15 h	5-10 y	1 yes	no	no	no	professional	yes, one	no	28	female	no		
5	2024-09-01 21:28:04	24 10-15 h	more 10 y	1 yes	no	no	no	recreational	no	no	37	male	no		
6	2024-09-02 09:21:56	25 15-20 h	more 10 y	1 no	no	yes	no	professional	no	no	39	female	no		
7	2024-09-02 16:10:27	26 15-20 h	more 10 y	1 no	no	yes	no	professional	no	no	49	male	yes		
8	2024-09-03 03:46:49	28 15-20 h	5-10 y	1 no	yes	no	no	professional	yes, one	no	40	female	yes		
9	2024-09-03 04:38:11	29 more than 20	more 10 y	1 no	no	no	yes	professional	yes, more the	no	34	female	no		
10	2024-09-03 11:04:03	30 15-20 h	more 10 y	1 no	yes	no	no	professional	no	no	33	male	yes		
11	2024-09-03 19:46:44	39 0-5 h	more 10 y	1 no	no	yes	no	recreational	yes, one	no	53	male	no		
12	2024-09-03 20:01:27	49 10-15 h	more 10 y	1 no	yes	no	no	recreational	no	yes	48	male	no		
13	2024-09-03 20:13:26	50 0-5 h	5-10 y	1 yes	no	no	no	recreational	no	no	55	female	no		
14	2024-09-04 15:50:37	69 15-20 h	more 10 y	1 yes	no	no	no	professional	yes, one	no	27	female	yes		
15	2024-09-04 23:51:38	75 10-15 h	more 10 y	1 no	no	yes	no	professional	no	yes	32	male	yes		
16	2024-09-05 12:07:46	76 10-15 h	more 10 y	2 no	yes	yes	no	professional	no	yes	55	male	no		
17	2024-09-05 15:17:22	77 15-20 h	more 10 y	1 no	no	yes	no	professional	yes, one	yes	36	male	no		
18	2024-09-05 16:13:05	78 more than 20	more 10 y	1 no	no	yes	no	professional	no	yes	31	male	yes		
19	2024-09-06 18:35:34	80 15-20 h	5-10 y	1 no	yes	no	no	professional	yes, one	yes	36	male	no		
20	2024-09-09 21:55:01	87 15-20 h	more 10 y	1 no	no	yes	no	professional	no	no	38	male	yes		
21	2024-09-10 10:29:17	89 5-10 h	5-10 y	2 no	yes	yes	no	recreational	no	yes	39	male	no		
22	2024-09-10 10:43:47	93 10-15 h	5-10 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	no	36	male	yes		
23	2024-09-10 10:43:58	94 5-10 h	more 10 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	45	male	no		
24	2024-09-10 10:44:31	95 5-10 h	3-5 y	2 yes	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	33	male	no		
25	2024-09-10 10:45:11	97 15-20 h	5-10 y	1 no	no	yes	no	professional	yes, one	yes	35	male	yes		
26	2024-09-10 10:45:22	98 5-10 h	3-5 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, more the	no	40	male	no		
27	2024-09-10 10:48:02	103 10-15 h	5-10 y	1 yes	no	no	no	recreational	no	yes	32	male	no		
28	2024-09-10 10:51:27	107 5-10 h	3-5 y	2 no	no	yes	yes	recreational	no	yes	34	female	no		
29	2024-09-10 10:51:40	108 0-5 h	3-5 y	1 no	no	yes	no	recreational	no	yes	38	female	no		
30	2024-09-10 10:57:47	112 15-20 h	5-10 y	2 no	yes	yes	no	recreational	no	no	26	female	no		
31	2024-09-10 11:00:04	113 5-10 h	5-10 y	1 yes	no	no	no	recreational	no	yes	37	female	yes		
32	2024-09-10 11:03:16	116 10-15 h	5-10 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	no	44	male	no		
33	2024-09-10 11:04:20	118 5-10 h	3-5 y	2 yes	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	37	male	no		
34	2024-09-10 11:04:31	119 10-15 h	5-10 y	1 no	no	yes	no	recreational	yes, one	yes	30	male	no		
35	2024-09-10 11:07:51	122 10-15 h	5-10 y	2 no	no	yes	yes	recreational	no	yes	28	female	no		
36	2024-09-10 11:11:15	123 5-10 h	more 10 y	1 no	no	yes	no	recreational	yes, one	yes	28	female	no		
37	2024-09-10 11:12:41	125 5-10 h	more 10 y	1 yes	no	no	no	recreational	no	no	33	male	no		
38	2024-09-10 11:13:28	126 5-10 h	3-5 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, more the	yes	34	male	no		
39	2024-09-10 11:16:36	130 10-15 h	3-5 y	2 no	yes	yes	no	recreational	yes, more the	no	29	male	no		
40	2024-09-10 11:17:35	132 5-10 h	3-5 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, more the	no	42	male	no		
41	2024-09-10 11:21:37	133 5-10 h	more 10 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	no	39	male	no		
42	2024-09-10 11:22:46	134 5-10 h	5-10 y	1 no	no	yes	no	recreational	no	yes	48	male	no		
43	2024-09-10 11:24:09	135 15-20 h	3-5 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	no	40	female	no		
44	2024-09-10 11:39:38	141 5-10 h	less 3 y	2 yes	yes	no	no	recreational	no	no	30	male	no		
45	2024-09-10 11:40:30	143 5-10 h	less 3 y	2 no	yes	yes	no	recreational	no	no	46	male	no		
46	2024-09-10 11:41:51	144 5-10 h	3-5 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	32	female	no		
47	2024-09-10 11:57:29	145 10-15 h	3-5 y	2 no	yes	yes	no	recreational	yes, one	no	27	female	no		
48	2024-09-10 11:58:03	146 10-15 h	less 3 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	25	female	no		
49	2024-09-10 11:59:22	147 10-15 h	more 10 y	2 no	yes	yes	no	recreational	yes, one	yes	39	male	no		
50	2024-09-10 12:00:13	148 10-15 h	less 3 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	23	male	no		
51	2024-09-10 12:07:21	149 10-15 h	more 10 y	2 no	yes	yes	no	recreational	no	no	43	male	no		
52	2024-09-10 12:10:47	150 5-10 h	5-10 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	no	44	male	no		
53	2024-09-10 12:22:28	154 10-15 h	3-5 y	1 no	yes	no	no	recreational	no	yes	34	female	no		
54	2024-09-10 12:25:58	156 5-10 h	5-10 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, more the	yes	35	male	no		
55	2024-09-10 12:36:05	159 10-15 h	3-5 y	1 no	no	yes	no	recreational	no	yes	47	male	no		
56	2024-09-10 12:37:43	160 5-10 h	more 10 y	1 no	no	yes	no	recreational	no	yes	31	male	no		
57	2024-09-10 12:38:49	161 10-15 h	3-5 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	30	male	no		
58	2024-09-10 12:40:20	162 5-10 h	3-5 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	39	male	no		
59	2024-09-10 12:42:04	163 10-15 h	5-10 y	1 no	no	yes	no	recreational	yes, one	no	37	female	yes		
60	2024-09-10 12:44:00	164 5-10 h	less 3 y	1 yes	no	no	no	recreational	yes, one	yes	32	female	no		
61	2024-09-10 12:45:43	167 10-15 h	more 10 y	1 no	yes	no	no	recreational	no	yes	42	male	no		
62	2024-09-10 12:46:04	168 10-15 h	5-10 y	1 no	no	yes	no	recreational	no	yes	47	male	yes		
63	2024-09-10 12:51:35	171 15-20 h	3-5 y	1 no	no	yes	no	recreational	yes, one	no	37	female	yes		
64	2024-09-10 13:10:02	172 0-5 h	less 3 y	1 yes	no	no	no	recreational	yes, one	yes	43	female	no		
65	2024-09-10 13:24:58	177 10-15 h	less 3 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	28	male	no		
66	2024-09-10 13:30:52	178 5-10 h	more 10 y	2 yes	yes	no	no	recreational	no	yes	36	female	no		
67	2024-09-10 13:32:59	179 10-15 h	5-10 y	1 no	no	yes	no	recreational	no	yes	43	male	no		
68	2024-09-10 13:56:10	184 5-10 h	3-5 y	1 no	no	yes	no	recreational	no	yes	36	male	no		
69	2024-09-10 14:17:41	186 5-10 h	less 3 y	1 no	yes	no	no	recreational	no	yes	42	male	no		
70	2024-09-10 14:24:25	189 0-5 h	5-10 y	1 no	yes	no	no	recreational	no	yes	37	male	no		
71	2024-09-10 14:25:14	190 5-10 h	less 3 y	1 no	yes	no	no	recreational	yes, one	no	32	male	no		
72	2024-09-10 14:36:54	193 5-10 h	3-5 y	2 yes	yes	no	no	recreational	yes, one	no	42	female	yes		
73	2024-09-10 14:53:00	195 5-10 h	5-10 y	1 no	yes	no	no	recreational	no	no	51	female	no		
74	2024-09-10 15:01:54	196 0-5 h	less 3 y	1 yes	no	no	no	recreational	yes, one	no	21	female	no		

