



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft



*Entwicklung und Evaluation eines neuen digitalfotogestützten
Instruments zur Erfassung des Lebensmittelverzehrs
bei Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen*

Inauguraldissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

Vorgelegt von

Dipl. oec. troph. Jana Maria Knies

im Dezember 2015

Gutachter

1. Gutachter: Prof. Dr. Helmut Heseke
2. Gutachter: Prof. Dr. Hartmut Spiegel

Danksagung

Ich danke *Herrn Professor Dr. Helmut Heseke* herzlich für seinen Rat und seine wertvolle Unterstützung sowie *Prof. Dr. Hartmut Spiegel* für die interdisziplinäre Bereicherung meiner Sichtweisen. *Prof. Dr. Kirsten Schlegel-Matthies* danke ich für ihre Zeit zur Organisation aller nötigen Formalitäten und *Frau Dr. Almut Schmid* für ihre humorvolle Art, die schon immer meine Arbeitszeit bereichert hat.



Quelle: eigene Erhebung



Quelle: eigene Erhebung

Mein Dank gilt weiterhin den fleißigen *Probandinnen und Probanden* sowie allen anderen Personen, die mich bei der Datenerhebung und –auswertung unterstützt haben.

Besonderer Dank auch an meine *Familie* und meine guten *Freunde*, für alles, was mir die nötige Entspannung und Ablenkung ermöglicht hat und für ihren Rückhalt!

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Theoretische Grundlagen	3
2.1 Ernährungssituation in Deutschland.....	3
2.2 Ernährungserhebungen	6
2.2.1 Herausforderungen	7
2.2.2 Erhebungsniveau und -zeitraum	9
2.2.3 Reliabilität und Validität.....	11
2.2.4 Potentielle Fehlerquellen	13
2.2.5 Underreporting	15
2.3 Klassische Ernährungserhebungsmethoden.....	17
2.3.1 Indirekte Methoden	18
2.3.2 Direkte Methoden.....	18
2.3.2.1 Retrospektive direkte Methoden	19
2.3.2.2 Prospektive direkte Methoden	22
2.4 Neuartige Ernährungserhebungsmethoden.....	28
2.4.1 Medienbesitz und -kompetenzen in Deutschland	28
2.4.2 Implikationen für Ernährungserhebungsmethoden	31
2.4.3 Basis PDA	32
2.4.4 Basis Computer	34
2.4.5 Basis Lebensmittelfotos	39
2.4.6 Basis Apps.....	50
3 Methodisches Vorgehen.....	68
3.1 Pilotphase: Methodenvergleich.....	68
3.1.1 Theoriegestützte Entwicklung der Methode	68
3.1.2 Materialien	70
3.1.3 Rekrutierung und Anleitung der Probanden.....	73
3.1.4 Erhebungsmethodik	74
3.1.5 Erstellung Referenzfoto-Datenbank.....	75

3.1.6 Auswertung der Ernährungsprotokolle.....	76
3.2 Hauptstudienphasen: Foto-Methode	78
3.2.1 Materialien	78
3.2.2 Rekrutierung und Anleitung der Probanden.....	79
3.2.3 Erhebungsmethodik	80
3.2.4 Auswertung der Ernährungsprotokolle.....	80
3.3 Statistische Auswertungen	81
4 Ergebnisse.....	82
4.1 Probandenkollektiv	82
4.2 Teilnahmequote und Compliance.....	84
4.3 Fotoauswertung.....	85
4.3.1 Foto-Datenbank	85
4.3.2 Zeit für Auswertung.....	86
4.3.3 Anzahl Fotos	86
4.3.4 Qualität der Fotos	89
4.3.5 Bildinhalt	90
4.4 Validität.....	93
4.4.1 Erkennungsrate	93
4.4.2 Abweichungen bei Lebensmittelmenge und Energiezufuhr.....	94
4.4.3 Abweichungen Nährstoffzufuhr.....	97
4.4.4 Lebensmittelspezifische Abweichungen und Auswirkungen.....	98
4.4.5 Korrelation und Methodenübereinstimmung	99
4.5 Reliabilität	106
4.6 Energie- und Nährstoffzufuhr	107
4.6.1 Vergleich mit anderen Studien.....	116
4.6.2 Underreporting	117
4.7 Zufriedenheit und Praktikabilität.....	118
5 Diskussion	123
5.1 Wahl und Entwicklung der Methode.....	123
5.2 Evaluation	132
5.2.1 Probandenkollektiv und Compliance	132
5.2.2 Auswertung der Bilder	134

5.2.3 Validität	145
5.2.4 Reliabilität	149
5.2.5 Energie-, Nährstoffzufuhr und Underreporting	150
5.2.6 Zufriedenheit und Praktikabilität	156
5.3 Limitationen	161
6 Schlussfolgerung und Ausblick	164
7 Zusammenfassung	171
8 Kurzfassung / Abstract	173
9 Literaturverzeichnis	175
Anhang	191

Abkürzungsverzeichnis

24hR	24-h-Recall/s (24-Stunden-Erinnerungsprotokoll)
aid	aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz
AGA	Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter
ASA24	Automated Self-administered 24-hour Recall
ASSO	Adolescents and Surveillance System for the Obesity prevention
BGS98	Bundes-Gesundheitssurvey 1998
BLS	Bundes-Lebensmittelschlüssel
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMI	Body-Mass-Index
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
BMR	Basal Metabolic Rate (Grundumsatz)
BZgA	Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
CHAT	Connecting Health and Technology
D-A-CH	Deutschland, Österreich und die Schweiz
DE	Direkte visuelle Einschätzung
DEGS1	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (erste Welle)
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.
DIFR	Digital Image-based Food Record
DISHES	Dietary Interview Software for Health Examination Studies
DLW	Doubly Labelled Water
DONALD	DOrtmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed
EI	Energy Intake (Energieaufnahme)
EPIC	European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition
EsKiMo	Ernährungsstudie als KiGGS-Modul
EVS	Einkommens- und Verbrauchsstichprobe
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FFQ	Food-Frequency-Questionnaire (Verzehrhäufigkeits-Fragebogen)
FIRSSt	Food Intake Recording Software System
FIVR	Food Intake Visual and voice Recognizer
FM	fotografische (Erhebungs-)Methode
FoRC	Food Record Checklist
FRapp	Food Record App
ICC	Intraclass Correlation Coefficient (Intraklassen-Korrelationskoeffizient)
ICT	Information and Communication Technology
INTAKE24	A self-completed computerised dietary recall system
IPSAS	Interactive Portion Size Assessment System
JIM	Jugend, Information, (Multi-) Media

KiGGS	Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland
KIM	Kinder + Medien, Computer + Internet
LM	Lebensmittel
mimiKIM	Kleinkinder und Medien
mdFR	mobile device Food Record (auch mFR oder mpFR)
mFR	mobile Food Record (auch mdFR oder mpFR)
mpFR	mobile telephone Food Record (auch mFR oder mdFR)
mpfs	Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest
MRI	Max Rubner-Institut
NCI	National Cancer Institute
NDNS	National Diet and Nutrition Survey
NEMONIT	Nationales Ernährungsmonitoring
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
n. s.	nicht signifikant
NVS	Nationale Verzehrsstudie
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PAL	Physical Activity Level
PDA	Personal Digital Assistant
PmEB	Patient-Centered Assessment and Counseling Mobile Energy Balance
RFPM	Remote Food Photography Method
RKI	Robert Koch-Institut
r_p	Korrelationskoeffizient nach Pearson
r_s	Korrelationskoeffizient nach Spearman
SCRAN24	Secondary school Computerised Recall and Analysis of Nutrition
SD	Standard Deviation (Standardabweichung)
SNAP	Synchronized Nutrition and Activity Program
SNAPA	Synchronised Nutrition and Activity Program for Adults
TADA	Technology Assisted Dietary Assessment
UNU	United Nations University
WebDASC	Web-based Dietary Assessment Software for Children
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
WP	Wiegeprotokoll

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispielfoto von Schüler aus Studienphase 2	1
Abbildung 2: Prävalenz von Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland im Verlauf der letzten 30 Jahre (NVS I, BGS98, NVS II, DEGS1)	4
Abbildung 3: Anteil übergewichtiger und adipöser Kinder und Jugendlicher (5 – 17 J.) in ausgewählten OECD-Ländern bis 2013	5
Abbildung 4: Beispiel zu Häufigkeitsverteilungen der gemittelten Nährstoffzufuhr bei 1-, 3- und 7-Tage Protokollen im Vergleich zur tatsächlichen Aufnahme	10
Abbildung 5: Überblick zu den in der Arbeit beschriebenen Ernährungserhebungsmethoden	17
Abbildung 6: Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland 2009 bis 2015.....	28
Abbildung 7: Anzahl der Smartphone-Besitzer bei Jugendlichen in Deutschland 2012 bis 2014	30
Abbildung 8: Überblick zum Aufbau und Ablauf der Methode mpFR/mFR/mdFR.....	48
Abbildung 9: Screenshot von "Google Play" mit dem Ergebnis der Suche nach Apps mit dem Schlagwort "Kalorien"	50
Abbildung 10: Übersicht zum Projektablauf – Entwicklung, Validierung und Evaluation der Foto-Methode	69
Abbildung 11: Frontansicht der Schätz- und Wiegeprotokolle für den Methodenvergleich	70
Abbildung 12: Seiten aus dem Schätzprotokoll für den Methodenvergleich	71
Abbildung 13: Anleitung zur Durchführung des Fotoprotokolls für den Methodenvergleich und Beispiel für Schablone in der Pilotphase.....	72
Abbildung 14: Anleitungs- und Notizheft für Phase 1.....	78
Abbildung 15: Dreidimensionale Schablone für die Phasen 1 bis 3	78
Abbildung 16: Beispiel-Bilder aus der Foto-Datenbank	85
Abbildung 17: Beispiele für Bilder guter (o.) und schlechter Qualität (u.).....	89
Abbildung 18: Unerkennbares Foto mit erkennbarem zweitem Bild	90
Abbildung 19: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Lebensmittelzufuhr (g/Tag) in Pilotphase II	100
Abbildung 20: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Energiezufuhr (kcal/Tag) in Pilotphase II.....	101
Abbildung 21: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Energiedichte (kcal/100g) in Pilotphase II	101
Abbildung 22: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Fettzufuhr (g/Tag) in Pilotphase II	102
Abbildung 23: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Kohlenhydratzufuhr (g/Tag) in Pilotphase II.....	102
Abbildung 24: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Proteinzufuhr (g/Tag) in Pilotphase II.....	103

Abbildung 25: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Lebensmittelzufuhr (g/Tag) in Phase 1 (n = 9)..	104
Abbildung 26: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Energiezufuhr (kcal/Tag) in Phase 1 (n = 9)	104
Abbildung 27: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Energiedichte (kcal/100g) in Phase 1 (n = 9)	105
Abbildung 28: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen und Jungen aus Phase 1 (Ø 9 J., n = 46) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum.....	113
Abbildung 29: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen und Jungen aus Phase 2 (Ø 13 J., n = 49) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum.....	114
Abbildung 30: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen, Jungen und jungen Erwachsenen aus Phase 3 (Ø 17 J., n = 18) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum.....	115
Abbildung 31: Beispiele für schwierige Erhebungssituationen (Fragebögen)	121
Abbildung 32: Beispiele für aus verschiedenen Winkeln aufgenommene Bilder (Pilotphase I)	129
Abbildung 33: Beispiele für Fotos von eingenommenen Supplementen	142
Abbildung 34: Fotos vom Außer-Haus-Verzehr.....	142
Abbildung 35: Fotos von Rest oder Nachschlag.....	144
Abbildung 36: Fotos von ganzen Kuchen	144
Abbildung 37: Beispiele für Bilder von angereicherten Lebensmitteln	151
Abbildung 38: Beispiele für lebensmittelbezogene Informationen auf Fotos	152
Abbildung 39: Beispiele für Situationen, in denen es schwer, Fotos zu machen	158
Abbildung 40: Beispiele für Fotos in verschiedenen Alltagssituationen.....	159
Abbildung 41: Beispiele für selbstständige Anmerkungen auf Fotos	160
Abbildung 42: Beispiele für Alternativen zur Schablone.....	161
Abbildung 43: Entwurf für potentiellen Startbildschirm einer FM-App.....	168

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation des Körpergewichtes von Erwachsenen bzw. Kindern und Jugendlichen nach BMI bzw. BMI-Perzentilen.....	4
Tabelle 2: Methodenwahl für verschiedene groß angelegte Verzehrstudien (Deutschland/EU)	25
Tabelle 3: Vor- und Nachteile klassischer, direkter Ernährungserhebungsmethoden ..	26
Tabelle 4: Übersicht zu Vor- und Nachteilen neuartiger Erhebungsmethoden im Vergleich zu klassischen Methoden	56
Tabelle 5: Studien zur Entwicklung von Erhebungsmethoden basierend auf Lebensmittel-Fotos – ohne Reviews und Interventionsstudien (Nov. 2015)	58
Tabelle 6: Daten der Studienteilnehmer der einzelnen Projektphasen.....	82
Tabelle 7: Anzahl und Anteil übergewichtiger und adipöser Probanden in allen Studienphasen.....	83
Tabelle 8: Teilnahmequote und Compliance in den einzelnen Studienphasen	84
Tabelle 9: Anzahl Fotos gesamt und pro Tag für alle Phasen, differenziert nach Geschlecht	87
Tabelle 10: Anzahl Fotos in Protokollen der Teilnehmer aller Studienphasen und resultierende auswertbare Tage	88
Tabelle 11: Anzahl Notizbucheinträge von Teilnehmern aus Phase 1 - 3 und resultierende auswertbare Datenmengen.....	88
Tabelle 12: Anzahl und Anteil von Bildern mit Hauptmahlzeit, Getränk oder Snack in den verschiedenen Studienphasen	91
Tabelle 13: Anzahl und Anteil von Bildern mit Hauptmahlzeit, Getränk oder Snack in den verschiedenen Studienphasen, differenziert nach Geschlecht	92
Tabelle 14: Erkennungsrate der Lebensmittel auf Fotos im Vergleich mit den Angaben aus Wiegeprotokollen der Pilotphase II und Phase 1	93
Tabelle 15: Abweichungen bei Lebensmittel- und Energiezufuhr in Pilotphase II (n = 13), alle drei Auswerterinnen und Auswerterinnen 1 und 2	94
Tabelle 16: Tatsächliche und geschätzte Zufuhr an Lebensmitteln mit Abweichungen in g und % für einzelne Probanden der Pilotphase II, differenziert nach Auswerterinnen und gesamt.....	95
Tabelle 17: Resultierende tatsächliche und geschätzte Energiezufuhr mit Abweichungen in kcal und % für einzelne Probanden der Pilotphase II, differenziert nach Auswerterinnen und gesamt	96
Tabelle 18: Abweichungen bei Makro-, ausgewählten Mikronährstoffen und Ballaststoffen für Probanden aus Pilotphase II (n = 13).....	97
Tabelle 19: Abweichungen bei der Mengeneinschätzung einzelner Lebensmittel mit Auswirkungen auf die Gesamtenergiezufuhr	98
Tabelle 20: Korrelationen zwischen geschätzter und tatsächlicher Zufuhr in Pilotphase II (n = 13).....	99

Tabelle 21: Korrelationen zwischen geschätzter und tatsächlicher Zufuhr in Phase 1 (n = 9)	99
Tabelle 22: Mittelwerte und Übereinstimmungsgrenzen im Vergleich von Foto-Methode und Wiegeprotokoll zur Messung verschiedener Nährstoffe in Pilotphase II (n = 13).....	103
Tabelle 23: Mittelwerte und Übereinstimmungsgrenzen im Vergleich von Foto-Methode und Wiegeprotokoll zur Messung verschiedener Nährstoffe in Phase 1 (n = 9)	105
Tabelle 24: Intraklassen-Koeffizienten für unabhängige Auswerterinnen in Pilotphase II und Phase I	106
Tabelle 25: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Mädchen der Phase 1 (n = 29)	108
Tabelle 26: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Jungen der Phase 1 (n = 17)	109
Tabelle 27: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Mädchen der Phase 2 (n = 20)	110
Tabelle 28: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Jungen der Phase 2 (n = 29)	111
Tabelle 29: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Mädchen und junge Frauen der Phase 3 (n = 18)	112
Tabelle 30: Mittelwertvergleich der täglichen Energiezufuhr zwischen <i>EsKiMo</i> und Foto-Methode (t-Test, Phase 1 bis 3)	116
Tabelle 31: Mittelwertvergleich der täglichen Energiezufuhr zwischen <i>NDNS</i> und Foto-Methode (t-Test, Phase 1 bis 3).....	117
Tabelle 32: Underreporting bestimmt mit dem Goldberg Cut-off (Phase 1 bis 3)	117
Tabelle 33: Zufriedenheit mit den drei Erhebungsmethoden (Pilotphase, n = 28)	118
Tabelle 34: Praktikabilität der drei Erhebungsmethoden (Pilotphase, n = 28)	119
Tabelle 35: Probleme mit den drei Erhebungsmethoden (Pilotphase, n = 28).....	119
Tabelle 36: Zufriedenheit mit der Foto-Methode (Phase 1 bis 3).....	120
Tabelle 37: Erneute Teilnahmebereitschaft zu einer Ernährungserhebung mit der Foto-Methode (Phase 1 bis 3).....	120
Tabelle 38: Anteil Probanden, die Probleme hatten, an das Fotografieren zu denken (Phase 1 bis 3)	121
Tabelle 39: Anteil Probanden, die Probleme hatten, an Kamera/Smartphone zu denken (Phase 1 bis 3)	121
Tabelle 40: Anteil Probanden, die Ernährungsverhalten änderten (Phase 2 und 3) ...	122
Tabelle 41: Angaben zu verwendetem Medium (Phase 2 und 3)	122
Tabelle 42: Stärke des Zusammenhangs von Variablen bestimmt durch deren Korrelation.....	148
Tabelle 43: Vor- und Nachteile der Foto-Methode gegenüber anderen Erhebungsinstrumenten.....	164

1 Einleitung



Abbildung 1: Beispielfoto von Schüler aus Studienphase 2

„Das Essen soll zuerst das Auge erfreuen und dann den Magen.“

(GOETHE)

Die Verbindung von *Freude* und *Essen* in einem Ausspruch ist eine passende Einleitung in die Thematik der vorliegenden Arbeit. Viele Diskussionen, die aktuelle Ernährungssituation in Deutschland betreffend, haben häufig einen eher negativen Unterton. Medien aller Art berichten vermehrt von Lebensmittelintoleranzen und -allergien, vermeintlich ungesunden Inhaltsstoffen – „Zucker, das süße Gift“ (REINHARD ET AL. 2013) –, potentiell kanzerogenen Lebensmitteln – „Wurst kann man nur noch mit Todesverachtung essen“ (WILTON 2015) –, Zusatzstoffen, Skandalen in Tierhaltung und Lebensmittelindustrie und nicht zuletzt von einer steigenden Prävalenz von Übergewicht und Adipositas – „Werden wir immer dicker?“ (MENSINK ET AL. 2012). All diese Themen sollten, unabhängig von der Art ihrer Darstellung in den Medien, wissenschaftlich fundiert behandelt werden. Es sollten beispielsweise immer potentielle Zusammenhänge zwischen dem Verzehr bestimmter Lebensmittel(-inhaltsstoffe) und der Entstehung von Krankheiten oder Zusammenhänge zwischen Ernährung bzw. Ernährungsverhalten und anthropometrischen Daten untersucht werden. Die Basis derartiger Untersuchungen können *Erhebungen über die übliche Ernährung bestimmter Bevölkerungsgruppen* mithilfe verschiedener Methoden bilden. Wichtig bei solchen Studien ist u. a., dass das Ernährungsverhalten der Teilnehmer nicht beeinflusst und dadurch geändert wird – die potentielle *Freude am Essen* sollte ihnen also durch die Dokumentation nicht genommen werden. GOETHE gab mit seinem Ausspruch zudem einen Hinweis auf die Bedeutung der visuellen und ästhetischen Komponente des Essens. Diese spielt auch in der heutigen Gesellschaft von *Digital Natives* eine Rolle – nur in anderer Form als damals. Oft werden verzehrte Lebensmittel mit Smartphones fotografisch dokumentiert, frei nach dem Motto: „Voll leckerer Schnappschuss“ (STILLICH 2014).

