



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Ernährungserhebungen in klinischen Studien -

Grenzen und Möglichkeiten: Analyse anhand eines Praxisbeispiels”

verfasst von / submitted by

Dr. med. univ. Anna Stangl, Bakk. rer. nat.

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2022 / Vienna 2022

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

A 066 838

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

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Priv.-Doz. Dr. Karin Schindler

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen wurden als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüferin/ keinem anderen Prüfer als Prüfungsleistung eingereicht.

Wien, _____

Danksagung

In erster Linie möchte ich mich bei meinen beiden Betreuerinnen Mag. Tamara Ranzenberger-Haider und Priv.-Doz. Dr. Karin Schindler bedanken. Sowohl die Unterstützung bei Fragen als auch der zur Verfügung gestellt Freiraum zur Einarbeitung meiner eigenen Ideen hat mich in meinem wissenschaftlichen Denken wesentlich bereichert.

Des Weiteren möchte ich mich bei Univ. Prof. Dr. Michael Krebs für seine konstruktive Kritik und Hilfe bei jeglicher Art wissenschaftlicher Fragen im Rahmen meines Praktikums an der Endokrinologischen Abteilung des AKH Wien bedanken. Besonderer Dank gilt außerdem Dr. med. univ. Sabina Smajis für die Erlaubnis, Studiendaten und deren Auswertung in meiner Masterarbeit zu verwenden.

Zu guter Letzt möchte ich mich noch herzlichst bei meinem Freund und meiner Familie für deren Unterstützung und Geduld in den letzten Monaten und Jahren bedanken.

Danke!

Zusammenfassung

Ernährungserhebungen sind ein wesentlicher Bestandteil von ernährungswissenschaftlichen und epidemiologischen Studien. Da es einen erwiesenen Zusammenhang zwischen Ernährung und Krankheiten gibt, sind sie aber auch in klinischen und pharmakologischen Studien relevant.

Ziel dieser Masterarbeit ist es einen Überblick über Erhebungsmethoden zu geben, sowie deren praktische Anwendung zu analysieren. Dazu wurde das Freiburger Ernährungsprotokoll einer klinischen Studie ausgewertet sowie eine kleine Pilotstudie zur Portionsgrößenevaluierung mittels Fotodokumentation durchgeführt. Des Weiteren wurde ein Fragebogen zur praktischen Anwendung des Wiener Ernährungsprotokolls (WEP) analysiert.

Unsere klinische Studie zeigt, dass die Energieaufnahme einzelner Personen von Woche zu Woche statistisch signifikant schwankt. Das Führen des WEP ist mit einem täglichen Zeitaufwand von 15-30 Minuten aufwendiger als in der Literatur angegeben. Die im WEP ermittelte Gesamtenergiezufuhr weicht nach Korrektur der Portionsgrößen nicht signifikant ab. Obwohl die Fettaufnahme nach der Korrektur leicht steigt, unterscheidet sich die Makronährstoff-Zusammensetzung nicht signifikant. Subjektiv haben die Studienteilnehmer- und teilnehmerinnen ihr Ernährungsverhalten nicht verändert, jedoch mehr über ihre Ernährung nachgedacht und „einfachere Speisen“ konsumiert.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass Ernährungsprotokolle vorsichtig zu interpretieren sind, da sowohl Fehlangaben als auch die „day-to-day variation“ zu Misreporting führen können. Wichtig ist es, einen Kompromiss zwischen Auswertungsaufwand und Belastung für die Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen zu finden. Die Auswahl der richtigen Methode sollte an die Studienziele und finanziellen Ressourcen angepasst werden. Zusammenfassend stellt das Wiener Ernährungsprotokoll eine aussagekräftige Möglichkeit dar, um die Ernährung von Probanden und Probandinnen klinischer Studien zu erfassen. Die Integration und Weiterentwicklung moderner Technologien und elektronischer Erhebungsmethoden ist essenziell um schlussendlich eine effizientere Erfassung, Auswertung und Nutzerfreundlichkeit zu erreichen.

Abstract

Food records are a fundamental part in epidemiological and dietary studies. However, the relevance of food records should not be underestimated in clinical and pharmacological surveys, as there is a well-known relationship between diet and diseases.

The aim of this thesis is providing a general overview of food record methods and assessing their practical applicability. The Freiburg food record was assessed and a portion size evaluation using photo-documentation was conducted. Moreover, a questionnaire on the real-life application of the Vienna food record was investigated.

The results of our clinical study show that the energy intake of individuals varies significantly from week to week. Completion of the Vienna food record required 15-30 minutes per day, which is more time-consuming than reported in the literature. The total energy intake does not differ significantly after correction of portion sizes. Although fat intake increased slightly after correction, macronutrient composition did not differ significantly. Study participants did not change their dietary behavior throughout the study but reflected more on their diet and consumed "simpler meals."

The results of our study show that dietary protocols should be interpreted with caution, as both incorrect documentation and day-to-day variation lead to misreporting. Balancing the evaluation effort and the burden to study participants is essential. Furthermore, the study objectives and budget resources must be considered when selecting the appropriate method. In summary, the Vienna Food Record is a reliable way to assess participants' dietary intake. Still, the integration and further development of modern technologies may help to further improve efficient data collection, interpretation and user-friendliness.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	I
Danksagung	III
Zusammenfassung	V
Abstract	VII
1. Einleitung und Zielsetzung.....	1
1.1 Was sind Ernährungserhebungen?.....	1
1.2 Geschichte der Ernährungserhebungen	1
1.2 Warum sind Ernährungserhebungen wichtig?.....	1
1.4 Fragestellungen der Masterarbeit	2
Hauptfragestellung	2
Nebenfragestellungen	2
2. Literaturrecherche.....	3
2.1 Methoden zur Erhebung der oralen Nahrungsaufnahme in der Ernährungswissenschaft.....	3
2.1.1 Direkte retrospektive Methoden	4
2.1.2 Direkte prospektive Methoden.....	6
2.1.3 Indirekte Methoden	7
2.1.4 Technologisch unterstütztes Führen von Ernährungsprotokollen.....	8
2.2 Ernährungserhebungen in klinischen Studien	11
2.3 Auswahl der Erhebungsmethode in Studien.....	12
2.4 Grundlagen zu Energiebedarf, Nährstoffbedarf und Energieverbrauch	13
2.4.1 Energiebedarf	13
2.4.2 Nährstoffbedarf	14
2.4.3 Grundumsatz	14
2.4.4 Körperliche Aktivität	15
2.4.5 Nahrungsinduzierte Thermogenese	18
2.5 Auswertung von Ernährungserhebungen.....	19
2.5.1 Systematik.....	19
2.5.2 Computerprogramme zur Auswertung	20
2.5.3 Nährwerttabellen und Interpretation der Ergebnisse	21
2.6 Misreporting	21

2.6.1 Misreporting von Makro- und Mikronährstoffzufuhr.....	24
2.6.2 Portionsgröße als Einflussfaktor auf Misreporting.....	24
2.6.3 Einfluss psychologischer Faktoren auf Misreporting	26
2.7 Methoden zur Bestimmung von Over- und Underreporting	27
2.7.1 Individuelle Berechnung oder Messung des Energieumsatz	27
2.7.2 Goldberg-Cut-Off	28
2.7.3 Weitere Methoden	31
3. Material und Methoden.....	32
3.1 Literaturrecherche	32
3.2 Auswertung des Ernährungsprotokolls einer klinischen Studie.....	32
3.2.1 Ziel der Studie.....	32
3.2.2 Studienpopulation.....	33
3.2.3 Studiendesign.....	33
3.2.4 Auswertung der Ernährungsprotokolle.....	34
3.2.5 Erfassung und Auswertung der Körperlichen Aktivität	34
3.2.6 Test auf Over- und Underreporting	35
3.3 Pilotstudie zur Anwendbarkeit eines vereinfachten Ernährungsprotokolls in klinischen Studien.....	36
3.3.1 Studienpopulation.....	36
3.3.2 Ernährungserhebung	36
3.3.3 Validierung der Portionsgrößen mittels Fotodokumentation	37
3.3.4 Erfassung des PAL	38
3.3.5 Erhebung von Einflussfaktoren und Anwendung des WEP mittels Fragebogen	38
3.3.6 Auswertung der Ernährungsprotokolle.....	39
3.3.7 Auswertung des Fragebogens zu psychologischen Einflussfaktoren	39
3.4 Statistische Analyse.....	39
4. Ergebnisse	40
4.1 Auswertung des Ernährungsprotokolls einer klinischen Studie.....	40
4.1.1 Demographische Daten der Studienpopulation	40
4.1.2 Ernährungsprotokolle	40
4.1.3 Gewichtsveränderungen der Studienteilnehmer und – teilnehmerinnen durch zusätzliche Fruktoseaufnahme	44
4.1.4 Körperliche Aktivität	45

4.1.5 Test auf Over und Underreporting	46
4.2 Pilotstudie zur Anwendbarkeit eines vereinfachten Ernährungsprotokolls in klinischen Studien	47
4.2.1 Demographische Daten der Studienpopulation	47
4.2.2 Ernährungsprotokolle.....	47
4.2.2.1 Gesamtenergieaufnahme	47
4.2.2.2 Makronährstoffaufnahme.....	49
4.2.3 Fragebogen.....	51
5. Diskussion	56
5.1 Ernährungsprotokolle	56
5.2 Misreporting	60
5.3 Portionsgrößen.....	62
5.4 Day-to-day Variation.....	64
5.5 Besonderheiten von Ernährungserhebungen in klinischen Studien	65
5.6 Gewichtsveränderungen der Probanden und Probandinnen aus der Fruktose-Studie...	66
5.7 Limitationen	66
6. Schlussfolgerung und Ausblick.....	68
7. Literatur	70
8. Abkürzungsverzeichnis	82
9. Abbildungsverzeichnis	84
10. Tabellenverzeichnis.....	85
11. Anhang	86
11.1 Freiburger Ernährungsprotokoll	86
11.2 Wiener Ernährungsprotokoll	88
11.4 Anleitung Wiener Ernährungsprotokoll	93
11.5 Einverständniserklärung Pilotstudie	94
11.6 Erklärung Bilderrechte	95

1. Einleitung und Zielsetzung

1.1 Was sind Ernährungserhebungen?

Eine Ernährungserhebung ist die Erfassung und Aufzeichnung der vollständigen Nahrungszufuhr eines Individuums über einen bestimmten Zeitraum. Zur Ernährung werden in der Regel alle oral zugeführten Speisen, Lebensmittel, Getränke und Nahrungsergänzungsmittel gezählt. [1]

1.2 Geschichte der Ernährungserhebungen

Die ersten wissenschaftlichen Erhebungen zu Ernährungsgewohnheiten wurden Anfang des 20. Jahrhunderts durchgeführt. Initial wurde in den 1930er und 1940er Jahren analog zur Krankengeschichte, die Ernährungsgeschichte erhoben [3]. Anfangs dienten sie der Informationsgewinnung für die klinische Praxis und die Datengewinnung erfolgte vorwiegend retrospektiv. Erst mit der Zeit wurden Ernährungserhebungen auch prospektiv erhoben und für wissenschaftliche und epidemiologische Zwecke eingesetzt. Die ersten Validierungen mittels Biomarkern, wie doppelt markiertes Wasser oder Messung der Harnstoffausscheidung, fanden zu Beginn der 1980er und 1990er Jahre statt und trugen wesentlich zur Weiterentwicklung von Ernährungsprotokollen bei. [1, 2]

1.2 Warum sind Ernährungserhebungen wichtig?

In Ernährungserhebungen werden Essgewohnheiten und Nährstoffaufnahme einzelner Personen oder ganzer Bevölkerungsgruppen aufgezeichnet. Durch genaue Protokollführung der Nahrungsaufnahme kann die Zufuhr von Makro- und Mikronährstoffen sowie der Ernährungsstatus einzelner Personen bzw. Personengruppen abgeschätzt werden [1]. Ein Einblick in die Art und Menge der verzehrten Lebensmittel ist wichtig, um Zusammenhänge zwischen Ernährung und Gesundheit bzw. Ernährung und Krankheit zu erhalten. Forschung auf diesem Gebiet ist notwendig, um ernährungstherapeutische Interventionen zu planen und in weiterer Folge deren Therapieerfolg evaluieren zu können. Auch in der medizinischen Forschung ist die Erfassung der Ernährung wichtig, da sich Lebensmittel und Gesundheit bzw. Krankheit

gegenseitig beeinflussen. Nahrungsbestandteile können wichtige Störfaktoren darstellen und sollten immer miterhoben werden [3, 4]. Gut geführte Ernährungsprotokolle können außerdem von medizinischem Personal zur Überwachung von Diätvorschriften oder als Hilfestellung bei der Gewichtskontrolle eingesetzt werden [5]. Die detaillierte Erfassung von Ernährung und körperlicher Aktivität ist essenziell für qualitativ hochwertige Forschung in den Bereichen Public Health, Ernährungs- und Sportwissenschaft [6–9].

Weiters dienen Ernährungserhebungen dem Informationsgewinn auf sozialpolitischer und internationaler Ebene, indem Unterschiede zwischen Ländern, Regionen, Kontinenten oder Kulturen erforscht werden können. Damit liefern sie die Grundlage zur Etablierung ernährungspolitischer Maßnahmen [10].

Genaue und vor allem korrekte Informationen über die Nahrungsaufnahme einzelner Individuen oder ganzer Populationen sind häufig schwer zu erhalten, da sie vorwiegend auf Selbstauskünften beruhen und mit großen Fehlern einhergehen können [11, 12].

1.4 Fragestellungen der Masterarbeit

Hauptfragestellung:

Wie sollten Ernährungserhebungen in nicht-ernährungsbasierten klinischen Studien designet werden, um eine gute Compliance zu erreichen und aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten?

Nebenfragestellungen:

Welche Art von Ernährungserhebungen gibt es?

Wie kann auf Over- und Underreporting getestet werden?

Wird das Ernährungsverhalten durch Führen eines Protokolls beeinflusst?

Auswertung von Ernährungsprotokollen: Welche Probleme ergeben sich und wodurch könnten diese verbessert werden?

2. Literaturrecherche

2.1 Methoden zur Erhebung der oralen Nahrungsaufnahme in der Ernährungswissenschaft

Ernährungserhebungen können entweder analog oder mit Hilfe technischer Hilfsmittel durchgeführt werden. Vor allem bei der Auswertung von wissenschaftlich geführten Ernährungsprotokollen ist die Verwendung von Computersoftware heutzutage ein essenzieller Bestandteil. Durch Integration der modernen Technik kann vor allem die Effizienz und Qualität von Ernährungserhebungen gesteigert werden [13].

Grundlegend unterscheidet man zwischen direkten und indirekten Erhebungsmethoden. Zu den indirekten Methoden zählen Nahrungsmittelbilanzen auf Haushalts-, Gemeinde- oder Landesebene. Bei den direkten Methoden wird zwischen retrospektiver und prospektiver Datenerhebung unterschieden (siehe Abbildung 1). Hierbei können die Erhebungen entweder qualitativ oder quantitativ sein. Bei quantitativen Methoden wird die Menge mittels Abwiegens oder Abschätzen bestimmt und bei qualitativen Methoden werden nur die Art und Qualität der Lebensmittel erhoben. [1, 14]

Tabelle 1 stellt einen Überblick der häufigsten Methoden mit deren Vor- und Nachteilen dar.

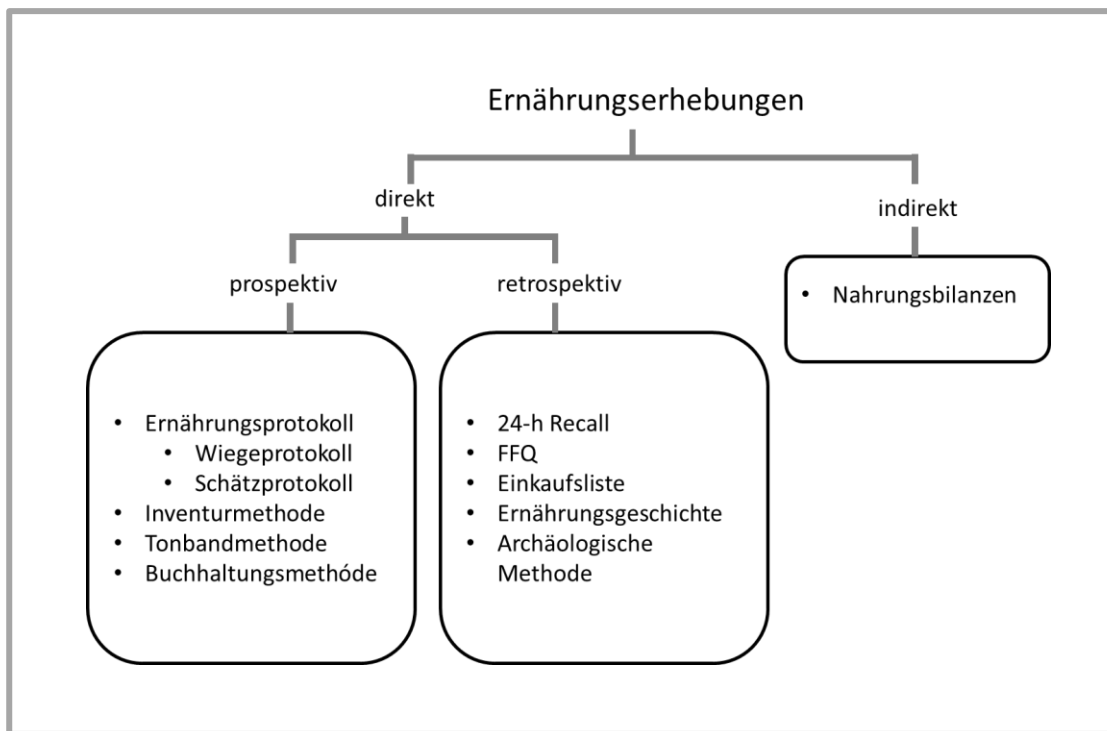


Abbildung 1. Methoden der Ernährungserhebungen (modifiziert nach [14]). Man unterscheidet zwischen direkten und indirekten Erhebungsmethoden. Die direkte Erhebungsmethoden können wiederum in retrospektive und prospektive Methoden eingeteilt werden.

2.1.1 Direkte retrospektive Methoden

Für detailliertere Analysen der retrospektiven Methoden werden meistens die letzten 24 Stunden herangezogen, während zur Erhebung allgemeiner Verzehrsgewohnheiten längere Zeiträume dienen. Durch die nachträgliche Aufzeichnung wird das Ernährungsverhalten nicht beeinflusst, wodurch dies als Fehlerquelle vermieden werden kann. Aufgrund von eingeschränktem Erinnerungsvermögen oder psychologischen Faktoren (siehe unter 2.6 Misreporting) können bei dieser Methode Falschangaben aber nicht ausgeschlossen werden. [14]

2.1.1.1 24-Stunden Befragung

Bei der 24-Stunden Befragung werden Personen im Idealfall ohne Vorankündigung zu ihrer Nahrungsaufnahme in den letzten 24 Stunden befragt. Es werden alle verzehrten Lebensmittel inklusive Getränke erfasst. Die Mengenangabe erfolgt meist in üblichen Portionsgrößen und die Auswertung mittels computerbasierter Datenbanken. 24-Stunden Befragungen sind schnell und einfach durchführbar und beeinflussen das aktuelle Ernährungsverhalten nicht, wodurch sie zu den

am häufigsten verwendeten quantitativen Protokollen zählen. Um eine bessere Datenqualität zu erzielen und auch Tagesschwankungen in die Auswertung miteinzubeziehen kann jeweils an mehreren voneinander unabhängigen Tagen eine Erhebung durchgeführt werden. Meist werden persönliche oder telefonische Interviews geführt, wodurch sich diese Methode auch für größerer Kollektive eignet. Fehleinschätzungen der Portionsgrößen und beabsichtigte oder unbeabsichtigte Fehlangaben sind die größten Fehlerquellen. [1, 14]

2.1.1.2 Fragebogenmethode (Food Frequency Questionnaire, FFQ)

Die allgemeinen Ernährungs- und Verzehrsgewohnheiten von Personen werden mit Fragebögen erfasst. Dabei wird in erster Linie die Qualität der Ernährung erhoben. Die Einteilung erfolgt nach Häufigkeit der verzehrten Lebensmittel und Lebensmittelgruppen, wie z.B. Vollkornbrot, Weißbrot, Fisch, Geflügel, Nüsse, Gemüse oder Obst. Die Fragebögen (Food Frequency Questionnaire, FFQ) können entweder zu Hause ausgefüllt oder von einem Interviewer direkt abgefragt werden. Durch den unkomplizierten Aufbau lässt sich diese Methode bei großen Kollektiven anwenden und eignet sich zur Erforschung von Zusammenhängen zwischen Ernährung und Krankheiten. [14]

2.1.1.3 Einkaufslisten

Durch die Auswertung von Einkaufslisten einer Person oder eines Haushalts wird die Menge und Art der verzehrten Lebensmittel für einen definierten Zeitraum abgeschätzt. Dadurch können typische Ernährungsmuster erfasst und Ernährungsgewohnheiten abgeschätzt werden. [14]

2.1.1.4 Ernährungsgeschichte

Die Ernährungsgeschichte wurde erstmals 1947 als wissenschaftliche Erhebungsmethode publiziert [15]. Klassischerweise gliedert sich in drei Teile: ein Ernährungsprotokoll über 2-3 Tage bzw. eine 24-Stunden Befragung, spezifische Fragen zu Ernährungsgewohnheiten und die Erfassung von Verzehrshäufigkeiten. Es handelt sich hierbei ebenso um eine retrospektive Methode, bei der vor allem Informationen zu Ernährungsgewohnheiten und -defiziten von Bevölkerungsgruppen oder auch Einzelpersonen gewonnen werden können. Sie kommen vorwiegend im klinischen Bereich zum Einsatz um Zusammenhänge zwischen Gesundheit, Krankheit und Ernährungsverhalten zu evaluieren. Durch die Erfassung über einen längeren Zeitraum werden auch Lebensmittel, welche weniger häufig verzehrt werden erfasst. Allerdings ist die Datenqualität stark vom Interviewer und dem Erinnerungsvermögen der teilnehmenden

Personen abhängig. Die Beschreibung der Portionsgrößen ist oft schwierig und fehlerhaft und der genaue Zeitraum der Nahrungsaufnahme nur schwer zu definieren. Oft werden, aufgrund mangelnder Erinnerungen, die Ernährungsgewohnheiten der Vergangenheit durch das aktuelle Ernährungsverhalten ersetzt. Die Auswertung ist sehr zeit- und kostenaufwendig, weshalb die Erhebung der Ernährungsgeschichte für größere Studien nicht anwendbar ist. [2, 14]

2.1.1.5 Archäologische Methode

Über den Abfall eines Haushaltes werden Rückschlüsse auf das Ernährungsverhalten und die verzehrten Lebensmittel gezogen. Es werden Verpackungsmaterial, Einkaufsrechnungen, sowie Speisereste gesammelt. Diese Methode ist für die einzelnen Personen bzw. den Haushalt mit keinem Mehraufwand verbunden, während die Auswertung sehr zeit- und kostenintensiv ist. [14]

2.1.2 Direkte prospektive Methoden

2.1.2.1 Wiegeprotokoll

Die fertig zubereiteten Speisen oder einzelne Lebensmittel werden abgewogen und genau protokolliert, wodurch gute und detaillierte Angaben zu Energie- und Nährstoffzufuhr möglich sind. Die Methode ist aufgrund des Mehraufwands allerdings sowohl teuer in der Auswertung als auch belastend für die teilnehmenden Personen. Durch das Führen eines Protokolls werden häufig die Essgewohnheiten verändert und außer Haus verzehrte Lebensmittel nur ungenau erfasst. [14]

2.1.2.2 Schätzprotokoll

Verzehrte Lebensmittel und Gerichte werden in haushaltsüblichen Mengenmaßen (wie Teller, Esslöffel, Teelöffel, etc.) zeitnahe dokumentiert. Diese Methode ist relativ genau und geht mit einer geringeren Belastung als das Wiegeprotokoll einher. Fehlangaben sind vor allem durch eine Beeinflussung von Essgewohnheiten und eine ungenaue Definition der Portionsgrößen möglich. [14]

2.1.2.3 Das Freiburger/Wiener Ernährungsprotokoll als vereinfachte Variante des Schätzprotokolls

Das Freiburger bzw. Wiener Ernährungsprotokoll ist eine prospektive Methode mit vorgegebenen Lebensmitteln, Speisen und Getränken in üblichen Portionsgrößen. Mit einem Strich-System wird die Anzahl an Portionen eingetragen. Lebensmittel oder Speisen, welche nicht in der Tabelle vorhanden sind, können händisch am Ende des Protokolls hinzugefügt werden. Der Unterschied zwischen den beiden Versionen liegt in den angeführten Lebensmitteln, welche entweder für Deutschland (Freiburger Protokoll) oder Österreich (Wiener Protokoll) angepasst wurden.

2.1.2.4 Inventurmethode

Bei der Inventurmethode werden alle in einem Haushalt verbrauchten Lebensmittel abzüglich der Reste und Abfälle notiert. Dabei werden die Lebensmittelvorräte und die Anzahl der essenden Personen in die Auswertung miteinbezogen. [14]

2.1.2.5 Tonbandmethode

Der aktuelle Nahrungsverzehr wird auf Tonband aufgenommen und im Nachhinein durch das Studienpersonal schriftlich festgehalten und ausgewertet. Durch die unkomplizierte Datenaufzeichnung kommt es zu einer geringen Belastung für die einzelnen Personen, jedoch gestaltet sich die Auswertung zeit- und kostenintensiv. [14]

2.1.2.6 Buchhaltungsmethode

Art, Menge und Herkunft der verbrauchten Lebensmittel (innerhalb eines Haushalts oder Institutionen) werden dokumentiert. Dadurch wird der Vergleich mehrerer Haushalte oder Institutionen möglich, die Methode ist aber sehr ungenau. [14]

2.1.3 Indirekte Methoden

Bei den indirekten Methoden werden Nahrungsbilanzen herangezogen, bei welchen im Gegensatz zu den direkten Methoden die Informationen nicht von Einzelpersonen oder Personengruppen gewonnen werden, sondern sich über den Nahrungsverbrauch eines gesamten Landes oder Kontinents berechnen. Sie sind kostengünstig und eignen sich in erster Linie für internationale Vergleiche. Dabei werden Daten zu Produktion, zum Vertrieb und der Verarbeitung von

Lebensmitteln für einen bestimmten Zeitraum gesammelt und statistisch ausgewertet. Anhand dieser Daten können Rückschlüsse auf die Versorgungssituation von Personengruppen gezogen und der Pro-Kopf-Verbrauch (= wie viele Lebensmittel pro Person in einem bestimmten Kollektiv verbraucht werden) ermittelt werden. Ein wesentlicher Nachteil der indirekten Methoden ist, dass weder der tatsächliche Verzehr noch die Verteilung der Lebensmittel innerhalb einer Population unterschieden werden. [14]

2.1.4 Technologisch unterstütztes Führen von Ernährungsprotokollen

Technologisch basierte Erhebungsmodelle können in 5 Kategorien eingeteilt werden, wobei diese im Wesentlichen eine digitale Version der konventionellen Ernährungsprotokolle darstellen [16]:

- Persönlicher, digitaler Assistent
- fotobasierte Methoden (z.B. Digitalkameras)
- mobiltelefonbasierte Technologien
- computer- und internetbasierte Technologien
- Technologien mit integriertem Scanner oder Sensor (z.B. Barcodescanner)

Vor allem die moderne Software ist bei der Auswertung von Ernährungsprotokollen schon lange unabdingbar. In Zusammenhang mit weiteren technologischen Methoden wird jedoch nicht nur die Auswertung, sondern auch die Erfassung von Ernährungsprotokollen wesentlich erleichtert [14]. Kamera-unterstützte Ernährungsprotokolle können die Last des Protokollführens mindern und so auf einfache Art und Weise Ernährungsinformationen sammeln. Ebenso wird der Fehler durch Portionsgrößen-Fehleinschätzungen reduziert und durch eine computerbasierte Auswertung ist die Methode sehr kosten- und zeiteffizient [17]. Aktuelle Beispiele zu modernen Methoden sind automatisierte 24-Stunden Befragungen, digital erfasste Ernährungsprotokolle und computergestützte FFQs. Hinzu kommen Foto-assistierte und Foto-basierte Erhebungen, bei denen zuerst ein Foto von der gesamten Mahlzeit gemacht wird und anschließend eventuelle Reste auf dem Teller ebenfalls dokumentiert werden. Außerdem gibt es auch Kombinationen von Spracherkennung und Fotodokumentation [18].