75	2024-09-10 15:04:05	197 10-15 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	no	50	female	no
76	2024-09-10 15:14:43	198 15-20 h	5-10 y	2	no	yes	yes	no	recreational	no	no	32	male	no
77	2024-09-10 15:23:36	199 5-10 h	more 10 y	1	yes	no	no	no	recreational	no	no	50	female	no
78	2024-09-10 16:03:55	202 5-10 h	5-10 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	32	female	no
79	2024-09-10 16:28:39	206 0-5 h	more 10 y	2	yes	yes	no	no	recreational	no	yes	47	female	no
80	2024-09-10 16:37:56	207 5-10 h	more 10 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	no	43	male	no
81	2024-09-10 16:38:31	208 5-10 h	3-5 y	2	no	yes	yes	no	recreational	no	no	39	male	no
82	2024-09-10 16:51:34	209 5-10 h	less 3 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	yes	29	male	no
83	2024-09-10 17:00:22	210 5-10 h	3-5 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	yes	29	male	no
84	2024-09-10 17:12:44	214 5-10 h	3-5 y	2	no	yes	yes	no	recreational	yes, one	yes	38	male	no
85	2024-09-10 17:18:02	215 10-15 h	3-5 y	3	no	yes	yes	yes	recreational	yes, more the	yes	37	male	no
86	2024-09-10 17:32:53	217 0-5 h	5-10 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	no	33	female	no
87	2024-09-10 17:34:44	218 5-10 h	more 10 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	44	female	no
88	2024-09-10 18:24:02	223 5-10 h	5-10 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	37	female	no
89	2024-09-10 18:27:28	224 5-10 h	5-10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	yes	34	male	no
90	2024-09-10 18:50:45	225 10-15 h	5-10 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	no	40	female	no
91	2024-09-10 19:08:46	228 10-15 h	5-10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	yes	37	female	yes
92	2024-09-10 19:26:59	229 10-15 h	less 3 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	yes	34	male	no
93	2024-09-10 19:36:51	230 5-10 h	3-5 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, one	no	43	male	no
94	2024-09-10 19:41:13	231 5-10 h	5-10 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	yes	35	female	no
95	2024-09-10 19:42:33	233 5-10 h	5-10 y	2	no	yes	yes	no	recreational	yes, one	yes	31	female	no
96	2024-09-10 20:02:44	236 10-15 h	more 10 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	37	female	no
97	2024-09-10 20:05:44	237 5-10 h	more 10 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, one	yes	49	male	no
98	2024-09-10 21:23:02	240 5-10 h	5-10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	no	44	male	no
99	2024-09-10 21:28:35	241 5-10 h	more 10 y	2	yes	yes	no	no	recreational	no	yes	47	female	no
100	2024-09-10 21:44:22	242 5-10 h	5-10 y	1	no	no	yes	no	recreational	yes, one	no	55	male	no
101	2024-09-10 22:20:07	245 0-5 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	yes	58	male	no
102	2024-09-10 22:37:26	246 5-10 h	less 3 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	yes	35	male	no
103	2024-09-11 05:31:06	248 5-10 h	3-5 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	no	34	female	no
104	2024-09-11 07:06:46	249 10-15 h	less 3 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	no	28	male	no
105	2024-09-11 07:08:40	251 5-10 h	3-5 y	2	no	yes	yes	no	recreational	yes, one	no	30	male	no
106	2024-09-11 10:26:19	258 5-10 h	5-10 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, more the	yes	44	male	no
107	2024-09-11 17:51:30	260 0-5 h	5-10 y	1	yes	no	no	no	recreational	yes, one	yes	34	female	no
108	2024-09-13 17:37:30	265 5-10 h	5-10 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, more the	no	51	male	no
109	2024-09-14 13:18:26	272 10-15 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	no	46	other	no
110	2024-09-14 14:23:33	273 5-10 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	yes, one	no	52	male	no
111	2024-09-14 15:22:56	277 5-10 h	3-5 y	3	no	yes	yes	yes	recreational	yes, more the	no	32	male	no
112	2024-09-14 17:44:52	282 10-15 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	yes	50	female	no
113	2024-09-14 17:48:45	283 5-10 h	3-5 y	3	no	yes	yes	yes	recreational	yes, one	no	40	female	no
114	2024-09-14 18:17:47	285 15-20 h	more 10 y	2	no	no	yes	yes	professional	no	no	41	female	no
115	2024-09-14 18:28:48	286 5-10 h	5-10 y	1	no	no	no	yes	recreational	yes, one	no	47	male	no
116	2024-09-14 18:41:26	287 5-10 h	more 10 y	3	yes	yes	yes	no	recreational	no	yes	36	female	no
117	2024-09-14 18:43:56	288 10-15 h	3-5 y	2	no	no	yes	yes	recreational	yes, one	yes	31	male	no
118	2024-09-14 18:52:20	289 5-10 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	yes	52	female	no
119	2024-09-14 19:06:32	290 5-10 h	5-10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	no	45	male	no
120	2024-09-14 19:29:18	291 5-10 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	yes, one	no	54	female	no
121	2024-09-14 19:40:51	292 15-20 h	5-10 y	2	no	no	yes	yes	recreational	no	no	39	female	no
122	2024-09-15 01:05:19	293 0-5 h	more 10 y	2	no	yes	yes	no	recreational	yes, more the	no	50	male	no
123	2024-09-15 07:46:32	294 10-15 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	yes, one	yes	39	male	no
124	2024-09-15 16:02:40	303 5-10 h	3-5 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	no	42	female	yes
125	2024-09-15 17:14:59	304 0-5 h	3-5 y	3	yes	yes	yes	no	recreational	yes, more the	yes	46	male	no
126	2024-09-15 18:35:49	305 5-10 h	more 10 y	1	yes	no	no	no	recreational	no	yes	33	male	yes
127	2024-09-15 20:55:10	309 10-15 h	more 10 y	1	no	yes	no	no	recreational	yes, one	no	43	male	no
128	2024-09-16 02:55:17	311 10-15 h	more 10 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	no	49	male	no
129	2024-09-16 03:38:44	312 5-10 h	less 3 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	yes	39	male	no
130	2024-09-16 15:08:29	313 10-15 h	more 10 y	1	yes	no	no	no	recreational	no	yes	43	male	no
131	2024-09-16 22:30:00	315 5-10 h	5-10 y	1	no	no	yes	no	recreational	yes, one	no	40	male	no
132	2024-09-17 11:45:54	317 5-10 h	more 10 y	1	no	no	yes	no	recreational	no	no	48	male	no
133	2024-09-18 20:49:23	319 15-20 h	5-10 y	1	no	yes	no	no	recreational	no	no	25	male	no
134	2024-09-27 19:54:48	325 10-15 h	5-10 y	1	yes	no	no	no	recreational	yes, one	yes	34	female	yes