Motivation für diese Arbeit ist also die bestehende Notwendigkeit einer genauen Erfassung des Verzehrs vieler Bevölkerungsgruppen aufgrund unterschiedlichster aktueller Ernährungs- bzw. Public-Health-Themen. Darüber hinaus besteht die fortwährende Herausforderung, eine Erhebungsmethode zu entwickeln, die die Probanden so wenig wie möglich beeinflusst und dabei gleichzeitig präzise und valide Daten zum üblichen Verzehr liefert. Nicht zuletzt bietet die Aktualität des Themas Lebensmittelfotografie mit Smartphones eine wichtige Basis für die Wahl des Gegenstands dieser Arbeit. Die Verwendung einer aktuellen, ubiquitär verfügbaren Technologie verspricht eine hohe Motivation und Akzeptanz der Teilnehmer und kann so die Grundlage für ein zukunftsweisendes, neuartiges Ernährungserhebungsinstrument bilden.

Die Ziele der vorliegenden Arbeit sind im Folgenden aufgeführt.

- Die Ernährungssituation in Deutschland soll übersichtlich dargestellt werden als *ein* Beispiel für die Notwendigkeit der Entwicklung einer neuen Ernährungserhebungsmethode.
- Die generellen Ziele von Ernährungserhebungen, die Herausforderungen hinsichtlich verschiedener Bevölkerungsgruppen und die Probleme, die bei verschiedenen Instrumenten auftreten können, sollen beschrieben werden um grundlegende theoretische Informationen zu liefern, die für das Verständnis der Problematik wichtig sind, auf der diese Arbeit aufbaut.
- Aus dem gleichen Grund sollen Eigenschaften, Anwendungsbereiche sowie Vor- und Nachteile verschiedener klassischer und neuartiger Erhebungsinstrumente – besonders auf Fotos und Apps basierter Methoden – dargestellt werden.
- Auf dieser theoretischen Basis soll eine neue Erhebungsmethode entwickelt werden, die viele Einschränkungen anderer Instrumente beheben kann. Diese – im weiteren Verlauf *Foto-Methode* genannt – soll bei geringer Belastung und hoher Motivation und Akzeptanz der Probanden¹ genaue Daten zur Energie- und Nährstoffzufuhr bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen liefern.
- Die Praktikabilität, Reliabilität sowie Validität der Methode sollen getestet und bewertet und die Zufriedenheit der Probanden bestimmt werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der selbstständigen Anwendung der Foto-Methode durch Kinder und Jugendliche.
- Abschließend sollen Stärken und Schwächen des neu entwickelten Instrumentes analysiert sowie Anregungen zu Verbesserungen und zur Integration der Foto-Methode in eine Smartphone-App vorgestellt werden.

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit wird in dieser Arbeit, außer bei Fällen, in denen ausschließlich weibliche Personen gemeint sind, die männliche Wortform verwendet. Diese Wahl des Genus soll keinesfalls eine Bevorzugung bzw. Diskriminierung eines der beiden Geschlechter seitens der Autorin darstellen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Ernährungssituation in Deutschland

„Adipositas [...] gehört zu den größten Risikofaktoren für Gesundheit und seelisches Wohlergehen der Menschen im 21. Jahrhundert. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) spricht von einer Adipositas-Epidemie in Europa“ (RKI UND BZGA 2008).

Überernährung ist in den westlichen Industrieländern inzwischen die häufigste Form der Fehlernährung. Sie führt sehr häufig zu Übergewicht sowie einer Zunahme des Fettgewebes und erhöht so das Risiko für zahlreiche verschiedene Folgeerkrankungen, wie beispielsweise Herz- Kreislaufbeschwerden, Krebs oder Insulinresistenz, die oft in Diabetes Mellitus Typ 2 resultiert (ELMADFA UND LEITZMANN 2015). Schon im Kindesalter kann Übergewicht die Entstehung von damit assoziierten Krankheiten begünstigen und zu Spätfolgen im Erwachsenenalter führen (RKI UND BZGA 2008). Neben potentiellen physischen Erkrankungen sind bei dieser Thematik auch psychische Probleme, wie potentielle Ausgrenzung und Depressionen, sowie monetäre Faktoren, wie erhöhte Kosten für das Gesundheitssystem des Landes von Relevanz. In Deutschland hat sich innerhalb der letzten Jahrzehnte ein Wandel des Ernährungsverhaltens und der Esskultur vollzogen. Parallel dazu haben sich auch die Lebensbedingungen und mit ihnen das Freizeit- und Bewegungsverhalten geändert. So geht in vielen Fällen eine Abnahme der körperlichen Aktivität mit einem häufigen Verzehr von Lebensmitteln und Getränken mit hoher Energie- und meist geringer Nährstoffdichte einher. Das hat zur Folge, dass es für Individuen immer schwieriger wird, eine ausgeglichene Energiebilanz zu erreichen und führt zu einer erhöhten Prävalenz von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen, Erwachsenen sowie Senioren im Vergleich zu vorhergehenden Jahrzehnten (HESEKER 2012).

Übergewicht und Adipositas werden bei Erwachsenen sowie Kindern und Jugendlichen durch Messen von Körpergewicht und -länge sowie Berechnen des BMI (kg/m^2) festgestellt (WHO 2000). Der BMI ist allerdings besonders bei Kindern stark alters- und geschlechtsabhängig. Daher erfolgt hier die Einteilung über alters- und geschlechtsspezifische Perzentile einer definierten Vergleichsgruppe. Für Kinder und Jugendliche hat die *Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA)* spezielle Tabellen mit Perzentil-Kurven veröffentlicht, mit denen eine genaue Einordnung mithilfe der individuellen BMI-Werte, Alter und Geschlecht möglich ist (WABITSCH UND KUNZE 2014, KROMEYER-HAUSCHILD ET AL. 2015) (s. Tab. 1).

Tabelle 1: Klassifikation des Körpergewichtes von Erwachsenen bzw. Kindern und Jugendlichen nach BMI bzw. BMI-Perzentilen

Gewichts-Klassifikation	Erwachsene	Kinder und Jugendliche
	BMI, kg/m ²	BMI-Perzentile
Normalgewicht	18,5 – 24,9	10,0 – 90,0
Übergewicht	25,0 – 29,9	> 90,0 – 97,0
Adipositas	≥ 30,0	> 97,0 – 99,5
Adipositas, Kl. I	30,0 – 34,9	> 99,5
Adipositas, Kl. II	35,0 – 39,9	-
Adipositas, Kl. III	≥ 40,0	-

Quellen: WABITSCH und KUNZE (2014), WHO (2000)

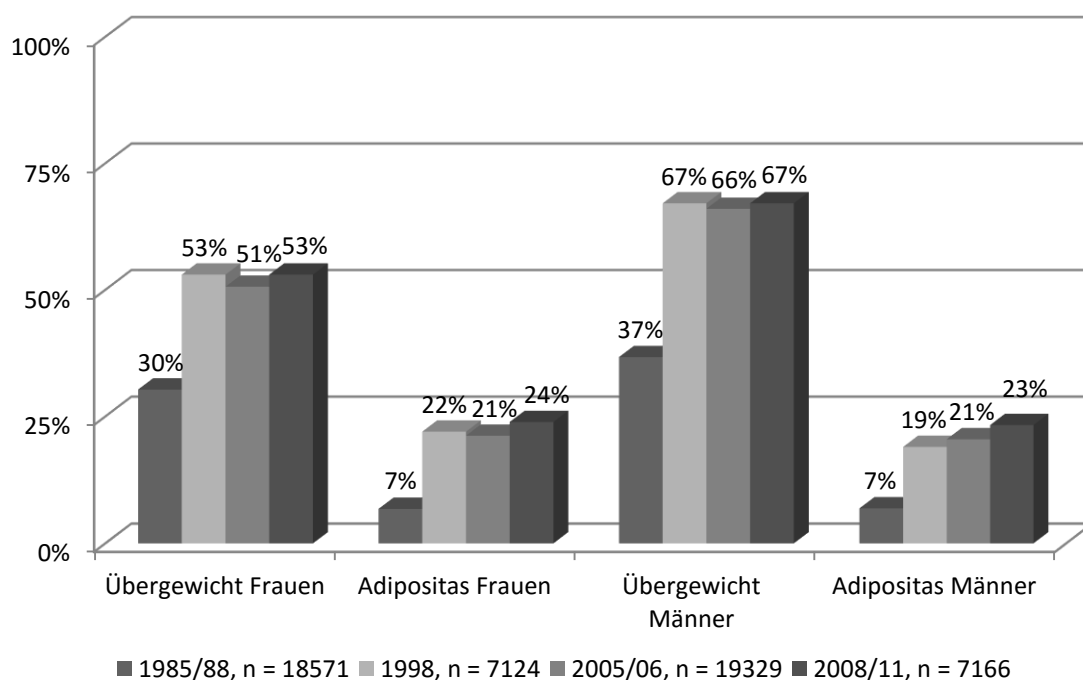


Abbildung 2: Prävalenz von Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland im Verlauf der letzten 30 Jahre (NVS I, BGS98, NVS II, DEGS1)

Quellen: ADOLF ET AL. (1995), BERGMANN UND MENSINK (1999), MENSINK ET AL. (2013), MRI (2008)

Bei den Erwachsenen in der Altersgruppe 18 – 74 bzw. 79 Jahre hat sich die Prävalenz von Übergewicht von 1985/88 (NVS I) (ADOLF ET AL. 1995) bis 1998 (BGS98) (BERGMANN UND MENSINK 1999) stark verändert (s. Abb. 2). Bei den Frauen stieg sie von 30 % auf 53 %, bei den Männern von 37 % auf 66 %. Spätestens seit 1998 ist somit durchschnittlich jede zweite Frau und deutlich mehr als jeder zweite Mann in Deutschland übergewichtig. Auch die Prävalenz von Adipositas ist, besonders bei den Männern, gestiegen (s. Abb. 2). Generell ist mit abnehmendem sozioökonomischem Status eine Zunahme des Anteils adipöser Männer und Frauen zu beobachten (MENSINK ET AL. 2013). Auch in der EU sind durchschnittlich 53 % der Erwachsenen übergewichtig, davon über 16,7 %, also jeder Sechste, adipös – mit steigender Tendenz (OECD 2014).

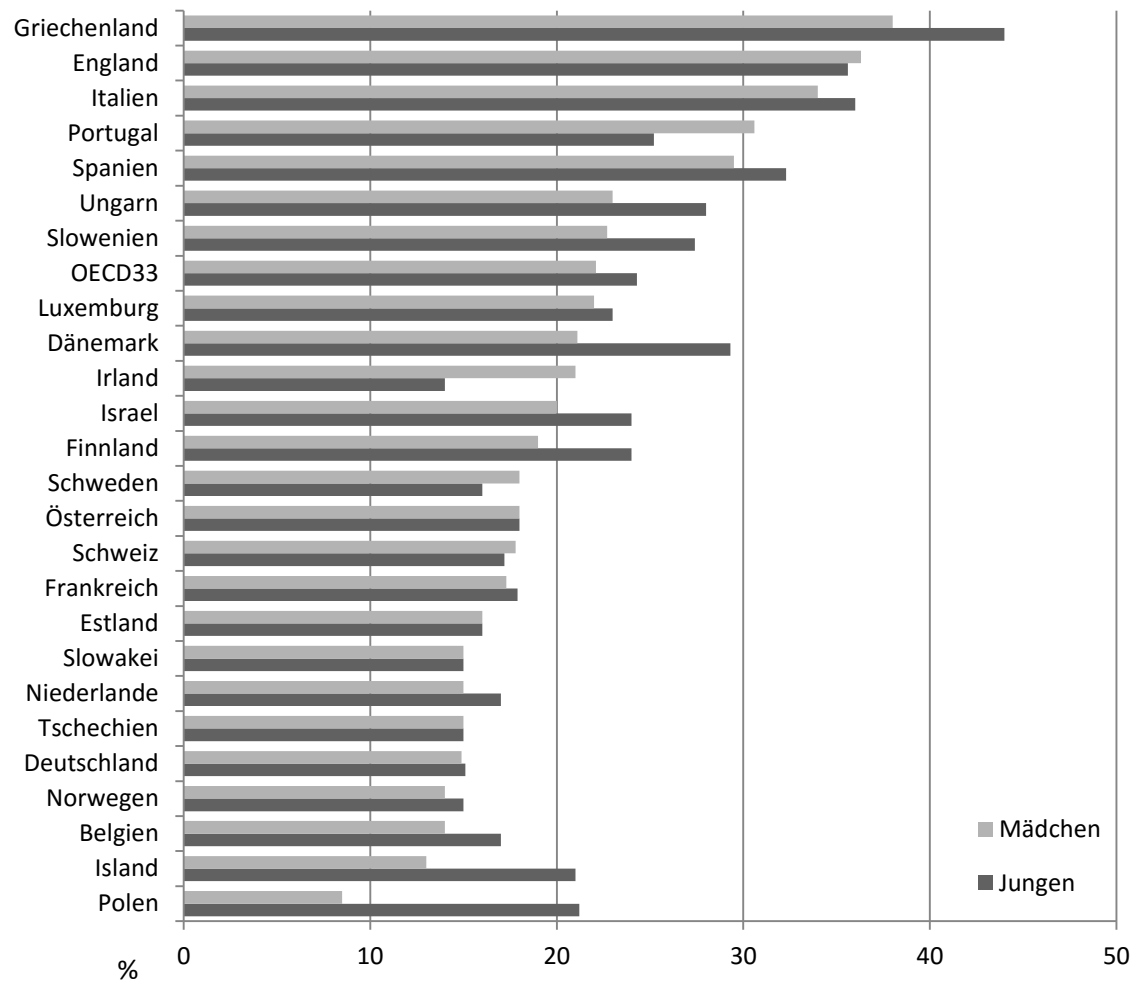


Abbildung 3: Anteil übergewichtiger und adipöser Kinder und Jugendlicher (5 – 17 J.) in ausgewählten OECD-Ländern bis 2013

Quelle: OECD 2015

Von den Kindern und Jugendlichen (2 – 17 J.) waren 2003/06 in Deutschland laut *Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS)* ($n = 17.641$) 15 % übergewichtig, davon 6 % adipös (MENSINK ET AL. 2007). Im Vergleich zu Ergebnissen einer Studie aus den 1980er/90er Jahren (KROMEYER-HAUSCHILD ET AL. 2001) ($n = 34.422$) bedeutet das eine Steigerung der Prävalenz von Übergewicht um 50 %. Der Anteil adipöser Kinder und Jugendlicher hat sich sogar verdoppelt. Kinder und Jugendliche aus sozial benachteiligten Familien haben ein höheres Risiko, übergewichtig oder adipös zu werden. Das gleiche gilt für solche aus Familien mit Migrationshintergrund. Weitere Risikofaktoren sind: Schultyp anders als Gymnasium, Hauptaufenthaltort nicht in der Kernfamilie sowie Übergewicht bei einem oder beiden Elternteilen (KURTH UND SCHAFFRATH ROSARIO 2010, RKI UND BZgA 2008). Im Hinblick auf die OECD-Mitgliedsstaaten sind durchschnittlich 23 % der Jungen und 21 % der Mädchen übergewichtig oder adipös. In Griechenland, England, Italien, den USA und Neuseeland sogar über 30 % (s. Abb. 3). In den meisten Staaten ist auch für Kinder und Jugendliche dabei eine steigende Tendenz in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten zu beobachten (OECD 2015, 2013).

Neben der Problematik des übermäßigen Essens gibt es auch psychisch bedingte Essstörungen mit resultierendem *Untergewicht*. Beispiele sind Anorexia Nervosa, Bulimia Nervosa und Mischformen (WUNDERER 2009). Diese Verhaltensstörungen betreffen vorrangig Mädchen oder junge Frauen und gehören zu den häufigsten chronischen Gesundheitsproblemen im Kindes- und Jugendalter (HÖLLING UND SCHLACK 2009). Symptome einer (beginnenden) Essstörung zeigen in Deutschland laut *KiGGS* ein Fünftel aller Kinder und Jugendlichen, bei Mädchen sogar ein Drittel. Laut der *Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE)* liegt die Prävalenz aller Essstörungen in Deutschland bei ca. 10 – 15 % der Gesamtbevölkerung. Die beste Prävention hinsichtlich dieser Erkrankungen ist die Früherkennung erster Symptome (HÖLLING UND SCHLACK 2009).

Die hohe Prävalenz von Übergewicht und Adipositas und der Anstieg derselben im Verlauf der letzten Jahrzehnte macht sie zu einem bedeutenden Public-Health-Thema in westlichen Industrienationen. Die Art und Menge der Ernährung – bei Kindern auch der Ernährungsstatus der Eltern – spielen die größte Rolle bei der Entstehung dieser Gewichtsklassifikationen. Deswegen sind besonders der Bereich der Ernährungserhebung und damit verbunden die Themen gezielte Aufklärung, Prävention und ggf. Therapie wichtig, um diese Situation zu ändern oder zumindest einen weiteren Anstieg der Prävalenz zu verhindern. Bei Erkrankungen mit resultierendem Untergewicht kann eine Auffälligkeit im Ernährungsverhalten ebenfalls durch Ernährungserhebungen identifiziert werden. Die so gewonnenen Ergebnisse können erste wichtige Hinweise geben und eine gezielte Prävention bzw. Therapie ermöglichen. Diese oben genannten sind nur zwei Bereiche der Thematik Ernährung und Gesundheit (Public Health Nutrition), die beschrieben wurden, um die Relevanz und Notwendigkeit von Ernährungserhebungen zu verdeutlichen, auf die deswegen im Folgenden genauer eingegangen wird.

2.2 Ernährungserhebungen

„Nutritional assessment can be defined as the interpretation of information from dietary, laboratory, anthropometric and clinical studies. The information is used to determine the nutritional status of individuals or population groups [...]“ (GIBSON 2005).

Die Erhebung von Informationen zur Ernährung kann unterschiedlich motiviert sein. Das übergeordnete Ziel ist es, das Ernährungsverhalten oder die detaillierte Energie- und Nährstoffzufuhr von Individuen, Personengruppen oder ganzen Nationen zu erfassen. D. h. es wird bestimmt und bewertet, was, wie viel – und zum Teil auch wo, wie, wann und mit wem (Ernährungsverhalten) – gegessen und getrunken wird. Dabei soll i. d. R. die übliche Nahrungsaufnahme abgebildet werden. Gemeinsam mit diesen Daten werden meistens Informationen über Körpergewicht und -größe erhoben, in spezi-

ellen Fällen auch über den Gesundheitszustand (PHILLIPP 2009). Ernährungserhebungen können helfen, den Ernährungsstatus von Individuen zu charakterisieren sowie epidemiologische Bestimmungen über Zusammenhänge von Ernährungsweise und Gesundheit oder Krankheit ermöglichen (SCHNEIDER 1997). Auf Basis der Ergebnisse solcher Erhebungen können Ernährungsempfehlungen erstellt sowie Beratungs- und Präventionsangebote, z. B. ernährungspolitische Maßnahmen zur Aufklärung hinsichtlich der Adipositas-Problematik (s. o.) geplant, durchgeführt und bewertet werden. Darüber hinaus können Verzehrgewohnheiten und Nahrungspräferenzen sowie kurz- und langfristige Ernährungstrends für industrielle Zwecke ermittelt werden.

2.2.1 Herausforderungen

„Ideal dietary assessment methods would be quick, inexpensive, and easy to use and would give precise and accurate estimates of intakes of foods, nutrients, bio-active compounds, additives and contaminants, with minimal measurement error“ (PENN ET AL. 2010).

Genau zu messen, was Personen(-gruppen) verzehren, ist eine große Herausforderung. Gründe dafür sind die Komplexität, Diversität und zeitliche Heterogenität der individuellen Nahrungsaufnahme von Personen aller Altersgruppen. Hinzu kommt die immer größer werdende Auswahl von Lebensmitteln und Getränken, insbesondere von hochverarbeiteten Convenience- und angereicherten Produkten. Es gibt bisher keine in jeder Hinsicht perfekte Erhebungsmethode, die alle o. g. Eigenschaften in sich vereint. Jede bringt sowohl Vorteile, als auch Limitationen mit sich. Mit neuartigen Instrumenten wird versucht, verschiedene Einschränkungen und den Einfluss von Fehlerquellen, die bei klassischen Erhebungsmethoden bekannt sind, zu minimieren (s. Kap. 2.4).

