

Aus dem Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Auswirkungen des intermittierenden Trockenfastens auf den Flüssigkeitshaushalt – eine explorative, prospektive Kohortenstudie in der Bahá'í-Gemeinde.

The effects of intermittent dry fasting on the fluid balance - an exploratory prospective cohort study in the Bahá'í Community.

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Caroline Klatte

aus Hamburg

Datum der Promotion: 03.03.2023

Vorbemerkungen zu Publikationen

Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden zur Veröffentlichung eingereicht bei:
Clinical Nutrition / Eingereicht am 07.12.20 unter dem Titel „Effects of Bahá’í fasting on hydration, metabolism and circadian clock: a prospective exploratory cohort study“

Inhaltsverzeichnis

Abbildungs-, Tabellen-, und Formelverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	VIII
Abstract (deutsch).....	IX
Abstract (english).....	XI
1. Einleitung	1
1.1 Vorwort und Fragestellung.....	1
1.2 Hintergründe des Fastens.....	2
1.2.1 Fasten – Ursprung, Definition und Abgrenzungen in der Medizin.....	2
1.2.2 Religiöses Fasten und Fasten in der Bahá'í-Gemeinde.....	4
1.2.3 Aktuelle Studienlage zu vergleichbaren Fastenformen.....	5
1.3 Flüssigkeitshaushalt.....	8
1.3.1 Physiologische Hintergründe – Aufbau und Regulation.....	8
1.3.2 Bedarf und Hydratationszustände	9
1.3.3 Erfassen des Hydratationszustandes.....	11
1.4 Ziel der Arbeit	13
2. Material und Methodik.....	15
2.1 Studiendesign.....	15
2.2 Untersuchungskollektiv	15
2.2.1 Rekrutierung.....	15
2.2.2 Ein- und Ausschlusskriterien.....	16
2.3 Materialien.....	16
2.3.1 Blutproben.....	17
2.3.2 Urinproben.....	18
2.3.3 Körperliche Untersuchungen mit bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA)	18
2.3.4 Anamnestische Angaben und Nebenwirkungen.....	19
2.4 Ablauf.....	19
2.4.1 Visiten	19
2.4.2 Untersuchungen.....	21
2.4.3 Fehlende Werte.....	22
2.5 Statistische Auswertung	23

2.5.1	Deskriptive Statistik und Repräsentativität der Stichprobe.....	23
2.5.2	Ersetzen fehlender Werte	24
2.5.3	Zeitlicher Verlauf	25
2.5.4	Gruppenvergleiche	27
3.	Ergebnisse	29
3.1	Stichprobe.....	29
3.2	Beschreibung der Parameter und Analyse im zeitlichen Verlauf	31
3.2.1	Hauptzielparameter	31
3.2.2	Blutproben.....	34
3.2.3	Urinproben.....	40
3.2.4	Körperliche Untersuchungen und BIA.....	43
3.2.5	Nebenwirkungen	48
3.3	Gruppenvergleiche.....	50
4.	Diskussion.....	55
4.1	Methodik.....	55
4.2	Ergebnisse.....	58
4.2.1	Anzeichen der körperlichen Reaktion auf die mangelnde Flüssigkeitszufuhr	58
4.2.2	Anzeichen der Hypohydratation.....	59
4.2.3	Beurteilung der Nierenfunktion.....	61
4.2.4	Weitere Flüssigkeitsparameter	61
4.2.5	Stoffwechsel und Körperzusammensetzung	64
4.2.6	Limitationen	66
5.	Fazit und Ausblick.....	69
	ANHANG.....	71
	Literaturverzeichnis	94
	Eidesstattliche Versicherung.....	XII
	Lebenslauf.....	XIII
	Publikationsliste	XV
	Danksagung	XVI
	Bescheinigung Statistik.....	XVIII

Abbildungs-, Tabellen-, und Formelverzeichnis

Abbildungen

<i>Abbildung 1</i>	Symptome und körperliche Auswirkungen von Dehydrierung [...].	11
<i>Abbildung 2</i>	Flowchart zu den Erhebungszeitpunkten [...].	20
<i>Abbildung 3</i>	Liniendiagramm zur relativen Häufigkeitsverteilung des Alters [...].	29
<i>Abbildung 4</i>	Boxplot-Diagramm zur Plasmaosmolalität zu den Visiten V0–V4.	32
<i>Abbildung 5</i>	Punktdiagramm zum Verlauf der Sammelurin-Osmolalitäten [...].	34
<i>Abbildung 6</i>	Liniendiagramm zum Verlauf der Mittelwerte des Plasma-Kreatinins.	35
<i>Abbildung 7</i>	Boxplot-Diagramme zum Verlauf der Blutparameter: Hämoglobin, Hämatokrit und MCV.	36
<i>Abbildung 8</i>	Boxplot-Diagramme zum Verlauf der Blutparameter: Kalium und Glukose.	38
<i>Abbildung 9</i>	Boxplot-Diagramme zum Verlauf der BGA-Ergebnisse: pH und Calcium.	39
<i>Abbildung 10</i>	Punktdiagramm zum Verlauf der Sammelurin-Osmolalitäten [...].	41
<i>Abbildung 11</i>	Boxplot-Diagramm zum Verlauf der Spontanurin-Osmolalität.	41
<i>Abbildung 12</i>	Boxplot-Diagramm zum Verlauf der Untersuchungsergebnisse: Körpergewicht und BMI.	43
<i>Abbildung 13</i>	Liniendiagramm zum Verlauf der Mittelwerte des Körpergewichts und des BMI.	43
<i>Abbildung 14</i>	Boxplot-Diagramme zum Verlauf der Untersuchungsergebnisse: Herzfrequenz und Blutdruck.	44
<i>Abbildung 15</i>	Boxplot-Diagramme zum Verlauf der BIA-Ergebnisse: Körperzellmasse, Körperfett und Körperwasser [...] in Kilogramm (kg) und Liter (l).	45
<i>Abbildung 16</i>	Liniendiagramm zum Verlauf der Mittelwerte des Körperwassers, der Körperzell- und Körperfettmasse [...] in Kilogramm (kg) und Liter (l).	45
<i>Abbildung 17</i>	Boxplot-Diagramme zum Verlauf der BIA-Ergebnisse: prozentuales Körperfett und prozentuales Körperwasser.	46
<i>Abbildung 18</i>	Boxplot-Diagramm zum Verlauf des BIA-Ergebnisses: Intrazelluläres Wasser in Liter (l).	47
<i>Abbildung 19</i>	Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: "Ich habe in der letzten Woche ausreichend getrunken" [...].	48
<i>Abbildung 20</i>	Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „Ich habe in der letzten Woche häufig oder starken Durst empfunden“ [...].	48
<i>Abbildung 21</i>	Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „Ich habe in der letzten Woche häufig oder starke Müdigkeit empfunden“ [...].	49
<i>Abbildung 22</i>	Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „Ich habe in der letzten Woche häufig oder starke Kopfschmerzen empfunden“ [...].	49
<i>Abbildung 23</i>	Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „In der letzten Woche hatte ich ein Problem mit Kreislaufschwäche (z.B. Schwindel)“ [...].	49
<i>Abbildung 24</i>	Liniendiagramm der Mittelwerte zur altersabhängigen Entwicklung der absoluten Angaben zu Körperfett, Körperzellmasse und Körperwasser.	52
<i>Abbildung 25</i>	Liniendiagramm der Mittelwerte zur geschlechtsabhängigen Entwicklung der absoluten Angaben zu Körperfett, Körperzellmasse und Körperwasser.	53

Tabellen

Tabelle 1	<i>Absolute und prozentuale Angaben der Kohorte zu soziodemografischen Merkmalen</i>	30
Tabelle 2	<i>Deskriptive Statistik der Plasmaosmolalität</i>	32
Tabelle 3	<i>Übersichtstabelle zu den Sammelurin-Osmolalitäten [...]</i>	34
Tabelle 4	<i>Übersichtstabelle zu den Blutparametern ohne nachweislich signifikante Veränderungen [...]</i>	35
Tabelle 5	<i>Übersichtstabelle zu den signifikant veränderten Blutparametern des kleinen Blutbildes [...]</i>	37
Tabelle 6	<i>Übersichtstabelle zu den signifikant veränderten Blutparametern der klinischen Chemie [...]</i>	38
Tabelle 7	<i>Übersichtstabelle zu den signifikant veränderten Blutparametern der BGA [...]</i>	39
Tabelle 8	<i>Übersichtstabelle zur Osmolalität des Spontanurins [...]</i>	41
Tabelle 9	<i>Übersichtstabelle zu den Urinparametern mit Ausnahme der Sammelurin-Osmolalitäten [...]</i>	42
Tabelle 10	<i>Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der körperlichen Untersuchung ohne die BIA [...]</i>	44
Tabelle 11	<i>Übersichtstabelle zu den BIA-Ergebnissen im originalen und imputierten Datensatz [...]</i>	47
Tabelle 12	<i>Statistische Auswertung auf Altersunterschiede bei der Plasma- und Spontanurin-Osmolalität, bei Kalium, BMI und Körperfett</i>	51
Tabelle 13	<i>Statistische Auswertung auf Altersunterschiede beim 24-Stunden-Sammelurin-Volumen und der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität</i>	51
Tabelle 14	<i>Statistische Auswertung auf Geschlechtsunterschiede bei der Plasma- und Spontanurin-Osmolalität, bei Kalium, BMI und Körperfett</i>	52
Tabelle 15	<i>Statistische Auswertung auf Geschlechterunterschiede beim 24-Stunden-Sammelurin-Volumen und der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität</i>	53
Tabelle 16	<i>Statistische Auswertung auf Differenzen zwischen Fastenunterbrechenden und kontinuierlich Fastenden bei der Plasma- und Spontanurin-Osmolalität, bei Kalium, BMI und Körperfett</i>	53
Tabelle 17	<i>Statistische Auswertung auf Differenzen zwischen Fastenunterbrechenden und kontinuierlich Fastenden beim 24-Stunden-Sammelurin-Volumen und der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität</i>	54
Tabelle 18	<i>Angaben zur durchschnittlichen Reduktion des Körperfettes bei Studien zum time-restricted eating</i>	65
Tabelle I	<i>Durchschnittswerte der bundesdeutschen Bevölkerung und der Kohorte bezüglich Bildungsabschluss, Beruf, Familienstand, Wohnsituation und BMI</i>	71
Tabelle II	<i>Deskriptive Statistik zur V0 der originalen und imputierten Daten</i>	72
Tabelle III	<i>Deskriptive Statistik zur V0 der originalen und imputierten Daten</i>	76
Tabelle IV	<i>Deskriptive Statistik zur V2 der originalen und imputierten Daten</i>	80
Tabelle V	<i>Deskriptive Statistik zur V3 der originalen und imputierten Daten</i>	83
Tabelle VI	<i>Ergebnisse der ANOVA getrennt nach originalen und imputierten Daten</i>	86
Tabelle VII	<i>Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten Post-hoc-Analysen der nach ANOVA signifikant veränderten Parameter</i>	89
Tabelle VIII	<i>Ergebnisse der t-Tests zu den Urinwerten getrennt nach originalen und imputierten Daten</i>	91

Tabelle IX	<i>Absolute und relative Angaben zu den Antworten der potenziellen Nebenwirkungen [...]</i>	92
Tabelle X	<i>Soziodemografische Daten der Vergleichsgruppen</i>	93

Formeln

(1)	Berechnung der obligatorischen Urinmenge	12
(2)	Berechnung der gelösten Teilchen im 24-Stunden-Sammelurin	12
(3)	Näherungsweise Bestimmung der Plasmaosmolalität	17
(4)	Berechnung der Kreatinin-Clearance	18
(5)	Berechnung der Körperoberfläche (KOF)	18
(6)	Berechnung der Effektstärke f	26
(7)	Berechnung des Korrelationskoeffizienten r beim Friedman-Test	26
(8)	Berechnung des Korrelationskoeffizienten r beim t-Test	27

Abkürzungsverzeichnis

ADH	Antidiuretisches Hormon, Vasopressin
ANOVA	Analysis of variance, Varianzanalyse
ANP	Atriales natriuretisches Peptid
AT I, AT II	Angiotensin I, Angiotensin II
ATPase	Adenosintriphosphatasen
BE	Base Excess
BGA	Blutgasanalyse
BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
BMI	Body-Mass-Index
CKD.EPI	Chronic Kidney Disease – Epidemiology Collaboration
CRP	C-reaktives Protein
<i>df</i>	Degrees of freedom, Freiheitsgrade
ECRC	Experimental and Clinical Research Center
EFSA	European Food Safety Authority
EZR	Extrazellularraum
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
HDL, LDL	High Density Lipoprotein, Low Density Lipoprotein
IL	Interleukin
IQR	Interquartile range, Interquartilbereich
IZR	Intrazellularraum
KOF	Körperoberfläche
M	Mean, Mittelwert
MCV	Mittleres korpuskuläres Volumen
P_{Osm}	Plasmaosmolalität
P_{Krea}	Kreatinin-Gehalt im Plasma
RAAS	Renin-Angiotensin-Aldosteron-System
SD	Standard deviation, Standardabweichung
U_{Krea}	Kreatinin-Gehalt im 24-Stunden-Sammelurin
V0–V3	Visite 0–3
24h U_{Osm}	24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität
24h U_{Vol}	24-Stunden-Sammelurin-Volumen
95% KI	95-Prozents Konfidenzintervall

Abstract (deutsch)

Einleitung: Zahlreiche Studien zum gesundheitlichen Fasten zeigten positive Effekte in Bezug auf Präventions- und Therapiemöglichkeiten der heutigen Zivilkrankheiten auf. Dies ist einer der Gründe, weshalb Fasten ein aktuelles und relevantes Thema in der Medizin darstellt. Eine besondere Form des Fastens ist das Trockenfasten, bei dem weder gegessen noch getrunken wird und das wissenschaftlich weniger gut untersucht ist. Neuere Erkenntnisse legen nahe, dass Trockenfasten ebenfalls ein interessantes Forschungsfeld darstellen könnte. Daher untersuchte die vorliegende Studie einen zeitlich begrenzten täglichen Nahrungs- und Flüssigkeitsverzicht, indem das religiöse Fasten der Bahá'í-Gemeinde studiert wurde.

Material und Methodik: Durchgeführt wurde eine einarmige prospektive Kohortenstudie an 34 gesunden Mitgliedern der Bahá'í-Gemeinde, die im Rahmen des religiösen Fastens an 19 aufeinanderfolgenden Tagen für elf bis zwölf Stunden von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang auf Nahrung und Flüssigkeit verzichteten. Die Teilnehmenden wurden zu vier Zeitpunkten (V0–V3) vor, während und nach der Fastenzeit untersucht. Erfasst wurden quantitative Parameter wie Blut- und Urinwerte zur Beurteilung der Hydratation, des Elektrolythaushaltes und der Nierenfunktion, Vitalparameter, Körpergewicht, Ergebnisse der bioelektrischen Impedanzanalyse und potenzielle Nebenwirkungen. Das Ziel dieser explorativen Pilotstudie war ein Überprüfen der sicheren Durchführbarkeit und das Generieren von Hypothesen.

Ergebnisse: Die Plasmaosmolalität, Hämoglobin, Hämatokrit, MCV, Kalium und Glukose waren während der Fastenzeit signifikant geringer im Vergleich zu anderen Visiten. Die Sammelurin-Osmolalitäten und -Volumina zeigten im Verlauf keine auffälligen Änderungen, aber Grenzwertüberschreitungen während des Fastens. Vier Personen lagen unterhalb der individuellen obligatorischen Urinmenge, drei Personen überschritten den Grenzwert der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität und wiesen gleichzeitig eine durchschnittlich geringere Urinmenge auf. Die Spontanurin-Osmolalität stieg beim Fasten mit mittelgradigem Effekt an und fünf Werte waren oberhalb des Referenzbereichs. Das Körpergewicht und die Fettmasse sanken während des Fastens signifikant ab.

Diskussion: Es zeigten sich physiologische Reaktion auf die Flüssigkeitskarenz und eine Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-System wird angenommen. Die Mehrheit der Teilnehmenden wies keine Anzeichen eines Flüssigkeitsmangels auf, mit Ausnahme von sechs Personen.

Von diesen sechs hatten zwei einen nur temporären Mangelzustand am Nachmittag eines Fastentages, während bei vier von einer stärkeren oder länger anhaltenden Hypohydratation auszugehen ist. Als Risikofaktor für den Flüssigkeitsmangel wird eine Reduktion der Trinkmenge gewertet. Von einer Einschränkung der Nierenfunktion ist nicht auszugehen. Insgesamt wird der zeitlich begrenzte Verzicht auf Nahrung und Flüssigkeit als sicher durchführbar eingestuft.

Abstract (english)

Introduction: Numerous studies on fasting for health benefits have shown positive results regarding prevention and therapy possibilities for common diseases. These interesting findings have maintained interest in fasting in current medicinal circles. A special form of fasting is dry fasting, which involves neither eating nor drinking. This variant has not yet been well researched scientifically, but recent findings suggest that dry fasting could also represent an interesting field of research. The present study investigated time-restricted food and water deprivation by studying the religious fasting of the Bahá'í Community.

Materials and Methodology: A prospective single-arm cohort study was conducted on 34 healthy members of the Bahá'í Community, who abstained from food and fluids for eleven to twelve hours from sunrise to sunset on 19 consecutive days, as a part of their religious fasting. The participants were examined during four visits (V0 - V3) before, during, and after the fasting period. Quantitative parameters in blood and urine samples to assess hydration, electrolyte balance and kidney function were recorded as well as vital parameters, body weight, the results of bioelectrical impedance analysis and potential side effects. The aim of this exploratory pilot study was to examine the safety of this style of fasting and to generate a hypothesis about its health effects.

Results: Plasma osmolality, haemoglobin, haematocrit, MCV, potassium and glucose were significantly lower during fasting periods, as compared to other visits. The urine osmolalities and volumes did not show any noticeable changes during the study, but limit values were exceeded during the fasting period. The urine volume of four of the study participants was below the minimum individual obligatory quantity. Three people exceeded the limit value of 24-hour urine osmolality and simultaneously also exhibited a lower average urine volume. The spontaneous urine osmolality increased during fasting with a moderate effect and with five values above the reference range. Body weight and fat mass decreased significantly during fasting.

Discussion: There was a physiological response to fluid restriction during fasting and the results of the study point to an activation of the renin-angiotensin-aldosterone system. The majority of participants showed no signs of hypohydration, with the exception of six people. Of these six, two showed only a temporary hypohydration in the afternoon of a fasting day, while it can be assumed that four people had a stronger or longer-lasting hypohydration. A reduction in the amount of

drinking is rated as a risk factor for hypohydration. A renal impairment is not expected. Overall, it is considered that the time-restricted food and water deprivation can be executed safely.

1. Einleitung

1.1 Vorwort und Fragestellung

Fasten ist gegenwärtig ein präsentisches Thema in der Gesellschaft und der Medizin, das insbesondere auch im Diskurs der Wissenschaft stetig an Bedeutung gewonnen hat. Dabei umfasst das Fasten einen komplexen Themenbereich, der evolutionsgeschichtliche und traditionelle Hintergründe mit aktuellen Ergebnissen eines internationalen sowie wachsenden Forschungsfeldes verbindet.¹ Fasten ist Gegenstand zahlreicher Studien, die positive Effekte im therapeutischen, präventiven und gesundheitsfördernden Kontext belegen (vgl. Wilhelmi de Toledo et al. 2013: 437 f.; Longo and Mattson 2014: 189). Unter anderem findet es auch Anwendung bei chronischen Erkrankungen wie dem metabolischen Syndrom sowie inflammatorischen und kardiovaskulären Krankheiten, die eine große Herausforderung und zunehmende gesundheitliche Gefahr in der modernen Welt darstellen (vgl. Saklayen 2018: 1). Gleichzeitig sorgt Fasten als „[...] potenzielle nicht-pharmakologische Maßnahme zur Verbesserung der Gesundheit und zur Erhöhung der Lebenserwartung“² (Trepanowski and Bloomer 2010: 1) für eine mediale Aufmerksamkeit und rückt vermehrt in das Blickfeld einer breiten gesundheitsbewussten Bevölkerung.

Dabei reichen die Wurzeln des Fastens weit zurück, wie auch der Fastenarzt Otto Buchinger (1878–1966) eindrücklich beschreibt:

„Fasten ist so alt wie die Völker der Erde. [...] Das religiöse wie das gesundheitliche“.
(Buchinger 1935: 1)

In diesem Zitat spiegelt sich wider, dass der Mensch von Beginn an Perioden des Fastens durch Schwankungen im Nahrungsangebot ausgesetzt war und sich außerdem eine lange Tradition des rituellen und medizinischen Fastens entwickelte. Erste gesundheitliche Anwendungen wurden auf Ärzten wie Hippokrates (um 460–370 v. Chr.) oder Galenus (um 129–216 n. Chr.) zurückgeführt, die es als heilwirksam beschrieben und viele der großen Religionsstifter fasteten, bevor sie es als Ritual in ihre Glaubenslehren aufnahmen (vgl. Lützner 2018: 171).

¹ Wachsend, da sich die Anzahl der bei *PubMed*-gelisteten Studien seit Beginn des 21. Jahrhunderts fast dreifachte: *PubMed*-Suche „Fasting“ [Title] AND „Clinical Trial“ [ptyp] bis 31.12.1999: 284 Ergebnisse, ab 01.01.2000: 800 Ergebnisse. Stand: 01.04.2020.

² Originalzitat: „As a potential non-pharmacological intervention for improving health and increasing longevity [...]“ (Übersetzung Caroline Klatte).

In kulturellen und religiösen Bräuchen ist es auch heute noch fest verankert – teilweise aber weniger gut erforscht. So sind beispielsweise bei einer Onlinesuche keine klinischen Studien zum Bahá'í-Fasten zu finden.³ Das Fasten in der Bahá'í-Gemeinde wird jährlich Anfang März für 19 aufeinanderfolgende Tage durchgeführt und umfasst einen täglichen Nahrungs- und Flüssigkeitsverzicht von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang. Diese Form des Fastens, die auch als intermittierendes Trockenfasten bezeichnet werden kann, soll in der vorliegenden Arbeit in Bezug auf den Flüssigkeitshaushalt untersucht werden. Entsprechend wurde folgende Forschungsfrage definiert:

Hat das intermittierende Trockenfasten, wie es jährlich Bahá'í-Gläubige praktizieren, Auswirkungen auf den Flüssigkeitshaushalt gesunder Proband*innen, gemessen an Labor- und Vitalparametern, an möglichen Nebenwirkungen und mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA)?

Dieser Forschungsarbeit liegt eine einarmige prospektive Kohortenstudie an Mitgliedern der Bahá'í-Gemeinde zugrunde, die als Pilotstudie dem Überprüfen der Durchführbarkeit und Sicherheit sowie der Hypothesengenerierung dient (vgl. Everitt 2006: 176). Die Ergebnisse werden in Kapitel 3 dokumentiert. Um diese objektiv einordnen und diskutieren zu können, müssen zunächst die Themen Fasten und Flüssigkeitshaushalt näher erläutert, wichtige Begriffe definiert und für die vorliegende Arbeit anwendbar gemacht werden. In einem ersten Schritt werden die Hintergründe und verschiedene Formen des Fastens vorgestellt sowie die aktuelle Studienlage, speziell zum Trockenfasten, intermittierenden und religiösen Fasten, präsentiert. Anschließend wird die Regulation des Flüssigkeitshaushaltes beschrieben, verschiedene Hydratationszustände voneinander abgegrenzt sowie ihre Messbarkeit erklärt.

1.2 Hintergründe des Fastens

1.2.1 Fasten – Ursprung, Definition und Abgrenzungen in der Medizin

Fasten wird von der Ärztesgesellschaft Heilfasten & Ernährung e.V. definiert als „[...] freiwillige[r] Verzicht auf feste Nahrung und Genussmittel für begrenzte Zeit“ (Wilhelmi de Toledo et al. 2002: 189) und klar vom Hungern, von Essstörungen und bestimmten Diätformen abgegrenzt. Die allgemein gefasste Definition des Fastens schließt verschiedene Formen mit ein – sowohl das Fasten zu gesundheitlichen Zwecken als auch das religiös motivierte. Das Fasten mit medizinischem

³ *PubMed*-Suche: „Bahai“ [All Field] OR „Baha‘i“ [All Field] OR „Bahá‘í“ [All Field] AND „Clinical Trial“ [ptyp] = 0 Ergebnisse; *ClinicalTrials.gov*-Suche: Bahai = 1 Ergebnis (die Studie zu dieser Arbeit).

Hintergrund wird weiter unterteilt in „Heilfasten“, „Fasten für Gesunde“ und „Verwandte Methoden der Naturheilkunde“ (vgl. Wilhelmi de Toledo et al. 2002: 190 f.). Die einzelnen Rubriken werden im Folgenden kurz charakterisiert.

Der Begriff „Heilfasten“ wurde insbesondere von Otto Buchinger geprägt und beschreibt ein ärztlich betreutes, multidisziplinäres Fasten mit therapeutischer Zielsetzung. Hierbei werden für bis zu vier Wochen keine festen Mahlzeiten, sondern ausschließlich Fastengetränke wie Wasser, Tees (ggf. mit Honig), Gemüsebrühen oder frische Säfte zu sich genommen (vgl. DGE 2018: 18). Das „Fasten für Gesunde“ ist ein ambulantes Kurzzeitfasten zur Förderung der Gesundheit. Diese primär präventive Maßnahme hat vor allem die Verbesserung des Gesundheitsbewusstseins und des Verantwortungsgefühls für den Körper als Ziel (vgl. Lützner 2018: 172). Ursprünglich beinhaltete die Rubrik „Verwandte Methoden der Naturheilkunde“ nur die F.-X.-Mayr-Therapie⁴, die Schroth⁵- und die Molkekur⁶ (vgl. Wilhelmi de Toledo et al. 2002: 190). In dem 2013 veröffentlichten Update wurde zusätzlich das intermittierende Fasten aufgeführt (vgl. Wilhelmi de Toledo et al. 2013: 436).

Beim intermittierenden Fasten wechseln sich Perioden mit und ohne Nahrungsaufnahme ab. Diese Perioden können innerhalb eines Tages liegen und mehrstündige Essenspausen beinhalten oder sich über ganze Fastentage erstrecken. In internationalen Publikationen wird zwischen *alternate-day fasting*, *time-restricted feeding/eating* und *modified fasting regimens* differenziert (vgl. Patterson and Sears 2017: 372 f.). Beim *alternate-day fasting* gibt es einen täglichen Wechsel von Essens- und Fastentagen, während bei *modified fasting regimens* eine bestimmte Abfolge dieser Tage eingehalten wird, beispielsweise eine 5:2-Einteilung (innerhalb einer Woche liegen fünf Essenstage und zwei nicht aufeinanderfolgende Fastentage). Das *time-restricted feeding/eating* ist eine Form mit einem täglichen Fastenintervall, das idealerweise 14–16 Stunden andauert. Häufig wird die 16:8 Methode angewendet, bei der 16 Stunden am Stück gefastet wird. (vgl. Michalsen 2018: 12 f.) Da das hier untersuchte Bahá'í-Fasten mit einem täglichen mehrstündigen Verzicht auf Nahrung und Flüssigkeit Ähnlichkeiten zum *time-restricted eating* aufweist, werden aktuelle Studienergebnisse hierzu in Kapitel 1.2.3 präsentiert.

⁴ Therapieverfahren mit sechs Diätstufen, die individuell verordnet werden (vgl. Witasek 2019).

⁵ Eine ca. dreiwöchige Kur mit restriktiv vegetarischer, ballaststoffreicher Kost, einem Wechsel von Trocken- und Trink-Tagen sowie täglichen Schwitzpackungen (vgl. Brosig 2011, 7).

⁶ Proteinmodifiziertes Fasten mit zusätzlicher Gabe von Molke (vgl. Anemuller 2000).

In den Leitlinien zur Fastentherapie wird das Trockenfasten nicht aufgeführt. Trockenfasten kann definiert werden als zeitlich begrenzter Verzicht auf Nahrungs- und Flüssigkeitszufuhr, wobei ebenfalls zwischen Fasten für mehrere Tage und intermittierenden Fastenformen zu differenzieren ist. Zum intermittierenden Trockenfasten können unter anderem einige religiöse Fastenarten wie das hier dargelegte Fasten der Bahá'í-Gemeinde oder das muslimische Ramadan-Fasten gezählt werden, das im folgenden Kapitel noch näher erläutert wird. Aktuelle Studienergebnisse zum Ramadan-Fasten sowie zu längeren Trockenfasten-Intervallen werden ebenfalls in Kapitel 1.2.3 dargelegt.

1.2.2 Religiöses Fasten und Fasten in der Bahá'í-Gemeinde

Religiöses Fasten lässt sich definieren als „[...] religiös motivierte Enthaltung von Speise(n) –und in einigen Fällen auch von Trank – für mehrere Stunden, welche sich auch mehrere Tage hintereinander wiederholen kann.“ (Liebscher 2012: 5)

Es stellt in vielen Religionen einen wichtigen Bestandteil des Glaubens dar und unterscheidet sich je nach Glaubensrichtung in der Durchführung: Im Judentum gibt es Fastentage, an denen 24 Stunden weder gegessen noch getrunken wird. Im Islam gibt es den 29- bis 30-tägigen Fastenmonat Ramadan, in dem von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang eine Nahrungs- und Flüssigkeitskarenz geboten ist. In einigen buddhistischen Klöstern wird ab dem Mittagessen auf weitere Speisen verzichtet und im Christentum sind die Traditionen abhängig von der Konfession. Beispielsweise gibt es im östlich-orthodoxen Christentum Fastenzeiten, in denen auf tierische Produkte und alkoholische Getränke verzichtet wird. (vgl. Liebscher 2012: 5)

In der durchgeführten Studie wurde das Fasten in der Bahá'í-Gemeinde untersucht, die in Deutschland etwa 6.000, weltweit zwischen fünf und sechs Millionen Mitglieder umfasst (vgl. Acar 2016). Die Bahá'í-Religion entstand Mitte des 19. Jahrhunderts im damaligen Persien (vgl. Buchner 2019). Der Religionsstifter erhielt den Ehrentitel Bahá'u'lláh [arabisch »Herrlichkeit Gottes«] (vgl. Brockhaus) und verfasste viele der religiösen Schriften, die noch heute als Originaltexte vorhanden sind. Dazu gehört auch der *Kitáb-i-Aqdas – das heiligste Buch*, das die Bahá'í-Grundsätze und -Gebote lehrt, wie „[...] die Einheit Gottes, die Nächstenliebe, den sittlichen Zweck des Erdenlebens“ (Das Universale Haus der Gerechtigkeit 2000: 12). Die „Einheit Gottes“ beschreibt sowohl die monotheistische Ansicht der Bahá'í-Religion als auch den Glauben, dass alle Religionen weltweit von ein und demselben Gott abstammen.

Außerdem beschäftigt sich Bahá'u'lláh in seinen Schriften mit gesellschaftlichen Zielen, der Natur des Menschen und dem Sinn des Lebens. Dabei formuliert er im Namen Gottes Gesetze, Pflichten und Wertvorstellungen wie die Einheit der Menschen, die geistige und soziale Gleichstellung von Mann und Frau, den Abbau von Vorurteilen und die Wertschätzung der menschlichen Vielfalt (vgl. Towfigh and Enayati 2014: 14–21). Der Mensch wird zur selbstständigen Suche nach der Wahrheit und zur Entwicklung innerer Qualitäten aufgefordert (vgl. Abdu'l-Baha 1982: 62). Hierbei soll neben dem Gebet und der Meditation auch das Fasten helfen.

Fasten wird beschrieben als eine Zeit der geistigen Erneuerung, zur Ordnung des inneren Lebens sowie zur Stärkung und Erfrischung der in jedem Menschen ruhenden Kräfte (vgl. Bahá'u'lláh 2000: 181). Im *Kitáb-i-Aqdas* ist Fasten das 16. Gebot: „Wir haben euch für eine kurze Zeit das Fasten geboten und euch an dessen Ende Naw-Rúz als Fest bestimmt.“ (Bahá'u'lláh 2000: 38 f.) Das Fest Naw-Rúz wird zur Frühjahrs-Tagundnachtgleiche der nördlichen Halbkugel gefeiert und markiert den ersten Tag des Jahres im Bahá'í-Kalender (Badí'-Kalender). Der Badí'-Kalender besteht aus 19 Monaten mit je 19 Tagen. Zusätzlich bleiben vier (im Schaltjahr fünf) Tage zur Vorbereitung auf die Fastenzeit (vgl. Encyclopaedia Britannica 2019). Gefastet wird im Monat Alá, der normalerweise vom 02. bis zum 20. März geht. In dieser Zeit wird von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang weder gegessen noch getrunken. In Deutschland bedeutet das eine Fastendauer von elf bis zwölf Stunden täglich.⁷ Durchgeführt wird das Fasten von Gläubigen, die das 15. Lebensjahr vollendet haben und nicht explizit davon freigestellt sind, wie Reisende, Kranke, schwer Arbeitende, Frauen in der Schwangerschaft, Stillzeit oder während der Menstruation und Personen im Alter von über 70 Jahren. (vgl. Bahá'u'lláh 2000: 149 f.)

1.2.3 Aktuelle Studienlage zu vergleichbaren Fastenformen

Zum Bahá'í-Fasten ist bisher keine klinische Studie bekannt.⁸ Daher werden in diesem Kapitel Studienergebnisse zu ähnlichen Arten des Fastens dargelegt. Hierzu zählen das muslimische Ramadan-Fasten, das *time-restricted eating* sowie über mehrere Tage anhaltendes Trockenfasten. Im muslimische Fastenmonat Ramadan, der 29 bis 30 Tage umfasst, wird ebenfalls für mehrere Stunden täglich auf die Nahrungs- und Flüssigkeitszufuhr bei Tageslicht verzichtet. Das *time-restricted eating* weist Parallelen nur bezüglich der Nahrungskarenz auf und die Studien zum Trockenfasten

⁷ Quelle: <https://www.sunrise-and-sunset.com/de/sun/deutschland/sonnen/2018/marz>, last Update: 01.04.2020.

⁸ Siehe 1.1

umfassen eine kombinierte Nahrungs- und Flüssigkeitsrestriktion, aber ohne täglich wiederholte Fastenintervalle. Die Resultate zu den einzelnen Arten des Fastens umfassen jeweils Auswirkungen auf den Stoffwechsel beziehungsweise die Körperzusammensetzung und auf den Flüssigkeitshaushalt. Diese werden im Folgenden differenziert und separat voneinander aufgeführt.

Stoffwechselveränderungen sowie eine Reduktion des Körpergewichts und damit auch des Body-Mass-Index (BMI) sind in Studien zum Ramadan-Fasten gut dokumentiert. Es konnten unter anderem positive Effekte auf die Nüchtern glukose, oxidativen Stress (mittels Malondialdehyd-Messungen) und entzündliche Marker wie CRP und IL-6 nachgewiesen werden. Bezüglich der Triglyceride, des HDL-Cholesterins und des LDL-Cholesterins gab es je nach Studie unterschiedliche Ergebnisse. (Fakhrzadeh et al. 2003; Ziaee et al. 2006; Aksungar et al. 2007; Al-Hourani and Atoum 2007; Ibrahim et al. 2008)

Das *time-restricted feeding* zeigte bei Nagetieren positive Auswirkungen auf das Körpergewicht, die Glukosetoleranz, die Triglyceride, das Gesamtcholesterin, die Entzündungswerte sowie die Herz-Kreislauf- und Gehirnfunktion – teilweise selbst bei hochkalorischer Nahrungszufuhr im Essensintervall (vgl. Mattson and Wan 2005; Hatori et al. 2012; Sherman et al. 2012; Chaix et al. 2014). Bei Drosophila-Fliegen konnte ein verbesserter Schlaf sowie eine verlangsamte Herzalterung unter *time-restricted feeding* festgestellt werden (vgl. Gill et al. 2015: 1269) und Studien an Menschen dokumentierten insbesondere eine Reduktion des Körpergewichts und der Körperfettmasse (vgl. Moro et al. 2016: 5; Gabel et al. 2019: 108 f.), aber auch eine verbesserte Insulinsensitivität und Reduktion des Blutdruckes bei Männern mit Prädiabetes und prähypertensivem Blutdruck⁹ (vgl. Sutton et al. 2018: 1218).

Die Studienlage zum Trockenfasten ist dagegen begrenzt. Wissenschaftlich analysiert und beschrieben wurden einzelne Adaptationsformen an einen Nahrungs- und Flüssigkeitsentzug bei bestimmten Tieren wie Arten von Präriehunden, Gazellen oder Antilopen, ohne dass diese auf den Menschen übertragbar wären (vgl. Stephens and Fevold 1993; Ostrowski et al. 2006a; Ostrowski et al. 2006b). Eine Studie an Mäusen in der Wüste ergab einen verbesserten Fettstoffwechsel unter Wasser- und Nahrungskarenz (vgl. Takei et al. 2012: 2606) und ähnliche Effekte sind auch bei Ratten bekannt (vgl. Hohenegger et al. 1986: 281). Nahrungs- und Flüssigkeitsverzicht bei

⁹ Prähypertensiver Blutdruck ist definiert als systolischer Druck von 120-139mmHg oder diastolischer von 80-89mmHg (vgl. Chobanian et al. 2003)

Menschen wurde insbesondere in zwei Studien zu fünftägigem Trockenfasten untersucht. Der kombinierte Verzicht zeigte einen 50–100 prozentig höheren Gewichtsverlust im Vergleich zu Wasser- oder Saftfasten (vgl. Papagiannopoulos et al. 2013: 432) sowie eine antioxidative, antiischämische, antiödematöse, immunstimulierende und antiinflammatorische Wirkung (vgl. Papagiannopoulos-Vatopaidinos et al. 2020: 9).

Während die Stoffwechselveränderungen vergleichsweise gut bei diesen Arten des Fastens dokumentiert sind, ist es bei möglichen Auswirkungen auf den Flüssigkeitshaushalt anders. Eine Übersichtspublikation zum Ramadan-Fasten schlussfolgerte: „However, epidemiological research is still sparse in this field [...]“ (Leiper and Molla 2003: 36) und auch eine *PubMed*-Suche zum Ramadan in Kombination mit „hydration“ ergibt nur zehn Resultate¹⁰ – gegenüber fast 1.000 Ergebnissen insgesamt zum Ramadan-Fasten¹¹.