Less Fool	What?: A	What?: L	What?: L	What?: L	What?: L	What?: L	When?: A	When?: L	When?: L	When?: L	When?: L	When?: L	Why?: Au	Why?: Yd	Why?: Yd	Why?: So	Why?: Oth	Why?: Ot
no																		
yes		2	no	yes	no	yes	no	1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
yes		1	no	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	2	yes	yes	no	no
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
yes		4	yes	yes	no	yes	yes	2	yes	yes	no	no	no	1	yes	no	no	no
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
yes		1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no
no																		
yes		1	yes	no	no	no	no	2	no	yes	yes	no	no	1	yes	no	no	no
no																		
no																		
yes		3	yes	no	no	yes	yes	2	no	yes	yes	no	no	2	yes	no	no	yes
no																		reduce weigh
no																		
yes		1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no
no																		
yes		1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	1	yes	no	no	no
yes		1	no	yes	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no
no																		
no																		
yes		1	no	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	1	no	no	no	yes
no																		
yes		1	no	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
no																		
yes		1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no
no																		
no																		
no																		
yes		1	no	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	1	no	no	yes	no
no																		

yes		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	
no		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	
no																		
no																		
yes		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	
yes		2 yes	yes	no	no	no		2 no	yes	yes	no	no		1 no	yes	no	no	
yes		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	
no																		
no																		
no																		
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	
no																		
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	no	yes	no	no		1 no	yes	no	no	
yes		1 no	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	no		2 yes	yes	no	no	
no																		
no																		
no																		
no																		
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	no	yes	no	no		1 no	yes	no	no	
yes		1 no	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	no		2 no	yes	no	yes	To train fat b
yes		1 no	yes	no	no	no		2 yes	no	yes	no	no		1 yes	no	no	no	
yes		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
yes		3 yes	no	no	yes	yes		1 no	yes	no	no	no		2 yes	yes	no	no	
no																		
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
no																		
yes		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	
no																		
no																		
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	
no																		
yes		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	
no																		
yes		2 yes	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	