Bezogen auf die Zielgruppe sollte immer klar sein, wie hoch die zumutbare Belastung für die Teilnehmer sein darf und welche Kooperationsbereitschaft von ihnen erwartet werden kann. Diese ist wiederum abhängig vom Arbeitsaufwand für die Studie bzw. beeinflusst das Studiendesign hinsichtlich dessen möglicher Komplexität. Wichtig ist darüber hinaus, dass bekannt ist, welche intellektuellen Leistungen von den Teilnehmern erwartet werden können. Diese sind z. B. abhängig von deren Alter und Bildungsniveau (SCHNEIDER 1997). Die Auswahl der Methode hängt weiterhin u. a. von der erforderlichen Messgenauigkeit der Ergebnisse, den entstehenden Kosten bzw. der Ressourcenverfügbarkeit, dem zur Verfügung stehenden Zeitraum für die Durchführung sowie der Größe des Probandenkollektivs ab (SCHNEIDER 1997, STRASBURG 2010).

Herausforderungen bei Kindern und Jugendlichen

“Dietary intake throughout childhood is a key determinant of growth and development and has an important role in both the prevention and treatment of childhood overweight and obesity. Although dietary intake assessment is fraught with challenges and limitations, reporting intake remains an important research outcome if dietary recommendations to promote healthy weight are to be refined” (COLLINS ET AL. 2010).

Eine besondere Zielgruppe für Ernährungserhebungen sind Kinder und Jugendliche – d. h. Personen von 2 – 13 bzw. 14 – 18 Jahren (BMJV 1990). Ein Grund dafür ist, dass Informationen zur Ernährung dieser Bevölkerungsgruppe von großer Bedeutung sind. Kinder stellen hinsichtlich ihres Ernährungsverhaltens eine besonders vulnerable Gruppe dar, da sie sowohl körperlich als auch psychisch oft sensibler auf Einflüsse ihrer (alimentären) Umwelt reagieren als gesunde Erwachsene. Bezogen auf ihr Körpergewicht haben sie meist eine relativ gesehen höhere Nahrungsaufnahme und somit auch einen verhältnismäßig höheren Grundumsatz. Ein nicht gesundheitsförderliches Ernährungsverhalten bei Kindern ist besonders problematisch, weil früh erlernte Ernährungsgewohnheiten oft bis ins Erwachsenenalter beibehalten werden und sich in manifesten Gesundheitsstörungen äußern können. Diese wiederum können zu einer großen psychischen und physischen Belastung für die Betroffenen werden (ELMADFA UND LEITZMANN 2015, SCHUBERT UND HORCH 2004).

“Assessing habitual food intake of any population group is challenging. [...] Additional limitations must be considered when children are the subjects. The skills and limitations of the population to be studied must be considered. When children are the subjects these may include issues of literacy and writing skills, limited food recognition skills, memory constraints and concentration span” (FOSTER ET AL. 2008).

Außerdem ist zu beachten, dass es in dieser Zielgruppe viele Herausforderungen bezüglich des Studiendesigns und somit auch der zu wählenden Ernährungserhebungsmethode gibt. Bei Kindern unter sieben Jahren sind die kognitiven Fähigkeiten meist noch nicht voll entwickelt. Das hat Auswirkungen auf Lese- und Schreibfähigkeit, Aufmerksamkeitsspanne, Zeitverständnis, Gedächtnisleistung, Ernährungswissen und Portionsgrößenabschätzung: „*Younger children tend to report [dietary] information less accurately than older children and adults*“ (LU ET AL. 2014). In diesem Alter sind deswegen häufig noch die Eltern oder andere Erziehungsberechtigte für die Dokumentation des Verzehrs zuständig. Problematisch ist das, wenn Kinder beispielsweise in der Schule oder anderweitig unterwegs sind. Es gibt im Tagesverlauf oft verschiedene Bezugspersonen, was eine genaue und durchgängige Verzehrerhebung schwierig macht. Zwi-

schen dem achten und zehnten Lebensjahr entwickeln sich Kinder in o. g. kognitiven Bereichen zwar schnell weiter und sind schon in der Lage ihren Verzehr bis zu 24 Stunden rückblickend zu erinnern, jedoch fehlt ihnen oft noch wichtiges Hintergrundwissen zu Lebensmitteln. Darüber hinaus gibt es weiterhin Probleme bei der Portionsgrößenabschätzung, sodass die Eltern immer noch wichtige Zusatzinformationen liefern sollten, um eine hohe Genauigkeit der Dokumentation zu gewährleisten (LIVINGSTONE UND ROBSON 2000, LIVINGSTONE ET AL. 2004, SCHAP ET AL. 2011). Je älter die Kinder werden, desto eher sind sie in der Lage, ihren Verzehr selbstständig zu erheben – desto unstrukturierter wird aber meist auch ihr Ernährungsverhalten. Es wird öfter außer Haus und ohne Beisein der Eltern gegessen und der Einfluss von Gleichaltrigen auf das Ernährungsverhalten nimmt zu (COLLINS ET AL. 2010, LIVINGSTONE UND ROBSON 2000). Ein Beispiel dafür ist das sogenannte *Snacken* nebenbei, das immer mehr an Bedeutung gewinnt (BARTSCH 2010) und besonders bei Jugendlichen eine Herausforderung für eine genaue Ernährungserhebung darstellen kann. Außerdem ist es möglich, dass mit steigendem Alter das Interesse an selbstverantwortlich geführten Ernährungserhebungen sinkt (THOMPSON UND SUBAR 2013). Einen Einfluss auf das Verzehrverhalten und die Verzehrdokumentation bei Kindern und Jugendlichen können auch soziodemographische und sozioökonomische Parameter haben. In einer groß angelegten schwedischen Studie zu Quellen für Verzerrungen bei Verzehrerhebungen mit Kindern und Jugendlichen (BERG ET AL. 1998) wurde festgestellt, dass ein Drop-Out aus der Studie oder ein Nichtausfüllen von Protokollen u. a. signifikant häufiger bei Jungen als bei Mädchen vorkam (Odds Ratio 1,7:1). Dies war auch der Fall bei älteren Schülern (1,6 – 4,2:1), bei Schülern, die nicht in ihren Kernfamilien lebten (1,7:1) oder deren Eltern zu einem oder beiden Teilen aus anderen Ländern kamen (1,7:1). Solche potentiellen Verzerrungen sind auch in anderen Studien mit ähnlichen Zielgruppen wahrscheinlich.

Zusammenfassend gibt es bei Kindern und Jugendlichen *aller* Altersgruppen bestimmte Besonderheiten, die bei der Methodenwahl berücksichtigt werden müssen.

2.2.2 Erhebungsniveau und -zeitraum

Der Dokumentationszeitraum bei Verzehrstudien wird u. a. bestimmt durch das erwünschte Niveau der Studienergebnisse (qualitativ, semiquantitativ oder quantitativ). Auch ist zu beachten, ob die berechnete Nährstoffzufuhr für ein Individuum repräsentativ sein soll oder als Durchschnitt für eine Gruppe bestimmt werden soll.

Für eine *qualitative* Erhebung reicht es zu wissen, *was* gegessen wurde. Dafür eignen sich z. B. 24-h-Recalls, Diet-History- oder Fragebogenmethoden. Diese dauern für die Teilnehmer meistens nur einen (Interview-)Termin lang, können aber den Verzehr über einen länger zurückliegenden Zeitraum bestimmen. Es wird erhoben, welche Lebensmittel wie häufig verzehrt wurden. Bei vielen dieser Methoden wird zusätzlich zur Art und Häufigkeit auch noch die geschätzte Menge abgefragt, sodass der Verzehr *semi-quantitativ* bestimmt werden kann (GIBSON 2005, SICHERT ET AL. 1984, STRAßBURG 2010). Bei *quantitativen* Erhebungen soll genau festgestellt werden, *wieviel* gegessen wurde. Es wird also die Energie- sowie z. T. Makro- und Mikronährstoffzufuhr bestimmt (GIBSON 2005, SICHERT ET AL. 1984). Dabei wird die Aussagekraft der gewählten Methoden in großem Maße durch den Erhebungszeitraum bestimmt, der angibt, an wie vielen Tagen die Ernährung dokumentiert werden soll.

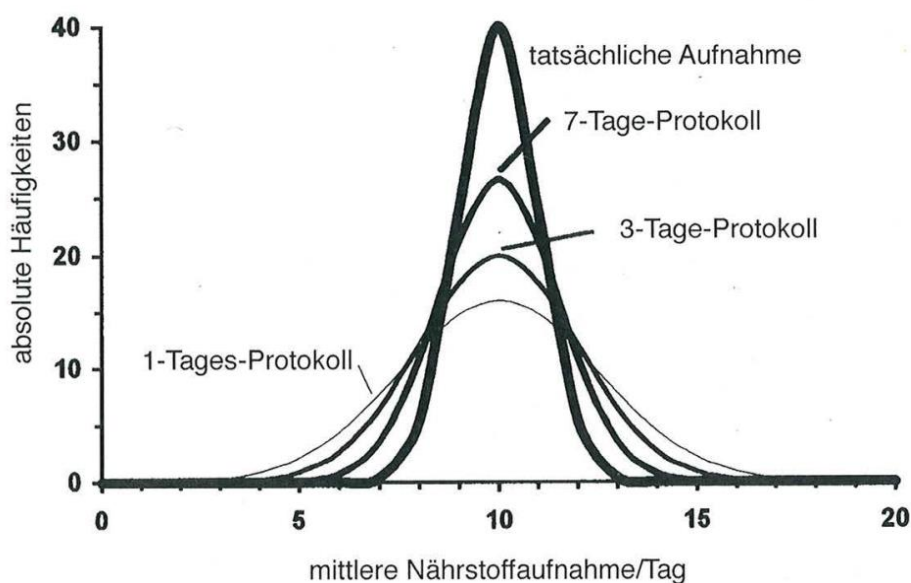


Abbildung 4: Beispiel zu Häufigkeitsverteilungen der gemittelten Nährstoffzufuhr bei 1-, 3- und 7-Tage Protokollen im Vergleich zur tatsächlichen Aufnahme

Quelle: SCHNEIDER 1997

Längere Erhebungszeiträume bedeuten dabei eine potentiell geringere Abweichung von der tatsächlichen Aufnahme (s. Abb. 4). Der Grund für die Abhängigkeit der Aussagekraft vom Dokumentationszeitraum ist, dass die individuelle Nahrungsaufnahme eines Menschen von Tag zu Tag schwankt und saisonal bedingt ist (WILLET 2013). Der Variationskoeffizient der individuellen spontanen Nahrungsaufnahme beträgt durchschnittlich ca. 25 % (MÜLLER 2007). Für die Aufnahme einzelner Makro- und Mikronährstoffe ist die tägliche Variation teilweise noch höher und beträgt beispielsweise bis zu 60 % für Ballaststoffe und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (GIBSON 2005). Die individuelle Energie- und Makronährstoffzufuhr wird schon ab einem Erfassungszeitraum von sieben Tagen adäquat erfasst ($SD \pm 10\%$). Die genaue Bestimmung der Vitamin-A-Zufuhr beispielsweise benötigt hingegen 47 – 424 Tage (MÜLLER 2007). Bei Kindern und

Jugendlichen ist die Variation in der Aufnahme der meisten Nährstoffe noch größer als bei Erwachsenen. Bei einzelnen Nährstoffen ist die Rate durchschnittlich doppelt so hoch (NELSON ET AL. 1989). Deswegen sollte besonders für Kinder und Jugendliche ein Instrument entwickelt werden, mit dem der übliche Verzehr unkompliziert und genau über einen längeren Zeitraum ermittelt werden kann.

Die Protokolldauer sollte generell weder zu kurz, noch zu lang gewählt werden. Die Mindestdauer reicht von drei bis zehn Tagen, um mit einer bestimmten Genauigkeit die übliche tägliche Zufuhr verschiedener Nährstoffe anzugeben. Der für die Probanden oder Interviewer zumutbare Zeitraum liegt hingegen bei lediglich vier bis fünf Tagen, wenn es um Wiegeprotokolle bzw. 24-h-Recalls geht (BARANOWSKI 2013, PHILLIPP 2009). Häufig wird ein Wiegeprotokoll über sieben aufeinanderfolgende Tage als Instrument gewählt, das eine hohe Genauigkeit der Ergebnisse auf individueller Ebene verspricht (BARANOWSKI 2013, MÜLLER 2007, SCHNEIDER 1997). Für Erhebungen der durchschnittlichen Nährstoffzufuhr auf Gruppenebene reicht ein kürzerer Zeitraum aus. Je größer das Probandenkollektiv ist, desto weniger Tage sind für eine adäquate Bestimmung notwendig (BASITIS ET AL. 1987). Generell sollten bei einer Erhebung, die das *übliche* Verzehrverhalten abbildet, immer Werk- sowie Wochenendtage erfasst werden, da sich die Ernährungsgewohnheiten an beiden z. T. stark unterscheiden können (SCHNEIDER 1997, WILLETT 2013).

Somit hängt die festgesetzte Dauer einer Ernährungsdokumentation von der gewünschten Genauigkeit der Ergebnisse, der Anzahl und Motivation der Teilnehmer und der Variation der jeweiligen Nährstoffe ab. Es sollte immer beachtet werden, dass die Beeinflussung des Ernährungsverhaltens der Teilnehmer bei längerer Erhebungsdauer steigt und die Motivation sinkt: „*Greater accuracy tends to cost more participant and researcher time and effort [...]*“ (ADAMSON UND BARANOWSKI 2014). Es muss entschieden werden, was *nötig* ist – um adäquat genaue, die Realität widerspiegelnde Daten zu erhalten, und was *möglich* ist – damit die Probanden nicht zu sehr beeinflusst werden.

2.2.3 Reliabilität und Validität

Reliabilität

Bei der Entwicklung einer neuen Erhebungsmethode sollte immer deren Reliabilität, also Zuverlässigkeit bestimmt werden. Diese gibt den Grad an, mit dem ein Messinstrument bei wiederholter Anwendung unter gleichen Studienbedingungen die gleichen Ergebnisse liefert. Ein Mangel an Reliabilität kann z. B. durch Abweichungen zwischen Auswertern entstehen (BOHLSCHIED-THOMAS 2000, PORTA 2008, SCHNEIDER 1997). Die Inter-Rater-Reliabilität gibt explizit das Ausmaß der Übereinstimmung zwischen

zwei oder mehr Auswertern an, die dasselbe Objekt oder denselben Sachverhalt einschätzen bzw. beurteilen. Sie ist somit ein Maß für die Objektivität von Messungen (WIRTZ UND CASPAR 2002). Diese Art der Reliabilität ist besonders wichtig, wenn es darum geht, groß angelegte Verzehrstudien durchzuführen, bei denen mehrere Auswerter zur Bearbeitung der Daten benötigt werden (MARTIN ET AL. 2014).

Validität

Ebenfalls wichtig ist die Bestimmung der Validität, also Gültigkeit einer Methode. Mit dieser wird festgestellt, ob tatsächlich das gemessen wird, was Gegenstand der Untersuchung ist. Sie gibt an, inwieweit Ergebnisse generalisierbar sind (GIBSON 2005, PORTA 2008).

Eine neue Erhebungsmethode kann in einer sogenannten Validierungsstudie mit einer Referenzmethode hinsichtlich bestimmter Messergebnisse verglichen werden. Doch auch wenn in der Literatur bezüglich der Validierung einer Methode oft von sogenannten *Goldstandards* gesprochen wird, gibt es keine absolut valide, fehlerfrei messende Referenzmethode. Bei allen können Verzerrungen auftreten (GIBSON 2005, NELSON ET AL. 2004). Ein gewähltes Ernährungserhebungsinstrument soll die tatsächliche, übliche Nahrungszufuhr aber in jedem Fall so genau und unverzerrt wie *möglich* beschreiben, d. h. eine *möglichst* hohe Validität bieten. Deswegen ist es sinnvoll, eine neue Methode immer mit einer zu vergleichen, deren Genauigkeit bereits bekannt ist oder die sich zumindest in der Praxis bewährt hat (GIBSON 2005, KREIENBROCK ET AL. 2012, NELSON ET AL. 2004). Sie sollte dabei den gleichen Sachverhalt und dieselbe Zeitspanne wie die zu testende Methode messen. Darüber hinaus ist es ratsam, beide mit derselben oder einer ähnlichen Probandengruppe durchzuführen um Messfehler durch mögliche subjektabhängige Confounder (z. B. Alter, Geschlecht, Körpergewicht) auszuschließen. NELSON ET AL. (2004) merkten jedoch an, dass es kaum möglich ist, in einer Validierungsstudie exakt dieselben Voraussetzungen wie für die Hauptstudie zu schaffen: *„One of the difficulties with the interpretation of findings from a validation study is that it is never possible to replicate exactly the circumstances that are likely to be encountered in the main study“*. Eine weitere Limitation für Validierungsstudien ist, dass Probanden, die an einer Validierungsstudie – die mit hohem Aufwand verbunden sein kann – teilnehmen, manchmal eine stark selektierte Personengruppe bilden (z. B. mit überdurchschnittlich hoher Motivation und Interesse am Thema). Deswegen sind sie ggf. nicht repräsentativ für die gesamte Studienpopulation. Außerdem kann der Stichprobenumfang für die Validierungsstudie sehr klein sein, so dass die daraus resultierenden Ergebnisse eine eingeschränkte Aussagekraft haben (KREIENBROCK ET AL. 2012).

Es besteht auch die Möglichkeit für eine Validierung auf die objektive Bestimmung spezifischer Biomarkern zurückzugreifen, um die individuelle Energie- und Nährstoffaufnahme zu bewerten. Diese ist unabhängig von Fehlern, die bei klassischen, probandenabhängigen Dokumentationsmethoden auftreten können, wie z. B. Underreporting (GIBSON 2005, PENN ET AL. 2010). Zur Validation von Ernährungserhebungsmethoden eignet sich besonders die Doubly Labelled Water (DLW)-Methode, die mit großer Genauigkeit die individuelle Energieaufnahme bestimmen kann. Die Energieaufnahme ist ein wichtiger Mess-Parameter, da davon auszugehen ist, dass wenn sie z. B. als zu niedrig eingeschätzt wurde, die Aufnahme korrelierter Nährstoffe (wie Makronährstoffe, B-Vitamine etc.) auch unterschätzt wurde. So kann auf die generelle Qualität der Daten geschlossen werden, die mit einer bestimmten Methode gemessen wurden (GIBSON 2005, LIVINGSTONE UND BLACK 2003). Die DLW-Methode basiert auf dem Prinzip der ausgeglichenen Energiebilanz. Der Energieverbrauch ist gleich der (verwertbaren) Energieaufnahme, wenn Körpergewicht und -zusammensetzung stabil sind. Der Energieverbrauch kann mit der DLW-Methode berechnet werden und im Rückschluss daraus die Energieaufnahme des Probanden (TRABULSI UND SCHOELLER 2001). Nachteile bei der Verwendung von Biomarkern sind, dass strenge Vorschriften beachtet werden müssen, um sie als Bestimmungsmerkmal heranziehen zu können. Solche Methoden sind zudem vergleichsweise teuer in der Durchführung und benötigen spezielle Gerätschaften sowie intensiv geschultes Personal (JOHNSON 2002, PENN ET AL. 2010).

2.2.4 Potentielle Fehlerquellen

Bei *allen* Erhebungsmethoden können zufällige oder systematische Fehler auftreten. Die Richtung und das Ausmaß dieser Fehler hängen von Methodendesign, Zielgruppe und gemessenen Nährstoffen ab (GIBSON 2005, SCHNEIDER 1997).

Zufällige Fehler liegen vor, wenn bei Messungen vom wahren Wert nach oben *und* unten abweichende Ergebnisse herauskommen. Diese können zu einer geringeren Präzision und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse führen. Dem kann z. B. dadurch entgegengewirkt werden, dass die Anzahl der Messungen oder der Probanden erhöht wird. Vollständig zu verhindern sind zufällige Fehler jedoch nicht. *Systematische Fehler* hingegen können durch Messwiederholungen oder eine Erhöhung der Probandenzahl nicht verhindert werden. Sie liegen dann vor, wenn ein Messwert *stets* höher oder *stets* niedriger als der wahre Wert ist. Verursacht werden sie z. B. durch eine verzerrte Stichprobe, die nicht die Grundgesamtheit repräsentiert. Systematische Fehler können zu einer verringerten Validität von Untersuchungen führen oder Fehlinterpretationen verursachen. Das Studiendesign und die Methode sollten deswegen immer sorgfältig ausgewählt sein, um solche Fehler zu verhindern bzw. minimieren.

Im Folgenden werden Fehler aufgelistet, die bei der Durchführung von Ernährungserhebungen und deren Auswertung auftreten können.