Die wenigen vorhandenen Studien legen Folgendes nahe: Ramadan-Fasten hat keine Einschränkung der Nierenfunktion zur Folge (vgl. Cheah et al. 1990: 336), auch nicht bei einer chronischen Nierenerkrankung vom Grad 2–4 (vgl. Hassan et al. 2018: 246). Es lassen sich keine direkten negativen Langzeiteffekte auf das Ramadan-Fasten zurückführen (vgl. Leiper and Molla 2003: 36). Die genaueren Auswirkungen auf den Flüssigkeitshaushalt sind vermutlich stark abhängig vom Ess- und Trinkverhalten vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang sowie jahreszeitlich bedingten Einflüssen – wie z.B. die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Zeitpunkte von Sonnenaufgang beziehungsweise -untergang. Beispielsweise schlussfolgern Studien zum Ramadan in Wintermonaten, dass die Leistungsfähigkeit nicht eingeschränkt ist, wenn ausreichend gegessen, getrunken und geschlafen wird (vgl. Güvenç 2011: 89; Shephard 2012: 500). Hingegen zeigt eine Studie, die im Sommer mit durchschnittlichen Temperaturen von 30–35 °C und einer Luftfeuchtigkeit von 50–65 Prozent durchgeführt wurde, Zustände der Hypohydration bei den Fastenden. Ob diese dauerhaft bestand oder sich durch vermehrtes Trinken am Morgen und am Abend auszugleichen ließen, lässt sich der Publikation nicht entnehmen. (vgl. Trabelsi et al. 2011)

Die Studie zum mehrtägigen Trockenfasten beschreibt eine Hypovolämie der Teilnehmenden, eine erhöhte Ausschüttung von Vasopressin, Renin, Angiotensin und Aldosteron sowie einem Anstieg des Harnstoffs im Serum und der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität. Dieser Anstieg der Urin-

¹⁰ PubMed-Suche: „Ramadan“ [title] AND „hydration“ [All Fields] = 10 Ergebnisse, Stand: 01.04.2020.

¹¹ PubMed-Suche: „Ramadan“ [title] AND „fasting“ [All Fields] = 959 Ergebnisse, Stand: 01.04.2020.

Osmolalität war im Schnitt erst nach Tag eins und nicht innerhalb der ersten 24 Stunden nachweisbar. (vgl. Papagiannopoulos-Vatopaidinos et al. 2020: 245, 248)

Festzuhalten ist, dass die Stoffwechseleränderungen und positiven Effekte auf die Körperzusammensetzung vielversprechend sind, aber aufgrund der aktuellen Studienlage keine eindeutige Vorhersage zu Auswirkungen auf den Hydratationsstatus beim intermittierenden Trockenfasten getroffen werden kann. Als Hinweis auf eine sichere Durchführbarkeit könnte der verzögerte Anstieg der Urin-Osmolalität beim mehrtägigen Trockenfasten gewertet werden und angesichts der Studienergebnisse zum Ramadan-Fasten wird nicht von einer Einschränkung der Nierenfunktion oder negativen Langzeiteffekten ausgegangen. Die weitere Evaluation und Interpretation der Ramadan-Studien ist aufgrund der jährlichen Verschiebung des Fastenmonats erschwert, die durch den islamischen Mondkalender bedingt ist. Um die Ergebnisse besser einordnen und die anfangs gestellte Forschungsfrage nach Auswirkungen auf den Flüssigkeitshaushalt des menschlichen Körpers¹² beantworten zu können, wird dieser im Folgenden näher erläutert.

1.3 Flüssigkeitshaushalt

1.3.1 Physiologische Hintergründe – Aufbau und Regulation

Wasser ist einer der Hauptbestandteile des menschlichen Körpers und für das Überleben essentiell, wobei der genaue Wasseranteil am gesamten Körpergewicht von Geschlecht, Alter und Körperbau abhängig ist. Als Teil des Blutkreislaufs ist das Körperwasser ein wichtiges Transportmedium, welches ebenfalls als Lösungsmittel, Reaktionspartner, Thermoregulator sowie der Elimination von Schadstoffen dient. Es ist daher elementar für die Aufrechterhaltung aller Körperfunktionen. Das gesamte Körperwasser verteilt sich dabei auf verschiedene Körperkompartimente. Es lassen sich zwei Hauptflüssigkeitsräume unterscheiden, die durch die Plasmamembran getrennt sind: der Intra- und der Extrazellularraum (IZR und EZR). Der EZR lässt sich weiter unterteilen in den intravasalen, interstitiellen und transzellulären Raum. (vgl. Institute of Medicine 2005: 77 f.)

Für die Regulation des Wasserhaushaltes sind das Blutvolumen und die Osmolalität des Plasmas entscheidend. Die Osmolalität ist ausschlaggebend für die Flüssigkeitsverteilung zwischen dem IZR und dem EZR. Bei Veränderungen der Osmolalität kommt es zu Flüssigkeitsverschiebungen gemäß des Konzentrationsgradienten. Einfluss auf die Osmolalität haben intra- und extrazellulär

¹² Siehe 1.1

unterschiedliche Osmolyte. Während es sich bei den intrazellulär wirksamen Osmolyten vor allem um Kalium, Phosphate und Proteine handelt, wird extrazellulär der Gradient insbesondere von Natrium, Chlorid, Bicarbonat, Glucose und Harnstoff bestimmt. Davon ist Natrium der bedeutendste Faktor. (vgl. Veelken and Ditting 2012: 962–964) Veränderungen der Osmolalität im EZR werden von zentralen und peripheren Osmorezeptoren registriert. Ein Anstieg der Osmolalität hat eine erhöhte Ausschüttung von Vasopressin (antidiuretisches Hormon, ADH) und die Sekretion vom zentralen Angiotensin II zur Folge. Es kommt unter anderem zu vermehrter Wasserretention und hyperosmotischem Durst. (vgl. Silbernagel 2012: 178)

Sensoren für die Volumenregulation kommen ebenfalls peripher und zentral vor. Bei Änderungen des Volumenstatus erfolgt eine Anpassung mittels des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems (RAAS), des atrialen natriuretischen Peptids (ANP), des Urodilatins, der Druckdiurese/-natriurese und der Sympathikusaktivität in der Niere. Bei einem Absinken des Volumens wird das RAAS aktiviert, die Druckdiurese/-natriurese und die Sympathikusaktivität steigt. Das RAAS wirkt durch eine Vasokonstriktion blutdrucksteigernd, erhöht den Salzappetit, das Durstempfinden und die Natriumresorption in der Niere. Diese durch das Aldosteron gesteigerte Natriumresorption sorgt gleichzeitig für eine vermehrte Ausscheidung von Kalium, Protonen und Ammonium-Ionen. Bei einem Anstieg des Volumens fördern ANP und Urodilatin die Durchblutung der Niere und damit die Urinausscheidung. Parallel werden der Durst, die ADH-Sekretion und das RAAS gehemmt. (vgl. Schweda et al. 2013: 519)

1.3.2 Bedarf und Hydratationszustände

Die täglichen Wasserverluste des Körpers über die Haut, die Niere, den Respirations- und den Magen-Darm-Trakt werden grob auf 2,5 l geschätzt (vgl. Silbernagel et al. 2018: 190 f.). Diese müssen durch eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr wieder aufgenommen werden. Genauer wird der Wasserbedarf bei einem nicht körperlich aktiven Mann auf 2,9 l geschätzt, bei einer nicht körperlich aktiven Frau auf 2,2 l. Etwa 1 l wird durch Nahrung aufgenommen, 250 ml entstehen durch oxidative Prozesse. Die restlichen 1,0–1,7 l müssen durch koffeinfreie, nicht alkoholische Getränke abgedeckt werden. (vgl. Kleiner 1999: 200) Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schreibt in den *Guidelines for Drinking-Water Quality*, dass man von einem täglichen Trinkwasserbedarf von ca. 2 l pro Person ausgehen kann (vgl. WHO 2017: 83), wobei diese Angaben je nach Maß an körperlicher Ertüchtigung, Umgebungstemperatur und Ernährungsweise stark variieren können. So empfiehlt die US Army bei harter Arbeit und Temperaturen über 82 °F (~27,8

°C) eine Trinkmenge von einem Quart pro Stunde (~0,95 l), wobei eine tägliche Zufuhr von 12 Quart nicht überschritten werden sollte (vgl. Montain and Ely 2010: 48).

Diese Empfehlungen haben das Erreichen beziehungsweise Erhalten eines guten Hydratationszustandes als Ziel. Dieser Zustand wird in wissenschaftlichen Artikeln auch als „Euhydratation“¹³ bezeichnet – die Zustände des verminderten beziehungsweise vermehrten Körperwassers als „Hypohydratation“¹⁴ und „Hyperhydratation“¹⁵ (vgl. Armstrong and Johnson 2018: 3). Die Euhydratation lässt sich nicht als bestimmten Punkt definieren, vielmehr ist sie als eine Art Sinuskurve mit individuellen und täglichen Fluktuationen zu verstehen. Während die Begriffe Hypo- und Hyperhydratation bestimmte Zustände bezeichnen, beschreibt der Begriff Dehydratation den Prozess des Wasserverlustes. (vgl. Greenleaf 1992: 645 f.)

Mögliche Folgen und Symptome bei Hypohydratation sind in Abbildung 1 aufgeführt. Erste Einschränkungen können ab einem Flüssigkeitsverlust von 1 Prozent des Körpergewichts auftreten. Die physiologischen Schwankungen innerhalb von 24 Stunden liegen bei $\pm 0,2$ Prozent des Körpergewichts (vgl. Adolph 1943: 100). Außerdem ist eine verminderte Trinkmenge unter anderem mit einem erhöhten Risiko für Blasenkrebs bei Männern, Nierensteinen sowie Nierenversagen assoziiert (vgl. Rasmussen and Ibels 1982; Curhan et al. 1993; Michaud et al. 1999) und kann zu einer Tachykardie und Hypotonie führen (vgl. Schneuzer 2019: 421).

¹³ In der vorliegenden Arbeit wird die Übersetzung „Euhydratation“ für den ursprünglichen Begriff „euhydration“ verwendet.

¹⁴ In der vorliegenden Arbeit wird die Übersetzung „Hypohydratation“ für den ursprünglichen Begriff „hypohydration“ verwendet.

¹⁵ In der vorliegenden Arbeit wird die Übersetzung „Hyperhydratation“ für den ursprünglichen Begriff „hyperhydration“ verwendet.



Abbildung 1. Symptome und körperliche Auswirkungen von Dehydrierung je nach Ausmaß des Flüssigkeitsverlustes gemessen am Körpergewicht. Inhaltliche Quelle: Adolph (1947).

1.3.3 Erfassen des Hydratationszustandes

Unterschiedliche Hydratationszustände messen zu können, ist entscheidend, um pathologische Veränderungen zu diagnostizieren. Hierfür werden in Publikationen teilweise verschiedene Parameter und Grenzwerte herangezogen, die im Folgenden aufgeführt werden. Eine einheitliche, international gültige Definition von Euhydratation ist nicht zu finden. Die Erfassung der Hydratation wird besonders durch die tagzeitlichen Schwankungen und den dynamischen Prozess des Wasserrumsatzes erschwert (vgl. Armstrong 2007: 583).

In Studien zum Flüssigkeitshaushalt werden häufig Urinparameter, wie die Urin-Osmolalität, das spezifische Gewicht und das 24-Stunden-Sammelurin-Volumen herangezogen. Das spezifische Gewicht gilt als ein sensibler Marker (vgl. Armstrong et al. 2010: 152), der idealerweise unter 1,020 g/ml liegen sollte (vgl. Casa et al. 2000: 215; Popowski et al. 2001: 750; Heileson and Jayne 2019: 634). Der Referenzwert für die Osmolalität im Spontanurin wird in Publikationen häufig auf < 900 mosm/kg festgelegt (vgl. Kavouras 2002: 522; Shirreffs 2003: 7). Dagegen sind in Bezug auf die Urin-Osmolalität im 24-Stunden-Sammelurin unterschiedliche Grenzwerte für Euhydratation dokumentiert: < 900 mosm/kg (vgl. Shirreffs 2000: 84), < 830 mosm/kg (vgl. Manz et al. 2002: 587), < 705 mosm/kg (vgl. Armstrong et al. 2012: 1056), < 500 mosm/kg (vgl. Perrier et al.

2015: 7). Die European Food Safety Authority (EFSA) legt in ihrem Gutachten zum täglichen Wasserbedarf einen optimalen Wert von 500 mosm/kg und einen maximalen Grenzwert von 830 mosm/kg fest (vgl. EFSA 2010: 26). Die EFSA bezieht sich dabei auf die Referenzwerte für Nährstoffzufuhr der D-A-CH¹⁶ aus dem Jahr 2008. Außerdem wird in dem Gutachten festgelegt, dass das Volumen des 24-Stunden-Sammelurins über 1 l pro Tag liegen sollte (vgl. EFSA 2010: 26). Eine genauere Aussage über den Hydratationszustand mittels des Urinvolumens lässt sich treffen, wenn die obligatorische Urinmenge bestimmt wird. Diese ist definiert als die Menge Urin, die nötig ist, um harnpflichtige Substanzen zu eliminieren (vgl. Manz and Wentz 2003: 12). Ist die Menge des 24-Stunden-Urins größer als die obligatorische Urinmenge, kann von einem gut hydrierten Körper ausgegangen werden (vgl. Manz et al. 2002: 588). Berechnen lässt sich die obligatorische Urinmenge wie folgt:

$$\text{obligatorische Urinmenge (l/Tag)} = \frac{\text{gelöste Teilchen im 24h Urin} \left(\frac{\text{mosm}}{\text{Tag}} \right)}{\left(830 \frac{\text{mosm}}{\text{l}} - 3.4 \times (\text{Alter} - 20) \right)} \quad (1)$$

$$\text{gelöste Teilchen im 24h Urin} \left(\frac{\text{mosm}}{\text{Tag}} \right) = 24h U_{Osm} \left(\frac{\text{mosm}}{\text{kg}} \right) \times 24h U_{Vol} \quad (l) \quad (2)$$

Abkürzungen: 24h U_{Osm} = 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität, 24h U_{Vol} = 24-Stunden-Sammelurin-Volumen

Quelle: Manz et al. (2012): 1674

Für die Beurteilung der Euhydratation gelten in der vorliegenden Arbeit folgende Kriterien: Die Osmolalität im Spontanurin sollte < 900 mosm/kg sein. Der Grenzwert für die Osmolalität im 24-Stunden-Sammelurin richtet sich nach dem EFSA-Gutachten und liegt bei 830 mosm/kg. Das 24-Stunden-Sammelurin-Volumen sollte größer sein als die obligatorische Urinmenge, die nach Manz et al. (2012) berechnet wird.

Neben Urinparametern können auch Blutwerte zur Evaluation des Flüssigkeitshaushaltes herangezogen werden. Beispielsweise eignen sich Hämoglobin und Hämatokrit, da diese im Verhältnis zum Plasmavolumen angegeben werden und bei einer Hypohydratation in Relation dazu ansteigen (vgl. Dill and Costill 1974: 247). Auch die Plasmaosmolalität (P_{osm}) kann Hinweise auf eine Volumenänderung geben (vgl. Popowski et al. 2001: 752). In einer Studie konnte der Zustand der

¹⁶ Deutsche Gesellschaft für Ernährung – Österreichische Gesellschaft für Ernährung – Schweizerische Gesellschaft für Ernährung – Schweizerische Vereinigung für Ernährung

Hypohydratation mittels leicht erhöhter Plasmaosmolalität selbst bei einmaliger Blutentnahme und ohne Verlaufsparemeter festgestellt werden (vgl. Chevront et al. 2010: 569). Vor allem aber dient die Plasmaosmolalität der Differenzierung zwischen einer isotonen, einer hypotonen oder einer hypertonen Hypohydratation. Ab einer Plasmaosmolalität von unter 280 mosm/kg ist die Hypohydratation hypoton und der Verlust osmotisch aktiver Substanzen größer als der des Wassers. Bei einer hypertonen Hypohydratation mit einer Plasmaosmolalität von über 300 mosm/kg kehrt sich dieses Verhältnis um und das Wasserdefizit ist größer als das der Osmolyte, wie beispielsweise bei einer zu geringen Trinkmenge (vgl. Lacey et al. 2019: 234).

Außerdem gibt es Studien zur Erfassung des Flüssigkeitshaushaltes mittels der Bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA). Die BIA ist eine nichtinvasive, tragbare, schnelle und reproduzierbare Methode, die mittels eines konstant durch den Körper geleiteten Signals die Resistenz R (Ohm'scher Widerstand) und die Reaktanz Xc (kapazitiver Widerstand) ermittelt. Diese Werte geben Aufschluss über die Fettmasse und die fettfreie Masse, die sich weiter unterteilen lässt in die Körperzellmasse und das Gesamtkörperwasser. (vgl. Schulz and Hengstermann 2006: 283 f.) Unter bestimmten Bedingungen konnte die BIA als Prädiktor für das Gesamtkörperwasser validiert werden (vgl. Kushner et al. 1992; National Institutes of Health 1996: 531). Allerdings können Änderungen im Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt die Messergebnisse verfälschen (vgl. O'Brien et al. 2002: 365), weshalb sich die BIA nicht als alleiniges Verfahren zur Detektion von Veränderungen im Flüssigkeitshaushalt eignet.

1.4 Ziel der Arbeit

Die vorliegende Arbeit untersucht mögliche Effekte von intermittierendem Trockenfasten auf den Flüssigkeitshaushalt. Das hier analysierte Trockenfasten wird jährlich von Anhänger*innen der Bahá'í-Gemeinde durchgeführt und beinhaltet eine elf- bis zwölfstündige tägliche Nahrungs- und Flüssigkeitskarenz für 19 aufeinanderfolgende Tage.

Erstmals wird dieser religiöse Brauch, der jährlich von mehreren Millionen Gläubigen weltweit ausgeübt wird, auf seine potenziellen gesundheitlichen Auswirkungen hin untersucht. Auf diese Weise können evidenzbasierte Ratschläge zur optimalen Ausführung entwickelt und Gläubige beim Praktizieren eines für sie bedeutsamen Rituals unterstützt werden.

Zusätzlich ist es von Interesse, neue Erkenntnisse über das intermittierende Trockenfasten zu gewinnen, da bisherige Studien zum Thema bereits auf verschiedene körperliche Vorteile hingewiesen haben. Beispielsweise belegen Studien zum Ramadan-Fasten, dass tägliches intermittierendes Trockenfasten für eine begrenzte Zeit positive Auswirkungen auf Stoffwechselfparameter, Entzündungsmarker und das Körpergewicht hat.¹⁷ Trockenfasten verbesserte bei Mäusen und Ratten den Fettstoffwechsel und bei Menschen wirkte fünftägiges Trockenfasten deutlich stärker Gewichtsreduzierend als Wasser- oder Saftfasten sowie positiv auf entzündliche, oxidative und ischämische Prozesse.¹⁸ Aus diesen Ergebnissen zum Trockenfasten schlussfolgerten die Autoren und Autorinnen, man müsse Ansätzen erforschen, die diese Form des Verzichts über eine längere Dauer ermöglichen (vgl. Papagiannopoulos-Vatopaidinos et al. 2020: 9). Eine denkbare Alternative könnte das intermittierende Trockenfasten sein. Da die bisherigen Studien zum Ramadan-Fasten keine eindeutigen Ergebnisse zu Auswirkungen auf den Flüssigkeitshaushalt liefern,¹⁹ müssen diese zunächst erforscht und die sichere Durchführbarkeit geprüft werden. Das Bahá'í-Fasten ist für eine solche Pilotstudie ideal geeignet, da es immer Anfang März stattfindet, demnach weltweit zu gemäßigten Jahreszeiten, und mit einer gleichbleibenden Länge der täglichen Fastendauer. Diese Regelmäßigkeiten erlauben es, das intermittierende Trockenfasten reliabel zu erforschen.

¹⁷ Siehe 1.2.3

¹⁸ Siehe 1.2.3

¹⁹ Siehe 1.2.3

2. Material und Methodik

2.1 Studiendesign

Bei der durchgeführten, von der Ethikkommission der Charité genehmigten (EA4/216/17) und bei ClinicalTrials.gov gelisteten²⁰ Studie handelt es sich um eine prospektive einarmige Kohortenstudie. Da die planungsbedingte Recherche zu klinischen Bahá'í-Fasten-Studien keine Resultate ergab²¹, handelt es sich gleichzeitig um eine explorative Pilotstudie. Aufgrund des explorativen Designs konnte auf eine vorherige Fallzahlanalyse verzichtet werden. Darüber hinaus impliziert der explorative Charakter der Studie das Ziel, Zusammenhänge zu erkennen, und den Versuch, Hypothesen zu generieren (vgl. Röhrig et al. 2009: 185).

Analysiert wurden in der vorliegenden Arbeit ausschließlich quantitative Erhebungsmethoden. Die Datenerhebung erfolgte von Februar bis Juni 2018 in der Hochschulambulanz für Naturheilkunde der Charité am Immanuel Krankenhaus und in Kooperation mit dem Franz-Volhard-Centrum für Klinische Forschung (FVCKF) am Experimental and Clinical Research Center (ECRC) in Berlin Buch.

2.2 Untersuchungskollektiv

2.2.1 Rekrutierung

Die Probanden und Probandinnen wurden ausschließlich innerhalb der Bahá'í-Gemeinde rekrutiert. Ein Aufruf zur Teilnahme konnte mit Unterstützung des Nationalen Geistigen Rates der Bahá'í an alle Mietglieder per E-Mail verschickt werden. Interessierte meldeten sich ebenfalls per E-Mail zurück und wurden anschließend telefonisch kontaktiert, um die Ein- und Ausschlusskriterien abzufragen und zu dokumentieren. Es konnten insgesamt 34 Freiwillige im Raum Berlin/Brandenburg in die klinische Studie eingeschlossen werden. Jede*r Teilnehmende konnte eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 25, – Euro beantragen.

²⁰ NCT-Nummer: NCT03443739

²¹ Siehe 1.1

2.2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Für die Teilnahme an der Studie galten folgende Einschlusskriterien: Der Proband/die Probandin musste...

- Mitglied der Bahá'í-Gemeinde sein
- die Durchführung des Fastens planen
- im Alter zwischen 18 und 69 Jahren sein
- über eine eigene E-Mail-Adresse und einen eigenen Internetzugang verfügen
- in der Lage sein, die Anweisungen des Prüfarztes/der Prüferin zu verstehen und umzusetzen

Dagegen führte jedes der folgenden Kriterien zu einem Ausschluss von der Teilnahme:

- eine geplante Unterbrechung des Fastens von mehr als fünf Tagen
- Schwangerschaft oder Stillzeit
- schwerwiegende internistische oder psychiatrische Erkrankung
- eine deutliche Einschränkung in der Mobilität oder Gesamtvitalität
- eine manifeste Essstörung (Anorexia nervosa, Bulimia nervosa, Binge eating disorder)
- die Teilnahme an einer anderen Studie

Überdies musste eine unterzeichnete Einwilligungserklärung vorliegen.

2.3 Materialien

Für die Evaluation des Flüssigkeitshaushaltes wurden verschiedene Daten ausgewertet, die im Folgenden näher beschrieben werden. Insgesamt wurden Parameter aus Blut- und Urinproben gewonnen, Blutdruck, Herzfrequenz und mögliche Nebenwirkungen erhoben sowie eine Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) durchgeführt. Zusätzlich wurden bei jeder Visite Unterbrechungen des Fastens, das Auftreten unerwünschter Ereignisse sowie Änderungen in der Medikamenteneinnahme erfragt. Zu Beginn der Studie wurden die Plasma- und die 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität als Hauptzielparameter festgelegt.

2.3.1 Blutproben

Für Rückschlüsse auf den Hydratationsstatus wurden einzelne Werte des kleinen Blutbildes, der klinischen Chemie und der Blutgasanalyse (BGA) herangezogen. Aus dem kleinen Blutbild wurden die Hämoglobin- und Hämatokrit-Werte sowie das mittlere korpuskuläre Volumen (MCV) berücksichtigt. Mittels der klinischen Chemie wurden die Plasmaosmolalität, die Nierenwerte²² sowie Natrium, Kalium und Glukose bestimmt. Von den Ergebnissen der BGA wurden Natrium-, Kalium-, Chlorid-, Calcium- und pH-Werte sowie der Base Excess (BE) ausgewertet.

Wie anfangs beschrieben, eignen sich Hämoglobin, Hämatokrit und die Plasmaosmolalität für die Einschätzung von Änderungen im Flüssigkeitshaushalt.²³ Darüber hinaus wurden Natrium, Kalium, Glucose und Harnstoff bestimmt, da diese Werte ihrerseits Einfluss auf die Plasmaosmolalität haben. Diese kann näherungsweise anhand folgender Formel berechnet werden:

$$P_{Osm} \left[\frac{\text{mosmol}}{\text{kg}} \right] = 2 \times (\text{Na} + \text{K}) \left[\frac{\text{mmol}}{\text{kg}} \right] + \frac{\text{Glukose} \left[\frac{\text{mg}}{\text{dl}} \right]}{18} + \frac{\text{Harnstoff} \left[\frac{\text{mg}}{\text{dl}} \right]}{6} \quad (3)$$

Abkürzungen: P_{Osm} = Plasmaosmolalität, Na = Natrium, K = Kalium

Quelle: Wellhöner (2014): 414

Außerdem gibt Harnstoff als Retentionsparameter ebenso wie Kreatinin und Harnsäure zusammen mit der geschätzten glomerulären Filtrationsrate (GFR) Aufschluss über die Nierenfunktion. Diese wurde überwacht, da Dehydrierung ein entscheidender Risikofaktor für Nierenversagen ist (vgl. Rasmussen and Ibels 1982: 217). Die GFR wurde im Labor auf zwei Arten geschätzt – nach einer Formel der „Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration“ und auf Grundlage des Cystatin C-Wertes. Diese werden im weiteren Verlauf bezeichnet als GFR (CKD.EPI) und GFR (Cystatin C). Zusätzlich wurde das MCV ermittelt, da Veränderungen im Flüssigkeitshaushalt zu einer Verschiebung im Verhältnis von intra- und extrazellulärem Volumen führen können.²⁴ Im Zuge dieser Volumenverschiebungen kann es auch zu Änderungen der Elektrolytwerte kommen, weshalb der Elektrolythaushalt mittels BGA kontrolliert wurde.

²² Kreatinin HP, geschätzte GFR (glomeruläre Filtrationsrate) nach CKD-EPI (Chronic Kidney Disease – Epidemiology Collaboration), Cystatin C HP, geschätzte GFR nach Cystatin C, Harnstoff HP.

²³ Vgl. 1.3.3

²⁴ Vgl. 1.3.1

2.3.2 Urinproben

Von jedem Probanden und jeder Probandin wurden zwei aufeinanderfolgende 12-Stunden-Sammelurine, der daraus resultierende 24-Stunden-Sammelurin und ein Spontanurin untersucht. In allen vier Urinproben wurde die Osmolalität gemessen, von den drei Sammelurinen wurde das Volumen dokumentiert und im 24-Stunden-Sammelurin wurde zusätzlich der Kreatinin-Gehalt bestimmt. Mit dem ermittelten Kreatinin-Gehalt im 24-Stunden-Sammelurin (U_{Krea}) sowie der Kreatinin-Menge im Blut (P_{Krea}) und Angaben zur Körperoberfläche (KOF) lässt sich dann die Kreatinin-Clearance berechnen, die zusätzlich Auskunft über die Nierenfunktion gibt. Die Berechnung erfolgt über folgende Formeln:

$$\text{Kreatinin - Clearance} \left[\frac{ml}{min} \right] = \frac{U_{Krea} \left[\frac{mg}{dl} \right] \times 24h U_{Vol} [ml] \times 1,73 [m^2]}{P_{Krea} \left[\frac{mg}{dl} \right] \times t [min] \times KOF [m^2]} \quad (4)$$

$$KOF = \sqrt{\frac{\text{Körpergröße [cm]} \times \text{Körpergewicht [kg]}}{3600}} \quad (5)$$

Abkürzungen: U_{Krea} = Kreatinin-Gehalt im 24-Stunden-Urin, $24h U_{Vol}$ = 24-Stunden-Sammelurin-Volumen, P_{Krea} = Kreatinin-Gehalt im Plasma, KOF = Körperoberfläche

Quelle: Universitätsklinikum des Saarlandes

2.3.3 Körperliche Untersuchungen mit bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA)

Bei der körperlichen Untersuchung wurden anthropometrische Parameter, wie die Körpergröße, das Körpergewicht und der daraus resultierende BMI erhoben, ebenso wie der Blutdruck und die Herzfrequenz. Zusätzlich wurde eine BIA-Messung zur Ermittlung der genauen Körperzusammensetzung durchgeführt. Dabei wurde mit einem konstanten Signal zwischen den distal an den Extremitäten angebrachten Elektroden die Resistenz R (Ohm'scher Widerstand) und die Reaktanz X_c (kapazitiver Widerstand) ermittelt. Diese Werte wurden softwaregestützt²⁵ und mit Angaben zur Körpergröße, zum Körpergewicht, Alter und Geschlecht in folgende Informationen umgewandelt: Fettmasse, fettfreie Masse, Körperzellmasse sowie das Gesamtkörperwasser, das weiter unterteilt wurde in extra- und intrazelluläres Wasser. Die Resultate wurden sowohl in Kilogramm beziehungsweise Litern als auch prozentual angegeben.

²⁵ Software BodyComposition – MEDI CAL

2.3.4 Anamnestische Angaben und Nebenwirkungen

Einmalig zu Beginn der Studie wurden soziodemografische Daten wie der Bildungsabschluss, der Beruf, eine Berufsunfähigkeit, der Familienstand, die Wohnsituation und das ungefähre Bruttojahreseinkommen erfasst. Im Erstgespräch wurden Vorerkrankungen und Medikamente dokumentiert, in den Folgevisiten Änderungen der Medikation, unerwünschte Ereignisse sowie Fastenunterbrechungen.

Potenzielle Nebenwirkungen wurden parallel in einem Onlinefragebogen erhoben. Dabei wurden Einschätzungen zu folgenden Aussagen erfragt: In der letzten Woche ...

- habe ich ausreichend getrunken.
- habe ich häufig oder starken Durst empfunden.
- habe ich häufig oder starke Müdigkeit empfunden.
- habe ich häufig oder starke Kopfschmerzen empfunden.
- hatte ich ein Problem mit Kreislaufschwäche (z.B. Schwindel).

Zur Beantwortung stand jeweils eine vierstufige Skala zur Auswahl, die folgende Differenzierung zuließ: „stimmt voll“, „stimmt eher“, „stimmt eher nicht“ oder „stimmt überhaupt nicht“.

2.4 Ablauf

2.4.1 Visiten

Das folgende Flowchart (Abbildung 2) beschreibt die vier Datenerhebungszeiträume (V0–V3). Angezeigt werden die genauen Zeiträume der Visiten, die Anzahl der Teilnehmenden, der Tageszeitpunkt der Messungen und die erhobenen Parameter.

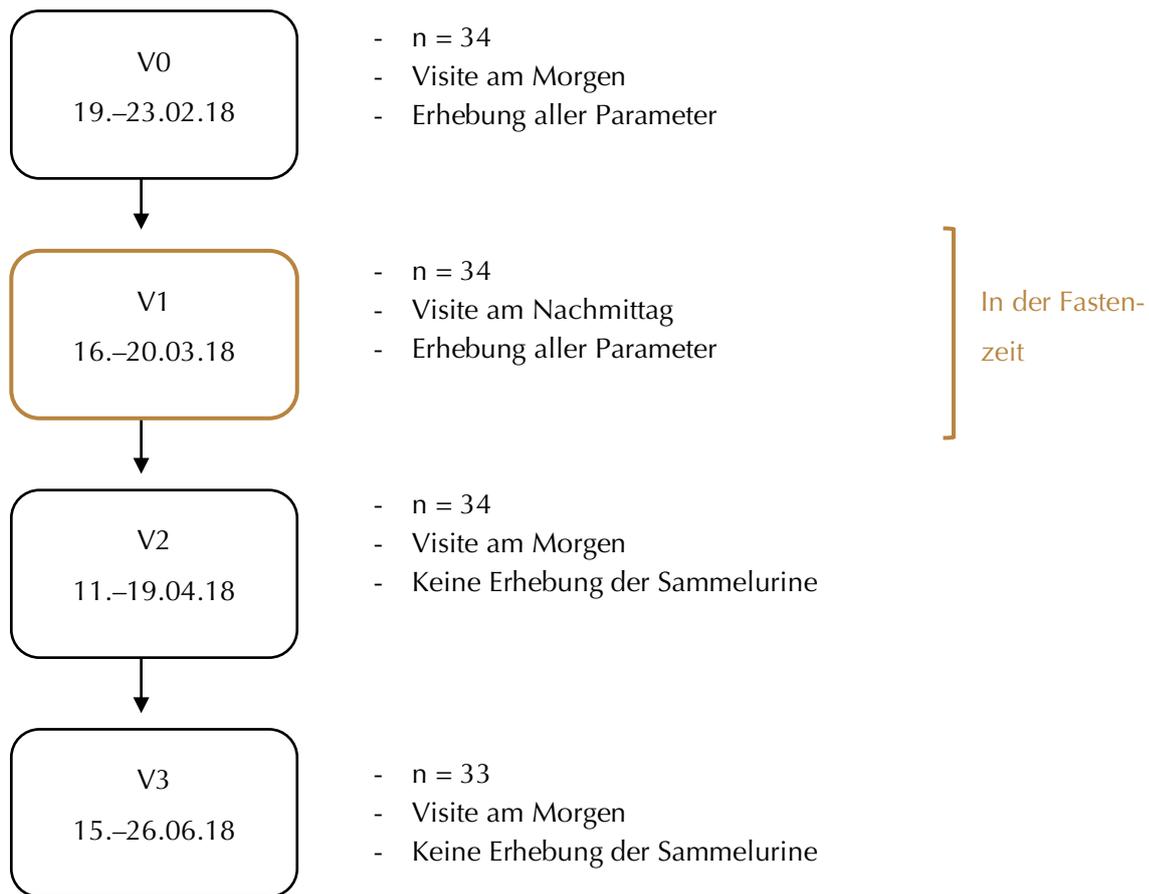


Abbildung 2. Flowchart zu den Erhebungszeitpunkten mit Angabe der Messungen und Anzahl der Teilnehmenden (n).

Die Zeitpunkte der Visiten wurden aus den folgenden Gründen gewählt: Die erste Untersuchung (V0) fand vor der Fastenperiode statt und diente der Ermittlung der Baseline-Charakteristika. Der darauffolgende Erhebungszeitpunkt (V1) war gegen Ende der Fastenzeit, damit mögliche Effekte sich bereits manifestieren konnten. Die weiteren Untersuchungen (V2, V3) erfolgten jeweils drei Wochen beziehungsweise drei Monate nach dem Fasten, um eventuell auftretende Nachwirkungen oder Langzeiteffekte erfassen zu können. Innerhalb und außerhalb der Fastenzeit wurden tageszeitliche Unterschiede bei den Messungen festgelegt, um ein nüchternes Erscheinen der Teilnehmenden zu ermöglichen. Während des Fastens fanden die Untersuchungen am Nachmittag statt, nachdem ab Sonnenaufgang weder getrunken noch gegessen wurde. Bei den anderen Visiten (V0, V2 und V3) wurden die Proband*innen dagegen morgens ohne ein vorheriges Frühstück untersucht. Durch den nüchternen Zustand konnte eine Vergleichbarkeit der Messungen gewährleistet werden.

Bei einigen der 34 Teilnehmenden erfolgten zu den Visiten V0, V1 und V2 noch weitere spezifischere Untersuchungen zu systemischen und lokalen Stoffwechselprozessen und zur zirkadianen Rhythmik. Darüber hinaus wurden Interviews für eine qualitative Analyse geführt. Die Auswertungen dieser zusätzlich erhobenen Daten sind kein Teil der vorliegenden Arbeit. Die Messungen zu den Stoffwechselveränderungen fanden am ECRC in Berlin Buch statt, weshalb die elf teilnehmenden Probanden zu den Zeitpunkten V0–V2 ausschließlich am ECRC untersucht wurden. Der Untersuchungsablauf am ECRC war identisch zu dem Ablauf im Zentrum für Naturheilkunde am Immanuel Krankenhaus und wird im Folgenden beschrieben.

2.4.2 Untersuchungen

Die zwei 12-Stunden-Urine wurden bereits am Tag zuvor gesammelt und zur Untersuchung mitgebracht. Der erste 12-Stunden-Urin wurde in der Zeit von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr gesammelt, der zweite von 18:00 Uhr bis 6:00 Uhr. Aus jedem Behälter wurde eine Probe entnommen, bevor die Urine zusammengefügt wurden, um eine zusätzliche 24-Stunden-Sammelurinprobe zu entnehmen. Vor Ort wurde noch eine Spontanurinprobe abgegeben.

Zu Beginn jeder Visite wurden die anamnestischen Angaben²⁶ erfragt und entsprechend im Prüfbogen dokumentiert. Anschließend folgte die körperliche Untersuchung, die mit dem Erfassen der Körpermaße begann. Die Körpergröße wurde einmalig zur V0 erhoben, das Körpergewicht zu jeder Visite mit einer Segmentkörperanalyse-Waage²⁷. Der Blutdruck wurde auskultatorisch mit einer manuellen Manschette und einem Stethoskop gemessen, die Herzfrequenz palpatorisch an der Arteria radialis. Die Blutentnahme erfolgte an einer Unterarmvene mittels BD Vacutainer® System. Unmittelbar nach der Entnahme wurde die BGA mit einem ABL80 FLEX Blutgasanalyzer²⁸ noch vor Ort durchgeführt. Alle weiteren Blut- und Urinproben analysierte ein für medizinische Labordiagnostik akkreditiertes Labor (Labor Berlin). Die genaue Messmethodik ist in deren Leistungsverzeichnis²⁹ nachzulesen. Ausnahmen stellten Blutentnahmen am Wochenende oder am Nachmittag dar. Dabei wurde lediglich ein EDTA- und ein Heparinplasma-Röhrchen direkt ins Labor geschickt, um das kleine Blutbild, Natrium, Kalium, Kreatinin, Harnstoff und Glucose zu bestimmen. Die restlichen Röhrchen wurden bei Raumtemperatur mit 3.000 U/min

²⁶ Siehe 2.3.4

²⁷ Modell: Omron Body Composition Monitor BF511

²⁸ Von der Radiometer RSCH GmbH, Schwiz

²⁹ <http://www.laborberlin.com/leistungsverzeichnis.html>

zentrifugiert, bei 4–8° C gelagert und am Folgetag beziehungsweise am Montag dem Labor für die weiteren Analysen übermittelt.