Fueling bi	How?: Au	How?: I e	How?: I e	How?: I e	How?: I e	How?: I f	Why?: Au	Why?: I f	Why?: I tl	Why?: Sc	Why?: Ov	Why?: I d	Why?: Ra	Why?: Ga
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	2 no	yes	no	no	no	no	yes	no
yes	3 yes	no	yes	no	yes	yes	3 no	yes	no	yes	no	no	yes	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 yes	no	no	no	no	no	no	no
yes	3 yes	yes	no	yes	yes	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
no														
no														
no														
yes	1 yes	no	no	no	no	no	3 yes	yes	no	no	no	no	yes	no
no														
no														
yes	3 yes	no	yes	no	yes	yes	2 no	yes	no	no	no	no	no	yes
yes	1 no	no	no	no	no	yes	3 yes	yes	no	no	yes	no	no	no
yes	2 yes	no	no	no	no	yes	4 no	yes	no	no	yes	yes	yes	yes
yes	1 no	no	no	no	no	yes	1 yes	no	no	no	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	3 yes	yes	no	no	no	yes	yes	no
yes	2 yes	no	no	no	no	yes	2 no	yes	no	no	yes	no	no	no
no														
yes	1 no	no	no	yes	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
yes	2 yes	no	no	no	yes	yes	3 yes	yes	no	no	yes	no	no	no
no														
yes	1 no	no	no	yes	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
no														
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 no	no	no	yes	no	no	no	no
no														
yes	1 no	no	no	no	yes	yes	1 no	no	no	no	no	no	no	yes
no														
yes	2 yes	no	no	no	yes	yes	2 no	yes	no	no	yes	no	no	no
yes	2 yes	no	no	no	no	yes	2 no	yes	no	no	yes	no	no	no
no														
yes	3 yes	no	no	yes	yes	yes	2 yes	yes	no	no	no	no	no	no
yes	1 no	no	no	yes	no	no	1 yes	no	no	no	no	no	no	no
yes	1 no	no	no	no	no	yes	3 yes	no	no	no	yes	no	yes	yes
yes	2 yes	no	no	yes	no	no	2 no	yes	no	no	yes	no	no	no
no														
yes	1 yes	no	no	no	no	no	3 no	yes	yes	no	yes	no	no	no
no														
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 no	no	no	no	yes	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 yes	no	no	no	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 yes	no	no	no	no	no	no	no
yes	2 no	yes	no	no	yes	yes	2 no	no	no	no	yes	no	yes	yes
yes	1 yes	no	no	no	no	no	3 yes	yes	no	no	yes	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 yes	no	no	no	no	no	no	no
no														
yes	2 yes	no	no	no	yes	yes	2 no	yes	no	no	yes	no	no	no
no														
yes	1 no	no	no	yes	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	2 yes	no	no	no	yes	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
yes	2 yes	no	no	no	yes	yes	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	2 yes	yes	no	no	no	no	no	no
yes	3 yes	no	yes	no	yes	yes	3 no	yes	no	no	no	yes	yes	yes
yes	2 yes	no	no	no	yes	yes	2 no	yes	no	yes	no	no	no	no
yes	1 no	yes	no	no	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
no														
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
yes	2 yes	no	no	no	no	yes	2 no	yes	no	yes	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 yes	no	no	no	no	no	no	no
yes	3 yes	no	no	yes	yes	yes	3 yes	yes	no	no	yes	no	no	no
no														
yes	1 yes	no	no	no	no	no	3 yes	yes	no	no	yes	no	no	no
yes	1 no	no	no	no	yes	yes	2 no	yes	no	no	yes	no	no	no
yes	1 no	no	yes	no	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
no														
yes	1 no	no	no	yes	no	no	1 yes	no	no	no	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 no	yes	no	no	no	no	no	no
yes	1 yes	no	no	no	no	no	1 no	no	yes	no	no	no	no	no

no													
yes	1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	no
yes	1	no	no	yes	no	no	1	yes	no	no	no	no	no
yes	2	yes	no	no	no	yes	2	yes	yes	no	no	no	no
yes	3	yes	no	yes	no	yes	2	no	yes	no	yes	no	no
no	0	no	no	no	no	no	0	no	no	no	no	no	no
yes	1	no	no	no	yes	no	2	yes	no	no	no	yes	no
yes	3	yes	yes	no	yes	no	3	yes	yes	no	no	no	yes
yes	1	no	no	yes	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
no													
no													
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
yes	2	no	yes	no	yes	no	2	yes	yes	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	2	yes	yes	no	no	no	no
no													
no													
yes	1	yes	no	no	no	no	2	yes	no	no	no	yes	no
yes	2	yes	no	no	yes	no	3	yes	yes	no	no	yes	no
yes	2	yes	no	yes	no	no	3	yes	yes	no	no	no	yes
yes	1	no	no	no	yes	no	1	no	yes	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
no													
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
no													
no													
yes	1	no	no	no	no	yes	2	yes	yes	no	no	no	no
no													
yes	3	yes	no	no	yes	yes	2	no	yes	no	no	yes	no
yes	1	no	no	no	no	yes	1	no	no	no	yes	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	3	no	no	yes	yes	no	no
yes	1	no	no	no	yes	no	2	no	yes	no	no	no	yes
yes	1	yes	no	no	no	no	2	no	yes	no	no	no	yes
yes	1	no	no	no	no	yes	1	no	no	no	no	no	yes
yes	2	yes	no	yes	no	no	3	yes	yes	no	no	no	yes
no													
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
yes	2	yes	no	no	no	yes	5	yes	yes	yes	no	yes	no
no													
yes	1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	no
no													
no													
yes	1	no	no	no	no	yes	1	no	no	no	no	yes	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	no
no	1	no	no	no	yes	no	0	no	no	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
no													
yes	1	yes	no	no	no	no	2	yes	yes	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
no													
yes	1	yes	no	no	no	no	3	no	yes	no	yes	no	yes
yes	1	yes	no	no	no	no	1	yes	no	no	no	no	no
yes	1	no	no	yes	no	no	1	no	yes	no	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	2	no	no	no	no	no	yes
yes	1	yes	no	no	no	no	2	yes	no	no	yes	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	3	no	yes	yes	yes	no	no