- Es gibt *intra- und interindividuelle Variationen*, d. h. Messwertunterschiede, die sowohl bei Messungen an gleichen, als auch an verschiedenen Personen auftreten. Wobei zufällige Fehler den Mittelwert der Gruppe meist nicht beeinflussen, systematische ihn hingegen verfälschen können. Je länger die Protokolldauer ist, desto geringer sind die zufälligen Fehler (SCHNEIDER 1997).
- *Schweigeverzerrungen (Non-response bias)* entstehen durch ein potentiell anderes Verhalten teilnehmender Personen im Vergleich zu denen, die nicht teilnehmen. Sie können dazu führen, dass die Ergebnisse einer Stichprobe nicht repräsentativ sind. Ein Grund kann sein, dass beispielsweise nur Personen teilnehmen, die am Thema Ernährung stark interessiert sind und sich anders (z. B. gesundheitsförderlicher) ernähren, als der Durchschnitt der betrachteten Zielgruppe (GIBSON 2005).
- *Fehler durch Probanden*, die die Ergebnisse durch bewusst oder unbewusst falsche Angaben oder eine Verhaltensumstellung verzerren, sind häufig und ein bekanntes Problem bei Ernährungserhebungen. Sie resultieren in systematischem Over-, oder meist Underreporting der Energie- und Nährstoffzufuhr (GIBSON 2005, MÜLLER 2007). Identifiziert werden können solche Fehler z. B. durch das Anwenden des *Goldberg Cut-Off* (GOLDBERG ET AL. 1991) (s. Kap.2.2.5).
- Es können *Fehler durch Interviewer* auftreten. Diese werden z. B. verursacht durch missverständlich gestellte Fragen. Weitere Gründe sind fehlerhaft dokumentierte (Mengen-)Angaben, absichtliche Auslassungen, schlecht gewählte Interviewbögen oder Befangenheit der Interviewer, etwa aufgrund von Wechselbeziehungen mit dem Probanden oder thematischer Betroffenheit (GIBSON 2005, STRABBURG 2010).
- Es gibt *Erinnerungs-Verzerrungen*, zu denen z. B. versehentliche Angaben von Lebensmitteln, die gar nicht verzehrt wurden oder Auslassen von solchen, die verzehrt wurden gehören. Diese sind besonders problematisch bei retrospektiven Methoden, die stark vom Erinnerungsvermögen der Probanden abhängig sind. Sie können aber durch Hilfestellungen von Seiten der Interviewer oder durch in dieser Hinsicht modifizierte oder computergestützte Fragebögen verringert werden (GIBSON 2005, MÜLLER 2007, SCHNEIDER 1997, STRABBURG 2010).
- Fehler durch *falsche Einschätzung von Portionsgrößen* sind ebenfalls häufig. Entweder weil es den Probanden schwer fällt, die richtige Menge abzuschätzen oder weil ein unterschiedliches Verständnis von durchschnittlichen Portionsgrößen besteht (GIBSON 2005, MÜLLER 2007, STRABBURG 2010). Die Ergebnisse können durch verschiedene Schätzhilfen, wie Referenzfotos, -zeichnungen oder -modelle für Probanden (z. B. GUTHRIE 1984, LANEROLLE ET AL. 2013, NELSON ET AL. 1994, 1996, ROBSON UND LIVINGSTONE 2000, TUENI ET AL. 2012, TURCONI ET AL. 2005) oder Auswerter

(z. B. BÜRK ET AL. 2013, ELWOOD UND BIRD 1983) präzisiert werden. Ein Proband gab im Rahmen einer entsprechenden Studie beispielsweise an: „*My Fries were the Size of an iPhone*“ (BROWN ET AL. 2013). Diese Schätzhilfen können auch für Kinder und Jugendliche verwendet werden, wobei die Präsentation altersangemessener Portionsgrößen wichtig ist (FOSTER ET AL. 2006, FROBISHER UND MAXWELL 2003).

- Es können *Kodierungsfehler* durch Auswerter auftreten. Entweder verursacht durch eine falsche Einschätzung von Portionsgrößen (Schätzprotokolle) oder dadurch, dass Lebensmittel falsch zugeordnet werden. Auch gibt es Fehler bei der Bewertung von Fertiggerichten bzw. zubereiteten Gerichten, wenn es um die Schätzung der Rezeptur und damit des Energie- und Nährstoffgehaltes geht (GIBSON 2005). Ein weiteres Problem ist die Verwendung von unterschiedlichen Nährstoffdatenbanken zur Ergebnisauswertung, mit teilweise unterschiedlichen Lebensmitteln und Nährstoffinformationen. Solche Fehler können die Aussagekraft internationaler Vergleiche schmälern (LAMBERT ET AL. 2004, SCHNEIDER 1997, THOMPSON UND SUBAR 2013).

2.2.5 Underreporting

„In Ernährungserhebungen, in denen die Probanden ihren Lebensmittelverzehr selbst protokollieren, wird die Energiezufuhr meist unterschätzt (underreporting)“ (SICHERT-HELLERT ET AL. 1998).

Bei Ernährungserhebungen kann es passieren, dass allgemein als gesundheitsförderlich angesehene Lebensmittel, wie Obst und Gemüse, von der Menge oder Verzehrhäufigkeit her überschätzt oder bewusst in größerer Menge bzw. häufiger als tatsächlich verzehrt dokumentiert werden. Im Gegenzug können als „ungesund“ angesehene Lebensmittel in der Menge unterschätzt oder bewusst weniger häufig dokumentiert werden. Genauso können aus Gründen der Bequemlichkeit Mahlzeiten ausgelassen werden, damit sie nicht dokumentiert werden müssen oder aber sie werden verzehrt aber aus selbigem Grund nicht dokumentiert (REBRO ET AL. 1998, VUCKUVIC ET AL. 2000). Diese Phänomene werden als Over- oder Underreporting bzw. Over- oder Undereating bezeichnet. Besonders Underreporting ist ein häufig auftretendes Problem bei selbstständig durchgeführten Ernährungsdokumentationen. Problematisch ist dies besonders vor dem Hintergrund einer steigenden Adipositas-Prävalenz, da Underreporting bei übergewichtigen und adipösen Personen verhältnismäßig häufig vorkommt (WIRTH UND HAUNER 2013).

Potentielle Underreporter können am besten durch die Anwendung der DLW-Methode identifiziert werden. Da diese aber aufwendig und teuer in der Durchführung ist, kann alternativ auf die Anwendung des *Goldberg Cut-Off* zurückgegriffen werden. Mit die-

sem wird anhand des Verhältnisses zwischen der durch die Methode erhobenen Energiezufuhr und dem Grundumsatz (EI:BMR) die Plausibilität der Daten beurteilt. Eine wichtige Variable in der Formel (s. u.) zur Berechnung der Cut-off Werte ist die körperliche Aktivität der Probanden (PAL = Physical Activity Level). Die anderen sind die Anzahl der dokumentierten Tage (d), die Probandenzahl (n), der subjektabhängige Variationskoeffizient der täglichen Energiezufuhr (CV_{wEI}), der des Grundumsatzes (CV_{wB}) und der des PAL-Wertes (CV_{tP}). Der untere bzw. obere Cut-off Wert gibt die untere bzw. obere Grenze des Konfidenzintervalls (95 %, $sd_{\min} = -2$, $sd_{\max} = +2$) wieder. Werte (EI:BMR) die innerhalb dieser Grenzen liegen, deuten darauf hin, dass *kein* Under- bzw. Overreporting vorliegt. Ungenauigkeiten in der Bestimmung der korrekten alters- und geschlechtsspezifischen Cut-off Werte können durch die Vielzahl an Variablen entstehen, die jeweils über Nahrungs- bzw. Durchschnittswerte bestimmt werden müssen (BLACK 2000, 2000a).

$$\text{Unterer Cut-off-Wert: } EI_{\text{rep}}: BMR > PAL \times \exp \left[sd_{\min} \times \frac{\left(\frac{S}{100} \right)}{\sqrt{n}} \right]$$

$$\text{Oberer Cut-off-Wert: } EI_{\text{rep}}: BMR < PAL \times \exp \left[sd_{\max} \times \frac{\left(\frac{S}{100} \right)}{\sqrt{n}} \right]$$

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

GOLDBERG ET AL. (1991) und BLACK (2000, 2000a) gaben verschiedene Cut-off Werte für Erwachsene in unterschiedlichen Szenarien an. SICHERT-HELLERT ET AL. (1998) haben den unteren Grenzwert für Kinder (1 – 18 J.) nach der o. g. Formel alters- und geschlechtsabhängig neu berechnet, um Underreporter in einer Unterstichprobe der *DONALD (Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed)*-Studie zu identifizieren. Der untere Cut-off Wert wurde für 1- bis 5-Jährige Mädchen und Jungen bei 0,97 festgelegt. Für 6- bis 13-Jährige Jungen lag er bei 1,04, für 14- bis 18-Jährige bei 1,07. Für Mädchen dieser Altersklassen betrug er 1,01 bzw. 0,97. Die Ergebnisse der Berechnungen zeigten insgesamt einen Anteil von 5 % Underreportern. Diese kamen mit steigender Altersgruppe immer häufiger vor (1 – 5 Jahre = 1 %, 6 – 13 Jahre: w = 3 %, m = 2 %, 14 – 18 Jahre: w = 20 %, m = 12 %).

Bei Kindern und v. a. Jugendlichen ist Underreporting besonders dann eine häufige Fehlerquelle, wenn es um 7-Tage Protokollmethoden geht (z. B. BANDINI ET AL. 1997, BRATTEBY ET AL. 1998, LIVINGSTONE ET AL. 1992). Auch SCHOELLER (1995) schlossen in einem Review, dass bei Jugendlichen und Erhebungen mit Schätz- oder Wiegeprotokollen Fehleinschätzungen von bis zu -50% der tatsächlichen Energiezufuhr nicht selten sind. In Reviews von TRABULSI UND SCHOELLER (2001) und HILL UND DAVIES (2001) konnte eben-

falls verdeutlicht werden, dass – unabhängig vom Erhebungsinstrument, Geschlecht oder Alter – die Energiezufuhr von Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen oft systematisch unterschätzt wird. Im Gegensatz dazu zeigten Ergebnisse eines Reviews von BURROWS ET AL. (2010), dass *Overreporting* häufig ist, wenn die *Eltern* verantwortlich für die Dokumentation der Ernährung ihrer Kinder sind und die gewählte Methode entweder ein 24-h-Recall oder die Diet-History ist.

2.3 Klassische Ernährungserhebungsmethoden

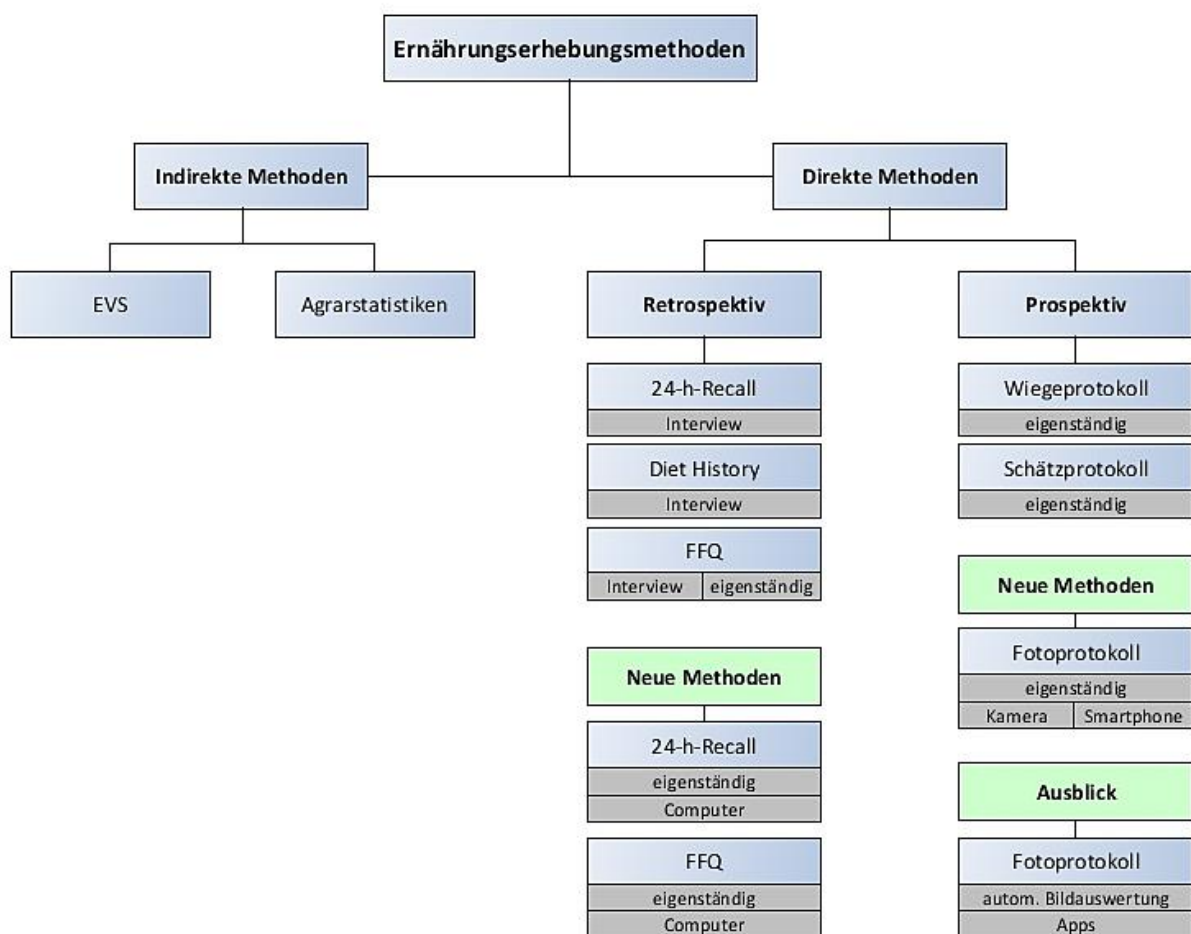


Abbildung 5: Überblick zu den in der Arbeit beschriebenen Ernährungserhebungsmethoden

Prinzipiell können Ernährungserhebungen mit *indirekten* und *direkten* Methoden durchgeführt werden. Letztere werden nochmals in *retrospektive* und *prospektive* Methoden unterteilt (s. Abb. 5).

Eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile klassischer, direkter Erhebungsmethoden ist am Ende des Kapitels zu finden (s. Tab. 3, S. 26 f.). Ein Überblick zu in verschiedenen groß angelegten deutschen bzw. europaweiten Verzehrstudien verwendeten Methoden ist ebenfalls am Ende des Abschnitts dargestellt (s. Tab. 2, S. 25). Die diversen Möglichkeiten eine Ernährungserhebung durchzuführen, beginnend bei der grund-

legenden Wahl einer Methode bis hin zur genauen Anpassung des Erhebungsinstrumentes an Zielgruppe oder Fragestellung der Studie, machen es schwierig, verschiedene Studien zu vergleichen. Bei der Interpretation von Ergebnissen ist deswegen ein besonderes Augenmerk auf die zugrundeliegende Methode zu richten.

2.3.1 Indirekte Methoden

Indirekte Erhebungsmethoden beruhen auf Daten, die primär für andere Zwecke erhoben wurden, wie *Agrarstatistiken* und *Einkommens- und Verbrauchsstichproben (EVS)*. Die daraus gezogenen Nahrungsbilanzen geben die durchschnittliche pro Kopf verfügbare Nahrungsmenge an. So können z. B. Einschätzungen von Trends beim Lebensmittelverzehr vorgenommen, volkswirtschaftliche Planungen unterstützt und Empfehlungen bezüglich Ernährungsaufklärung erarbeitet werden. Ausgewählte Ergebnisse solcher Erhebungen werden in Deutschland z. B. alle vier Jahre in den *Ernährungsberichten* der *DGE* veröffentlicht. Vorteile der indirekten Erhebungsmethoden sind, dass das Ernährungsverhalten der betrachteten Personengruppen nicht beeinflusst wird und dass die Ergebnisse internationale Vergleiche erlauben. Ein Nachteil ist, dass nicht die reell verzehrten, sondern nur die verfügbaren Lebensmittel erfasst werden. Der tatsächliche Verzehr wird also überschätzt (PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRASBURG 2010).

2.3.2 Direkte Methoden

Soll der *tatsächliche* Verzehr einzelner Personen(-gruppen) *unmittelbar* erfasst werden, sind dafür direkte Erhebungsmethoden notwendig. Diese bieten den Vorteil, dass genauere Aussagen zu Ernährungsverhalten oder Nährstoffzufuhr gemacht werden können, als bei indirekten Methoden. Je nach Untersuchungsaufwand und Zielgruppe gibt es Studien zur Erfassung des *allgemeinen, qualitativen* Ernährungsverhaltens oder der *genauen, quantitativen* Nahrungszufuhr. Die Ermittlung der individuellen Energie- und Nährstoffzufuhr geschieht heutzutage meist mithilfe computergestützter Auswertungsprogramme, basierend auf großen Nährwertdatenbanken, wie beispielsweise dem deutschen *Bundeslebensmittelschlüssel (BLS)*. Ein gemeinsamer Nachteil aller direkten Methoden ist, dass sie Motivation seitens der Teilnehmer erfordern. Viele können darüber hinaus Reaktionen bei diesen hervorrufen, wie eine Änderung des Verzehrverhaltens (z. B. Underreporting, s. Kap. 2.2.5). Es wird von einem sogenannten „*reaktiven Instrumentarium*“ gesprochen (SCHNEIDER 1997). Dabei werden individuelle Ernährungsweisen teilweise bewusster wahrgenommen. Das ist im Bereich der Ernährungsaufklärung oder -therapie erwünscht – nicht aber, wenn der tatsächliche Verzehr einer Person unverzerrt dargestellt werden soll.

2.3.2.1 Retrospektive direkte Methoden

Retrospektive Methoden erfassen den *zurückliegenden* Lebensmittel- und Getränkeverzehr über einen spezifischen Zeitraum. Dieser kann aus einem oder mehreren Tagen, Wochen oder sogar Monaten bestehen. Die Teilnehmer werden mittels eines Fragebogens oder eines mündlichen oder schriftlichen Interviews befragt. Ein gemeinsamer Vorteil aller retrospektiven Methoden liegt darin, dass das aktuelle Ernährungsverhalten der Teilnehmer nur wenig beeinflusst wird. Es handelt sich also um *weniger reaktive* Instrumente. Der gemeinsame Nachteil besteht darin, dass diese Methoden abhängig vom individuellen Erinnerungsvermögen der Teilnehmer sind. Dabei wird das Ausmaß der Verzerrung durch Erinnerungsfehler größer, je länger der Beobachtungszeitraum in der Vergangenheit liegt (MÜLLER 2007, STRABBURG 2010). Folglich sind diese Methoden nicht für alle Zielgruppen gleichermaßen geeignet bzw. bedürfen einer Anpassung an die jeweiligen kognitiven Fähigkeiten. So gibt es beispielsweise interaktive Fragebögen, die speziell für Kinder entwickelt wurden, weil deren Erinnerungsfähigkeit noch nicht vollständig entwickelt ist (z. B. BILTOFT-JENSEN ET AL. 2014).

24-h-Recall

Der 24-h-Recall (24hR) erfasst semiquantitativ den individuellen Verzehr innerhalb der letzten 24 Stunden. Die Teilnehmer werden dabei von einem geschulten Interviewer detailliert befragt. Die Befragung kann telefonisch oder direkt erfolgen. Seit einigen Jahren kann die Eingabe auch selbstständig von erwachsenen (z. B. KIRKPATRICK ET AL. 2014) oder jüngeren (z. B. BARANOWSKI ET AL. 2014, FOSTER ET AL. 2014a) Probanden am Computer vorgenommen werden (s. Kap. 2.4.4). Der 24hR wird häufig bei groß angelegten Verzehrstudien verwendet. Die Genauigkeit des Instrumentes hängt u. a. von der Anzahl der Tage ab, an denen das Interview bei einzelnen Probanden durchgeführt wird. Beispiel für ein interviewgestütztes 24hR Instrument ist *EPIC-SOFT*. Dieses wurde im Rahmen der großen europäischen Multicenter-Studie *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)* (RIBOLI ET AL. 2002) entwickelt und an die jeweiligen Länder angepasst. Die Quantifizierung der verzehrten Lebensmittel wurde dabei durch die Verwendung eines eigens dafür erstellten Fotobuches präzisiert (VAN KAPPEL ET AL. 1995). Dieses wurde auch für die vorliegende Arbeit zur genaueren Einschätzung der Portionsgrößen verwendet.