Aufgrund der weiten Verbreitung und hohen Akzeptanz sind vor allem Smartphones als Erhebungstools aktuell auf dem Vormarsch. Im Wesentlichen unterscheidet man zwischen

akademischen und verbraucherbasierten Applikationen, wobei das Angebot von zweiteren größer ist. Akademische Applikationen werden von Ernährungsexperten entwickelt und sind dadurch zuverlässige und wissenschaftlich validierte Programme. Verbraucherbasierte Applikationen werden vorwiegend von privaten Anbietern entwickelt und sind zur allgemeinen Anwendung in der Bevölkerung konzipiert. Hierzu gehören zum Beispiel das „Assisted Dietary Assessment“ [19], die „DietCam“ [20] und „My Meal Mate“ [21]. Eine weitere validierte und international verbreitete Applikation ist „Mein Fitness Pal“ (siehe Abbildung 2) [22]. Vor allem im Hinblick auf die Gesamtenergieaufnahme wurden hiermit gute Ergebnisse mit einem leichten Trend zu Unterschätzung erzielt. Das Tool „MyFoodRepo“, welches entweder durch Erstellen einer Fotos oder Einscannen des Barcodes Nährwertberechnungen anstellt, hat bereits gute Ergebnisse zur Einschätzung des Ernährungsverhalten gezeigt, jedoch im Hinblick auf die Gesamtenergieaufnahme und Makronährstoffzufuhr waren die Ergebnisse nicht mit jenen des Wiegeprotokolls vergleichbar [23]. Weitere, nur auf Fotos basierende Applikationen, wie „Snap-n-eat“ [24] oder „baby mFR“ [25] wurden wissenschaftlich noch nicht validiert. Die Applikation „baby mFR“ konnte in einer Studie bereits gute Ergebnisse bei der Anwendbarkeit erzielen und ist die erste Smartphone Applikation, welche zur Erfassung der Ernährung von Kleinkindern im Alter von 3 – 12 Monaten konzipiert wurde [25].

Ein rezent Review [26] beschreibt und analysiert den rasanten Zuwachs an neuen technologischen Erfassungsmethoden. Demnach bevorzugen in der praktischen Anwendung viele Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen die digitale Version gegenüber der Papierform. Laut dem Review war der Großteil der technologisch unterstützten Ernährungserhebungen in Studien das selbstgeführte Protokoll. Von allen analysierten Programmen konnten 65 % der Erhebungstools direkt durch Integration von Datenbanken automatisch Energie oder Nährstoffzufuhr errechnen. Weniger als 50 % der Applikationen enthielten Funktionen zur individuellen Anpassung und nur etwa die Hälfte erstellte automatische Berichte.

Die praktische Anwendung von technologisch gestützten Ernährungsprotokollen ist sehr vielseitig. Einerseits werden vor allem Smartphone-basierte Erhebungsmethoden im privaten Bereich verwendet, andererseits gehen diese Methoden auch im klinischen Setting wesentliche Vorteile einher. So kann das Ernährungsverhalten rasch und zeitnah evaluiert werden und die Auswertungen direkt an das Smartphone der Patienten und Patientinnen gesendet werden [17].

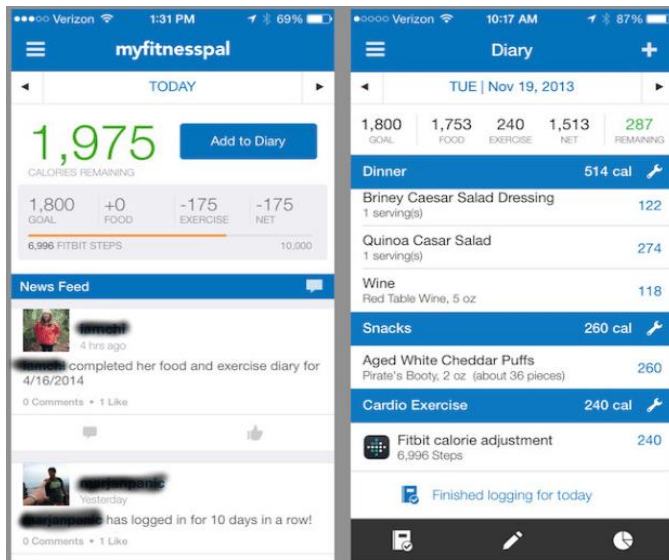


Abbildung 2. Screenshot der My Fitness Pal Applikation (Quelle: [27]).

	24-Stunden-Befragung	Ernährungsprotokoll (Wiege- oder Schätzprotokoll)	FFQ	Ernährungs-geschichte	Technologisch unterstütztes Ernährungsprotokoll
erhobene Daten	Ernährung der letzten 24 Stunden, bei Wiederholungs-befragungen auch längere Zeiträume, prospektiv	Ernährung über einen bestimmten Zeitrahmen, prospektiv	Ernährungs-gewohnheiten über eine relativ lange Zeit, retrospektiv	Ernährungs-gewohnheiten über eine relativ lange Zeit, retrospektiv	Ernährung über einen bestimmten Zeitrahmen, prospektiv
Vorteile	liefert detaillierte Ernährungs-informationen, geringe Belastung für Befragte	liefert detaillierte Ernährungs-informationen, kein Interviewer erforderlich, kein Fehler durch Erinnerungslücken	einfache Erfassung der Ernährungs-gewohnheiten, kosten- und zeiteffektiv, für epidemiologische Studien geeignet	detaillierte Erfassung der Ernährungs-gewohnheiten	liefert detaillierte Ernährungs-informationen, kein Interviewer erforderlich, vereinfachte Erhebung und Datenauswertung durch technologisch Komponente dadurch geringere Belastung der Befragten
Nachteile	Fehler durch Erinnerungslücken wahrscheinlich, geschulter Interviewer notwendig, teuer und zeitaufwändig, Erfassung von mehreren Tagen notwendig um übliche Aufnahme zu erheben	relativ hohe Belastung der Befragten, Risiko des Underreportings und Änderung der Ernährungs-gewohnheiten durch prospektive Erhebung möglich, teuer und zeitaufwändig	Fehler durch Erinnerungslücken, geschlossenes Fragebogensystem, genaue und professionelle Auswertung erforderlich	Sehr kosten- und zeitintensiv, nicht für epidemiologische Studien geeignet	Risiko des Underreportings und der Änderung der Ernährungs-gewohnheiten durch prospektive Erhebung möglich, Fehleranfälligkeit je nach Methode verschieden (Datenbankfehler, keine manuelle Überprüfung der Daten, Fotoerkennung,...)

Tabelle 1. Überblick ausgewählter Erhebungsmethoden mit deren Vor- und Nachteilen (modifiziert nach [1, 14, 28]). In dieser Tabelle sind die 24-Stunden Befragung, das Wiege- bzw. Schätzprotokoll, das Food Frequency Questionnaire (FFQ), die Ernährungsgeschichte und das technologisch unterstützte Ernährungsprotokoll mit deren Vor- und Nachteilen gegenübergestellt. Unter „erhobene Daten“ wird die Art der Datenerhebung (prospektiv, retrospektiv) und deren Zeitrahmen angeführt.

2.2 Ernährungserhebungen in klinischen Studien

Bei klinischen Interventions-Studien sollte, je nach Zielsetzung, zusätzlich zum primären Outcome auch die Erhebung von Ernährungsdaten in Erwägung gezogen werden. Einerseits ist dies wichtig, um bei Ernährungsinterventionen deren Einhaltung zu kontrollieren und andererseits um ernährungsbedingte Störfaktoren bei der Auswertung der Studienergebnisse zu berücksichtigen. Wie relevant die Kontrolle der Einhaltung von Ernährungsvorgaben ist konnten Alhassan et al. bei der Analyse von Ernährungserhebungen einer Interventionsstudie zur Gewichtsabnahme zeigen [29, 30]. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass trotz vorhergehender Schulung der Studienteilnehmerinnen nur eine von insgesamt 181 Frauen alle Kriterien der vorgeschriebenen Diät über den gesamten Studienzeitraum erfüllte [29].

Aktuell werden, in den uns bekannten Studien, diätetische Daten nicht systematisch miterfasst, obwohl es wissenschaftliche Hinweise auf Wechselwirkungen von Medikamenten mit Ernährung bzw. Nahrungsbestandteilen gibt [16]. Das Auftreten von Wechselwirkungen zwischen Medikamenten untereinander, sogenannte „drug-drug interaction“ ist schon lange bekannt und fließt zunehmend in die Forschung sowie auch tägliche Praxis mit ein. Neben der „drug-drug interaction“ gibt es aber auch Interaktionen zwischen Medikamenten und Nahrungsbestandteilen, welche als „drug-nutrient interactions“ (DNI) bezeichnet werden [3]. DNI wird definiert als Wechselwirkung welche sich aus der physikalischen, chemischen, physiologischen oder pathophysiologischen Beziehung zwischen einem Medikament und einem Nährstoff oder Lebensmittel ergibt [31]. Durch diese Wechselwirkungen kann sowohl die Wirkungsweise eines Medikaments beeinflusst werden als auch die gastrointestinale Resorption verändert. Zusätzlich können neue Nebenwirkungen auftreten [4, 32]. Eine bekannte DNI ist beispielsweise, dass grünes Blattgemüse wie Grünkohl und Spinat, welche einen hohen Anteil an Vitamin K enthalten, die Wirksamkeit einiger oraler Antikoagulantien wie Warfarin verringern können [16]. Nicht zu vernachlässigen ist auch, dass sich Medikamente (z.B. Antidepressiva) häufig über eine Appetitminderung oder -steigerung auf das Essverhalten auswirken [16]. Die unterschiedlichen Neben- und Wechselwirkungen von Medikamenten mit Ernährungsfaktoren sind in Tabelle 2 dargestellt. Dabei kann sowohl der Ernährungszustand einer Person als auch ein spezifisches Lebens- oder Nahrungsergänzungsmittel Interaktionen mit einem Medikament auslösen und zu Therapieversagen oder Medikamententoxizität führen. In umgekehrter Weise kann aber auch die Einnahme eines Medikaments zu einer Veränderung des Ernährungszustands führen [16].

auslösender Faktor	Wechselwirkung	mögliche Auswirkungen
Ernährungszustand	Medikament	Therapieversagen oder Medikamententoxizität
Lebensmittel oder Nahrungsbestandteil	Medikament	Therapieversagen oder Medikamententoxizität
Spezifischer Nährstoff oder Nahrungsergänzungsmittel	Medikament	Therapieversagen oder Medikamententoxizität
Medikament	Ernährungszustand	Änderung des Ernährungszustands
Medikament	spezifischer Nährstoff	Änderung der Nährstoffaufnahme

Tabelle 2. Klassifizierung von drug-nutrient-interactions (modifiziert nach [26]). Der Auslösende Faktor (erste Spalte) kann mit einem bestimmten Bestandteil (zweite Spalte) eine Wechselwirkung eingehen und dadurch Folgereaktionen hervorrufen (dritte Spalte). Diese Folgereaktionen können die Therapie oder den Ernährungszustand einer Person beeinflussen.

In einem Review [33] wurden die in klinischen Studien am häufigsten verwendeten Ernährungserhebungen aufgeführt. Dazu gehörten selbst geführte Ernährungsprotokolle (52,9%) gefolgt von FFQ (14,8%) und 24-Stunden Befragungen (7,8%), wobei in dieser Arbeit nicht zwischen Wiege- oder Schätzprotokollen unterschieden wurde. In 18,9% der ernährungsbasierten, randomisierten Studien wurde die Erhebungsmethode nicht dokumentiert. In 87,3% aller oben erwähnten Studien wurden die Umstände und Rahmenbedingungen, unter welchen die Ernährungsaufnahme erhoben wurde, nicht angegeben und in 5,3% wurden telefonbasierte Interviews geführt. In 11% der Studien wurden zwei oder mehr verschiedene Formen der Ernährungserhebung durchgeführt. Computergestützte Ernährungserhebungen wurden nur zu einem sehr geringen Anteil angewandt und beschränkten sich meist auf die Datenauswertung. Smartphone-basierte Erhebungen wurden in keiner der angeführten Studien durchgeführt.

2.3 Auswahl der Erhebungsmethode in Studien

In den letzten Jahren wurden zunehmend innovative Methoden wie Smartphone- oder Computerbasierte Ernährungserhebungen entwickelt. Dennoch bleiben die papiergebundenen Protokolle weiterhin beliebt. Dementsprechend ist das Wiegeprotokoll nach wie vor als Goldstandard der Ernährungserhebungen anzusehen [34, 35]

Bevor die Methode der Ernährungserhebung definiert werden kann, muss das Ziel der Studie bestimmt werden. Tabelle 3 stellt die wichtigsten Einflussfaktoren, welche bei der Methodenauswahl berücksichtigt werden müssen, dar.

Einflussfaktoren auf die Methodenauswahl

- Ziel der Studie
 - Zeitrahmen der Studie
 - Zeitraum zur Durchführung der Ernährungsprotokolle
 - Anzahl der Studienteilnehmer
 - Alter der Studienteilnehmer
 - Präzision der Erhebungen
 - Finanzielle Ressourcen
 - Personelle Ressourcen
-

Tabelle 3. Einflussfaktoren auf die Methodenauswahl von Ernährungserhebungen (modifiziert nach [1]). Die Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Faktoren, welche bei der Auswahl einer Erhebungsmethode berücksichtigt werden müssen.

2.4 Grundlagen zu Energiebedarf, Nährstoffbedarf und Energieverbrauch

2.4.1 Energiebedarf

Der Energiebedarf eines Individuums ist definiert als die notwendige Energiemenge, welche zur Aufrechterhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit notwendig ist. Einen Einfluss auf den Energiebedarf haben Körpergröße und Körperzusammensetzung, sowie das Ausmaß an körperlicher Aktivität. Weiters beeinflussen der aktuelle Gesundheitszustand, das Alter und die Funktion endokriner Drüsen den Gesamtenergiebedarf eines Individuums. Hat ein Individuum freien Zugang zu Nahrung, ist, bei ungestörter Verdauungs- und Resorptionsfähigkeit, eine Unterversorgung mit Nahrungsenergie sehr unwahrscheinlich. Ein valides Maß zur Überprüfung der Energiezufuhr stellt die Gewichtskontrolle im Verlauf dar. Zur Energielieferung dienen die Makronährstoffe (Proteine, Fette und Kohlenhydrate) sowie Alkohol. [36]

Der Gesamtenergiebedarf einer Person ergibt sich aus deren Grundumsatz, dem zusätzlichen Energiebedarf bei körperlicher Aktivität und durch nahrungsinduzierte Thermogenese [36].

$$\text{Gesamtenergiebedarf} = \text{Grundumsatz} + \text{Energieverbrauch durch körperliche Aktivität} + \text{nahrungsinduzierte Thermogenese}$$

2.4.2 Nährstoffbedarf

Neben der ausreichenden Energiezufuhr ist auch eine adäquate Nährstoffzufuhr essenziell. Die Nährstoffe werden in Makro- (Proteine, Fette und Kohlenhydrate) und Mikronährstoffe (Vitamine und Spurenelemente) unterteilt. Als Nährstoffbedarf (minimum requirement) wird die niedrigste benötigte Zufuhr, welche zur Vorbeugung von Mangelerscheinungen notwendig ist, bezeichnet. Die Zufuhrempfehlung richtet sich nach dem Grundbedarf (minimum requirement), dem Mehrbedarf und einem Sicherheitszuschlag. Der Mehrbedarf ergibt sich aus physiologischen Bedingungen (z.B. Alter, Wachstum oder Schwangerschaft) und Umwelteinflüssen (z.B. Krankheit, Stress). Zum Sicherheitszuschlag zählen die Verluste an Nährstoffen durch die Zubereitung oder Lagerung von Lebensmitteln. Als Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr werden im deutschsprachigen Raum die Durchschnittswerte herangezogen (D-A-CH Referenzwerte). [36]

2.4.3 Grundumsatz

Der Grundumsatz (GU) ist der Energieverbrauch eines Individuums bei völliger Ruhe und Entspannung, unbekleidet und im Liegen bei einer Umgebungstemperatur von 20-28°C, zwölf Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme [14]. Er entspricht der Energiemenge, welche zur Aufrechterhaltung aller Körperfunktionen notwendig ist. Der GU kann entweder gemessen oder als Näherungswert berechnet werden. Die Messung erfolgt standardisiert mittels direkter oder indirekter Kalorimetrie oder weiteren nicht-kalorischen Messmethoden. In der klinischen Praxis ist die exakte Bestimmung des Grundumsatzes meist jedoch nicht notwendig und es können Formeln zur Berechnung von Näherungswerten verwendet werden (siehe Tabelle 4). Die Validität dieser Berechnungsformeln wird in verschiedenen Studien allerdings kontrovers diskutiert. Prinzipiell sollte jede Berechnungsformeln mit Vorsicht angewandt werden. Ein Review aus dem Jahr 2005 [37], welches die Gleichungen von Schofield, Henry und Cole analysierte, fand nur in Männern eine gute Korrelation mit dem tatsächlichen Energiebedarf für die Gleichung nach Henry. Bei Frauen hingegen konnte in keinem der drei Modellen eine valide Korrelation gefunden werden. Dennoch stellen die Methoden eine gute und einfache Möglichkeit zur Abschätzung des Grundumsatzes dar. Von der World Health Organisation (WHO) wird die Berechnung nach Schofield empfohlen [38, 39].

Harris und Benedict (1919): alle Altersgruppen	Frauen: $RU \text{ (kcal)} = 655,1 + 9,56 \text{ KG} + 1,85 \text{ H} - 4,68 \text{ A}$ $RU \text{ (kJ)} = 2741 + 40 \text{ KG} + 7,74 \text{ H} - 28,35 \text{ A}$ Männer: $RU \text{ (kcal)} = 66,5 + 13,75 \text{ KG} + 5,0 \text{ H} - 6,78 \text{ A}$ $RU \text{ (kJ)} = 278 + 57,5 \text{ KG} + 7,74 \text{ H} - 19,56$
Mifflin-St. Jeor (1990): Erwachsene, 19–78 Jahre	Frauen: $RU = 10 \text{ KG} + 6,25 \text{ H} - 5 \text{ A} - 161$ Männer: $RU = 10 \text{ KG} + 6,25 \text{ H} - 5 \text{ A} + 5$
WHO (1985) und Department of Health (1991) **:	Frauen: 10–17 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,056 \text{ KG} + 2,898$ 18–29 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,062 \text{ KG} + 2,036$ 30–59 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,034 \text{ KG} + 3,538$ 60–74 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,039 \text{ KG} + 2,875$ > 75 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,041 \text{ KG} + 2,610$ Männer: 10–17 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,074 \text{ KG} + 2,754$ 18–29 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,063 \text{ KG} + 2,896$ 30–59 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,048 \text{ KG} + 3,653$ 60–74 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,049 \text{ KG} + 2,930$ > 75 Jahre: $GU \text{ (MJ)}^* = 0,035 \text{ KG} + 3,434$
<i>KG = Körpergewicht (kg), H = Körperhöhe (cm), A = Alter (Jahre), GU = Grundumsatz</i> <i>* MJ = Megajoule, durch Multiplikation mit 0,239 ergibt sich der GU in kcal/d</i> <i>** die Empfehlung der WHO basiert auf der Berechnung nach Schofield (1985)</i>	

Tabelle 4. Formeln zur Berechnung des Grund- bzw. Ruheumsatzes (modifiziert nach: [36, 39]). In dieser Tabelle sind die relevantesten Formeln zur Berechnung des Grund- bzw. Ruheumsatzes dargestellt. Dazu gehört die Berechnung nach Harris und Benedict, die Berechnung nach Mifflin und jene nach Schofield. Letztere wird von der der WHO und dem Department of Health empfohlen.

2.4.4 Körperliche Aktivität

Es gibt unterschiedlichste Methoden zur Messung der körperlichen Aktivität von Personen. Dazu gehören einerseits Selbstangaben, welche in Form von Fragebögen erfasst werden, sowie andererseits Messungen mittels indirekter Kalorimetrie und Herzfrequenzmessungen oder direkte Aufzeichnung der körperlichen Aktivität durch Bewegungssensoren oder Beobachtung. Derzeit gibt es noch keinen Goldstandard für die Messung der körperlichen Aktivität. [40, 41]

2.4.4.1 Physical Activity Level (PAL)

Zur vereinfachten Bestimmung des Gesamtenergieumsatzes wurde der „Physical Activity Level“ (PAL) entwickelt, welcher sich aus Grundumsatz und körperlicher Aktivität berechnet.

Der PAL stellt dabei den Multiplikationsfaktor dar, durch welchen sich der Gesamtenergieumsatz errechnet [36]:

$$\text{Gesamtenergiebedarf} = \text{Grundumsatz} \times \text{PAL}$$

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die wichtigsten Freizeitverhalten und deren PAL. [36]

Arbeitsschwere und Freizeitverhalten	PAL	Beispiele
ausschließlich sitzende oder liegende Lebensweise	1,2	alte, gebrechliche Menschen
ausschließlich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität	1,4-1,5	Büroangestellte, Feinmechaniker
sitzende Tätigkeit, zeitweilig auch zusätzlicher Energieaufwand für gehende und stehende Tätigkeiten *	1,6-1,7	Laboranten, Kraftfahrer, Studierende, Fließbandarbeiter
überwiegend gehende und stehende Arbeit *	1,8-1,9	Hausfrauen, Verkäufer, Handwerker, Kellner, Mechaniker
körperlich anstrengende berufliche Arbeit *	2,0-2,4	Bauarbeiter, Landwirte, Waldarbeiter, Bergarbeiter, Leistungssportler
* für sportliche Betätigung oder für anstrengende Freizeitaktivitäten (30–60 Minuten, 4–5-mal je Woche) können zusätzlich pro Tag 0,3 PAL-Einheiten ergänzt werden		

Tabelle 5. Beispiele für das Physical Activity Level bei verschiedenen Berufs- und Freizeitaktivitäten (modifiziert nach: [36]). In der linken Spalte sind die Arbeitsschwere und das Freizeitverhalten angeführt. Die mittlere Spalte zeigt den zugehörigen PAL und in der rechten Spalte werden Beispiele wie Berufe oder Lebensweisen für den jeweiligen PAL aufgelistet.

Der PAL kann entweder als Durchschnittswert oder individuell für jede körperliche Aktivität angegeben werden. Tabelle 6 zeigt als Beispiel wie eine individuelle Berechnung des Gesamtenergiebedarfs.

Proband: 25 Jahre, männlich, Büroangestellter, 65 kg, GU = 1 674 kcal / Tag		
Aktivität PAL	Stunden pro Tag	PAL x Stunden
Schlaf 0,95	8h	7,6
Büroarbeit 1,4	8h	11,2
Haushalt 1,6	2h	3,2
Fitness 3,6	1h	3,6
Rest 1,6	5h	8
Gesamt:	24h	33,6
Berechnung: $(33,6/24h) \times 1674 \text{ kcal} = 2344 \text{ kcal}$		

Tabelle 6. Beispiel für die individuelle Berechnung des Energiebedarfs mittels PAL (modifiziert nach: [36]). Der Proband, 25 Jahre, männlich und Büroangestellter schläft 8 Stunden pro Tag mit einem PAL von 0,95. Hinzu kommen 8 Stunden Büroarbeit (PAL 1,4), 2 Stunden Haushaltsarbeit (PAL 1,6), 1 Stunde Fitness (PAL 3,6) und 5 Stunden weitere Alltagsaktivitäten (PAL 1,6). Dividiert durch 24h ergibt sich der durchschnittliche Pal über einen Tag (24h). Dieser wird mit dem Grundumsatz des Probanden (1674 kcal/d) multipliziert woraus sich der Gesamtenergiebedarf dieses Tages ergibt.
GU = Grundumsatz, kcal = Kilokalorien, h = Stunden.

2.4.4.2 International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)

Es gibt eine Vielzahl an Fragebögen, welche die körperliche Aktivität möglichst realitätsnahe erfassen sollen. Das International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) wurde 1998 entwickelt, um einen Fragebogen mit internationalem Standard verfügbar zu machen. Seither ist es der am weitesten verbreitete und verwendete Fragebogen [42, 43]. Es gibt zwei verschiedene Versionen: einen kurzen (IPAQ-SF) und einen langen (IPAQ-LF) Fragebogen. Primär designiert wurden sie zur Anwendung in epidemiologischen Studien bei Personen zwischen 15 und 69 Jahren. Derzeit wird eine Anwendung bei jüngeren oder älteren Personengruppen nicht empfohlen. [44]

In der Kurzversion des IPAQ erfolgt eine Einteilung der körperlichen Aktivität in 4 Stadien:

- 1) hohe Intensität wie Aerobic
- 2) moderate Intensität wie Freizeit-Radfahren
- 3) Gehen
- 4) Sitzen

In der IPAQ-LF werden zusätzlich Details zu Intensität und Art der Aktivität abgefragt [44].

Ein Review aus dem Jahr 2011 [41] fand nur eine sehr schwache Korrelation zwischen dem IPAQ und weiteren, objektiven Messungen der körperlichen Aktivität, weshalb die Anwendung des

Fragebogen mit Vorsicht erfolgen sollte. Der Einsatz des IPAQ-SF empfiehlt sich laut den Autoren des Reviews demnach nur bei größeren Studienkollektiven mit wiederholten Messungen und vorsichtiger Interpretation.

Die Auswertung des IPAQ erfolgt standardisiert nach einer frei zugänglichen Anleitung (aufrufbar unter: <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>) [44]. Bei der langen Version des IPAQ werden außerdem Metabolischen Einheiten (MET) zur Berechnung des Energieumsatzes verwendet [45, 46].

Die körperliche Aktivität kann sowohl mit kategoriellen als auch mit kontinuierlichen Indikatoren beschrieben werden:

- 1) kontinuierliche Variablen: direkte Erfassung von MET-Minuten (=Metabolische Energieäquivalente)

$$MET\text{-Minute} = MET\text{ Level} \times \text{Minuten Aktivität/Tag} \times \text{Tage pro Woche}$$

- 2) kategorielle Variablen: Eingeteilt in Intensitäts-Level der Körperlichen Aktivität
 - a. niedrige Intensität: *keine der beiden anderen Kategorien werden erfüllt*
 - b. mittlere Intensität: *pro Woche drei oder mehr Aktivitäten von hoher Intensität (mind. 20min) ODER fünf oder mehr Aktivitäten mittlerer Intensität (mind. 30 min) ODER fünf oder mehr Tage in der Woche eine Kombination von allen drei Intensitäten mit mindestens 600MET-Minuten/Woche*
 - c. hohe Intensität: *mindestens 3x/Woche Aktivität von hoher Intensität bei der mindestens 1500 MET-Minuten pro Woche erreicht werden ODER an sieben Tagen/Woche körperliche Aktivität aller Intensitäten und mindestens 3000 MET-Minuten/Woche*

2.4.5 Nahrungsinduzierte Thermogenese

Die nahrungsinduzierte Thermogenese (Diet induced thermogenesis, DIT) ist definiert als Anstieg des Energieverbrauchs, welcher durch Metabolisierung der Makronährstoffe entsteht. Üblicherweise wird die DIT als Prozentsatz des Grundumsatzes angegeben [47].

Die Haupteinflussfaktoren auf die DIT sind der Energie- und Proteingehalt der verzehrten Speisen. Durch die Resorption, Metabolisierung und Speicherung der energieliefernden Makronährstoffe werden in der postprandialen Phase energieverbrauchende Prozesse aktiviert, wodurch der Energiebedarf gesteigert wird [48]. Die DIT variiert je nach Makronährstoff und liegt bei 0-3% für Fett, 5-10% für Kohlenhydrate, 20-30% für Protein und 10-30% für Alkohol. Bei gesunden Erwachsenen mit einer Mischdiät macht die DIT ca. 10% des Grundumsatzes aus [47].

2.5 Auswertung von Ernährungserhebungen

2.5.1 Systematik

Der Auswertungsprozess von Ernährungserhebungen ist in Abbildung 3 dargestellt. Im Wesentlichen erfolgt die Analyse und Auswertung in drei Schritten: Dem Input, der Verarbeitung und der Interpretation des Ergebnisses [10].

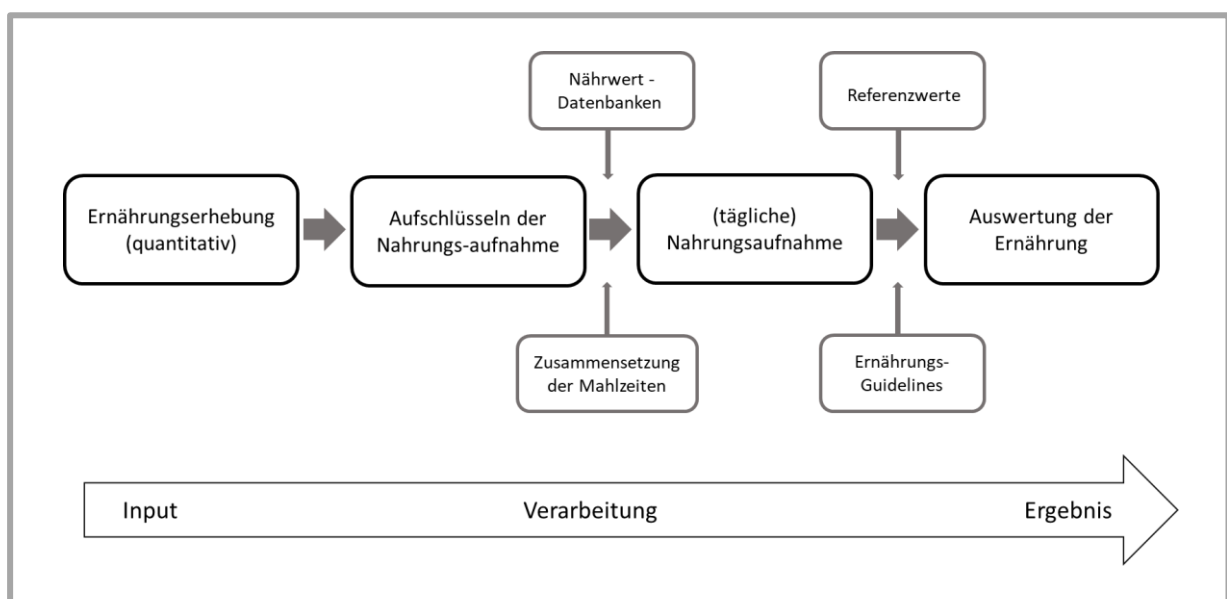


Abbildung 3. Auswertung der Ernährungserhebungen in drei Schritten: Input, Verarbeitung, Ergebnis (modifiziert nach: [13]). Zum Input gehört die Ernährungserhebung, welche meistens quantitativ erfolgt. Zur Verarbeitung gehört die Aufschlüsselung der Nahrungsaufnahme in Mikro- und Makronährstoffe mithilfe von Nährwertdatenbanken. Zum Ergebnis gehört die Auswertung und Interpretation der Ernährung unter Zuhilfenahme von Referenzwerten und Ernährungs-Richtlinien.