Die BIA erfolgte mit einem acht-Elektroden Messgerät³⁰ in liegender Position, welche mindestens 10 min vor der Messung eingenommen werden musste. Hierfür wurden an jedem Hand- und Fußgelenk zwei Elektroden auf die zuvor mit Desinfektionsmittel entfettete Haut geklebt. Die proximalen Elektroden der Handgelenke wurden auf der Höhe des Caput ulnae, die distalen Elektroden parallel dazu und an die Fingergrundgelenke angrenzend angebracht. Entsprechend wurden die proximalen Elektroden an den Fußgelenken zwischen dem Malleolus medialis und dem Malleolus lateralis geklebt, während die distalen Elektroden parallel dazu an den Zehengrundgelenken angrenzend ausgerichtet wurden. Die Messung wurde mehrfach durchgeführt, notiert und anschließend softwaregestützt³¹ ausgewertet wurden die Werte des dritten Durchgangs.

Die Zugänge zu den Onlinefragebögen wurden zu jeder Visite als personalisierte und verschlüsselte Links per E-Mail versendet. In dem Fragebogen wurden potenziellen Nebenwirkungen des Fastens und soziodemografischen Daten erfasst.³² Die Erhebung wurde mit dem Onlinetool *LimeSurvey* durchgeführt.

2.4.3 Fehlende Werte

Im Verlauf der Studie kam es vereinzelt zu fehlenden Werten. Hierfür gab es verschiedene Gründe, die im Folgenden genauer beschrieben werden. Bei den Laborwerten ist zwischen präanalytischen und analytischen Ursachen zu differenzieren. Aufgrund präanalytischer Fehler konnten zwei Blutproben nicht im Labor ausgewertet werden – eine Probe zur V0 enthielt nicht ausreichend Material, eine Probe zur V1 fing beim Eintreffen im Labor an zu gerinnen. Ebenfalls nicht analysiert wurde eine Urinprobe, da die detektierte Blutbeimengung die Ergebnisse verfälscht hätte. Analytische Fehler traten insofern auf, dass einzelne Blut- und Urinwerte trotz Anforderung und ohne Begründung nicht gemessen wurden.

³⁰ Modell: BIACORPUS RX 4004M

³¹ Siehe 2.3.3

³² Siehe 2.3.4

Zusätzlich liegen einige Daten nicht vor, da diese nicht erhoben werden konnten. Das betrifft elf fehlende BGA-Ergebnisse zur V1, durch einen Ausfall des Blutgasanalysators am ECRC und alle Messwerte eines Probanden zur V3, da dieser nicht zum Untersuchungstermin erschien. Die anamnestischen Fragen beantwortete er telefonisch. Soziodemografische Daten und die Angaben zu potenziellen Nebenwirkungen fehlen ebenfalls von einer Person, da diese nicht am Onlinefragebogen teilnahm.

2.5 Statistische Auswertung

Für die Datenanalyse wurde das Programm IBM SPSS Statistics Version 25 genutzt. Die Auswertung des Datensatzes lässt sich grob in vier Schritte unterteilen: die deskriptive Statistik, der Umgang mit fehlenden Werten, die Untersuchung von Veränderungen im zeitlichen Verlauf und das Prüfen von gruppenabhängigen Unterschieden. Diese Prozesse werden im Folgenden näher erläutert. Eine Besonderheit bei der Auswertung stellte die geschätzte GFR dar, deren Ergebnisse vom Labor nur dann genau angegeben wurden, wenn diese unter 90 ml/min lagen. Darüber liegende Werte wurden als > 90 ml/min übermittelt und daher für die statistische Auswertung umcodiert zu 91 ml/min.

Bei allen statistischen Tests wurde das Signifikanzniveau auf $P < 0,05$ festgelegt. Da es sich um ein exploratives Studiendesign handelte,³³ fand keine konkrete Hypothesentestung statt, sondern eine Überprüfung von Änderungen jeglicher Art.

2.5.1 Deskriptive Statistik und Repräsentativität der Stichprobe

Zum Abbilden der Stichprobe wurden soziodemografische und anthropometrische Daten herangezogen. Ein Großteil der Daten lag nominalskaliert vor und wird im Ergebnisteil mittels prozentualen und absoluten Häufigkeitsverteilungen dargestellt. Diese werden in Tabellen gekennzeichnet durch [%] beziehungsweise [n]. Bei ordinal- oder intervallskalierten Variablen werden zusätzlich entsprechende Lage- und Streuungsmaße angegeben – bei Ordinalskalierung der Median und der Interquartilbereich (interquartile range; IQR), bei Intervallskalierung der Mittelwert (Mean; M) \pm die Standardabweichung (Standarddeviation; SD). Um die Daten der Stichprobe einordnen zu können, werden sie gemeinsam mit denen der bundesdeutschen Bevölkerung aufgelistet. Ein

³³ Siehe 2.1

Vergleich mit soziodemografischen Daten der Bahá'í Mitglieder in Deutschland ist nicht möglich, da hierzu keine Angaben vorliegen.

Die wiederholt gemessenen Parameter werden ebenfalls mittels Lage- und Streuungsmaß je nach Skalierung beschrieben und zusätzlich mit den jeweiligen Minima und Maxima (Min–Max), den Referenzbereichen und der Anzahl an Personen außerhalb dieses Bereichs angegeben. Bei den Blut- und Urinparametern wird zusätzlich das 95-Prozent-Konfidenzintervall (95 %-KI) aufgeführt. Bei den Ergebnissen der körperlichen Untersuchung und der BIA wird stattdessen der Median und der IQR dokumentiert, da mit Ausreißern und so mit einer Verzerrung des Mittelwertes zu rechnen war. Gekürzt wurde wertspezifisch, wobei die Standardabweichung immer mit mindestens einer Nachkommastelle angegeben wird. Die Referenzbereiche der Laborparameter beziehen sich ausschließlich auf die Angaben des Labor Berlins und die der BGA-Ergebnisse auf die Angaben des Geräteherstellers. Bezüglich der körperlichen Untersuchungen wurden anerkannte Definitionen angewendet. Ein BMI von 18,5-24,9 kg/m² galt als normalgewichtig (vgl. WHO 2020), ein Blutdruck von < 140 / 90 mmHg als normwertig (vgl. Neuhauser et al. 2015: 249) und der Referenzbereich des Puls wurde auf 60–100 bpm festgelegt (vgl. Meinertz).

2.5.2 Ersetzen fehlender Werte

Fehlende Messwerte wurden im Wide-Format analysiert und entsprechend mit einer geeigneten Methode ersetzt. Hierbei wurden ausschließlich die gemessenen, metrisch skalierten Parameter und keine der personenbezogenen beziehungsweise anamnestischen Angaben aus dem Fragebogen berücksichtigt. Bestimmt wurde zunächst die Menge der fehlenden Daten und anschließend das Verteilungsmuster. Zu differenzieren war zwischen „missing completely at random (MCAR)“, „missing at random (MAR)“ und „missing not at random (MNAR)“. Hierfür wurde der MCAR-Test nach Little durchgeführt. Das nicht signifikante Ergebnis (Chi-Quadrat = 857,98; $df = 4476$; $P = 1,0$) indizierte ein völlig zufälliges Fehlen der Werte. Mit diesem höchstmöglichen Niveau der zufälligen Verteilung, konnte jedes weitere Verfahren zum Substituieren fehlender Werten frei gewählt werden (vgl. Batista and Monard 2003: 520). Genutzt wurde die multiple Imputation, da sie aufgrund der Generierung mehrerer Datensätze mit anschließender Analyse den einfachen Imputationsverfahren meist überlegen ist (vgl. IBM Corporation 2017). Die Durchführung erfolgte nach dem Modell der linearen Regression. Alle zur Imputation ausgewählten Variablen dienten auch als Prädiktoren. Erstellt wurden fünf Imputationsdurchläufe, von denen der letzte für die weiteren statistischen Auswertungen herangezogen wurde. Alle Datenanalysen erfolgten sowohl

mit dem originalen als auch mit dem imputierten Datensatz. Der BMI, die obligatorische Urinmenge³⁴ und die Kreatinin-Clearance³⁵ wurden im Anschluss an die multiple Imputation errechnet.

2.5.3 Zeitlicher Verlauf

Um Veränderungen der Parameter zwischen den vier Visiten zu detektieren, konnte die einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung (repeated measures ANOVA) oder der Friedman-Test als nichtparametrisches Äquivalent genutzt werden. Beide Tests ermöglichen den Vergleich abhängiger Stichproben mit mehr als zwei Faktorstufen, wobei die Varianzanalyse aufgrund einer größeren Trennschärfe angestrebt wurde. Für die Durchführung mussten folgende Voraussetzungen erfüllt werden: Die abhängige Variable muss intervallskaliert sein und innerhalb jedes Messzeitpunktes normalskaliert sein, außerdem sollte eine Sphärizität gegeben sein (vgl. Universität Zürich 2018a).

Die Ergebnisse der Blut- und Urinuntersuchungen sowie alle Parameter der körperlichen Untersuchung, einschließlich der BIA-Werte, lagen intervallskaliert vor. Eine Normalverteilung konnte mit einer Stichprobengröße von ≥ 30 angenommen werden (vgl. Döring and Bortz 2016: 641), und die Sphärizität wurde mittels Mauchly-Tests überprüft. Bei einem signifikanten Testergebnis musste davon ausgegangen werden, dass keine Sphärizität gegeben war und ein Korrekturverfahren wurde angewendet. Die Wahl des Korrekturverfahrens war abhängig vom Epsilon (ϵ) nach Greenhouse-Geiser, da es Auskunft über die Stärke der Zirkulitätsverletzung gibt. Lag die Angabe zum ϵ unter 0,75, wurde das konservativere Korrekturverfahren von Greenhouse, Geiser und Box angewendet. Bei leichteren Verletzungen der Sphärizität und einem $\epsilon > 0,75$, konnte die liberalere Korrektur nach Huynh und Feldt verwendet werden. (vgl. Girden 1992: 19-21)

So konnten alle intervallskalierten Werte mit der einfaktoriellen Varianzanalyse ausgewertet werden. Bei einem signifikanten Ergebnis des Mauchly-Tests wird das Epsilon (ϵ) als Indikator für das angewendete Korrekturverfahren bei der Ergebnispräsentation mit angegeben. Die Haupteffekte werden durch Angabe der F-Statistik mit den Freiheitsgraden des Modells und der Residuen (df_M , df_R), dem P -Wert, dem partiellen Eta-Quadrat (η_p^2) und der Effektstärke f nach Cohen in tabellarischer Form abgebildet. Im Fließtest wird das partielle Eta-Quadrat nicht explizit mit

³⁴ Siehe 1.3.3

³⁵ Siehe 2.3.2

aufgeführt. Die Effektstärke f wurde wie in Formel 6 beschrieben berechnet (vgl. Cohen 1988a: 284), wobei Cohen ein $f < 0,25$ als Indiz für einen schwachen Effekt definierte, ein f zwischen 0,25 und 0,4 als mittleren Effekt und bei einem $f \geq 0,4$ von einem starken Effekt ausging (vgl. Cohen 1988a: 284–288).

$$f = \sqrt{\frac{\eta_p^2}{1 - \eta_p^2}} \quad (6)$$

Bei einem signifikanten Ergebnis wurden zusätzlich Bonferroni-korrigierte Post-hoc-Tests für den paarweisen Vergleich durchgeführt. Die P -Werte dieser einzelnen Vergleiche werden ebenfalls dokumentiert.

Die ordinalskalierten Antworten aus dem Fragebogen wurden mit dem Friedman-Test ausgewertet und die Haupteffekte werden mit dem Chi-Quadrat (χ^2), den Freiheitsgraden (df) und dem P -Wert präsentiert. Bei einer gemessenen Signifikanz wurden ebenfalls Bonferroni-korrigierte paarweise Vergleiche durchgeführt, deren P -Werte zusammen mit dem errechneten Korrelationskoeffizienten r entsprechend angegeben werden. Der Korrelationskoeffizient r dient als Maß für die Effektstärke und berechnet sich wie in Formel 7 dargestellt (vgl. Rosenthal 1991: 19). Nach der Einteilung von Cohen (1988b: 82) gilt ein Effekt von r zwischen $|0,1|$ und $|0,3|$ als klein, einer zwischen $|0,3|$ und $|0,5|$ als mittel und ein Effekt ab einem $r \geq |0,5|$ als groß.

$$r = \frac{z}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

Eine Ausnahme stellte die Auswertung der Sammelurin-Parameter dar. Diese Werte wurden nur zu zwei Visiten erhoben, weshalb weder der Friedmann-Test noch die Varianzanalyse zur Anwendung kommen konnte. Genutzt wurde für die Untersuchung der t-Test für abhängige Stichproben, der intervallskalierte, normalverteilte Werte bei zwei verbundenen Gruppen analysiert. Dokumentiert wurden die Teststatistik t , die Freiheitsgrade (df), der P -Wert und der Korrelationskoeffizient r als Maß für die Effektstärke. Der Korrelationskoeffizient errechnete sich in diesem Fall wie in Formel 8 beschrieben. Die zuvor beschriebene Einteilung nach Cohen in Bezug auf den Korrelationskoeffizienten r als Effektstärke ist auch hier anwendbar.

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}} \quad (8)$$

Bei einigen Parametern wurden zusätzlich Korrelationsanalysen durchgeführt, um Zusammenhänge zwischen den jeweiligen Entwicklungen von der Baseline zur V1 erkennen zu können. Hierfür wurden die Differenzen zwischen der V0 und der V1 auf eine Korrelation nach Bravis und Pearson hin untersucht. Angegeben wurde der *P*-Wert und als Indikator für das Ausmaß der Korrelation der Korrelationskoeffizient *r*. Dabei gelten dieselben Abgrenzungen zwischen schwach, mittelgradig und stark wie zuvor bei den Effektstärken.

2.5.4 Gruppenvergleiche

Um zu überprüfen, ob sich bestimmte Fasteneffekte bei unabhängigen Gruppen voneinander unterscheiden, wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung (mixed ANOVA) durchgeführt. Dieser Test verbindet die einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung mit der mehrfaktoriellen Varianzanalyse, um sowohl Innersubjektfaktoren als auch Zwischensubjektfaktoren zu untersuchen. Als Innersubjektfaktor wurde der zeitliche Verlauf zwischen den Visiten gewählt und als Zwischensubjektfaktoren dienten die unterschiedlichen Gruppenzugehörigkeitsmerkmale. Entsprechend kumulierten sich auch die Voraussetzungen beider Tests und es mussten folgende Kriterien erfüllt werden: Die abhängige Variable ist intervallskaliert, die unabhängige Variable ist kategorial, die Gruppen sind unabhängig, die abhängige Variable ist normalverteilt, Sphärizität ist gegeben und die Varianzen sind homogen (vgl. Universität Zürich 2018b). Bei den Gruppenvergleichen wurden ausschließlich intervallskalierte Messwerte analysiert, die Normalverteilung konnte nach wie vor angenommen werden (Stichprobe ≥ 30) und die Voraussetzung der Sphärizität wurde gehandhabt, wie bei der einfaktoriellen Varianzanalyse beschrieben.³⁶ Die Homogenität der Varianzen wurde mittels Levene-Tests überprüft. Bei einem *P*-Wert $< 0,05$ muss die Nullhypothese, die eine Homogenität der Varianzen vorhersagt, abgelehnt werden. Bei einer solchen Verletzung der Testvoraussetzungen, wurde dennoch die mehrfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt, da kein äquivalenter nichtparametrischer Test als Alternative zur Verfügung stand. Aufgetretene Verletzungen werden im Ergebnisteil dokumentiert und bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt.

³⁶ Siehe 2.5.3

Die Parameter der Sammelurine nahmen aufgrund der Erhebung zu nur zwei Zeitpunkten auch bei den Gruppenvergleichen eine Sonderstellung ein. Eine Untersuchung von gruppenbedingten Unterschieden in der Entwicklung bestimmter Parameter erfolgte daher mit dem t-Test für unabhängige Stichproben. Durchgeführt wurde der Test mit den errechneten Differenzen der Werte zur V0 und zur V1. Die Darstellung der Resultate erfolgt identisch zu der des t-Tests für abhängige Stichproben.³⁷

³⁷ Siehe 2.5.3

3. Ergebnisse

3.1 Stichprobe

Von den 34 Teilnehmenden waren 19 männlich (55,9 %) und 15 weiblich (44,1 %). Das Alter lag zwischen 19 und 69 Jahren ($41,09 \pm 14,54$), die Altersverteilung wird in Abbildung 3 dargestellt. Das Liniendiagramm weist eine bimodale Häufigkeitsverteilung auf, weshalb bei der explorativen Datenauswertung ein Vergleich der Altersgruppen vorgenommen wurde. Der BMI der Kohorte lag zwischen 18,5 und 39,8 ($25,7 \pm 5,1$). Da schwerwiegende internistische, psychiatrische oder mobilitätseinschränkende Beschwerden Ausschlusskriterien darstellten, war das Kollektiv überwiegend frei von Erkrankungen. Insgesamt gaben sieben Personen einen regelmäßigen Medikamentengebrauch an: Zwei waren in Behandlung wegen arterieller Hypertonie, zwei aufgrund einer depressiven Episode, zwei nahmen L-Thyroxin bei Hypothyreose ein und eine Probandin nutzte postmenopausal bedingt eine progesteronhaltige Salbe.



Abbildung 3. Liniendiagramm zur relativen Häufigkeitsverteilung des Alters zum Zeitpunkt V0 mit klassierten Daten.

Die absoluten und prozentualen Angaben zu weiteren soziodemografischen Daten werden in Tabelle 1 aufgeführt. Da ein Proband den Onlinefragebogen nicht ausfüllte, beziehen sich die Angaben auf eine Stichprobengröße von $n = 33$.

Tabelle 1

Absolute und prozentuale Angaben der Kohorte zu soziodemografischen Merkmalen

	Häufigkeit [n]	Häufigkeit [%]
Höchster bisheriger Abschluss		
Fach-/Hochschulabschluss	22	66,7
Fach-/Hochschulreife	10	30,3
Sonstiges	1	3
Beruf		
Angestellte*r	11	33,3
Student*in oder Schüler*in	10	30,3
Selbstständige*r	7	21,2
Sonstiges	3	9,1
Arbeiter*in	2	6,1
Bruttojahreseinkommen [€]		
< 20.000	18	54,5
20.000–40.000	4	12,1
40.000–60.000	5	15,2
60.000–80.000	2	6,1
> 80.000	4	12,1
Arbeitsunfähigkeit (in den letzten 12 Monaten)		
Nein	30	90,9
Bis 3 Monate	2	6,1
Über 6 Monate	1	3
Familienstand		
Verheiratet	17	51,5
Ledig	12	36,4
Geschieden	4	12,1
Wohnsituation		
Allein	11	33,3
Mit Partner*in und Kind/Kindern	10	30,3
Mit Partner*in	8	24,2
Sonstiges	3	9,1
Allein mit Kind/Kindern	1	3

Der BMI sowie die Angaben zu Bildungsabschluss, Beruf, Familienstand, Wohnsituation und Bruttojahreseinkommen der Kohorte werden für einen Vergleich mit dem bundesdeutschen Durchschnitt in Tabelle I im Anhang aufgeführt. Diese Auflistung zeigt, dass sich der BMI ebenso wie die prozentualen Verteilungen in Bezug auf Erwerbstätigkeit, Familienstand und

Wohnsituation ähnelten. Leichte Differenzen gab es beim durchschnittlichen Bruttojahreseinkommen, erheblichere Abweichungen beim Bildungsabschluss.

3.2 Beschreibung der Parameter und Analyse im zeitlichen Verlauf

Die Analyse der metrisch skalierten Messwerte ergab, dass etwa 4,8 % der Daten fehlten und zu ersetzen waren. Die deskriptive Statistik der Messwerte wird mit allen im Methodenteil dargelegten Angaben in den Tabelle II bis Tabelle V im Anhang aufgeführt. In den Tabellen werden sowohl die originalen als auch die imputierten Daten beschrieben und für eine gute Vergleichbarkeit nebeneinander aufgelistet. Ebenso aufgebaut und im Anhang beigefügt sind die Tabellen Tabelle VI bis Tabelle VIII, die alle Resultate der ANOVA und der t-Tests beinhalten. Sofern keine Auffälligkeiten bei der deskriptiven Statistik oder zwischen dem originalen und dem imputierten Datensatz vorlagen, wird im folgenden Text nur der vollständige, imputierte Datensatz unter Angabe von dem Mittelwert \pm der Standardabweichung beschrieben.

Zunächst werden die Hauptzielparameter präsentiert, anschließend die restlichen Blut- und Urinwerte, die Ergebnisse der körperlichen Untersuchung und der BIA sowie die Angaben zu potenziellen Nebenwirkungen. Die einzelnen Unterkapitel werden in eine erste Zusammenfassung der statistisch signifikanten beziehungsweise nicht-signifikanten Änderungen gegliedert, gefolgt von einer ausführlicheren Beleuchtung der auffällig veränderten Parameter.

3.2.1 Hauptzielparameter

Von den zu Beginn der Studie definierten Hauptzielparametern änderte sich nur die Plasmaosmolalität statistisch signifikant. Die Osmolalitäten der Sammelurine wiesen in der Auswertung dagegen keine wesentlichen Veränderungen auf. Da es sich um die Hauptzielparameter der Studie handelt, werden diese genauer dargestellt, auch ohne statistisch nachweisbare Änderungen.

Die Veränderung der Plasmaosmolalität ($F(3; 99) = 10,264, P < 0,001$) hatte einen statistisch starken Effekt ($f = 0,56$). Dabei unterschied sich die durchschnittliche Plasmaosmolalität während des Fastens nachweislich von der aller anderen Visiten (V1 zu V0: $P = 0,006$, V1 zu V2: $P < 0,001$, V1 zu V3: $P = 0,025$). Die Werte zu den einzelnen Visiten werden zur Veranschaulichung in Abbildung 4 als Boxplots dargestellt. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass zum ersten Erhebungszeitpunkt (V0) alle Werte innerhalb des Referenzbereichs von 280–300 mosm/kg lagen

und der abgebildete Median von 289,5 mosm/kg zur V0 auf 284 mosm/kg zur V1 sank, während sich der IQR ebenso wie der Bereich vom Minimum bis zum Maximum sichtlich vergrößerte. Ungefähr ein Drittel der Werte lag zur V1 außerhalb des Referenzbereichs, die genaueren Angaben werden in Tabelle 2 aufgelistet. Insgesamt verringerte sich die Plasmaosmolalität bei 23 Teilnehmenden, bei einer Person blieb sie unverändert und bei zehn erhöhten sich die Werte. Bei der überwiegenden Anzahl der Anstiege handelte es sich mit 1–6 mosm/kg und Normwerten zur V1 um leichte Veränderungen. Nur bei einem Probanden stiegen die Werte um 16 mosm/kg auf 304 mosm/kg zur V1 an und fielen anschließend wieder auf unter 300 mosm/kg. Andere Werte zur Evaluation des Flüssigkeitshaushaltes, wie das Hämoglobin, der Hämatokrit und die Urin-Osmolalitäten waren bei der Person mit erhöhter Plasmaosmolalität normwertig. Auffällig war lediglich das noch geringere 12-Stunden-Sammelurin-Volumen zwischen 6:00 Uhr und 18:00 Uhr, das von 320 ml zur V0 auf 210 ml zur V1 absank.

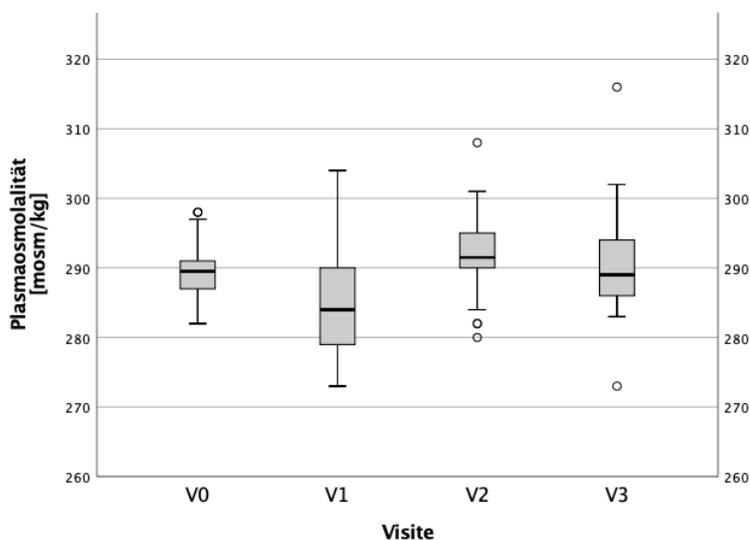


Abbildung 4. Boxplot-Diagramm zur Plasmaosmolalität zu den Visiten V0–V4.

Tabelle 2

Deskriptive Statistik der Plasmaosmolalität

Visite	n	M ± SD	Min–Max	Außerhalb des Referenzbereichs [n (%)]	Oberhalb des Referenzbereichs [n (%)]	Unterhalb des Referenzbereichs [n (%)]
V0	34	290 ± 4,0	282–298	0	0	0
V1	34	285 ± 7,0	273–304	11 (32,4 %)	1 (2,9 %)	10 (29,4 %)
V2	34	292 ± 5,8	280–308	2 (5,9 %)	2 (5,9 %)	0
V3	34	290 ± 7,2	273–316	3 (8,8 %)	2 (5,9 %)	1 (2,9 %)

Die Sammelurin-Osmolalitäten wiesen statistisch keine signifikanten Änderungen auf. Der Verlauf der Mittelwerte inklusive der Standardabweichung wird in Abbildung 5 dargestellt. Nur leicht und kaum erkennbar sank durchschnittlich die Osmolalität des 24-Stunden-Sammelurins, während der zweite 12-Stunden-Sammelurin im Mittel sichtbar an osmotisch aktiven Teilchen verlor. Während der Fastenzeit war der Urin von 18:00 bis 6:00 Uhr durchschnittlich also weniger konzentriert als außerhalb der Fastenzeit. Die genauen Änderungen der Mittelwerte und Standardabweichungen sowie die *P*-Werte der t-Tests sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Werte des 24-Stunden-Sammelurins wurden zusätzlich auf Grenzwertüberschreitungen zur V1 überprüft. Während des Fastens lagen acht Personen über dem zu Beginn festgelegten optimalen Wert von 500 mosm/kg³⁸. Werte oberhalb der kritischen Grenze von 830 mosm/kg³⁹ hatten drei Proband*innen, die zusätzlich eine negative Differenz des 24-Stunden-Sammelurin-Volumens und der obligatorischen Urinmenge aufwiesen als auch Spontanurin-Osmolalitäten von 808 mosm/kg, 969 mosm/kg und 1093 mosm/kg. Diese drei Teilnehmenden lagen mit ihren BMI-Werten von 22,7 kg/m² bis 23,5 kg/m² unterhalb des Durchschnitts und zeigten im Schnitt keine Reduktion der Körperfettmasse. Zur V0 wiesen alle drei noch eine Osmolalität des 24-Stunden-Sammelurins von unter 500 mosm/kg auf sowie ein Sammelurin-Volumen von über 2.000 ml. Dieses Volumen reduzierte sich von der V0 zur V1 im Schnitt um 1.123,3 ml ± 684,2.

³⁸ Siehe 1.3.3

³⁹ Siehe 1.3.3

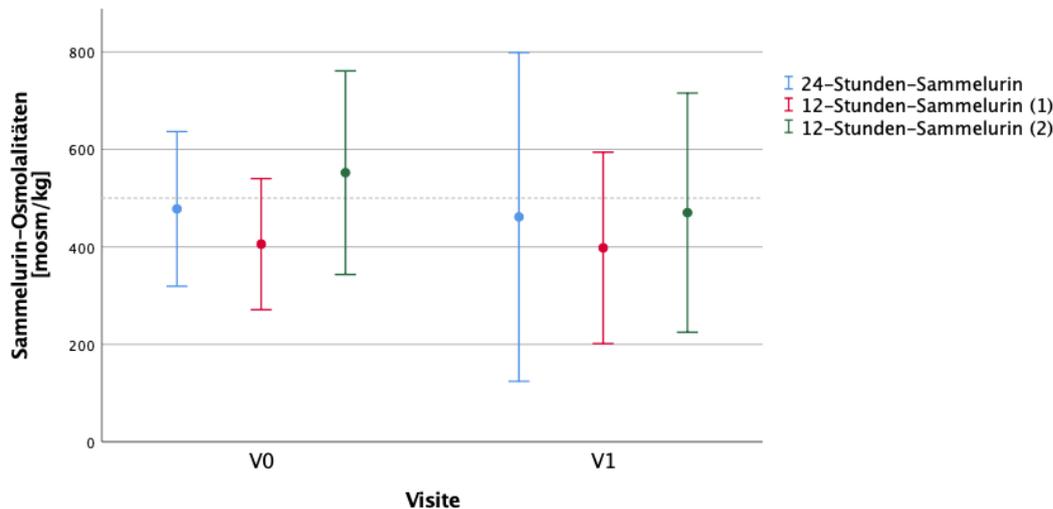


Abbildung 5. Punktdiagramm zum Verlauf der Sammelurin-Osmolalitäten. Abgebildet sind die Mittelwerte und Standardabweichungen zur V0 und V1. 12-Stunden-Sammelurin (1) wurde gesammelt von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr, 12-Stunden-Sammelurin (2) von 18:00 Uhr bis 6:00 Uhr.

Tabelle 3

Übersichtstabelle zu den Sammelurin-Osmolalitäten mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der V0 und V1 sowie den P-Werten der t-Tests

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	P-Wert
Urin-Osmolalität 24-Stunden Urin	478 ± 158,6	462 ± 337,3	0,792
Urin-Osmolalität 12-Stunden-Urin (1)	409 ± 148,2	400 ± 206,1	0,856
Urin-Osmolalität 12-Stunden-Urin (2)	553 ± 222,8	458 ± 240,1	0,077

Anmerkungen. 12-Stunden-Urin (1) wurde gesammelt von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr, 12-Stunden-Urin (2) wurde gesammelt von 18:00 Uhr bis 6:00 Uhr.

3.2.2 Blutproben

Insgesamt haben sich folgende der im Labor ermittelten Blutwerte signifikant im Verlauf der Visiten verändert: Hämoglobin, Hämatokrit, MCV, Kalium, GFR (Cystatin C) und Glukose sowie folgende BGA-Ergebnisse: der pH-Wert, Kalium und Calcium. Diese Parameter werden nach Art der Bestimmung gruppiert und im Anschluss an die statistisch nicht signifikanten Werte näher beschrieben – zunächst die Werte des kleinen Blutbildes, gefolgt von denen der klinischen Chemie und den Ergebnissen der BGA.

Nicht signifikant entwickelt haben sich die Parameter Natrium, Kreatinin, Harnstoff, GFR (CKD.EPI), Cystatin C und Harnsäure, ebenso wie die mittels BGA ermittelten Base Excess,

Natrium- und Chlorid-Werte. Die Parameter ohne signifikante Änderung werden in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4

Übersichtstabelle zu den Blutparametern ohne nachweislich signifikante Veränderungen mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Visiten sowie den P-Werten der ANOVA

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	V2: M ± SD	V3: M ± SD	P-Wert
Natrium [mmol/l]	141 ± 1,7	142 ± 1,7	142 ± 1,8	141 ± 2,4	0,129
Harnstoff [mg/dl]	26 ± 6,4	25 ± 7,2	27 ± 8,1	27 ± 7,0	0,180
Kreatinin [mg/dl]	0,78 ± 0,12	0,81 ± 0,13	0,83 ± 0,14	0,80 ± 0,14	0,057
GFR (CKD.EPI) [ml/min]	90 ± 3,5	89 ± 5,1	89 ± 4,5	90 ± 2,9	0,360
Cystatin C [mg/l]	0,91 ± 0,13	0,92 ± 0,12	0,91 ± 0,10	0,94 ± 0,11	0,118
Harnsäure [mg/dl]	4,9 ± 1,3	5,0 ± 1,2	4,9 ± 1,0	4,8 ± 1,2	0,604
Base Excess [mmol/l]	2,7 ± 1,3	3,0 ± 1,14	2,9 ± 1,3	2,9 ± 1,4	0,469
Natrium [mmol/l]	142 ± 1,5	142 ± 1,7	141 ± 1,6	141 ± 1,7	0,061
Chlorid [mmol/l]	105 ± 1,6	105 ± 1,4	105 ± 1,6	105 ± 1,7	0,268

Aufgrund der statistischen Unauffälligkeit der Blutwerte in Tabelle 4 wird auf diese, mit Ausnahme von Kreatinin, nicht näher eingegangen. Die leichten Änderungen des Kreatinins ($F(3, 99) = 2,585$, $P = 0,057$) werden als Liniendiagramm der Mittelwerte in Abbildung 6 dargestellt. Ohne statistische Signifikanz, jedoch mit mittelgradiger Effektstärke ($f = 0,28$), stiegen die Werte während und unmittelbar nach dem Fasten leicht an. Die Skalierung der y-Achse entspricht dem angegebenen Referenzbereich und verdeutlicht die konstante Lage der Mittelwerte im unteren Normbereich. Auch überschritt zu keiner der Visiten ein Kreatinin-Wert den oberen Grenzwert von 1,20 mg/dl.

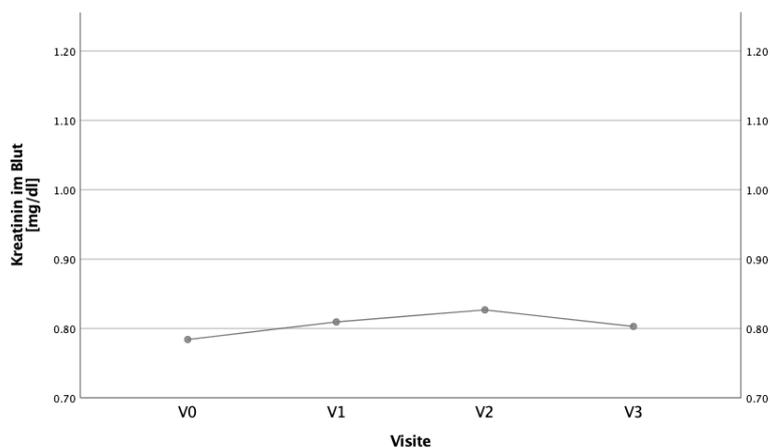


Abbildung 6. Liniendiagramm zum Verlauf der Mittelwerte des Plasma-Kreatinins.

Die aus dem kleinen Blutbild analysierten Parameter Hämoglobin, Hämatokrit und MCV veränderten sich alle im Verlauf signifikant. Die Werte werden in Abbildung 7 als Boxplots präsentiert und in Tabelle 5 mit den Lagemaßen der Visiten und den P -Werten der ANOVA abgebildet.

Bei der Auswertung von Hämoglobin und Hämatokrit konnte keine Sphärizität angenommen werden, und die Ergebnisse wurden entsprechend dem zu verwendenden Verfahrens korrigiert ($\epsilon = 0,08$ und $\epsilon = 0,81$).⁴⁰ Die Veränderungen des Hämoglobins hatten einen mittelgradigen Effekt ($F(2,6; 85,9) = 4,002, P = 0,014, f = 0,35$) und die auffällige Differenz lag zwischen V1 und V2 ($P = 0,016$). Der Hämatokrit wies bei der Hauptanalyse eine große Effektstärke auf ($F(2,6; 87,2) = 7,722, P < 0,001, f = 0,48$) und die Post-hoc Messungen ergaben, dass die Hämatokrit-Werte zur V1 im Vergleich zu allen anderen Visiten nachweislich geringer ausfielen (V1 zu V0: $P = 0,010$, V1 zu V2: $P < 0,001$, V1 zu V3: $P = 0,028$). Die Veränderungen der Hämoglobin- und Hämatokrit-Werte zwischen V0 und V1 korrelierten dabei stark und signifikant ($r = 0,832, P = 0,001$). Auch das MCV entwickelte sich signifikant ($F(3; 99) = 10,906, P < 0,001$) und mit einem starken Effekt ($f = 0,57$). Es fiel von der Baseline zur V1 hin ab (V1 zu V0: $P < 0,001$, V1 zu V2: $P = 0,003$) sowie erneut zur V3 (V0 zu V3: $P = 0,019$).

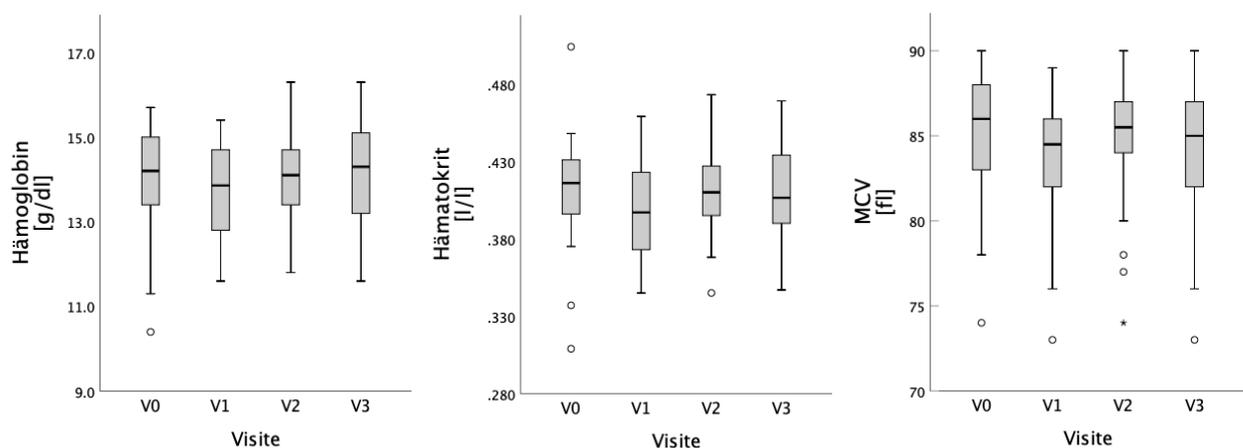


Abbildung 7. Boxplot-Diagramme zum Verlauf der Blutparameter: Hämoglobin, Hämatokrit und MCV.

⁴⁰ Siehe 2.5.3

Tabelle 5

Übersichtstabelle zu den signifikant veränderten Blutparametern des kleinen Blutbildes mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Visiten sowie den P-Werten der ANOVA

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	V2: M ± SD	V3: M ± SD	P-Wert
Hämoglobin [g/dl]	14,0 ± 1,2	13,8 ± 1,0	14,1 ± 1,1	14,2 ± 1,3	0,014
Hämatokrit [l/l]	0,413 ± 0,335	0,396 ± 0,029	0,413 ± 0,028	0,411 ± 0,033	< 0,001
MCV [fl]	85 ± 3,4	84 ± 3,4	85 ± 3,5	84 ± 3,8	< 0,001

Die mittels klinischer Chemie ermittelten und veränderten Parameter waren Kalium, GFR (Cystatin C) und Glukose. Dabei erzielte weder die Varianzanalyse der GFR, die mittels Korrekturverfahren durchgeführt wurde ($\varepsilon = 0,78$, $F(2,5; 83,2) = 2,922$, $P = 0,047$, $f = 0,30$), im paarweisen Vergleich ein signifikantes Ergebnis noch fiel die Analyse mit den Originaldaten signifikant aus. Dennoch wird sie in Tabelle 6 gemeinsam mit Kalium und Glukose aufgeführt, jedoch nicht in Abbildung 8 als Boxplot-Diagramm mit aufgenommen.