Vorteile des 24hR sind eine geringe Probandenbelastung (bei Erhebung an nur einem oder wenigen Tagen) und ein geringer Zeitaufwand von etwa 30 Minuten pro Interview (STRABBURG 2010). So kann die Befragung großer Stichproben ermöglicht werden. Die Methode ist wenig reaktiv und die Compliance ist hoch. Der Interviewer kann bei Unklarheiten direkt nachfragen und die Probanden müssen nicht lesen und schreiben

können (bei klassischen interviewgeleiteten 24hR). Die Validität ist für die Erhebung bei Kindern und Jugendlichen höher als die von Verzehrhäufigkeitsfragebögen (McPHERSON ET AL. 2000). *Nachteile* der Methode sind, dass ein gutes Erinnerungsvermögen voraussetzt ist, so eignet sie sich frühestens für Kinder ab zwölf Jahren (BRANDT ET AL. 2013). Weiterhin kann es Probleme bei der Portionsgrößenabschätzung geben, besonders bei telefonischen Interviews. Das führt dazu, dass die Ergebnisse eine beschränkte quantitative Aussagekraft haben. Selten verzehrte Lebensmittel werden möglicherweise nicht erfasst und eventuelle atypische Protokolltage können die Ergebnisse beeinflussen. Generell wird mit dieser Methodik die tatsächliche Nahrungszufuhr unterschätzt. Sehr intensiv geschulte Interviewer sind notwendig, um das Antwortverhalten nicht negativ zu beeinflussen. Zudem kann es zu Under- oder Overreporting kommen (PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRABBURG 2010) (s. Tab. 3, S. 26 f.).

Diet History

Mithilfe der Diet History-Methode (Ernährungsgeschichte) wird der Verzehr qualitativ oder semiquantitativ über einen längeren, zurückliegenden Zeitraum von Wochen bis hin zu Monaten erhoben. Von einem geschulten Interviewer werden dabei u. a. üblicherweise verzehrte Lebensmittel, inklusive Häufigkeits- und geschätzten Mengenangaben, sowie die Mahlzeitenfrequenz abgefragt. Dabei können wochentagabhängige und saisonale Schwankungen berücksichtigt und auch selten verzehrte Lebensmittel erfasst werden (PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRABBURG 2010). Während solche Befragungen in der Vergangenheit von speziell geschulten Fachkräften mithilfe von Interviewleitfäden durchgeführt wurden, werden sie aktuell fast ausschließlich mithilfe standardisierter Computerprogramme durchgeführt. Das soll potentielle, durch Interviewer verursachte, Verzerrungen der Ergebnisse minimieren (GIBSON 2005, STRABBURG 2010). Ein Beispiel ist das vom *Robert Koch-Institut (RKI)* entwickelte Programm *DISHES (Diet Interview Software for Health Examination Studies)*. Dieses erfasst den gewohnheitsmäßigen Verzehr der letzten vier Wochen und wertet die Angaben automatisch mithilfe des *BLS* aus. Eingesetzt wurde es u. a. im *BGS 98* (MENSINK ET AL. 2001) und in modifizierter Form auch in der *NVS II* (MRI 2008, 2008a) sowie in der Kinder-Ernährungsstudie *EsKiMo* (MENSINK ET AL. 2007).

Vorteile dieser Methode sind ein mittlerer Zeitaufwand von etwa 45 Minuten pro Interview und eine relativ hohe Compliance, was die Befragung größerer Probandenkollektive ermöglicht. Die übliche Ernährung kann über einen größeren Zeitraum wiedergegeben werden und es können auch spezielle Lebensmittel sowie saisonale Schwankungen erfasst werden. Das Instrument ist wenig reaktiv. Eine standardisierte, computergestützte Erhebung ist möglich. Ein *Nachteil* ist, dass aufgrund des teilweise lange zurückliegenden Zeitraumes ein sehr gutes Erinnerungsvermögen der Befragten nötig

ist, die Portionsgrößeneinschätzung dadurch unpräziser wird und Lebensmittel nicht mehr detailliert beschrieben werden können. Die Motivation der Probanden muss daher sehr hoch sein, um genaue Daten zu erhalten. Auch hier ist eine Beeinflussung des Antwortverhaltens durch die Interviewer möglich. Diese müssen u. a. deswegen intensiv geschult sein. Eine Verzerrung der Angaben zum vergangenen Verzehr kann durch den direkt vorhergegangenen entstehen. Ebenso ist auch bei dieser Methode Over- oder Underreporting möglich. Der tatsächliche Verzehr wird, anders als beim 24hR, eher überschätzt (PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRABBURG 2010) (s. Tab. 3, S. 26 f.).

Food Frequency Questionnaire (FFQ)

Beim FFQ werden Verzehrhäufigkeiten, Mahlzeitenfrequenzen (qualitativ) z. T. auch Portionsgrößen (semiquantitativ) über einen längeren, zurückliegenden Zeitraum von Wochen bis hin zu einem Jahr erfasst. Das geschieht mithilfe spezieller Listen, die Antwortmöglichkeiten vorgeben. Es werden entweder nur Lebensmittelgruppen oder der gesamte Verzehr abgefragt. Der Proband kann meist nur die in der Liste aufgeführten Lebensmittel ankreuzen. Daher sollte der Fragebogen immer die Ernährungsgewohnheiten der Zielgruppe berücksichtigen. In manchen Fällen ist es möglich, in einem separaten Bereich Lebensmittel anzugeben, die nicht in der Liste aufgeführt sind. Die Bandbreite der auszuwählenden Lebensmittel variiert, genau wie die der Häufigkeitsangaben, je nach Fragebogen (GIBSON 2005, PHILLIPP 2009, STRABBURG 2010). Der FFQ kann durch das Studienpersonal bei einem Interview oder durch die Probanden selber ausgefüllt werden. In letzterem Fall sollten bei Kindern unter zehn Jahren die Eltern das Ausfüllen übernehmen. Auch bei Kindern zwischen 10 und 14 Jahren sollte ein Erziehungsberechtigter zugegen sein. Jugendliche hingegen sind in der Regel selbstständig der Lage ihren Verzehr retrospektiv wiederzugeben (BRANDT 2013). Zwei speziell für die Erfassung der Ernährung von Kindern entwickelte FFQs (*Was isst du?* bzw. *Was isst Ihr Kind?*) wurden z. B. in der KiGGS-Studie eingesetzt (MENSINK UND BURGER 2004, MENSINK ET AL. 2007). Hinsichtlich der Validität von wurde von MCPHERSON ET AL. (2000) in einem Review festgehalten, dass FFQs eher *ungeeignet* sind, um den Verzehr quantitativ zu bewerten.

Vorteile von FFQs liegen z. B. im geringen Arbeitsaufwand und der geringen Probandenbelastung. Die Compliance ist deswegen relativ hoch. Die Fragebögen sind standardisiert und können auch ohne Hilfe von Interviewern ausgefüllt werden. So wird die Problematik der Beeinflussung umgangen. Das Instrument ist, wie auch andere retrospektive Methoden, wenig reaktiv. Eine computergestützte Erfassung ist möglich und kann die Auswertung erleichtern. So ist es auch für größere Probandengruppen anwendbar. Es können sowohl der Gesamtverzehr, also die übliche Ernährung, bei geeigneter Modifikation des Instrumentes aber auch gezielt spezielle Lebensmittel/-gruppen

oder Nährstoffe erfasst werden (z. B. GALANTE UND COLLI 2008, SMITH ET AL. 1999, HEATH ET AL. 2000). Ein *Nachteil* ist, dass die Methode auf ein gutes Erinnerungsvermögen der Probanden angewiesen ist, was besonders bei Kindern problematisch ist. Eventuelle Schätzungen von Portionsgrößen können unpräzise ausfallen. Die Zeitperiode ist zudem schwer genau auf den Befragungszeitraum abzugrenzen und Verzerrungen durch den direkt vorangegangenen Verzehr sind möglich. Die Fragen sind meist geschlossen, d. h. individuelle Abweichungen und spezielle Lebensmittel können nicht immer erfasst werden. Auch bei dieser Methode ist Under- oder Overreporting möglich, wobei beim FFQ die Nahrungszufuhr eher überschätzt wird (LIVINGSTONE ET AL. 1992, PHILLIPP 2009, STRABURG 2010). Er eignet sich eher für eine grobe Schätzung der verzehrten Mengen als für quantitative Aussagen und ist darüber hinaus nicht für Aussagen auf individueller Ebene geeignet (BIRÓ ET AL. 2002, MENSINK UND BURGER 2004) (s. Tab. 3, S. 26 f.).

2.3.2.2 Prospektive direkte Methoden

Prospektive Methoden dokumentieren die *aktuelle*, d. h. laufende Nahrungszufuhr möglichst zeitnah zum Verzehrzeitpunkt über einen bestimmten Zeitraum. Es sind sozusagen „*Notizen bei Tisch*“ (MÜLLER 2007). Dies kann mithilfe von Schätz- oder Wiegeprotokollen, der Duplikatmethode (hier nicht beschrieben, weil in der Praxis selten verwendet) und neuerdings auch mit Fotoaufnahmen (s. Kap. 2.4.5) oder in seltenen Fällen Videoaufnahmen geschehen. Die Wahl der jeweiligen Methode bestimmt dabei die Genauigkeit der Ergebnisse (MÜLLER 2007, STRABURG 2010).

Ein Vorteil prospektiver Methoden ist, dass das Problem der Erinnerungsfehler bezüglich des vergangenen Verzehrs umgangen wird. Ein Nachteil besteht darin, dass die Dokumentation sehr zeitaufwendig ist und gewisse kognitive Fähigkeiten, wie Lese-/Schreibkompetenz voraussetzt. Das ist v. a. bei Kindern als Zielgruppe problematisch. Der erhöhte Aufwand kann bei Probanden eine Veränderung des Ernährungsverhaltens bewirken und z. B. zu Underreporting führen (HILL UND DAVIES 2001). Das Ausmaß der Reaktivität ist umso höher, je aufwendiger die Methode und je länger der Dokumentationszeitraum ist. Eine gründliche Aufklärung und Schulung der Teilnehmer ist daher von besonderer Bedeutung. Das macht prospektive Erhebungsmethoden generell geeigneter für kleinere Studien als für repräsentative Stichproben mit einer hohen Teilnehmerzahl (MÜLLER 2007, PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRABURG 2010).

Wiegeprotokoll

Bei dieser prospektiven Methode wird die Menge der verzehrten Lebensmittel auf das Gramm genau dokumentiert. Es ist eine quantitative Methode und bei richtiger Durchführung die genaueste der klassischen Protokollmethoden. Dazu müssen in *jeder* Mahlzeitsituation alle verzehrten Lebensmittel und Getränke vorher gewogen oder

abgemessen und in speziellen Protokollheften notiert werden. Eventuelle Reste müssen ebenso dokumentiert werden. Genaue Angaben zur Art und Zubereitungsweise der Lebensmittel sind wichtig für die Genauigkeit des Instruments. Wenn selbstzubereitete Gerichte verzehrt werden, sollte möglichst eine Auflistung der einzelnen Zutaten erfolgen. Der Zeitraum umfasst einen bis meist sieben, in seltenen Fällen auch 14 oder 21 Tage. Empfohlen wird eine Dauer von mindestens drei und nicht länger als sieben Tagen (HILL UND DAVIES 2001, PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRAßBURG 2010, TRABULSI UND SCHOELLER 2001). Ein Problem stellt bei dieser Methode die Erfassung des Außer-Haus-Verzehrs dar. Können die Lebensmittel dort nicht gewogen werden, sollten Schätzwerte in das Protokoll eingetragen werden. Das kann allerdings die Genauigkeit der Ergebnisse herabsetzen (PHILLIPP 2009, STRAßBURG 2010). Die Wiegeprotokollmethode kann bei richtiger Handhabung den individuellen Verzehr sehr präzise auf Energie- und Nährstoffebene erfassen und gilt deswegen – von Biomarkern abgesehen – als Goldstandard der Ernährungserhebungsmethoden und als wesentlich genauer als auf Listen basierende Methoden. Sie wird deswegen häufig zur Validierung von anderen Instrumenten eingesetzt (PENN ET AL. 2010, PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRAßBURG 2010, WIRTH UND HAUNER 2013).

Ein großer *Vorteil* dieser Methode liegt in ihrer hohen Genauigkeit und der Möglichkeit der quantitativen Beurteilung der Energie- und Nährstoffzufuhr. Weiterhin ist sie unabhängig vom Erinnerungsvermögen der Teilnehmer. Wenn mehrere Tage protokolliert werden, ist eine Beurteilung der üblichen Ernährung möglich. Teilnehmer werden nicht durch Interviewer oder Fragestellungen beeinflusst. Hinsichtlich der Bestimmung der Energie- und Nährstoffzufuhr bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen ist die Validität wesentlich höher, als beispielsweise die von FFQs (GIBSON 2005, MCPHERSON ET AL. 2000). *Nachteile* sind, dass die Wiegemethode eine relativ hohe kognitive und zeitliche Belastung für die Probanden darstellt und eine große Motivation erfordert. Problematisch ist das v. a. bei Kindern und Jugendlichen. Darüber hinaus ermöglicht sie meist nur die Erhebung bei kleinen Stichproben, die z. T. durch die Überrepräsentation sehr motivierter, d. h. gesundheitsbewusster Teilnehmer verzerrt werden können. Es ist ein sehr reaktives Instrument. Die Genauigkeit der Methode kann zudem mit zunehmender Erhebungsdauer, z. B. aufgrund von Underreporting abnehmen (GIBSON 2005, PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRAßBURG 2010) (s. Tab. 3, S. 26 f.).

Schätzprotokoll

Diese Methode ist eine vereinfachte Version des Wiegeprotokolls und im Gegensatz zu diesem lediglich semiquantitativ. Die verzehrten Lebensmittel werden nicht gewogen, sondern anhand von Haushaltsmaßen bzw. üblichen Portionsgrößen festgehalten (z. B. ein Glas Kakao, zwei Scheiben Toast). Diesen Schätzwerten werden von geschulten

Auswerten Grammmzahlen zugeordnet um die Energie- und Nährstoffzufuhr zu berechnen (GIBSON 2005, PHILLIPP 2009, STRAßBURG 2010). Die Schätzung der Portionsgrößen in Gramm kann auch den Probanden selbst überlassen werden, wobei diese aber stark von der Realität abweichen kann (GUTHRIE 1984, MÜLLER 2007). Die Erhebungsdauer sollte ähnlich wie beim Wiegeprotokoll festgelegt werden. Auch hier ist zu erwarten, dass mit zunehmender Dokumentationsdauer die Motivation und Genauigkeit entsprechend abnimmt (STRAßBURG 2010).

Vor- und Nachteile dieser Methode sind ähnlich denen der Wiegeprotokollmethode. Im Gegensatz zu dieser eignet sich die Schätzprotokollmethode jedoch aufgrund der leichteren und weniger zeitintensiveren Handhabung auch für größere Stichproben. Die Ergebnisse sind jedoch ungenauer als bei der Wiegemethode. Altersbedingte Unterschiede in Portionsgrößen erschweren besonders bei Kindern die korrekte Einschätzung der tatsächlich verzehrten Mengen (KERSTING 2012). Eine zweitweise Änderung des Ernährungsverhaltens ist bei beiden Methoden zu erwarten (PHILLIPP 2009, STRAßBURG 2010) (s. Tab. 3, S. 26 f.).

Tabelle 2 (S. 25) zeigt eine Übersicht zu in groß angelegten deutschen und europäischen Verzehrstudien verwendeten Methoden. Einige Studien basieren dabei auf mehreren Methoden (multi-methodaler Ansatz). In der *EsKiMo*-Studie beispielsweise wurden, abhängig vom Alter der Kinder bzw. Jugendlichen, Diet-History + FFQ oder ein 3-Tage-Schätzprotokoll verwendet (MENSINK ET AL. 2007). Dies verdeutlicht die Problematik einer z. T. eingeschränkten Vergleichbarkeit verschiedener repräsentativer Studien (LAMBERT ET AL. 2004) oder verschiedener Altersgruppen aufgrund unterschiedlicher Instrumente. Tabelle 3 (S. 26 f.) zeigt die Vor- und Nachteile der klassischen direkten Erhebungsmethoden im Überblick. Sie ist, wie Tabelle 2, in retrospektive und prospektive Methoden unterteilt.

Tabelle 2: Methodenwahl für verschiedene groß angelegte Verzehrstudien (Deutschland/EU)

	Erhebungsmethode	Studie	Erläuterung
retrospektiv	24-h-Recall	<i>NVS II</i> ¹ (2005/06, n = 19.329, 14 – 80 J.)	2 x 24h, <i>CATI</i> * (PC), telefonisch
		<i>NEMONIT</i> ^{2 **} (ab 2008, n ≤ 2000, 18 – 80 J.)	2 x 24h, <i>CATI</i> * (PC), Unterstichproben <i>NVS II</i>
		<i>EU Menu</i> ³ (2014 - ?, n = ?, 3 M. – 74 J.)	2 x 24h, <i>CATI</i> * (PC), telefonisch
	Diet History	<i>BGS 98</i> ⁴ (1997 – 99, n = 4030, 18 – 79 J.)	<i>DISHES 98</i> (PC) interviewgeleitet
		<i>EsKiMo</i> ⁵ (2003 – 06, n = 1272, 12 – 17 J.)	<i>DISHES Junior</i> (PC) interviewgeleitet
		<i>NVS II</i> ¹ (2005/06, n = 19.329, 14 – 80 J.)	<i>DISHES 05</i> (PC) interviewgeleitet
	FFQ	<i>EsKiMo</i> ⁵ (2003 – 06, n = 1272, 12 – 17 J.)	ergänzend zu <i>DISHES Junior</i>
prospektiv	Schätzprotokoll	<i>EsKiMo</i> ⁵ (2003 – 06, n = 1234, 6 – 11 J.)	3 Tage, mithilfe der Eltern
	Wiegeprotokoll	<i>DONALD</i> ⁶ (ab 1985, n = 1394, 3 M. – 19/22 J.)	3 Tage, durch/mithilfe Eltern
		<i>VELS</i> ⁷ (2001/02, n = 794, 6 M. – 4 J.)	2 x 3 Tage, durch die Eltern
		<i>NVS II</i> ¹ (Unterstichprobe, n = 1021)	2 x 4 Tage, ergänzend zu <i>CATI</i> *
		<i>EU Menu</i> ³ (ab 2014, n = ?, 3 M. – 10 J.)	24 Stunden, durch El- tern, ergänzend zu <i>CATI</i> *

* *CATI*: Computer Assisted Telephone Interview

** *NEMONIT*: Nationales Ernährungsmonitoring

¹MRI 2015, ²MRI 2008, 2008a, ³EFSA 2014, ⁴MENSINK ET AL. 1999, ⁵MENSINK ET AL. 2007, ⁶BUYKEN ET AL. 2012, ⁷FKE 2003

Tabelle 3: Vor- und Nachteile klassischer, direkter Ernährungserhebungsmethoden

	Vorteile	Nachteile
	retrospektiv	
24-h-Recall	<ul style="list-style-type: none"> – geringe Probandenbelastung – geringer Zeitaufwand (ca. 30 Min.) – weniger reaktives Instrument – hohe Compliance – erfordert keine Lese- und Schreibkompetenzen – ermöglicht Befragung großer Stichproben – direktes Nachfragen bei Unklarheiten – computergestützte Erhebung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> – gutes Erinnerungsvermögen der Probanden Voraussetzung – Probleme bei Abschätzung von Portionsgrößen – selten verzehrte Lebensmittel werden unter Umständen nicht erfasst – Beeinflussung der Ergebnisse durch atypische Erhebungstage möglich – Beeinflussung durch Interviewer möglich – gute Schulung der Interviewer notwendig – Under- und Overreporting möglich – Nahrungszufuhr wird eher unterschätzt
Diet History	<ul style="list-style-type: none"> – mittlerer Zeitaufwand (ca. 45 Min.) – weniger reaktives Instrument – hohe Compliance – erfordert keine Lese- und Schreibkompetenzen – ermöglicht Befragung großer Stichproben – kann übliche Ernährung über längeren Zeitraum erfassen – spezielle Lebensmittel & saisonale Schwankungen können erfasst werden – computergestützte Erhebung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> – sehr gutes Erinnerungsvermögen der Probanden Voraussetzung – hohe Probandenmotivation notwendig – Beschreibung von Lebensmitteln und Portionsgrößen werden unpräzise – Beeinflussung durch Interviewer möglich – gute Schulung notwendig – Under- und Overreporting möglich – Verzerrung der Angaben durch direkt vorhergegangenen Verzehr möglich – Nahrungszufuhr wird eher überschätzt
FFQ	<ul style="list-style-type: none"> – geringer Arbeitsaufwand – geringe Probandenbelastung – weniger reaktives Instrument – hohe Compliance – ermöglicht Befragung großer Stichproben – kann auch von Probanden selbst ausgefüllt werden – keine speziell geschulten Interviewer notwendig – standardisiertes Verfahren – computergestützte Erhebung möglich – kann übliche Ernährung erfassen 	<ul style="list-style-type: none"> – sehr gutes Erinnerungsvermögen der Probanden Voraussetzung – Probleme bei Portionsgrößenabschätzungen – oft keine Erfassung auf Nährstoffebene – Zeitraum schwer abzugrenzen – schwierig zu validieren – Verzerrung der Angaben durch direkt vorhergegangenen Verzehr möglich – oft geschlossenes Instrument, Problem bei Erfassung spezieller Lebensmittel – Over-/Underreporting möglich – Nahrungszufuhr wird eher überschätzt