Ernährungserhebung können entweder handschriftlich oder Computer- bzw. Smartphone-gestützt durchgeführt werden. Die Ernährungserhebung mithilfe moderner Software kann aus diversen Gründen eine wesentliche Beschleunigung in der ersten Phase bewirken. Die erhobenen Daten werden im Anschluss mit Hilfe von Computerprogrammen und Nährwertdatenbanken ausgewertet und in die einzelnen Nährstoffe aufgeschlüsselt. Dieser Schritt kann bei einer guten elektronischen Erfassung ebenfalls automatisiert erfolgen, häufig ist jedoch eine manuelle Überprüfung und Korrektur durch qualifiziertes Personal notwendig. Als letzter Schritt folgt die Interpretation der Daten. Zur Hilfestellung kann ein automatischer Vergleich mit Referenzwerten angestellt werden. Für die spezifische Interpretation ist jedoch eine fachliche Expertise notwendig, weshalb dieser Schritt bis dato nie automatisiert erfolgen sollte. [13]

2.5.2 Computerprogramme zur Auswertung

Mittlerweile gibt es eine Vielzahl an Computerprogrammen, welche die Auswertung von Ernährungsprotokollen erleichtern. Je nach Anwendungsgebiet gibt es spezifisch zugeschnittene Programme wonach eine Auswahl getroffen werden kann. Einige davon bieten automatische Soll-Ist-Vergleiche an, während andere beispielsweise auf die Erstellung von Menüplänen fokussiert sind [50]. Im deutschsprachigen Raum werden im Wesentlichen drei Programme verwendet. Dazu gehören die Software „nut.s“ welche vom Institut für Ernährungswissenschaften (IFEW) empfohlen wird und die österreichische Nährwerttabelle enthält, das von der deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfohlene Programm „DGExpert“ mit Nährwertdaten aus dem Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) und das im Rahmen der EPIC-Studie entwickelte Tool „GloboDiet“ zur Erfassung von 24 Stunden Befragungen [51–54].

Ein weiteres für den wissenschaftlichen Einsatz entwickeltes Programm ist DISHES (Diet Interview Software for Health Examination Studies). Diese Software setzt sich aus mehreren Modulen zusammen und bietet einen strukturierten Interview-Leitfaden zur Erhebung der Ernährungsgeschichte und Verzehrsgewohnheiten. Hierbei werden Daten aus dem BLS in Kombination mit einer vom Robert Koch-Institut (RKI) entwickelten Portionsgrößendatei ausgewertet und die aktuellen Empfehlungen der DGE in das Ergebnis inkludiert [55].

2.5.3 Nährwerttabellen und Interpretation der Ergebnisse

Nährwerttabellen und Nährwertinformationen variieren von Land zu Land. Im deutschsprachigen Raum am weitesten verbreitet ist der vom Max-Rubner-Institut entwickelte BLS. Dabei handelt es sich um eine umfangreiche Datenbank für den Nährstoffgehalt von Lebensmitteln. Die Daten stammen aus Untersuchungsergebnissen des Max-Rubner-Instituts und weiteren internationalen Kooperationspartnern. Der BLS wird laufend ergänzt und erweitert und gilt in Deutschland als Standardinstrument zur Auswertung ernährungsepidemiologischer Studien und Verzehrerhebungen. [56]

Die österreichische Erweiterung und Ergänzung des BLS ist die österreichische Nährwerttabelle (ÖNWT) welche von der Firma „dato Denkwerkzeuge“ in Zusammenarbeit mit dem IFEW der Universität Wien entwickelt wurde. Die ÖNWT wird laufend ergänzt und bildet die Basis der Ernährungssoftware nut.s [57].

2.6 Misreporting

In der Ernährungswissenschaft müssen Plausibilität und Validität von selbstgeführten Ernährungsprotokollen evaluiert werden um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Das fehlerfreie Erfassen von Energie- und Nährstoffaufnahme gestaltet sich in der Praxis sehr schwierig. Da Fehlangaben durch Personen selbst die häufigste Fehlerquelle ist, spielt die richtige Wahl der Methode eine noch entscheidendere Rolle. Sowohl Über- als auch Unterschätzung der Nahrungsaufnahme kommen häufig vor.

Generell wird die Fehleinschätzung und Fehlangabe der Nahrungsaufnahme als „Misreporting“ bezeichnet. Die Unterschätzung der Nahrungsmenge, das sogenannte „Underreporting“ ist die häufigste und auch am meisten untersuchteste Fehlerquelle. Viele Jahre wurden Ernährungsprotokolle geführt und untereinander verglichen, jedoch erst seit den 1980er und 1990er Jahren gibt es Möglichkeiten mittels Biomarkern (wie Harnstoffausscheidung oder doppelt markiertes Wasser) die Fehler des Misreporting zu erkennen und dadurch Erhebungsmethoden zu validieren. Beim Underreporting unterscheidet man zwischen „Underrecording“ (=verminderte Aufzeichnung) und „Undereating“ (=verminderte Nahrungszufuhr). Beim Underrecording wird beabsichtigt oder unbeabsichtigt weniger zu

Protokoll geführt, als tatsächlich gegessen wurde, während es beim Undereating zu einer insgesamt niedrigeren Nahrungszufuhr kommt. Underrecording ist durch eine Diskrepanz zwischen dokumentierter Nahrungsaufnahme und gemessenem Energiebedarf bei gleichbleibendem Körpergewicht während eines bestimmten Zeitraums definiert. Es kann einerseits durch lückenhafte Dokumentation der zugeführten Lebensmittel und andererseits durch Unterschätzung der Portionsgrößen zustande kommen. Undereating wird durch verminderte Energie- und Nährstoffaufnahme definiert. Einerseits, weil die Befragten weniger essen als normalerweise, andererseits durch eine generell niedrigere Energiezufuhr als dem Energiebedarf entsprechend. Während des untersuchten Zeitraums kommt es hierbei meist zu einem Verlust an Körpergewicht. [58, 59]

Die Einflussfaktoren auf Misreporting sind in Abbildung 4 dargestellt. Die meisten Fehler entstehen aus einem oder mehrerer folgender Gründe:

- 1) unvollständiges oder fehlerhaftes Protokollführen (unbeabsichtigt)
- 2) bewusste Fehldokumentation
- 3) kurzfristig geändertes Ernährungsverhalten durch das Protokollführen

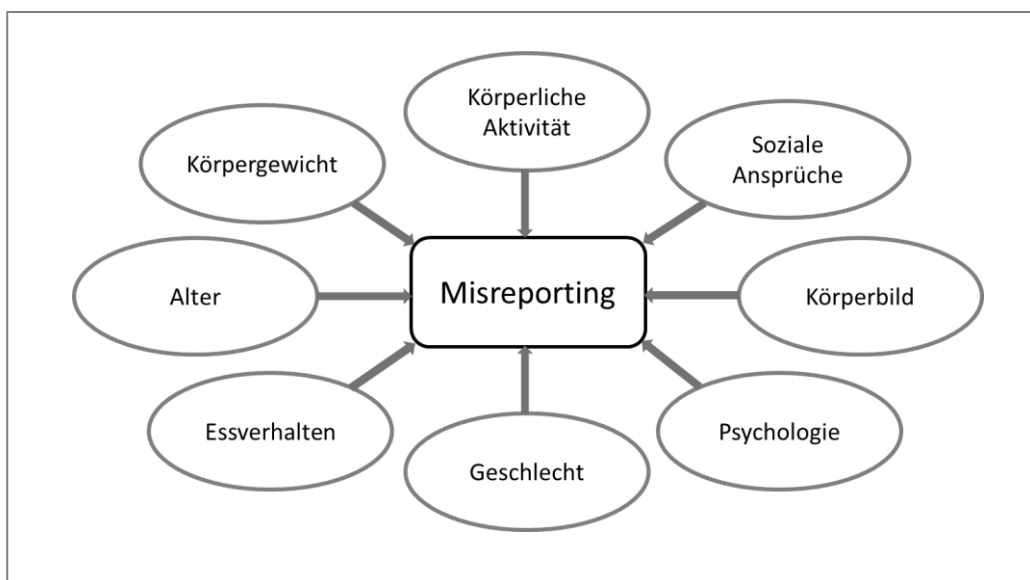


Abbildung 4. Einflussfaktoren auf das Misreporting in Ernährungsprotokollen (modifiziert nach [60, 61]). Einen Einfluss auf Misreporting hat das Alter, Geschlecht und Körpergewicht von Personen sowie deren Ausmaß an körperlicher Aktivität. Außerdem können das eigene Körperbild, die sozialen Ansprüche und weitere psychologische Faktoren zu Misreporting führen.

In einer Metaanalyse, aus dem Jahr 2009 [60], haben Poslusna et al. die Risikofaktoren für Underreporting zusammengefasst. Dazu gehören:

- **BMI:** Personen mit höherem BMI tendieren zu Underreporting. Je höher der BMI, desto höher das Risiko auf Underreporting.
- **Alter und Geschlecht:** Frauen und ältere Personen neigen vermehrt zu Underreporting.
- **Sozioökonomischer Status und Bildungsstatus:** Underreporting scheint mit einem niedrigeren Bildungsniveau und niedrigerem sozioökonomischen Status zu korrelieren.
- **Gesundheitsbezogene Aktivitäten:** Einige Studien haben einen Zusammenhang zwischen Rauchen und Misreporting gefunden. Die Prävalenz von Underreportern war unter Rauchern höher als unter Nichtrauchern.
- **Psychologische Faktoren:** Depressionen und andere Erkrankungen können die Dokumentation oder das Ernährungsverhalten beeinflussen.
- **Essgewohnheiten:** Je höher die Energieaufnahme generell, desto höher auch das Risiko für Underreporting. Je mehr die Befragten konsumieren, desto schwieriger ist es die richtige Menge zu dokumentieren. Einerseits Aufgrund der größeren Portionsgrößen und andererseits wegen der Schwierigkeit sich an alles Gegessene zu erinnern und nicht zuletzt Aufgrund des sozialen Druckes weniger zu Essen.

Die Prävalenz des Underreportings variierte in der oben angeführten Metaanalyse zwischen 11,9 und 67%. Overreporting wurde in weniger als 50% der Studien beschrieben und deren Prävalenz lag je nach Erhebungsmethode bei 0-7,5%. [60]

Vor allem übergewichtige Menschen, weibliche Athleten und Jugendliche neigen dazu ihre Energieaufnahme zu unterschätzen. Schoeller DA [58] beschreibt eine Fehleinschätzungen von übergewichtigen Personen um bis zu 50%, während bei nicht übergewichtigen Erwachsenen der Fehler nur bei 20% lag.

Weitere Faktoren, die das Misreporting beeinflussen sind die Gedächtnisfunktion der Befragten und die Fehlinterpretation der Portionsgrößen durch die Probanden und Probandinnen. Dies kann einerseits aus der individuellen Fehleinschätzung der Befragten oder andererseits durch inakkurate Angaben der durchschnittlichen Portionsgröße resultieren. Die Unterschiede sind stark von der Art und Größe der Mahlzeiten abhängig. [60]

2.6.1 Misreporting von Makro- und Mikronährstoffzufuhr

Die Metaanalyse von Poslusna et al. [60] zeigt, dass Personen bei denen Underreporting überwiegt (= „Low-Energy-Reporter“, LER) signifikant weniger Makronährstoffe aufnehmen, als Personen mit adäquater Energiezufuhr (non-LER). Bei den Low Energy Reporters war der prozentuelle Anteil an aufgenommenem Protein höher, während die Angaben bei Fett und Kohlenhydraten sehr stark variierten. Ebenso signifikante Ergebnisse zeigten sich bei der Mikronährstoff-Zufuhr. Die dokumentierte Aufnahme an Mikronährstoffe war bei LER um 25-30% niedriger als bei non-LER. Die Nährstoffdichte war bei LER leicht höher als bei non-LER.

2.6.1.1 Relevanz von Misreporting der Mikronährstoffzufuhr in klinischen Studien

In Studien, welche den Zusammenhang zwischen Mikronährstoffaufnahme und Krankheiten untersuchen, ist genau diese Fehlangebe ein gravierender Faktor. Um den Fehler des Underreportings bei der Auswertung miteinzubeziehen, können statistischen Anpassungen durchgeführt werden. Hierzu stehen mehrere Modelle zur Verfügung: Multivariates Model, „energy-partition model“, Energiedichte-Modell und das Residuenmodell. [60]

2.6.2 Portionsgröße als Einflussfaktor auf Misreporting

Portionsgrößen variieren nicht nur individuell, sondern auch kulturell. Durch die variable Definition und damit Dokumentation kommt es zu Unter- bzw. Überschätzung der tatsächlichen Nahrungsaufnahme [62]. Neben der unterschiedlichen Definition von Portionsgrößen ist aber auch die individuelle Vorstellung variabel [63]. Bereits ältere Studien legen nahe, dass die fehlerhafte Einschätzung der Portionsgröße die mehrheitliche Ursache für Fehlinterpretationen von Ernährungsprotokollen ist [64]. Fehleinschätzungen passieren vor allem bei niedrigem Gewicht der Lebensmittel. In den meisten Studien fehlen außerdem genaue Definitionen der Portionsgrößen [60].

Die Haupteinflussfaktoren für die Beurteilung der Portionsgröße sind [63]:

- die Rolle des Lebensmittels (Haupt- oder Beilage),
- die Art des Lebensmittels,
- persönliche Vorlieben,
- auf der Verpackung angegebene Portionsgrößen bzw. Empfehlungen und
- der Vergleich von Portionsgrößen anderer Personen.

Die Portionsgrößen variieren aber nicht nur von Person zu Person und intrakulturell, sondern auch mit der Zeitachse. In den letzten 100 Jahren sind die Portionsgrößen in Kochbüchern zunehmend größer geworden [65]. Das RKI in Deutschland hat eine Portionsgrößendatei erstellt, welche die Einschätzung der Mengen unterstützen soll. Diese Datenbank findet Anwendung in der Ernährungsbefragung „DISHES“ welche vom RKI entwickelt wurde. Dabei handelt es sich um Zeichnungen verschiedener Portionsgrößen mit vordefinierten Mengenangaben, welche in der eigens dafür entwickelten Software ausgelesen werden können. [55, 66]

Eine weitere Hilfestellung zur Einschätzung von Portionsgrößen ist die „Monica Mengenliste“, welche 1984/1985 im Rahmen des WHO Monica Projektes in Augsburg (Deutschland) entwickelt wurde. Die Liste wird seither nicht mehr ergänzt oder angepasst, bietet aber weiterhin eine gute Grundlage für Mengenmaße und Definitionen von Portionsgrößen. Sie ist als Nachschlagewerk designt und es werden haushaltsübliche Maße in Gramm angegeben. [58]

Die Verwendung der Maßeinheit „eine Handvoll“ ist in der Praxis der Ernährungsberatung und bei Ernährungsempfehlungen weit verbreitet [68, 69], jedoch gibt es nur wenige wissenschaftliche Studien zu dieser Thematik [70, 71]. Bei der Mengeneempfehlung einer „Handvoll“ Nüsse konnten in einer Studie von Brown et al. adäquate Ergebnisse erzielt werden [71].

Gibson et al. [70] untersuchten ein neues vereinfachtes Maß zur Angabe von Portionsgrößen. Dabei werden die Hände als Maßstab verwendet und Größen in „Fingerbreiten“ oder „Faustgrößen“ beschrieben. Bei geometrisch geformten Lebensmitteln stellt diese Methode, nach Angaben der Autoren, eine gute und valide Alternative zur Bestimmung von Portionsgrößen dar. Bucher et al. [72] entwickelten ein „International Food Unit“, welches einen 4x4x4cm großen Würfel darstellt, der zur Portionsgrößenbestimmung herangezogen werden kann. Die Genauigkeit war in der oben angeführten Studie mit anderen Haushaltsmaßen vergleichbar. Nach aktuellem Wissenstand gibt es diesbezüglich jedoch nicht ausreichend wissenschaftliche Evidenz, um diese „neuen“ Maßeinheiten zur Beurteilung von Portionsgrößen in Ernährungserhebungen zu verwenden.

2.6.3 Einfluss psychologischer Faktoren auf Misreporting

Psychologische Faktoren wie Esshemmungen und -enthemmungen, soziale Ansprüche, Körperbild und Gewichtsverlauf, Angst und Depression wirken sich direkt auf das Ernährungsverhalten und deren Dokumentation aus. Maurer et al. [61] haben den Einfluss von psychosozialen Faktoren auf Misreporting in Ernährungsprotokollen untersucht.

Depressionen und psychologischer Stress sind ebenso Faktoren, die das Ernährungsverhalten und die Ernährungserhebungen beeinflussen. Dies könnte vor allem durch die Angst der negativen Beurteilung durch Außenstehende bedingt sein. Vor allem bei übergewichtigen Frauen hat eine zusätzliche Depression zu häufigeren Fehlangaben geführt. [73] Der Body-Mass-Index (BMI) von Personen ist ein wesentlicher und bereits in vielen Studien nachgewiesener Einflussfaktor auf Underreporting und vor allem Frauen scheinen anfälliger dafür zu sein [60].

Underreporting ist ebenso assoziiert mit Gewichtsabnahmen in der Vergangenheit, Dauer des Übergewichts und aktuellen Gewichtsschwankungen. Studienteilnehmer, welche seit dem Alter von 14 Jahren mindestens einmal in ihrem Leben eine Diät gemacht haben, hatten eine um den Faktor drei erhöhte Wahrscheinlichkeit auf Underreporting der Nahrungsaufnahme [61]. Der Zusammenhang zwischen dem subjektiven Körperbild und Misreporting ist kaum erforscht, jedoch spielt auch hier die „soziale Erwünschtheit“ eine wesentliche Rolle. Soziale Erwünschtheit wird definiert als Tendenz das Verhalten zu zeigen, welches man als sozial angemessen ansieht. Die Tendenz der sozialen Erwünschtheit bei Personen korreliert mit der Inzidenz des Underreportings [61]. Dieser Einfluss konnte allerdings nur bei weiblichen Probandinnen festgestellt werden [74].

Zwei weitere Studien [74, 75] berichten über einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem eigenen Körperbild und Underreporting. Das Körperbild ist definiert durch die vielschichtige, psychologische Erfahrung der Verkörperung insbesondere, aber nicht ausschließlich, bezogen auf die physische Erscheinung [76].

Ein weiteres wesentliches Verhaltensmuster, welches mit Misreporting der Energieaufnahme assoziiert ist, ist die bewusste Restriktion der Nahrungsaufnahme. Dem restriktiven Verhalten folgen meist Essanfälle, welche als Ausdruck eines Kontrollverlustes auftreten. Häufig wechseln sich dadurch Episoden der Nahrungsrestriktion mit Heißhungerattacken ab. Es ist wahrscheinlich, dass von den Betroffenen nur das restriktive „normale“ Essverhalten dokumentiert wird und die intermittierenden Essanfälle ausgelassen werden. In einigen Studien konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang bestätigt werden [61].

2.6.4 Day-to-day Variation

Die normale Ernährung eines Individuums variiert sowohl in Art und Menge als auch von Tag zu Tag, Woche zu Woche und Jahr zu Jahr [77–79]. Da Ernährungserhebungen oft nur über einen sehr kurzen Zeitraum erfasst werden, entspricht die dokumentierte Erhebung nicht immer der tatsächlichen Ernährung einer Person, sondern repräsentiert nur einen Ausschnitt. Um die tägliche Variabilität miteinzubeziehen, ist es bei Analysen ganzer Personengruppen meist ausreichend 24-Stunden Befragungen über zumindest 2 unabhängige Tage durchzuführen, während bei individuellen Personen oder kleinen Studienpopulationen genauere mehrtägige Protokolle erforderlich sind. Mit dem FFQ können Ernährungsgewohnheiten gut erhoben werden, allerdings sind die Ergebnisse nur semi-quantitativ. [1]

2.7 Methoden zur Bestimmung von Over- und Underreporting

Zum Misreporting gehört einerseits das Underreporting und andererseits das Overreporting mit höherer tatsächlicher Nahrungszufuhr im Vergleich zur Dokumentierten. Um diese beiden Arten von Misreporting zu erkennen und somit fortgeführte Fehler zu minimieren, müssen die Angaben überprüft und auf ihre Plausibilität untersucht werden. Dies kann bei kleineren Studienpopulationen für jede Person einzeln erfolgen indem errechnete Werte des Energie- und Nährstoffbedarfs direkt mit den tatsächlichen aus dem Ernährungsprotokoll bestimmten Werten verglichen werden. Bei größeren Kollektiven sind zur einfacheren und rascheren Überprüfung von Misreporting Formeln entwickelt worden. Das bekannteste und am meisten verwendete Tool ist der Goldberg-Cut-Off. [59, 80]

2.7.1 Individuelle Berechnung oder Messung des Energieumsatz

Zur Messung des Energiebedarfes gilt die Methode des doppelt markierten Wassers (doubly labelled water, DLW) als Goldstandard. Hierbei trinken die Probanden und Probandinnen mit stabilen Isotopen angereichertes Wasser (^2H , ^{18}O) und müssen vor und nach den Mahlzeiten Urinproben abgeben. Eine Messperiode beträgt üblicherweise 14 Tage. Der daraus berechnete Energieumsatz wird mit der berichteten (meist durchschnittlichen) Energieaufnahme verglichen.

Die Methode des doppelt markierten Wassers ist allerdings sehr teuer und kann dadurch nicht als Routinetool zur Validierung der Daten verwendet werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die Messung der Harnstoffausscheidung, welche mit der Menge an aufgenommenen Proteinen korreliert. Da die Harnstoffausscheidungen stark variieren, sollten wiederholte 24-Stunden Messungen durchgeführt werden. [36]

2.7.2 Goldberg-Cut-Off

Der Goldberg-Cut-Off [59] ist das am häufigsten angewandte Werkzeug um auf Misreporting zu testen. Es wird das sogenannte „Cut-off“-Limit der Kalorienzufuhr errechnet unter welcher das Führen eines normalen Lebensstils nicht mehr plausibel erscheint. Dazu wird der Grundumsatz benötigt, welcher entweder gemessen oder, für größere Kollektive, errechnet werden kann. Die häufigsten Formeln zur Berechnung des GU sind unter 2.4.1 in Tabelle 4 angeführt. Die dokumentierte Energieaufnahme wird als „Reported Energy Intake“ (EI_{rep}) bezeichnet.

Das Grundprinzip basiert auf folgender der Gleichung:

$$\text{Energieaufnahme (Energy Intake, EI)} = \text{Energieumsatz (Energy Expenditure, EE)}$$

Der Energiebedarf ist abhängig von Alter, Geschlecht, Körpergröße und Körperzusammensetzung und kann als ein Vielfaches des Grundumsatzes (GU) berechnet werden (= PAL, siehe unter 2.4.2.1):

$$EE = PAL \times GU$$

Unter obiger Annahme ($EE = EI$) kann die Formel wie folgt umgeschrieben werden:

$$EI_{rep} : GU = PAL$$

Dadurch errechnet sich der PAL, welcher mit dem zu erwartendem PAL der Probandinnen und Probanden verglichen wird. Eine absolute Übereinstimmung ist nicht zu erwarten, da Berechnungsfehler nicht ausgeschlossen werden können. Das heißt, dass auch bei einem korrekt geführtem Ernährungsprotokoll $EI_{rep}:BMR$ nicht gleich dem PAL sein muss. Um diese Fehler zu berücksichtigen, werden Sicherheitsfaktoren definiert.

Zur Definition des oberen und unteren „Cut-offs“ müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

$$EI_{rep} : BMR > PAL \times \exp \left[s. d._{min} \times \frac{(S \div 100)}{\sqrt{n}} \right]$$

$$EI_{rep} : BMR < PAL \times \exp \left[s. d._{max} \times \frac{(S \div 100)}{\sqrt{n}} \right]$$

Die Variablen werden wie folgt eingesetzt:

- als PAL wird der mittlere PAL für das Studienkollektiv eingesetzt
- $s. d._{min}$ ist „-2“ für das 95%ige Konfidenzintervall (KI) und „-3“ für das 99%ige KI
- $s. d._{max}$ ist „+2“ für das 95%ige KI und „+3“ für das 99%ige KI
- n ist die Anzahl an Studienteilnehmern und -teilnehmerinnen
- S ist der Variabilitätsfaktor (Abweichungen von Energieaufnahme, BMR und Energiebedarf). Er errechnet sich aus:

$$S = \sqrt{\frac{CV_{wEI}^2}{d} + CV_{wB}^2 + CV_{tP}^2}$$

- CV_{tP} ist der Variationskoeffizient des PAL zwischen den Subjekten:

In der Originalarbeit wurden zur Berechnung des CV_{tP} sowohl Zwischensubjekt als auch Innersubjekt-Variationen miteinbezogen. Der Wert wurde mit 12,5% angegeben (basierend auf dem WHO/FAO/UNU Bericht [81]). Bei Auswertung vieler Daten aus Messungen mit doppelt markiertem Wasser wurde der Median des Variationskoeffizienten

mit 15,4% bestimmt [82]. Ein Wert von 15% wird empfohlen für die Goldberg-Gleichung, sollte jedoch je nach Studie und Datenlage angepasst werden.

- CV_{wEI} ist der Variationskoeffizient der dokumentierten Energiezufuhr einer Person:
Aufgrund der hohen täglichen Varianz wird 23% als angemessener Wert für die Goldberg-Gleichung angegeben. In zwei Reviews wurde der Wert mit 10-50% und 14-45% errechnet. Für aussagekräftige Ergebnisse kann der CV_{wEI} auch individuell für die Studie errechnet werden [59].
- CV_{wB} ist der Variationskoeffizient des GU:
Nachdem der Energiebedarf ein Vielfaches des GU darstellt, wird die Variation zwischen den Subjekten bereits berücksichtigt und nur die Variation innerhalb eines Subjektes in die Formel miteinbezogen. Unter standardisierten Bedingungen liegt der CV_{wB} bei 2,5%. Bei einem gemessenen GU wird 4% als Variationskoeffizient für die Goldberg-Gleichung empfohlen, bei errechneten Werten ein Variationskoeffizient von 8,5%, sofern keine genaueren Werte vorliegen oder errechnet werden können. Generell wird hier die Berechnung des GU nach Schofield empfohlen [38, 59].

In der Originalarbeit von Goldberg et al. [81] wurde $EI_{rep}:BMR$ mit einem PAL von 1,55 verglichen, welcher nach den WHO Kriterien als „leichte körperliche Aktivität“ definiert wird. In einem Review mit mehr als 74 DLW Studien und insgesamt 574 Teilnehmern wurde ein PAL von 1,55 als konservativer Wert bezeichnet, da die meisten Studiengruppen höhere Aktivitätslevel angeben [82]. Um eine valide Prüfung auf Over- und Underreporting durchführen zu können, sollte das Aktivitätslevel der Studienpopulation erhoben und ein Teil des Routineprotokolls bei Ernährungserhebungen werden [59].

Obwohl die Verwendung der Goldberg-Methode die Aussagekraft einer Studie verzerren und verringern kann, hat sie einen hohen Vorhersagewert von Underreporting sowohl für den FFQ als auch für die 24-Stunden Befragung. Sollten keine anderen Methoden, wie die Erhebung der körperlichen Aktivität oder des Gesamtenergiebedarfs vorliegen, ist die Goldberg-Methode ein sinnvoller Ansatz zur Charakterisierung von Underreporting. [83].

2.6.2.1 Limitationen des Goldberg-Cut-Offs

Der Goldberg-Cut-Off ist auf individueller Ebene nur wenig aussagekräftig. Die Grenzen sind weit definiert und schließen nur schweres Over- oder Underreporting aus. Unter Verwendung eines durchschnittlichen PAL von 1,55 werden in der Regel nur 50% der Underreporter erfasst [83].

2.7.3 Weitere Methoden

Eine weitere Methode zur Identifikation von Misreporting ist der direkte Vergleich der berichteten Energieaufnahme unter gleichzeitiger Beobachtung der Personen. Sie stellt die valideste, jedoch auch zeitaufwendigste Methode dar. Studien, welche diese Methode zur Validierung anwandten, waren mit sehr wenig Personen und von sehr kurzer Dauer [60]. Eine weitere Möglichkeit wäre der direkte Vergleich des Ernährungsprotokolls mit einer Fotodokumentation, wobei auch hier nur Dokumentations- und Portionsgrößenfehler berücksichtigt werden können. Misreporting welches durch „soziale Erwünschtheit“ oder weitere psychologische Faktoren entsteht kann hiermit nicht erkannt werden.