Der Serum-Kaliumwert schwankte zwischen den Untersuchungen ($F(3; 99) = 6,660$, $P < 0,001$) mit einer großen Effektstärke von $f = 0,45$. Der Mittelwert zur V1 war niedriger als bei allen anderen Visiten und der P-Wert zwischen V1 und V2 lag bei 0,001. Obwohl der Wert von der Baseline zur V1 bei 18 Proband*innen um 0,1–0,8 mg/dl sank, lag kein Kalium-Wert zu diesem Zeitpunkt unterhalb des angegebenen Referenzbereichs von 3,4–4,5 mg/dl. In demselben Zeitraum stiegen 13 Werte an, von denen zwei zur V1 mit 4,6 mg/dl leicht erhöht waren, anschließend aber wieder normwertig wurden. Zur V2 kam es zu einem erneuten Anstieg von Median und Mittelwert, die ein höheres Niveau als zur V0 erreichten, wobei mit Ausnahme von einem Ausreißer kein Wert den Referenzbereich überschritt. Diese Änderungen sind dem Boxplot-Diagramm in Abbildung 8 zu entnehmen. Da die Ausscheidung von Kalium entscheidend durch Aldosteron beeinflusst wird, das als Teil des Renin-Angiotensin-Aldosteron-System eine wichtige Rolle bei der Konzentrierung des Urins spielt,⁴¹ wurde eine Korrelationsanalyse mit den Entwicklungen der Spontanurin-Osmolalität durchgeführt. Verglichen wurden die Differenzen von V0 und V1, die im Originaldatensatz mittelstark, umgekehrt und signifikant korrelierten ($r = -0,392$, $P = 0,039$, $n = 28$). Die Korrelation im imputierten Datensatz war etwas schwächer ($r = -0,217$, $P = 0,217$, $n = 34$). Folglich stieg im Durchschnitt die Osmolalität des Spontanurins bei fallenden Kalium-Werten an.

⁴¹ Siehe 1.3.1

Die ebenfalls abgebildeten Glukose-Werte zeigen einen deutlichen Abfall der Werte zur V1, der auch statistisch nachgewiesen wurde. Die mit Korrekturverfahren errechneten signifikanten Ergebnisse der Hauptanalyse ($\epsilon = 0,69$, $F(2,1; 67,9) = 55,834$, $P < 0,001$) hatten mit $f = 1,30$ einen starken Effekt. Wie die Boxplots vermuten lassen, waren die Werte zur V1 auffällig geringer als zu jeder anderen Visite (V1 zu V0: $P < 0,001$, V1 zu V2: $P < 0,001$, V1 zu V3: $P < 0,001$).

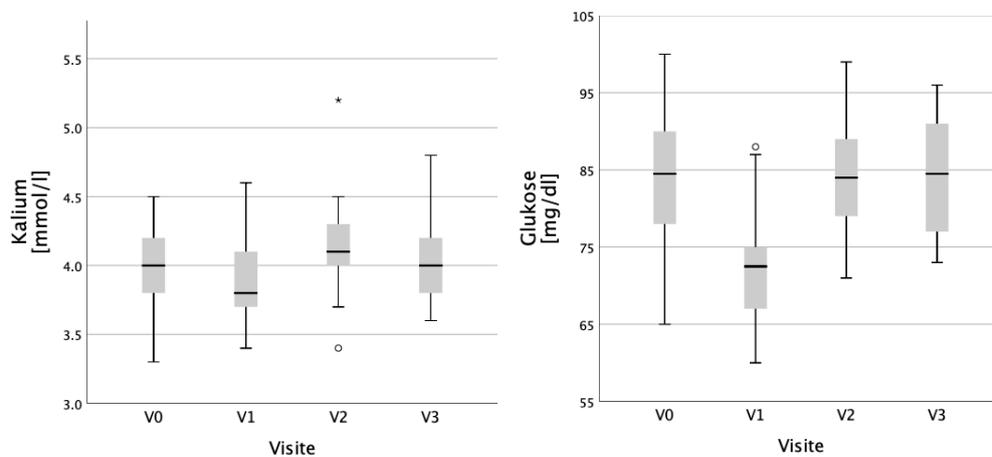


Abbildung 8. Boxplot-Diagramme zum Verlauf der Blutparameter: Kalium und Glukose.

Tabelle 6

Übersichtstabelle zu den signifikant veränderten Blutparametern der klinischen Chemie mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Visiten sowie den P-Werten der ANOVA

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	V2: M ± SD	V3: M ± SD	P-Wert
Kalium [mmol/l]	4,0 ± 0,3	3,9 ± 0,3	4,2 ± 0,3	4,0 ± 0,3	< 0,001
GFR (Cystatin C) [ml/min]	86,1 ± 8,9	86,7 ± 8,1	88,1 ± 6,1	86,0 ± 7,8	0,047
Glukose [mg/dl]	84 ± 8,1	72 ± 6,7	84 ± 7,6	84 ± 7,2	< 0,001

Ebenso wie das im Labor bestimmte Kalium fiel auch das mittels BGA ermittelte Kalium ab. Das signifikante Ergebnis der ANOVA mit Korrekturverfahren ($\epsilon = 0,765$, $F(3; 99) = 6,791$, $P < 0,001$, $f = 0,45$) konnte in den Post-hoc Tests genauer auf die Differenzen zwischen V1 und V2 ($P = 0,020$) sowie zwischen V1 und V3 ($P = 0,015$) detektiert werden. Die Kalium-Werte werden gemeinsam mit den pH- und Calcium-Werten in Tabelle 7 aufgelistet, jedoch nicht erneut grafisch abgebildet.

Die Entwicklungen des pH-Wertes und des Calciums werden in Abbildung 9 grafisch beschrieben. Zu erkennen ist ein Absinken des pH-Wertes zur V1 mit einem anschließend stärkeren Anstieg. Diese Beobachtungen waren auch rechnerisch belegbar und die wesentlichen Unterschiede lagen zwischen V1 und V2 ($P = 0,001$) sowie zwischen V1 und V3 ($P = 0,027$). Das nach Huynh und

Feldt korrigierte Ergebnis der Hauptanalyse ($\epsilon = 0,783$, $F(2,5; 83,8) = 10,778$, $P < 0,001$) hatte einen starken Effekt ($f = 0,57$).

Die Calcium-Werte zur V0 waren verhältnismäßig hoch, der Median und der Mittelwert lagen mit 1,22 mmol/l nahe der Obergrenze des Referenzbereichs (1,23 mmol/l) und fast ein Drittel überschritt diesen Grenzwert. Das signifikante Ergebnis der Varianzanalyse ($F(3; 99) = 4,425$, $P = 0,006$, $f = 0,37$) konnte im Vergleich von V0 mit V1 ($P = 0,043$) sowie von V0 mit V2 ($P = 0,027$) verifiziert werden.

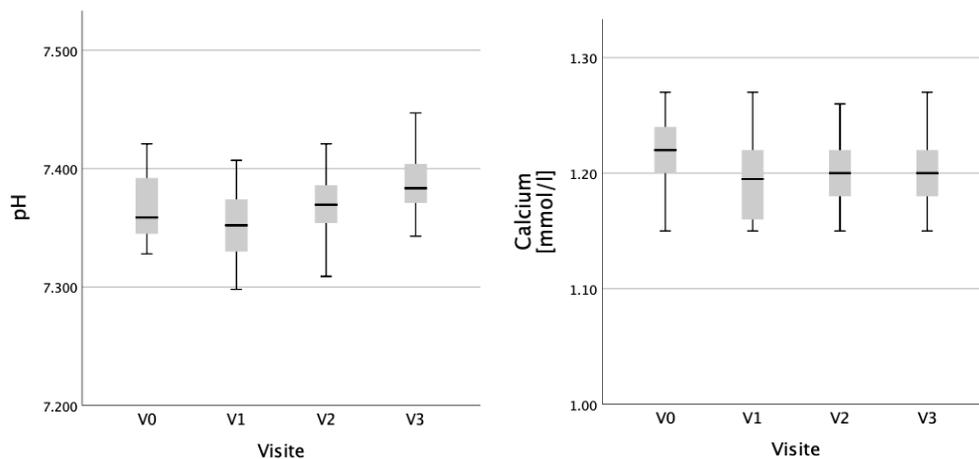


Abbildung 9. Boxplot-Diagramme zum Verlauf der BGA-Ergebnisse: pH und Calcium.

Tabelle 7

Übersichtstabelle zu den signifikant veränderten Blutparametern der BGA mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Visiten sowie den P-Werten der ANOVA

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	V2: M ± SD	V3: M ± SD	P-Wert
pH	7,37 ± 0,03	7,36 ± 0,03	7,37 ± 0,02	7,39 ± 0,03	< 0,001
Kalium [mmol/l]	4,0 ± 0,2	3,8 ± 0,3	4,1 ± 0,2	4,0 ± 0,2	< 0,001
Calcium [mmol/l]	1,22 ± 0,03	1,20 ± 0,03	1,20 ± 0,03	1,20 ± 0,03	0,006

3.2.3 Urinproben

Im Folgenden werden die Volumina der Sammelurine, der Kreatinin-Gehalt und die Kreatinin-Clearance des 24-Stunden-Sammelurins, das Volumen des 24-Stunden-Sammelurins abzüglich der obligatorischen Urinmenge sowie die Osmolalität des Spontanurins präsentiert. Die Osmolalitäten der Sammelurine wurden als Hauptzielparameter im Unterkapitel 3.2.1 abgebildet.

Keiner der Parameter wies eine statistisch signifikante Veränderung auf, wie Tabelle 8 und Tabelle 9 entnommen werden kann. In den Tabellen werden die Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Visiten aufgelistet sowie die *P*-Werte der *t*-Tests. Aufgrund einer leichten Divergenz zwischen den Visiten werden das Volumen des ersten 12-Stunden-Sammelurins und die Osmolalität des Spontanurins grafisch dargestellt. Die anderen Volumina sowie die Differenz des 24-Stunden-Sammelurin-Volumens und der obligatorischen Urinmenge veränderten sich kaum. Nach der Subtraktion lag zur V0 ein Ergebnis und zur V1 vier Ergebnisse im negativen Bereich. Die vier Teilnehmenden mit negativen Differenzergebnissen zur V1 wiesen zu diesem Zeitpunkt zusätzlich recht hohe Spontanurin-Osmolalitäten auf mit Werten > 800 mosm/kg beziehungsweise zwei auch > 1.000 mosm/kg. Gleichzeitig sank bei keinem dieser vier Personen die GFR (CKD.EPI), GFR (Cystatin C) oder die Kreatinin-Clearance zwischen V0 und V1.

Die Volumina des 12-Stunden- und der 24-Stunden-Sammelurins werden gemeinsam in Abbildung 10 präsentiert. Die Grafik ist analog zu der Darstellung der Sammelurin-Osmolalitäten aufgebaut und beinhaltet die Mittelwerte sowie die Standardabweichungen. Der erste 12-Stunden-Sammelurin, dessen Volumen während der Fastenzeit geringfügig abnahm, wurde tagsüber von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr gesammelt. Die leichten Verschiebungen der Volumina aller drei Sammelurine korrelierten umgekehrt, signifikant und mit einem mittelstarken bis starken Effekt mit den Entwicklungen der entsprechenden Sammelurin-Osmolalitäten (SU1: $r = -0,634$, $P < 0,001$, SU2: $r = -0,588$, $P < 0,001$, SU24: $r = 0,445$, $P = 0,008$). Auch wenn die Messung der Spontanurin-Osmolalität in den Zeitraum des ersten 12-Stunden-Sammelurins fiel, korrelierten die Änderungen der beiden Osmolalitäten zwischen V0 und V1 nur schwach und nicht signifikant ($r = 0,192$, $P = 0,277$). Die Spontanurin-Osmolalität wird als Boxplot-Diagramm in Abbildung 11 grafisch und in Tabelle 8 numerisch beschrieben. Die Werte veränderten sich mit mittelgradigem Effekt ($f = 0,26$), jedoch ohne bedeutenden *P*-Wert ($F(3; 99) = 2,322$, $P = 0,080$). Neben der leichten Steigerung des Medians und des Mittelwertes ist im Diagramm der Anstieg des Minimums deutlich zu erkennen. Während der niedrigste Wert zum Untersuchungszeitpunkt V0 noch bei 83 mosm/kg lag, betrug dieser zur V1 471 mosm/kg. Außerdem überschritten fünf Personen während des Fastens den anfangs definierten Grenzwert⁴² von 900 mosm/kg, von denen drei ebenfalls erhöhte Werte im 24-Stunden-Sammelurin aufwiesen. Diese Veränderung war zur V2 nahezu gänzlich rückläufig, trat aber zur V3 in einem ähnlichen Umfang erneut auf.

⁴² Siehe 1.3.3

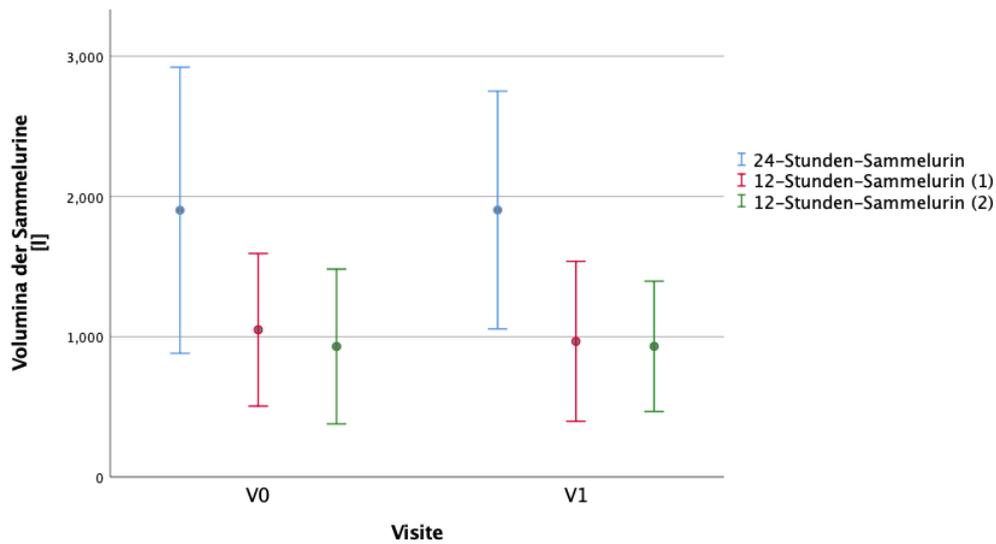


Abbildung 10. Punktdiagramm zum Verlauf der Sammelurin-Osmolalitäten. Abgebildet sind die Mittelwerte und Standardabweichungen zur V0 und V1.

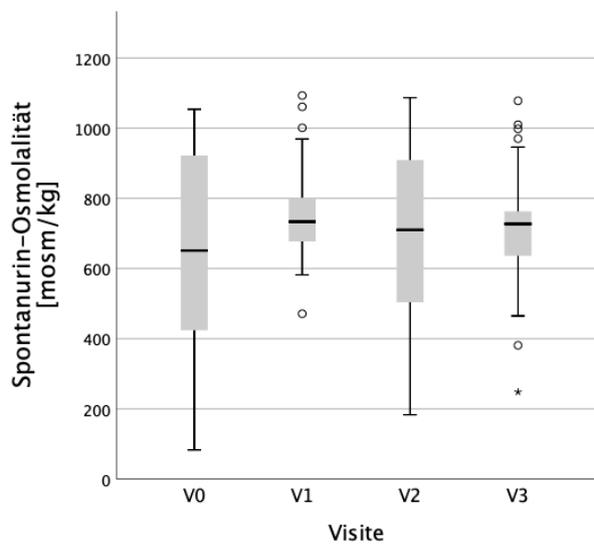


Abbildung 11. Boxplot-Diagramm zum Verlauf der Spontanurin-Osmolalität.

Tabelle 8

Übersichtstabelle zur Osmolalität des Spontanurins mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Visiten sowie dem P-Wert der ANOVA

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	V2: M ± SD	V3: M ± SD	P-Wert
Osmolalität Spontanurin [mosm/kg]	656,4 ± 273,1	757,2 ± 135,9	682,7 ± 270,0	725,7 ± 174,2	0,080

Tabelle 9

Übersichtstabelle zu den Urinparametern mit Ausnahme der Sammelurin-Osmolalitäten mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Visiten sowie den P-Werten des t-Tests

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	P-Wert
Volumen 24-Stunden-Urin [l]	1902 ± 1019,8	1903 ± 847,4	0,993
Volumen 12-Stunden-Urin (1) [l]	1050 ± 544,0	967 ± 570,3	0,388
Volumen 12-Stunden-Urin (2) [l]	930 ± 551,9	932 ± 464,6	0,991
Kreatinin [mg/dl]	79,6 ± 32,7	80,2 ± 36,5	0,938
Kreatinin-Clearance [ml/min]	103,8 ± 26,9	104,3 ± 31,8	0,944
24-Stunden-Volumen - Obligatorische Urinmenge [l]	841,1 ± 789,1	836,2 ± 952,2	0,979

3.2.4 Körperliche Untersuchungen und BIA

Unabhängig von der BIA wurden im Rahmen der körperlichen Untersuchungen das Körpergewicht, der daraus errechnete BMI, die Herzfrequenz sowie der systolische und diastolische Blutdruck erhoben. All diese Parameter veränderten sich signifikant im Verlauf der Visiten und werden in Tabelle 10 beschrieben.

Das Körpergewicht und der BMI werden mittels Boxplots in Abbildung 12 wiedergegeben. Aufgrund der großen Spannweite der Werte sind die Absenkungen des Durchschnitts zur V1 nur schwer erkennbar und werden daher in Abbildung 13 zusätzlich als Liniendiagramm der Mittelwerte dargestellt. Die Analyseergebnisse des Körpergewichts ($F(11,931; 69,744) = 4,052$, $P = 0,020$) und des BMI ($F(2,147; 70,867) = 4,615$, $P = 0,011$) waren signifikant und mit mittelstarkem Effekt ($f = 0,34$ und $f = 0,37$). Das Körpergewicht sank nachweislich von der V0 zur V1 ($P = 0,002$), ebenso wie der BMI ($P = 0,001$), dessen geringeren V1-Werte auch von der V2 abwichen ($P = 0,032$).

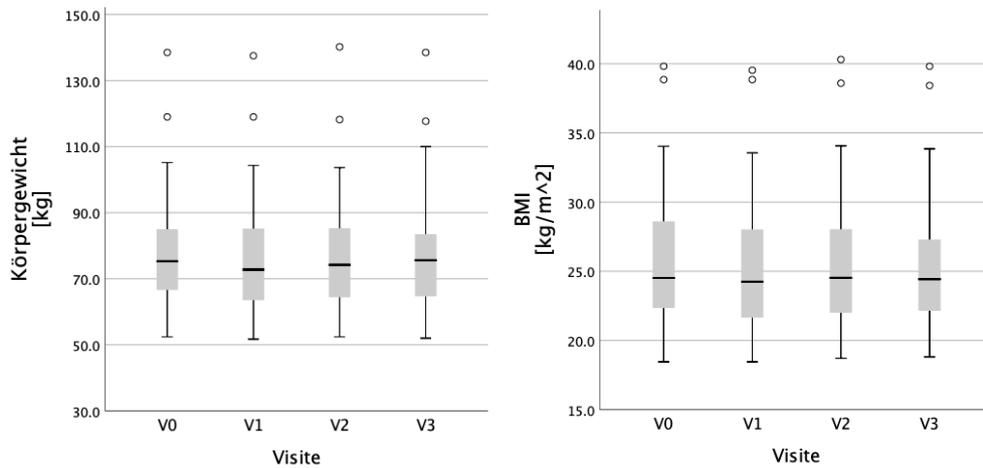


Abbildung 12. Boxplot-Diagramm zum Verlauf der Untersuchungsergebnisse: Körpergewicht und BMI.

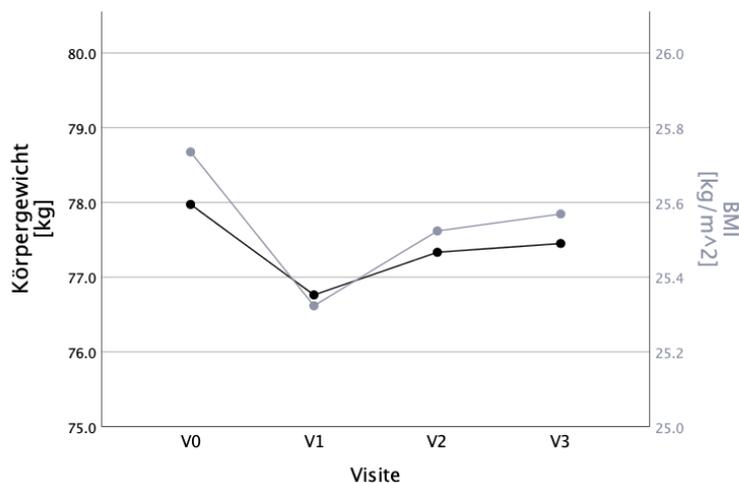


Abbildung 13. Liniendiagramm zum Verlauf der Mittelwerte des Körpergewichts und des BMI.

Die Herzfrequenz und die Blutdruckwerte werden gemeinsam in Abbildung 14 präsentiert. Alle drei Werte wiesen zwischen V0 und V1 eine fallende Tendenz auf, die beim diastolischen Blutdruck auch als Unterschied nachweisbar war ($P = 0,004$). Außerdem lagen bei allen Parametern signifikante Differenzen zwischen V0 und V2 (Herzfrequenz: $P = 0,035$, systolischer Blutdruck: $P = 0,002$, diastolischer Blutdruck: $P = 0,039$). Die Hauptanalysen ergaben einen mittelgradigen Effekt bei der Herzfrequenz ($F(2,6; 86,1) = 3,431$, $P = 0,026$, $f = 0,32$) und dem diastolischen Blutdruck ($F(3; 99) = 4,591$, $P = 0,005$, $f = 0,37$) sowie einen starken Effekt beim systolischen Blutdruck ($F(3; 99) = 6,542$, $P < 0,001$, $f = 0,44$).

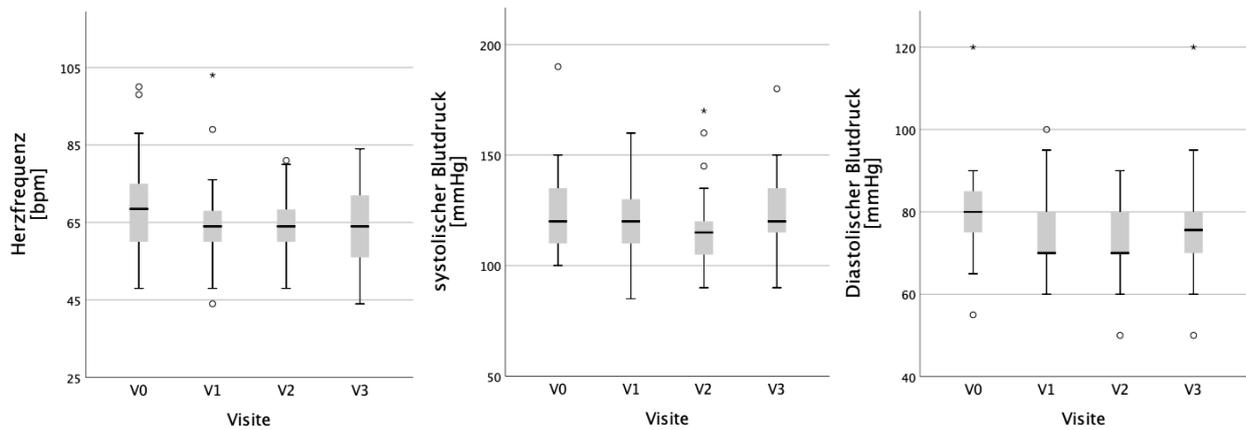


Abbildung 14. Boxplot-Diagramme zum Verlauf der Untersuchungsergebnisse: Herzfrequenz und Blutdruck.

Tabelle 10

Übersichtstabelle zu den Ergebnissen der körperlichen Untersuchung ohne die BIA mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Visiten sowie den P-Werten der ANOVA

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	V2: M ± SD	V3: M ± SD	P-Wert
Körpergewicht [kg]	78,0 ± 19,2	76,8 ± 19,5	77,3 ± 19,4	77,5 ± 19,4	0,020
BMI [kg/m ²]	25,7 ± 5,1	25,3 ± 5,2	25,5 ± 5,2	25,6 ± 5,2	0,011
Herzfrequenz [bpm]	69 ± 11,9	66 ± 10,8	64 ± 8,1	64 ± 9,5	0,026
Blutdruck syst. [mmHg]	124 ± 18,0	120 ± 16,7	116 ± 17,2	123 ± 17,3	< 0,001
Blutdruck diast. [mmHg]	79 ± 10,6	74 ± 9,3	74 ± 9,3	75 ± 12,7	0,005

Anmerkungen. syst. = systolisch, diast. = diastolisch

Bei den BIA-Werten ergaben die Analysen der originalen oder imputierten Daten teilweise unterschiedliche Ergebnisse. Daher werden in Tabelle 11 sowie im Fließtext beide Resultate beschrieben. Bei der Auswertung des Originaldatensatzes wurden 32 Proband*innen berücksichtigt, mit Ausnahme der Werte des intrazellulären Wassers, bei denen es nur 31 waren.

Die absoluten Angaben der Körperzellmasse, des Körperfettes und des Körperwassers werden als Boxplot-Diagramme in Abbildung 15 dargestellt. Die Grafik eignet sich lediglich für einen Überblick und einer Einordnung der Werteverteilung, weniger jedoch zum Identifizieren der Quartil- oder Lagemaßveränderungen. Daher werden die Mittelwerte der Parameter zusätzlich mit einer anderen Skalierung in Abbildung 16 präsentiert. Das Liniendiagramm verdeutlicht den Abfall des mittleren Körperfettes zwischen V0 und V1 sowie einen Anstieg aller Mittelwerte zur V3. Die Differenz des Körperfettes zwischen V0 und V1 lag durchschnittlich bei $1,6 \text{ kg} \pm 2,3$, wobei sowohl die Ergebnisse des originalen ($F(2,2; 67,3) = 8,776, P < 0,001$) als auch die des imputierten Datensatzes ($F(2,6; 84,3) = 3,628, P = 0,021$) signifikant ausfielen. Abweichungen gab es bei der Effektstärke ebenso wie bei den Post-hoc-Tests. Während die Auswertung der imputierten Daten

einen mittelgradigen Effekt zeigte ($f = 0,33$) und lediglich der Unterschied zwischen V0 und V1 ($P = 0,002$) messbar war, resultierte aus der Untersuchung der originalen Daten ein starker Effekt ($f = 0,53$) und neben der Differenz zwischen V0 und V1 ($P < 0,001$) waren auch die Differenzen zwischen V0 und V3 ($P = 0,004$) sowie zwischen V1 und V2 ($P = 0,038$) auffällig. Im Gegensatz dazu ergab die Hauptanalyse der Körperzellmasse nur im originalen Datensatz einen signifikanten P -Wert ($F(2,5; 76,7) = 4,281, P = 0,012, f = 0,37$), der im Visitenvergleich nicht nachweisbar war. Auch beim Körperwasser lag eine nachweisliche Veränderung ausschließlich im originalen Datensatz vor ($F(2,6; 81,5) = 5,193, P = 0,004, f = 0,40$) und einzig bei Post-hoc-Analysen mit Werten der V3 (V0 zu V3: $P = 0,042$, V1 zu V3: $P = 0,015$).

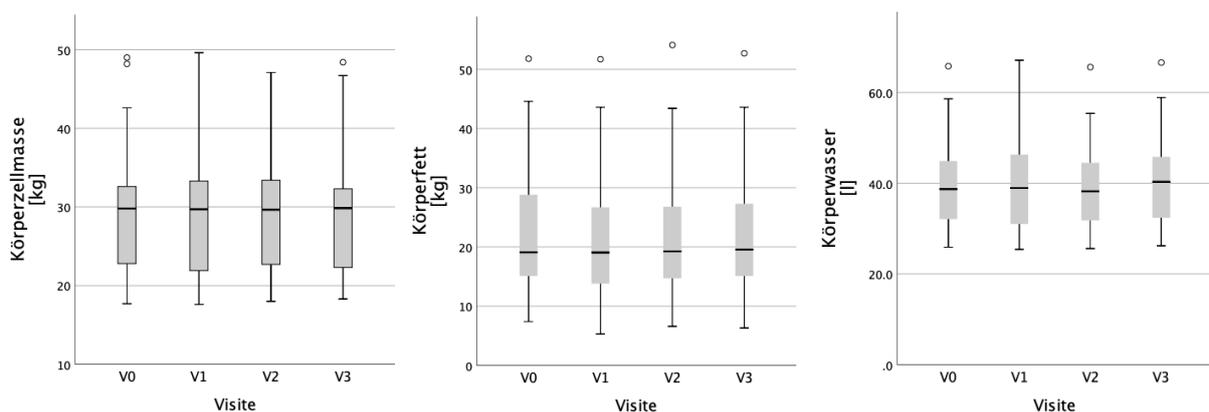


Abbildung 15. Boxplot-Diagramme zum Verlauf der BIA-Ergebnisse: Körperzellmasse, Körperfett und Körperwasser. Angegeben als absolute Werte in Kilogramm (kg) und Liter (l).

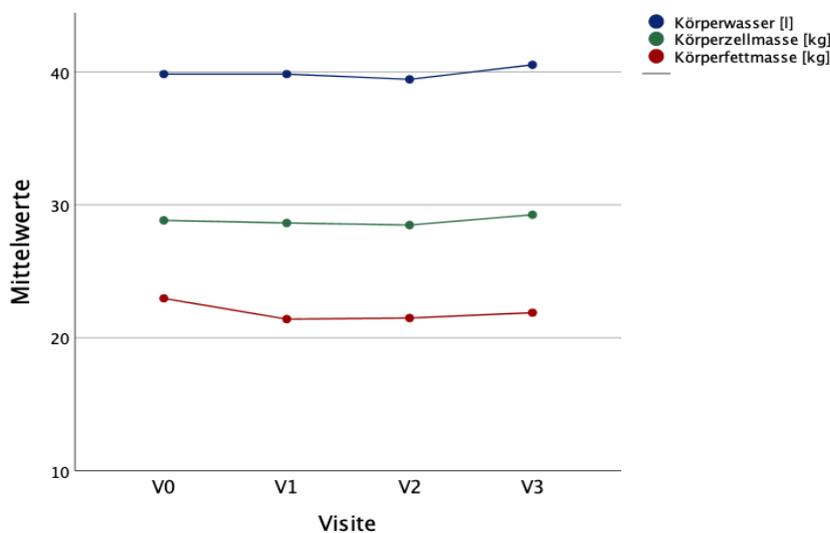


Abbildung 16. Liniendiagramm zum Verlauf der Mittelwerte des Körperwassers, der Körperzell- und Körperfettmasse. Angegeben als absolute Werte in Kilogramm (kg) und Liter (l).

Die prozentuale Entwicklung von Körperfett und Körperwasser wird in Abbildung 17 wiedergegeben. Diese zeigt ein leichtes Absinken des prozentualen Körperfettes zur V1, passend zum zuvor beschriebenen absoluten Verlust in Kilogramm. Analog dazu stieg das prozentuale Körperwasser an. Beide Werte wiesen bei der V2 eine Tendenz zurück zum Ursprungszustand auf, die Entwicklung war zur V3 erneut gegenläufig und ähnlich zu der zur Fastenzeit. Die Messergebnisse des Körperfettes ($F(3; 93) = 8,858, P < 0,001, f = 0,40$) waren nur im originalen Datensatz zwischen V0 und V1 ($P = 0,004$) sowie zwischen V0 und V3 ($P = 0,001$) signifikant, ebenso wie die des Körperwassers ($F(3; 93) = 6,593, P < 0,001, f = 0,46, V0$ zu $V1: P = 0,046, V0$ zu $V3: P = 0,005$).

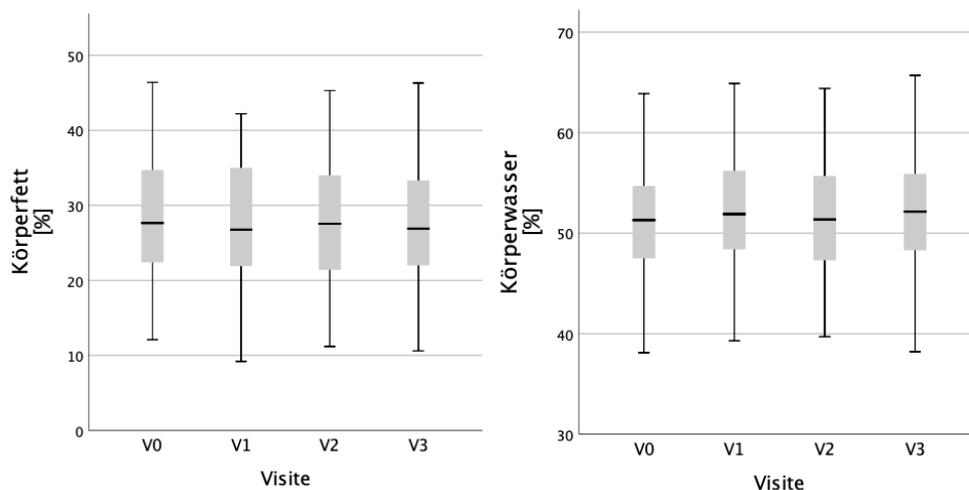


Abbildung 17. Boxplot-Diagramme zum Verlauf der BIA-Ergebnisse: prozentuales Körperfett und prozentuales Körperwasser.

Änderungen des intrazellulären Wassers waren ebenfalls nur im Originaldatensatz messbar ($F(2,2; 67,0) = 5,551, P = 0,004, f = 0,42$). Da das intrazelluläre Wasser zur V1 im Mittel leicht abfiel und zur V3 hin schwach anstieg, lag der signifikante Unterschied zwischen diesen Visiten ($P = 0,007$). Allerdings weisen die Boxplots in *Abbildung 18* keine Besonderheiten auf. Das extrazelluläre Wasser war ohne auffällige Entwicklung und wird daher nicht grafisch abgebildet.

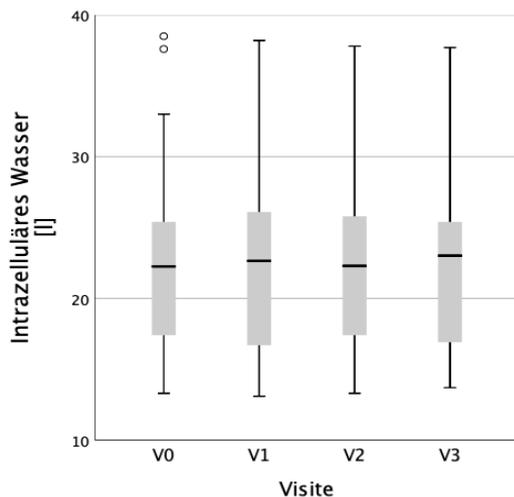


Abbildung 18. Boxplot-Diagramm zum Verlauf des BIA-Ergebnisses: Intrazelluläres Wasser in Liter (l).

Tabelle 11

Übersichtstabelle zu den BIA-Ergebnissen im originalen und imputierten Datensatz mit den Mittelwerten und Standardabweichungen der Visiten sowie den P-Werten der ANOVA

Parameter	V0: M ± SD	V1: M ± SD	V2: M ± SD	V3: M ± SD	P-Wert
Originaldaten					
Körperzellmasse [kg]	28,8 ± 7,9	28,6 ± 8,1	28,7 ± 7,2	29,2 ± 7,9	0,012
Körperfett [kg]	23,0 ± 10,8	21,4 ± 10,5	21,5 ± 10,6	21,9 ± 10,7	< 0,001
Körperfett [%]	28,3 ± 8,0	27,1 ± 8,4	27,4 ± 8,7	27,3 ± 8,2	< 0,001
Körperwasser [l]	39,8 ± 9,6	39,8 ± 10,0	39,5 ± 9,2	40,5 ± 9,9	0,004
Körperwasser [%]	51,2 ± 5,5	52,0 ± 6,0	51,7 ± 6,0	52,1 ± 5,8	< 0,001
Extrazelluläres Wasser [l]	17,7 ± 3,4	17,8 ± 3,8	17,5 ± 3,6	18,0 ± 3,7	0,304
Intrazelluläres Wasser [l]	22,3 ± 6,5	22,1 ± 6,8	22,0 ± 6,0	22,6 ± 6,5	0,004
Imputierte Daten					
Körperzellmasse [kg]	28,8 ± 7,9	28,6 ± 8,1	28,5 ± 7,2	29,3 ± 7,8	0,471
Körperfett [kg]	23,0 ± 10,8	21,4 ± 10,5	21,5 ± 10,4	21,9 ± 10,5	0,021
Körperfett [%]	28,3 ± 8,0	27,1 ± 8,4	27,4 ± 8,6	27,4 ± 8,0	0,074
Körperwasser [l]	39,8 ± 9,6	39,8 ± 10,0	39,4 ± 9,1	40,5 ± 9,8	0,191
Körperwasser [%]	51,2 ± 5,5	52,0 ± 6,0	51,7 ± 6,0	52,1 ± 5,8	0,115
Extrazelluläres Wasser [l]	17,7 ± 3,4	17,8 ± 3,8	17,6 ± 3,6	18,0 ± 3,7	0,069
Intrazelluläres Wasser [l]	22,2 ± 6,4	22,2 ± 6,7	21,9 ± 5,8	22,7 ± 6,3	0,244

3.2.5 Nebenwirkungen

Die potenziellen Nebenwirkungen werden in den Abbildungen Abbildung 19 bis Abbildung 23 in Form von Balkendiagrammen beschrieben. Zusätzlich werden die genauen Werte inklusive des Medians und des Summenscores in Tabelle IX im Anhang aufgelistet. Je geringer der Score ausfiel, desto eher wurden zustimmende Antworten gewählt, da „stimmt völlig“ mit eins, „stimmt eher“ mit zwei, „stimmt eher nicht“ mit drei und „stimmt überhaupt nicht“ mit vier gewertet

wurde. Die Wahrnehmung, dass ausreichend getrunken wurde, nahm während des Fastens insgesamt zu. Gleichzeitig schienen sich das Durstempfinden sowie empfundene Kopfschmerzen leicht zu reduzieren. Diese Schwankungen im Summenscore spiegeln sich nicht in den Änderungen des Medians wider. Auch der Friedman-Test war in Bezug auf die Trinkmenge ($P = 0,316$), die Müdigkeit ($P = 0,722$), auf Kopfschmerzen ($P = 0,583$) und Kreislaufprobleme ($P = 0,826$) unauffällig. Nur das Durstempfinden änderte sich in der Hauptanalyse nachweislich ($\chi^2(3) = 8,150, P = 0,043$), im Visitenvergleich ergaben die Bonferroni-korrigierten P -Werte jedoch keine Signifikanz. Am ehesten lag eine statistisch bedeutende Differenz zwischen der V1 und der V3 vor ($P = 0,252, r = 0,11$).