Recovery	How?: Au	How?: I e	How?: I e	How?: I e	How?: I e	How?: I f	Why?: Au	Why?: I f	Why?: I tl	Why?: So	Why?: Ov	Why?: I f
yes		4 yes	yes	no	yes	yes		3 yes	yes	yes	no	no
yes		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
yes		1 no	no	no	yes	no		1 no	no	no	no	yes
yes		1 no	no	no	yes	no		2 no	yes	no	no	yes
yes		3 yes	yes	no	yes	no		2 yes	no	no	no	yes
yes		2 no	yes	no	no	yes		3 yes	yes	yes	no	no
no												
no												
yes		1 no	no	no	no	yes		5 yes	yes	yes	yes	yes
yes		2 yes	yes	no	no	no		2 yes	yes	no	no	no
no												
no												
yes		2 no	yes	no	no	yes		1 yes	no	no	no	no
yes		1 no	yes	no	no	no		3 yes	yes	no	no	yes
yes		3 yes	yes	no	no	yes		3 yes	yes	no	no	yes
yes		2 no	no	no	yes	yes		1 yes	no	no	no	no
yes		1 yes	no	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
yes		3 yes	yes	no	no	yes		1 no	yes	no	no	no
yes		2 yes	yes	no	no	no		3 yes	yes	yes	no	no
yes		1 no	no	no	yes	no		2 yes	yes	no	no	no
no												
no												
yes		1 no	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
no												
yes		2 yes	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
no												
yes		1 no	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
yes		2 no	no	no	yes	yes		2 yes	no	yes	no	no
yes		2 yes	yes	no	no	no		2 yes	yes	no	no	no
yes		3 no	yes	yes	no	yes		2 yes	yes	no	no	no
no												
yes		3 yes	yes	no	no	yes		4 yes	yes	no	yes	yes
no												
yes		3 yes	yes	no	no	yes		3 yes	yes	no	no	yes
yes		1 no	no	no	yes	no		2 yes	no	no	no	yes
no												
no												
yes		2 yes	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
yes		2 no	yes	yes	no	no		2 yes	no	no	yes	no
yes		3 yes	yes	no	no	yes		3 no	yes	yes	no	yes
no												
yes		1 no	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
yes		1 no	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	no
yes		1 no	yes	no	no	no		2 no	yes	no	no	yes
yes		1 no	yes	no	no	no		2 yes	yes	no	no	no
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	no
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	no
yes		2 no	yes	no	yes	no		1 no	yes	no	no	no
yes		2 no	no	no	yes	yes		1 no	no	no	no	yes
yes		2 no	no	yes	no	yes		2 no	yes	no	no	yes
yes		2 yes	yes	no	no	no		2 yes	yes	no	no	no
no												
yes		2 yes	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
yes		1 no	yes	no	no	no		3 yes	yes	no	yes	no
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	no
yes		4 yes	yes	no	yes	yes		2 yes	yes	no	no	no
no												
yes		3 yes	yes	no	no	yes		2 yes	no	no	no	yes
yes		3 no	yes	no	yes	yes		3 no	yes	no	yes	yes
yes		1 no	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	no
no												
yes		1 no	yes	no	no	no		1 yes	no	no	no	no
no												
yes		1 no	yes	no	no	no		2 yes	yes	no	no	no
yes		1 no	yes	no	no	no		1 no	yes	no	no	no
yes		1 yes	no	no	no	no		1 no	yes	no	no	no
yes		1 no	yes	no	no	no		2 no	yes	no	no	yes
no												
no												
no												
no												