3. Material und Methoden

3.1 Literaturrecherche

Die initiale Literaturrecherche wurde im Zeitraum von Februar 2019 bis März 2019 vorwiegend mit der Suchmaschine „Pubmed“ durchgeführt. Weiters wurde die Literatur laufend bis zum Abschluss der Arbeit ergänzt.

Zusätzlich zur Literaturrecherche in Datenbanken wurden Inhalte aus Lehrbüchern der Ernährungswissenschaft zur Erarbeitung des wissenschaftlichen und theoretischen Hintergrunds herangezogen.

3.2 Auswertung des Ernährungsprotokolls einer klinischen Studie

Diese Masterarbeit wurde im Rahmen einer klinischen Studie (Metabolic effects of a prolonged, very-high-dose dietary fructose challenge in healthy subjects) [84] an der Medizinischen Universität Wien durchgeführt. Die Studie analysierte die metabolischen Effekte einer gesteigerten Fruktoseaufnahme bei jungen und gesunden Probanden und Probandinnen. Die teilnehmenden Personen erhielten über einen Zeitraum von insgesamt 8 Wochen 150g Fruktose als Nahrungssupplement, während die restliche Ernährung uneingeschränkt blieb und mitdokumentiert wurde. Die Probanden und Probandinnen führten ein Ernährungsprotokoll über den gesamten Studienzeitraum von 8 Wochen, welche ausschließlich in der vorliegenden Masterarbeit ausgewertet wurden.

3.2.1 Ziel der Studie

Ziel der dieser Masterarbeit zugrundeliegenden Ernährungsprotokolle war es die Rolle der Fruktose auf den Glukose- und Fettstoffwechsel in Leber, Herz, Skelettmuskulatur und Fettgewebe zu untersuchen [84].

3.2.2 Studienpopulation

Initial wurden 16 gesunde Personen ohne aktuelle oder vergangene reguläre Medikamenteneinnahme oder Alkoholkonsum in die Studie eingeschlossen. Alle Probanden und Probandinnen unterliefen einer körperlichen Testung inklusive einem oralen Glukose-Toleranz- und H2-Atem-Test, um das Vorliegen eines Diabetes Mellitus oder einer Fruktoseintoleranz ausschließen zu können. Von insgesamt 16 Studienteilnehmern und – teilnehmerinnen beendeten zehn die den kompletten Untersuchungszeitraum. Die metabolischen Parameter wurden in einer positiven Kontrollgruppe (n=11) evaluiert. [84]

3.2.3 Studiendesign

3.2.3.1 allgemeines Studiendesign

Die zehn gesunden Probanden und Probandinnen erhielten über einen Zeitraum von acht Wochen eine fruktosereiche Diät mit täglicher Supplementation von 150g Fruktose in Tablettenform. Im Verlauf wurden die Insulinsensitivität und Parameter des postprandialen Lipid- und Glukosestoffwechsels bestimmt. Dazu wurde die hepatische und intrazelluläre Lipid- und Glukosekonzentration in Muskelzellen, sowie die Myokardfunktion und der myokardiale Lipidgehalt und mittels Magnetresonanztomographie (MRT) bestimmt.

Vor und nach Durchführung der Studie wurde jeweils das Körpergewicht gemessen und während des gesamten Studienzeitraums wurde die Ernährung mittels Ernährungsprotokoll mitdokumentiert. Zusätzlich wurde die körperliche Aktivität mit dem IPAQ-SF erfasst.

3.2.3.1 Ernährungserhebung

Vor Studienbeginn wurde von den Probandinnen und Probanden ein Schätzprotokoll über den Zeitraum von einer Woche geführt, um die Energie und Nährstoffzufuhr vor der Studie zu bestimmen. Anschließend wurde die Ernährung mittels dem „Freiburger Ernährungsprotokoll“ prospektiv über die gesamte Studiendauer von acht Wochen erfasst [84]. Für jede Woche wurde ein neues Protokollblatt begonnen, wodurch jede Woche einzeln ausgewertet, aber keine Rückschlüsse auf einzelne Tage gezogen werden können. Die Portionsgrößen im Freiburger Ernährungsprotokoll sind vorgegeben und werden nicht durch selbstständiges Wiegen überprüft, was die Anwendung vereinfacht (siehe Abbildung 5). Für jedes verzehrte Lebensmittel wird ein

Lebensmittel	Einheit	Menge	Anzahl	Summe
Brot				
Brötchen	Stück	45	g	
Croissant aus Blätterteig	Stück	50	g	
Graubrot-Roggenmischbrot	Scheibe	45	g	
Hefezopf aus Hefeteig fettarm	Scheibe	45	g	
Knäckebrot	Scheibe	10	g	
Weißbrot-Weizentoastbrot	Scheibe	20	g	
Vollkornbrötchen	Stück	55	g	
Vollkornbrot	Scheibe	50	g	
Weißbrot-Weizenbrot	Scheibe	35	g	
Zwieback	Scheibe	10	g	
Brotbelag				
Butter	Teelöffel	5	g	
Margarine pflanzlich Linolsäure 30-50%	Teelöffel	5	g	
Margarine halbfett Linolsäure >50%				
Edelpilzkäse Rahmstufe	Portion	30	g	
Frischkäse	Esslöffel	30	g	
Schmelzkäse Doppelrahmstufe	Portion	30	g	
Schnittkäse Dreiviertelfettstufe	Scheibe	30	g	
Schnittkäse Rahmstufe	Scheibe	30	g	
Camembert Vollfettstufe	Scheibe	30	g	
Camembert Doppelrahmstufe	Scheibe	30	g	
Bierschinken/ Schinkenpastete	Scheibe	25	g	
Corned Beef	Portion	25	g	
Fleischwurst / Stadtwurst	Scheibe	20	g	
Fleischkäse einfach	Scheibe	30	g	
Fleischsalat	Portion	50	g	
Leberwurst frisch	Portion	30	g	
Braunschweiger Mettwurst	Portion	30	g	
Teewurst	Portion	30	g	
Cervelatwurst	Scheibe	20	g	
Schwein Schinken roh geräuchert (Lachsschinken)	Scheibe	15	g	
Schwein Schinken gekocht ungeräuchert	Scheibe	30	g	
Schwein Bauchspeck	Portion	30	g	
Blütenhonig-Mischungen	Esslöffel	20	g	
Obst Konfitüre	Esslöffel	20	g	
Nuss-Nougat-Creme süß	Esslöffel	20	g	
Vegetarische Pasteten	Portion	30	g	
Frühstücksallerlei				
Hühnerei frisch gegart	Stück	55	g	
Cornflakes	Esslöffel	4	g	
Cornflakes mit Zucker/Honig geröstet	Esslöffel	6	g	
Hafer Vollkorntlocken	Esslöffel	10	g	
Müsli	Esslöffel	15	g	

3.2.4 Auswertung der Ernährungsprotokolle

3.2.5 Erfassung und Auswertung der Körperlichen Aktivität

34

Folgende MET-Äquivalente wurden für die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs verwendet: Walking = 3.3 METs; Moderate Intensity = 4.0 METs; Vigorous Intensity = 8.0 METs. Die Gleichung lautet folgendermaßen:

$$\text{Total MET-minutes/week} = \text{Walk (METs*min*days)} + \text{Mod (METs*min*days)} + \text{Vig (METs*min*days)}$$

3.2.6 Test auf Over- und Underreporting

Zur Überprüfung auf Over- und Underreporting wurden sowohl die Gewichtsaufzeichnungen vor und nach der Studie sowie der errechnete Tagesenergiebedarf verwendet. Die Berechnung des Ruheumsatzes erfolgte mit der Formel nach Schofield [38]:

Frauen:

$$10-17 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,056 \text{ KG} + 2,898$$

$$18-29 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,062 \text{ KG} + 2,036$$

$$30-59 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,034 \text{ KG} + 3,538$$

$$60-74 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,039 \text{ KG} + 2,875$$

$$> 75 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,041 \text{ KG} + 2,610$$

Männer:

$$10-17 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,074 \text{ KG} + 2,754$$

$$18-29 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,063 \text{ KG} + 2,896$$

$$30-59 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,048 \text{ KG} + 3,653$$

$$60-74 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,049 \text{ KG} + 2,930$$

$$> 75 \text{ Jahre GU (MJ)*} = 0,035 \text{ KG} + 3,434$$

Der Tagesenergiebedarf wurde aus der Summe des Ruheumsatzes (engl. Resting Energy Expenditure, REE), des Aktivitätumsatzes und der nahrungsmittelinduzierten Thermogenese (10%) ermittelt. Eine MET-Minute entspricht einer kcal, womit die täglichen MET-Minuten dem Aktivitätumsatz (engl. Activity-related Energy Expenditure, AEE) entsprechen. Der Tagesenergieumsatz (engl. Total Energy Expenditure, TEE) ergibt sich somit aus folgender Formel:

$$\text{TEE} = \frac{(\text{REE} + \text{AEE})}{9} \times 10$$

Die dokumentierten und errechneten Werte wurden mit der aufgenommenen Energie und den Veränderungen des Körpergewichts der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen verglichen.

3.3 Pilotstudie zur Anwendbarkeit eines vereinfachten Ernährungsprotokolls in klinischen Studien

Zur Evaluierung der praktischen Anwendbarkeit des Wiener Ernährungsprotokolls und Analyse der Portionsgrößen wurde eine Pilotstudie mit fünf Studienteilnehmern und -teilnehmerinnen durchgeführt. Die teilnehmenden Personen führten das Wiener Ernährungsprotokoll über einen Zeitraum von 4 Tagen und beantworteten im Anschluss einen Fragebogen zur praktischen Anwendung. Die Portionsgrößen wurden mithilfe von Fotos ermittelt und mit den dokumentierten Werten verglichen.

3.3.1 Studienpopulation

In die Pilotstudie der Masterarbeit wurden 5 gesunde Probandinnen und Probanden ohne ernährungswissenschaftlichen Hintergrund in ihrer Ausbildung im Alter zwischen 27 und 32 Jahren eingeschlossen.

3.3.2 Ernährungserhebung

Zur Erfassung der Ernährung wurde das Wiener Ernährungsprotokoll (WEP) verwendet und die Probanden und Probandinnen der Pilotstudie dieser Masterarbeit führten das Protokoll über einen Zeitraum von insgesamt 4 aufeinanderfolgenden Tagen. Die teilnehmenden Personen erhielten eine kurze schriftliche Einführung und konnten die Anwendungsinformationen auf der ersten Seite des Ernährungsprotokolls verwenden (siehe Abbildung 6).

Portionsgrößen



IMPRESSUM: Es handelt sich um ein Werk im Sinne des österreichischen Urheberrechtsgesetzes. Urheber/innen sind Isabel Bersenkovitsch, Birgit Kogler, Anna Tritscher, Sonja Visontai und Peter Putz, Mitarbeiter/innen der Fachhochschule Campus Wien, Favoritenstraße 226, A-1100 Wien. Das Wiener Ernährungsprotokoll wurde im Auftrag von dato Denkwerkzeuge, Bernd Maierhofer, entwickelt und ist in die Software n.u.s nutritional.software integriert. Darüber hinaus kann das Wiener Ernährungsprotokoll für Lehre und Forschung unentgeltlich benutzt werden (Lizenz: Creative Commons CC BY-NC-ND 3.0 AT <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/at/>). 1. Auflage, Juni 2018.

Name: _____

wiener
ERNÄHRUNGSPROTOKOLL

von _____ bis _____ Anzahl der Tage _____

Geben Sie alle Lebensmittel, Speisen und Getränke an, die Sie zu sich nehmen. Tragen Sie dazu einen Strich an der vorgesehenen Stelle ein. Beachten Sie die angegebenen Portionsgrößen und passen Sie Ihren Eintrag daran an, indem Sie zwei Striche für eine doppelte Portion, C für eine halbe Portion und X für eine viertel Portion machen. Alternativ können Sie ½ oder ¼ schreiben. Zählen Sie nach dem letzten auszufüllenden Tag die Summen bei „+“ zusammen. z.B.:

Vollkornbrot	Scheibe	50 g	+++ X X C	6
Butter	Teelöffel	4 g		4

- Besteht eine Mahlzeit aus mehreren Komponenten, sollen alle Komponenten (z.B. Fleisch, Beilage, Salat, Soße...) im Protokoll erfasst werden. Einzelne Rezept-Zutaten einer Speise müssen nicht berücksichtigt werden.
- Sollten Sie ein Lebensmittel, das Sie verzehrt haben, nicht in der Liste finden, verwenden Sie das Feld „Sonstige Lebensmittel, Speisen & Nahrungsergänzungsmittel“, um es handschriftlich hinzuzufügen.
- Gekaufte oder selbst zubereitete Speisen können Sie entweder in der Kategorie „Auswahl an zubereiteten Speisen“ oder handschriftlich angeben.
- Berücksichtigen Sie auch die Fettzugabe bei selbst zubereiteten Speisen wie Salaten, Fleisch- und Fischgerichten oder ähnlichem. Geben Sie die Menge an zugesetztem Fett in der Kategorie „Fette & Öle“ an.
- Beachten Sie bei gekauften und abgepackten Produkten die Angabe der enthaltenen Portionsgröße auf der Verpackung, um die Erfassung Ihrer Portionsgröße abstimmen zu können.
- Füllen Sie das Protokoll zum Zeitpunkt des Verzehrs aus und führen Sie es immer mit sich mit. Als Erhebungsdauer werden 4 (3 Werktage + 1 Wochenendtag) oder 7 aufeinanderfolgende Tage empfohlen.

Abbildung 6. Einführungsseite des Wiener Ernährungsprotokoll (Quelle: [87]). Das WEP kann ausgedruckt als kleines Heft zusammengefaltet werden. Links sind Beispiele mit Portionsgrößen angeführt und rechts eine Beschreibung und Anleitung wie das Protokoll zu führen ist. Die Vollversion des WEP ist im Anhang hinzugefügt.

3.3.3 Validierung der Portionsgrößen mittels Fotodokumentation

Zusätzlich zur Aufzeichnung der Ernährung wurden die Probanden und Probandinnen angewiesen Fotos von ihren Mahlzeiten zu machen und diese im Anschluss gemeinsam mit dem Ernährungsprotokoll zu übermitteln. Die Mengenbestimmung erfolgte mit der Portionsgrößendatei des RKI (siehe Abbildung 7). Zusätzliche Informationen über Standardportionsgrößen wurden aus der Monica-Mengenliste gewonnen. Sofern notwendig, wurde neben der Anpassung der Mengen auch die Lebensmittelauswahl auf der Liste adaptiert (z.B. bei selbst zubereiteten Mahlzeiten das Speiseöl ergänzt). Die Fotos der Mahlzeiten wurden mit den Bildern aus dem Portionsgrößebuch oder mit der Monica Mengenliste verglichen und so die passende Größe ermittelt.

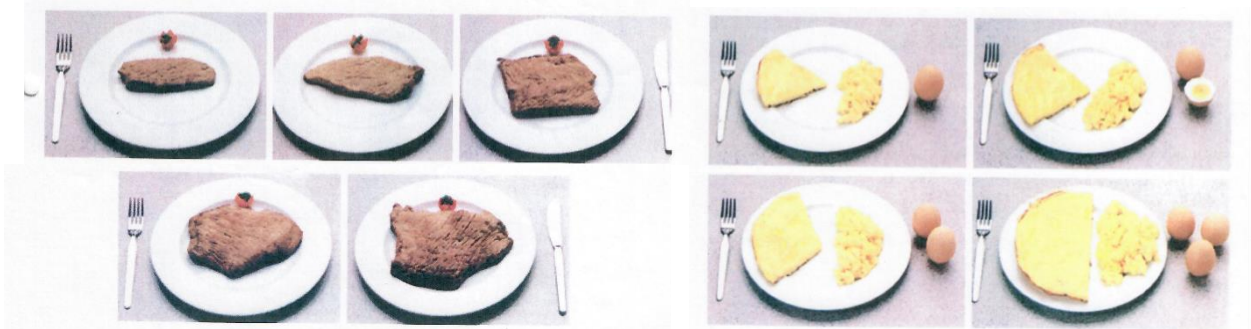


Abbildung 7. Beispielbilder aus dem Fotobuch Portionsgrößen (Quelle:[66]). Links sind als Beispiel fünf verschiedene Portionsgrößen von gekochtem Rindfleisch abfotografiert. Rechts ist die Menge an Eiern in verschiedenen Zubereitungsformen dargestellt.

3.3.4 Erfassung des PAL

Zur Berechnung des Gesamtenergieumsatzes wurden die teilnehmenden Personen nach dem Ausmaß ihrer körperlichen Aktivität entsprechend dem PAL abgefragt und eingeteilt:

- PAL 1,2: ausschließlich sitzende oder liegende Lebensweise
- PAL 1,4-1,5: ausschließlich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität (Büroangestellte, Feinmechaniker)
- PAL 1,6-1,7: sitzende Tätigkeit, zeitweilig auch zusätzlicher Energieaufwand für gehende und stehende Tätigkeiten (Laboranten, Kraftfahrer, Studierende, Fließbandarbeiter)
- PAL 1,8-1,9: überwiegend gehende und stehende Arbeit (Hausfrauen, Verkäufer, Handwerker, Kellner, Mechaniker)
- PAL 2,0-2,4: körperlich anstrengende berufliche Arbeit (Bauarbeiter, Landwirte, Waldarbeiter, Bergarbeiter, Leistungssportler)

3.3.5 Erhebung von Einflussfaktoren und Anwendung des WEP mittels Fragebogen

Im Anschluss an das viertägige Ernährungsprotokoll erhielten die Probanden und Probandinnen einen Fragebogen dazu. Dabei wurden der tägliche Zeitaufwand, der Einfluss auf das Ernährungsverhalten, die größten Hindernisse bei der Ausführung und die Belastung im Alltag

sowie die Bereitschaft ein Ernährungsprotokoll über einen längeren Zeitraum zu Führen abgefragt (siehe Anhang Fragebogen).

Folgende Punkte wurden abgefragt:

- Wieviel Zeit wurde täglich aufgewandt, um das Protokoll zu führen?
- Wurde dadurch das Ernährungsverhalten beeinflusst? Wenn ja, wann und warum?
- Was waren die größten Hürden beim Ausfüllen des Protokolls?
- Gab es Lebensmittel oder Dinge, die in dieser Zeit bewusst nicht gegessen oder nicht dokumentiert wurden?
- Subjektives Befinden inwiefern das „normale Essverhalten“ wiedergegeben wird.
- Wie groß war die Belastung im Alltag?
- Bereitschaft das Protokoll über einen längeren Zeitraum als 4 Tage zu führen.

3.3.6 Auswertung der Ernährungsprotokolle

Die Ernährungsprotokolle wurden gemäß den Empfehlungen des IFEW mit der Software nut.s von der Firma „dato Denkwerkzeuge“ ausgewertet.

3.3.7 Auswertung des Fragebogens zu psychologischen Einflussfaktoren

Die Ergebnisse des Fragebogens wurden in Microsoft Excel (2016) übertragen und ausgewertet. Die Grafiken und deskriptive Statistiken wurden ebenfalls mit Microsoft Excel (2016) ausgeführt.

3.4 Statistische Analyse

Statistische Analysen der Ernährungsprotokolle wurden mit IBM SPSS Statistics (Version 24, IBM, Armonk, NY, USA) durchgeführt. Die Daten werden als Mittelwerte mit zugehöriger Standardabweichung angegeben. Die statistische Auswertung wurde mit gepaarten T-Tests bei einem definierten Signifikanzniveau von $p < 0,05$ durchgeführt. Unterschiede in der Gesamtenergiezufuhr über den Zeitraum von 8 Wochen wurden mittels einfaktorieller Varianzanalyse geprüft.

4. Ergebnisse

4.1 Auswertung des Ernährungsprotokolls einer klinischen Studie

4.1.1 Demographische Daten der Studienpopulation

Tabelle 7 stellt die demographischen Ausgangsdaten der Probandinnen und Probanden (n=10) dar. Es wurden fünf männliche u fünf weibliche Personen eingeschlossen. Der Altersdurchschnitt betrug zu Studienbeginn $27 \pm 1,9$ Jahre mit einem durchschnittlichen BMI von $22,2 \pm 0,76 \text{ kg/m}^2$.

Proband	Geschlecht	Alter	BMI	Gewicht (kg)
1	m	26	21	60,1
2	w	20	23,6	59,7
3	w	22	20,4	58,3
4	m	23	21,9	67,8
5	m	25	21,5	74,4
6	w	26	22,4	60,9
7	m	29	27	101,8
8	w	k.A.	24,6	72
9	m	34	18,4	65,7
10	w	38	21,1	59,5

Tabelle 7. Alter, BMI und Gewicht der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen. Das Alter ist in Jahren und das Gewicht in kg angegeben.

4.1.2 Ernährungsprotokolle

Die Genauigkeit der Dokumentation variierte stark zwischen den einzelnen Personen. Während einige Personen lückenhaft dokumentierten, erfassten andere ihre verzehrten Speisen und Lebensmittel sehr ausführlich. Ein Studienteilnehmer (Proband 1) wurde ab der fünften Woche zunehmend ungenauer und erfasste nur noch die Gesamtmenge pro Woche. Einige Probanden und Probandinnen konnten ihre konsumierten Lebensmittel nicht auf der vorgefertigten Liste finden und notierten diese separat im dafür vorgesehenen Feld am Ende des Protokolls.

Diverse Lebensmittel, welche nur in geringen Mengen und in erste Linie als Kochzutaten Anwendung fanden, wie beispielsweise Speiseöl, wurden Großteils in den Aufzeichnungen vergessen. Ein Studienteilnehmer (Proband 6) vergaß während der ersten vier Studienwochen sein

Ernährungsprotokoll auszufüllen und begann erst in der fünften Woche. Eine Teilnehmerin (Probandin 8) war während des Studienzeitraums krank und konsumierte in diesen Zeitraum nur eingeschränkt

1.1.2.1 Gesamtenergiezufuhr

Die tägliche Gesamtenergiezufuhr pro Woche und pro Person ist in Tabelle 8 dargestellt. Der Mittelwert aller Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen lag bei 2437 ± 603 kcal/Tag. Die Gesamtenergiezufuhr variierte bei allen Probanden und Probandinnen signifikant innerhalb der 8 Studienwochen ($p < 0,05$).

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Woche 1	1464	2277	1948	2321	2773	*	3740	1948	2322	2773
Woche 2	1506	2269	2431	2406	2791	*	3606	1966	1945	1594
Woche 3	2189	2351	2331	2582	2228	*	3975	1819	3237	2201
Woche 4	2285	1754	2374	2280	2461	*	3817	1841	3277	1472
Woche 5	2035	1744	1632	2341	1982	2962	3436	2127	2594	1942
Woche 6	1489	3369	1978	2167	2774	3545	4114	2055	3705	1952
Woche 7	1747	1642	2063	2184	2392	4115	3775	1929	3358	1882
Woche 8	2164	2201	1985	2089	2725	2201	2333	2015	2107	1895
Durchschnitt	1860	2201	2093	2296	2516	3206	3600	1859	2851	1890

Tabelle 8. Tägliche Energiezufuhr in kcal pro Tag nach Studienwochen aufgelistet. * fehlende Werte. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Wochen sind statistisch signifikant ($p < 0,05$, Analyse mittels einfaktorieller Varianzanalyse).

Die mittlere Gesamtenergiezufuhr während des Studienzeitraums (über die gesamte Dauer von acht Wochen) betrug 2352 ± 573 kcal/Tag und unterschied sich signifikant von der durchschnittlichen Energieaufnahme vor der Studie (2109 ± 542 kcal/Tag), welche prospektiv über eine Woche mittels Schätzprotokoll ermittelt wurde. Die Gesamtenergieaufnahme während des Studienzeitraums inkludierte bereits die zusätzliche Energiezufuhr durch die Supplementierung von Fruktose (618 kcal/Tag). Die Werte sind in Tabelle 9 dargestellt.

Proband	tägliche Gesamtenergiezufuhr (Durchschnitt) vor der Studie	tägliche Gesamtenergiezufuhr (Durchschnitt) im Studienzeitraum	Signifikanz- niveau
Proband 1	1659	1860	
Proband 2	1734	2201	
Proband 3	1696	2093	
Proband 4	2396	2296	
Proband 5	2241	2516	
Proband 6	- *	- *	
Proband 7	3243	3600	
Proband 8	1600	1869	
Proband 9	1918	2851	
Proband 10	2493	1890	
Gesamt	2109 ± 542 kcal	2352 ± 573 kcal	p=0,12**

Tabelle 9. Durchschnitt der Gesamtenergieaufnahme aller Probanden vor Studienbeginn und während des Studienzeitraums. *Aufgrund fehlender Werte von Nährwertanalyse ausgeschlossen. ** Die durchschnittliche Gesamtenergieaufnahme vorher (linke Spalte) und während der Studienphase (rechte Spalte) unterscheidet sich statistisch nicht signifikant voneinander (gepaarter t-Test).

4.2.1.2 Makronährstoffzufuhr

Der Mittelwert der Energiezufuhr durch Kohlenhydrate (einfache und komplexe Kohlenhydrate) lag bei 971 ± 272 kcal/d und nahm während des Studienzeitraums leicht ab (769 ± 230 kcal/d). Der Anteil von Einfachzucker sank von 381 ± 103 kcal/d auf 269 ± 86 kcal/d. Die mittlere Energiezufuhr durch Proteine lag vor Studienbeginn bei 301 ± 84 kcal/d und während des Studienzeitraums bei 267 ± 90 kcal/d. Ebenso gab es eine leichte Abnahme der Energieaufnahme durch Fette. Diese sank von 726 ± 193 kcal/d auf 599 ± 212 kcal/d.

Diese Ergebnisse sind in Abbildung 8 und Tabelle 10 dargestellt.

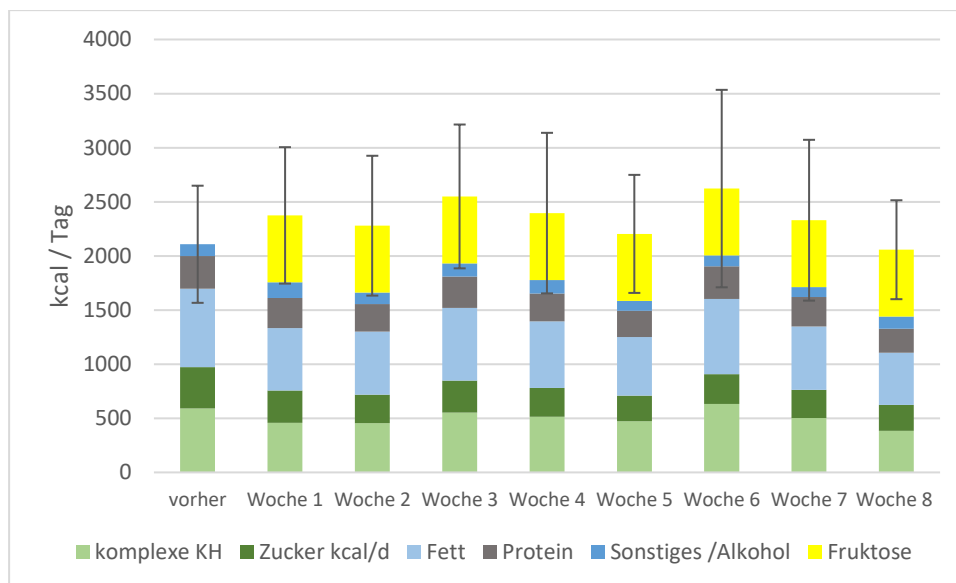


Abbildung 8. Durchschnittliche Energieaufnahme der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer vor und während des Studienzeitraums. Die Standardabweichung bezieht sich auf die Gesamtenergiezufuhr (in kcal / Tag). Farblich dargestellt wird die Energieaufnahme (in kcal) von komplexen Kohlenhydraten, Einfachzucker, Fett, Protein, Alkohol und Fruktose. Die Ergebnisse stellen den Durchschnitt aller Studienteilnehmer dar.

	Kohlenhydrate (kcal/d)	Proteine (kcal/d)	Fett (kcal/d)	Zucker (kcal/d)
Vorher	971 ± 272	301 ± 84	726 ± 193	381 ± 103
Während der Studie	769 ± 230	267 ± 90	599 ± 212	269 ± 86
Signifikanzniveau	$p = 0,054$	$p = 0,223$	$p = 0,06$	$p < 0,05$

Tabelle 10. Durchschnittliche Makronährstoffzufuhr vor und während dem gesamten Studienzeitraum (n=9). Die Unterschiede waren nur bei der Zufuhr von Einfachzucker signifikant (gepaarte t-Tests).

Bezieht man die supplementierte Fruktose in die Berechnung mit ein, so nimmt der prozentuelle Energieanteil an Makronährstoffen zu. In Abbildung 9 sind die kalorischen Anteile der Makronährstoffe an der Gesamtkalorienzufuhr graphisch dargestellt. Vor Studienbeginn wurden insgesamt 47% der Nahrungsenergie durch Kohlenhydrate aufgenommen (19% Einfachzucker und 28% komplexe Kohlenhydrate), 34% durch Fett, 13% durch Proteine und 6% der zugeführten Nahrungsenergie waren aus anderen Quellen (Alkohol). Während des Studienzeitraums und der zusätzlichen Aufnahme von 618 kcal Fruktose pro Tag veränderte sich die Makronährstoffzusammensetzung zu Gunsten der Kohlenhydrate. 57% der aufgenommenen Nahrungsenergie stammten demnach aus Kohlenhydraten (25% Fruktose, 12% Einfachzucker und

20% komplexe Kohlenhydrate). Der Energieanteil aus Proteinen verringerte sich auf 11% und jener aus Fett auf 27% pro Tag.