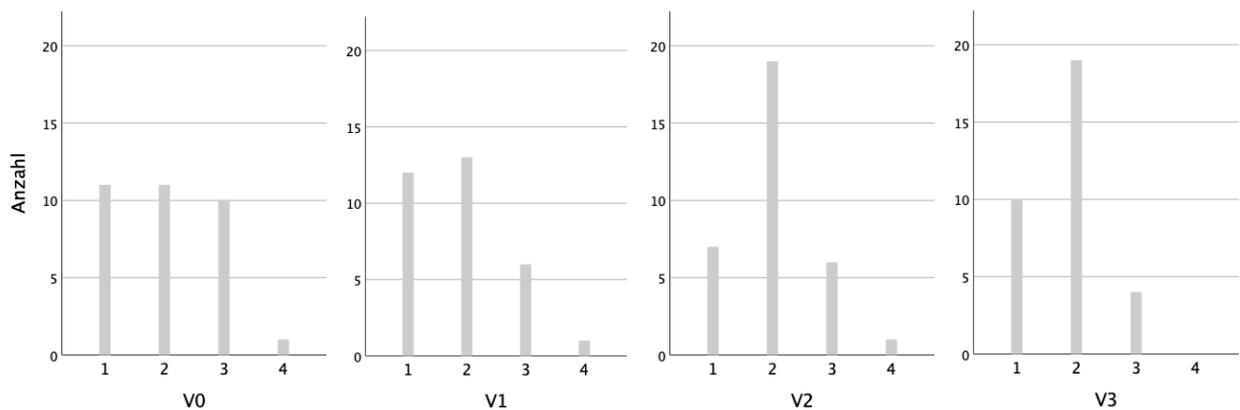


Abbildung 19. Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „Ich habe in der letzten Woche ausreichend getrunken“. 1 – stimmt völlig, 2 – stimmt eher, 3 – stimmt eher nicht, 4 – stimmt überhaupt nicht.

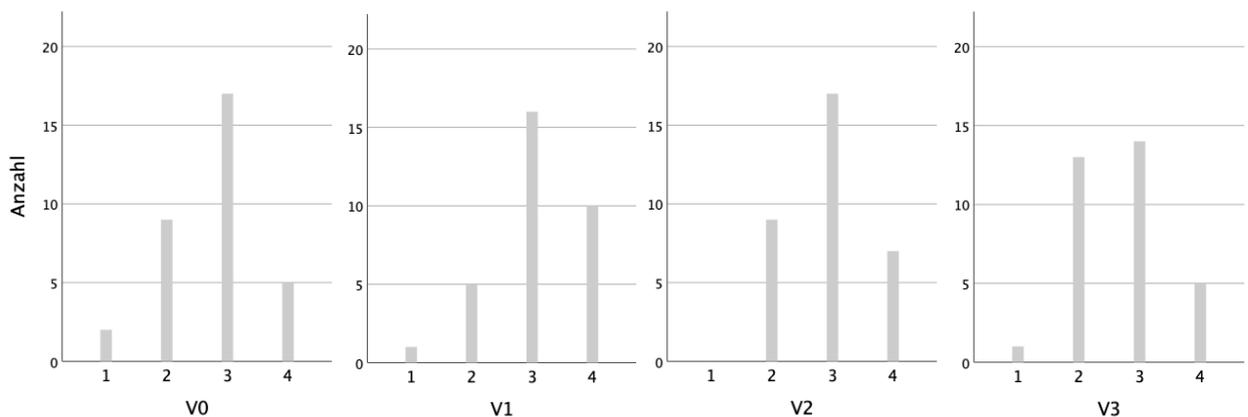


Abbildung 20. Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „Ich habe in der letzten Woche häufig oder starken Durst empfunden“. 1 – stimmt völlig, 2 – stimmt eher, 3 – stimmt eher nicht, 4 – stimmt überhaupt nicht.

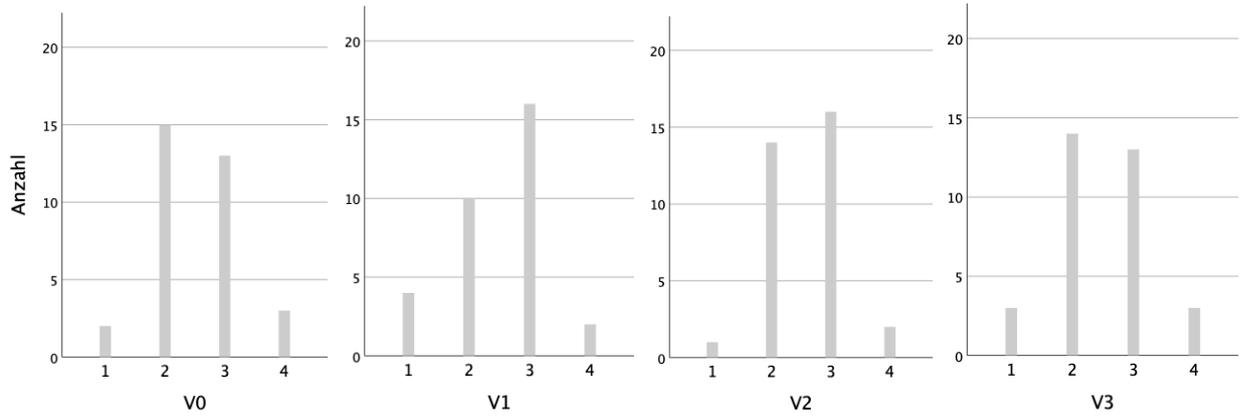


Abbildung 21. Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „Ich habe in der letzten Woche häufig oder starke Müdigkeit empfunden“. 1 – stimmt völlig, 2 – stimmt eher, 3 – stimmt eher nicht, 4 – stimmt überhaupt nicht.

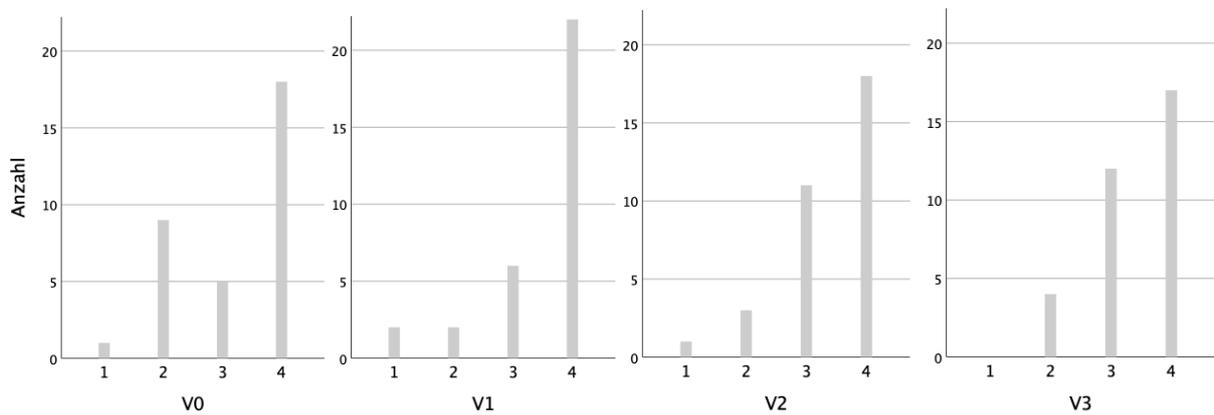


Abbildung 22. Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „Ich habe in der letzten Woche häufig oder starke Kopfschmerzen empfunden“. 1 – stimmt völlig, 2 – stimmt eher, 3 – stimmt eher nicht, 4 – stimmt überhaupt nicht.

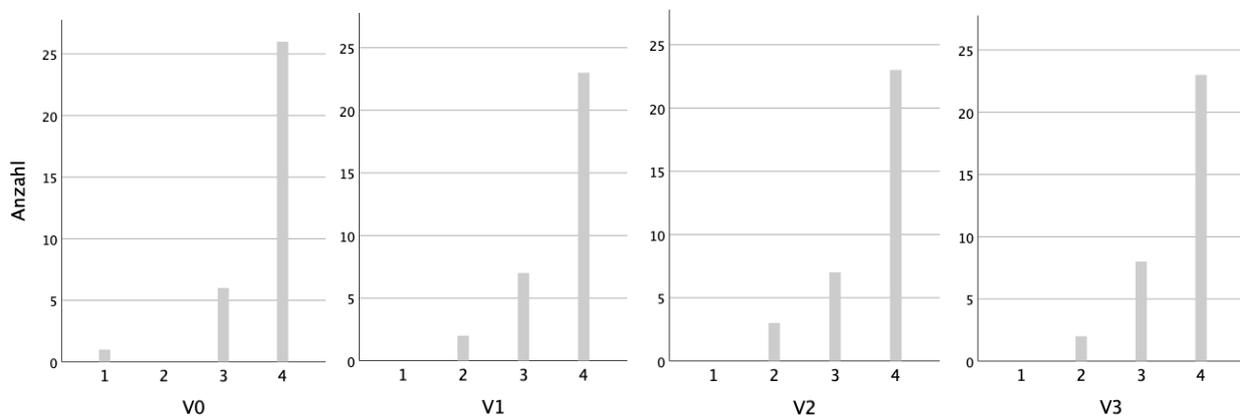


Abbildung 23. Balkendiagramm zur Bewertung der Aussage: „In der letzten Woche hatte ich ein Problem mit Kreislaufschwäche (z.B. Schwindel)“. 1 – stimmt völlig, 2 – stimmt eher, 3 – stimmt eher nicht, 4 – stimmt überhaupt nicht.

3.3 Gruppenvergleiche

Analysiert wurden Unterschiede zwischen drei Gruppen mit einer Aufteilung nach Alter, nach Geschlecht und nach Fastenunterbrechung. Die Einteilung der Gruppen je nach Lebensjahren wurde entsprechend der bimodalen Altersverteilung vorgenommen⁴³ und die Grenze bei 40 Jahren festgelegt. Eine Beschreibung der einzelnen Gruppen bezüglich Gruppengröße, Alters- und Geschlechterverteilung, BMI und Anzahl an Fastenunterbrechenden wird in Tabelle X im Anhang aufgelistet. Die altersabhängigen Gruppen hatten mit je 17 Teilnehmenden eine identische Größe und eine ähnliche Geschlechterverteilung. Leichte Unterschiede zeigten sich im BMI, der zum Studienbeginn bei den unter 40-Jährigen etwas geringer war, sowie in der höheren Anzahl an jüngeren Personen, die das Fasten unterbrachen. Die geschlechtsabhängigen Gruppen wiesen eine ähnliche Altersverteilung auf, jedoch war die Anzahl der Fastenunterbrechenden bei den 19 männlichen Probanden geringer als bei den 15 weiblichen und der BMI zur V0 war bei den Männern durchschnittlich etwas höher als bei den Frauen. Insgesamt unterbrachen 12 Teilnehmende das Fasten mit einem Median von vier Unterbrechungstagen. Die Gründe waren Krankheit, Menstruation oder eine Reise. In der Gruppe der Fastenunterbrechenden waren mehr Frauen und im Schnitt jüngere Personen mit einem zu Beginn der Studie niedrigeren BMI.

Untersucht wurden gruppenabhängige Differenzen in Bezug auf die Plasma- und 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität, Kalium, die Spontanurin-Osmolalität, den BMI sowie das Körperfett in Kilogramm. Mit Ausnahme der Hauptzielparameter wurden ausschließlich Werte ausgewählt, die sich auch in der gesamten Kohorte im Verlauf veränderten. Da es keine besonderen Abweichungen zwischen dem originalen und imputierten Datensatz gab, werden ausschließlich die Ergebnisse mit den ersetzten Werten beschrieben.

Die Testresultate der Altersgruppen werden in Tabelle 12 und Tabelle 13 aufgelistet. Zwar wiesen sie keine statistische Signifikanz auf, es fiel jedoch auf, dass der BMI in der höheren Altersklasse zwischen V0 und V1 stärker abfiel, gleichzeitig der Verlust an Fettmasse aber geringer war. Um die Senkung des BMI herleiten zu können, wurden daher zusätzlich die absolute Körperzellmasse sowie das absolute Körperwasser näher beleuchtet und die Mittelwerte in Abbildung 24 dargestellt. In der jüngeren Gruppe fiel der BMI zwischen V0 und V1 im Schnitt um $0,28 \text{ kg/m}^2 \pm 0,64$, die Fettmasse um $1,8 \text{ kg} \pm 3,0$ und die Körperzellmasse um $0,15 \text{ kg} \pm 1,33$. Das Körperwasser

⁴³ Siehe 3.1

stieg dagegen im Mittel um $0,35 \text{ l} \pm 1,08$ an. Im Vergleich dazu fiel der BMI in der höheren Altersklasse durchschnittlich um $0,54 \text{ kg/m}^2 \pm 0,48$, die Fettmasse um $1,3 \text{ kg} \pm 1,5$, die Körperzellmasse um $0,24 \text{ kg} \pm 1,83$ und das Körperwasser um $0,36 \text{ l} \pm 1,29$. Zusammengefasst war die Reduktion des Körperfettes in der älteren Gruppe etwas geringer, der Verlust an Körperzellmasse und Körperwasser dafür etwas größer. Dem Liniendiagramm der Mittelwerte ist zusätzlich zu entnehmen, dass bei den jüngeren Teilnehmenden alle Werte zur V2 weiterhin oder erneut absanken.

Tabelle 12

Statistische Auswertung auf Altersunterschiede bei der Plasma- und Spontanurin-Osmolalität, bei Kalium, BMI und Körperfett

	n	Mauchly P-Wert	Levene ϵ^1 P-Wert	P- Wert	F ($df_M; df_R$)	Partiel- les η^2	f
Plasmaosmolalität [mosm/kg]	34	0,23		alle > 0,05	0,759 F (3, 96) = 0,392	0,012	0,11
Spontanurin-Osmolalität [mosm/kg]	34	0,07		alle > 0,05	0,368 F (3; 96) = 1,064	0,032	0,18
Kalium [mmol/kg]	34	0,86		alle > 0,05	0,396 F (3; 96) = 1,001	0,030	0,18
BMI [kg/m ²]	34	< 0,01	0,72	alle > 0,05	0,308 F (2,2; 69,3) = 1,206	0,036	0,19
Körperfett [kg]	34	0,05		alle > 0,05	0,409 F (3; 96) = 0,972	0,029	0,17

Tabelle 13

Statistische Auswertung auf Altersunterschiede beim 24-Stunden-Sammelurin-Volumen und der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität

	n	Levene P-Wert	P-Wert	t (df)	r
Osmolalität [mosm/kg]	34	0,348	0,480	t (32) = 0,715	0,13
Volumen [l]	34	0,744	0,582	t (32) = 0,556	0,10

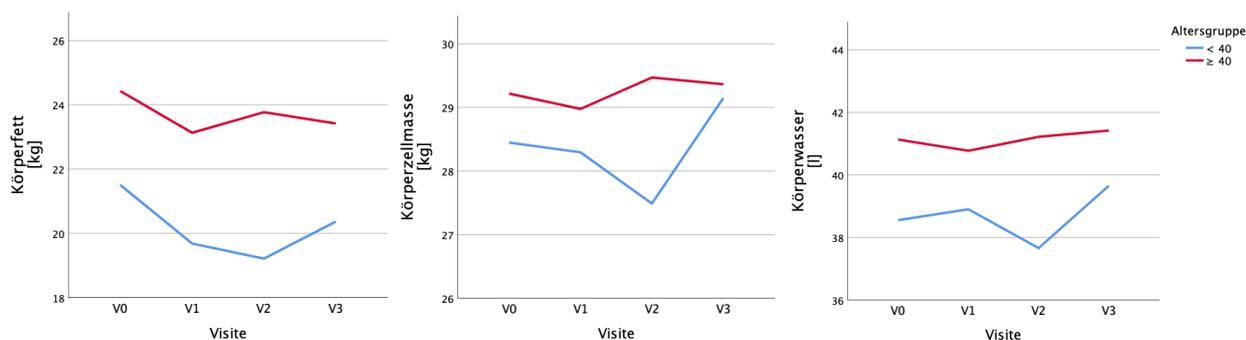


Abbildung 24. Liniendiagramm der Mittelwerte zur altersabhängigen Entwicklung der absoluten Angaben zu Körperfett, Körperzellmasse und Körperwasser.

Die Ergebnisse der Tests auf Geschlechterunterschiede werden in Tabelle 14 und Tabelle 15 abgebildet. Es traten keine statistisch messbaren Differenzen auf, aber in Bezug auf das Körperfett fiel eine leicht voneinander abweichende Entwicklung der Gruppen auf. Daher werden die Mittelwerte der einzelnen Visiten zusammen mit denen der absoluten Körperzellmasse und des absoluten Körperwassers in Abbildung 25 dargestellt. In den Diagrammen ist bei den männlichen Probanden im Vergleich zu den weiblichen eine durchschnittlich stärkere und länger anhaltende Reduktion des Körperfettes und ein gleichzeitig geringerer Verlust an Körperzellmasse während des Fastens zu erkennen. Das Körperwasser scheint sich gegenläufig zu verändern und zur V1 beim männlichen Geschlecht im Mittel zuzunehmen.

Tabelle 14

Statistische Auswertung auf Geschlechtsunterschiede bei der Plasma- und Spontanurin-Osmolalität, bei Kalium, BMI und Körperfett

	n	Mauchly P-Wert	ϵ^1	Levene P-Wert	P-Wert	F ($df_M; df_R$)	Partielles η^2	f
Plasmaosmolalität [mosm/kg]	34	0,098		alle > 0,05	0,31	F (3, 96) = 1,21	0,036	0,19
Spontanurin-Osmolalität [mosm/kg]	34	0,121		alle > 0,05	0,986	F (3; 96) = 0,049	0,002	0,05
Kalium [mmol/kg]	34	0,852		alle > 0,05	0,928	F (3; 96) = 0,153	0,005	0,07
BMI [kg/m ²]	34	< 0,01	0,70	alle > 0,05	0,551	F (2,1; 66,9) = 0,614	0,019	0,14
Körperfett [kg]	34	0,032	0,79	alle > 0,05	0,206	F (2,6; 84,4) = 1,593	0,047	0,22

Tabelle 15

Statistische Auswertung auf Geschlechterunterschiede beim 24-Stunden-Sammelurin-Volumen und der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität

	n	Levene		t (df)	r
		P-Wert	P-Wert		
Osmolalität [mosm/kg]	34	0,14	0,599	t (32) = 0,531	0,09
Volumen [l]	34	0,02	0,984	t (26,1) = -0,02	0,004

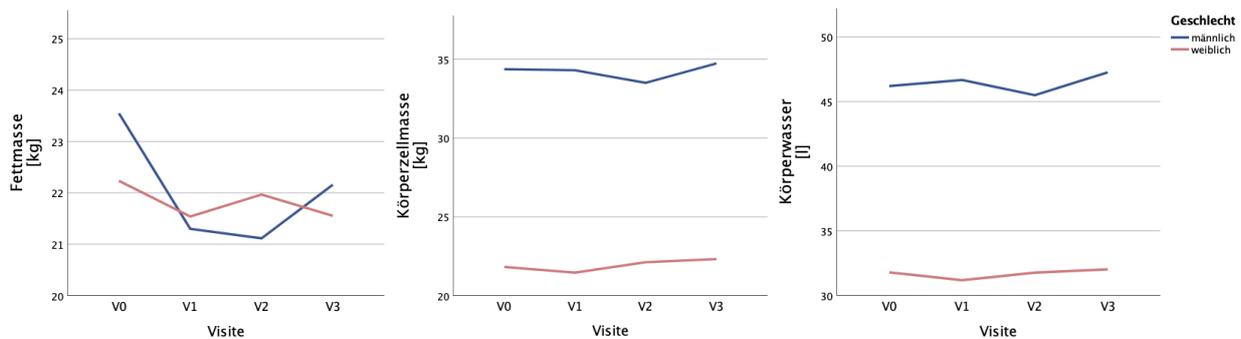


Abbildung 25. Liniendiagramm der Mittelwerte zur geschlechtsabhängigen Entwicklung der absoluten Angaben zu Körperfett, Körperzellmasse und Körperwasser.

Zwischen den Gruppen der Fastenunterbrechenden und der durchgängig Fastenden gab es rechnerisch keinen Unterschied sowie keine erkennbaren Auffälligkeiten. Die Resultate werden in Tabelle 16 und Tabelle 17 abgebildet.

Tabelle 16

Statistische Auswertung auf Differenzen zwischen Fastenunterbrechenden und kontinuierlich Fastenden bei der Plasma- und Spontanurin-Osmolalität, bei Kalium, BMI und Körperfett

	n	Mauchly		Levene		F (df _M ; df _R)	Partielles η^2	f
		P-Wert	ϵ^1	P-Wert	P-Wert			
Plasmaosmolalität [mosm/kg]	34	0,23		alle > 0,05	0,561	F (3, 96) = 0,688	0,021	0,15
Spontanurin-Osmolalität [mosm/kg]	34	0,11		alle > 0,05	0,846	F (3; 96) = 0,271	0,008	0,09
Kalium [mmol/kg]	34	0,878		alle > 0,05	0,750	F (3; 96) = 0,405	0,012	0,11
BMI [kg/m ²]	34	< 0,01	0,72	alle > 0,05	0,505	F (2,2; 69,1) = 0,614	0,022	0,15
Körperfett [kg]	34	0,03	0,77	alle > 0,05	0,528	F (2,6; 82,7) = 0,712	0,022	0,15

Tabelle 17

Statistische Auswertung auf Differenzen zwischen Fastenunterbrechenden und kontinuierlich Fastenden beim 24-Stunden-Sammelurin-Volumen und der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität

	n	Levene P-Wert	P-Wert	t (df)	r
Osmolalität [mosm/kg]	34	0,245	0,937	t (32) = -0,080	0,01
Volumen [l]	34	0,049	0,400	t (31,96) = -0,853	0,15

4. Diskussion

Untersucht wurde intermittierendes Trockenfasten mit einem täglichen Intervall der Nahrungs- und Flüssigkeitskarenz, wie es jährlich von Mitgliedern der Bahá'í-Gemeinde praktiziert wird. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Beurteilung des Flüssigkeitshaushaltes. Mit dem explorativen Design der Pilotstudie soll ein erster Überblick zu Auswirkungen auf den Hydratationsstatus der Proband*innen gewonnen werden. Das mit einer explorativen Studie verfolgte Ziel liegt dabei in der Beurteilung der Durchführbarkeit und Sicherheit der Studie sowie dem Generieren von Hypothesen, die in nachfolgenden Studien verifiziert oder falsifiziert werden (vgl. Thabane et al. 2010: 7). Für die Einschätzung der Durchführbarkeit und die Planung von Folgestudien ist eine kritische Beurteilung der Methodik von besonderer Bedeutung, die im folgenden Kapitel (4.1) sowie im Unterkapitel zu den Limitationen der Studie (4.2.6) vorgenommen wird. Mit der Analyse ausgewählter Ergebnisse in Kapitel 4.2 folgt die Bewertung der Sicherheit des Fastens beziehungsweise das Generieren von Hypothesen.

4.1 Methodik

Studiendesign. Durchgeführt wurde eine prospektive einarmige Kohortenstudie. Dieser Studientyp dient einer ersten Informationsgewinnung und Abschätzung potenzieller Negativfolgen, ist aber nicht für die Evaluation oder den Nachweis der Wirksamkeit einer Intervention geeignet (vgl. Cochrane Deutschland and AWMF 2016: 42). Der Fragestellung und dem explorativen Forschungsansatz dieser Arbeit entsprechen wurde ein adäquates Design gewählt.

Untersuchungskollektiv. Unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien konnten 34 Personen in die Studie aufgenommen werden. Damit entspricht der Stichprobenumfang den Empfehlungen für Pilotstudien, die je nach Publikation leicht variieren: Einige Studien beziehen sich auf Browne (1995) und orientieren sich an einem Richtwert von $n > 30$ (vgl. Whitehead et al. 2016: 1062; In 2017: 604), während in einer anderen Veröffentlichung für Pilotstudien ohne Kontrollgruppen $n = 20-25$ als ausreichend definiert wird (vgl. Hertzog 2008: 190). Die Vorgaben konnten mit $n = 34$ also eingehalten und die Rekrutierungsphase aufgrund der Teilnahmebereitschaft der Bahá'í nach weniger als einem Monat abgeschlossen werden. Auch war die Compliance

hoch, die Drop-out-Rate lag bei null. Die Stichprobe war vielseitig und wies bezüglich mehrerer soziodemografischer Daten und des BMI Ähnlichkeiten zur bundesdeutschen Bevölkerung auf.⁴⁴

Materialien und Ablauf. Für die Evaluation der Forschungsfrage wurden zu vier Zeitpunkten (V0–V3) verschiedene Parameter aus unterschiedlichen Quellen wie Blutproben, Sammel- und Spontanurinproben, körperlichen Untersuchungen, BIA-Messungen und Fragebögen herangezogen. Je nach Erhebungsmethode wurden unterschiedliche potenzielle Fehlerquellen berücksichtigt werden, um das Risiko hierfür zu minimieren.

Der häufigste Grund für verfälschte Ergebnisse von Blutwerten ist eine fehlerhafte Präanalytik mit einer nicht korrekten Probenentnahme, Probenbeschriftung oder einem falsch durchgeführten Transport (vgl. Dörner 2013: 45). Daher wurde das Fachpersonal vor Studienbeginn erneut und explizit vom Labor Berlin über die korrekte Durchführung unterrichtet. Zusätzlich beeinflusst werden die Daten durch endogene Faktoren wie Geschlecht, Alter, Genetik oder Biorhythmus (vgl. Hallbach 2011: 11 f.). Aufgrund der intraindividuellen Vergleiche können diese Einflussgrößen bei der Beurteilung weitestgehend vernachlässigt werden – mit Ausnahme des Biorhythmus. Dieser muss für die einzelnen Werte genauer betrachtet werden, da die Visiten für den Vergleich im nüchternen Zustand während des Fastens am Nachmittag beziehungsweise frühen Abend stattfanden und außerhalb der Fastenzeit am Morgen.⁴⁵ Unter den signifikant veränderten Parametern sind Einflüsse der zirkadianen Rhythmik sowohl auf Hämoglobin und Hämatokrit als auch auf Kalium bekannt (vgl. Gressner and Arndt 2007: 280). Dennoch wird das Risiko für Wertabweichungen, die auf die zirkadiane Rhythmik zurückgehen, aus folgenden Gründen als gering eingeschätzt: Hämoglobin und Hämatokrit sind lediglich am Tage höher als in der Nacht (vgl. Dörner 2013: 53 f.), und alle Entnahmen erfolgten tagsüber. In einer Studie zu den tageszeitlichen Schwankungen von Kalium wiesen Personen mit normaler GFR ein Maximum gegen 13 Uhr und ein Minimum gegen 21 Uhr auf, während die durchschnittlichen Kalium-Werte um 9:00 Uhr bei $4,08 \text{ mmol/l} \pm 0,31$ und um 17:00 Uhr bei $4,08 \text{ mmol/l} \pm 0,25$ lagen (vgl. Schmidt et al. 2015: 169). Da den Probanden und Probandinnen außerhalb der Fastenzeit zwischen 8:00 Uhr und 10:00 Uhr sowie während des Fastens zwischen 16:00 Uhr und 18:00 Uhr Blut abgenommen wurde, ist nicht mit erheblichen Verfälschungen aufgrund der zirkadianen Rhythmik zu rechnen.

⁴⁴ Siehe 3.1

⁴⁵ Siehe 2.4.1

Die Spontanurinproben wurden vor Ort abgegeben, abgefüllt und zum Labor transportiert, sodass große präanalytische Fehler unwahrscheinlich sind. Über das korrekte Sammeln des 24-Stunden-Urins wurden die Probanden und Probandinnen in einem persönlichen Gespräch aufgeklärt. Präanalytische Fehler wurden bei den körperlichen Untersuchungen und BIA-Messungen durch striktes Befolgen der Protokolle zu den Ruhe- beziehungsweise Liegezeiten vor den Untersuchungen eingedämmt. Darüber hinaus wurden die Messungen zu jeder Visite von denselben Personen mit denselben Geräten durchgeführt. Identische Modelle der Geräte wurden zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit auch bei den Probanden zur Verfügung gestellt, die an einem separaten Standort untersucht wurden. Dennoch ist in Bezug auf einzelne Ergebnisse und bedingt durch die methodische Durchführung teilweise mit Limitationen zu rechnen. Diese werden in Kapitel 4.2.6 aufgeführt.

Statistische Auswertung. Die Analyse der Daten erfolgte unverblindet, da in die vorliegende Studie keine Kontrollgruppe einbezogen wurde. Dies war nicht möglich, weil weder der Vergleich mit Nichtgläubigen als sinnvoll erachtet wurde noch die Möglichkeit bestand, den Mitgliedern der Bahá'í-Gemeinde den ausschließlichen Verzicht auf Nahrung vorzuschreiben. Unabhängig von der fehlenden Verblindung zur Vermeidung bewusster oder unbewusster Verzerrungen ist die hier angewendete Vorgehensweise, in der ein Großteil der Datenerhebung, -auswertung und -interpretation von einer einzigen Person durchgeführt wurde, nicht optimal in Hinblick auf das Gütekriterium Objektivität und sollte in Folgestudien nach Möglichkeit anders gehandhabt werden.

Des Weiteren wurden fehlende Werte für die Auswertung ersetzt. Dennoch ist das Risiko einer Ergebnisverzerrung aufgrund der Annahme zufällig fehlender Werte als gering einzustufen. Von dieser Zufälligkeit wird aufgrund des nicht signifikanten Little-Tests ausgegangen und der Tatsache, dass die Ursachen⁴⁶ für das Fehlen der Daten überwiegend nicht beeinflussbar waren. Zusätzlich wurden alle statistischen Tests mit dem originalen und dem imputierten Datensatz durchgeführt, um ein mögliches Verfälschen der Ergebnisse durch die Imputation zu kontrollieren. Hinsichtlich der folgenden Ergebnisinterpretation konnten keine relevanten Unterschiede festgestellt werden.

⁴⁶ Siehe 2.4.3

4.2 Ergebnisse

In der durchgeführten Studie wurden verschiedene Parameter herangezogen – sowohl für die direkte Evaluation des Flüssigkeitshaushaltes als auch zur Beurteilung der Nierenfunktion und des Elektrolyt- beziehungsweise Säure-Base-Haushalts. Die Resultate werden thematisch und gemäß den daraus zu generierenden Hypothesen gegliedert und zusammengefasst. Hierbei wird zwischen Anzeichen einer physiologischen Reaktion auf die Flüssigkeitskarenz und Hinweisen auf eine Hypohydratation differenziert. Anschließend erfolgt die Beurteilung der Nierenfunktion sowie die Darlegung und Erläuterung der Daten, bei denen aufgrund ihrer Entwicklung kein Erkenntnisgewinn oder kein Zusammenhang zum Flüssigkeitshaushalt angenommen wird. Zusätzlich gab es einige relevante Resultate zum Stoffwechsel, die zwar als erwähnenswert eingestuft werden, aber wegen des fehlenden Bezugs zum Flüssigkeitshaushalt und damit zur Forschungsfrage nur kurz im Unterkapitel 4.2.5 dargestellt werden. Abschließend werden die Limitationen der Studie und einzelner Ergebnisse erörtert.

4.2.1 Anzeichen der körperlichen Reaktion auf die mangelnde Flüssigkeitszufuhr

Der menschliche Flüssigkeitshaushalt ist ununterbrochen äußeren Einflüssen wie der Trinkmenge, der körperlichen Aktivität oder der Außentemperatur ausgesetzt. Gleichzeitig stehen dem Körper verschiedene Regulationsmechanismen zur Verfügung, um auf diese zu reagieren.⁴⁷ Der messbare Anstieg der Spontanurin-Osmolalität am Nachmittag eines Fastentages und die umgekehrt korrelierende, signifikante Abnahme der Kalium-Werte während des Fastens werden als Auswirkungen dieser körperlichen Anpassung an die fehlende Flüssigkeitszufuhr gewertet. Es wird davon ausgegangen, dass es zu einer volumenmangelbedingten Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems (RAAS) kam, die mit der Konzentration des Urins und einer vermehrten Kaliumausscheidung einherging. Denn eine Stimulation des Systems beziehungsweise eine gesteigerte Freisetzung von Renin kann unter anderem durch eine Volumenverminderung verursacht werden. Die Volumenabnahme und die damit einhergehende geringere Erregung der Dehnungsrezeptoren führt zur erhöhten Sympathikusaktivität, die β_1 -adrenerg vermittelt die Reninsekretion stimuliert (vgl. Persson 2019: 438). Renin spaltet Angiotensin I (AT I) vom Angiotensinogen ab, das mittels Angiotensin-I-Konversionsenzym in Angiotensin II (AT II) umgewandelt werden kann. Das AT II führt durch die Stimulation der Natriumresorption, des Durstgefühls, des Salzappetits, der ADH-

⁴⁷ Siehe 1.3.1

Sekretion, des Sympathikotonus und der Aldosteronproduktion zu einer Zunahme des Extrazellulärvolumens. Dabei wird die Wasser- und Natriumresorption gesteigert während Kalium durch die Wirkung von Aldosteron auf die Natrium- und Kaliumkanäle sowie die Natrium-Kalium-ATPasen in der luminalen und basolateralen Zellmembran der Niere vermehrt ausgeschieden wird. (vgl. Bleich and Lang 2019: 422 f.)

Ein Abfall von Kalium im Blut sowie ein Anstieg im Urin konnte auch bei Studien während des Ramadan-Fastens nachgewiesen werden (vgl. Miladipour et al. 2012: 34; Attarzadeh Hosseini et al. 2013: 92). Ebenso wurde eine Aktivierung des RAAS mit einem nachweislichen Anstieg aller drei Hormone bei der Studie zum fünftägigen Trockenfasten festgestellt (vgl. Papagiannopoulos-Vatopaidinos et al. 2020: 246). Bei dem kombinierten Verzicht auf Nahrung und Flüssigkeit könnte insbesondere das RAAS eine zentrale Rolle spielen, da der anfangs beschriebene Regulationskreislauf über die Osmorezeptoren⁴⁸ bei der zusätzlich sinkenden Plasmaosmolalität eventuell nicht greift. Folglich würde Vasopressin (ADH) bei dieser Fastenform nur eine untergeordnete Rolle in der Regulation des Flüssigkeitshaushaltes spielen. Ähnliche Beobachtungen wurden auch bei einer Studie mit Ratten dokumentiert, bei denen das zirkulierende ADH deutlich stärker anstieg, wenn diese ausschließlich einem Flüssigkeitsentzug und keiner zusätzlichen Nahrungskarenz ausgesetzt waren (vgl. Kasdallah et al. 2005: 469). Diese Studienergebnisse stützen die Hypothese einer Spontanurin-Konzentration mit Abfall des Kalium-Wertes durch die Wirkung des RAAS. Wichtig ist festzuhalten, dass keine*r der Teilnehmenden während des Fastens eine Hypokalämie aufwies und diese Veränderungen daher auch nicht als pathologisch, sondern als natürliche Reaktion des Körpers gewertet werden.

4.2.2 Anzeichen der Hypohydratation

Von den anfangs festgelegten Parametern zur Beurteilung des Flüssigkeitshaushaltes waren nicht alle Ergebnisse gleichermaßen aussagekräftig. Aufschlussreich waren insbesondere die Urinwerte, die im Folgenden analysiert werden und eine genaue Einteilung in die Hydratationsstadien ermöglichen. Für eine solche Kategorisierung wurden zu Beginn dieser Arbeit eindeutige Grenzwerte für die Urinparameter definiert:⁴⁹ Eine Osmolalität des 24-Stunden-Sammelurins von unter 500 mosm/kg gilt als optimal, der obere Grenzwert liegt bei 830 mosm/kg. Das 24-Stunden-

⁴⁸ Siehe 1.3.1

⁴⁹ Siehe 1.3.3

Sammelurin-Volumen wird in Relation zur errechneten obligatorischen Urinmenge bewertet, indem die Differenz der beiden Werte gebildet wird. Bei einem negativen Ergebnis, also einer größeren obligatorischen als tatsächlichen Menge, ist von einer Hypohydratation auszugehen. Bezüglich der Spontanurin-Osmolalität wurde der obere Grenzwert auf 900 mosm/kg festgelegt.

Ausgehend von diesen Referenzwerten muss bei insgesamt sechs Personen (17,7 %) eine Hypohydratation während des Fastens diagnostiziert werden. Dabei ist zwischen jenen zu differenzieren, die während des Fastens ausschließlich eine erhöhte Spontanurin-Osmolalität aufwiesen und den Personen mit Auffälligkeiten im 24-Stunden-Sammelurin. Bei zwei der sechs Personen ist aufgrund der ausschließlich im Spontanurin erhöhten Werte und ansonsten normwertigen Parametern des 24-Stunden-Sammelurins eine nur temporäre Hypohydratation zum Ende der täglichen Fastenperiode anzunehmen. Dagegen ist bei den restlichen vier Probanden und Probandinnen mit Grenzwertüberschreitungen der 24-Stunden-Sammelurine von einem stärkeren Flüssigkeitsmangel bezüglich Intensität oder Dauer auszugehen. Die vier Teilnehmenden wiesen alle eine negative Differenz des Urinvolumens und der obligatorischen Urinmenge auf. Drei überschritten zusätzlich den Grenzwert der 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität von 830 mosm/kg. Die bei diesen drei Personen aufgetretene starke Abnahme der 24-Stunden-Sammelurin-Menge zwischen V0 und V1 von durchschnittlich $1.123,3 \text{ ml} \pm 684,2$ wird als Zeichen einer reduzierten Trinkmenge gewertet, auch wenn kein direkter Rückschluss von dem Urinvolumen auf die tatsächlich zugeführte Flüssigkeitsmenge möglich ist. Der durchschnittlich geringere BMI dieser drei Teilnehmenden und die fehlende Abnahme des Körperfettes könnte auf einen Zusammenhang zwischen der Regulation des Flüssigkeitshaushaltes und dem Fettstoffwechsel während des intermittierenden Trockenfastens hinweisen. Aufgrund der sehr geringen Fallzahl könnte dies auch zufallsbedingt sein, weshalb hierzu keine konkrete Hypothese aufgestellt wird. Stattdessen ist festzuhalten, dass beim intermittierenden Trockenfasten das Risiko der Hypohydratation besteht und dass fast ein Fünftel der Probanden und Probandinnen Anzeichen dafür aufwiesen. Umgekehrt und entsprechend dazu war die Mehrheit der Fastenden keinem Flüssigkeitsmangel ausgesetzt. Offenbar konnten die meisten Teilnehmenden die zeitlich begrenzte Karenz gut kompensieren, weshalb der Mangelzustand als vermeidbar einzuschätzen ist. Es wird angenommen, dass insbesondere dann eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung einer Hypohydratation besteht, wenn der individuelle Tagesbedarf an Flüssigkeit nicht abgedeckt wird beziehungsweise eine verminderte Trinkmenge innerhalb von 24 Stunden vorliegt. Der Zustand des Flüssigkeitsmangels ließe sich dann insbesondere durch eine ausreichende Trinkwasserzufuhr vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang

abwenden. Um diesbezüglich weitere Erkenntnisse zu gewinnen, wäre eine Folgestudie mit einem detaillierten Trinkprotokoll sinnvoll, im Idealfall in Kombination mit einem Miktionsprotokoll.