	Vorteile	Nachteile
prospektiv		
Wiegeprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> – sehr genaues Instrument – unabhängig vom Erinnerungsvermögen der Probanden – auch Reste werden dokumentiert – quantitative Erfassung von Energie- und Nährstoffzufuhr möglich – definierter Zeitrahmen – bei mehreren Protokolltagen ist Beurteilung der üblichen Ernährung möglich – keine Beeinflussung durch Interviewer – dient oft als Referenzmethode für andere Erhebungsmethoden 	<ul style="list-style-type: none"> – sehr hoher zeitlicher Aufwand für Probanden – hohe Probandenmotivation nötig – hoher Aufwand für Codierung – gut geschulte Auswerter notwendig – hoher Kostenaufwand – eher für kleine Stichproben geeignet – Verzerrung durch Überrepräsentation motivierter Teilnehmer möglich – reaktives Instrument – Erfassung des Außer-Haus-Verzehrs problematisch – Validität kann mit zunehmender Erhebungsdauer abnehmen – Underreporting/-eating oder Overreporting/-eating möglich
Schätzprotokoll	<ul style="list-style-type: none"> – semiquantitative Erfassung von Energie- und Nährstoffzufuhr möglich – unabhängig von Erinnerungsvermögen der Probanden – bei mehreren Protokolltagen ist Beurteilung der üblichen Ernährung möglich – keine Beeinflussung durch Interviewer – weniger aufwendig als Wiegeprotokoll – auch für größere, repräsentative Stichproben geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> – relativ hoher zeitlicher Aufwand – hoher Kostenaufwand – hohe Probandenmotivation nötig – hoher Aufwand für Codierung – sehr gut geschulte Auswerter notwendig – ungenauer als Wiegeprotokoll durch Einschätzen der Portionsgrößen – reaktives Instrument – Underreporting/-eating oder Overreporting/-eating möglich

Quellen: BIRÓ ET AL. 2002, GIBSON 2005, MÜLLER 2007, PHILLIPP 2009, SCHNEIDER 1997, STRAßBURG 2010

2.4 Neuartige Ernährungserhebungsmethoden

„As new technology decreases the errors, costs, and participant burden of these methods, they should become more widely used“ (BARANOWSKI 2013).

2.4.1 Medienbesitz und -kompetenzen in Deutschland

„You are terrified of your own children, since they are natives in a world where you will always be immigrants“, schrieb JOHN PERRY BARLOW in seiner *Unabhängigkeitserklärung des Cyberspace* bereits im Jahre 1996. Durch diesen Artikel inspiriert wurde Ende der 90er Jahre der Begriff *Digital Natives* ins Leben gerufen. Er bezeichnet Personen, die im Zeitalter der digitalen Technologien geboren wurden und damit aufgewachsen sind. Sie sind dadurch an einen selbstverständlichen und intuitiven Umgang damit gewöhnt. Neuere Bezeichnungen, die für jüngere Generationen existieren, sind „*Generation Internet*“ (PALFREY UND GASSER 2008) und „*Generation Facebook*“ (LEISTERT 2011). Sie veranschaulichen die Aktualität der Thematik digitale Medien – besonders von Smartphones – im Alltag von Erwachsenen und v. a. Kindern und Jugendlichen.

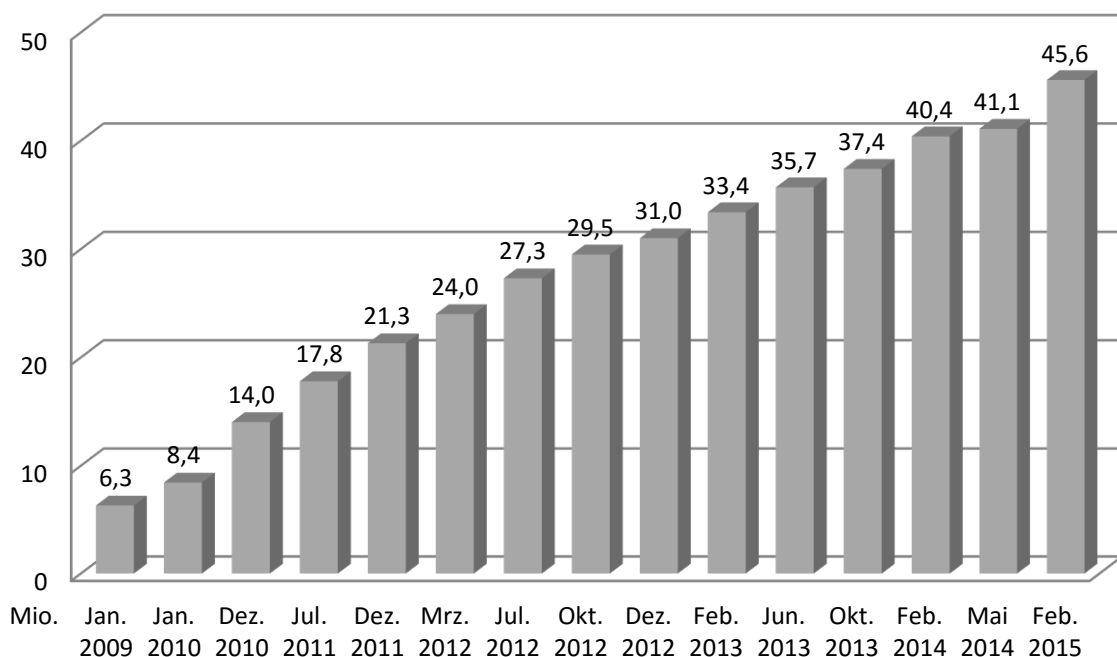


Abbildung 6: Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland 2009 bis 2015

Quelle: COMSCORE 2015

Ein Vorteil von Smartphones ist die Möglichkeit, in Verbindung mit bestimmten Datentarifen, einfach, kostengünstig und fast überall Internet und Applikationen nutzen zu können. Darüber hinaus haben diese eine integrierte Kamera von immer besserer Qualität, was Nutzern das Sammeln von hoch aufgelösten fotografischen Daten erlaubt. Laut einer Pressemitteilung des STATISTISCHEN BUNDESAMTES (2015) lebten in Deutschland

2014 schätzungsweise 81,1 Millionen Menschen. Von diesen besaßen 41,1 Millionen der über 13-Jährigen ein Smartphone, 2015 waren es bereits 45,6 Millionen (COMSCORE 2015). Das sind mehr als sieben Mal so viele, wie noch vor sechs Jahren (s. Abb. 6). Seit Dezember 2012 besitzt mehr als die Hälfte aller Mobilfunk-Nutzer in Deutschland ein Smartphone anstelle eines klassischen Mobilfunktelefons (COMSCORE 2014). Der Anteil der Smartphone-Besitzer ist in der Altersklasse der 14- bis 17-Jährigen mit geschätzt 78 % am höchsten. Aber auch der Anteil an Personen über 65, die ein solches Gerät besitzen ist allein von 2013 bis 2014 von 7 auf 17 % gestiegen. Von diesen nutzten durchschnittlich 83 % die Kamera und 57 % das Internet (BITKOM 2015, 2014). In den USA besitzt bereits mehr als die Hälfte der Einwohner ein Smartphone. Auch in vielen Entwicklungsländern sind Mobiltelefone mit Fotofunktion schon omnipräsent, Smartphones allerdings noch seltener (PEW RESEARCH CENTER 2014).

Kinder und Jugendliche

„In dem Maße, in dem Eltern selbst bereits zur Generation der ‚digital natives‘ gehören, wird sich das Medienumfeld von Kindern und Jugendlichen weiter digitalisieren. Damit stehen ihnen weitreichende Möglichkeiten für Information und Kommunikation, für Kreativität und Teilhabe zur Verfügung“ (BMFSFJ 2013).

Digitale Medien prägen das Leben von Kindern und Jugendlichen immer früher und in immer größerem Maße. Deshalb untersucht der *Medienpädagogische Forschungsverbund Südwest (mpfs)* in Deutschland seit 1998 mit den Studienreihen *JIM (Jugend, Information, (Multi)-Media)* bzw. *KIM (Kinder + Medien, Computer + Internet)* und seit 2012 mit *mimiKIM (Kleinkinder und Medien)* Medienbesitz und -verhalten von Kindern und Jugendlichen. Die betrachteten Altersstufen sind 2 bis 5 Jahre, 6 bis 13 Jahre und 12 bis 19 Jahre.

In der jüngsten Altersgruppe geht es hauptsächlich um die Frage, ab welchem Alter und in welchem Rahmen Mediennutzung überhaupt vertretbar ist. Ein Smartphone oder eine Digitalkamera besaßen nur 2 % dieser Zielgruppe (MPFS 2015a). Bei der Altersgruppe der 6- bis 12-Jährigen stand das Handy oder Smartphone auf Platz drei der Liste zum Gerätebesitz – hinter Fernseher und Spielkonsole. Besondere Relevanz bekommt es für Kinder ab zehn Jahren. Ab diesem Alter steigen die Zahlen zum Gerätebesitz stark an. 24 % der Mädchen sowie 25 % der Jungen besaßen 2014 ein solches Gerät. Im Alter von 10 – 11 Jahren waren es 29 % und im Alter von 12 – 13 Jahren hatten sogar schon 55 % der Kinder ein Smartphone. 22 % gebrauchten es täglich, um Internetanwendungen zu nutzen. 89 % aller Geräte hatten eine Kamera. Einen Computer besaßen zwar 97 % der Haushalte, die Verfügbarkeit eines eigenen Laptops oder Computers spielt aber erst ab dem Alter von zehn Jahren eine Rolle. Jeder Vierte hatte

in dem Alter ein solches Gerät. Im Alter von 12 – 13 Jahren waren es bereits 47 %. Im gesamten Altersdurchschnitt dieser Gruppe nutzen 40 % jeden Tag das Internet. Eine Digitalkamera stand in acht von zehn Haushalten zur Verfügung (MPFS 2014).

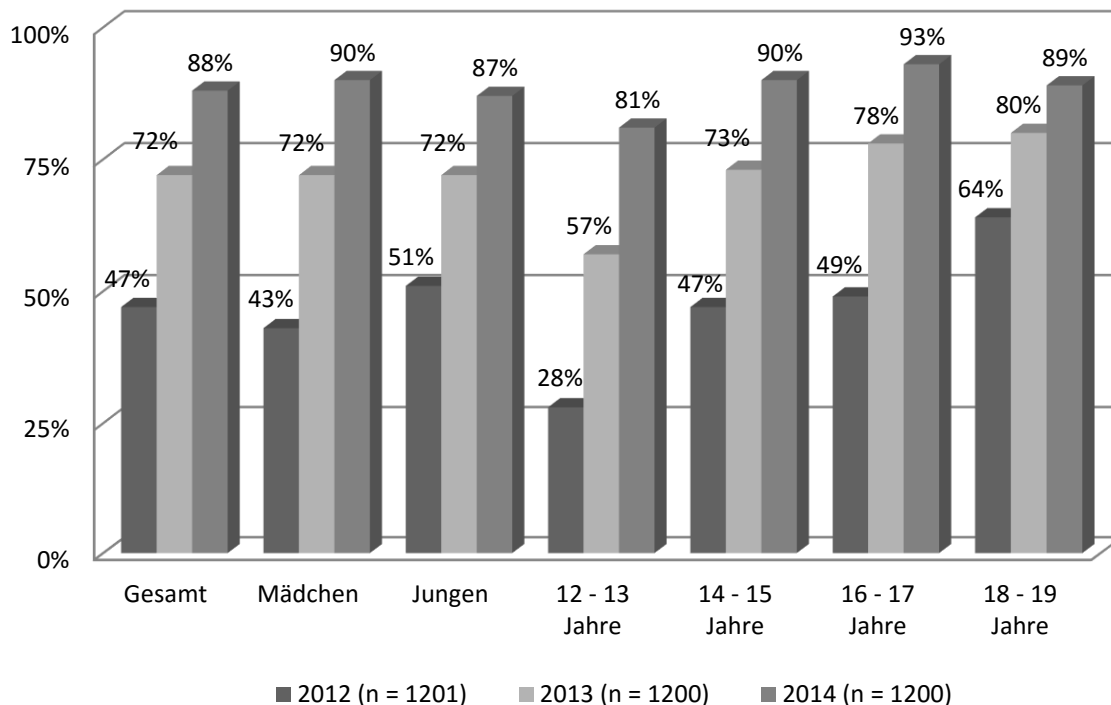


Abbildung 7: Anzahl der Smartphone-Besitzer bei Jugendlichen in Deutschland 2012 bis 2014

Quellen: MPFS 2015, 2013, 2012

Bei der Gruppe der 12- bis 19-Jährigen spielen digitale Medien schließlich in nahezu allen Lebensbereichen eine Rolle. Smartphones gehören bei Jugendlichen meist fest mit zum Alltag – in der Schule sowie in der Freizeit. 2014 besaßen 99 % der Mädchen und 96 % der Jungen ein Mobiltelefon und jeweils 90 % bzw. 87 % explizit ein Smartphone. Damit stehen die Geräte bei dieser Altersgruppe ganz oben auf der Besitzliste. Die Zahl der Smartphone-Besitzer ist von 2012 bis 2014 um 41 % gestiegen (s. Abb. 7). 87 % der Jugendlichen nutzten das Handy bzw. Smartphone 2014 täglich. 94 % der Handys waren internetfähig und 73 % der Jugendlichen hatte eine Internet-Flatrate. Inzwischen geht die Mehrheit sogar häufiger mit dem Smartphone als mit dem Computer ins Internet. Diese Zahl hat sich seit 2012 fast verdoppelt. 59 % der Mädchen und 41 % der Jungen nutzten das Smartphone täglich bzw. mehrmals in der Woche um Fotos oder Videos zu machen. Bei den wichtigsten Apps stehen solche zur Foto- und Bildbearbeitung auf Platz drei nach Instant-Messengern und Community-Apps. In dieser Altersgruppe haben 76 % einen eigenen Computer oder Laptop, in der Untergruppe der 18- bis 19-Jährigen 88 %. Insgesamt 81 % nutzen das Internet täglich, mit im Alter steigender Tendenz. Eine Digitalkamera war in neun von zehn Haushalten verfügbar, 64 % der Mädchen und 42 % der Jungen besaßen eine eigene (MPFS 2015).

2.4.2 Implikationen für Ernährungserhebungsmethoden

„[...] photo-diaries, image recognition, direct Web input and improved statistical techniques will improve the collection of dietary data, reduce the researcher and respondent burden, and reduce the potential for data collection and input error“ (PENN ET AL. 2010).

„Presently used dietary-assessment methods often present difficulties for researchers and respondents, and misreporting errors are common. Methods using information and communication technologies (ICT) may improve quality and accuracy“ (NGO ET AL. 2009).

Zahlreiche potentielle Nachteile klassischer Erhebungsmethoden, die zunehmende Verfügbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT), die die Dokumentation und Auswertung erleichtern können sowie die steigende Kompetenz im Umgang mit diesen führten zur Entwicklung diverser neuartiger, technik-basierter Erhebungsinstrumente. Im Gegensatz zu Wiege-, Schätzprotokollen oder Fragebögen, die auf Papier ausgefüllt werden müssen, können bei neueren Methoden beispielsweise Computer, Smartphones, Digitalkameras oder Tablets genutzt werden. Diese Instrumente sollen v. a. die Probandenmotivation und -akzeptanz steigern und gleichzeitig genaue Ergebnisse zur Bewertung der individuellen Ernährung liefern. Somit haben sie gegenüber traditionellen Methoden einen Zusatznutzen (ILLNER ET AL. 2012, NGO ET AL. 2009, SHRIVER ET AL. 2010, WINTER UND BOUSHEY 2009). Sie basieren nicht auf einer komplett neuen Methodik, sondern machen bereits existierende Methoden zugänglicher für verschiedene Personengruppen und erleichtern ihre Handhabung sowie die Auswertung der Ergebnisse (ILLNER ET AL. 2012). So können beispielsweise Wiegeprotokolle durch Fotoprotokolle ergänzt oder komplett durch diese ersetzt werden. Besonders die Motivation von Kindern und Jugendlichen, ihren üblichen Verzehr zu dokumentieren, kann durch ICT gesteigert werden (STRABURG 2010). Es können beispielsweise animierte Figuren durch ein Programm leiten oder die Erhebungssoftware in ein Computer- oder Smartphone-Spiel eingebettet werden: *„Technology-based assessment instruments for children's self-report of diet can be enhanced in light of developments in media psychology and communication science“ (LU ET AL. 2014).* Es bedarf jedoch weiterer Forschung, um solche motivationssteigernden Instrumente zu operationalisieren und hinreichend zu validieren.

Im Folgenden werden Beispiele neuartiger Erhebungsinstrumente für Erwachsene sowie für Kinder und Jugendliche vorgestellt und ihre Vor- und Nachteile im Vergleich zu traditionellen Erhebungsmethoden verdeutlicht (s. Tab. 4, S. 56 f.). Tabelle 5 (S. 58 ff.) am Ende dieses Kapitels zeigt wichtige fotobasierte Methoden in der Übersicht.

Im Gegensatz zu traditionellen Methoden mit ihren bekannten Stärken und Limitationen, ist das Wissen über die Eignung neuer Technologien für repräsentative Studien noch limitiert. Die Einteilung der neuartigen Erhebungsinstrumente, die in dieser Arbeit vorgestellt werden, ist grundlegend orientiert an ILLNER ET AL. (2012) und umfasst folgende Kategorien:

- Methoden auf Basis von **PDA**s,
- Methoden auf Basis von **Computern**,
- Methoden auf Basis von **Lebensmittelfotos**,
- Methoden auf Basis von **Apps**.

Dabei ist zu beachten, dass die Grenzen zwischen diesen Kategorien zum Teil fließend sind, d. h. manche Methoden vereinen verschiedene Technologien in sich, wie beispielsweise Smartphones mit integrierter Kamera und App.

2.4.3 Basis PDA

Auf PDAs (Personal Digital Assistants) wird an dieser Stelle nur kurz eingegangen, da es inzwischen problemlos möglich ist, mit Smartphones ähnliche Anwendungen durchzuführen und der in vielen Fällen intuitivere Umgang mit diesen und die steigende Verfügbarkeit große Vorteile bieten. PDAs sind kleine tragbare Computer, ausgestattet mit verschiedenster Software und dementsprechend mit unterschiedlichen Funktionen. Eine davon kann sein, den persönlichen Verzehr mithilfe eines prospektiven Verzehrprotokolls zu dokumentieren, bei dem aus verschiedenen Lebensmitteln ausgewählt werden kann. Das Vorgehen ist meist vergleichbar: Über einen festgelegten Zeitraum soll alles dokumentiert werden, was gegessen und getrunken wird. Das geschieht meist mithilfe der Auswahl aus einem Drop-Down Menü oder einer Suchfunktion.

Die erste Anwendung dokumentierten KOS UND BÄTTIG (1996) Mitte der 90er. Zur Bestimmung der Validität wurde ein 4-Tage PDA-Schätzprotokoll mit einem FFQ verglichen. Es gab keine signifikanten Zusammenhänge. YON ET AL. (2006) fanden im Vergleich ihrer Studienergebnisse mit Angaben aus der Literatur heraus, dass die Verwendung eines 7-Tage PDA-Protokolls bei übergewichtigen bzw. adipösen Probanden die Validität hinsichtlich der Bewertung der tatsächlichen Energiezufuhr *nicht* verbessert. Die von klassischen Instrumenten bekannte Problematik des Underreporting war nicht seltener. Auch die Zufriedenheit mit der Methode war eingeschränkt. *DietMatePro* ist eine in den USA entwickelte PDA-Software zur Ernährungserhebung. Sie ermöglicht Probanden, zusätzlich zu einer Auswahl aus einer um Markenartikel und Fast-Food Produkte erweiterten Lebensmittelliste, Fotos von Nährwertangaben auf den Verpackungen zu machen, um eine genauere Auswertung ihres Protokolls zu gewährleisten.