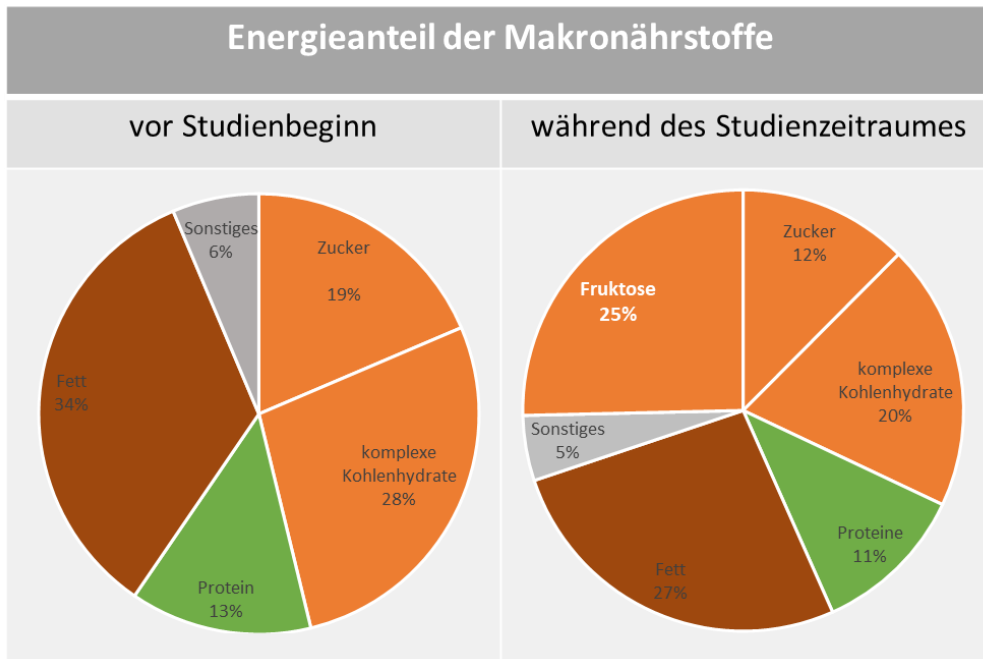


Abbildung 9. Energieanteil (in Prozent) der Makronährstoffe an der Gesamtenergiezufuhr. Die Fruktosezufuhr macht 25% der Gesamtenergiezufuhr während des Studienzeitraums aus. Die Kohlenhydrate (in orange dargestellt) gliedern sich in Fruktose, Einfachzucker (Zucker) und komplexe Kohlenhydrate. Proteine sind in grün dargestellt und Fette in braun. Das graue Feld repräsentiert die Energieaufnahme durch Alkohol.

4.1.3 Gewichtsveränderungen der Studienteilnehmer und – teilnehmerinnen durch zusätzliche Fruktoseaufnahme

Trotz der Fruktoseaufnahme von 150g pro Tag (entspricht ca. 618kcal/Tag) haben die Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen im Durchschnitt $-1,2 \pm 1,4$ kg abgenommen. Die Gewichtsveränderungen waren statistisch signifikant ($p < 0,05$).

Proband	Gewicht vor Studie (kg)	Gewicht nach Studie (kg)	Gewichts-differenz (kg)
1	60,1	59	-1,1
2	59,7	58	-1,7
3	58,3	56	-2,3
4	67,8	65	-2,8
5	74,4	73	-1,4
6	60,9	61	0,1
7	101,8	100,9	-0,9
8	72	69	-3
9	65,7	67,4	1,7
10	59,5	58,5	-1

Tabelle 11. Demographische Daten der Studienteilnehmer und Studienteilnehmerinnen. Das Gewicht (in kg) ist jeweils vor und nach der 8-wöchigen Studienphase dargestellt. In der rechten Spalte wird die Gewichts-differenz zwischen den beiden Messungen angeführt.

4.1.4 Körperliche Aktivität

Sieben von zehn Personen erreichten ein moderates Aktivitätslevel und die drei restlichen Probanden oder Probandinnen erzielten ein hohes Aktivitätslevel, von mehr als 3000 MET-Minuten pro Woche.

Proband	MET-Minuten pro Woche	Intensitäts-Level
1	1259	moderat
2	1709	moderat
3	2924	moderat
4	2009	moderat
5	1992	moderat
6	8358	hoch
7	3351	hoch
8	2359	moderat
9	4063	hoch
10	2123	moderat

Tabelle 12. Die Tabelle stellt die errechneten MET-Minuten pro Woche dar (im Durchschnitt über 8 Studienwochen). Als MET werden die Metabolischen Energieäquivalente bezeichnet. Rechts daneben ist das zugehörige Intensitätslevel angeführt.

4.1.5 Test auf Over und Underreporting

Tabelle 13 vergleicht den errechneten Tagesenergiebedarf mit der während der Studie tatsächlich aufgenommenen Energiemenge dar. Die durchschnittliche tägliche Energieaufnahme unterscheidet sich nicht signifikant vom Tagesenergiebedarf der Probanden und Probandinnen ($p = 0,93$). Die Energieaufnahme liegt im Durchschnitt bei 2437 ± 604 kcal/Tag und der Energiebedarf bei 2276 ± 455 kcal/Tag. Die Unterschiede schwanken je nach Proband oder Probandin zwischen -114 kcal/Tag und $+408$ kcal/Tag im Vergleich zum errechneten Energiebedarf.

Proband	Energieaufnahme (kcal)	Tagesenergiebedarf (kcal)	Gewicht vor Studie (kg)	Gewicht nach Studie (kg)	Gewichts-differenz (kg)	Differenz Tagesenergieumsatz und Energiezufuhr (kcal)
1	1860	1974	60,1	59	-1,1	-114
2	2201	1792	59,7	58	-1,7	+408
3	2093	1951	58,3	56	-2,3	+142
4	2296	2263	67,8	65	-2,8	+34
5	2516	2411	74,4	73	-1,4	+104
6	*	2889	60,9	61	0,1	*
7	3600	3118	101,8	100,9	-0,9	+482
8	1859	2038	72	69	-3	-54
9	2851	2513	65,7	67,4	1,7	+338
10	1890	1810	59,5	58,5	-1	+80

Tabelle 13. Errechnete Differenz zwischen Tagesenergiebedarf und tatsächlicher durchschnittlicher Energieaufnahme (pro Tag) der Probanden und Probandinnen über den Studienzeitraum. Die Gewichts-differenz und Differenz der Energiezufuhr sind in den rechten beiden Spalten angeführt. In den linken beiden Spalten sind die tatsächliche, aus dem Ernährungsprotokoll errechnete, tägliche Energiezufuhr und der Tagesenergiebedarf für jeden Proband und Probandin einzeln dargestellt. Der Tagesenergiebedarf errechnet sich aus dem Grundumsatz (nach Schofield [38]) und den aus dem Aktivitätsprotokoll ermittelten MET-Minuten.

Kg = Gewicht in Kilogramm. Kcal = Energiezufuhr in kcal pro Tag.

4.2 Pilotstudie zur Anwendbarkeit eines vereinfachten Ernährungsprotokolls in klinischen Studien

4.2.1 Demographische Daten der Studienpopulation

Das durchschnittliche Alter der Studienpopulation lag bei $30 \pm 1,2$ Jahren bei einem BMI von $22 \pm 2,6$ kg/m². Die Werte sind in Tabelle 14 dargestellt.

Proband	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BMI	Alter (Jahre)	Geschlecht	PAL	Tagesenergiebedarf (kcal)
1	78	178	24,6	30	m	1,6	2828
2	80	182	24,2	31	m	1,5	2685
3	52	169	18,2	28	w	1,4	1799
4	64	176	20,7	31	w	1,6	2186
5	80	190	22,2	30	m	1,6	2864

Tabelle 14. Demographische Daten der Studienpopulation. Der Tagesenergiebedarf errechnet sich aus dem Grundumsatz nach Schofield [38] multipliziert mit dem PAL. Er ist in kcal pro Tag in der rechten Spalte angegeben.

4.2.2 Ernährungsprotokolle

4.2.2.1 Gesamtenergieaufnahme

Die Ernährungsprotokolle wurden zweimal ausgewertet, einmal mit den ursprünglichen Angaben der Probanden und Probandinnen und einmal mit den anhand der Fotos korrigierten Werten. Der Mittelwert der Energiezufuhr ist nach der Korrektur von $2049,8 \pm 565$ auf 1958 ± 425 nicht signifikant gesunken ($p=0,49$). Bei drei der fünf Teilnehmer oder Teilnehmerinnen wurde der Wert nach oben korrigiert und bei zwei Personen nach unten. Die Differenz schwankte zwischen -362 kcal/Tag und + 228kcal/Tag im Vergleich zur unkorrigierten Energiezufuhr, somit wurde die Energiezufuhr sowohl under- als auch overreported. Die Ergebnisse sind in Tabelle 15 und Abbildungen 10 und 11 dargestellt.

Proband	Tagesenergiebedarf (kcal/Tag)	Energieaufnahme (kcal)	Energieaufnahme korrigiert (kcal)
1	2828	2956	2594
2	2685	1814	2042
3	1799	1451	1585
4	2186	2151	2023
5	2864	1877	1548

Tabelle 15. Tagesenergiebedarf sowie Energiezufuhr vor und nach Korrektur mit Hilfe der Fotodokumentation. Links ist der errechnete Tagesenergiebedarf angeführt, in der mittleren Spalte die nach dem selbstgeführten Protokoll errechnete Energieaufnahme und rechts die korrigierte Energieaufnahme. Die Werte sind in kcal pro Tag angegeben.

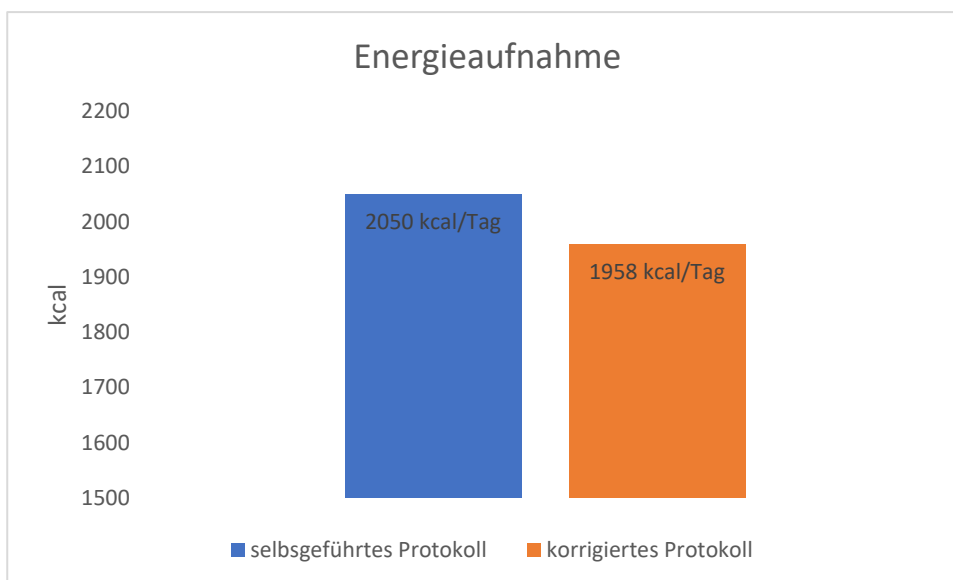


Abbildung 10. Energieaufnahme der Probanden und Probandinnen vor und nach Korrektur mit Hilfe der Fotodokumentation. Die Gesamtenergieaufnahme ist in kcal pro Tag angegeben. Die blaue Säule stellt die durchschnittliche Energieaufnahme (aller Probanden und Probandinnen) des selbstgeführten Protokolls dar und die orange Säule die des korrigierten Protokolls.

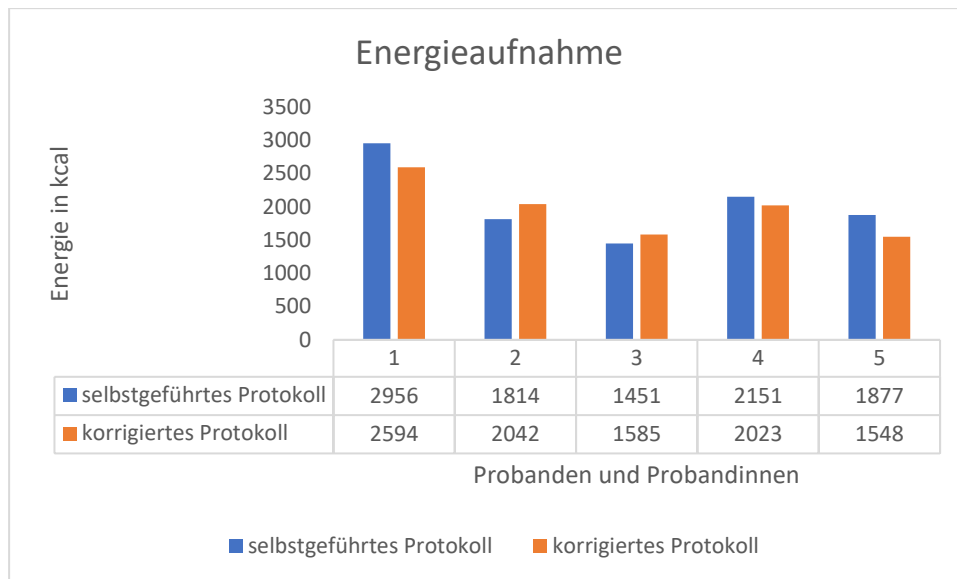


Abbildung 11. Energieaufnahme der Probanden und Probandinnen einzeln vor und nach Korrektur mit Hilfe der Fotodokumentation. Die Gesamtenergieaufnahme ist in kcal pro Tag angegeben. Die blaue Säule stellt die durchschnittliche Energieaufnahme des selbstgeführten Protokolls dar und die orange Säule die des korrigierten Protokolls.

4.2.2.2 Makronährstoffaufnahme

Im selbstgeführten Protokoll wurden pro Tag im Durchschnitt 218 ± 63 g Kohlenhydrate aufgenommen, sowie 85 ± 43 g Proteine und 80 ± 30 g Fette. Nach Adaption der Portionsgrößen ergab sich eine Reduktion von Proteine (71 ± 11 g/Tag) und eine Steigerung der Fettaufnahme (84 ± 26 g/Tag) ergeben. Die tägliche Kohlenhydrataufnahme ist um durchschnittlich 13g auf 205 ± 52 g/Tag gesunken. Kein Unterschied war statistisch signifikant (Proteine: $p=0,33$; Fett: $p=0,18$; Kohlenhydrate $p=0,34$).

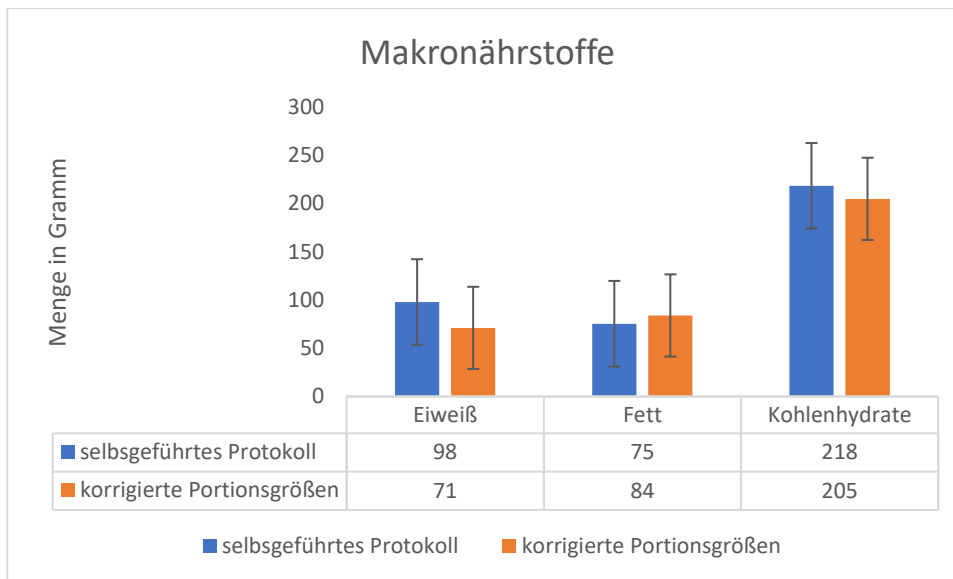


Abbildung 12. Zufuhr der Makronährstoffe (Kohlenhydrate, Fett und Proteine) vor und nach Korrektur mit Hilfe der Fotodokumentation. Die Mengenangaben erfolgen in Gramm pro Tag. Die blaue Säule stellt die durchschnittliche Energieaufnahme (aller Probanden und Probandinnen) des selbstgeführten Protokolls dar und die orange Säule die des korrigierten Protokolls.

Die Energieprozent der Kohlenhydrate haben sich nur gering von 42,9% im Originalprotokoll auf 43,4% in der korrigierten Form verändert. Der Fettanteil ist von 32,0% auf 37,7% gestiegen und der Proteinanteil von 18,8% auf 14,1% der Gesamtenergiezufuhr gesunken. Die Werte sind in Abbildung 13 dargestellt.

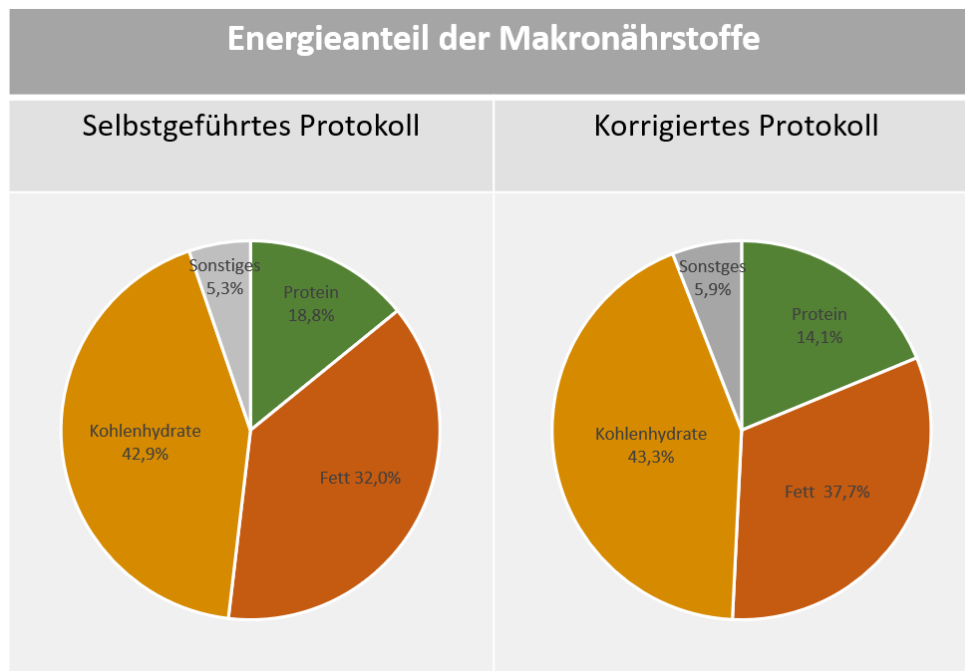


Abbildung 13. Energieprozent der Gesamtenergiezufuhr vor und nach Korrektur mittels Fotodokumentation. Die Werte beziehen sich auf den Durchschnitt der gesamten Studienpopulation.

4.2.3 Fragebogen

4.2.3.1 Zeitaufwand

Nur einer von insgesamt fünf Probanden und Probandinnen gab an weniger als 15 Minuten täglich für die Erfassung der Ernährung im WEP zu brauchen. Bei den restlichen Vier nahm die Protokollführung täglich 15-30 Minuten ein. Keiner der Teilnehmer oder Teilnehmerinnen hat mehr als 30 Minuten täglich für das WEP aufgewandt.

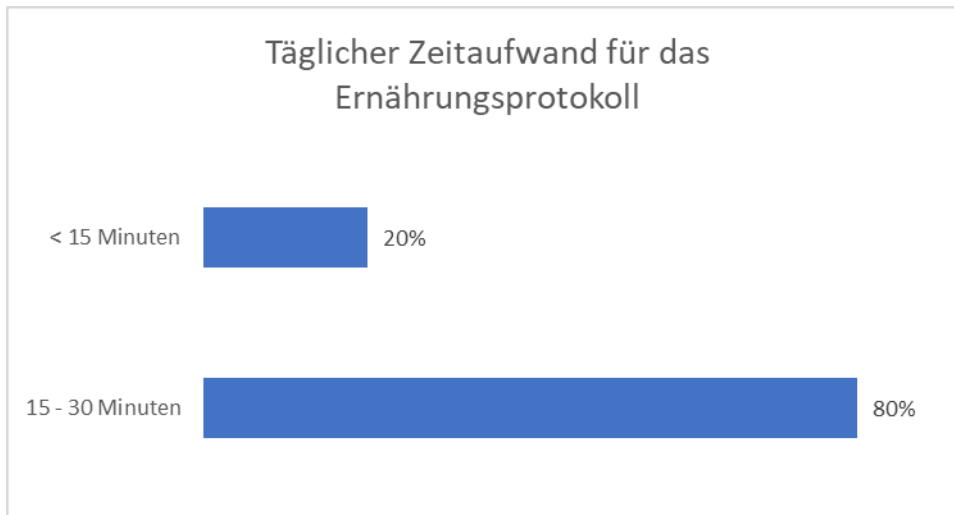


Abbildung 14. Täglicher Zeitaufwand zum Führen des Ernährungsprotokolls. Einer von fünf Probanden (20%) gab an weniger als 15 Minuten täglich zur Protokollführung gebraucht zu haben, die weiteren vier Probanden (80%) brauchten 15-30 Minuten täglich.

4.2.3.2 Ernährungsverhalten

Alle Teilnehmer und Teilnehmerinnen gaben an ihr Ernährungsverhalten nicht bewusst verändert zu haben. Vier der fünf Befragten machten sich durch das Protokollführen mehr Gedanken über ihre Ernährung. Drei von Fünf wählten während des Studienzeitraums bevorzugt einfachere Lebensmittel. Ein Proband gab an in der Zeit der Ernährungserhebung weniger Süßspeisen gegessen zu haben.

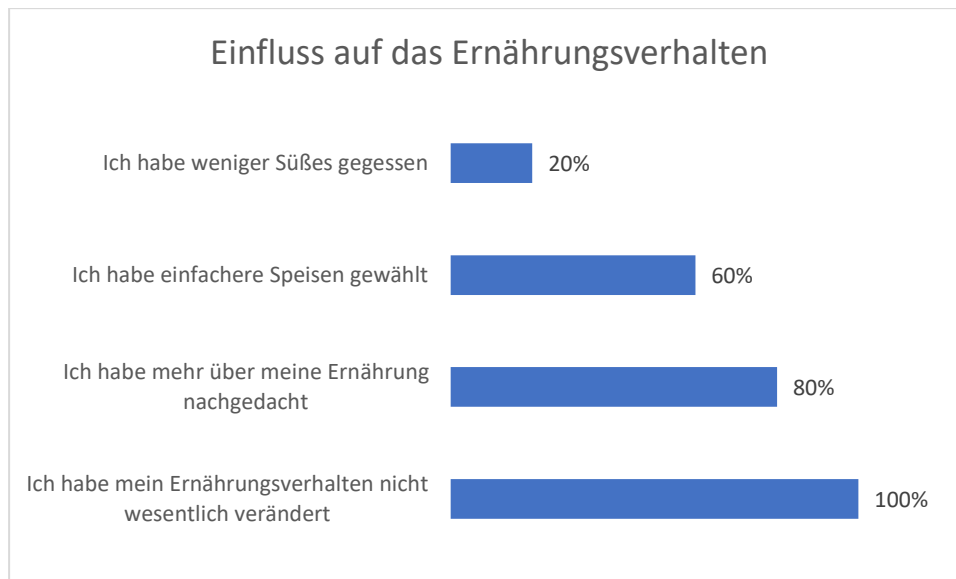


Abbildung 15. Einfluss des Ernährungsprotokolls auf das Ernährungsverhalten im beobachteten Zeitraum. Bei dieser Frage waren Mehrfachantworten möglich. Ein Proband gab an, durch das Protokollführen weniger Süßes gegessen zu haben. 60% der Probanden wählten einfachere Speisen, um die Protokollführung zu erleichtern. Vier von fünf Probanden gaben an mehr über ihre Ernährung nachgedacht zu haben und alle gaben an, ihr Ernährungsverhalten während der Studienphase nicht wesentlich verändert zu haben.

Zwei der Befragten sind der Meinung, dass das viertägige Protokoll ihr normales Essverhalten widerspiegelte, während die weiteren drei Personen ihr Protokoll als weniger aussagekräftig befanden.

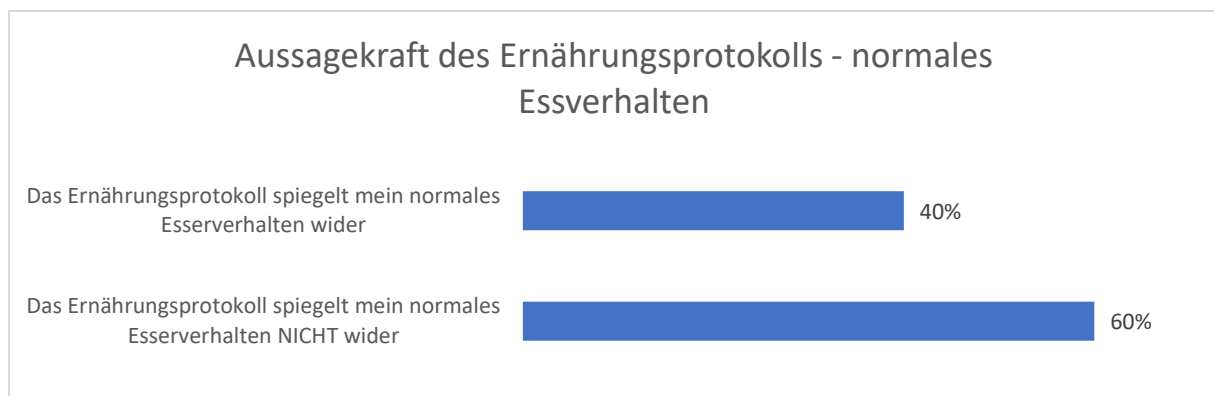


Abbildung 16. Subjektive Beurteilung der Aussagekraft des Ernährungsprotokolls für das reguläre Ernährungsverhalten der Probanden und Probandinnen. 60% der Probanden und Probandinnen waren der Meinung, dass dieses Ernährungsprotokoll ihr normales Essverhalten nicht widerspiegelt.

4.2.3.3 Hürden

Drei von fünf Befragten gaben an, viele der Speisen nicht auf dem Protokoll gefunden zu haben. Vier von Fünf empfanden das Heraussuchen der einzelnen Lebensmittel und Speisen sehr mühsam. Zwei Personen gaben an Probleme beim Einschätzen der Portionsgrößen gehabt zu haben.

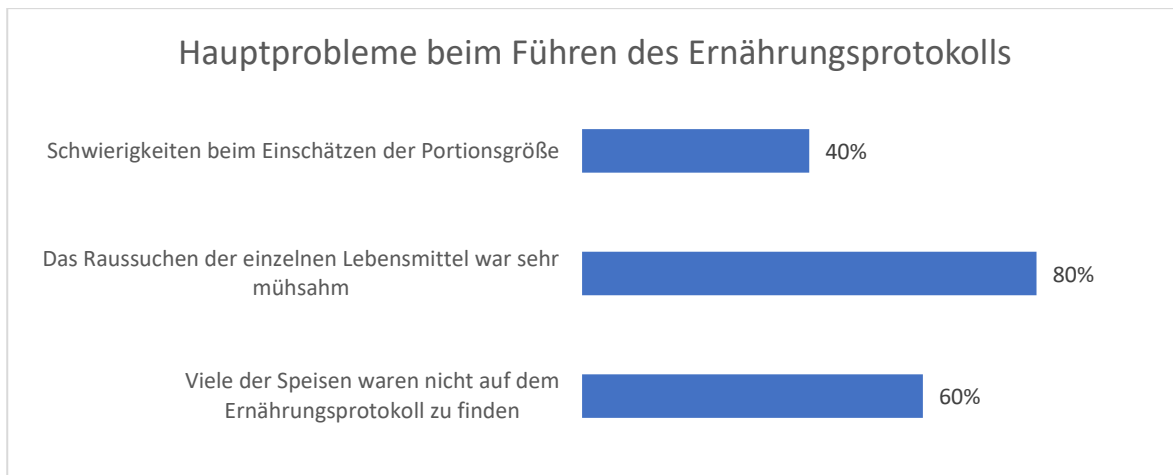


Abbildung 17. Hauptprobleme und Hürden der Teilnehmer und Teilnehmerinnen beim Führen des Ernährungsprotokolls. 40% der Probanden und Probandinnen hatten Schwierigkeiten beim Einschätzen der Portionsgrößen. Vier von fünf empfanden das Heraussuchen der Speisen als sehr mühsam und 60% gaben an viele ihrer verzehrten Speisen nicht auf dem Protokoll gefunden zu haben.