4.2.3 Beurteilung der Nierenfunktion

Zur Beurteilung der Nierenfunktion wurden Blut- und Urinwerte hinzugezogen. Ermittelt wurden die GFR (berechnet nach CKD.EPI und nach Cystatin C), Retentionsparameter wie Kreatinin, Cystatin C, Harnstoff und Harnsäure sowie die Kreatinin-Werte und die Kreatinin-Clearance im 24-Stunden-Sammelurin. Ein Abfall der GFR oder der Kreatinin-Clearance beziehungsweise ein Anstieg der über die Niere ausgeschiedenen Retentionsparameter kann als Indikator für eine eingeschränkte Nierenfunktion gewertet werden. Ausgehend von den Ergebnissen ist weder während des Fastens noch im Anschluss daran eine negative Auswirkung auf die Nierenfunktion durch das intermittierende Trockenfasten anzunehmen. Während des Fastens waren die durchschnittlichen GFR-Werte nicht geringer als vor dem Fasten, auch nicht bei den Personen mit Hypohydratationszuständen. Die Kreatinin-Clearance veränderte sich zu keinem Zeitpunkt auffällig und bei keinem der Retentionsparameter konnte eine signifikante Änderung nachgewiesen werden. Zum Erhebungszeitpunkt in der Fastenzeit überstiegen insgesamt vier Werte von zwei verschiedenen Retentionsparametern die Obergrenzen der Referenzbereiche. Betroffen war ein Harnsäure-Wert und drei Cystatin-C-Werte. Da die Untersuchung vor dem Fasten ebenfalls vier erhöhte Werte von Cystatin C ergab, werden die Grenzwertüberschreitungen während des Fastens nicht als Anzeichen für eine eingeschränkte Nierenfunktion gewertet. Auch Studien zum Ramadan-Fasten belegen, dass diese Form des Fastens keine Konsequenz für die Nierenfunktion hat (vgl. Cheah et al. 1990: 336; Hejaili et al. 2014: 4; Meo and Hassan 2015: 12). Aufgrund der Daten wird das intermittierende Trockenfasten in Bezug auf die Nierenfunktion als sicher eingestuft.

4.2.4 Weitere Flüssigkeitsparameter

Es ist davon auszugehen, dass einige der erhobenen Parameter sensitiver auf Veränderungen des Flüssigkeitshaushaltes reagieren als andere. Wie in den Kapiteln 4.2.1 und 4.2.2 beschrieben, sind Veränderungen des Hydratationszustandes beziehungsweise Reaktionen aufgrund der Flüssigkeitskarenz bei einigen Teilnehmenden anzunehmen. Dies wird allerdings nicht von allen erfassten Daten widerspiegelt, weshalb sie als weniger aussagekräftig eingeordnet werden. Das trifft sowohl auf die BIA-Daten als auch auf die Vitalparameter zu. Aus den Ergebnissen der BIA konnten keine Erkenntnisse zum Flüssigkeitshaushalt abgeleitet werden, da diese während der Fastenzeit

keinerlei Änderungen des Körperwassers in Litern aufwiesen und die prozentualen Werte nur im Verhältnis zur reduzierten Körperfettmasse anstiegen. Ein möglicher Grund sind die in der Studie von O'Brien et al. (2002) bereits beschriebenen, teilweise ungenauen Ergebnisse der Impedanzanalyse bei Änderungen im Flüssigkeits- oder Elektrolythaushalt. Ebenso ermöglichen auch die dokumentierten Entwicklungen der Vitalparameter keinen Rückschluss auf den Flüssigkeitshaushalt. Die Herzfrequenz- und Blutdruckwerte fielen alle während des Fastens im Vergleich zur V0 ab und blieben nachhaltig reduziert. Für diese Entwicklung sind verschiedene Gründe denkbar wie aufregungsbedingt erhöhte Werte bei der ersten Untersuchung oder der zeitweise Nahrungsvorzicht, der auch beim intermittierenden Fasten zu ähnlichen Beobachtungen führte (vgl. Wan et al. 2003: 1924). Möglich wäre auch ein entspannender beziehungsweise beruhigender Effekt des Fastens, da dieses in den heiligen Schriften der Bahá'í auch als Zeit der geistigen Erneuerung bezeichnet und parallel dazu zu vermehrtem Beten und Meditieren aufgerufen wird (vgl. Bahá'u'lláh 2000: 181). Die genaue Ursache ist den Daten nicht zu entnehmen, aber die Entwicklung ist insbesondere deshalb nicht als Auswirkung von Veränderungen im Flüssigkeitshaushalt zu deuten, da auch die vier Personen mit Auffälligkeiten im 24-Stunden-Sammelurin keine typischen Veränderungen wie eine Zunahme der Herzfrequenz mit einem Absinken des Blutdruckes⁵⁰ aufwiesen. Folglich werden die Daten der BIA und die Vitalparameter für die Beantwortung der Forschungsfrage als nicht aussagekräftig eingestuft. Die von der BIA erfassten Veränderungen in Bezug auf die anderen Körperkompartimente, speziell die Fettmasse, werden dagegen in Kapitel 4.2.5 aufgegriffen.

Darüber hinaus wird angenommen, dass einige der erhobenen Blutwerte nicht nur weniger ausschlussreich, sondern sogar für die Evaluation der Hydratationszustände bei dieser speziellen Fastenform ungeeignet sind. Hierzu zählen die Plasmaosmolalität, Hämoglobin und Hämatokrit. Diese Parameter werden in verschiedenen Studien als qualifiziert für die Beurteilung des Flüssigkeitshaushaltes bezeichnet⁵¹ und veränderten sich signifikant während des Fastens. Allerdings entwickelten sich die Werte entgegen der Erwartung sowie gegensätzlich zu Veränderungen, die als Zeichen einer Hypohydratation gelten, und könnten folglich als Indiz einer Hyperhydratation gewertet werden. Von dieser Schlussfolgerung wird aus den im folgenden erläuterten Gründen Abstand genommen. Stattdessen ist davon auszugehen, dass sich die Daten unabhängig vom Flüssigkeitshaushalt, jedoch direkt bedingt durch das Fasten veränderten. Da das Risiko einer

⁵⁰ Siehe 1.3.3

⁵¹ Siehe 1.3.3

Fehlinterpretation hoch ist, wenn keine zusätzlichen Daten zum Flüssigkeitshaushalt vorliegen, werden die Daten als ungeeignet bewertet. Die genauen Gründe für diese Einschätzung werden im Folgenden für die einzelnen Parameter erläutert, da eine solche Erkenntnis als bedeutsam für eine Pilotstudie einzustufen ist.

Während des Fastens sank die Plasmaosmolalität im Schnitt ab, und bei nahezu 30 Prozent der untersuchten Personen lag sie unterhalb des Referenzbereichs. Dagegen ist das Defizit an Flüssigkeit bei einer zu geringen Wasseraufnahme meist größer als das an Osmolyten, sodass die Plasmaosmolalität erhöht ist.⁵² Oberhalb des Referenzbereichs lag während des Fastens nur ein Wert mit 304 mosm/kg und der Proband wies anhand der Urinparameter keinerlei weitere Anzeichen einer Hypohydratation auf. Ausgehend von den zusätzlich erhobenen Parametern zur näherungsweise Bestimmung der Plasmaosmolalität⁵³ erscheint das durchschnittliche Absinken dennoch plausibel, da folgende drei Werte im Schnitt abfielen: Glukose, Kalium und Harnstoff. Diese haben im Vergleich zum Natrium zwar einen geringeren Einfluss, doch ist davon auszugehen, dass die starke Reduktion von Glukose und der signifikante Abfall von Kalium Auswirkungen auf die Osmolalität hatten. Der Grund für das durchschnittliche Absinken dieser drei Parameter steht im Zusammenhang mit der Flüssigkeits- und insbesondere auch mit der Nahrungskarenz sowie der geringeren Zufuhr an Osmolyten. Daher ist das Absinken der Plasmaosmolalität als direkte Auswirkung des intermittierenden Trockenfastens zu bewerten, ohne dass es Aufschluss über eine potenzielle Hypohydratation gibt. Ähnliche Erkenntnisse resultieren auch aus einer Studie an Ratten, bei der die Plasmaosmolalität bei dreitägigem Flüssigkeits-, Nahrungs- oder kombinierten Flüssigkeits- und Nahrungsentzug gemessen wurde. Die Plasmaosmolalität stieg lediglich bei dem reinen Flüssigkeitsentzug an, während die zusätzliche Nahrungskarenz die steigenden Werte ausglich. (vgl. Kasdallah et al. 2005: 469)

Die Hämoglobin- und Hämatokrit-Werte sanken im Schnitt ebenfalls ab und lagen bei jeweils über 40 Prozent der Teilnehmenden unterhalb der Referenzbereiche. Als Zeichen für eine Hypohydratation gelten allerdings steigende Werte, da diese Blutparameter in Relation zum Plasmavolumen angegeben werden (vgl. Billet 1990: 718). Die wahrscheinlichste Ursache für die verringerten Hämoglobin- und Hämatokrit-Werte ist das Vorliegen einer Anämie, die wegen des zusätzlichen Abfalls von MCV als mikrozytär zu bezeichnen ist. Der häufigste Grund für eine solche Blutarmut

⁵² Siehe 1.3.3

⁵³ Siehe 2.3.1

ist in Deutschland der Eisenmangel (vgl. Stiefelhagen 2018: 10) und eine solche ernährungsbedingte Eisenmangelanämie könnte auch bei den betroffenen Studienteilnehmenden vorliegen. Ein Hinweis darauf gibt auch der parallel erhobene Ernährungsfragebogen, dessen Auswertung Bestandteil einer unveröffentlichten Abschlussarbeit war und der eine Veränderung im Essverhalten während der Fastenzeit unter anderem mit einem Rückgang des Wurst- und Fleischkonsums belegt (vgl. Schwarz 2019: 33-38). Ähnliche Entwicklungen von Hämoglobin, Hämatokrit und MCV wurden auch in einigen Ramadan-Studien dokumentiert (vgl. Dewanti et al. 2006: 879; Attarzadeh Hosseini and Hejazi 2013: 847; Alsaadi et al. 2015: 1020), die zum Teil unter Berücksichtigung von Publikationen zum Ernährungsverhalten ebenfalls als Eisenmangelanämie gedeutet wurden (vgl. Dewanti et al. 2006: 880). Festzuhalten ist, dass die Veränderungen offensichtlich häufiger bei dieser Form des religiösen Fastens aufkommen, als unabhängig vom Flüssigkeitshaushalt beurteilt werden und daher in Folgestudien zum Bahá'í-Fasten nicht zur Evaluation der Hydratation genutzt werden sollten.

4.2.5 Stoffwechsel und Körperzusammensetzung

In der vorliegenden Arbeit geht es in erster Linie um die Beurteilung des Flüssigkeitshaushaltes beim intermittierenden Trockenfasten. Nebenbefundlich sind einige Veränderungen ohne direkten Zusammenhang zur Forschungsfrage aufgefallen, die aufgrund des potenziellen Mehrwerts für die Forschung zu dieser Fastenform im Folgenden kurz erläutert werden sollen. Hierzu zählt der Verlust des Körpergewichtes, insbesondere der Körperfettmasse, sowie die Entwicklung der Nüchternglukose. Hinsichtlich der Reduktion des Körpergewichtes ist hervorzuheben, dass dieses während des Fastens fast ausschließlich durch die Abnahme des Körperfettes bedingt war. Nach etwas mehr als zwei Wochen intermittierenden Trockenfastens verloren die Teilnehmenden im Schnitt 1,6 kg Fettmasse. Bei den Personen unter 40 Jahren lag dieser Wert bei 1,8 kg. Im Vergleich mit Studienergebnissen zum *time restricted eating* nach der 16:8-Methode (siehe Tabelle 18) und unter Berücksichtigung der relativ kurzen Zeitspanne des intermittierenden Trockenfastens sowie des deutlich kürzeren täglichen Fastenintervalls, ist die Reduktion des Körperfettes als relativ hoch einzustufen.

Tabelle 18

Angaben zur durchschnittlichen Reduktion des Körperfettes bei Studien zum *time-restricted eating*

Körperfett [kg]	Fastendauer [Wochen]	Untersuchungskollektiv	Publikation
0,5	4	10 sportliche Männer mit Trainingsprogramm (Altersdurchschnitt 23)	Tinsley and La Bounty (2015)
0,51	12	25 übergewichtige Männer und Frauen (18–64 Jahre alt, BMI: 27–43)	Lowe et al. (2020)
1,6	8	17 sportliche Männer mit Trainingsprogramm (Altersdurchschnitt 30)	Moro et al. (2016)
2	12	23 Männer und Frauen (durchschnittlicher BMI: 35)	Gabel et al. (2018)

Grund hierfür könnte sowohl die Verschiebung des Fastenintervalls auf den Tag sein als auch der zusätzliche Flüssigkeitsverzicht. Ein verbesserter Fettstoffwechsel unter Flüssigkeitsentzug konnte bereits bei einigen Tierstudien belegt werden und auch in einer Studie zum fünftägigen Trockenfasten wurde ein deutlich höherer Gewichtsverlust im Vergleich zum Wasser- oder Saftfasten festgestellt.⁵⁴ Es wäre also denkbar, dass die zusätzliche Flüssigkeitskarenz einen Reiz für den Körper darstellt, den täglichen Wasserbedarf vermehrt durch oxidative Prozesse wie die Fettverbrennung abzudecken. Um dies beurteilen zu können sind weitere Studien notwendig.

Ebenfalls hervorzuheben sind die sinkenden Glukosewerte während der Fastenzeit. Die Glukose wurde zu jeder Visite nüchtern erfasst und der Mittelwert sank zwischen V0 und V1 um 12 mg/dl auf einen Durchschnitt von 72 mg/dl. Im Vergleich mit Studien zum *time-restricted eating* nach der 16:8-Methode ist dieser Abfall auffallend hoch. Beispielsweise sank die Nüchternglukose bei 34 gesunden männlichen Probanden nach acht Wochen intermittierenden Fastens im Schnitt um 9 mg/dl auf 85,9 mg/dl (vgl. Moro et al. 2016: 6), bei 23 adipösen Personen gab es nach 12 Wochen kaum Veränderungen (vgl. Gabel et al. 2018: 351) und in einem Review zum Thema werden auch Studien mit steigender Nüchternglukose präsentiert (vgl. Patterson and Sears 2017: 374 f.). Eine mögliche Ursache für den Abfall der Werte ist eine steigende Insulinsensitivität, wie sie bei einer Studie zum Intervallfasten nach der 5:2-Methode nachweisbar war (vgl. Harvie et al. 2013: 1538). Die genaue Ursache lässt sich aus den vorhandenen Daten jedoch nicht ableiten, könnte für die Fastenforschung aber womöglich von Interesse sein.

⁵⁴ Siehe 1.4

4.2.6 Limitationen

Die Limitationen dieser Forschungsarbeit ergeben sich sowohl aus den definitionsgemäßen Grenzen einer Pilotstudie als auch aus einigen methodischen Herangehensweisen. Die Pilotstudie dient lediglich einer Beurteilung der Durchführbarkeit und Sicherheit sowie dem Generieren von Hypothesen für Folgestudien.⁵⁵ Die weiteren Limitationen werden im Folgenden näher erläutert. Dabei wird zuerst auf Beschränkungen der Repräsentativität und anschließend auf einzelne Werte eingegangen. Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, wurden für diese Studie verschiedene Daten analysiert und je nach Erhebungsmethode sind unterschiedliche Ursachen für mögliche Begrenzungen der Aussagekraft zu berücksichtigen.

Zunächst ist festzuhalten, dass die Studienergebnisse für eine Beurteilung der Auswirkungen des intermittierenden Trockenfastens auf gesunde Personen genutzt werden, jedoch keine direkten Rückschlüsse auf die Bahá'í-Gemeinde ermöglichen. Denn durch die freiwillige Studienteilnahme sind potenzielle Verzerrungen der Stichprobenrepräsentativität in Bezug auf die Bahá'í-Gemeinde entstanden, auch *self-selection bias* genannt (vgl. Lavrakas 2008). Des Weiteren könnte die Teilnahme an der Studie ein besonderes Bewusstsein für eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr geschaffen haben, sodass die Ergebnisse nicht als realistisches Abbild des Bahá'í-Fastens gewertet werden könnten.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich aus dem Ablauf der Visiten. Durchgeführt wurden die vier Visiten vor, während und nach der Fastenzeit zwischen Februar und Juni. Aufgrund dieser Zeitspanne müssen bei der Auswertung jahreszeitliche Schwankungen bestimmter Werte berücksichtigt und einige Entwicklungen zur V3 als fastenunabhängig eingestuft werden. Bekannt sind solche Schwankungen vor allem in Bezug auf das Körpergewicht und die Körperzusammensetzung. Denn in den Frühling- und Sommermonaten nimmt die körperliche Aktivität meist zu, Gewichtsreduktion ist ein bedeutenderes Thema in den Medien und das Gewicht ist im Jahresvergleich am geringsten (vgl. Pivarnik et al. 2003: 1005; Ma et al. 2006; Teng et al. 2020). Daher werden die Veränderungen der BIA-Werte und des Körpergewichtes bei der letzten Visite, die im Übergang vom Frühling zum Sommer und mit einem größeren zeitlichen Abstand zu den vorherigen Erhebungen stattfand, als vom Fasten unabhängig gewertet. Trotz dieser äußeren Einflussfaktoren auf

⁵⁵ Siehe 1.1

die letzte Visite wurde ihr Zeitpunkt bewusst gewählt, um potenzielle Langzeiteffekte zu überprüfen.

Des Weiteren entstanden Limitationen bei zwei Erhebungsmethoden und den daraus resultierten Daten. Diese wurden als so fehleranfällig eingestuft, dass sie in der Interpretation nicht berücksichtigt wurden. Hierzu zählen die 12-Stunden-Sammelurine sowie die potenziellen Nebenwirkungen.

Bei den 12-Stunden-Sammelurinen ist davon auszugehen, dass die Wahl des zeitlichen Rahmens der Intervalle zu ungenauen Ergebnissen geführt hat, die damit keine Aussagekraft besitzen. Die 12-Stunden-Urine wurden von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr und im Anschluss nochmals von 18:00 Uhr bis 6:00 Uhr gesammelt. Die Zeitintervalle wurden bewusst gesetzt, um sowohl die Fastenperiode als auch die Phase der Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme abzudecken und insbesondere das Fastenintervall auf Zustände der Hypohydratation hin untersuchen zu können. Allerdings ist anzunehmen, dass die vermehrte Trinkmenge am Morgen mit einer für einige Stunden anhaltenden geringen Urinkonzentration einherging. Ähnlich verhielt es sich bei einer Studie zum Durstversuch mit verschiedenen ethnischen Gruppen, bei der die Urin-Osmolalität der weißen Personen⁵⁶ im Schnitt erst nach vier Stunden ohne Flüssigkeitszufuhr anstieg (vgl. Hancock et al. 2010: 987). Daher kann keine eindeutige Aussage über einen Anstieg der Urin-Osmolalität während des Fastenintervalls getroffen werden, und eine Beurteilung, inwiefern eine Hypohydratation zu dieser Zeit vorlag, ist auf der Basis dieser Daten nicht möglich. Diese mangelnde Aussagekraft spiegelt sich auch in der fehlenden Korrelation zwischen der steigenden Spontanurin-Osmolalität und der 12-Stunden-Sammelurin-Osmolalität im Fastenintervall wider. Daher wurde insbesondere die Spontanurin-Osmolalität vom Nachmittag für eine Bewertung des Flüssigkeitshaushaltes nach mehreren Stunden der Nahrungs- und Flüssigkeitskarenz genutzt, während die 24-Stunden-Sammelurin-Osmolalität zur Einschätzung der durchschnittlichen Hydrierung über den Tag herangezogen wurde.

Darüber hinaus ist auch der Fragebogen zur Erfassung potenzieller Nebenwirkungen kritisch zu bewerten. Abgefragt wurden mögliche Symptome stets in Bezug auf die letzte Woche. Ein solcher retrospektiv angelegter Fragebogen kann dazu führen, dass die Angaben durch Abrufen falscher Erinnerungen verzerrt werden. Diesen systematischen Fehler nennt man Erinnerungsbias

⁵⁶ Bezeichnung im Original: „whites“

beziehungsweise *recall bias* (vgl. Riegelman 2005: 27). Außerdem besteht bei Fragebögen das Risiko der fehlerhaften Berichterstattung, das auch als *reporting bias* bezeichnet wird (vgl. Riegelman 2005: 27). Beide Verzerrungen könnten speziell in der untersuchten Kohorte eine Rolle spielen, da aus Glaubensgründen und Überzeugung gefastet wurde. Diese Tatsache könnte sowohl die Wahrnehmung von Nebenwirkungen als auch die Aussage darüber beeinflusst haben, und möglicherweise sind häufiger Nebenwirkungen aufgetreten als im Fragebogen angegeben wurden. Daher wurde auf die Auswertung der Fragebögen bei der Ergebnisinterpretation verzichtet.

5. Fazit und Ausblick

Die vorliegende Forschungsarbeit zum intermittierenden Trockenfasten, wie es jährlich in der Bahá'í-Gemeinde praktiziert wird, dient der Überprüfung einer sicheren Durchführbarkeit sowie der Hypothesengenerierung. Dabei liegt der Fokus auf der Beurteilung des Flüssigkeitshaushaltes. Das spiegelt sich auch in der anfangs definierten Forschungsfrage wider, auf die im Folgenden abschließend eingegangen wird. Außerdem werden die Hypothesen und Perspektiven für Folgestudien zusammengefasst.

Die zentrale Frage dieser Arbeit, ob das durchgeführte intermittierende Trockenfasten Auswirkungen auf den Flüssigkeitshaushalt gesunder Proband*innen hat, ist nach der Analyse aller erhobener Daten mit ja zu beantworten. Dabei ist zwischen physiologischen Reaktionen des Körpers auf die zeitlich begrenzte Flüssigkeitskarenz und dem Mangelzustand, der als Hypohydratation bezeichnet wird, zu differenzieren. Im Rahmen der physiologischen Reaktion wird eine Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS) angenommen. Diesbezüglich stellt die vorliegende Arbeit folgende Hypothese auf: Bei einem kombinierten Verzicht von Nahrung und Flüssigkeit spielt das Regulationssystem über die Volumenrezeptoren und das damit verbundene RAAS bei der Adaptation des Flüssigkeitshaushaltes eine entscheidendere Rolle als die Osmorezeptoren. Neben diesen physiologischen Anpassungsmechanismen wurde bei sechs der Teilnehmenden (17,7 %) eine Hypohydratation festgestellt. Ausgehend von den Daten zum Sammelurin wird eine Reduktion der Trinkmenge innerhalb eines Tages als möglicher Risikofaktor definiert und sollte in Folgestudien näher untersucht werden. Da die Mehrheit der Probanden und Probandinnen aber keine Anzeichen eines Flüssigkeitsmangels oder einer eingeschränkten Nierenfunktion aufwiesen, wird das untersuchte intermittierende Fasten als potentiell sicher durchführbar bewertet. Hierfür scheint eine ausreichende Trinkmenge in den Zeiten der Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme elementar zu sein.

Insgesamt wären weitere Untersuchungen in diesem Bereich wünschenswert, da aufgrund des explorativen, nicht konfirmatorischen Charakters dieser Forschungsarbeit keine eindeutigen Aussagen getroffen werden können. Für weitere Studien wird es als sinnvoll erachtet, ein genaues Trink- und Urinprotokoll zu erheben sowie den Prozess der Urinkonzentrierung mittels Analysen mehrerer Spontanurinproben innerhalb eines Fastenintervalls zu dokumentieren. Außerdem ist festzuhalten, dass die Plasmaosmolalität sowie Hämoglobin und Hämatokrit bei dieser Form des Fastens

als ungeeignet für die Beurteilung des Flüssigkeitshaushaltes eingestuft werden und insbesondere die dokumentierten Stoffwechselveränderungen für die Fastenforschung interessant sein könnten. Um die verhältnismäßig hohe Reduktion an Fettmasse und Nüchtern glukose besser einordnen zu können, wäre eine Studie zu intermittierendem Trockenfasten mit einer ausschließlich auf Nahrung verzichtenden Kontrollgruppe hilfreich.

ANHANG

Tabelle I

Durchschnittswerte der bundesdeutschen Bevölkerung und der Kohorte bezüglich Bildungsabschluss, Beruf, Familienstand, Wohnsituation und BMI

	Antwortmöglichkeiten	Anteil in Studie	Anteil in Deutschland¹
<i>Höchster bisheriger Abschluss</i>	Fach-/Hochschulabschluss	66,7	14
	Fach-/Hochschulreife	30,3	32,9
	Sonstiges	3	
<i>Beruf</i>	Erwerbstätig	60,6	51,4
	- Angestellte*r	- 33,3	
	- Selbstständige*r	- 21,2	
	- Arbeiter*in	- 6,1	
	Student*in oder Schüler*in	30,3	
	Sonstiges	9,1	
<i>Familienstand</i>	Verheiratet	51,5	45,2
	Ledig	36,4	41,4
	Geschieden	12,1	7
<i>Wohnsituation</i>	Allein	33,3	22,7
	Mit Partner und Kind/Kindern	30,3	21,7
	Mit Partner	24,2	29,5
	Allein mit Kind/Kindern	3	3,2
	Sonstiges	9,1	22,9
		Studie	Deutschland
<i>Median des Bruttojahreseinkommens</i>	aller Personen	< 20.000	
	aller Erwerbstätigen (Student*innen und Schüler*innen ausgenommen)	20.000–40.000	44.854 ²
<i>BMI [kg/m²]</i>		25,7 ³	26 ⁴

¹ Quelle: Statistisches Bundesamt (2018a)

² Quelle: Statistisches Bundesamt (2019): 68; Angabe der Daten von 2018

³ Angabe des Mittelwertes zur V0

⁴ Quelle: Statistisches Bundesamt (2018b)

Tabelle II

Deskriptive Statistik zur V0 der originalen und imputierten Daten

Laborparameter mit Referenzbereich (Rb)	Originaldaten					Imputierte Daten				
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	Nicht im Rb [n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	Nicht im Rb [n (%)]
Hämoglobin [g/dl] 13,5–17,0	34	14,0 ± 1,2	10,4–15,7	13,6; 14,4	9 (26,5)					
Hämatokrit [l/l] 0,395–0,505	34	0,413 ± 0,335	0,309–0,504	0,401; 0,424	7 (20,6)					
MCV [fl] 80–99	34	85 ± 3,4	74–90	84; 86	3 (8,8)					
Natrium [mmol/l] 136–145	33	141 ± 1,7	139–146	141; 142	1 (3,0)	34	141 ± 1,7	139–146	141; 142	1 (2,9)
Kalium [mmol/l] 3,4–4,5	33	4,0 ± 0,3	3,3–4,5	3,9; 4,1	1 (3,0)	34	4,0 ± 0,3	3,3–4,5	3,9; 4,1	1 (2,9)
Harnstoff [mg/dl] 17–49	33	26 ± 6,5	14–39	24; 28	3 (9,1)	34	26 ± 6,4	14–39	24; 28	3 (8,8)
Kreatinin [mg/dl] 0,70–1,20	33	0,79 ± 0,13	0,54–1,05	0,74; 0,83	11 (33,3)	34	0,78 ± 0,12	0,54–1,05	0,74; 0,83	11 (32,4)
GFR (CKD-EPI) [ml/min] k. A. ¹	33	90 ± 3,6	72–91	89; 91		34	90 ± 3,5	72–91	89; 91	
Cystatin C [mg/l] 0,47–1,09	33	0,91 ± 0,13	0,72–1,20	0,86; 0,96	4 (12,1)	34	0,91 ± 0,13	0,72–1,20	0,86; 0,95	4 (11,8)
GFR (Cystatin C) [ml/min] k. A. ¹	33	86,2 ± 9,0	62,3–91,0	83,0; 89,4		34	86,1 ± 8,9	62,3–91,0	83,0; 89,2	
Harnsäure [mg/dl] 3,6–8,2	33	4,9 ± 1,3	3,1–8,1	4,5; 5,4	4 (12,1)	34	4,9 ± 1,3	3,1–8,1	4,5; 5,4	4 (11,8)
Osmolalität [mosm/kg] 280–300	33	290 ± 4,0	282–298	288; 291	0	34	290 ± 4,0	282–298	288; 291	0

Laborparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb				Nicht im Rb
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	[n (%)]
Glucose [mg/dl] 60–110	33	84 ± 8,2	65–100	81; 86	0	0
BGA-Parameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb				Nicht im Rb
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	[n (%)]
pH 7,35–7,45	32	7,37 ± 0,03	7,33–7,42	7,36; 7,38	7 (22,6)	7,36; 7,38
Base Excess [mmol/l] -2,0–3,0	32	2,6 ± 1,3	-0,2–5,3	2,1; 3,1	15 (46,9)	2,2; 3,1
Natrium [mmol/l] 136–145	31	142 ± 1,6	139–147	142; 143	1 (3,2)	142; 143
Kalium [mmol/l] 3,3–5,1	31	4,0 ± 0,2	3,3–4,4	3,9; 4,0	0	3,9; 4,0
Calcium [mmol/l] 1,03–1,23	31	1,22 ± 0,03	1,15–1,27	1,21; 1,23	7 (22,6)	1,21; 1,23
Chlorid [mmol/l] 98–106	31	105 ± 1,6	102–109	104; 105	3 (9,7)	104; 105
Urinparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb				Nicht im Rb
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	[n (%)]
Spontanurin						
Osmolalität [mosm/kg] k. A. ¹	32	657 ± 281,8	83–1054	555; 759	34	656 ± 273,1
24-Stunden-Urin						
Obligitorische Urin- menge [l]	34	1060,7 ± 345,1	469,3– 1977,9	940,3; 1181,1		83–1054
Volumen [ml] k. A. ¹	34	1910 ± 1012,5	500–6000	1557; 2264		561; 752
Osmolalität [mosm/kg] 50–1400	34	471 ± 156,0	268–895	417; 525	0	

Urinparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb			Nicht im Rb					
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]
24-Stunden-Urin										
Kreatinin [mg/dl] 39,0–259,0	33	79,2 ± 32,2	33,2–154,3	67,8; 90,6	1 (3,0)	34	79,1 ± 31,7	33,2–154,3	68,0; 90,2	1 (2,9)
Kreatinin-Clearance [ml/min] 95,0–160,0	32	101,1 ± 23,8	49,6–137,7	92,5; 109,7	12 (37,5)	34	103,8 ± 26,9	49,6–181,0	94,4; 113,2	13 (38,2)
12-Stunden-Urin (1) ²										
Volumen [ml] k. A. ¹	30	1045 ± 585,4	0–3000	827; 1264		34	1046 ± 548,8	0–3000	855; 1238	
Osmolalität [mosm/kg] 50–1400	28	391 ± 131,4	135–721	340; 442	0	34	391 ± 119,0	135–721	349; 432	0
12-Stunden-Urin (2) ³										
Volumen [ml] k. A. ¹	30	942 ± 585,4	230–2770	723; 1161		34	942 ± 548,9	230–3000	751; 1134	
Osmolalität [mosm/kg] 50–1400	30	549 ± 223,8	227–1042	465; 632	0	34	548 ± 209,8	227–1042	475; 622	0
Anthropometrische und Vitalparameter mit Normbereich										
Körpergröße [cm]	34	173,5 ± 9,1	175,5 (15,1)	156,4– 188,3						
Körpergewicht [kg]	34	78,0 ± 19,2	75,3 (19,4)	52,4–138,5						
BMI [kg/m ²] 18,5–24,9	34	25,7 ± 5,1	24,5 (6,4)	18,5–39,8	16 (47,1)					
Herzfrequenz [bpm] 60–100	33	69 ± 12,1	68 (16)	48–100	4 (12,1)	34	69 ± 11,9	68,5 (15)	48–100	4 (11,8)

Anthropometrische und Vitalparameter mit Normbereich				Nicht im Normbereich					
Normbereich	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	Nicht im Normbereich [n (%)]
Blutdruck syst. [mmHg] < 140	33	124 ± 18,3	120 (25)	100–190	6 (18,2)	34	124 ± 18,0	120 (25)	100–190 6 (17,7)
Blutdruck diast. [mmHg] < 90	33	79 ± 10,7	80 (10)	55–120	3 (9,1)	34	79 ± 10,6	80 (10)	55–120 3 (8,8)
BIA-Daten									
	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	
Körperzellmasse [kg]	34	28,8 ± 7,9	29,8 (10,3)	17,7–49,0					
Körperfett [kg]	34	23,0 ± 10,8	19,1 (14,3)	7,4–51,8					
Körperfett [%]	34	28,3 ± 8,0	27,7 (12,5)	12,1–46,4					
Körperwasser [l]	34	39,8 ± 9,6	38,7 (13,5)	25,9–65,8					
Körperwasser [%]	34	51,2 ± 5,5	51,3 (7,4)	38,1–63,9					
Extrazelluläres Wasser [l]	34	17,7 ± 3,4	17,9 (4,4)	12,3–27,2					
Intrazelluläres Wasser [l]	33	22,3 ± 6,5	22,4 (9,7)	13,3–38,5	34	22,2 ± 6,4	22,247 (8,8)	13,3–38,5	

Anmerkungen. ¹ k. A. = keine Angabe; ² 12-Stunden-Sammelurin (1) wurde gesammelt von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr ³ 12-Stunden-Sammelurin (2) wurde gesammelt von 18:00 Uhr bis 6:00 Uhr

Tabelle III

Deskriptive Statistik zur V0 der originalen und imputierten Daten

Laborparameter mit Referenzbereich (Rb)	Originaldaten					Imputierte Daten				
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	Nicht im Rb [n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	Nicht im Rb [n (%)]
Hämoglobin [g/dl] 13,5–17,0	33	13,8 ± 1,0	11,6–15,4	13,4; 14,1	14 (42,4)	34	13,8 ± 1,0	11,6–15,4	13,4; 14,1	14 (41,2)
Hämatokrit [l/l] 0,395–0,505	33	0,398 ± 0,027	0,345–0,459	0,388; 0,407	15 (45,5)	34	0,396 ± 0,029	0,345–0,459	0,386; 0,406	16 (47,1)
MCV [fl] 80–99	33	84 ± 3,5	73–89	83; 85	3 (9,1)	34	84 ± 3,4	73–89	83; 85	3 (8,8)
Natrium [mmol/l] 136–145	34	142 ± 1,7	138–145	141; 143	0					
Kalium [mmol/l] 3,4–4,5	34	3,9 ± 0,3	3,4–4,6	3,8; 4,0	2 (5,9)					
Harnstoff [mg/dl] 17–49	33	25 ± 7,3	14–41	22; 27	4 (12,1)	34	25 ± 7,2	14–41	22; 27	4 (11,8)
Kreatinin [mg/dl] 0,70–1,20	34	0,81 ± 0,13	0,50–1,07	0,76; 0,86	6 (17,6)					
GFR (CKD-EPI) [ml/min] k. A. ¹	34	89 ± 5,1	65–91	88; 91						
Cystatin C [mg/l] 0,47–1,09	34	0,92 ± 0,12	0,74–1,21	0,88; 0,96	3 (8,8)					
GFR (Cystatin C) [ml/min] k. A. ¹	34	86,7 ± 8,1	61,5–91,0	83,9; 89,5						
Harnsäure [mg/dl] 3,6–8,2	33	5,0 ± 1,2	3,2– 8,6	4,6; 5,4	3 (9,1)	34	5,0 ± 1,2	3,2–8,6	4,6; 5,4	3 (8,8)
Osmolalität [mosm/kg] 280–300	34	285 ± 7,0	273–304	282; 287	11 (32,4)					

Laborparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb			Nicht im Rb					
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]
Glucose [mg/dl]	34	72 ± 6,7	60–88	70; 75	0					
BGA-Parameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb			Nicht im Rb					
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]
pH	23	7,36 ± 0,03	7,30–7,41	7,35; 7,37	5 (21,7)	34	7,35 ± 0,04	7,30–7,41	7,34; 7,36	12 (35,3)
Base Excess [mmol/l]	23	2,8 ± 1,3	0,1–5,1	2,2; 3,3	10 (43,5)	34	3,0 ± 1,1	0,1–5,1	2,6; 3,4	19 (55,9)
-2,0–3,0										
Natrium [mmol/l]	23	142 ± 1,8	137–145	142; 143	0	34	142 ± 1,7	137–145	141; 142	0
136–145										
Kalium [mmol/l]	23	3,8 ± 0,3	3,4 - 4,6	3,7; 3,9	0	34	3,8 ± 0,4	3,4–4,6	3,7; 3,9	0
3,3–5,1										
Calcium [mmol/l]	23	1,20 ± 0,03	1,15–1,27	1,18; 1,21	3 (13)	34	1,20 ± 0,04	1,15–1,27	1,18; 1,21	8 (23,5)
1,03–1,23										
Chlorid [mmol/l]	22	105 ± 1,5	101–107	104; 105	1 (4,5)	34	105 ± 1,4	101–107	104; 105	4 (11,8)
98–106										
Urinparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb			Nicht im Rb					
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]
Spontanurin										
Osmolalität [mosm/kg]	31	757 ± 142,5	471–1093	705; 809		34	757 ± 135,9	471–1093	710; 805	
k. A. ¹										
24-Stunden-Urin		Nicht im Rb			Nicht im Rb					
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]
Obligatorische Urin-	34	1067,0 ±	321,1–	786,3;						
menge [l]		804,7	4720,7	1347,8						
Volumen [ml]	34	1903 ± 847,4	550–4150	1608; 2199						
k. A. ¹										
Osmolalität [mosm/kg]	34	462 ± 337,3	183–2031	344; 579	1 (3,0)					
50–1400										

Urinparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb			Nicht im Rb					
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]
24-Stunden-Urin										
Kreatinin [mg/dl] 39,0–259,0	33	80,2 ± 37,1	27,0–200,0	67,1; 93,4	1 (3,0)	34	80,2 ± 36,5	27,0–200,0	67,4; 92,9	1 (2,9)
Kreatinin-Clearance [ml/min] 95,0–160,0	33	103,8 ± 32,2	46,8–212,0	92,3; 115,2	13 (39,4)	34	104,3 ± 31,8	46,8–212,0	93,2; 115,4	13 (38,2)
Kreatinin pro Tag [g/die] 1,04–2,35	33	1,38 ± 0,59	0,47–3,25	1,17; 1,59	13 (39,4)	34	1,40 ± 0,59	0,47–3,25	1,19; 1,60	13 (38,2)
12-Stunden-Urin (1) ²										
Volumen [ml] k. A. ¹	34	967 ± 570,3	210–2450	768; 1166						
Osmolalität [mosm/kg] 50–1400	34	398 ± 196,3	146–1042	330; 467	0					
12-Stunden-Urin (2) ³										
Volumen [ml] k. A. ¹	34	932 ± 464,6	50–2100	769; 1094						
Osmolalität [mosm/kg] 50–1400	34	470 ± 245,4	79–991	385; 556	0					
Anthropometrische und Vitalparameter mit Normbereich										
	n	M ± SD	Median (IQR)	Min-Max	[n (%)]	n	M ± SD	Median (IQR)	Min-Max	[n (%)]
Körpergewicht [kg]	34	76,8 ± 19,5	72,8 (21,8)	51,7–137,5						
BMI [kg/m ²] 18,5–24,9	34	25,3 ± 5,2	24,2 (6,4)	18,5–39,5	13 (38,2)					
Herzfrequenz [bpm] 60–100	33	66 ± 10,9	64 (9)	44–103	7 (21,2)	34	66 ± 10,8	64 (9)	44–103	7 (20,6)

Anthropometrische und Vitalparameter mit Normbereich		Nicht im Normbereich			Nicht im Normbereich							
Normbereich	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	[n (%)]	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	[n (%)]		
Blutdruck syst. [mmHg] < 140	34	120 ± 16,7	120 (21)	85–160	4 (11,8)							
Blutdruck diast. [mmHg] < 90	34	74 ± 9,3	70 (10)	60–100	3 (8,8)							
BIA-Daten	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max
Körperzellmasse [kg]	34	28,6 ± 8,1	29,7 (12,2)	17,6–49,6								
Körperfett [kg]	34	21,4 ± 10,5	19,1 (13)	5,3–51,7								
Körperfett [%]	34	27,1 ± 8,4	26,8 (13,6)	9,2–42,2								
Körperwasser [l]	34	39,8 ± 10,0	40,0 (15,8)	25,4–67,1								
Körperwasser [%]	34	52,0 ± 6,0	51,9 (8,1)	39,3–64,9								
Extrazelluläres Wasser [l]	34	17,8 ± 3,8	17,1 (5,9)	12,2–30,3								
Intrazelluläres Wasser [l]	33	22,1 ± 6,8	22,6 (10,8)	13,1–38,2	34	22,2 ± 6,7	22,65 (10,1)	13,1–38,2				

Anmerkungen. ¹ k. A. = keine Angabe; ² 12-Stunden-Sammelurin (1) wurde gesammelt von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr ³ 12-Stunden-Sammelurin (2) wurde gesammelt von 18:00 Uhr bis 6:00 Uhr

Tabelle IV

Deskriptive Statistik zur V2 der originalen und imputierten Daten

Laborparameter mit Referenzbereich (Rb)	Originaldaten					Imputierte Daten				
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	Nicht im Rb [n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	Nicht im Rb [n (%)]
Hämoglobin [g/dl] 13,5–17,0	34	14,1 ± 1,1	11,8–16,3	13,7; 14,5	10 (29,4)					
Hämatokrit [l/l] 0,395–0,505	34	0,413 ± 0,028	0,345–0,473	0,404; 0,423	8 (23,5)					
MCV [fl] 80–99	34	85 ± 3,5	74–90	84; 86	3 (8,8)					
Natrium [mmol/l] 136–145	34	142 ± 1,8	138–145	141; 143	0					
Kalium [mmol/l] 3,4–4,5	34	4,2 ± 0,3	3,4–5,2	4,0; 4,3	1 (2,9)					
Harnstoff [mg/dl] 17–49	34	27 ± 8,1	13–53	24; 29	5 (14,7)					
Kreatinin [mg/dl] 0,70–1,20	34	0,83 ± 0,14	0,58–1,08	0,78; 0,88	6 (17,6)					
GFR (CKD-EPI) [ml/min] k. A. ¹	34	89 ± 4,5	76–91	87; 90						
Cystatin C [mg/l] 0,47–1,09	34	0,91 ± 0,10	0,72–1,20	0,88; 0,95	1 (2,9)					
GFR (Cystatin C) [ml/min] k. A. ¹	34	88,1 ± 6,1	62,3–91,0	86,0; 90,3						
Harnsäure [mg/dl] 3,6–8,2	34	4,9 ± 1,0	3,4–8,3	4,5; 5,2	3 (8,8)					
Osmolalität [mosm/kg] 280–300	34	292 ± 5,8	280–308	290; 294	2 (5,9)					

Laborparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb			Nicht im Rb		
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	Min-Max	95% KI
Glucose [mg/dl] 60–110	34	84 ± 7,6	71–99	81; 87	0		
BGA-Parameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb			Nicht im Rb		
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	Min-Max	95% KI
pH 7,35–7,45	33	7,37 ± 0,02	7,33–7,42	7,36; 7,38	4 (12,1)	7,31–7,42	7,36; 7,38
Base Excess [mmol/l] -2,0–3,0	33	3,0 ± 1,3	-0,4–5,0	2,5; 3,4	15 (45,5)	-0,4–5,0	2,5; 3,4
Natrium [mmol/l] 136–145	33	141 ± 1,6	138 - 144	141; 142	0	138–144	141; 142
Kalium [mmol/l] 3,3–5,1	33	4,1 ± 0,2	3,6 - 4,5	4,0; 4,1	0	3,6–4,5	4,0; 4,1
Calcium [mmol/l] 1,03–1,23	33	1,20 ± 0,03	1,15–1,26	1,19; 1,21	7 (21,2)	1,15–1,26	1,19; 1,21
Chlorid [mmol/l] 98–106	33	105 ± 1,6	102–108	105; 106	8 (24,2)	102–108	105; 106
Urinparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb			Nicht im Rb		
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	Min-Max	95% KI
Spontanurin							
Osmolalität [mosm/kg] k. A. ¹	34	683 ± 270,0	183–1087	589; 777			
Anthropometrische und Vitalparameter mit Normbereich		Nicht im Normbereich			Nicht im Normbereich		
	n	M ± SD	Median (IQR)	Min-Max	[n (%)]	Median (IQR)	Min-Max
Körpergewicht [kg]	33	76,1 ± 18,3	74,1 (19,4)	52,4–140,2	34	77,3 ± 19,4	74,2 (21,6)
BMI [kg/m ²] 18,5–24,9	33	25,1 ± 4,7	24,4 (6,0)	18,7–40,3	13 (39,4)	25,5 ± 5,2	24,5 (6,1)
							18,7–40,3
							52,4–140,2
							14 (41,2)

Anthropometrische und Vitalparameter mit Normbereich		Nicht im Normbereich			Nicht im Normbereich							
Normbereich	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	In (%)	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	In (%)		
Herzfrequenz [bpm] 60–100	33	64 ± 8,2	64 (9)	48–81	7 (21,2)	34	64 ± 8,1	64 (9)	48–81	7 (20,6)		
Blutdruck syst. [mmHg] < 140	33	116 ± 17,4	115 (18)	90–170	3 (9,1)	34	116 ± 17,2	115 (16)	90–170	3 (8,8)		
Blutdruck diast. [mmHg] < 90	33	74 ± 9,5	70 (10)	50–90	3 (9,1)	34	74 ± 9,3	70 (10)	50–90	3 (8,8)		
BIA-Daten												
	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	Median							
Körperzellmasse [kg]	33	28,7 ± 7,2	30 (11,15)	18,0–47,1	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max	n	M ± SD	Median (IQR)	Min–Max
Körperfett [kg]	33	21,5 ± 10,6	19 (13,2)	6,6–54,1	34	21,5 ± 10,4	19,3 (12,7)	6,6–54,1	34	27,4 ± 8,6	27,6 (12,7)	11,2–45,3
Körperfett [%]	33	27,4 ± 8,7	27,1 (12,8)	11,2–45,3	34	27,4 ± 8,6	27,6 (12,7)	11,2–45,3	34	39,4 ± 9,1	38,2 (13,1)	25,6–65,6
Körperwasser [l]	33	39,5 ± 9,2	38,3 (13,5)	25,6–65,6	34	39,4 ± 9,1	38,2 (13,1)	25,6–65,6	34	51,7 ± 6,0	51,4 (8,5)	39,7–64,4
Körperwasser [%]	33	51,7 ± 6,0	51,2 (8,6)	39,7–64,4	34	51,7 ± 6,0	51,4 (8,5)	39,7–64,4	34	17,6 ± 3,6	17,5 (4,7)	12,3–27,7
Extrazelluläres Wasser [l]	33	17,5 ± 3,6	17,4 (5,1)	12,3–27,7	34	17,6 ± 3,6	17,5 (4,7)	12,3–27,7	34	21,9 ± 5,8	22,3 (8,8)	13,3–37,8
Intrazelluläres Wasser [l]	32	22,0 ± 6,0	22,35 (9,7)	13,3–37,8	34	21,9 ± 5,8	22,3 (8,8)	13,3–37,8	34			

Anmerkungen. ¹ k. A. = keine Angabe

Tabelle V

Deskriptive Statistik zur V3 der originalen und imputierten Daten

Laborparameter mit Referenzbereich (Rb)	Originaldaten					Imputierte Daten				
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	Nicht im Rb [n (%)]	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	Nicht im Rb [n (%)]
Hämoglobin [g/dl] 13,5–17,0	33	14,1 ± 1,2	11,6–16,3	13,7; 14,5	10 (30,3)	34	14,2 ± 1,3	11,6–16,3	13,7; 14,5	10 (29,4)
Hämatokrit [l/l] 0,395–0,505	33	0,409 ± 0,032	0,347–0,469	0,398; 0,420	10 (30,3)	34	0,411 ± 0,033	0,347–0,469	0,399; 0,422	10 (29,4)
MCV [fl] 80–99	33	84 ± 3,9	73–90	83; 86	0	34	84 ± 3,8	73–90	83; 86	0
Natrium [mmol/l] 136–145	33	141 ± 2,4	135–147	140; 142	2 (6,1)	34	141 ± 2,4	135–147	140; 142	2 (5,9)
Kalium [mmol/l] 3,4–4,5	33	4,0 ± 0,3	3,6–4,8	3,9; 4,1	0	34	4,0 ± 0,3	3,6–4,8	3,9; 4,1	0
Harnstoff [mg/dl] 17–49	33	27 ± 7,0	15–47	24; 29	3 (9,1)	34	27 ± 6,9	15–47	24; 29	3 (8,8)
Kreatinin [mg/dl] 0,70–1,20	33	0,80 ± 0,14	0,47–1,04	0,75; 0,85	7 (21,2)	34	0,80 ± 0,14	0,47–1,04	0,76; 0,85	7 (20,6)
GFR (CKD-EPI) [ml/min] k. A. ¹	33	90 ± 2,9	81–91	89; 91		34	90 ± 2,9	81–91	89; 91	
Cystatin C [mg/l] 0,47–1,09	33	0,94 ± 0,11	0,71–1,15	0,90; 0,98	3 (9,1)	34	0,94 ± 0,11	0,71–1,15	0,90; 0,97	3 (8,8)
GFR (Cystatin C) [ml/min] k. A. ¹	33	86,0 ± 7,8	67–91	83,3; 88,8		34	85,9 ± 7,7	67,0–91,0	83,2; 88,6	
Harnsäure [mg/dl] 3,6–8,2	33	4,8 ± 1,2	3,2–8,3	4,4; 5,3	5 (15,2)	34	4,8 ± 1,1	3,2–8,3	4,4; 5,2	5 (14,7)
Osmolalität [mosm/kg] 280–300	33	290 ± 7,3	273–316	288; 293	3 (9,1)	34	290 ± 7,2	273–316	288; 293	3 (8,8)

Laborparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb				Nicht im Rb	
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	Min-Max	[n (%)]
Glucose [mg/dl] 60–110	33	84 ± 7,2	73–96	82; 87	0	73–96	0
BGA-Parameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb				Nicht im Rb	
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	Min-Max	[n (%)]
pH 7,35–7,45	33	7,39 ± 0,03	7,34–7,45	7,38; 7,40	1 (3,0%)	7,34–7,45	1 (2,9)
Base Excess [mmol/l] -2,0–3,0	33	2,8 ± 1,5	0,3–5,5	2,3; 3,3	15 (45,5%)	0,3–5,5	16 (47,1)
Natrium [mmol/l] 136–145	33	141 ± 1,7	138–145	141; 142	0	138–145	0
Kalium [mmol/l] 3,3–5,1	33	4,0 ± 0,2	3,8 - 4,4	4,0; 4,1	0	3,8–4,4	0
Calcium [mmol/l] 1,03–1,23	33	1,20 ± 0,03	1,15–1,27	1,19; 1,21	3 (9,1%)	1,15–1,27	4 (11,)
Chlorid [mmol/l] 98–106	33	105 ± 1,7	102–109	105; 106	8 (24,2%)	102–109	8 (23,5)
Urinparameter mit Referenzbereich (Rb)		Nicht im Rb				Nicht im Rb	
	n	M ± SD	Min-Max	95% KI	[n (%)]	Min-Max	[n (%)]
Spontanurin							
Osmolalität [mosm/kg] k. A. 1	28	726 ± 192,6	248–1078	651; 800		248–1078	
Anthropometrische und Vitalparameter mit Normbereich		Nicht im Normbereich				Nicht im Normbereich	
	n	M ± SD	Median (IQR)	Min-Max	[n (%)]	Median (IQR)	Min-Max
Körpergewicht [kg]	33	77,5 ± 19,7	75,8 (20,9)	52,0–138,5		75,6 (19,8)	52,0–138,5
BMI [kg/m ²] 18,5–24,9	33	25,6 ± 5,3	24,7 (5,7)	18,8–39,8	16 (48,5)	24,4 (5,4)	18,8–39,8

Tabelle VI

Ergebnisse der ANOVA getrennt nach originalen und imputierten Daten

Parameter	Originaldaten						Imputierte Daten							
	Mauchly		Partielles		Mauchly		Partielles		Mauchly		Partielles			
	n	P-Wert	ϵ^1	P-Wert	F (df _M ; df _R)	η^2	f	n	P-Wert	ϵ^1	P-Wert	F (df _M ; df _R)	η^2	f
Hämoglobin [g/dl]	32	0,20		0,02	F (3; 93) = 3,422	0,099	0,33	34	0,02	0,80	0,014	F (2,6; 85,9) = 4,002	0,108	0,35
Hämatokrit [l/l]	32	0,02	0,83	0,001	F (2,7; 84,5) = 6,28	0,168	0,45	34	< 0,01	0,81	< 0,001	F (2,6; 87,2) = 7,722	0,190	0,48
MCV [fl]	32	0,47		< 0,001	F (3; 93) = 10,640	0,256	0,59	34	0,29		< 0,001	F (3; 99) = 10,906	0,248	0,57
Natrium [mmol/l]	32	0,07		0,12	F (3; 93) = 1,995	0,060	0,25	34	0,09		0,129	F (3; 99) = 1,935	0,055	0,24
Kalium [mmol/l]	32	0,94		0,001	F (3; 93) = 5,81	0,158	0,43	34	0,84		< 0,001	F (3; 99) = 6,660	0,168	0,45
Harnstoff [mg/dl]	32	< 0,01	0,76	0,202	F (2,5; 76,3) = 1,606	0,049	0,23	34	0,05	0,81	0,180	F (2,7; 87,3) = 1,695	0,049	0,23
Kreatinin [mg/dl]	32	0,44		0,092	F (3; 93) = 2,207	0,066	0,27	34	0,50		0,057	F (3; 99) = 2,585	0,073	0,28
GFR (CKD-EPI) [ml/min]	32	< 0,01	0,69	0,338	F (2,1; 64,5) = 1,110	0,035	0,19	34	< 0,01	0,70	0,360	F (2,1; 69,1) = 1,044	0,031	0,18
Cystatin C [mg/l]	32	0,16		0,369	F (3; 93) = 1,062	0,033	0,19	34	0,10		0,118	F (3; 93) = 2,005	0,057	0,25
GFR (Cystatin C) [ml/min]	32	< 0,01	0,74	0,121	F (2,2; 68,8) = 2,138	0,065	0,26	34	< 0,01	0,78	0,047	F (2,5; 83,2) = 2,922	0,081	0,30
Harnsäure [mg/dl]	31	0,05		0,693	F (3; 90) = 0,485	0,016	0,13	34	0,06		0,604	F (3; 93) = 0,620	0,018	0,14
Plasmaosmolalität [mosm/kg]	32	0,19		< 0,001	F (3; 93) = 8,919	0,223	0,54	34	0,19		< 0,001	F (3; 99) = 10,264	0,237	0,56

Parameter	Mauchly			Partielles			Mauchly			Partielles				
	n	P-Wert	ϵ^1	P-Wert	F (df _M ; df _R)	η^2	f	n	P-Wert	ϵ^1	P-Wert	F (df _M ; df _R)	η^2	f
Glukose [mg/dl]	32	< 0,01	0,62	< 0,001	F (1,9; 57,2) = 53,889	0,635	1,32	34	< 0,01	0,69	< 0,001	F (2,1; 67,9) = 55,834	0,629	1,30
pH	20	0,10		< 0,001	F (3; 57) = 13,349	0,413	0,84	34	0,02	0,78	< 0,001	F (2,5; 83,8) = 10,778	0,246	0,57
Base Excess [mmol/l]	20	0,21		0,738	F (3; 57) = 0,422	0,022	0,15	34	0,56		0,469	F (3; 99) = 0,853	0,025	0,16
Natrium [mmol/l]	20	0,16		0,003	F (3; 57) = 5,165	0,214	0,52	34	0,32		0,061	F (3; 99) = 2,542	0,072	0,28
Kalium [mmol/l]	20	0,31		< 0,001	F (3; 57) = 8,553	0,310	0,67	34	0,02	0,77	< 0,001	F (3; 99) = 6,791	0,171	0,45
Calcium [mmol/l]	20	0,06		< 0,001	F (3; 57) = 14,295	0,429	0,87	34	0,25		0,006	F (3; 99) = 4,425	0,118	0,37
Chlorid [mmol/l]	19	0,51		0,255	F (3; 54) = 1,392	0,072	0,28	34	0,47		0,268	F (3; 99) = 1,333	0,039	0,20
Spontanurin [mosm/kg]	25	0,23		0,081	F (3; 72) = 2,337	0,089	0,31	34	0,11		0,080	F (3; 99) = 2,322	0,066	0,26
Körpergewicht [kg]	32	< 0,01	0,71	0,015	F (2,1; 65,7) = 4,353	0,123	0,37	34	< 0,01	0,70	0,020	F (11,9; 69,7) = 4,052	0,109	0,34
BMI [kg/m ²]	32	< 0,01	0,71	0,009	F (2,1; 66,4) = 4,932	0,137	0,39	34	< 0,01	0,16	0,011	F (2,2; 70,9) = 4,615	0,123	0,37
Herzfrequenz [bpm]	31	0,01	0,81	0,016	F (2,6; 79,3) = 3,850	0,114	0,35	34	< 0,01	0,80	0,026	F (2,6; 86,1) = 3,431	0,094	0,32
Blutdruck systolisch [mmHg]	32	0,566		0,003	F (3; 93) = 4,898	0,136	0,39	34	0,764		< 0,001	F (3; 99) = 6,542	0,165	0,44
Blutdruck diastolisch [mmHg]	32	0,27		0,017	F (3; 93) = 3,573	0,103	0,33	34	0,32		0,005	F (3; 99) = 4,591	0,122	0,37
Körperzellmasse [kg]	32	< 0,01	0,76	0,012	F (2,5; 76,7) = 4,281	0,121	0,37	34	< 0,01	0,44	0,471	F (1,3; 43,8) = 0,640	0,019	0,13

Parameter	Mauchly			Partielles			Mauchly			Partielles				
	n	P-Wert	ϵ^1	P-Wert	F (df _M ; df _R)	η^2	f	n	P-Wert	ϵ^1	P-Wert	F (df _M ; df _R)	η^2	f
Körperfett [kg]	32	< 0,01	0,72	< 0,001	F (2,2; 67,3) = 8,776	0,221	0,53	34	0,03	0,79	0,021	F (2,6; 84,3) = 3,628	0,099	0,33
Körperfett [%]	32	0,40		< 0,001	F (3; 93) = 8,858	0,222	0,53	34	< 0,01	0,53	0,074	F (1,6; 52,1) = 2,934	0,082	0,29
Körperwasser [l]	32	0,03	0,80	0,004	F (2,6; 81,5) = 5,193	0,143	0,40	34	< 0,01	0,44	0,191	F (1,3; 43,9) = 1,764	0,051	0,23
Körperwasser [%]	32	0,11		< 0,001	F (3; 93) = 6,593	0,175	0,46	34	< 0,01	0,55	0,115	F (1,7; 54,5) = 2,342	0,066	0,26
Extrazelluläres Wasser [l]	32	0,53		0,304	F (3; 93) = 1,228	0,038	0,19	34	0,56		0,069	F (3; 99) = 2,438	0,069	0,27
Intrazelluläres Wasser [l]	31	0,01	0,74	0,004	F (2,2; 67,0) = 5,551	0,156	0,42	34	< 0,01	0,47	0,244	F (1,4; 46,5) = 1,443	0,042	0,20

Anmerkungen. ¹ ϵ nach Greenhouse-Geiser.

Tabelle VII

Ergebnisse der Bonferroni-korrigierten Post-hoc-Analysen der nach ANOVA signifikant veränderten Parameter

Parameter	Originaldaten						Imputierte Daten							
	n	V0 zu V1	V0 zu V2	V0 zu V3	V1 zu V2	V1 zu V3	V2 zu V3	n	V0 zu V1	V0 zu V2	V0 zu V3	V1 zu V2	V1 zu V3	V2 zu V3
Hämoglobin [g/dl]	32	0,430	1,000	1,000	0,029	0,181	1,000	34	0,227	1,000	1,000	0,016	0,109	1,000
Hämatokrit [l/l]	32	0,018	1,000	1,000	0,001	0,102	1,000	34	0,010	1,000	1,000	<0,001	0,028	1,000
MCV [fl]	32	< 0,001	1,000	0,069	0,002	0,174	0,220	34	< 0,001	0,845	0,019	0,003	0,950	0,076
Kalium [mmol/l]	32	0,245	0,206	1,000	0,002	0,332	0,366	34	0,561	0,060	1,000	0,001	0,597	0,125
GFR (Cystatin C) [ml/min]	32							34	1,000	0,313	1,000	0,478	1,000	0,092
Plasmaosmolalität [mosm/kg]	32	0,006	0,478	1,000	< 0,001	0,025	1,000	34	0,004	0,213	1,000	< 0,001	0,016	1,000
Glukose [mg/dl]	32	< 0,001	1,000	1,000	< 0,001	< 0,001	1,000	34	< 0,001	1,000	1,000	< 0,001	< 0,001	1,000
pH	20	0,909	0,064	< 0,001	1,000	< 0,001	0,007	34	0,354	1,000	0,001	0,027	< 0,001	0,039
Natrium (BGA) [mmol/l]	20	0,181	0,011	0,052	0,568	1,000	1,000	34	1,000	0,098	0,330	0,702	1,000	1,000
Kalium (BGA) [mmol/l]	20	0,240	0,019	1,000	0,005	0,017	0,961	34	0,360	0,191	0,311	0,020	0,015	1,000
Calcium [mmol/l]	20	< 0,001	0,003	< 0,001	1,000	1,000	1,000	34	0,043	0,027	0,054	1,000	1,000	1,000
Körpergewicht [kg]	32	0,003	0,475	0,988	0,022	0,849	1,000	34	0,002	0,291	1,000	0,051	0,587	1,000
BMI [kg/m ²]	32	0,001	0,440	0,990	0,014	0,571	1,000	34	0,001	0,270	1,000	0,032	0,399	1,000

Parameter	V0 zu		V1 zu		V2 zu		V2 zu															
	n	V1	V2	V3	V0 zu	V3	V0 zu	V2	V3	V0 zu	V1	V2	V3	V0 zu	V1	V2	V3	n	V1	V2	V3	
Herzfrequenz [bpm]	31	1,000	0,073	0,037	1,000	0,588	1,000	0,704	1,000	0,829	0,035	0,051	1,000	1,000	0,051	1,000	1,000	34	0,829	0,035	0,051	1,000
Blutdruck systolisch [mmHg]	32	0,838	0,006	1,000	0,704	1,000	0,704	1,000	0,533	0,002	1,000	0,355	0,830	1,000	0,355	0,830	0,003	34	0,533	0,002	1,000	0,830
Blutdruck diastolisch [mmHg]	32	0,015	0,086	0,206	1,000	1,000	1,000	1,000	0,004	0,039	0,144	1,000	1,000	0,144	1,000	1,000	1,000	34	0,004	0,039	0,144	1,000
Körperzellmasse [kg]	32	1,000	0,168	0,450	0,078	0,071	1,000	0,071	1,000	0,105	0,163	1,000	1,000	0,163	1,000	1,000	1,000	34	0,002	0,105	0,163	1,000
Körperfett [kg]	32	0,007	0,107	0,004	0,038	1,000	0,038	1,000	0,002	0,105	0,163	1,000	1,000	0,163	1,000	1,000	1,000	34	0,002	0,105	0,163	1,000
Körperfett [%]	32	0,004	0,068	0,001	0,517	1,000	0,517	1,000	0,107	0,229	0,229	1,000	1,000	0,229	1,000	1,000	1,000	32	0,004	0,068	0,001	0,517
Körperwasser [l]	32	1,000	1,000	0,042	1,000	0,015	1,000	0,015	0,229	0,071	0,071	1,000	1,000	0,071	1,000	1,000	1,000	32	1,000	1,000	0,042	0,229
Körperwasser [%]	32	0,046	0,830	0,005	0,422	1,000	0,422	1,000	0,071	0,071	0,071	1,000	1,000	0,071	1,000	1,000	1,000	32	0,046	0,830	0,005	0,422
Intrazelluläres Wasser [l]	31	0,761	1,000	0,353	0,089	0,007	0,007	0,007	0,384	0,007	0,384	0,007	0,384	0,007	0,384	0,007	0,384	31	0,761	1,000	0,353	0,089

Tabelle VIII

Ergebnisse der *t*-Tests zu den Urinwerten getrennt nach originalen und imputierten Daten

		Originaldaten						Imputierte Daten					
Urinparameter	n	V0 M ± SD	V1 M ± SD	P-Wert	Teststatistik <i>t</i>	r	n	V0 M ± SD	V0 M ± SD	p-Wert	Teststatistik <i>t</i>	r	
24-Stunden-Urin													
Volumen [l]	34	1902 ± 1019,8	1903 ± 847,4	0,993	-0,009	< 0,1							
Osmolalität [mosm/kg]	34	478 ± 158,6	462 ± 337,3	0,792	0,266	< 0,1							
Kreatinin [mg/dl]	32	79,5 ± 33,7	80,9 ± 37,5	0,854	-0,186	< 0,1	34	79,6 ± 32,7	80,2 ± 36,5	0,938	-0,078	< 0,1	
Kreatinin- Clearance [ml/min]	31	100,9 ± 24,2	102,6 ± 32,6	0,810	-0,243	< 0,1	34	103,8 ± 26,9	104,3 ± 31,8	0,944	-0,071	< 0,1	
Volumen – obli- gat. Menge [l]	34	841,1 ± 789,1	836,2 ± 952,2	0,979	0,026	< 0,1							
12-Stunden-Urin													
Volumen (1) ¹ [l]	30	1049 ± 580,3	994 ± 591,3	0,602	0,528	< 0,1	34	1050 ± 544,0	967 ± 570,3	0,388	0,875	< 0,1	
Osmolalität (1) ¹ [mosm/kg]	28	409 ± 148,2	400 ± 206,1	0,856	0,183	< 0,1	34	406 ± 134,4	398 ± 196,3	0,859	0,179	< 0,1	
Volumen (2) ² [l]	30	929 ± 588,6	948 ± 481,3	0,864	-0,173	< 0,1	34	930 ± 551,9	932 ± 464,6	0,991	-0,011	< 0,1	
Osmolalität (2) ² [mosm/kg]	30	553 ± 222,8	458 ± 240,1	0,077	1,835	< 0,1	34	552 ± 208,9	470 ± 245,4	0,099	1,696	< 0,1	

Anmerkungen. ¹ (1) = 12-Stunden-Sammelurin von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr ² (2) = 12-Stunden-Sammelurin von 18:00 Uhr bis 6:00 Uhr

Tabelle IX

Absolute und relative Angaben zu den Antworten der potenziellen Nebenwirkungen sowie Abbildung des Medians

		Stimmt n ¹ völlig	Stimmt eher	Stimmt eher nicht	Stimmt über- haupt nicht	n ²	Median	Summen- score
V0	33	11 (33,3 %)	11 (33,3 %)	10 (30,3 %)	1 (3,0 %)	32	2	65
V1	32	12 (37,5 %)	13 (40,6 %)	6 (18,8 %)	1 (3,1 %)	32	2	60
V2	33	7 (21,2 %)	19 (57,6 %)	6 (18,2 %)	1 (3,0%)	32	2	65
V3	33	10 (30,3 %)	19 (57,6 %)	4 (12,1 %)	0	32	2	58
V0	33	2 (6,1 %)	9 (27,3 %)	17 (51,5 %)	5 (15,2 %)	32	3	88
V1	32	1 (3,1 %)	5 (15,6 %)	16 (50,0 %)	10 (31,3 %)	32	3	99
V2	33	0	9 (27,3 %)	17 (51,5 %)	7 (21,2 %)	32	3	94
V3	33	1 (3,0 %)	13 (39,4 %)	14 (42,4 %)	5 (15,2 %)	32	3	87
V0	33	2 (6,1 %)	15 (45,5 %)	13 (39,4 %)	3 (9,1 %)	32	2,5	81
V1	32	4 (12,5 %)	10 (31,3 %)	16 (50,0 %)	2 (6,3 %)	32	3	80
V2	33	1 (3,0 %)	14 (42,4 %)	16 (48,5 %)	2 (6,1 %)	32	3	82
V3	33	3 (9,1 %)	14 (42,4 %)	13 (39,4 %)	3 (9,1 %)	32	2	79
V0	33	1 (3,0 %)	9 (27,3 %)	5 (15,2 %)	18 (54,5 %)	32	4	103
V1	32	2 (6,3 %)	2 (6,3 %)	6 (18,8 %)	22 (68,8 %)	32	4	112
V2	33	1 (3,0 %)	3 (9,1 %)	11 (33,3 %)	18 (54,5 %)	32	4	108
V3	33	0	4 (12,1 %)	12 (36,4 %)	17 (51,5 %)	32	3,5	108
V0	33	1 (3,0 %)	0	6 (18,2 %)	26 (78,8 %)	32	4	119
V1	32	0	2 (6,3 %)	7 (21,9 %)	23 (71,9 %)	32	4	117
V2	33	0	3 (9,1 %)	7 (21,2 %)	23 (69,7 %)	32	4	115
V3	33	0	2 (6,1 %)	8 (24,2 %)	23 (69,7 %)	32	4	116

Anmerkungen. n¹ Angabe zur Stichprobengröße bezieht sich auf die absoluten und prozentualen Werte der Antworten; n² Angaben zur Stichprobengröße bezieht sich auf die Werte des Medians und des Summenscores.

Tabelle X

Soziodemografische Daten der Vergleichsgruppen

Gruppen- aufteilung	Insg. [n]	M ¹ [n]	W ¹ [n]	FU ³ [n]	Mittelwert ± Std	Median (IQR)	Min–Max
BMI							
Nach Alter	< 40 ⁴	17	10	7	8	24,4 ± 5,4	22,7 (7,4) 18,5–38,9
	≥ 40 ⁴	17	9	8	4	27,0 ± 4,7	25,1 (5,5) 22,3–39,8
	Ges. ⁵	34	19	15	12	25,7 ± 5,1	24,5 (6,4) 18,5–39,8
Alter							
Nach Ge- schlecht	M ¹	19			4	41 ± 14,4	38 (29) 22–62
	W ²	15			8	41 ± 15,3	45 (24) 19–69
	Ges. ⁵	34			12	41 ± 14,5	39,5 (29) 19–69
BMI							
	M ¹	19			4	26,8 ± 5,5	24,5 (7,5) 20,1–39,8
	W ²	15			8	24,5 ± 4,5	23,6 (8,2) 18,5–34,0
	Ges. ⁵	34			12	25,7 ± 5,1	24,5 (6,4) 18,5–39,8
Alter							
Nach Fastenun- terbrechen	Ja	12	4	8		38 ± 13,3	35 (21) 19–60
	Nein	22	15	7		43 ± 15,1	45 (30) 22–69
	Ges. ⁵					41 ± 14,5	39,5 (29) 19–69
BMI							
	Ja	12	4	8		24,3 ± 4,2	24 (4,6) 18,5–34
	Nein	22	15	7		26,5 ± 5,5	24,5 (6,8) 19–39,8
	Ges. ⁵					25,7 ± 5,1	24,5 (6,4) 18,5–39,8

Anmerkungen. ¹M: Männlich, ²W: Weiblich ³FU=Fastenunterbrecher*innen; ⁴Angaben des Alters in Jahren; ⁵Ges.: Gesamt; Angabe des BMI in kg/m².

Literaturverzeichnis

- Abdu'l-Baha (1982): *The Promulgation of Universal Peace*, Bd. 2, United States: Baha'i Publishing Trust.
- Acar, Kadriye (2016): Religion Bahá'í - Selbstständige Suche nach der Wahrheit, [online] https://www.deutschlandfunk.de/religion-bahai-selbststaendige-suche-nach-wahrheit.886.de.html?dram:article_id=352841 [28.05.2020].
- Adolph, Edward F. (1943): *Physiological regulations*, Lancaster, Pennsylvania: The Jacques Cattell Press.
- Adolph, Edward F. (1947): Signs and Symptoms of Desert Dehydration, in: M. B. Visscher, D. W. Bronk, E. M. Landis & A. C. Ivy (Hrsg.), *Physiology of Man in Desert*, New York: Interscience Publisher, S. 226-240.
- Aksungar, F. B., A. E. Topkaya und M. Akyildiz (2007): Interleukin-6, C-reactive protein and biochemical parameters during prolonged intermittent fasting, in: *Annals of Nutrition and Metabolism*, Jg. 51, Nr. 1, S. 88-95.
- Al-Hourani, H. M. und M. F. Atoum (2007): Body composition, nutrient intake and physical activity patterns in young women during Ramadan, in: *Singapore Medicine Journal*, Jg. 48, Nr. 10, S. 906-910.
- Alsaadi, K., S. C. Voss, S. Kraiem, A. Alwahaibi, S. Alyazedi, N. Dbes, R. Goebel, V. Mohamed-Ali, S. Alsowaidi, A. M. Seyam, A. S. Bashraheel, M. Alsayrafi und C. Georgakopoulos (2015): The effect of fasting during Ramadan on parameters of the haematological and steroidal modules of the athletes biological passport - a pilot study, in: *Drug Testing and Analysis*, Jg. 7, Nr. 11-12, S. 1017-24.
- Armstrong, Lawrence E. (2007): Assessing Hydration Status: The Elusive Gold Standard, in: *Journal of the American College of Nutrition*, Jg. 26, S. 575S-584S.
- Armstrong, Lawrence E. und Evan C. Johnson (2018): Water Intake, Water Balance, and the Elusive Daily Water Requirement, in: *Nutrients*, Jg. 10, Nr. 12, Art. 1928, S. 1-25, doi: 10.3390/nu10121928.
- Armstrong, Lawrence E., Evan C. Johnson, Colleen X. Munoz, Brittany Swokla, Laurent Le Bellego, Liliana Jimenez, Douglas J. Casa und Carl M. Maresh (2012): Hydration Biomarkers and Dietary Fluid Consumption of Women, in: *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, Jg. 112, Nr. 7, S. 1056-1061.
- Armstrong, Lawrence E., Amy C. Pumerantz, Kelly A. Fiala, Melissa W. Roti, Stavros Kavouras, Douglas J. Casa und Carl M. Maresh (2010): Human Hydration Indices: Acute and Longitudinal Reference Values, in: *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, Jg. 20, Nr. 2, S. 145-153.
- Attarzadeh Hosseini, S. R. und K. Hejazi (2013): The effects of ramadan fasting and physical activity on blood hematological-biochemical parameters, in: *Iranian journal of basic medical sciences*, Jg. 16, Nr. 7, S. 845-849.
- Attarzadeh Hosseini, S. R., M. A. Sardar, K. Hejazi und S. Farahati (2013): The Effect of Ramadan Fasting and Physical Activity on Body Composition, Serum Osmolarity Levels and Some Parameters of Electrolytes in Females, in: *International journal of endocrinology and metabolism*, Jg. 11, Nr. 2, S. 88-94.
- Bahá'u'lláh (2000): *Kitáb-i-Aqdas*, Hofheim: Bahá'í-Verlag GmbH.