no											
yes	1	no	yes	no	no	no	1	yes	no	no	no
no											
yes	1	no	yes	no	no	no	2	no	yes	yes	no
no											
yes	5	yes	yes	yes	yes	yes	2	yes	no	no	no
no											yes
yes	1	no	yes	no	no	no	2	yes	yes	no	no
yes	1	no	no	no	no	yes	1	yes	no	no	no
yes	1	no	yes	no	no	no	2	yes	no	no	no
yes	3	no	yes	no	yes	yes	3	no	yes	yes	no
yes	3	yes	yes	no	no	yes	2	no	yes	no	no
yes	1	no	yes	no	no	no	1	yes	no	no	no
yes	2	no	yes	yes	no	no	1	yes	no	no	no
yes	1	no	yes	no	no	no	1	yes	no	no	no
no											
no											
yes	3	no	yes	no	yes	yes	2	no	yes	no	no
yes	2	yes	yes	no	no	no	1	no	no	no	yes
yes	3	yes	yes	no	yes	no	2	no	yes	no	no
yes	3	yes	yes	no	no	yes	3	yes	yes	no	no
no											yes
yes	2	yes	yes	no	no	no	1	yes	no	no	no
yes	3	no	yes	no	yes	yes	4	yes	yes	yes	no
yes											yes
yes	2	yes	yes	no	no	no	2	yes	yes	no	no
yes	2	yes	yes	no	no	no	2	yes	yes	no	no
yes	1	no	no	no	yes	no	1	yes	no	no	no
yes	1	no	yes	no	no	no	2	yes	no	yes	no
no											
no											
yes	2	yes	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
yes	4	yes	yes	yes	no	yes	3	yes	no	yes	no
yes	2	no	yes	yes	no	no	4	yes	yes	yes	yes
yes	1	no	no	no	yes	no	1	no	yes	no	no
no											
yes	2	yes	yes	no	no	no	4	no	yes	yes	yes
yes	2	no	no	no	yes	yes	2	no	yes	no	no
no											yes
yes	1	no	yes	no	no	no	2	yes	yes	no	no
yes	1	no	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
yes	1	no	yes	no	no	no	1	no	no	no	yes
yes	2	no	yes	no	no	yes	1	yes	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	2	yes	yes	no	no
yes	1	no	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
yes	2	no	yes	no	no	yes	1	no	yes	no	no
yes	1	no	no	no	yes	no	2	no	yes	yes	no
yes	2	yes	no	no	yes	no	3	yes	yes	no	no
yes	2	yes	no	yes	no	no	1	yes	no	no	no
yes	1	no	no	no	no	yes	1	no	no	no	yes
no											no
yes	1	no	no	no	yes	no	1	no	no	no	yes
yes	2	yes	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
yes	2	yes	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	1	no	no	no	yes
yes	2	no	yes	no	no	yes	1	yes	no	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	2	yes	yes	no	no
yes	1	no	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
yes	2	no	yes	no	no	yes	1	no	yes	no	no
yes	1	no	no	no	yes	no	2	no	yes	yes	no
yes	2	yes	no	no	yes	no	3	yes	yes	no	yes
yes	2	yes	no	yes	no	no	1	yes	no	no	no
yes	1	no	no	no	no	yes	1	no	no	no	yes
no											no
yes	1	no	no	no	yes	no	1	no	no	no	yes
yes	2	yes	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
yes	2	yes	yes	no	no	no	1	no	yes	no	no
yes	1	yes	no	no	no	no	5	yes	yes	yes	yes
yes	1	yes	no	no	no	no					
yes	3	yes	no	no	yes	yes	3	no	yes	yes	yes
yes											no

Periodic	How often	Why? A:	Why? B:	Why? C:	Why? D:	Why? E:	Why? F:	Since when	How? A:	How? B:	How? C:	How? D:	How? E:	How? F:	How? G:	How? H:	How? I:	Why not?	Why no?	Why not?	Why not?	Why not?	Why not?	Why not?	Why not?	Why not?	Other (offense Engage)
no																		3 yes	yes	yes	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes	no		
no																		2 no	no	no	no	no	yes	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes	no		
yes	4	1 no	no	no	yes	no	no	More than 3	1 no	no	no	no	no	no	no	no	yes	1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
yes	2	1 no	no	no	no	no	yes	More than 3	1 yes	no	no	no	no	no	no	no	no	1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		4 yes	yes	no	no	yes	yes				
no																		1 no	no	no	yes	no	yes	no			
yes	Occasionally	2 yes	yes	no	no	no	no	1-3 y	3 yes	yes	yes	no	no	no	no	no	no	2 no	yes	yes	no	no	no	no			
no																		2 no	yes	no	no	yes	no	no			
no																		2 no	no	no	yes	yes	no	no			
yes	4	1 yes	no	no	no	no	no	More than 3	2 yes	no	no	no	no	no	no	no	no	3 yes	yes	yes	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	yes	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	yes	no	no	no	no	yes		
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		2 no	no	yes	no	yes	yes	no			
no																		2 yes	no	no	no	no	yes	no			
yes	4	1 no	no	no	no	no	yes	Less than 1 y	1 yes	no	no	no	no	no	no	no	no	2 no	no	no	no	yes	yes	no			
no																		1 yes	no	no	no	no	yes	no			
no																		6 yes	yes	yes	yes	yes	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		2 no	no	no	no	yes	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		2 no	no	yes	no	yes	yes	no			
no																		2 yes	no	no	no	no	yes	no			
yes	Occasionally Once a week	1 no	no	no	yes	no	no	More than 3 Less than 1 y	1 yes	no	no	no	no	no	no	no	no	2 yes	no	no	no	no	yes	no			
no		1 no	yes	no	no	no	no	Less than 1 y	1 yes	no	no	no	no	no	no	no	no	2 no	no	no	no	yes	yes	no			
yes	Occasionally	1 yes	no	no	no	no	no	Less than 1 y	4 no	no	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	yes	no	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	no	no	no			
no																		2 no	no	no	no	yes	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	yes	no	no			
no																		1 no	yes	no	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no	Occasionally	1 no	no	no	no	yes	no	More than 3	1 yes	no	no	no	no	no	no	no	no	2 no	yes	yes	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no	Occasionally	1 yes	no	no	no	no	no	Less than 1 y	0 no	no	no	no	no	no	no	no	no	1 no	no	no	no	no	no	yes	no		
no																		1 yes	no	no	no	no	no	no			
no																		1 yes	no	no	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	no	no			
no																		1 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	no	no			
no																		2 no	no	no	no	no	yes	no			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																		1 no	no	no	no	no	no	yes			
no																											

[illegible]