4.2.3.4 Belastung und Bereitschaft das Protokoll über einen längeren Zeitraum zu führen

Der Großteil der Probanden und Probandinnen (vier von fünf) fanden das Protokoll wenig belastend im Alltag, während ein Studienteilnehmer das Protokoll als größere Alltagsbelastung empfand.

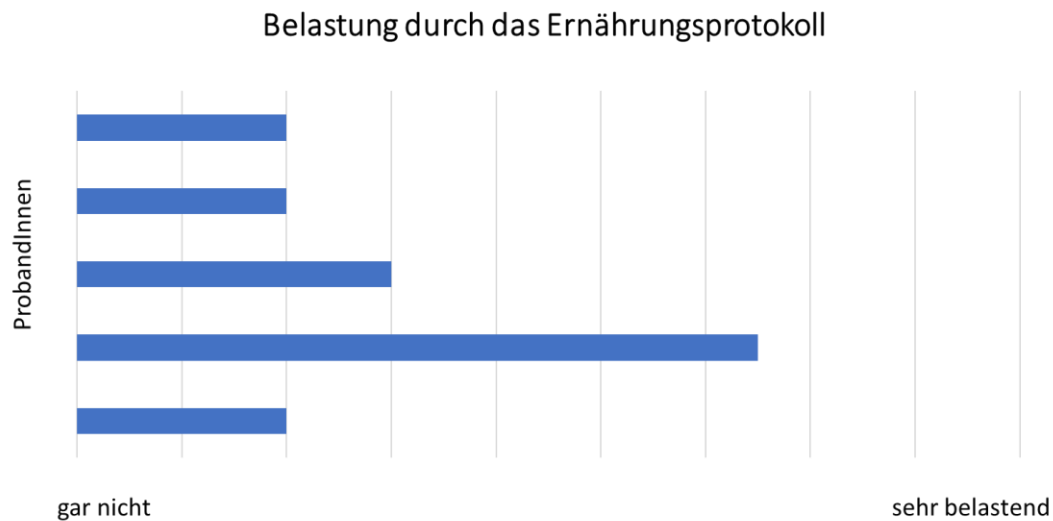


Abbildung 18. Belastung der Probanden und Probandinnen im Alltag durch Führen des Wiener Ernährungsprotokolls. Die meisten Probanden und Probandinnen empfanden die Protokollführung als geringe Belastung im Alltag.

Die Bereitschaft, das Protokoll über einen Zeitraum von insgesamt mehr als 4 Tagen zu führen, war bei allen Probanden und Probandinnen eher gering.

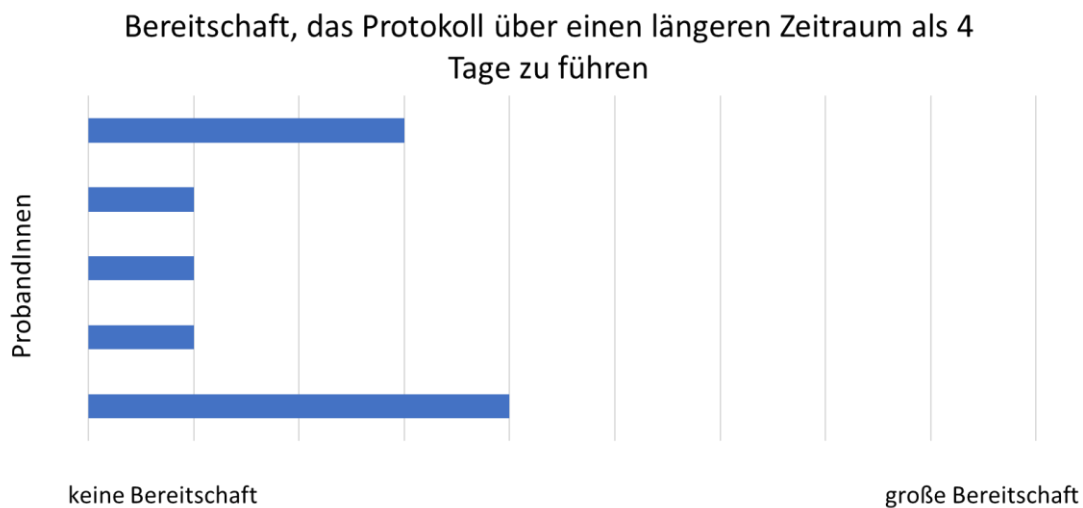


Abbildung 19. Bereitschaft der Probanden und Probandinnen das Wiener Ernährungsprotokoll über einen längeren Zeitraum als 4 Tage zu führen. Die Bereitschaft das WEP über einen längeren Zeitraum zu führen war bei allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen gering.

5. Diskussion

5.1 Ernährungsprotokolle

In der klinischen Fruktose-Studie wurde zur Erfassung der Ernährung das Freiburger Ernährungsprotokoll [85] verwendet, da es sich hierbei um ein vereinfachtes Protokoll mit schneller und einfacher Auswertung handelt. Das Protokoll kann über einen flexiblen Zeitraum geführt werden und eignet sich deshalb auch zur Verwendung über mehrere Wochen. In unserer klinischen Fruktose-Studie wurde das Protokoll über insgesamt 8 Wochen geführt, wobei jede Woche einzeln dokumentiert wurde. Dadurch hat sich der Aufwand bei der Datenauswertung ebenfalls um den Faktor Acht erhöht. Im Wesentlichen, sofern alle Tage in einem Protokoll erfasst werden, bleibt der Auswertungsaufwand pro Person unabhängig vom Erfassungszeitraum [88].

Sowohl das Freiburger, als auch das Wiener Ernährungsprotokoll wurden bereits in Studien hinsichtlich ihrer Aussagekraft validiert und stellen eine präzise Methode zur Ernährungserhebung dar [85, 88, 89]. Das WEP eignet sich insbesondere durch die kurze Einführungsseite und die Infografiken zur Portionsgrößeneinschätzung auf dem Deckblatt zur Anwendung bei größeren Kollektiven, da es, nach Angaben der Autoren, ohne vorherige Einschulung geführt werden kann [87].

Nach Angaben der Autoren liegt der tägliche Aufwand zum Ausfüllen des Wiener Ernährungsprotokolls bei ca. 10 Minuten [87]. In unserer Pilotstudie zur Evaluierung des WEP haben 80% der Probanden und Probandinnen angegeben 15-30 Minuten täglich dafür aufgewandt zu haben. Wir vermuten, dass dies in erster Linie durch einen Mehraufwand wegen des Heraussuchens der Speisen und Lebensmittel zustande kommt. In beiden unseren Studien wurden insgesamt bis zu 15 Lebensmittel bzw. Speisen in der Extraspalte am Ende des Freiburger bzw. Wiener Ernährungsprotokolls angeführt, wodurch sich die Auswertung der Protokolle deutlich aufwändiger gestaltete. Mehr als die Hälfte (60%) der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen unserer im Rahmen der Masterarbeit durchgeführten Pilotstudie gaben an einige Lebensmittel nicht im WEP gefunden zu haben und 80% der Personen empfanden das Heraussuchen der Speisen als mühsam. Unserer Meinung nach könnte dieses Problem durch eine gezielte Einschulung der Probanden und Probandinnen verbessert werden. Im Gegensatz dazu ist jedoch die Datenerfassung rascher als bei Wiege- oder Schätzprotokollen, wodurch sich insgesamt Kosten- und Zeitaufwand einer Studie reduzieren lassen [88].

Des Weiteren enthält das WEP nur eine geringe Anzahl an Fertigspeisen und die Zutaten müssen vorwiegend einzeln ausgewählt werden (wie z.B. Gemüse, Fleisch). Hierbei fällt in der Datenauswertung auf, dass Speiseöl kaum bis gar nicht aufgezeichnet wurde. In unserer durchgeführten PortionsgröÙenevaluierung können wir diese Annahme bekräftigen, da der Anteil an Fett nach Korrektur mittels Fotoauswertung höher war als vorher (von 32% auf 37,7% der Gesamtenergiezufuhr). Diese potenzielle Fehlerquelle des WEP ist unserer Recherche nach bisher in keiner Validierungsstudie beschrieben worden [87, 88]. Deshalb schlussfolgern wir, dass weitere Studien notwendig sind, um diese Fehlerquellen der lückenhaften Dokumentation von Speisefett zu untersuchen. Besonders die Fettzufuhr ist für die Berechnung der Gesamtenergieaufnahme wichtig, da Lipide Aufgrund des hohen Energiegehalts große Auswirkungen auf die Ergebnisse haben können [61]. Allerdings kommt es in unserer Pilotstudie durch die Korrektur der Fettzufuhr zu keiner signifikanten Veränderung der Gesamtenergiezufuhr oder Änderung der Makronährstoffzusammensetzung. Dies könnte jedoch auch an der geringen Teilnehmerzahl unserer Pilotstudie liegen.

Die Auswahl der geeigneten Erhebungsmethode hängt in erster Linie von den Studienzielen ab und sollte gut abgewogen werden. Der vordefinierte Zeitraum zur Durchführung der Ernährungsprotokolle bestimmt, ob retrospektive oder prospektive Methoden verwendet werden können. Zudem eignen sich einige Protokolle besser für lange Zeiträume, während andere für kurze Zeiträume sinnvoller sind. Die Anzahl der Studienteilnehmer und in weiterer Folge die personellen und finanziellen Ressourcen bei der Auswertung sind maßgeblich für die Methodik. Vor allem beim Wiegeprotokoll ist der Zeitaufwand sowohl für die Teilnehmer und Teilnehmerinnen, als auch für das wissenschaftliche Personal sehr hoch [90]. Bei der 24-Stunden Befragung über einzelne Tage ist die Compliance der Probanden und Probandinnen in der Regel höher als bei selbst geführten Ernährungsprotokollen [1]. Von der European Food Safety Authority (EFSA) wird für größere Studienpopulationen auf nationaler Ebene die Verwendung von 24-Stunden Befragungen empfohlen [91]. Um eine bessere Datenqualität zu erhalten, sollten diese Befragungen unangekündigt und an mehreren unabhängigen Tagen durchgeführt werden. Bei kleineren Studienpopulationen können zur Verbesserung der Präzision prospektive Protokoll-Methoden verwendet werden, welche sehr zeit- und personalintensiv sind. Zur Verbesserung der Genauigkeit sind auch Kombinationen von verschiedenen Methoden sinnvoll. Meist wird das FFQ in Kombination mit Ernährungsprotokollen, 24-Stunden Befragungen oder Biomarker-Analysen verwendet [91, 92].

Die Arbeitsgruppe DIET@NET (DIETary Assessment Tool NETwork) hat im Jahr 2017 eine „Best Practice Guideline“ zur Methodenauswahl herausgegeben. Die Leitlinie wurden von einem Experten-Konsensus entwickelt und bietet eine Hilfestellung zur Auswahl der geeigneten Erhebungsmethode. Die Leitlinie ist über die „Nutritools“-Website zugänglich und kann frei zugänglich unter <http://www.nutritools.org> abgerufen werden. [93]

Generell ist es wichtig einen guten Kompromiss zwischen Aufwand für die Studienteilnehmer und - teilnehmerinnen sowie dem gewünschten Informationsgewinn zu finden [16]. Unserer Meinung nach stellt das WEP einen guten Kompromiss zwischen Aufwand und Auswertung dar, insbesondere wenn es in der medizinischen oder pharmakologischen Forschung angewandt wird. Der Auswertungsaufwand wird sehr gering gehalten und auch die Erfassung erfolgt rascher, als bei herkömmlichen Wiegeprotokollen, mit vergleichbarer Genauigkeit [87, 88]. In klinischen Studien wird die Ernährung meist nur als sekundäres Outcome erfasst, wodurch der Informationsgewinn durch das WEP, unserer Meinung nach, Großteiles ausreichend ist.

Ein großer Vorteil des Wiege- oder Schätzprotokolls (inkl. Wiener oder Freiburger Ernährungsprotokoll) im Gegensatz zur 24-Stunden Befragung ist, dass, bei gleichem Auswertungsaufwand, mehrere Tage hintereinander erfasst werden können. Durch die Erfassung mehrerer Tage und anschließenden Berechnung des Durchschnitts kann der Fehler der day-to-day Variation verringert werden.

Wie in unserer Pilotstudie mit dem WEP ersichtlich, fällt bei längerer Studiendauer die Bereitschaft und Compliance der Personen das Protokoll zu führen. Die Bereitschaft unserer Probandinnen und Probanden das Ernährungsprotokoll über einen längeren Zeitraum (als 4 Tage) zu führen ist gering. Die Autoren dieser Arbeit vermuten, dass durch sinkende Bereitschaft auch die Dokumentation zunehmend ungenau wird. Diese Ungenauigkeit und teilweise lückenhafte Dokumentation in den fortgeschrittenen Studienwochen ist auch bei dem über 8 Wochen geführten Protokoll der klinischen Fruktose-Studie ersichtlich. Generell wird empfohlen ein Ernährungsprotokoll über einen Zeitraum von 4-7 Tagen zu führen [1, 94]. Eine Möglichkeit den Erfassungszeitraum zu verkürzen und somit die Compliance zu steigern, wäre die Verwendung einer an mehreren einzelnen Tagen durchgeführten 24-Stunden Befragung [1, 84]. Wie bereits erwähnt sollte diese Entscheidung individuell anhand der Studienziele und Population getroffen werden. In der Validierungsstudie des WEP [88] konnten sich 57% der Teilnehmer und Teilnehmerinnen vorstellen das Protokoll in Zukunft erneut zu führen, jedoch wurde hier die Untersuchungsdauer nicht spezifisch evaluiert. Ebenso geben 74% der Befragten an, dass das

Protokoll einfach zu führen sei [88]. In unserer Pilotstudie empfanden 80% der teilnehmenden Personen die alltägliche Belastung durch das Protokoll eher gering, wenn auch der Zeitaufwand, vor allem im Hinblick auf die Compliance, eine nicht zu unterschätzende Komponente darstellt. Eine Vereinfachung der Protokollführung könnte hier sicherlich mit Hilfe moderner Technik, insbesondere der Nutzung von Smartphone-Applikationen, erzielt werden.

Das Angebot an Mobiltelefon-basierten Ernährungstools ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen und vor allem im Hinblick auf Datensammlung und Auswertung sind sie den handschriftlichen Methoden überlegen [16, 95]. Im wissenschaftlichen und klinischen Bereich ist die Anwendung von Applikationen oder elektronischen Erhebungsformen noch nicht wirklich etabliert. Computergestützte Ernährungstools, wie beispielsweise zur Erhebung von FFQ, wurden allerdings schon in einigen Studien validiert [96]. So konnte Kato et al. [97] zeigen, dass bei FFQ 83% der Probanden und Probandinnen eine online Erhebung einer gedruckten Version bevorzugen. Eine weitere Studie aus dem Jahr 2018 [98] erzielte gute Ergebnisse bei der Verwendung von elektronischen Ernährungserhebungen. Dennoch war in vielen Fällen noch eine manuelle Korrektur der Daten notwendig. Um die Vorteile Smartphone-basierter Ernährungsprotokolle auch für klinische Studien nutzen zu können, sind Weiterentwicklung und vor allem Validierungen der elektronischen Erhebungsmethoden notwendig, welche bis jetzt noch kaum vorhanden sind [99, 100]. Die Validierung von elektronischen Erhebungsmethoden sollte außerdem immer hinterfragt werden, da diese in der Regel durch Vergleich mit anderen standardisierten Methoden (wie z.B. mit der 24-Stunden Befragung) erfolgt und diese Standardmethoden ebenso Fehler und Misreporting enthalten können [26, 93]. In klinischen Studien sollten vorwiegend akademische Applikationen verwendet werden, welche extra für die wissenschaftliche Anwendung konzipiert werden und bessere Kriterien im Hinblick auf Datenschutz und Privatsphäre erfüllen. Wegen der Notwendigkeit einer guten Internetverbindung und technologischen Grundkenntnissen sind diese Methoden außerdem aktuell noch auf bestimmte Personengruppen beschränkt. Jugendliche und junge Erwachsene kommen wesentlich besser mit Smartphone-basierten Ernährungsprotokollen zurecht als ältere Personen [101–103]. In jedem Fall sollte vor Studienbeginn eine Einschulung und Probephase durchgeführt werden, um die Compliance zu optimieren und Fehler zu verringern. Für 24-Stunden Befragungen gibt es ebenfalls bereits erste Versuche Smartphone-Applikationen einzubinden [104]. Die Verwendung von elektronischen Erhebungsmethoden kann die Compliance der Probanden und Probandinnen erhöhen, allerdings sind auch hier Fehler durch Falscheinschätzung der Portionsgrößen oder durch Vergessen bzw. Auslassen der Dokumentation von Lebensmitteln nicht auszuschließen. Eine

Möglichkeit diese Fehler zu minimieren wäre, den Autoren zufolge, eine zusätzliche Kontrolle mittels Fotodokumentation.

Die manuelle Korrektur der Ernährungsprotokolle durch Fotodokumentation, wie in unserer Pilotstudie durchgeführt, ist allerdings sehr zeitaufwendig. Eine automatisierte Analyse von Bildern könnte hier Vorteile bringen und den Korrekturprozess beschleunigen. Ebenso gibt es bereits rein fotobasierte Methoden welche derzeit allerdings noch nicht valide genug sind um in wissenschaftlichen Bereichen angewandt zu werden [105]. Abgesehen davon ist die Verfügbarkeit mobiltelefonbasierten Erhebungsmethoden limitiert und nach unserem Wissen gibt es aktuell keine elektronische Form des Wiener oder Freiburger Ernährungsprotokolls. Aus diesem Grund wurden in unseren Studien die handschriftlichen Versionen der Protokolle benutzt. Aus Mangel an validen elektronischen Erfassungsmethoden wird in klinischen Studien aktuell noch auf handschriftliche Methoden zurückgegriffen, dennoch sollte der Fokus in Zukunft auf der Entwicklung und Validierung elektronischer Erhebungsmethoden liegen.

5.2 Misreporting

Das Erkennen von Misreporting in Ernährungserhebungen ist schwierig und es gibt keine standardisierten Richtlinien wie mit fehlerhaften Angaben umgegangen werden soll.

Generell können Fehlangaben der Energiezufuhr durch direkten Vergleich der Protokolle mit dem Energiebedarf bzw. Energieumsatz einer Person geprüft werden. In beiden hier diskutierten Studien wurde dieser individuell berechnet und überprüft. Die zugeführte Energie kann mit dem errechneten Energiebedarf anhand zweimaliger Gewichtskontrolle (vorher-nachher) verglichen werden. In unserer klinischen Fruktose-Studie wurde die körperliche Aktivität miterfasst, um auf den Energiebedarf der Probanden und Probandinnen schließen zu können. In der Literatur ist man sich darüber einig, dass die Erhebung der körperlichen Aktivität einen Teil des Routineprotokolls bei Ernährungserhebungen darstellen sollte [59]. Da bei größeren Studienpopulationen eine individuelle Überprüfung nicht mehr möglich ist, kann der Goldberg-Cut-Off zur Identifikation von Misreporting verwendet werden [80]. Hiermit konnten in einer Studie gute Vorhersagewerte für Misreporting bei 24-Stunden Befragungen und FFQ erzielt werden.

Personen, bei denen die berichtete Energiezufuhr unter einem plausiblen Wert liegt, werden als „Low-Energy-Reporter“ bezeichnet [60]. Wie viele Personen tatsächlich eine zu niedrige Energiezufuhr angeben oder welchen Effekt dies auf Studienergebnisse hat ist bisher allerdings

weitgehend unklar [60]. Unsere Literaturrecherche zeigt, dass sich die meisten Studien nur mit Underreporting beschäftigen und nur wenige Daten zu Overreporting verfügbar sind. Obwohl die Prävalenz von Overreporting vergleichsweise gering ist, kann es zu akkumulierenden Fehlern bei der Auswertung von Ernährungserhebungen kommen. Solange keine weiteren Methoden zur Überprüfung eingesetzt werden, sollte selbst dokumentierte Nahrungsaufnahme daher immer vorsichtig interpretiert werden. Asbeck et al. [106] konnten bei normalgewichtigen jungen Erwachsenen feststellen, dass 49% der Frauen und 14,3% der Männer eine Energiezufuhr von mehr als 20% unterhalb des erwarteten Energiebedarfs angegeben haben. Zwei weitere Studien [107, 108] kamen zu dem Schluss, dass Personen mit gezügeltem Essverhalten, welche zu den „Low-Energy-Reportern“ gehören, vermutlich tatsächlich einen niedrigeren Energiebedarf als errechnet haben. Demnach ist die Energiezufuhr bei diesen Personen plausibel und kann das normale Essverhalten widerspiegeln. Die Ergebnisse dieser Studien sind jedoch mit Vorsicht zu beurteilen, da in einer Studie die Zahl der Probanden und Probandinnen gering war [107] und in der anderen der Energiebedarf nicht gemessen, sondern nur errechnet wurde [108]. Dennoch verdeutlichen diese Ergebnisse, dass die Kontrolle von Ernährungsprotokollen und die Identifikation von Misreporting schwierig ist, und sich nicht verallgemeinern lässt.

Eine qualitative Studie zu persönlichen Erfahrungen bei Ernährungserhebungen aus dem Jahr 2000 [63] hat zwei wesentliche Einflussfaktoren aufgezeigt, welche zu Misreporting führen. Dazu gehört einerseits Ehrlichkeit und soziale Akzeptanz und andererseits die Konsumation „einfacher“ Lebensmittel.

Die Probanden und Probandinnen unserer Pilotstudie gaben an ihr Ernährungsverhalten subjektiv nicht verändert zu haben, konsumierten aber dennoch „einfachere“ Lebensmittel und Speisen. Die Autoren dieser Studie gehen davon aus, dass es sich dabei um eine Fehlinterpretation der Probanden und Probandinnen selbst handelt, denn allein durch die Konsumation einfacherer Lebensmittel wurde die Ernährung verändert. Diese Veränderung ist möglicherweise unbewusst passiert, weshalb die subjektive Wahrnehmung der Ernährungsgewohnheiten unverändert blieb. Die Konsumation einfacherer Lebensmittel während dem Führen eines Ernährungsprotokolls wurde ebenfalls in anderen Arbeiten beschrieben [60, 109].

Der Bias der veränderten Essgewohnheiten tritt nur bei prospektiven Erhebungsmethoden und angekündigten 24-Stunden Befragungen auf. Eine Studie konnte zeigen, dass das Misreporting bei Wiegeprotokollen höher war (18%) als bei 24-Stunden Befragungen (13,4%) und

Schätzprotokollen (12,2%) [60]. Wiegeprotokolle sind zeitlich am aufwändigsten, während Schätzprotokolle eine einfachere Variante darstellen.

Der Einfluss von sozialer Erwünschtheit ist schwierig zu interpretieren und variiert je nach Studienpopulation, Geschlecht, Bildungsniveau und Beeinflussbarkeit durch Medien. Gesundheitsinformationen, welche verstärkt durch soziale Medien verbreitet werden, können auf Basis der sozialen Erwünschtheit das selbstdokumentierte Ernährungsverhalten beeinflussen. Dadurch werden mehr „sozial erwünschte“ Lebensmittel protokolliert oder verzehrt als „sozial unerwünschte“ [110]. Eine Studie kam zu dem Ergebnis, dass bei höherem Bildungsniveau die Einflüsse des sozialen Umfelds geringer ausfallen [111]. Die Ursache hierfür könnte allerdings auch in der höheren Compliance bei höherem Bildungsniveau liegen und nicht mit dem sozialen Umfeld zusammenhängen [112].

In unserer Studienpopulation spielte die soziale Akzeptanz spielt nur eine untergeordnete Rolle, da es sich durchgehend um junge und normalgewichtige Erwachsene handelte. Wie in einigen Arbeiten bereits gezeigt werden konnte, neigen vor allem übergewichtige Frauen zu Misreporting, was auch mit der sozialen Erwünschtheit zusammenhängen könnte [58, 60].

Eine weitere Studie [75] demonstrierte eine geschlechtsunabhängige Prävalenz von Misreporting welches nur bei der 24-Stunden Befragung und nicht bei dem FFQ identifiziert werden konnte. Die Autoren mutmaßen, dass der Unterschied in der persönlichen oder unpersönlichen Erhebungsweise liegen könnte. Während die 24-Stunden Befragung in der oben angeführten Studie in einem persönlichen Interview erhoben wurde, konnten die Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen das FFQ zu Hause beantworten. Der persönliche Kontakt beim Interview könnte dazu führen Fragen eher nach der „sozialen Erwünschtheit“ zu beantworten. Probanden und Probandinnen fühlen sich oft durch Interviewer und Interviewerinnen beurteilt und dazu gedrängt ihre Ernährung den sozialen Ansprüchen anzupassen [63]. Die Protokolle unserer beiden Studien wurden zu Hause geführt und erst am Ende ausgewertet, wodurch der Bias der „sozialen Erwünschtheit“ möglicherweise etwas verringert werden konnte.

5.3 Portionsgrößen

Durch die zusätzliche Fotodokumentation und das Erstellen eines Bildes vor und nach Nahrungsaufnahme können Fehler, welche durch Fehleinschätzung der Portionsgröße entstehen minimiert werden [113]. In unserer Pilotstudie konnten wir zeigen, dass die Einschätzung der

Portionsgrößen und die daraus resultierenden Energieaufnahme im Durchschnitt nur gering von der tatsächlich konsumierten Menge abweicht. Sowohl die Gesamtenergieaufnahme als auch die Zusammensetzung der Makronährstoffe unterschied sich nicht signifikant. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass in der Tabelle des Wiener Ernährungsprotokolls die genaue Mengenangabe beschrieben ist und die Probanden und Probandinnen somit bei Bedarf selbst einfache Korrekturen vornehmen können.

Welten et al. [114] untersuchten in ihrer Arbeit den Unterschied zwischen dokumentierter Portionsgröße und Standardportionen. Wurden anstatt der dokumentierten Portionsgrößen die Standardgrößen zur Auswertung verwendet, so war die Gesamtenergieaufnahme um 20% niedriger. Die Studie kam zu dem Entschluss, dass die Verwendung von standardisierten Portionsgrößen im Gegensatz zu selbst berichteten Mengen zu einer Unterschätzung der mittleren Nährstoffaufnahme innerhalb einer Gruppe führen kann. Die Verwendung von Standardportionen ist aber dennoch geeignet um die Nährstoffaufnahmen verschiedener Gruppen miteinander zu vergleichen [115, 116]. In den meisten Studien werden Haushaltsmaße als Messgrößen verwendet, gefolgt von Zeichnungen und Fotos, sowie Essensmodellen [60].

Standardportionsgrößen sind in den letzten Jahren zudem stetig größer geworden. Ein rezenter Review [65] fand insgesamt nur wenige Studien, welche den Trend zu größeren Portionen untersuchten, konnte aber einen Anstieg der Portionsgrößen sowohl im täglichen Leben, als auch in Kochbüchern verzeichnen. Portionsgrößen verändern sich nicht nur im Laufe der Zeit, sondern auch von Kultur zu Kultur. Die Autoren des oben angeführten Reviews sehen hier Bedarf für weitere Studien. In einem Cochrane Review von Hollands et al. wird beschrieben, dass mit zunehmend größeren Portionen auch die tägliche Energiezufuhr steigt [117].

Im Gegensatz zum Freiburger Ernährungsprotokoll, enthält das Wiener Ernährungsprotokoll, auf dem Deckblatt Beispielbilder zur Einschätzung der Portionsgrößen. Des Weiteren ist neben der Angabe „Portion“ auch die genaue Menge in metrischen Maßeinheiten angegeben. 40% der Teilnehmer- und Teilnehmerinnen unserer Pilotstudie berichten dennoch von Problemen bei der Einschätzung der Portionsgrößen. Wird der Zusammenhang zwischen Ernährung und Krankheiten untersucht, werden vorwiegend FFQ eingesetzt. Zur genauen Abschätzung der Ernährungsgewohnheiten wird hier eine zusätzliche Verwendung von Portionsgrößen empfohlen [62].

5.4 Day-to-day Variation

Generell wird in der Literatur empfohlen die Ernährung über einen Zeitraum von zumindest 4 aufeinanderfolgenden Tagen zu erfassen um repräsentative Werte zu erhalten [94]. In unserer Pilotstudie wurde das Wiener Ernährungsprotokoll über diesen empfohlenen Zeitraum geführt und die Probanden und Probandinnen anschließend befragt, ob das Protokoll ihrer Meinung nach ihr persönliches Essverhalten widerspiegelt. 60% der Teilnehmer und Teilnehmerinnen waren der Meinung, dass ihr normales Essverhalten nicht wiedergegeben wird, da ihre Ernährung zu stark von Tag zu Tag variiere. In unserer klinischen Fruktose-Studie wurden alle acht Studienwochen getrennt mit demselben Ernährungsprotokoll aufgezeichnet. Die Energieaufnahme jeder einzelnen Woche unterschied sich bei jedem Probanden und jeder Probandin signifikant. Damit konnten in dieser Masterarbeit gezeigt werden, dass selbst die Erfassung über einen Zeitraum von einer Woche nicht ausreicht, um repräsentativ das Ernährungsverhalten eines Individuums darzustellen.