(BEASLEY ET AL. 2005). Der Vergleich mit einem 24hR lieferte vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich der Energie- und Nährstoffzufuhr.

Andere Instrumente sollen den Auswertern eine genauere Abschätzung der Portionsgrößen ermöglichen. Dafür wird von den Probanden zusätzlich zum Eintrag ein Foto mit dem Gerät gemacht und es besteht die Möglichkeit, weitere Informationen zu den Bildern einzugeben. Ein Beispiel dafür ist das *Wellnavi*. In einer Validitätsstudie (WANG ET AL. 2002) wurde es mit einem ein 1-Tages-Wiegeprotokoll verglichen. Signifikante Unterschiede gab es weder bei der berechneten Energie- noch bei der Nährstoffzufuhr. Die Ergebnisse einer weiteren Arbeit (WANG ET AL. 2006) zeigten beim Vergleich eines PDA-Protokolls mit einem 24hR und einem Wiegeprotokoll ebenfalls hohe Übereinstimmungen. Die auf fotobasierte PDA-Methode wurde von den Probanden im Vergleich zu den anderen Methoden als am wenigsten aufwendig beschrieben. Weitere Informationen zu auf Lebensmittelfotos basierenden Methoden sind in Kapitel 2.4.5 zu finden.

Kinder und Jugendliche

BOUSHEY ET AL. (2009) testeten im Rahmen eines Methodenvergleichs die Zufriedenheit von Kindern und Jugendlichen (11 – 15 J.) mit einem PDA zur Ernährungsdokumentation. Die Methode wurde zwar als besser und einfacher als 24hR und Ernährungsprotokoll sowie als „*high technology*“ beschrieben, jedoch gab es auch Probleme. Die Probanden waren unsicher bei der Einteilung von Lebensmitteln in Kategorien und hatten Probleme bei der Identifizierung einiger Lebensmittelnamen. Außerdem gab es Fehler bei der Funktionalität der PDA-Software. Am besten gefiel 100 % der Teilnehmer die Methode, die auf Lebensmittelfotos basierte (s. u.).

Vor- und Nachteile

Ein *Vorteil* bei der Verwendung von PDAs ist die Dokumentation in Echtzeit, d. h. es ist keine Erinnerungsleistung seitens der Probanden vonnöten. Weiterhin die überwiegende Zufriedenheit der Probanden und die Möglichkeit terminierte Erinnerungen zu senden. Die Art der Einträge ist häufig standardisiert und die Nährstoffberechnung kann automatisch erfolgen. Bei einigen Programmen wird zudem die Portionsgrößeneinschätzung durch Beispielfotos erleichtert oder diese Aufgabe wird durch Fotos von den einzelnen Mahlzeiten ganz an geschulte Auswerter delegiert. Darüber hinaus kann ein direktes Feedback an die Probanden erfolgen, wenn eine Intervention erwünscht ist. Erwachsene und Kinder fanden die Methoden interessanter und motivierender als beispielsweise ein Ernährungsprotokoll. *Nachteile* sind, dass die Nutzung dieser Geräte eine intensive Schulung der Probanden erfordert und ältere bzw. jüngere Teilnehmer dadurch eventuell ausgeschlossen werden. Auch müssen Datenbanken, wenn Kinder und Jugendliche die Zielgruppe sind, an deren Wissensstand angepasst werden. Zudem

dauert bei einigen Geräten, z. B. beim *DietMatePro*, die Eingabe pro Mahlzeit im Schnitt acht bis zehn Minuten und damit wahrscheinlich länger als bei einem schriftlichen Ernährungsprotokoll. Auch sind fehlerhafte Berechnungen der Energie- und Nährstoffzufuhr möglich bei Programmen, in denen die Portionsgröße durch die Probanden selber abgeschätzt wird (BEASLEY 2007, BEASLEY ET AL. 2005). Die Geräte sind teuer in der Anschaffung. Somit begrenzen die entstehenden Kosten ggf. die Größe des Studienkollektivs. Bei Geräten mit fest installierten, nicht erweiterbaren Datenbanken ist die Lebensmittelauswahl limitiert. So können Ergebnisse zum tatsächlichen Verzehr verfälscht werden. Zuletzt ist zu erwähnen, dass auch diese Art der Ernährungserhebung anfällig für Underreporting bzw. -eating ist (ILLNER ET AL. 2012) (s. Tab. 4, S. 56 f.).

2.4.4 Basis Computer

“Web-based methods provide an efficient, cost-effective and practical solution to assess dietary intake; they are less burdensome to respondents and reduce errors and bias. Furthermore, adolescents are technologically savvy and often prefer the use of technology” (STOREY 2015).

Computer bieten eine Grundlage für vielfältige, günstige und leicht zugängliche neue Methoden, um den Verzehr verschiedener Bevölkerungsgruppen standardisiert zu erfassen. Sie sollen durch eine altersadäquate und benutzerfreundliche Gestaltung der Bedienoberflächen die Dokumentation einfacher, genauer und motivierender machen. Die methodische Basis bilden zumeist ein 24hR oder ein FFQ. Diese sollen, im Gegensatz zu den klassischen Methoden, von den Probanden am Computer *selbstständig* ausgefüllt werden. Das kann besonders bei großen Probandenkollektiven Kosten und Zeit sparen und wiederholte Messungen erlauben. Besonders Kinder und Jugendliche sind inzwischen sehr versiert im Umgang mit Computern. Immer mehr deutsche Haushalte sind mit mindestens einem Laptop oder PC ausgestattet und auch in Klassenräumen stehen diese oft zur Verfügung (s. Kap. 2.4.1). Einige solcher Erhebungsprogramme sind online verfügbar und werden bereits in verschiedenen Bereichen angewendet.

Erwachsene: Grundlage 24-h-Recall

ARAB ET AL. (2011) testeten z. B. die Zufriedenheit mit *DietDay*, einem internetbasierten, standardisierten, selbstständig auszufüllenden 24hR. Die Datenbank basiert auf über 9.000 Lebensmitteln und Getränken und über 7.000 Lebensmittelfotos zur besseren Portionsgrößeneinschätzung. Die empfundene Belastung wurde von den Probanden als gering angegeben. Die Compliance lag bei über 90 %. Die Validität wurde mithilfe der DLW- und der Diet-History Methode bestimmt (ARAB ET AL. 2010). Die Korrelation der DLW-Methode mit *DietDay* war höher als mit der Diet-History-Methode. Zusätzlich

kam Underreporting bei dem computergestützten Instrument seltener vor. Es bietet somit eine Möglichkeit mit geringem Aufwand auf Gruppenebene aussagekräftige Daten zur Ernährungssituation verschiedener Bevölkerungsgruppen zu sammeln.

Ein weiteres internetbasiertes Instrument auf Grundlage eines 24hR ist das *Oxford WebQ* (LIU ET AL. 2011). Es wurde in England entwickelt, um wiederholte Messungen der Energie- und Nährstoffzufuhr in groß angelegten Erhebungen zu erleichtern und mit einem Interviewer-angeleiteten 24hR verglichen. Die Probanden benötigten zum Ausfüllen des Online-Fragebogens im Schnitt nur 12,5 Minuten. Die Energie- und Nährstoffzufuhr wurde automatisch berechnet. Im Gegensatz dazu dauerten das Interview und die anschließende Kodierung jeweils 30 Minuten. Die Korrelation zwischen den berechneten Nährstoffen war zufriedenstellend. *Oxford WebQ* bietet somit ein kostengünstiges Instrument, das relativ schnell selbst ausgefüllt werden kann und die Nährstoffzufuhr auf Gruppenebene hinreichend valide berechnet. Ein ähnliches Instrument ist *NutriNet-Santé* (TOUVIER ET AL. 2011), das im Rahmen der französischen Gesundheitsstudie eingesetzt wird.

ASA24 (Automated Self-Administered 24-hour Recall) wurde in den USA vom *National Cancer Institute (NCI)* entwickelt (KIRKPATRICK ET AL. 2014, SUBAR ET AL. 2007, ZIMMERMAN ET AL. 2009). Das Tool kann nach einer Registrierung auf der Homepage bereits für verschiedene Studien kostenlos genutzt werden (<http://epi.grants.cancer.gov/asa24/>). Es schnitt im Vergleich mit einem Wiegeprotokoll schlechter ab als ein interviewgestützter Recall, lieferte aber vergleichbare Ergebnisse. Ein entsprechendes Instrument wurde für die Verzehrerhebung bei Kindern entwickelt (*ASA24-Kids*) (s. u.).

Erwachsene: Grundlage FFQ

Methoden auf Basis von FFQs eignen sich im Gegensatz zu denen auf Basis von 24hR eher zur gezielten Bestimmung der Zufuhr einzelner Nährstoffe oder zur Beurteilung des qualitativen Ernährungsverhaltens auf Gruppenebene.

Zur Bestimmung der Zufuhr von Eisen und Nährstoffen, die diese beeinflussen (Vitamin C, Kaffee usw.) wurde z. B. der *ironFFQ* entwickelt (HEATH ET AL. 2000). Ein Vergleich mit einem 11-Tage-Wiegeprotokoll zeigte, dass der Fragebogen die Zufuhr lediglich auf Gruppenebene angemessen bestimmen kann. MATTHYS ET AL. (2004) bewerteten einen FFQ zur Bestimmung der Eisen-, Vitamin C- und Calciumzufuhr. Dabei zeigte sich ebenfalls, dass die Zufuhr nur auf Gruppenebene hinreichend genau ermittelt werden kann.

Zur Bestimmung der gesamten Energie- und Nährstoffzufuhr wurde beispielsweise in den USA ein computergestützter, selbstständig auszufüllender FFQ entwickelt (ENGLE ET AL. 1990). Eine Validitätsstudie ergab lediglich für die Variable Energiezufuhr aus Fett

einen signifikanten Zusammenhang mit einem 7-Tage-Ernährungsprotokoll. Auf Basis eines bereits etablierten Instruments, dem *Block Health Habits and History Questionnaire* (BLOCK ET AL. 1986), entwickelten BOECKNER ET AL. (2002) einen Internetfragebogen. Beide Versionen wurden von älteren weiblichen Probanden verglichen. Es gab für fast alle Nährstoffe signifikante Zusammenhänge und die Probanden waren zufrieden mit dem Ausfüllen am Computer. Andere Referenzmethoden wurden jedoch nicht zur Validierung herangezogen. COMRIE ET AL. (2009) testeten mit *FoRC (Food Record Checklist)* einen internetgestützten FFQ im Vergleich zu einem 4-Tage-Schätzprotokoll. Das Ausfüllen dauerte im Schnitt nur 7,4 Minuten pro Tag. Beide Methoden lieferten auf Gruppenebene vergleichbare Ergebnisse für fast alle betrachteten Variablen. Auf individueller Ebene hingegen gab es nur wenige Zusammenhänge.

Food4Me (www.food4me.org) ist ein aktuelles, groß angelegtes Projekt mit 25 Partnern aus zwölf europäischen Ländern. Ziel ist es herauszufinden, ob eine bessere, gesundheitsförderlichere, individuelle Ernährungsweise entworfen werden kann. Dafür sollen komplexe Interaktionen zwischen dem menschlichen Genom und der Nahrungszufuhr erforscht werden (Nutrigenomik). Das Stichwort hinter alldem heißt *Personalised Nutrition*“ (GIBNEY UND WALSH 2013). Um eine Ernährungsweise entwickeln zu können, die genau auf das genetische Profil einer Person abgestimmt ist, muss grundlegend das Wissen über die individuelle Nahrungszufuhr existieren. Deswegen wurde der *Food4Me*-FFQ entwickelt, ein semiquantitatives Online-Instrument, das von den Teilnehmern selbst ausgefüllt wird (FOOD4ME 2011). Der Fragebogen bestimmt den durchschnittlichen täglichen Verzehr des vergangenen Monats. Die Abschätzung der Portionsgrößen wird durch Beispielfotos vereinfacht. Der *Food4Me*-FFQ wurde mit dem bereits validierten schriftlichen *EPIC-Norfolk* FFQ (BINGHAM 1997) verglichen. Die mit *Food4Me* berechnete Energiezufuhr war signifikant höher und Underreporting deutlich seltener. Es gab außerdem eine gute Übereinstimmung bei der Zufuhr vieler Makro- und Mikronährstoffe sowie Lebensmittelgruppen (FORSTER ET AL. 2014). Die Reproduzierbarkeit war gut und die Validierung ergab eine annehmbare Übereinstimmung bei der Energiezufuhr und energieadjustierten Nährstoffzufuhr. Somit ist der *Food4Me*-FFQ ein hinreichend genaues Instrument zur Online-Ernährungserhebung bei gesunden Erwachsenen (FALLAIZE ET AL. 2014). Ein Vergleich mit anderen Referenzmethoden, z. B. einem Wiegeprotokoll, wurde jedoch noch nicht vorgenommen.

Kinder und Jugendliche: Grundlage 24-h-Recall

CULLEN ET AL. (1998) stellten erstmal fest, dass Computer gute Möglichkeiten bieten, die Verzehrerhebung bei Kindern zu verbessern. Sie sind wahrscheinlich nicht genauer als Interview-basierte Methoden, haben aber das Potential, die benötigte Zeit und die Kosten zu verringern.

Mit *FIRSSt (Food Intake Recording Software System)* entwickelten BARANOWSKI ET AL. (2002) eine Software, mit der Kinder und Jugendliche selbstständig ihren Verzehr der letzten 24 Stunden dokumentieren können. Ein animierter Charakter leitet durch das Programm. Das Instrument wurde mit Viertklässlern in den USA getestet. Im Vergleich zu einer direkten Beobachtung ergab ein klassischer 24hR eine bessere Übereinstimmung und weniger vergessene Lebensmittel im Gegensatz zu *FIRSSt*. Ein direkter Vergleich der beiden Recall-Instrumente ergab eine Übereinstimmung von 60 %. *FIRSSt* ist also etwas ungenauer als ein klassischer 24hR, bietet jedoch die Vorteile, dass es preisgünstiger, schneller auszufüllen, für größere Probandenkollektive geeignet ist und die Kinder sehr zufrieden damit waren. Das Programm ist inzwischen in der vierten Version verfügbar (*FIRSSt4*) (BARANOWSKI ET AL. 2014). Es basiert teilweise auf dem *ASA24* (s. o.) und wurde in *ASA24-Kids* umbenannt (NCI 2015). Es ist im Internet verfügbar und kann von Lehrern, Wissenschaftlern und Ärzten kostenlos für Erhebungen genutzt werden (<https://asa24.nci.nih.gov/researcherSite/ASA242013.aspx>).

SCRAN24 (Secondary school Computerised Recall and Analysis of Nutrition) ist ebenfalls ein von Kindern und Jugendlichen selbst auszufüllendes, interaktives Programm. Die Portionsgrößenabschätzung wird erleichtert durch Implementation des speziell entwickelten Systems *IPSAS (Interactive Portion Size Assessment System)* (FOSTER ET AL. 2014, 2009). FOSTER ET AL. (2014a) testeten *SCRAN24* mit Kindern & Jugendlichen (11 – 16 J.). Die Validierung mit einem von den Eltern ausgefüllten 1-Tages-Wiegeprotokoll ergab, dass 53 % der Lebensmittel von Kindern richtig und 15 % annähernd richtig zugeordnet wurden. 26 % der Lebensmittel wurden von den Kindern allerdings nicht angegeben, davon am häufigsten Getränke, Süßigkeiten bzw. Knabbereien und Brotaufstriche. Die Energiezufuhr wurde deswegen um durchschnittlich 20 % unterschätzt. Das Instrument wurde von den Kindern aber gut akzeptiert und als motivierend und unterhaltsam bezeichnet. Aus Basis dieser Methode wurde *INTAKE24*, ein ähnliches Programm für Nutzer zwischen 11 und 24 Jahren entwickelt (SIMPSON ET AL. 2015) und anhand eines Interview-geleiteten 24hR validiert (DELVE ET AL. 2015). Es ist vielversprechend für eine kostengünstige Ernährungserhebung bei Kindern und jungen Erwachsenen, wenn Ergebnisse auf Gruppenlevel betrachtet werden. *INTAKE24* ist ebenfalls online verfügbar und kann für verschiedene Studien angefordert und verwendet oder zunächst kostenlos ausprobiert werden (<https://intake24.co.uk/surveys/demo/#0>).

Andere zielgruppengerechte Instrumente für selbstverantwortlich durchgeführte 24hR am Computer sind *WebDASC (Web-based Dietary Assessment Software for Children)*, das in Dänemark für Kinder von acht bis elf Jahren entwickelt wird. Ein animiertes Gürteltier führt dabei durch den Erhebungsprozess (BILTOFT-JENSEN ET AL. 2014). Weiterhin gibt es *SNAP (Synchronized Nutrition and Activity Program)*, ein Programm, das die körperliche Aktivität und den Verzehr der letzten 24 Stunden erfassen soll (MOORE ET AL.

2008, 2014). Es richtet sich an Kinder zwischen 7 und 16 Jahren und ist konzipiert für die Durchführung im Schulunterricht. Ein Vergleich mit einem interviewgeleiteten 24hR zeigte zufriedenstellende Ergebnisse auf Gruppenebene. Den Probanden gefiel die neue Methode gut. Es ist geplant *SNAP* als App für Smartphones weiterzuentwickeln. *SNAPA (Synchronised Nutrition and Activity Program for Adults)* ist ein ähnliches Programm, das für die Zielgruppe Erwachsene entwickelt wurde (HILLIER ET AL. 2012).

Kinder und Jugendliche: Grundlage FFQ

MATTHYS ET AL. (2007) testeten mit 12- bis 18-Jährigen einen Online-FFQ hinsichtlich seiner Validität im Vergleich mit einem 3-Tage-Schätzprotokoll. Die Probanden brauchten 30 bis 40 Minuten zum selbstständigen Ausfüllen. Es gab lediglich einen schwachen Zusammenhang zwischen den Methoden. Der FFQ unterschätzte den Verzehr vieler Lebensmittelgruppen signifikant (z. B. Softdrinks, süße und herzhaft Snacks, Aufstriche, Käse, Nudeln/Reis, Gemüse). Validität und Reliabilität eines anderen Internet-basierten FFQ für Kinder zwischen 13 und 14 Jahren wurde in Norwegen getestet (OVERBY ET AL. 2014). Die Ergebnisse zeigten eine gute Reproduzierbarkeit, jedoch war auch bei diesem Instrument die Validität im Vergleich zu zwei 24hR schwach. Die durch Blutparameter bestimmte Validität zeigte ebenfalls nur geringe bis keine Übereinstimmungen (n-3-/n-6-Fettsäuren, Vitamin D). Die Zuverlässigkeit von *ASSO-FOOD (Adolescents and Surveillance System for the Obesity prevention)* wurde im Vergleich zu einem 7-Tage-Wiegeprotokoll mit 14- bis 17-jährigen Kindern bestimmt (TABACCHI ET AL. 2015). Bei den meisten Zielvariablen unterschied sich die Zufuhr signifikant, sie wurde generell überschätzt. Dieser Online-FFQ ist somit lediglich dafür geeignet, Probanden auf Gruppenebene und hinsichtlich der Zufuhr bestimmter Lebensmittel- oder Getränkegruppen zu klassifizieren.