Carbs dui	How often	Why?: Au	Why?: I fi	Why?: I fi	Why?: I fi	Why?: I c	Why?: It's	Why?: So	How?: Au	How?: I ir	How?: I ir	Why not?	Why not?	Why not?	Why not?	Why not?
yes	2	3 yes	no	yes	no	yes	no			1 yes	no					
yes	4	4 yes	yes	yes	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	2 yes	yes	no	no	no	no			2 yes	yes					
yes	2	1 yes	no	no	no	no	no			1 yes	no					
no												1 no	yes	no	no	
yes	4	3 yes	yes	yes	no	no	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	1 no	no	yes	no	no	no			1 yes	no					
no												2 no	no	yes	yes	
yes	4	5 yes	yes	yes	no	yes	yes			1 yes	no					
yes	2	3 yes	yes	yes	no	no	no			1 yes	no					
no												1 no	yes	no	no	
no												1 no	no	yes	no	
no												1 yes	no	no	no	
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	4	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
no												1 yes	no	no	no	
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	2	3 yes	yes	yes	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	1 no	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	4	2 no	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	Occasionally	1 yes	no	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no			2 yes	yes					
yes	Occasionally	1 no	no	no	yes	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	1 no	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Once a week	4 yes	yes	yes	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no			2 yes	yes					
yes	2	5 yes	yes	yes	no	yes	yes			2 yes	yes					
yes	Once a week	3 yes	yes	yes	no	no	no			2 yes	yes					
yes	Once a week	2 no	no	no	yes	yes	no			1 yes	no					
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	1 no	no	no	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no			2 yes	yes					
yes	Once a week	1 no	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	1 no	no	no	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	4	3 yes	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	2	2 no	yes	no	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no			2 yes	yes					
yes	Occasionally	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	2	1 no	no	yes	no	no	no			1 yes	no					
yes	2	2 no	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	2	1 no	no	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Once a week	1 no	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	4	3 yes	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Once a week	1 yes	no	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	2	3 yes	yes	yes	no	no	no			1 yes	no					
yes	2	2 no	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	2	1 yes	no	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	1 no	no	yes	no	no	no			1 yes	no					
yes	4	1 no	no	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	4	1 yes	no	no	no	no	no			2 yes	yes					
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	2	1 no	no	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Once a week	1 no	no	no	no	yes	no			2 yes	yes					
yes	Once a week	2 no	yes	no	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	2 yes	yes	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	1 no	no	yes	no	no	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	2 no	yes	no	no	yes	no			1 no	yes					
yes	Once a week	2 no	no	yes	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	1 yes	no	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	2 no	yes	no	no	yes	no			1 no	yes					
yes	Once a week	2 no	no	yes	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	1 yes	no	no	no	no	no			1 yes	no					
yes	Once a week	2 no	yes	no	no	yes	no			1 no	yes					
yes	Once a week	2 no	no	yes	no	yes	no			1 yes	no					
yes	Occasionally	1 yes	no	no	no	no	no			1 yes	no					

no													1 no	no	no	yes	
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no		2 yes	yes							
yes	Occasionally	1 no	no	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Occasionally	2 yes	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	no	yes		1 yes	no							
yes	Once a week	3 yes	yes	yes	no	no	no		1 yes	no							
yes	Occasionally	2 no	yes	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	2 no	yes	yes	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	1 yes	no	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no		2 yes	yes							
yes	2	3 no	yes	yes	no	no	yes		1 yes	no							
yes	Occasionally	3 yes	yes	yes	no	no	no		2 yes	yes							
yes	Once a week	1 no	no	yes	no	no	no		1 yes	no							
yes	Occasionally	3 yes	yes	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	1 no	no	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	4 yes	yes	yes	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	1 no	no	no	yes	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	no	yes		2 yes	yes							
yes	2	3 yes	yes	no	no	no	yes		1 yes	no							
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no		2 yes	yes							
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	1 yes	no	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no		2 yes	yes							
yes	Occasionally	1 no	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	3 no	yes	no	yes	yes	no		2 yes	yes							
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Occasionally	2 yes	no	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Occasionally	1 no	no	no	no	yes	no		2 yes	yes							
no												1 no	yes	no	no		
yes	Once a week	4 yes	yes	yes	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Occasionally	2 yes	yes	no	no	no	no		2 yes	yes							
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	4 yes	yes	yes	no	yes	no		1 yes	no							
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	1 no	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	4	3 yes	yes	yes	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	3 yes	no	yes	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	4 yes	yes	yes	no	no	yes		1 yes	no							
yes	4	1 yes	no	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	3 yes	yes	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	1 no	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	1 no	no	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no		1 no	yes							
yes	Once a week	1 no	no	yes	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	2 no	yes	yes	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no		2 yes	yes							
yes	Occasionally	2 no	yes	no	no	no	yes		1 yes	no							
yes	2	4 yes	yes	yes	no	yes	no		1 no	yes							
yes	Once a week	2 yes	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no		1 yes	no							
yes	Once a week	3 yes	yes	no	no	yes	no		2 yes	yes							
yes	2	1 yes	no	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	2 yes	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	Once a week	1 no	yes	no	no	no	no		1 yes	no							
yes	2	4 yes	yes	yes	no	yes	no		2 yes	yes							
no												1 no	no	no	yes		

Symptom	What?: A	What?: S	What?: N	What?: V	What?: D	What?: H	What?: B	What?: O	How often	Every day
no										
no										
no										
no										
no										
no										
yes	2	yes	no	no	yes	no	no	no	Occasionally	no
no										
yes	2	no	yes	no	no	no	yes	no	Occasionally	no
no										
yes	1	no	no	no	no	no	yes	no	Almost every	yes, often
no										
yes	2	yes	no	no	no	no	yes	no	Occasionally	yes, often
no										
yes	1	no	yes	no	no	no	no	no	Occasionally	no
no										
no										
no										
yes	2	no	yes	yes	no	no	no	no	Occasionally	no
no										
no										
yes	2	yes	no	no	yes	no	no	no	Almost every	no
yes	1	no	no	no	yes	no	no	no	Occasionally	no
no										
no										
no										
no										
no										
yes	2	yes	no	no	yes	no	no	no	Occasionally	no
no										
no										
no										
no										
yes	1	no	yes	no	no	no	no	no	Occasionally	no
no										
yes	1	yes	no	no	no	no	no	no	Occasionally	no
no										
no										
no										
yes	2	yes	no	no	no	no	yes	no	Occasionally	yes, often
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
yes	1	no	no	no	yes	no	no	no	Occasionally	no
yes	2	yes	no	no	yes	no	no	no	Occasionally	no
yes	1	no	no	yes	no	no	no	no	Occasionally	no
no										
no										
no										
no										
yes	1	no	no	no	no	no	yes	no	Occasionally	no
no										
no										
no										
yes	2	no	no	no	yes	no	yes	no	Occasionally	yes, occasior
no										
no										