Die meisten Studien der aktuellen Literatur setzen sich mit Validität von Ernährungsprotokollen auseinander, während nur wenige die tägliche Varianz untersuchen. Eine Doktorarbeit aus dem Jahr 1999 [77] hat sich konkret mit dem Thema der day-to-day Variation auseinandergesetzt. Dabei hat ein Teilnehmer über den Zeitraum von einem Jahr jeden 6. Tag ein Ernährungsprotokoll geführt, bei welchem die Energiezufuhr signifikant schwankte. Eine weitere Studie aus dem Jahr 1992 [78] hat die Ernährung gesunder Erwachsener über den gesamten Zeitraum eines Jahres untersucht. Die Autoren diskutieren, dass nicht plausibel erscheinende Energieaufnahmen möglicherweise nur Ursache der day-to-day Variation sind und nicht aus Misreporting resultieren. Champagne et al. [79] beschreiben in ihrer Studie tägliche Schwankungen von durchschnittlich 25% über den Zeitraum von 17 Tagen.

Bei der Auswahl einer geeigneten Erhebungsmethode sollte somit auch immer der Faktor der täglichen Variabilität berücksichtigt werden. Wird, wie in unserer klinischen Studie die Ernährung über den gesamten Zeitraum erfasst ist diese day-to-day Variation bereits berücksichtigt. Nicht jedes Studiendesign erlaubt jedoch eine so präzise Erfassung der Ernährung. Beim FFQ wird die tägliche Variabilität bereits berücksichtigt, jedoch können keine genauen Rückschlüsse auf die Energieaufnahme getätigt werden und es werden nur die aktuellen bzw. vergangenen Gewohnheiten erfasst. In unserer Pilotstudie haben nur zwei von fünf der Befragten angegeben, dass ihr Protokoll über den Zeitraum von vier Tagen ihr normales Essverhalten wiedergibt.

5.5 Besonderheiten von Ernährungserhebungen in klinischen Studien

Viele Krankheiten werden direkt oder indirekt durch unsere Ernährung beeinflusst, weshalb es notwendig ist diese zu monitorisieren und zu analysieren. Ebenso gibt es Wechselwirkungen zwischen Nahrungsbestandteilen und Medikamenten, weshalb es in wissenschaftlichen Studien relevant sein kann die Ernährung zu erheben. Nachdem es nicht praktikabel ist, die Ernährung in einer Studienphase zu standardisieren, kann diese protokolliert und dadurch als Störfaktor berücksichtigt werden.

In klinischen, insbesondere pharmakologischen Studien sind die Teilnehmer und Teilnehmerinnen einigen Umständen ausgesetzt, wodurch die Erhebung von diätologischen Daten eine große zusätzliche Belastung darstellen kann. Deshalb ist es hier besonders wichtig zwischen Menge an Information und Aufwand für die teilnehmenden Personen abzuwiegen, um eine möglichst gute Compliance bei verhältnismäßig geringem Aufwand zu erreichen.

Eine detaillierte Auswertung der Ernährung ist nicht in allen Bereichen der klinischen Forschung erforderlich. Häufig kann es bereits ausreichen die Ernährungsprotokolle lediglich zur Überprüfung der Compliance von Ernährungsrestriktionen zu verwenden oder nur die Gesamtenergiezufuhr zu bestimmen [16]. Wie die Analyse von Ernährungserhebungen [29] im Rahmen einer Interventionsstudie [30] zeigen konnte, gestaltet sich die Einhaltung von Ernährungsvorgaben in der Praxis oft schwierig. Selbst bei ausführlicher Schulung der Studienteilnehmerinnen vorab fiel es diesen schwer sich an bestimmte Diätvorgaben zu halten. Die Gewichtsabnahme der Studienteilnehmerinnen korrelierte mit der Einhaltung der Ernährungsvorschriften, wobei diese Erkenntnis in der Originalarbeit von Gardner et al. nicht diskutiert wurde [29, 30]. Diese Analyse verdeutlicht, dass nicht nur die Erfassung der Ernährung, sondern auch deren Einbeziehung in die Auswertung der Studienergebnisse einen wichtigen Stellenwert hat.

In Studien bei welchen Outcomes, wie beispielsweise die kardiovaskuläre Gesundheit oder die arterielle Hypertonie untersucht werden, sollte das Hauptaugenmerk auf die Zufuhr an gesättigten Fettsäuren bzw. Salz gelegt werden, da diese einen nachgewiesenen Effekt auf die oben angeführten Krankheiten haben [118, 119].

Im Idealfall sollten die Ernährungsgewohnheiten vor und während der Studienphase erhoben werden [120].

5.6 Gewichtsveränderungen der Probanden und Probandinnen aus der Fruktose-Studie

In der klinischen Fruktose-Studie kam es während der Studienphase zu einer leichten Gewichtsabnahme der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen obwohl durch die erhöhte Energieaufnahme eher eine Gewichtszunahme zu erwarten gewesen wäre. Die Ursachen hierfür können vielfältig sein. Sowohl fehlerhafte Dokumentation, verändertes Ernährungsverhalten oder Fehleinschätzung von Portionsgrößen können die Diskrepanz ausmachen als auch die Verwendung unterschiedlicher Erhebungsmethoden vor und während des Studienzeitraums

So wurde vor Beginn der Studie ein Schätzprotokoll über den Zeitraum von einer Woche geführt und während des Untersuchungszeitraumes ein 8-wöchiges Freiburger Ernährungsprotokoll. Um einzelnen Zeiträume vergleichbar zu machen, sollte in zukünftigen Studien dasselbe Ernährungsprotokoll verwendet werden.

Des Weiteren wurde die körperliche Aktivität der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen nur während des Studienzeitraums erfasst, daher ist es durchaus möglich, dass die Probanden und Probandinnen die erhöhte Energieaufnahme mit einer vermehrten körperlichen Aktivität kompensierten. Die Autoren konkludieren, dass ein Teil der supplementierten Fruktose ohne Glukose aufgenommen und daher möglicherweise nicht vollständig resorbiert bzw. direkt von den Darmbakterien abgebaut wurde [84]

Eine weitere Ursache der Gewichtsabnahme der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen könnte sein, dass durch die gesteigerte nahrungsinduzierte Thermogenese von Fruktose ein Teil der Energie in Wärme frei wird und nicht mehr als Energielieferant zur Verfügung steht. In einem Review aus dem Jahr 2013 [121] wird in acht von neun Studien, welche den Zusammenhang zwischen Fruktose und DIT untersuchten eine Erhöhung der DIT bei Fruktose im Vergleich zu Glukose berichtet. In sechs Studien davon war der Unterschied signifikant. Aufgrund der aktuellen Studienlage gibt es bisher keine ausreichende Evidenz für einen Effekt von Fruktose auf den Energieverbrauch von Personen.

5.7 Limitationen

Beide im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Studien haben einige Limitationen. Die Studienpopulationen waren in beiden Studien klein. Es wurden vereinfachte Ernährungsprotokolle verwendet, welche ohne vorherige persönliche Einweisung durchgeführt wurden. Dadurch war die

Compliance der Probanden und Probandinnen gegebenenfalls beeinträchtigt und die Protokolle wurden teilweise ungenau und fehlerhaft ausgefüllt. Eine weitere Limitation der Masterarbeit ist, dass der zeitliche Aufwand für die Auswertung der Protokolle in beiden Studien nicht erfasst wurde.

Bei der klinischen Fruktose-Studie war die Erfassung der Ernährung als sekundäres Outcome definiert und diente in erster Linie zur Überwachung der Zucker- und Makronährstoffaufnahme während des Studienzeitraums. Außerdem wurden vor und während des Studienzeitraums unterschiedliche Ernährungsprotokolle verwendet, wodurch die Vergleiche vorsichtig zu interpretieren sind.

Die Pilotstudie wurde während der Covid-Pandemie im Lockdown durchgeführt, sodass ein Außer-Haus-Verzehr nicht unter normalen Umständen gegeben war.

6. Schlussfolgerung und Ausblick

Ernährungserhebungen spielen nicht nur in ernährungswissenschaftlichen und epidemiologischen Studien eine Rolle, sondern sind auch in vielen klinischen und pharmakologischen Studien unabdingbar. Je nach Studienziel muss eine geeignete Methode gefunden werden, welche den maximalen Informationsgewinn bei minimalem Aufwand und Kosten ermöglicht. Das Wiener Ernährungsprotokoll stellt eine kosteneffektive Möglichkeit dar, um zusätzliche Informationen über Ernährungsgewohnheiten und Nährstoffzufuhr der Probanden und Probandinnen in klinischen Studien zu erhalten. Hier wird der Aufwand für die einzelnen Personen gering gehalten bei einer raschen und kostengünstigen Auswertung.

Bezüglich der Portionsgrößen hat unsere Pilotstudie gezeigt, dass das Wiener Ernährungsprotokoll gute und valide Ergebnisse liefert, welche meist ausreichende Informationen für klinische Studien bieten. Besonders im Hinblick auf die Fettzufuhr gibt es allerdings eine Tendenz zu Underreporting im WEP, welche weiter untersucht werden sollte. Präzisere Angaben zu Mikronährstoffe sind Aufgrund der limitierten Lebensmittel- und Speisenauswahl nur eingeschränkt möglich. Die Probanden und Probandinnen empfanden die alltägliche Belastung durch das Protokollführen gering, würden aber dennoch das Protokoll nicht über einen längeren Zeitraum als vier Tage führen wollen. Obwohl die Studienteilnehmer und- teilnehmerinnen ihr Ernährungsverhalten subjektiv nicht änderten, wurden dennoch „einfachere Speisen“ konsumiert. Neben bewussten oder unbewussten Fehlangaben kann aber auch die „day-to-day variation“ zu Misreporting in Ernährungsprotokollen führen.

Zur Steigerung der Compliance von Studienteilnehmern und -teilnehmerinnen, sowie zur Verbesserung der Effizienz in der Auswertung sollte zunehmend die Verwendung neuer Technologien in Betracht gezogen werden. Ideal wäre es eine Applikation für Mobiltelefone zu entwickeln, um damit deren Nutzerfreundlichkeit mit der Anwendbarkeit in klinischen Studien zu kombinieren. Da es derzeit noch kein solches Tool gibt, muss für jede Studie einzeln das bestmögliche Erhebungswerkzeug unter Berücksichtigung der Studienziele ausgewählt werden. In Zukunft sind weitere Studien notwendig, um diese neuen Technologien zu prüfen, validieren und deren Nutzerfreundlichkeit zu optimieren. Weiters sollte vor und während der Studienphase eine Ernährungserhebung mit der gleichen Methode durchgeführt werden, um bessere Vergleiche zu ermöglichen. Neben der Ernährungserhebung in Studien ist auch die Erfassung des Energiebedarfs ein wichtiger Bestandteil um anschließend auf Misreporting testen zu können. Je nach Studienziel

und Populationsgröße gibt es unterschiedliche Methoden zur Berechnung des Energiebedarfs. Oft sind Näherungswerte mittels PAL ausreichend während in anderen Studien eine Erfassung der körperlichen Aktivität sinnvoll scheint.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Ernährung eine wichtige Rolle für Gesundheit und Krankheit spielt und daher in der medizinischen und pharmakologischen Forschung nicht unbeachtet bleiben darf. Wir müssen einfache und valide Methoden entwickeln, mit welchen rasch und effizient die Ernährung erfasst werden kann. Hier gilt es, bestehende Methoden zu optimieren und für den medizinischen und pharmakologischen Bereich zugänglich zu machen.

7. Literatur

1. Rutishauser IH (2005) Dietary intake measurements. *Public Health Nutr* 8:1100–1107. <https://doi.org/10.1079/phn2005798>
2. Fagúndez LJM, Torres AR, Sánchez MEG, et al (2015) Historia dietética: Metodología y aplicaciones. *Nutr Hosp* 31:57–61. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup3.8752>
3. Boullata JI, Hudson LM (2012) Drug-nutrient interactions: A broad view with implications for practice. *J Acad Nutr Diet* 112:506–517. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2011.09.002>
4. Ötles S, Senturk A (2014) Food and drug interactions: A general review. *Acta Sci Pol, Technol Aliment* 13:89–102. <https://doi.org/10.1159/000409062>
5. Burke LE, Wang J, Sevvick MA (2011) Self-monitoring in weight loss: A systematic review of the literature. 111:92–102. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2010.10.008>.Self-Monitoring
6. Subar AF, Kipnis V, Troiano RP, et al (2003) Using intake biomarkers to evaluate the extent of dietary misreporting in a large sample of adults: The OPEN study. *Am J Epidemiol* 158:1–13. <https://doi.org/10.1093/aje/kwg092>
7. Trabulsi J, Schoeller DA (2021) Evaluation of dietary assessment instruments against doubly labeled water, a biomarker of habitual energy intake. 891–899
8. Freedman LS, Commins JM, Moler JE, et al (2014) Pooled results from 5 validation studies of dietary self-report instruments using recovery biomarkers for energy and protein intake. *Am J Epidemiol* 180:172–188. <https://doi.org/10.1093/aje/kwu116>
9. Park Y, Dodd KW, Kipnis V, et al (2018) Comparison of self-reported dietary intakes from the Automated Self-Administered 24-h recall, 4-d food records, and food-frequency questionnaires against recovery biomarkers. *Am J Clin Nutr* 107:80–93. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqx002>
10. Subar AF, Freedman LS, Tooze JA, et al (2015) Addressing current criticism regarding the value of self-report dietary data 1 , 2. 2639–2645. <https://doi.org/10.3945/jn.115.219634>.2.

11. Livingstone MBE, Prentice AM, Strain JJ, et al (1990) Accuracy of weighed dietary records in studies of diet and health. *BMJ* 300:708–712
12. Rosaling G (2005) *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press, New York
13. Wenhold FAM (2018) Technology in dietary assessment. *Public Health Nutr.* 21:257–259
14. Elmadfa I (2019) *Ernährungslehre*, 4. Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, Stuttgart, Germany
15. Burke BS (1947) The dietary history as a research tool. *Am Diet Assoc* 23:1041–1046
16. Khazen W, Jeanne JF, Demaretz L, et al (2020) Rethinking the use of mobile apps for dietary assessment in medical research. *J Med Internet Res* 22:1–10. <https://doi.org/10.2196/15619>
17. Martin CK, Nicklas T, Gunturk B, et al (2014) Measuring food intake with digital photography. *J Hum Nutr Diet* 27:72–81. <https://doi.org/10.1111/jhn.12014>
18. McClung HL, Ptomey LT, Shook RP, et al (2018) Dietary intake and physical activity assessment: Current tools, techniques, and technologies for use in adult populations. *Am J Prev Med* 55:e93–e104. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2018.06.011>
19. Ahmad Z, Kerr DA, Bosch M, Delp EJ (2016) Mobile food record for integrated dietary assessment. *MADiMa* 16 53–62. <https://doi.org/10.1145/2986035.2986038.A>
20. Kong F, Tan J (2012) DietCam: Automatic dietary assessment with mobile camera phones. *Pervasive Mob Comput* 8:147–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2011.07.003>
21. Carter MC, Burley VJ, Nykjaer C, Cade JE (2013) ‘ My Meal Mate ’ (MMM): validation of the diet measures captured on a smartphone application to facilitate weight loss. 539–546. <https://doi.org/10.1017/S0007114512001353>
22. Teixeira V, Voci SM, Mendes-Netto RS, da Silva DG (2018) The relative validity of a food record using the smartphone application MyFitnessPal. *Nutr Diet* 75:219–225. <https://doi.org/10.1111/1747-0080.12401>
23. Zuppinger C, Taffé P, Burger G, et al (2022) Performance of the Digital Dietary Assessment

Tool MyFoodRepo. *Nutrients* 14:1–14. <https://doi.org/10.3390/nu14030635>

24. Zhang W, Yu Q, Siddiquie B, et al (2015) “snap-n-Eat”: Food recognition and nutrition estimation on a smartphone. *J Diabetes Sci Technol* 9:525–533. <https://doi.org/10.1177/1932296815582222>
25. Fialkowski MK, Kai J, Young C, et al (2022) An Active Image-Based Mobile Food Record Is Feasible for Capturing Eating Occasions among Infants Ages 3 – 12 Months Old in Hawai ‘ i. 1–11
26. Eldridge AL, Piernas C, Illner AK, et al (2019) Evaluation of new technology-based tools for dietary intake assessment—an ilsi europe dietary intake and exposure task force evaluation. *Nutrients* 11:. <https://doi.org/10.3390/nu11010055>
27. Teixeira V, Voci SM, Mendes-Netto RS, da Silva DG (2018) The relative validity of a food record using the smartphone application MyFitnessPal. *Nutr Diet* 75:219–225. <https://doi.org/10.1111/1747-0080.12401>
28. Shim J-S, Oh K, Kim HC (2014) Dietary assessmet methods in epidemiologic studies. *Epidemiol Health* 36:. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(61\)90289-2](https://doi.org/10.1016/0002-9149(61)90289-2)
29. Alhassan S, Kim S, Bersamin A, et al (2008) Dietary adherence and weight loss success among overweight women: results from the A TO Z weight loss study. *Int J Obes* 32(6):985–991. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.8>.
30. Gardner CD, Kiazand A, Kim S, et al (2007) Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARNand LEARN Diets for Change in Weight and Related Risk Factors Among Overweight Premenopausal Women. The A TO Z Weight Loss Study: A Randomized Trial. *J Am Med Assoc* 297:969–978
31. Boullata JI (2010) Drug disposition in obesity and protein-energy malnutrition. *Proc Nutr Soc* 69:543–550. <https://doi.org/10.1017/S0029665110001990>
32. Genser D (2008) Food and drug interaction: Consequences for the nutrition/health status. *Ann Nutr Metab* 52:29–32. <https://doi.org/10.1159/000115345>
33. Probst Y, Zammit G (2016) Predictors for Reporting of Dietary Assessment Methods in Food-based Randomized Controlled Trials over a Ten-year Period. *Crit Rev Food Sci Nutr*

56:2069–2090. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.816653>

34. Coulston A, Boushey C (2008) Nutrition in the prevention and treatment of disease. Academic Press, Amsterdam
35. Illner AK, Freisling H, Boeing H, et al (2012) Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *Int J Epidemiol* 41:1187–1203. <https://doi.org/10.1093/ije/dys105>
36. Elmadfa I, Leitzmann C (2019) Ernährung des Menschen, 6. Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, Stuttgart, Germany
37. Ramirez-Zea M (2005) Validation of three predictive equations for basal metabolic rate in adults. *Public Health Nutr* 8:1213–1228. <https://doi.org/10.1079/PHN2005807>
38. Schofield WN (1985) Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 39 Suppl 1:5–41
39. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C (2005) Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: A systematic review. *J Am Diet Assoc* 105:775–789. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.005>
40. Terwee CB, Mokkink LB, Van Poppel MNM, et al (2010) Qualitative attributes and measurement properties of physical activity questionnaires: A checklist. *Sport Med* 40:525–537. <https://doi.org/10.2165/11531370-000000000-00000>
41. Lee PH, Macfarlane DJ, Lam TH, Stewart SM (2011) Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 8:115. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-115>
42. van Poppel M, Chinapaw M, Mokkink L, et al (2018) Physical activity questionnaires for adults: A systematic review of measurement properties. *Sport Med* 40:565–600. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0961-x>
43. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, et al (2003) International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 35:1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
44. IPAQ Research Committee (2005) Guidelines for Data Processing and Analysis of the

International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – Short and Long Forms.
<http://www.ipaq.ki.se>.

45. Ainsworth B (2002) The compendium of physical activities tracking guide. Prev Res Center, Norman J Arnold Sch Public Heal 32:1–12
46. Ibáñez J, Raurich JM (1992) Estimating energy expenditure. J Parenter Enter Nutr 16:595.
<https://doi.org/10.1177/0148607192016006595a>
47. Westerterp KR (2004) Diet induced thermogenesis. Nutr Metab 1:1–5.
<https://doi.org/10.1186/1743-7075-1-5>
48. Tappy L (1996) Thermic effect of food and sympathetic nervous system activity in humans. Reprod Nutr Dev 36:391–397
49. Wenhold FAM (2018) Technology in dietary assessment. Public Health Nutr 21:257–259.
<https://doi.org/10.1017/S1368980017002841>
50. Rosenbaum N (2006) Ernährungssoftware im Vergleich. 53:150–151
51. Dato Denkwerkzeuge (2021) nut.s science (v1.32.89)[Software]
52. Ernährung DG für (2021) DGExpert. <https://www.dgexpert.de/programm/>. Accessed 1 Oct 2021
53. Slimani N, Casagrande C, Nicolas G, et al (2011) The standardized computerized 24-h dietary recall method EPIC-Soft adapted for pan-European dietary monitoring. Eur J Clin Nutr 65:S5–S15. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.83>
54. Aglago EK, Landais E, Nicolas G, et al (2017) Evaluation of the international standardized 24-h dietary recall methodology (GloboDiet) for potential application in research and surveillance within African settings. Glob Heal 13:1–12. <https://doi.org/10.1186/s12992-017-0260-6>
55. Mensink G, Richter A (2005) DISHES - Die Ernährungsbefragung für den wissenschaftlichen Einsatz. Robert Koch Institut
56. Hartmann BM et. al. (2014) Bundeslebensmittelschlüssel BLS 3.02 [Dataset]
57. Dato Denkwerkzeuge (2019) ÖNWT - Österreichische Nährwerttabelle [Dataset]. dato

58. Schoeller DA (1995) Limitations in the assessment of dietary energy intake by self-report. *Metabolism* 44:18–22. [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(95\)90204-X](https://doi.org/10.1016/0026-0495(95)90204-X)
59. Black AE (2000) Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake:basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations. *Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes* 24:1119–1130. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801376>
60. Poslusna K, Ruprich J, De Vries JHM, et al (2009) Misreporting of energy and micronutrient intake estimated by food records and 24hour recalls, control and adjustment methods in practice. *Br J Nutr* 101:. <https://doi.org/10.1017/S0007114509990602>
61. Maurer J, Taren DL, Teixeira PJ, et al (2006) The psychosocial and behavioral characteristics related to energy misreporting. *Nutr Rev* 64:53–66. <https://doi.org/10.1301/nr.2006.feb.53-66>
62. Polhamus B, Demark-Wahnefried W, Jackson B, et al (2003) Assessing fruit and vegetable consumption in a 5 a day study targeting rural blacks. *J Am Diet Assoc* 96:1040–1042. [https://doi.org/10.1016/s0002-8223\(96\)00274-x](https://doi.org/10.1016/s0002-8223(96)00274-x)
63. Vuckovic N, Ritenbaugh C, Taren DL, Tobar M (2000) A qualitative study of participants' experiences with dietary assessment. *J Am Diet Assoc* 100:1023–1028. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(00\)00301-1](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(00)00301-1)
64. Cypel YS, Guenther PM, Petot GJ (1997) Validity of portion-size measurement aids. *J Am Diet Assoc* 97:289–292. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(97\)00074-6](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(97)00074-6)
65. Steenhuis I, Poelman M (2017) Portion size: latest developments and interventions. *Curr. Obes. Rep.* 6:10–17
66. Robert Koch-Institut (2005) Fotobuch Portionsgrößen
67. Dinauer M, Winkler A, Winkler G (1991) Monica-Mengenliste
68. Fröschl N, Bruckmüller M, Dieminger B, et al (2014) Richtig Essen von Anfang an! Ernährungsempfehlungen für ein- bis dreijährige Kinder

69. Ernährung B für Ernährungspyramide: Wie groß ist eine Portion?
<https://www.bzfe.de/ernaehrung/die-ernaehrungspyramide/die-ernaehrungspyramide-eine-fuer-alle/ernaehrungspyramide-wie-gross-ist-eine-portion/>. Accessed 22 Mar 2022
70. Gibson AA, Hsu MSH, Rangan AM, et al (2016) Accuracy of hands v. household measures as portion size estimation AIDS. J Nutr Sci 5:1–11. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.22>
71. Brown R, Gray AR, Chua MG, et al (2021) Is a handful an effective way to guide nut recommendations? Int J Environ Res Public Health 18:.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18157812>
72. Bucher T, Weltert M, Rollo ME, et al (2017) The international food unit: A new measurement aid that can improve portion size estimation. Int J Behav Nutr Phys Act 14:1–11. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0583-y>
73. Kretsch MJ, Fong AK, Green MW (1999) Behavioral and body size correlates of energy intake underreporting by obese and normal-weight women. J Am Diet Assoc 99:300–308. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(99\)00078-4](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(99)00078-4)
74. Novotny JA, Rumpler W V, Riddick H, et al (2003) Personality characteristics as predictors of underreporting of energy intake on 24-hour dietary recall interviews. J Am Diet Assoc 103:1146–1151. [https://doi.org/10.1016/s0002-8223\(03\)00975-1](https://doi.org/10.1016/s0002-8223(03)00975-1)
75. Tooze JA, Subar AF, Thompson FE, et al (2004) Psychosocial predictors of energy underreporting in a large doubly labeled water study. Am J Clin Nutr 79:795–804. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.795>
76. Cash TF (2004) Body image: past, present, and future. Body Image 1:1–5
77. Black AE (1999) Dietary energy intake measurements: validations against energy expenditure. University of Ulster at Coleraine
78. Beaton H, Tarasuk V (1992) Day-to-Day variation in energy and nutrient intake : Evidence of individuality in eating behaviour? Appetite 18:43–54
79. Champagne CM, Han H, Bajpeyi S, et al (2013) Day-to-day variation in food intake and energy expenditure in healthy women: The dietitian II study. J Acad Nutr Diet 113:1532–1538. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.07.001>

80. Black AE, Goldberg GR, Jebb SA, et al (1991) Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 2. Evaluating the results of published surveys. *Eur J Clin Nutr* 45:583–599
81. FAO / WHO / UNU (1985) Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 724:1–206
82. Black AE, Coward WA, Cole TJ, Prentice AM (1996) Human energy expenditure in affluent societies: an analysis of 574 doubly-labelled water measurements. *Eur J Clin Nutr* 50:72–92
83. Black AE (2000) The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI:BMR for identifying diet reports of poor validity. *Eur J Clin Nutr* 54:395–404. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600971>
84. Smajis S, Gajdošík M, Pflieger L, et al (2020) Metabolic effects of a prolonged, very-high-dose dietary fructose challenge in healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 111:369–377. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz271>
85. Nutri Science GmbH (2005) Freiburger Ernährungsprotokoll. www.ernaehrung.de/static/pdf/freiburger-ernaehrungsprotokoll.pdf. Accessed 28 Jun 2021
86. Elmadfa I, Leitzmann C (1998) Ernährung des Menschen, 3. Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart, Germany
87. Dato Denkwerkzeuge Das Wiener Ernährungsprotokoll (WEP). <https://www.wiener-ernaehrungsprotokoll.at/>. Accessed 28 Jun 2021
88. Putz P, Kogler B, Bersenkovitsch I (2019) Reliability and validity of assessing energy and nutrient intake with the Vienna food record : a cross-over randomised study. *Nutr J* 18:1–10
89. Bohlscheid-Thomas S (1999) Überprüfung der Reliabilität und Validität eines Fragebogens zu Ernährungsgewohnheiten für dessen Einsatz im deutschen Teil des EPIC-Projekts. Justus-Liebig-Universität Gießen
90. Savard C, Lemieux S, Lafrenière J, et al (2018) Validation of a self-administered web-based

24-hour dietary recall among pregnant women. *BMC Pregnancy Childbirth* 18:1–10. <https://doi.org/10.1186/s12884-018-1741-1>