- Batista, Gustavo und Maria-Carolina Monard (2003): An Analysis of Four Missing Data Treatment Methods for Supervised Learning, in: *Applied Artificial Intelligence*, Jg. 17, S. 519-533.
- Billet, Henny H (1990): Hemoglobin and Hematocrit in: H. K. Walker, W. D. Hall & J. W. Hurst (Hrsg.), *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations.*, Boston: Butterworths, S. 718-719.
- Bleich, M. und F. Lang (2019): Integrative renale Funktion und Regulation, in: R. Brandes, F. Lang & R. F. Schmidt (Hrsg.), *Physiologie des Menschen: mit Pathophysiologie*, Aufl. 32, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 420-430.
- Brockhaus Bahai-Religion, [online] <https://www.brockhaus.de/ecs/enzy/article/bahai-religion> [14.02.2020].
- Browne, Richard H. (1995): On the use of a pilot sample for sample size determination, in: *Statistics in Medicine*, Jg. 14, Nr. 17, S. 1933-1940.
- Buchinger, Otto (1935): *Das Heilfasten und seine Hilfsmethoden*, Aufl. 1, Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Buchner, Roswith (2019): 23.5. Verkündigung des Bab: Der Anfang der Bahai-Glaubens, [online] <https://www.br.de/interkulturell/interkultureller-kalender-erklaerung-des-bab-100.html> [26.02.2020].
- Casa, D. J., L. E. Armstrong, S. K. Hillman, S. J. Montain, R. V. Reiff, B. S. Rich, W. O. Roberts und J. A. Stone (2000): National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes, in: *J Athl Train*, Jg. 35, Nr. 2, S. 212-224.
- Chaix, A., A. Zarrinpar, P. Miu und S. Panda (2014): Time-restricted feeding is a preventative and therapeutic intervention against diverse nutritional challenges, in: *Cell Metabolism*, Jg. 20, Nr. 6, S. 991-1005.
- Cheah, S. H., S. L. Ch'Ng, R. Husain und M. T. Duncan (1990): Effects of fasting during Ramadan on urinary excretion in Malaysian Muslims, in: *British Journal of Nutrition*, Jg. 63, Nr. 2, S. 329-337.
- Cheuvront, Samuel N, Brett R Ely, Robert W Kenefick und Michael N Sawka (2010): Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers, in: *The American Journal of Clinical Nutrition*, Jg. 92, Nr. 3, S. 565-573.
- Chobanian, Aram V., George L. Bakris, Henry R. Black, William C. Cushman, Lee A. Green, Jr Izzo, Joseph L., Daniel W. Jones, Barry J. Materson, Suzanne Oparil, Jr Wright, Jackson T., Edward J. Roccella und and the National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee (2003): The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure The JNC 7 Report, in: *JAMA*, Jg. 289, Nr. 19, S. 2560-2571.
- Cochrane Deutschland und Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften - Institut für Medizinisches Wissensmanagement AWMF (2016): *Bewertung des Biasrisikos (Risiko systematischer Fehler) in klinischen Studien: ein Manual für die Leitlinienerstellung*, Bd. 1.
- Cohen, Jacob (1988a): The Analysis of Variance and Covariance, *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, Aufl. 2, United Staates of America: Lawrence Erlbaum Associates, S. 273-406.

- Cohen, Jacob (1988b): The Significance of a Product Moment r_s , *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, Aufl. 2, United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, S. 75-108.
- Curhan, Gary C., Walter C. Willett, Eric B. Rimm und Meir J. Stampfer (1993): A Prospective Study of Dietary Calcium and Other Nutrients and the Risk of Symptomatic Kidney Stones, in: *New England Journal of Medicine*, Jg. 328, Nr. 12, S. 833-838.
- Das Universale Haus der Gerechtigkeit (2000): Einführung, *Kitáb-i-Aqdas*, Hofenheim: Baháí-Verlag GmbH, S. 11-24.
- Dewanti, L., C. Watanabe, Sulistiawati und R. Ohtsuka (2006): Unexpected changes in blood pressure and hematological parameters among fasting and nonfasting workers during Ramadan in Indonesia, in: *European journal of clinical nutrition*, Jg. 60, Nr. 7, S. 877-881.
- DGE, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2018): Heilfasten, Basenfasten, Intervallfasten – ein Überblick, in: *DGEInfo*, Jg. 2018, Nr. 02, S. 18-25.
- Dill, D. B. und D. L. Costill (1974): Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration, in: *Journal of Applied Physiology*, Jg. 37, Nr. 2, S. 247-248.
- Döring, Nicola und Jürgen Bortz (2016): Datenanalyse, *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 597-784.
- Dörner, Klaus (2013): Allgemeine klinische Chemie, *Taschenlehrbuch Klinische Chemie und Hämatologie*, Aufl. 8, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 29-131.
- EFSA, European Food Safety Authority (2010): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water, in: *EFSA Journal*, Jg. 8, Nr. 3, S. 1459-1506.
- Encyclopaedia Britannica, The Editors of (2019): Bahā'ī Faith, [online] <https://www.britannica.com/topic/Bahai-Faith> [26.02.20].
- Everitt, Brian S (2006): *Medical statistics from A to Z: a guide for clinicians and medical students*, Aufl. 2, Cambridge: Cambridge University Press.
- Fakhrzadeh, H., B. Lariiani, M. Sanjari, R. Baradar-Jalili und M.R. Amini (2003): Effect of Ramadan Fasting on Clinical and Biochemical Parameters in Healthy Adults, in: *Annals of Saudi Medicine*, Jg. 23, Nr. 3-4, S. 223-226, doi: 10.5144/0256-4947.2003.223.
- Gabel, K., K. K. Hoddy, N. Haggerty, J. Song, C. M. Kroeger, J. F. Trepanowski, S. Panda und K. A. Varady (2018): Effects of 8-hour time restricted feeding on body weight and metabolic disease risk factors in obese adults: A pilot study, in: *Nutrition and Healthy Aging*, Jg. 4, Nr. 4, S. 345-353.
- Gabel, K., K. K. Hoddy und K. A. Varady (2019): Safety of 8-h time restricted feeding in adults with obesity, in: *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, Jg. 44, Nr. 1, S. 107-109.
- Gill, Shubhroz, Hiep D. Le, Girish C. Melkani und Satchidananda Panda (2015): Time-restricted feeding attenuates age-related cardiac decline in *Drosophila*, in: *Science*, Jg. 347, Nr. 6227, S. 1265-1269.
- Girden, Ellen R. (1992): ANOVA Repeated Measures, *Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-084*, Newbury Park, California: Sage Publications, S. 1-77.
- Greenleaf, John E. (1992): Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration, in: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Jg. 24, Nr. 6, S. 645-656.

- Gressner, Axel M. und Torsten Arndt (2007): C, in: A. M. Gressner & T. Arndt (Hrsg.), *Lexikon der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik: Band 1 Klinische Chemie*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 223-305.
- Güvenç, Alpay (2011): Effects of ramadan fasting on body composition, aerobic performance and lactate, heart rate and perceptual responses in young soccer players, in: *J Hum Kinet*, Jg. 2011, Nr. 29, S. 79-91.
- Hallbach, Jürgen (2011): Präanalytische und analytische Phase, *Klinische Chemie und Hämatologie : biomedizinische Analytik für MTLA und Studium*, Aufl. 3, Stuttgart [u.a.]: Georg Thieme Verlag, S. 1-21.
- Hancock, M. L., D. G. Bichet, G. J. Eckert, L. Bankir, M. A. Wagner und J. H. Pratt (2010): Race, sex, and the regulation of urine osmolality: observations made during water deprivation, in: *American Journal of Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, Jg. 299, Nr. 3, S. 977-980.
- Harvie, Michelle, Claire Wright, Mary Pegington, Debbie McMullan, Ellen Mitchell, Bronwen Martin, Roy G. Cutler, Gareth Evans, Sigrid Whiteside, Stuart Maudsley, Simonetta Camandola, Rui Wang, Olga D. Carlson, Josephine M. Egan, Mark P. Mattson und Anthony Howell (2013): The effect of intermittent energy and carbohydrate restriction v. daily energy restriction on weight loss and metabolic disease risk markers in overweight women, in: *British Journal of Nutrition*, Jg. 110, Nr. 8, S. 1534-1547.
- Hassan, S., F. Hassan, N. Abbas, K. Hassan, N. Khatib, R. Edgim, R. Fadol und K. Khazim (2018): Does Ramadan Fasting Affect Hydration Status and Kidney Function in CKD Patients?, in: *Annals of Nutrition and Metabolism*, Jg. 72, Nr. 3, S. 241-247.
- Hatori, M., C. Vollmers, A. Zarrinpar, L. DiTacchio, E. A. Bushong, S. Gill, M. Leblanc, A. Chaix, M. Joens, J. A. Fitzpatrick, M. H. Ellisman und S. Panda (2012): Time-restricted feeding without reducing caloric intake prevents metabolic diseases in mice fed a high-fat diet, in: *Cell Metabolism*, Jg. 15, Nr. 6, S. 848-860.
- Heileson, Jeffery L und Julianna M Jayne (2019): Validity of Digital and Manual Refractometers for Measuring Urine Specific Gravity During Field Operations: A Brief Report, in: *Military Medicine*, Jg. 184, Nr. 11-12, S. e632-e636.
- Hejaili, F., S. Qurashi, S. Binsalih, M. Jaradt und A. Al Sayyari (2014): Effect of repeated ramadan fasting in the hottest months of the year on renal graft function, in: *Nephro-Urology Monthly*, Jg. 6, Nr. 2, Art. e14362, S. 1-4, doi: 10.5812/numonthly.14362.
- Hertzog, Melody A. (2008): Considerations in determining sample size for pilot studies, in: *Research in Nursing & Health*, Jg. 31, Nr. 2, S. 180-191.
- Hohenegger, M., U. Laminger, P. Om, A. Sadjak, K. Gutmann und M. Vermes (1986): Metabolic Effects of Water Deprivation, in: *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, Jg. 24, Nr. 5, S. 277-282.
- IBM Corporation (2017): SPSS Statistics Subscription - Fehlende Werte, [online] https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/de/SSLVMB_sub/statistics_mainhelp_dd_ita/spss/base/missing_values_container.html [10.06.2020].
- Ibrahim, W. H., H. M. Habib, A. H. Jarrar und S. A. Al Baz (2008): Effect of Ramadan fasting on markers of oxidative stress and serum biochemical markers of cellular damage in healthy subjects, in: *Annals of Nutrition and Metabolism*, Jg. 53, Nr. 3-4, S. 175-181.

- In, Junyong (2017): Introduction of a pilot study, in: *Korean J Anesthesiol*, Jg. 70, Nr. 6, S. 601-605.
- Institute of Medicine (2005): 4 Water, *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*, Washington, DC: The National Academies Press, S. 73-185.
- Kasdallah, Abir Grissa, Bessem Mornagui, Najoua Gharbi, Salem Machghoul und Saloua El-Fazâa (2005): Effets métaboliques et endocriniens de la privation hydrique et/ou alimentaire chez le rat, in: *Comptes Rendus Biologies*, Jg. 328, Nr. 5, S. 463-470.
- Kavouras, Stavros (2002): Assessing hydration status, in: *Current Opinion in Clinical Nutrition and Matabolic Care*, Jg. 5, Nr. 5, S. 519-524.
- Kleiner, Susan M. (1999): Water: An Essential But Overlooked Nutrient, in: *Journal of the American Dietetic Association*, Jg. 99, Nr. 2, S. 200-206.
- Kushner, R. F., D. A. Schoeller, C. R. Fjeld und L. Danford (1992): Is the impedance index (ht²/R) significant in predicting total body water?, in: *American Journal of Clinical Nutrition*, Jg. 56, Nr. 5, S. 835-839.
- Lacey, Jonathan, Jo Corbett, Lui Forni, Lee Hooper, Fintan Hughes, Gary Minto, Charlotte Moss, Susanna Price, Greg Whyte, Tom Woodcock, Michael Mythen und Hugh Montgomery (2019): A multidisciplinary consensus on dehydration: definitions, diagnostic methods and clinical implications, in: *Annals of Medicine*, Jg. 51, Nr. 3-4, S. 232-251.
- Lavrakas, P. J. (2008): Self-Selection Bias in Encyclopedia of Survey Research Methods, [online] <https://methods.sagepub.com/reference/encyclopedia-of-survey-research-methods> [28.09.2020].
- Leiper, J. B. und A. M. Molla (2003): Effects on health of fluid restriction during fasting in Ramadan, in: *European journal of clinical nutrition*, Jg. 57, Nr. Suppl 2, S. 30-38.
- Liebscher, Daniela. 2012. *Auswirkungen religiösen Fastens auf anthropometrische Parameter, Blutfettwerte und Hämodynamik normalgewichtiger gesunder Probanden*. Dissertation, Technische Universität Dresden.
- Longo, Valter D. und Mark P. Mattson (2014): Fasting: molecular mechanisms and clinical applications, in: *Cell metabolism*, Jg. 19, Nr. 2, S. 181-192.
- Lowe, Dylan A., Nancy Wu, Linnea Rohdin-Bibby, A. Holliston Moore, Nisa Kelly, Yong En Liu, Errol Philip, Eric Vittinghoff, Steven B. Heymsfield, Jeffrey E. Olgin, John A. Shepherd und Ethan J. Weiss (2020): Effects of Time-Restricted Eating on Weight Loss and Other Metabolic Parameters in Women and Men With Overweight and Obesity: The TREAT Randomized Clinical Trial, in: *JAMA Internal Medicine*, Jg. 180, Nr. 11, S. 1491-1499.
- Lützner, H. (2018): Fasten als Erlebnis, medizinische Prävention und Therapie - Grundlagen und Methodik, in: R. Stange & C. Leitzmann (Hrsg.), *Ernährung und Fasten als Therapie*, Aufl. 2, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 169-180.
- Ma, Y., B. C. Olendzki, W. Li, A. R. Hafner, D. Chiriboga, J. R. Hebert, M. Campbell, M. Sarnie und I. S. Ockene (2006): Seasonal variation in food intake, physical activity, and body weight in a predominantly overweight population, in: *European journal of clinical nutrition*, Jg. 60, Nr. 4, S. 519-528.
- Manz, F. und A. Wentz (2003): 24-h hydration status: parameters, epidemiology and recommendations, in: *European journal of clinical nutrition*, Jg. 57, Nr. 2, S. 10-18.

- Manz, Friedrich, Simone A. Johner, Andreas Wentz, Heiner Boeing und Thomas Remer (2012): Water balance throughout the adult life span in a German population, in: *British Journal of Nutrition*, Jg. 107, Nr. 11, S. 1673-1681.
- Manz, Friedrich, Andreas Wentz und Wolfgang Sichert-Hellert (2002): The most essential nutrient: Defining the adequate intake of water, in: *The Journal of Pediatrics*, Jg. 141, Nr. 4, S. 587-592.
- Mattson, Mark P. und Ruiqian Wan (2005): Beneficial effects of intermittent fasting and caloric restriction on the cardiovascular and cerebrovascular systems, in: *The Journal of Nutritional Biochemistry*, Jg. 16, Nr. 3, S. 129-137.
- Meinertz, Thomas Prof. Welcher Puls ist normal?, [online] <https://www.herzstiftung.de/ihre-herzgesundheit/das-herz/welcher-puls-ist-normal> [13.08.2020].
- Meo, S. A. und A. Hassan (2015): Physiological changes during fasting in Ramadan, in: *The Journal of the Pakistan Medical Association*, Jg. 65, Nr. 5, S. 6-14.
- Michalsen, Andreas (2018): Aufbruch in der Fastentherapie, in: *Zeitschrift für Komplementärmedizin*, Jg. 10, Nr. 2, S. 10-15.
- Michaud, Dominique S., Donna Spiegelman, Steven K. Clinton, Eric B. Rimm, Gary C. Curhan, Walter C. Willett und Edward L. Giovannucci (1999): Fluid Intake and the Risk of Bladder Cancer in Men, in: *New England Journal of Medicine*, Jg. 340, Nr. 18, S. 1390-1397.
- Miladipour, A. H., N. Shakhssalim, M. Parvin und M. Azadvari (2012): Effect of Ramadan fasting on urinary risk factors for calculus formation, in: *Iranian Journal of Kidney Diseases*, Jg. 6, Nr. 1, S. 33-38.
- Montain, Scott J. und Matthew Ely (2010): *Water Requirements and Soldier Hydration*, United Staates: Borden Institute.
- Moro, Tatiana, Grant Tinsley, Antonino Bianco, Giuseppe Marcolin, Quirico Francesco Pacelli, Giuseppe Battaglia, Antonio Palma, Paulo Gentil, Marco Neri und Antonio Paoli (2016): Effects of eight weeks of time-restricted feeding (16/8) on basal metabolism, maximal strength, body composition, inflammation, and cardiovascular risk factors in resistance-trained males, in: *Journal of Translational Medicine*, Jg. 14, Nr. 1, Art. 290, S. 1-10, doi: 10.1186/s12967-016-1044-0.
- National Institutes of Health (1996): Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement, in: *The American Journal of Clinical Nutrition*, Jg. 64, Nr. 3, S. 524S-532S.
- Neuhauser, H. K., C. Adler, A. S. Rosario, C. Diederichs und U. Ellert (2015): Hypertension prevalence, awareness, treatment and control in Germany 1998 and 2008–11, in: *Journal of Human Hypertension*, Jg. 29, Nr. 4, S. 247-253.
- O'Brien, C., A. J. Young und M. N. Sawka (2002): Bioelectrical Impedance to Estimate Changes in Hydration Status, in: *International Journal of Sports Medicine*, Jg. 23, Nr. 5, S. 361-366.
- Ostrowski, Stéphane, Pascal Mésochina und Joseph B. Williams (2006a): Physiological Adjustments of Sand Gazelles (*Gazella subgutturosa*) to a Boom-or-Bust Economy: Standard Fasting Metabolic Rate, Total Evaporative Water Loss, and Changes in the Sizes of Organs during Food and Water Restriction, in: *Physiological and Biochemical Zoology*, Jg. 79, Nr. 4, S. 810-819.
- Ostrowski, Stéphane, Joseph B. Williams, Pascal Mésochina und Helga Sauerwein (2006b): Physiological acclimation of a desert antelope, Arabian oryx (*Oryx leucoryx*), to long-term

- food and water restriction, in: *Journal of Comparative Physiology B*, Jg. 176, Nr. 3, S. 191-201.
- Papagiannopoulos, I. A., V. I. Sideris, M. Boschmann, O. S. Koutsoni und E. N. Dotsika (2013): Anthropometric, Hemodynamic, Metabolic, and Renal Responses during 5 Days of Food and Water Deprivation, in: *Complementary Medicine Research*, Jg. 20, Nr. 6, S. 427-433.
- Papagiannopoulos-Vatopaidinos, I. E., M. Papagiannopoulou und V. Sideris (2020): Dry Fasting Physiology: Responses to Hypovolemia and Hypertonicity, in: *Complementary Medicine Research*, Jg. 27, Nr. 4, S. 242–251.
- Patterson, Ruth E. und Dorothy D. Sears (2017): Metabolic Effects of Intermittent Fasting, in: *Annual Review of Nutrition*, Jg. 37, Nr. 1, S. 371-393.
- Perrier, Erica T., Inmaculada Buendia-Jimenez, Mariacristina Vecchio, Lawrence E. Armstrong, Ivan Tack und Alexis Klein (2015): Twenty-four-hour urine osmolality as a physiological index of adequate water intake, in: *Disease markers*, Jg. 2015, Art. 231063, S. 1-8, doi: 10.1155/2015/231063.
- Persson, P. (2019): Wasser- und Elektrolyt-Haushalt, in: R. Brandes, F. Lang & R. F. Schmidt (Hrsg.), *Physiologie des Menschen: mit Pathophysiologie*, Aufl. 32, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 431-444.
- Pivarnik, J. M., M. J. Reeves und A. P. Rafferty (2003): Seasonal variation in adult leisure-time physical activity, in: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Jg. 35, Nr. 6, S. 1004-1008.
- Popowski, Leroy A., Robert A Oppliger, G. Patrick Lambert, Ralph F. Johnson, Alan Kim Johnson und Carl V. Gisolfi (2001): Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration, in: *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Jg. 33, Nr. 5, S. 747-753.
- Rasmussen, Helge H. und Lloyd S. Ibels (1982): Acute renal failure multivariate analysis of causes and risk factors, in: *The American Journal of Medicine*, Jg. 73, Nr. 2, S. 211-218.
- Riegelman, Richard K. (2005): 5. Assessment, in: D. Somers & M. M. LaPlante (Hrsg.), *Studying a Study and Testing a Test: How to Read the Medical Evidence*, Aufl. 5, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, S. 25-32.
- Röhrig, Bernd, Jean-Baptist du Prel und Maria Blettner (2009): Studiendesign in der medizinischen Forschung, in: *Deutsches Ärzteblatt*, Jg. 106, Nr. 11, S. 184-189.
- Rosenthal, Robert (1991): *Meta-analytic procedures for social research*, Bd. 6, United States of America: SAGE Publications, Inc.
- Saklayen, Mohammad G. (2018): The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome, in: *Current Hypertension Reports*, Jg. 20, Nr. 2, Art. 12, S. 1-8, doi: 10.1007/s11906-018-0812-z.
- Schmidt, S. T., T. Ditting, B. Deutsch, R. Schutte, S. Friedrich, I. Kistner, C. Ott, U. Raff, R. Veelken und R. E. Schmieder (2015): Circadian rhythm and day to day variability of serum potassium concentration: a pilot study, in: *Journal of Nephrology*, Jg. 28, Nr. 2, S. 165-172.
- Schneuzer, Cord (2019): Wasser- und Elektrolythaushalt, in: J. Braun & A. J. Dormann (Hrsg.), *Klinikleitfaden Innere Medizin*, Aufl. 14, Munich: Urban & Fischer, S. 415-435.
- Schulz, Ralf-Joachim und Susanne Hengstermann (2006): Kapitel 6.3 - Ermittlung der Körperzusammensetzung, in: H. Koula-Jenik, M. Kraft, M. Miko, R.-J. Schulz, O. Adam, E. Baum, M. Brandstätter, M. Burkard, R. Ewert, M. Fischer-Zorn, C. Fusch, S. Friesecke, R. Gellner, E. Heizmann, K. Hengst, U. Hecker, S. Hengstermann, P. Holzhauer, F.

- Jochum, A. Jordan, C. Kling, H. Koula-Jenik, M. Kraft, T. Kucharzik, C. Leitzmann, M. Lerch, C. Maaser, J. Mayerle, M. Miko, A. Pappas, F. Potreck-Rose, M. Raithel, R. Schäfer, A. Schindler, R.-J. Schulz, J. Schulze, E. Shang, R. Siener, K. Stolz, E. Veenaaas, I. v. d. Voort, H. Wallaschofski, M. Weidenhiller, A. Weimann, K. Weiss, T. Werfel, G. Weyel, F. Wilhelmi de Toledo, H. Zorn & G. Zürcher (Hrsg.), *Leitfaden Ernährungsmedizin*, Munich: Urban & Fischer, S. 274-286.
- Schwarz, Julia. 2019. *Einfluss des religiös bedingten Fastens auf die Nachfastenernährung- Auswertung der ernährungsbezogenen Daten der Studie „Fasten in der Bahá’i- Religion“*. Bachelorarbeit, Hochschule Niederrhein.
- Schweda, F. , A. Kurtz und P. Deetjeeen (2013): Wasser- und Salzhushalt, in: E.-J. Speckmann, J. Hescheler, R. Köhling & H. Rintelen (Hrsg.), *Physiologie*, London: Elsevier Health Sciences Germany, S. 515-528.
- Shephard, Roy J. (2012): The Impact of Ramadan Observance upon Athletic Performance, in: *Nutrients*, Jg. 4, Nr. 6, S. 491-505.
- Sherman, H., Y. Genzer, R. Cohen, N. Chapnik, Z. Madar und O. Froy (2012): Timed high-fat diet resets circadian metabolism and prevents obesity, in: *FASEB Journal*, Jg. 26, Nr. 8, S. 3493-3502.
- Shirreffs, S. M. (2000): Markers of hydration status, in: *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Jg. 40, Nr. 1, S. 80-84.
- Shirreffs, S. M. (2003): Markers of hydration status, in: *European journal of clinical nutrition*, Jg. 57, Nr. 2, S. 6-9.
- Silbernagel, Stefan (2012): Regulation des Salz- und Wasserhaushaltes, in: S. Silbernagel & A. Despopoulos (Hrsg.), *Taschenatlas Physiologie*, Aufl. 8, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 178-182.
- Silbernagel, Stefan, Agamemnon Despopoulos und Andreas Draguhn (2018): Wasserhaushalt des Körpers, in: S. Silbernagel, A. Despopoulos & A. Draguhn (Hrsg.), *Taschenatlas Physiologie*, Aufl. 9, Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, S. 190-191.
- Statistisches Bundesamt (2018a): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit - Haushalte und Familien - Ergebnisse des Mikrozensus, [online] https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Publikationen/Downloads-Haushalte/haushalte-familien-2010300187004.pdf?__blob=publicationFile [06.08.2020].
- Statistisches Bundesamt (2018b): Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit - Körpermaße der Bevölkerung 2017, [online] https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes-Verhalten/Publikationen/Downloads-Gesundheitszustand/koerpermasse-5239003179004.pdf?__blob=publicationFile [15.02.2020].
- Statistisches Bundesamt (2019): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen - Inlandsproduktrechnung Lange Reihe ab 1970, [online] https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/inlandsprodukt-lange-reihen-pdf-2180150.pdf?__blob=publicationFile [01.05.2020].

- Stephens, Jeffrey R. und H. Richard Fevold (1993): Biochemical adaptations in the black-tailed prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) during long-term food and water deprivation, in: *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, Jg. 104, Nr. 3, S. 613-618.
- Stiefelhagen, Peter (2018): Die Abklärung einer Anämie ist kein Hexenwerk, in: *MMW - Fortschritte der Medizin*, Jg. 160, Nr. 11, S. 10-11.
- Sutton, Elizabeth F., Robbie Beyl, Kate S. Early, William T. Cefalu, Eric Ravussin und Courtney M. Peterson (2018): Early Time-Restricted Feeding Improves Insulin Sensitivity, Blood Pressure, and Oxidative Stress Even without Weight Loss in Men with Prediabetes, in: *Cell Metabolism*, Jg. 27, Nr. 6, S. 1212-1221.
- Takei, Yoshio, Ray C. Bartolo, Hiroaki Fujihara, Yoichi Ueta und John A. Donald (2012): Water deprivation induces appetite and alters metabolic strategy in *Notomys alexis*: unique mechanisms for water production in the desert, in: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Jg. 279, Nr. 1738, S. 2599-2608.
- Teng, Ying, Shun-Wei Huang, Zhen Li, Qiao-Mei Xie, Man Zhang, Qiu-Yue Lou, Fang Wang und Yan-Feng Zou (2020): Seasonal variation and trends in the Internet searches for losing weight: An infodemiological study, in: *Obesity Research & Clinical Practice*, Jg. 14, Nr. 3, S. 225-233.
- Thabane, Lehana, Jinhui Ma, Rong Chu, Ji Cheng, Afisi Ismaila, Lorena P. Rios, Reid Robson, Marroon Thabane, Lora Giangregorio und Charles H. Goldsmith (2010): A tutorial on pilot studies: the what, why and how, in: *BMC Medical Research Methodology*, Jg. 10, Art. 1, S. 1-10, doi: 10.1186/1471-2288-10-1.
- Tinsley, G. M. und P. M. La Bounty (2015): Effects of intermittent fasting on body composition and clinical health markers in humans, in: *Nutrition Reviews*, Jg. 73, Nr. 10, S. 661-674.
- Towfigh, Stephan A. und Wafa Enayati (2014): *Die Bahá'í Religion - Ein Überblick*, Aufl. 5, Reinbek / München: Lau-Verlag & Handel KG.
- Trabelsi, Khaled, Kais El Abed, John F. Trepanowski, Stephen R. Stannard, Zohra Ghilissi, Hanene Ghazzi, Liwa Masmoudi, Kamel Jammoussi und Ahmed Hakim (2011): Effects of ramadan fasting on biochemical and anthropometric parameters in physically active men, in: *Asian J Sports Med*, Jg. 2, Nr. 3, S. 134-144.
- Trepanowski, John F. und Richard J. Bloomer (2010): The impact of religious fasting on human health, in: *Nutrition Journal*, Jg. 9, Art. 57, S. 1-9, doi: 10.1186/1475-2891-9-57.
- Universität Zürich, UZH (2018a): Einfaktorielle Varianzanalyse, [online] https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/evarianzmessw.html [12.06.2020].
- Universität Zürich, UZH (2018b): Mehrfaktorielle Varianzanalyse (ohne Messwiederholung), [online] https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/mvarianz.html [01.07.2020].
- Universitätsklinikum des Saarlandes Berechnung der Kreatinin-Clearance, [online] https://www.uniklinikum-saarland.de/de/einrichtungen/kliniken_institute/zentrallabor/formeln_und_scores/kreatinin_clearance/ [29.05.2020].

- Veelken, Roland und Tilmann Ditting (2012): 10. Wasser- und Elektrolythaushalt, in: K. Arastéh, H.-W. Baenkler, C. Bieber, R. Brandt & T. T. Chatterjee (Hrsg.), *Duale Reihe Innere Medizin*, Aufl. 3, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 962-982.
- Wan, Ruiqian, Simonetta Camandola und Mark P. Mattson (2003): Intermittent Food Deprivation Improves Cardiovascular and Neuroendocrine Responses to Stress in Rats, in: *The Journal of Nutrition*, Jg. 133, Nr. 6, S. 1921-1929.
- Wellhöner, Jens Peter (2014): Wasser- und Elektrolythaushalt, in: J. Braun & A. J. Dormann (Hrsg.), *Klinikleitfaden Innere Medizin*, München: Urban & Fischer Verlag, S. 414-432.
- Whitehead, Amy L., Steven A. Julious, Cindy L. Cooper und Michael J. Campbell (2016): Estimating the sample size for a pilot randomised trial to minimise the overall trial sample size for the external pilot and main trial for a continuous outcome variable, in: *Stat Methods Med Res*, Jg. 25, Nr. 3, S. 1057-1073.
- WHO, World Health Organization (2017): *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum.*, Aufl. 4, Geneva: World Health Organization.
- WHO, World Health Organization (2020): Obesity and overweight, [online] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [13.08.2020].
- Wilhelmi de Toledo, F., A. Buchinger, H. Burggrabe, M. Gaisbauer, G. Hölz, W. Kronsteiner, C. Kuhn, E. Lischka, N. Lischka, H. Lützner, W. May, D. Melchart, A. Michalsen, H. Müller, E. Peper, K.-L. Resch, M. Ritzmann-Widderich, A. Wessel, H. Wichert und R. Stange (2002): Leitlinien zur Fastentherapie, in: *Forschende Komplementärmedizin Klassischer Naturheilkunde*, Jg. 9, Nr. 3, S. 189-198.
- Wilhelmi de Toledo, Françoise, Andreas Buchinger, Hilmar Burggrabe, Gunter Hölz, Christian Kuhn, Eva Lischka, Norbert Lischka, Hellmut Lützner, Wolfgang May, Martha Ritzmann-Widderich, Rainer Stange, Anna Wessel, Michael Boschmann, Elisabeth Peper und Andreas Michalsen (2013): Fasting Therapy – an Expert Panel Update of the 2002 Consensus Guidelines, in: *Forschende Komplementärmedizin*, Jg. 20, Nr. 6, S. 434-443.
- Ziaee, V., M. Razaee, Z. Ahmadinejad, H. Shaikh, R. Yousefi, L. Yarmohammadi, F. Bozorgi und M. J. Behjati (2006): The changes of metabolic profile and weight during Ramadan fasting, in: *Singapore Medical Journal*, Jg. 47, Nr. 5, S. 409-414.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Caroline Klatte, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema:

Auswirkungen des intermittierenden Trockenfastens auf den Flüssigkeitshaushalt – eine explorative, prospektive Kohortenstudie in der Bahá'í-Gemeinde / *The effects of intermittent dry fasting on the fluid balance - an exploratory prospective cohort study in the Bahá'í Community.*

selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

[Für den Fall, dass Sie die Forschung für Ihre Promotion ganz oder teilweise in Gruppenarbeit durchgeführt haben:] Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Lebenslauf

Caroline Klatte

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Publikationsliste

Publikationen

- 2019 Felicia Kleimeier, Caroline Klatte, Rainer Stange und Daniela Koppold-Liebscher (2019): Fasting: the Switch of Life – Tagungsbericht zum 18. Internationalen Kongress der Ärztesgesellschaft Heilfasten und Ernährung e. V. (ÄGHE), in: *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, Jg. 62, Nr. 11, S. 1384-1390. <https://doi.org/10.1007/s00103-019-03030-9>

Eingereichte Publikationen

- 2020 Daniela Artemis Koppold-Liebscher, Caroline Klatte, Christian S. Kessler, Farid I. Kandil, Andreas Michalsen, Michael Jeitler, Sarah Demmrich, Julia J. Schwarz, Nico Steckhan, Raphaela M. Ring, Barbara Koller, Bharath Ananthasubramaniam, Clemens Eisenmann, Anja Mähler, Michael Boschmann, Achim Kramer, Dimitra Varvarezou: Effects of Bahá'í fasting on hydration, metabolism and circadian clock: a prospective exploratory cohort study, in: *Clinical Nutrition*
- 2020 Anja Mähler, Carmen Jahn, Lars Klug, Caroline Klatte, Andreas Michalsen, Daniela Koppold-Liebscher, Michael Boschmann: Metabolic response to Bahá'í fasting in healthy men, in: *Clinical nutrition*
- 2020 Sarah Demmrich, Daniela Koppold-Liebscher, Caroline Klatte, Nico Steckhan, Raphaela Maria Ring: Effects of Religious Intermittent Dry Fasting on Religious Experience and Mindfulness: A Longitudinal Study among Baha'is, in: *Psychology of Religion and Spirituality*

Danksagung

Mein persönlicher Dank gilt allen, die mich während meiner Dissertation fachlich, finanziell oder in anderer Weise fördernd unterstützt haben.

Dem Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie an der Charité fühle ich mich sehr verbunden - im zugehörigen Zentrum für Naturheilkunde am Immanuel Krankenhaus Berlin wurde ich freundlich und kollegial aufgenommen. Zuspruch, Anerkennung und kritischer Austausch haben den Fortgang meiner Arbeit begleitet und stetig vorangebracht.

Meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Andreas Michalsen, Chefarzt der Abteilung Naturheilkunde am Immanuel Krankenhaus Berlin und Professor für Naturheilkunde der Charité Berlin, und seinem gesamten Team danke ich für die Betreuung. Ich hatte Zugriff auf einen immensen praktischen und wissenschaftlichen Erfahrungsschatz zum Thema Fasten, der meine Forschung qualitativ bereichert hat. Dabei ist die Zusammenarbeit und das wertschätzende Miteinander mit Dr. med. Daniela Liebscher besonders hervorzuheben, ebenso wie der Einsatz von Dr. Farid Ihab Kandil und Miriam Rösner.

Auch für die gute Kooperation mit Dr. med. Michael Boschmann, Dr. rer. medic. Anja Mähler und Gabriele Rahn vom Experimental and Clinical Research Center (ECRC) auf dem Campus Buch danke ich. Den zugewandten, fundierten Diskurs weiß ich zu schätzen.

Die präzise laboratoriumsmedizinische Arbeit vom Labor Berlin mit ihren Untersuchungen und Analysen bildet die Grundlage meiner Dissertation. Die verantwortliche Studienkoordinatorin Andrea Schoenknecht stand mir dabei verlässlich zur Seite. Der Bahá'í-Gemeinde in Deutschland danke ich von Herzen für die Bereitschaft, während ihrer Fastenzeit als Probanden und Probandinnen zur Verfügung zu stehen und Fragebögen zu beantworten. Einige der Antworten wurden auch von Dr. phil. Sarah Demmrich (verh. Kaboğan) am Lehrstuhl für Religionspsychologie der Universität Münster ausgewertet.

Als besonders fruchtbare Verbindung habe ich den Kontakt zu Dr. rer. medic. Beate Stock-Schröer und Dr. phil. Dagmar Bruss empfunden. Ihr großes Fachwissen in den Bereichen der wissenschaftlichen Argumentation, Sprache und Text haben mich stets inspiriert und meine Arbeit verbessert.

Vielen Dank dafür. Auch bei allen offiziellen Stellen der Charité Berlin, etwa der Statistikberatung durch Dr. Dörte Huscher, war ich bestens aufgehoben und ich stieß immer auf große Bereitschaft, meine offenen Fragen zu beantworten und eine Lösung zu finden.

Die finanzielle Unterstützung der Karl und Veronica Carstens Stiftung im Rahmen des Promotionsstipendium sowie die Förderung für Studierende der Studienstiftung des Deutschen Volkes waren eine wichtige Entlastung für mich.

Und zu guter Letzt verbindet mich ein außerordentliches Gefühl der Dankbarkeit mit meinen Freunden und Freundinnen sowie mit meiner Familie, die auf unterschiedlichste Weise immer für mich da waren und sich für mich nach Kräften engagiert haben.

Bescheinigung Statistik



CharitéCentrum für Human- und Gesundheitswissenschaften

Charité | Campus Charité Mitte | 10117 Berlin

Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie (IBiKE)

Direktor: Prof. Dr. Geraldine Rauch

Name, Vorname: Klatte, Caroline

Emailadresse: Caroline.Klatte@charite.de

Matrikelnummer: 221478

PromotionsbetreuerIn: Prof. Dr. Andreas Michalsen

Promotionsinstitution/ Klinik: CC01 Medizinische Klinik m.S.

Allgemeinmedizin, Naturheilkunde - Hochschulambulanz

Postanschrift:
Charitéplatz 1 | 10117 Berlin
Besucheranschrift:
Reinhardtstr. 58 | 10117 Berlin

Tel. +49 (0)30 450 562171
geraldine.rauch@charite.de
<https://biometrie.charite.de/>



Bescheinigung

Hiermit bescheinige ich, dass Frau Caroline Klatte innerhalb der Service Unit Biometrie des Instituts für Biometrie und klinische Epidemiologie (IBiKE) bei mir eine statistische Beratung zu einem Promotionsvorhaben wahrgenommen hat. Folgende Beratungstermine im Rahmen der Statistikambulanz wurden wahrgenommen:

- Termin 1: 06.09.2019
- Termin 2: 17.09.2019
- Termin 3: 04.06.2020
- Beratungen per Email: 30.06.2020, 16.07.2020, 03.08.2020

Folgende wesentliche Ratschläge hinsichtlich einer sinnvollen Auswertung und Interpretation der Daten wurden während der Beratung erteilt:

- Wahl deskriptiver Maße, Auswertungsverfahren, Schätzung von Effektgrößen, Anwendung von ANOVA und Friedman-Test, Repeated-Measures-Analyse
- Umgang mit fehlenden Werten, multiples Imputieren fehlender Daten
- Interpretation der selbst erstellten Auswertungen

Diese Bescheinigung garantiert nicht die richtige Umsetzung der in der Beratung gemachten Vorschläge, die korrekte Durchführung der empfohlenen statistischen Verfahren und die richtige Darstellung und Interpretation der Ergebnisse. Die Verantwortung hierfür obliegt allein dem Promovierenden. Das Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie übernimmt hierfür keine Haftung.

Datum: 07.12.2020



Unterschrift BeraterIn, Institutsstempel

Name des Beraters/ der Beraterin: Dr. Dörte Huscher
UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN
Institut für Biometrie und Klinische Epidemiologie
Campus Charité Mitte
Charitéplatz 1 | D-10117 Berlin
Besucheranschrift: Rahel-Hirsch-Weg 5