no										
yes		3 yes	no	no	yes	no	yes	no	Occasionally	yes, occasior
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
yes		3 yes	yes	no	yes	no	no	no	Occasionally	no
no										
no										
yes		3 yes	no	no	yes	no	yes	no	Almost every	yes, often
no										
no										
no										
no										
yes		1 no	no	yes	no	no	no	no	Occasionally	no
yes		3 yes	no	no	no	yes	yes	no	Occasionally	no
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
yes		2 no	yes	no	yes	no	no	no	Occasionally	yes, occasior
yes		1 no	no	no	yes	no	no	no	Almost every	yes, often
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
no										
yes		2 no	yes	no	no	no	yes	no	Occasionally	no
no										
no		0 no	no	no	no	no	no	no		
no										
no										
no										
no										
no										
no										
yes		2 no	yes	no	no	no	yes	no	Occasionally	yes, occasior

Suppleme	What?: A	What?: P	What?: G	What?: C	What?: G	What?: P	What?: Z	What?: L	What?: O	What?: Other (offense Eingabe)	Improvem	Probiotics
no												Daily
no												3
yes	2	yes	no	no	no	no	no	no	yes	psyllium husk	yes	no
no												Less than once a week
no												1
yes	2	yes	no	no	yes	no	no	no	no		yes	3
no												Daily
yes	4	yes	yes	no	no	no	yes	no	yes		yes	yes
no												Daily
no												Daily
yes	3	yes	yes	no	no	no	no	yes	no		yes	Daily
no												Less than once a week
yes	3	yes	no	no	yes	yes	no	no	no		I'm not sure	no
no												3
no												Less than once a week
no	0	no	no	no	no	no	no	no	no			yes
no												Less than once a week
no												Daily
no												Daily
no												no
no												3
yes	0	no	no	no	no	no	no	no	no		yes	1
no												1
no												yes
no												1
no												Less than once a week
no												no
no												Less than once a week
no												no
no												yes
no												3
yes	1	no	no	no	no	no	no	no	yes	Dont know the name :/	yes	no
yes	1	no	no	no	no	no	no	no	yes	Pantoprazol	yes	Less than once a week
no												3
no												1
no												no
no												yes
no												3
yes	5	yes	yes	no	yes	no	yes	yes	no		yes	yes
no												no
no												yes
no												yes
no												1
yes	2	yes	yes	no	no	no	no	no	no		I'm not sure	Less than once a week
no												no
no												Daily
no												no
no												1
no												Daily
no												no
yes	2	yes	yes	no	no	no	no	no	no		yes	Less than once a week
no												3
no												Less than once a week
no												Less than once a week
yes	2	yes	yes	no	no	no	no	no	no		yes	Daily
no												yes
no												yes
no												1
yes	1	no	yes	no	no	no	no	no	no		no	yes
no												Less than once a week
no												Daily
no												yes
no												yes
no												3
yes	1	yes	no	no	no	no	no	no	no		I'm not sure	3
no												no
no												Less than once a week
no												no
yes	2	yes	no	no	no	no	yes	no	no		yes	3
no												1
yes	1	no	yes	no	no	no	no	no	no		yes	3

no											Daily	
no											Daily	
no											yes	
no											no	
no											Daily	
no											Less than once a week	
no											1	
no											3	
no											3	
no											1	
no											1	
no											3	
no											no	
no											3	
no											Less than once a week	
yes	1	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	Less than once a week
no		0	no	no	no	no	no	no	no			Less than once a week
no												Less than once a week
no											no	
no											no	
yes	1	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	1
no												1
no												1
no												3
yes	2	yes	no	no	no	no	no	no	yes	Specific carbohydrate blends with Isomaltulose and Cyclic dextrin instead of only dextrose/fructose	yes	yes
no												1
no											no	
no												1
no												3
no											yes	
no											yes	1
yes	1	yes	no	no	no	no	no	no	no		I'm not sure	1
no											Daily	
no											no	
no												3
no											no	
no											no	
no											no	
yes	3	yes	yes	no	no	no	no	no	yes	I have also taken antiemetics during races to help with nausea	I'm not sure	Daily
no											no	
no												3
no											no	
no											Daily	
no												1
no											no	
no											Daily	
no											Daily	
no											Daily	
yes	1	no	no	no	no	no	no	no	yes	Medication - Ondansetron	yes	3
no												Less than once a week
no											Daily	
no											Daily	
no											yes	
no												3
no												Less than once a week
no												1
no											no	
no												1
no											Daily	

Selbstständigkeitserklärung

Durch meine Unterschrift erkläre ich, dass ich die Bachelorarbeit mit dem Titel *„Ernährungsstrategien und gastrointestinale Beschwerden bei Trail- und Ultraläuferinnen und -läufern – Abgleich zwischen Status quo und Sporternährungsempfehlungen und Bestimmung von Einflussfaktoren auf gastrointestinale Beschwerden“* selbstständig verfasst und in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt habe. Ich habe alle von mir genutzten Hilfsmittel und Quellen, einschließlich generativer Modelle/KI angegeben und die den verwendeten Quellen und Hilfsmitteln wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen in Form von Zitaten kenntlich gemacht. Darüber hinaus habe ich keine Hilfsmittel verwendet.

Oberhausen, 10. Dezember 2024

Ort, Datum

Helena Lindenberg