91. EFSA (European Food Safety Authority) (2014) Guidance on the EU Menu methodology. *EFSA J* 12:. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3944>
92. Ishii Y, Ishihara J, Takachi R, et al (2017) Comparison of weighed food record procedures for the reference methods in two validation studies of food frequency questionnaires. *J Epidemiol* 27:331–337. <https://doi.org/10.1016/j.je.2016.08.008>
93. Cade JE, Warthon-Medina M, Albar S, et al (2017) DIET@NET: Best Practice Guidelines for dietary assessment in health research. *BMC Med* 15:1–15. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0962-x>
94. Ortega RM, Pérez-Rodrigo C, López-Sobaler AM (2015) Dietary assessment methods: dietary records. *Nutr Hosp* 31:38–45. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup3.8749>
95. Amoutzopoulos B, Steer T, Roberts C, et al (2018) Traditional methods v. new technologies – dilemmas for dietary assessment in large-scale nutrition surveys and studies: a report following an international panel discussion at the 9th International Conference on Diet and Activity Methods (ICDAM9), Brisban. *J Nutr Sci* 7:1–10. <https://doi.org/10.1017/jns.2018.4>
96. Lassale C, Castetbon K, Laporte F, et al (2015) Validation of a Web-based, self-administered, non-consecutive-day dietary record tool against urinary biomarkers. *Br J Nutr* 113:953–962. <https://doi.org/10.1017/S0007114515000057>
97. Kato E, Takachi R, Ishihara J, et al (2017) Online version of the self-administered food frequency questionnaire for the Japan Public Health Center-based Prospective Study for the Next Generation (JPHC-NEXT) protocol: Relative validity, usability, and comparison with a printed questionnaire. *J Epidemiol* 27:435–446. <https://doi.org/10.1016/j.je.2016.08.021>
98. Harris-Fry H, Beard BJ, Harrisson T, et al (2018) Smartphone tool to collect repeated 24 h dietary recall data in Nepal. *Public Health Nutr* 21:260–272. <https://doi.org/10.1017/S136898001700204X>
99. Xu W, Liu Y (2015) mHealthApps : A repository and database of mobile health apps

corresponding author. 3:1–9. <https://doi.org/10.2196/mhealth.4026>

100. Cade JE (2017) Measuring diet in the 21st century : use of new technologies. *Proc Nutr Soc* 76:276–282. <https://doi.org/10.1017/S0029665116002883>
101. KD Lutes3 DECBDKJW, Delp EJ (2010) Use of technooogy in children’s dietary assessment. *Eur J Clin Nutr* 63:1–15. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2008.65.Use>
102. Casperson SL, Sieling J, Moon J, et al (2015) A mobile phone food record app to digitally capture dietary intake for adolescents in a free-living environment: Usability study. *JMIR mHealth uHealth* 3:1–12. <https://doi.org/10.2196/mhealth.3324>
103. Daugherty BL, Schap TRE, Ettienne-Gittens R, et al (2012) Novel technologies for assessing dietary intake: Evaluating the usability of a mobile telephone food record among adults and adolescents. *J Med Internet Res* 14:156–167. <https://doi.org/10.2196/jmir.1967>
104. Hongu N, Pope BT, Bilgiç P, et al (2015) Usability of a smartphone food picture app for assisting 24-hour dietary recall: A pilot study. *Nutr Res Pract* 9:207–212. <https://doi.org/10.4162/nrp.2015.9.2.207>
105. Sharp DB, Allman-Farinelli M (2014) Feasibility and validity of mobile phones to assess dietary intake. *Nutrition* 30:1257–1266. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.02.020>
106. Asbeck I, Mast M, Bierwag A, et al (2002) Severe underreporting of energy intake in normal weight subjects: use of an appropriate standard and relation to restrained eating. *Public Health Nutr* 5:683–690. <https://doi.org/10.1079/PHN2002337>
107. Tuschl RJ, Platte P, Laessle RG, et al (1990) Energy expenditure and everyday eating behavior in healthy young women. *Am J Clin Nutr* 52:81–86. <https://doi.org/10.1093/ajcn/52.1.81>
108. de Castro JM (1995) The relationship of cognitive restraint to the spontaneous food and fluid intake of free-living humans. *Physiol Behav* 57:287–295. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(94\)00229-x](https://doi.org/10.1016/0031-9384(94)00229-x)
109. Forster JL, Jeffery RW, VanNatta M, Pirie P (1990) Hypertension prevention trial: Do 24-h food records capture usual eating behavior in a dietary change study. *Am J Clin Nutr* 51:253–257. <https://doi.org/10.1093/ajcn/51.2.253>

110. Hebert JR, Clemow L, Pbert L, et al (1995) Social desirability bias in dietary self-report may compromise the validity of dietary intake measures. *Int J Epidemiol* 24:389–398. <https://doi.org/10.1093/ije/24.2.389>
111. Hebert JR, Peterson KE, Hurley TG, et al (2001) The effect of social desirability trait on self-reported dietary measures among multi-ethnic female health center employees. *Ann Epidemiol* 11:417–427. [https://doi.org/10.1016/s1047-2797\(01\)00212-5](https://doi.org/10.1016/s1047-2797(01)00212-5)
112. Dudley J, Jin S, Hoover D, et al (1995) The Multicenter AIDS Cohort Study: retention after 9 1/2 years. *Am J Epidemiol* 142:323–330. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a117638>
113. Kerr DA, Ph D, Delp EJ, et al (2012) Comparison of known food weights with image-based portion-size automated estimation and adolescents' self-reported portion size. *J Diabetes Sci Technol* 6:428–434. <https://doi.org/10.1177/193229681200600231>
114. Welten DC, Carpenter RA, Mcpherson RS, et al (2000) Comparison of a dietary record using reported portion size versus standard portion size for assessing nutrient intake. *Public Health Nutr* 3:151–158
115. Samet J, Humble C, Skipper B (1984) Alternatives in the collection and analysis of food frequency interview data. *Am J Epidemiol* 120:572–81
116. Clapp J, McPherson, RS RD, Hsi B (1991) Comparison of a food frequency questionnaire using reported vs standard portion sizes for classifying individuals according to nutrient intake. *J Am Diet Assoc* 91:316–320
117. Hollands GJ, Shemilt I, Marteau TM, et al (2014) Portion, package or tableware size for changing selection and consumption of food, alcohol and tobacco. *Cochrane Database Syst Rev* 2014:. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011045>
118. Whelton SP, Hyre AD, Pedersen B, et al (2005) Effect of dietary fiber intake on blood pressure: A meta-analysis of randomized, controlled clinical trials. *J Hypertens* 23:475–481. <https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000160199.51158.cf>
119. Hooper L, Summerbell CD, Thompson R, et al (2011) Reduced or modified dietary fat for preventing cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev*.

<https://doi.org/10.1002/14651858.cd002137.pub2>

120. Jacobs DR, Tapsell LC, Temple NJ (2011) Food synergy: The key to balancing the nutrition research effort. *Public Health Rev* 33:507–529. <https://doi.org/10.1007/bf03391648>
121. Tappy L, Egli L, Lecoultre V, Schneider P (2013) Effects of fructose-containing caloric sweeteners on resting energy expenditure and energy efficiency: A review of human trials. *Nutr Metab* 10:1. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-10-54>

8. Abkürzungsverzeichnis

A – Age

BLS – Bundeslebensmittelschlüssel

BMI – Body Mass Index

bzw. – Beziehungsweise

d – Day

DGE – Deutsche Gesellschaft für Ernährung

DIT – Dietary induced thermogenesis

DNI – Drug-nutrient-interaction

EE – Energy Expenditure

EFSA – European Food Safety Agency

EI – Energy Intake

etc. – Et cetera

FAO – Food and Agriculture Organization

FFQ – Food Frequency Questionnaire

g – Gramm

GU – Grundumsatz

H – Height

IPAQ – International Physical Activity Questionnaire

J – Jahre

kcal – Kilokalorien

kg – Kilogramm

KH – Kohlenhydrate

LER – Low energy reporter

mg – Milligramm

MJ – Megajoule

MRT – Magnetresonanztomographie

NAFLD – Nonalcoholic fatty liver disease

ÖNWT – Österreichische Nährwerttabelle

PAL – Physical Activity Level

UNU – United Nations University

WEP – Wiener Ernährungsprotokoll

WHO – World Health Organization

z.B. – Zum Beispiel

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Methoden der Ernährungserhebungen (modifiziert nach [14]).	4
Abbildung 2. Screenshot der My Fitness Pal Applikation (Quelle: [24]).....	10
Abbildung 3. Auswertung der Ernährungserhebungen in drei Schritten: Input, Verarbeitung, Ergebnis (modifiziert nach: [13]).....	19
Abbildung 4. Einflussfaktoren auf das Misreporting in Ernährungsprotokollen (modifiziert nach [57, 58]).	22
Abbildung 5. Auszug aus dem Freiburger Ernährungsprotokoll (Quelle: [83]).	34
Abbildung 6. Einführungsseite des Wiener Ernährungsprotokoll. (Quelle: [86])	37
Abbildung 7. Beispielbilder aus dem Fotobuch Portionsgrößen.	38
Abbildung 8. Durchschnittliche Energieaufnahme der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer vor und während des Studienzeitraums	43
Abbildung 9. Energieanteil der Makronährstoffe an der Gesamtenergiezufuhr	44
Abbildung 10. Energieaufnahme der Probanden und Probandinnen vor und nach Korrektur mit Hilfe der Fotodokumentation.....	48
Abbildung 11. Energieaufnahme der einzelnen Probanden und Probandinnen vor und nach Korrektur mit Hilfe der Fotodokumentation	49
Abbildung 12. Zufuhr der Makronährstoffe (Kohlenhydrate, Fett und Proteine) vor und nach Korrektur mit Hilfe der Fotodokumentation.	50
Abbildung 13. Energieprozent der Gesamtenergiezufuhr vor und nach Korrektur mittels Fotodokumentation.	51
Abbildung 14. Täglicher Zeitaufwand zum Führen des Ernährungsprotokolls.....	52
Abbildung 15. Einfluss des Ernährungsprotokolls auf das Ernährungsverhalten im beobachteten Zeitraum.	53
Abbildung 16. Subjektive Beurteilung der Aussagekraft des Ernährungsprotokolls für das reguläre Ernährungsverhalten der Probanden und Probandinnen.....	53
Abbildung 17. Hauptprobleme und Hürden der Teilnehmer und Teilnehmerinnen beim Führen des Ernährungsprotokolls.....	54
Abbildung 18. Belastung der Probanden und Probandinnen im Alltag durch Führen des Wiener Ernährungsprotokolls.	55
Abbildung 19. Bereitschaft der Probanden und Probandinnen das Wiener Ernährungsprotokoll über einen längeren Zeitraum als 4 Tage zu führen.....	55

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Überblick ausgewählter Erhebungsmethoden mit deren Vor- und Nachteilen (modifiziert nach [1, 14, 25])..	10
Tabelle 2. Klassifizierung von drug-nutrient-interactions (modifiziert nach [26]).....	12
Tabelle 3. Einflussfaktoren auf die Methodenauswahl von Ernährungserhebungen (modifiziert nach [1]).	13
Tabelle 4. Formeln zur Berechnung des Grund- bzw. Ruheumsatzes (modifiziert nach: [31, 34]).	15
Tabelle 5. Beispiele für das Physical Activity Level bei verschiedenen Berufs- und Freizeitaktivitäten (modifiziert nach: [31]).	16
Tabelle 6. Beispiel für die individuelle Berechnung des Energiebedarfs mittels PAL (modifiziert nach: [31]).	17
Tabelle 7. Alter, BMI und Gewicht der Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen.....	40
Tabelle 8. Tägliche Energiezufuhr in kcal pro Tag nach Studienwochen aufgelistet.....	41
Tabelle 9. Durchschnitt der Gesamtenergieaufnahme aller Probanden vor Studienbeginn und während des Studienzeitraums.	42
Tabelle 10. Durchschnittliche Makronährstoffzufuhr vor und während dem gesamten Studienzeitraums	43
Tabelle 11. Demographische Daten der Studienteilnehmer und Studienteilnehmerinnen....	45
Tabelle 12. Die Tabelle stellt die errechneten MET-Minuten pro Woche dar.....	45
Tabelle 13. Errechnete Differenz zwischen Tagesenergiebedarf und tatsächlicher Energieaufnahme der Probanden und Probandinnen über den Studienzeitraum.	46
Tabelle 14. Demographische Daten der Studienpopulation.....	47
Tabelle 15. Tagesenergiebedarf sowie Energiezufuhr vor und nach Korrektur mit Hilfe der Fotodokumentation.....	48

www.nutri-science.de

www.nutri-science.de

11.2 Wiener Ernährungsprotokoll

Name: _____

wiener ERNÄHRUNGSPROTOKOLL

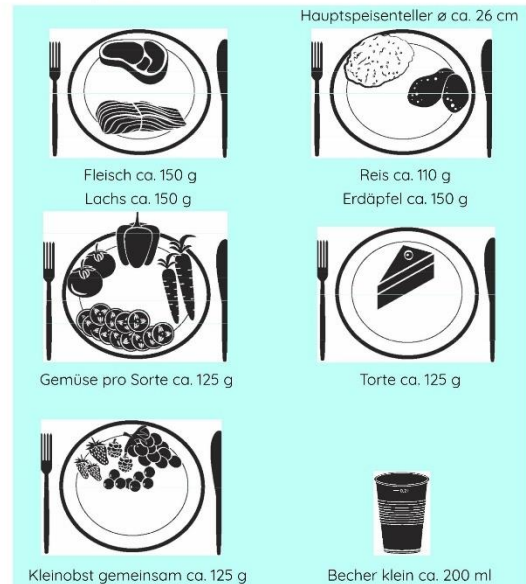
von _____ bis _____ Anzahl der Tage _____

Geben Sie alle Lebensmittel, Speisen und Getränke an, die Sie zu sich nehmen. Tragen Sie dazu einen Strich an der vorgesehenen Stelle ein. Beachten Sie die angegebenen Portionsgrößen und passen Sie Ihren Eintrag daran an, indem Sie zwei Striche für eine doppelte Portion, C für eine halbe Portion und X für eine viertel Portion machen. Alternativ können Sie ½ oder ¼ schreiben. Zählen Sie nach dem letzten auszufüllenden Tag die Summen bei „=“ zusammen. z.B.:

Vollkornbrot	Scheibe	50 g	+++ X X C	6
Butter	Teelöffel	4 g		4

- Besteht eine Mahlzeit aus mehreren Komponenten, sollen alle Komponenten (z.B. Fleisch, Beilage, Salat, Soße...) im Protokoll erfasst werden. Einzelne Rezept-Zutaten einer Speise müssen nicht berücksichtigt werden.
- Sollten Sie ein Lebensmittel, das Sie verzehrt haben, nicht in der Liste finden, verwenden Sie das Feld „Sonstige Lebensmittel, Speisen & Nahrungsergänzungsmittel“, um es handschriftlich hinzuzufügen.
- Gekaufte oder selbst zubereitete Speisen können Sie entweder in der Kategorie „Auswahl an zubereiteten Speisen“ oder handschriftlich angeben.
- Berücksichtigen Sie auch die Fettzugabe bei selbst zubereiteten Speisen wie Salaten, Fleisch- und Fischgerichten oder ähnlichem. Geben Sie die Menge an zugesetztem Fett in der Kategorie „Fette & Öle“ an.
- Beachten Sie bei gekauften und abgepackten Produkten die Angabe der enthaltenen Portionsgröße auf der Verpackung, um die Erfassung Ihrer Portionsgröße abstimmen zu können.
- Füllen Sie das Protokoll zum Zeitpunkt des Verzehrs aus und führen Sie es immer mit sich mit. Als Erhebungsdauer werden 4 (3 Werkstage + 1 Wochenendtag) oder 7 aufeinanderfolgende Tage empfohlen.

Portionsgrößen



IMPRESSUM: Es handelt sich um ein Werk im Sinne des österreichischen Urheberrechtsgesetzes. Urheber/Innen sind Isabel Bersenkovitsch, Birgit Kogler, Anna Tritscher, Sonja Visontai und Peter Putz, Mitarbeiter/innen der Fachhochschule Campus Wien, Favoritenstraße 226, A-1100 Wien. Das Wiener Ernährungsprotokoll wurde im Auftrag von dato Denkwerkzeuge, Bernd Maierhofer, entwickelt und ist in die Software n.u.s nutritional software integriert. Darüber hinaus kann das Wiener Ernährungsprotokoll für Lehre und Forschung unentgeltlich benutzt werden (Lizenz: Creative Commons CC BY-NC-ND 3.0 AT <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/at/>). 1. Auflage, Juni 2018.

LEBENSMITTEL	PORTION	ANZAHL	=
Getränke		Tag 1 2 3 4	
Leitungswasser	Glas 200 ml		
Leitungswasser	1/2 l 500 ml		
Mineralwasser	Glas 200 ml		
Mineralwasser	1/2 l 500 ml		
Kaffee schwarz	Tasse 190 ml		
Tee	Tasse 190 ml		
Limonade	Glas 200 ml		
Limonade light	Glas 200 ml		
Fruchtsaft	Glas 200 ml		
Energy Drink	Dose 250 ml		
Energy Drink light	Dose 250 ml		
Bier	Seidel 330 ml		
Radler	Seidel 330 ml		
Most	Glas 200 ml		
Cider	Glas 200 ml		
Wein	1/8 l 125 ml		
Sekt	1/8 l 125 ml		
Likör	Glas 2 cl		
Klare Spirituosen	Glas 2 cl		

LEBENSMITTEL	PORTION	ANZAHL	=
Getränkezusatz		Tag 1 2 3 4	
Fruchtsirup	Portion 20 g		
Magermilch <1,5%	Portion 30 ml		
Vollmilch 3,5%	Portion 30 ml		
Kaffeeobers 10%	Portion 10 ml		
Schlagobers 36%	Portion 25 ml		
Kakaopulver	Teelöffel 2 g		
Süßstoff	Portion 0,5 g		
Zucker	Teelöffel 5 g		
Brot & Gebäck		Tag 1 2 3 4	
Weißbrot	Scheibe 30 g		
Mischbrot	Scheibe 45 g		
Vollkornbrot	Scheibe 50 g		
Semmel	Stück 64 g		
Weißmehlgebäck (Mohnflesserl, Salzstangerl, Laugen,...)	Stück 64 g		
Mehrkorngebäck	Stück 50 g		
Vollkorngebäck	Stück 50 g		
Toastbrot weiß	Scheibe 30 g		
Toastbrot Vollkorn	Scheibe 30 g		
Knäckebrötchen	Stück 13 g		
Zwieback	Stück 8 g		
Brioche, Striezel	Stück 50 g		
Croissant	Stück 75 g		
Kipferl mürb	Stück 100 g		

LEBENSMITTEL	PORTION		ANZAHL				=
Frühstückskomponenten			Tag	1	2	3	4
Hühnerei	Stück	60 g					
Honig	Esslöffel	20 g					
Konfitüre	Esslöffel	20 g					
Nuss-Nougat-Creme	Esslöffel	20 g					
Cornflakes ungesüßt	Esslöffel	4 g					
Cornflakes gesüßt	Esslöffel	4 g					
Haferflocken	Esslöffel	10 g					
Müsli natur	Esslöffel	15 g					
Knuspermüsli	Esslöffel	15 g					
Milch & Milchprodukte			Tag	1	2	3	4
Magermilch <1,5%	Glas	200 ml					
Vollmilch 3,5%	Glas	200 ml					
Buttermilch Natur 1%	Glas	200 ml					
Fruchtmolke 0,5%	Glas	200 ml					
Joghurt <1,5%	Becher	250 g					
Joghurt 3,6%	Becher	250 g					
Joghurt 10%	Becher	175 g					
Fruchtjoghurt <1,5%	Becher	180 g					
Fruchtjoghurt 3,6%	Becher	180 g					
Ayran	Glas	200 ml					
Kefir 3,6%	Becher	250 g					
Topfen mager	Esslöffel	20 g					
Topfen 20%	Esslöffel	20 g					
Topfen 40%	Esslöffel	20 g					
Sauerrahm 15%	Esslöffel	13 g					

LEBENSMITTEL	PORTION		ANZAHL				=
Schlagobers 36%	Esslöffel	13 g					
Feta	Portion	50 g					
Mozzarella	Stück	120 g					
Käse mager <15%	Scheibe	15 g					
Frischkäse (Aufstriche, Hüttenkäse,...)	Esslöffel	20 g					
Hartkäse (Bergkäse, Cheddar, Emmentaler, Parmesan,...)	Portion	30 g					
Schmelzkäse (Eckerkäse, Toastkäse,...)	Portion	30 g					
Schnittkäse (Gouda, Edamer, Tilsiter,...)	Scheibe	15 g					
Weichkäse (Brie, Camembert, Gorgonzola,...)	Portion	30 g					
Fleischerzeugnisse			Tag	1	2	3	4
Käsewurst	Scheibe	15 g					
Rohwurst (Kantwurst, Salami, Cabanossi,...)	Scheibe	20 g					
Schinken	Scheibe	30 g					
Speck	Portion	30 g					
Streichwurst	Portion	30 g					
Wurst (Extra, Pariser,...)	Scheibe	15 g					
Wurst fettarm (Kraukauer, Schinkenwurst,...)	Scheibe	20 g					
Würstel	Stück	55 g					
Leberkäse	Scheibe	100 g					

3

LEBENSMITTEL	PORTION		ANZAHL				=
Milch- & Fleischersatz			Tag	1	2	3	4
Getreidedrink (Soja, Hafer, Reis,...)	Glas	200 ml					
Nussdrink (Mandel, Kokos, Haselnuss,...)	Glas	200 ml					
Sojajoghurt Natur	Portion	250 ml					
Tofu	Portion	100 g					
Seitan	Portion	125 g					
Hummus	Esslöffel	20 g					
Vegetarische Pasteten	Esslöffel	20 g					
Fette & Öle			Tag	1	2	3	4
Butter	Teelöffel	4 g					
Margarine	Teelöffel	4 g					
Pflanzliches Öl	Esslöffel	10 g					
Pflanzliches Fett	Esslöffel	10 g					
Schmalz	Esslöffel	10 g					
Suppen & Suppeneinlage			Tag	1	2	3	4
Cremesuppe	Teller	200 g					
Klare Suppe	Teller	200 g					
Backerbsen	Portion	20 g					
Fleischeinlage	Portion	30 g					
Gemüseeinlage	Portion	30 g					
Teigeinlage (Frittaten, Nudeln,...)	Portion	40 g					

LEBENSMITTEL	PORTION		ANZAHL				=
Auswahl an zubereiteten Speisen			1	2	3	4	
Bolognesesoße	Portion	260 g					
Tomatensoße	Portion	100 g					
Oberssoße	Portion	155 g					
Palatschinken	Portion	150 g					
Kaiserschmarren	Portion	200 g					
Burger	Stück	120 g					
Gulasch	Portion	400 g					
Kebab, Dürüm	Stück	380 g					
Falafel	Stück	20 g					
Pizza tiefgekühlt	Stück	350 g					
Pizza Restaurant	Stück	440 g					
Nudelsalat	Portion	350 g					
Wurstsalat	Portion	225 g					
Fleisch & Fisch			Tag	1	2	3	4
Huhn, Pute	Portion	150 g					
Kalb, Rind	Portion	150 g					
Lamm	Portion	150 g					
Schwein	Portion	150 g					
Fleisch paniert, frittiert	Portion	200 g					
Faschiertes	Portion	100 g					
Innereien	Portion	125 g					
Fisch natur	Portion	150 g					
Fisch paniert, frittiert	Portion	200 g					
Fisch Dose abgetropft	Dose	65 g					
Meeresfrüchte	Portion	150 g					

4

LEBENSMITTEL		PORTION	ANZAHL				=
Gemüse & Salat			Tag 1	2	3	4	
Blattgemüse (Salat, Spinat, Mangold,...)	Portion	100 g					
Fruchtgemüse (Tomate, Paprika, Gurke, Kürbis, Melanzani, Zucchini, Melone,...)	Portion	125 g					
Kohlgemüse (Weißkohl, Kohlsprossen, Brokkoli, Kohlrabi, Karfiol,...)	Portion	150 g					
Stängelgemüse (Rhabarber, Spargel, Stangensellerie,...)	Portion	150 g					
Wurzelgemüse (Kartoffel, Sellerie, Radieschen, Rote Rübe,...)	Portion	150 g					
Pilze	Portion	100 g					
Zuckermais	Portion	150 g					
Essiggurken	Stück	50 g					
Rohkostsalat	Portion	95 g					
Mischgemüse natur	Portion	250 g					
Hülsenfrüchte (Bohnen, Erbsen, Linsen,...)	Portion	175 g					

5

LEBENSMITTEL	PORTION	ANZAHL	=
Kuchen, Roulade	Stück	50 g	
Obstkuchen	Stück	170 g	
Praline	Stück	10 g	
Pudding	Portion	150 g	
Torte	Stück	125 g	
Zuckerl	Stück	2,5 g	
Kartoffelchips	Portion	25 g	
Knabbergebäck	Portion	50 g	
Geröstete, gesalzene Nüsse	Portion	50 g	

Sonstige Lebensmittel, Speisen & Nahrungsergänzungsmittel Tag

6

Fragebogen zur Anwendung des Wiener Ernährungsprotokolls

Name: _____

Wieviel **Zeit** hast du täglich aufgewandt, um das Protokoll zu führen?

- ☐ ≤ 15 Minuten
- ☐ 15 – 30 Minuten
- ☐ 30 – 60 Minuten
- ☐ ≥ 60 Minuten

Hast du dein **Ernährungsverhalten** dadurch geändert?

- ☐ **Ja**, ich habe mehr gegessen als normalerweise.
- ☐ **Ja**, ich habe weniger gegessen als normalerweise.
- ☐ **Ja**, ich habe gesünder gegessen.
- ☐ **Nein**, ich habe mehr darüber nachgedacht, aber nichts verändert.
- ☐ **Nein**, das Protokoll hat mich nicht beeinflusst.
- ☐ Anderes: _____

Wenn ja, **wann** hast du dich anders ernährt

- ☐ nur am ersten Tag
- ☐ an den ersten 1-3 Tagen
- ☐ über den gesamten Zeitraum
- ☐ Anderes: _____

Wenn ja, was waren deine **Gründe** dafür?

- ☐ Ich habe versucht mich so zu ernähren, wie es „gesund“ und „gesellschaftlich erwünscht“ ist.
- ☐ Durch das Mitschreiben habe ich besser aufgepasst was ich esse.
- ☐ Das Mitschreiben war mühsam, also habe ich einfach nicht so viel gegessen bzw. „einfachere“ Dinge gegessen.
- ☐ Ich habe nicht alles aufgeschrieben, was ich tatsächlich gegessen oder getrunken habe.
- ☐ Ich habe Angst vor einem schlechten Ergebnis.
- ☐ Anderes: _____

Was waren deine größten **Hindernisse** das Wiener Ernährungsprotokoll gewissenhaft auszufüllen?

- ☐ Ich habe viele Speisen nicht auf dem Protokoll gefunden.
- ☐ Das Raussuchen der einzelnen Speisen/Lebensmittel/Getränke war sehr mühsam.
- ☐ Ich hatte Probleme beim Einschätzen der Portionsgrößen.
- ☐ Anderes: _____

Version 1.0 (18.03.2021)

Gab es Lebensmittel oder Dinge, die du bewusst in dieser Zeit **nicht gegessen** oder **nicht dokumentiert** hast?

- ☐ **Nein**, gab es nicht.
- ☐ **Ja**, ich habe weniger Süßes gegessen, bzw. es nicht aufgeschrieben
- ☐ **Ja**, ich habe weniger von folgenden Dingen gegessen: _____

Glaubst du, dass dieses Protokoll über die letzten 4 Tage dein „**normales**“ **Essverhalten** widerspiegelt?

- ☐ **Ja**, ich ernähre mich ziemlich regelmäßig.
- ☐ **Nein**, ich esse immer anders, auch von Woche zu Woche verschieden.
- ☐ **Nein**, ich habe bewusst/unbewusst anders gegessen.
- ☐ Anderes: _____

Wie groß war die **Belastung** durch das Protokoll in deinem Alltag?



Könntest du dir vorstellen das Ernährungsprotokoll auch über einen **längeren Zeitraum** (bis zu mehreren Wochen) zu führen?



Weitere Anmerkungen:

Vielen Dank fürs Mitmachen!

11.4 Anleitung Wiener Ernährungsprotokoll

Anleitung für das Wiener Ernährungsprotokoll

Pilotstudie zur Anwendbarkeit eines vereinfachten Ernährungsprotokolls in klinischen Studien:

Bei dieser Studie handelt es sich um einen Teil meiner Masterarbeit in Ernährungswissenschaften.

Es geht darum, ein vereinfachtes Ernährungsprotokoll in der Praxis zu prüfen. Dabei sollen

Fehlerquellen wie Portionsgrößen und weitere Einflussfaktoren näher untersucht werden.

- Alle wichtigen Informationen zum Wiener Ernährungsprotokoll findest du auf dem **Deckblatt**. Bitte schau dir auch genau die Portionsgrößen an und versuche möglichst präzise Angaben zu machen.
- Das Protokoll ist über **4 aufeinanderfolgende Tage** zu führen, am besten 3 Wochentage und 1 Wochenendtag.
- Damit die Auswertung im Nachhinein einfacher ist, bitte jeden Tag in eine neue Spalte eintragen (siehe Beschriftung). Notiere bitte zusätzlich auf dem Protokoll Alter, Größe und Gewicht.
- Schreibe bitte **alles** auf, was du an dem Tag gegessen und getrunken hast. Es gibt keine peinlichen oder unangenehmen Lebensmittel, auch wirst du nicht für eine „schlechte“ Ernährung verurteilt. Wichtig ist, dass du auch alle Getränke (inkl. Wasser) vermerkst.
- Mach bitte von jeder Mahlzeit **zusätzlich ein Foto**, damit ich später noch Anpassungen der Portionsgrößen vornehmen kann. Die Fotos kannst du mir am Ende zusammen mit dem ausgefüllten Ernährungsprotokoll schicken. Am besten alles abfotografiert/eingescannt per eMail oder Whatsapp/Signal.
- Nach Ende des 4-tägigen Protokolls erhältst du von mir noch einen kleinen Fragebogen, wie es dir damit gegangen ist.
- Bei Fragen melde dich bitte jederzeit bei mir.

Viel Spaß und Danke, dass du mitmachst!

11.5 Einverständniserklärung Pilotstudie

Einverständniserklärung

Ich

(Name, Vorname)

Geburtsdatum

Erkläre, dass ich die Probandeninformation zur Studie:

„Pilotstudie zur Anwendbarkeit eines vereinfachten Ernährungsprotokolls in klinischen Studien.“

erhalten habe und mit der Studienteilnahme einverstanden bin.

- Ich wurde für mich ausreichend mündlich und/oder schriftlich über die wissenschaftliche Untersuchung informiert.
- Ich erkläre mich bereit, dass im Rahmen der Studie Daten über mich gesammelt und anonymisiert aufgezeichnet werden. Es wird gewährleistet, dass meine personenbezogenen Daten nicht an Dritte weitergegeben werden und ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet werden.
- Ich weiß, dass ich jederzeit meine Einverständniserklärung ohne Angabe von Gründen widerrufen kann ohne, dass dies nachteilige Folgen für mich hat.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)

11.6 Erklärung Bilderrechte

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