Vor- und Nachteile

Vorteile computergestützter Erhebungsmethoden sind, dass Teilnehmer selbstständig und in ihrem eigenen Tempo die Dokumentation vornehmen können. Das kann sowohl zuhause als auch in der Schule oder Arztpraxis geschehen. Die Daten können automatisch ausgewertet werden, was Zeit und Personal spart und den Probanden ein direktes Feedback ermöglicht. Die Erhebung ist günstiger als mit klassischen Methoden und zum Teil auch schneller. Wiederholte Messungen sind ohne großen Aufwand möglich. Die Motivation zur Verzehrdokumentation am Computer kann besonders bei Kindern und Jugendlichen höher sein, als bei anderen Methoden. Zusätzlich motivieren können außerdem animierte Charaktere oder virtuelle Belohnungen. Es findet keine Beeinflussung durch Interviewer statt und die Instrumente sind standardisiert, was eine mögliche Verzerrung der Ergebnisse verringern kann. Von *Nachteil* ist, dass trotz möglicher Erinnerungsfunktionen im Programm Angaben vergessen werden, was bei Interview-

geleiteten Erhebungen seltener der Fall wäre. Manche Personengruppen, wie junge Kinder oder Senioren, sind (noch) nicht in der Lage, Computer selbst sachgerecht zu bedienen und brauchen Hilfe von Betreuungspersonen oder Studienpersonal. Die Validierung der Instrumente ist teilweise nicht ausreichend, was eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Grundgesamtheit einer Zielgruppe einschränkt. Besonders auf Verzehrhäufigkeitsfragebögen basierende Instrumente liefern, wie auch die klassischen Varianten von FFQs, oft ungenaue Ergebnisse auf Nährstoffebene und erlauben lediglich eine qualitative oder nur auf einen speziellen Nährstoff oder eine Lebensmittelgruppe bezogene Bewertung des Verzehrs. Auch auf 24hR basierende Programme erlauben meist nur Aussagen auf Gruppenebene (s. Tab. 4, S. 56 f.).

2.4.5 Basis Lebensmittelfotos

„[...] digital imaging accurately estimates food intake in many environments and it has many advantages over other methods, including reduced participant burden, elimination of the need for participants to estimate portion size, and the incorporation of computer automation to improve the accuracy, efficiency and cost-effectiveness of the method“ (MARTIN ET AL. 2014).

Fotos von Lebensmitteln und Getränken zu machen bzw. von Probanden selbstständig machen zu lassen, bietet einen neuen vielversprechenden Ansatz, den üblichen Verzehr schnell und unkompliziert zu dokumentieren und gleichzeitig valide Daten zur Bestimmung der Energie- und Nährstoffzufuhr zu erhalten. Die fotografischen Methoden sind prospektiv, erfassen also den aktuellen Verzehr. Die zugrundeliegende Erhebungsmethode ist ein Verzehrprotokoll. Eine Übersicht mit wichtigen Studien zur Entwicklung und Evaluation fotografischer Methoden zeigt Tabelle 5 (S. 58 ff.).

Erwachsene

Der erste Ansatz, den Lebensmittelverzehr mithilfe von Fotos auszuwerten, stammt von BIRD UND ELWOOD (1983) und liegt über 30 Jahre zurück. Die Probanden sollten ihren Verzehr selbstständig mit einer analogen Kamera dokumentieren und dazu alle Mahlzeiten sowie Reste fotografieren. Ausgewertet wurden die Bilder von einer intensiv geschulten Fachkraft in Form von Dias. Sehr wichtig bei der Einschätzung von Lebensmittelportionen ist es, Referenzfotos zu benutzen (ELWOOD UND BIRD 1983), deswegen wurden parallel Beispielbilder von Standard-Lebensmitteln gezeigt. Die geschätzten Gewichtsangaben wurden in Nährwertangaben umgerechnet. Es gab wenige Schwierigkeiten bei der Durchführung und Auswertung, jedoch war es aufwendig die Dias zu erstellen und das richtige Einschätzen zu trainieren. In einer weiteren Projektphase wurde die Methode zur Beurteilung der Validität und Zufriedenheit von 17 Probanden

gleichzeitig mit einem Wiegeprotokoll durchgeführt. Es gab nur geringe, nicht signifikante Abweichungen zwischen den Methoden hinsichtlich der Energie- und Nährstoffzufuhr. Das Fotografieren wurde von allen Probanden gut akzeptiert und als weniger anstrengend als ein Wiegeprotokoll oder ein FFQ bezeichnet. Trotzdem wurde die Methode von den Autoren als „*neither easy nor quick*“ (BIRD UND ELWOOD 1983) bezeichnet.

Die informationstechnologischen Entwicklungen seit Mitte der 90er machen das Fotografieren und Auswerten inzwischen wesentlich unkomplizierter. So gibt es viele neue Forschungsansätze zu Erhebungsmethoden basierend auf Lebensmittelfotos (s. Tab. 5, S. 58 ff.). WILLIAMSON ET AL. (2003) testeten zunächst grundlegend die Validität und Reliabilität der Verwendung von digitalen Fotos zur Abschätzung von Portionsgrößen. Dazu wurden Beispielmahlzeiten aus verschiedenen typischen Cafeteria-Menüs in unterschiedlichen Portionsgrößen vorbereitet. Zur besseren Einschätzung wurden spezielle Referenzfotos in typischen Portionsgrößen erstellt. Drei trainierte Auswerter sollten alle Portionsgrößen als Prozentwerte von den Standardportionen angeben (in 10 %-Einheiten, z. B. 80 %, 110 %). Die Einschätzungen zeigten eine sehr hohe Übereinstimmung mit den tatsächlichen Mengen ($r = 0,89 - 0,97$). Die Inter-Rater-Reliabilität war hoch ($ICC = 0,80 - 0,94$). In einer folgenden Studie wurde die Bewertung der Portionsgrößen anhand digitaler Fotografien mit direkter visueller Einschätzung in einer Cafeteria verglichen (WILLIAMSON ET AL. 2004). Die Mahlzeiten wurden von Studierenden selber ausgewählt und vor dem Verzehr von einem Auswerter direkt visuell und von drei Auswertern anhand von Digitalfotos ausgewertet. Die Verantwortung für das Fotografieren lag beim Studienpersonal. Zur besseren Einschätzung gab es ein Referenzbild von jeder Menükomposition. Beide Methoden lieferten vergleichbare Ergebnisse für die meisten Lebensmittelarten. Die Inter-Rater-Reliabilität war gut ($ICC = 0,65 - 0,94$). Diese fotografische Methode bietet ein valides, nützliches Instrument um den Verzehr von Standardgerichten mithilfe spezifischer Referenzbilder auszuwerten.

POUYET ET AL. (2015) bewerteten die Reliabilität und Genauigkeit einer Methode, bei der in Altenheimen Fotos von standardisierten Tellergerichten vor und nach dem Verzehr gemacht und von ungeschulten Auswertern ausgewertet wurden. Die Gerichte wurden genau gewogen und fotografiert. Nach dem Verzehr wurden die Reste fotografiert. Der Mahlzeitenablauf der Altenheimbewohner wurde nicht verändert und sie mussten keine Bilder selber machen. Die Auswerter sollten die Mengen lediglich als %-Differenz zwischen den vorher- und nachher-Bildern angeben. Die *Intra*-Rater-Reliabilität war hoch ($ICC = 0,97 - 0,98$), genau wie die *Inter*-Rater-Reliabilität ($ICC = 0,97 - 0,98$). Gewogene und geschätzte Werte korrelierten stark ($r = 0,98$) und es gab keine signifikanten Unterschiede. Fazit war, dass die Einschätzung von Portionsgrößen anhand von Bildern vor und nach dem Essen ein verlässliches und schnelles Instrument ist, um den Verzehr verschiedener Lebensmittelgruppen zu bestimmen.

LASSEN ET AL. (2010) untersuchten die Validität und Praktikabilität einer Methode, bei der Lebensmittelfotos von erwachsenen Probanden *selbst* gemacht wurden. Die Probanden sollten ihr Abendessen an fünf aufeinanderfolgenden Tagen zuhause, also unter sog. *free-living* Bedingungen fotografieren sowie genau abwiegen. Die Fotos von zwei Probanden wurden zur Schulung der Auswerter verwendet. Es wurden Referenzfotos von häufig verzehrten Lebensmitteln in verschiedenen Portionsgrößen erstellt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Einschätzung aus Fotos im Vergleich zu gewogenen Werten valide hinsichtlich der Beurteilung der Makronährstoffzufuhr, Energiedichte und Zufuhr bestimmter Lebensmittelgruppen ist. Die Einschätzungen waren generell niedriger als die gewogenen Werte, was durch ein in diese Richtung fokussiertes Training verhindert werden könnte. Für die Bewertung der Praktikabilität und Zufriedenheit sollten Teilnehmer die Methode drei Wochen abends unter Alltagsbedingungen anwenden. Die Compliance lag bei 94 %. Die meisten Teilnehmer waren sehr zufrieden mit der Methode. Keiner gab an, dass das übliche Ernährungsverhalten durch die Methode maßgeblich beeinflusst wurde. Die Methode ist somit praktikabel, um über einen längeren Zeitraum das Abendessen von erwachsenen Probanden unter Alltagsbedingungen dokumentieren zu lassen.

MARTIN ET AL. (2009) untersuchten in drei Studienphasen die Reliabilität, Praktikabilität und Validität der *Remote Food Photography Method (RFPM)*. Auch dabei wurden die Fotos von Probanden *selber* gemacht und von trainierten Fachkräften ausgewertet. Zur Bestimmung der Reliabilität wurde in einer Pilotstudie eine Fotodatenbank mit Referenzfotos erstellt und anschließend Auswertungen verglichen, die ohne und solche die mit Referenzfotos als Maßstab gemacht wurden. Als Ergebnis wurde festgehalten, dass trainierte Fachkräfte mithilfe von Referenzbildern die Energiezufuhr aus Lebensmittel fotografien reliabel und genau abschätzen können. Zur Bestimmung der Praktikabilität wurde in einer zweiten Pilotstudie getestet, ob Probanden fähig sind, vier Tage lang Lebensmittel mit einem PDA zu fotografieren sowie Notizen damit festzuhalten. Die Teilnehmer waren in der Lage, ihren Verzehr fotografisch zu dokumentieren. Einschränkungen waren, dass Probanden manchmal vergaßen, Fotos zu machen, dass einige Bilder zu dunkel waren und der Inhalt schlecht zu identifizieren war und dass die Auswerter bei Unklarheiten nicht unmittelbar zum Verzehrzeitpunkt Nachfragen an Probanden stellen konnten. Die darauf folgende Hauptstudie wurde auf Basis der Ergebnisse aus den Pilotphasen konzipiert. Vor der Dokumentationsphase gab es ein Training für die Teilnehmer. Diese sollten diesmal mit einem *Mobiltelefon* die Fotos machen und die Bilder direkt an die Auswerter senden. Es gab täglich vier bis sechs automatische Kurznachrichten, die an das Fotografieren erinnern sollten. Außerdem sollten die Probanden den Verzehr schriftlich oder durch eine Sprachaufzeichnung festhalten, wenn es nicht möglich war ein Foto zu machen. Die Probanden sollten un-

ter Labor- bzw. Alltagsbedingungen drei Tage ihren Verzehr zu dokumentieren. In beiden Fällen wurde das Essen gestellt und abgewogen. Die Fotos wurden von drei unabhängigen Fachkräften ausgewertet. Die Inter-Rater-Reliabilität war hoch für Energiezufuhr (ICC = 0,88) sowie für die von Fett, Kohlenhydraten und Proteinen. Die Qualität der Bilder war gut. Die Methode war valide zur Beurteilung der Energiezufuhr der Labor- und *free-living*-Gruppe ($r_p = 0,93$ bzw. $0,95$). Die Mehrheit war zufrieden mit der Methode und gab an, dass sie sehr leicht zu nutzen sei. 94 % würde die fotografische Methode der schriftlichen vorziehen. Zusammenfassend stellten MARTIN ET AL. (2009) fest, dass die *RFPM* reliabel und valide ist, um die Energiezufuhr erwachsener Probanden unter Labor- und *free-living*-Bedingungen verlässlich zu bestimmen.

In einer weiteren Studie wurde die Praktikabilität und Validität der *RFPM*, durchgeführt mit *Smartphones*, getestet (MARTIN ET AL. 2012). In einer ersten Phase wurde sie mit der DLW-Methode validiert. Die Teilnehmer wendeten die Methode unter Alltagsbedingungen an, ohne das Essen gestellt zu bekommen. Sie wurden eingeteilt in eine Gruppe, die standardisierte Erinnerungen zu üblichen Essenszeiten gesendet bekam und eine, die mehr und zeitlich personalisierte Erinnerungen gesendet bekam. Falls ein Foto vergessen wurde, sollte der Verzehr schriftlich oder mündlich dokumentiert werden. Die Bilder wurden von unabhängigen Fachkräften ausgewertet. Bei der Standard-Gruppe ergab sich eine signifikante Abweichung der geschätzten Energiezufuhr von der mit der DLW gemessenen. Bei der Gruppe, die *personalisierte* Erinnerungen bekam, unterschieden sich die geschätzten und gemessenen Werte hingegen nicht signifikant. In der zweiten Phase waren die Ziele, Reliabilität und Validität der *RFPM* mithilfe der DLW-Methode zu bestimmen, die Validität hinsichtlich der Energie- und Nährstoffzufuhr mithilfe von im Labor eingenommenen Mahlzeiten zu bestimmen, Auswirkungen der *RFPM* auf das Ernährungsverhalten zu identifizieren und die Zufriedenheit der Probanden mit der Methode zu bestimmen. In dieser Phase wurden an alle Probanden personalisierte Erinnerungen geschickt. Die Foto-Auswertung war reliabel (ICC = 0,74) und die Schätzungen der Energiezufuhr wichen nicht signifikant von den DLW-Ergebnissen ab. Die unter Laborbedingungen bestimmte Energiezufuhr unterschied sich ebenfalls nicht signifikant von den geschätzten Werten. Ebenso gab es keine signifikanten Abweichungen bei Makronährstoffen und den meisten Vitaminen. Die Mehrheit der Probanden war sehr zufrieden mit der Methode und den persönlichen Erinnerungen. Die *RFPM* ist somit valide und reliabel um bei Erwachsenen die Energie- und Nährstoffzufuhr zu messen, wenn *personalisierte* Erinnerungen gesendet werden.

DAUGHERTY ET AL. (2012) bestimmten die Praktikabilität einer *selbstständigen* fotografischen Erhebungsmethode, indem sie die Fähigkeiten von Jugendlichen und Erwachsenen im Umgang mit einem Kamera-Handy verglichen. Die Probanden sollten vor und nach dem Essen Fotos von den verzehrten Lebensmitteln und Getränken machen und

dabei immer einen bereitgestellten Maßstab mit ins Bild legen. Die Mehrheit beider Altersgruppen war in der Lage, die fotografische Methode anzuwenden. Die Erwachsenen waren dabei weniger effizient als die Jugendlichen: ein signifikant größerer Anteil von ihnen musste mehr als ein Bild vor bzw. nach dem Essen machen, um ein passendes Foto zu erhalten. Dafür fiel es ihnen leichter als den jüngeren Teilnehmern, daran zu denken, vor dem Essen ein Foto zu machen. Die Autoren schlossen, dass ein intensiveres Training und eine altersgerechte Modifizierung des Instrumentes eine genaue fotobasierte Erhebung des Verzehrs mithilfe von Mobiltelefonen unter Alltagsbedingungen ermöglichen werden.

Kinder und Jugendliche

Wie beschrieben sind Jugendliche in der Lage, selbstständig Fotos zur Verzehrdocumentation zu machen und dabei teilweise effektiver als Erwachsene (DAUGHERTY ET AL. 2012). Gleichwohl gibt es erst wenige Studien, die Jugendliche und besonders Kinder als *selbstständige* Nutzer von Kameras bzw. Smartphones zur Verzehrerhebung als Zielgruppe haben.

MARTIN ET AL. (2007) waren die ersten, die das Verzehrverhalten von Kindern mithilfe von Lebensmittelfotos beurteilen wollten. Die Bilder wurden dabei allerdings vom Studienpersonal gemacht. Der Aufbau war ähnlich wie in vorherigen Studien (WILLIAMSON ET AL. 2003, 2004) (s. o.). In einer Schulcafeteria wurden an fünf Tagen unter standardisierten Bedingungen vor und nach dem Essen die Tablettts der Probanden fotografiert und die Fotos von zwei unabhängigen Auswertern hinsichtlich der Lebensmittelmenge in festgelegten Prozentwerten von speziellen Referenzportionen eingeschätzt. Die Inter-Rater-Reliabilität war hoch (ICC = 0,93). Auch SWANSON (2008) stellte fest, dass das Auswerten von Fotos, die vor und nach dem Essen in einer Schulcafeteria gemacht wurden, verlässliche Daten zur qualitativen und quantitativen Beurteilung der Lebensmittelfuhr bei Schulkindern liefert und es ein kostengünstiges, unkompliziertes Instrument ist.

Zur genaueren Auswertung von Schätzprotokollen sollten in einer Studie von SMALL ET AL. (2009) Eltern die Mahlzeiten ihrer Kinder zusätzlich fotografieren. Nach der Instruktion sollten sie für zwei Tage ein Schätz- sowie ein Fotoprotokoll zu führen. Diese wurden im Anschluss von einer Fachkraft hinsichtlich der Energie- und Makronährstoffzufuhr ausgewertet. Die Inter-Rater-Reliabilität war gering (ICC = 0,49 – 0,51, n. s.). Die Validität war gut für die Energie- und Makronährstoffzufuhr (ICC = 0,55 – 0,96). Sowohl Eltern als auch Kindern gefiel das Projekt gut.

Da Eltern nicht immer zugegen sind, um die Ernährung ihres Kindes zu dokumentieren, testeten NICKLAS ET AL. (2012) die Validität und Durchführbarkeit einer fotografischen

Verzehrerhebung durch Fachkräfte in Kindertagesstätten. Für die Validierung wurden alle verzehrten Mahlzeiten vor dem Fotografieren gewogen. Das Studienpersonal machte unter standardisierten Bedingungen Fotos, die anschließend von Fachkräften eingeschätzt wurden. Zur besseren Einschätzung wurden zahlreiche spezifische Referenzfotos aller Mahlzeiten angefertigt. Die Auswerter wählten lediglich das Referenzfoto, das der tatsächlichen Menge am nächsten kam. Für die Machbarkeitsstudie wurden an drei Zeitpunkten mittags in der Tagesstätte und zum Vergleich abends zuhause vom Studienpersonal Verzehrphotos gemacht. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen der durchschnittlichen gewogenen und geschätzten Menge und folglich auch keine bei der Energiezufuhr festgestellt. Die Einschätzungen aus den Fotos waren generell um 5 % geringer als die gemessenen Werte. Eine standardisierte fotografische Verzehrerhebung ist sowohl in Tagesstätten als auch bei den Kindern zuhause für ausgebildete Fachkräfte mithilfe von speziell erstellten Referenzbildern möglich.

GAUTHIER ET AL. (2013) testeten, ob die Dokumentation von mitgebrachter Schulverpflegung anhand von Notizzetteln in Verbindung mit Fotos durchführbar und reliabel ist. Dazu dokumentierten Schüler vier Tage schriftlich, was sie an Lebensmitteln und Getränken von zuhause mitbrachten. Gleichzeitig wurden vom Studienpersonal jeweils mindestens zwei Fotos gemacht. Zwei unabhängige Auswerter schätzten die Bilder und Notizen hinsichtlich der Art und Menge der Lebensmittel ein. Die *Inter-Rater-Reliabilität* war hoch für Mengen- sowie Kalorien- und Makronährstoffangaben (ICC = 0,75 – 0,84), genau wie die *Intra-Rater-Reliabilität* (ICC = 0,90 – 0,97). Die Validität wurde nicht bestimmt. Das Instrument bietet einen guten Ansatz, um den Verzehr von Zwischenmahlzeiten in verschiedenen Einrichtungen zu erfassen und zu bewerten. Eine ähnliche Methode beschreiben SABINSKY ET AL. (2013). Vom Studienpersonal wurden Fotos von Schulbrot gemacht um deren ernährungsphysiologische Qualität zu beurteilen. Dafür wurden beispielhaft Brote nachgebildet, gewogen und unter standardisierten Bedingungen fotografiert. Die Lebensmittelkomponenten wurden von zwei unabhängigen Fachkräften bezüglich ihres Gewichts eingeschätzt, wobei speziell angefertigte Referenzbilder in verschiedenen Portionsgrößen zur Hilfe genommen wurden. Die Bewertung erfolgte auf Basis des Punktesystems *Meal IQ*, das eigens für diese Zwecke entwickelt wurde (SABINSKY ET AL. 2012). Berechnungen zur Validität zeigten eine hohe Korrelation der Punkteverteilung zwischen gewogenen und geschätzten Werten. Die *Inter-Rater-Reliabilität* war zufriedenstellend. Die Einschätzung standardisierter Fotos von Schulbrot durch Fachkräfte ist eine valide Methode zur Bewertung von deren ernährungsphysiologischer Qualität.

Die Präferenzen von Kindern und Jugendlichen *selbst* bezüglich eines Instrumentes zur *eigenständigen* Verzehrdokumentation wollten BOUSHEY ET AL. (2009) herausfinden. Die Probanden (11 – 15 J.) verbrachten dazu zwei Wochen in einer Forschungseinrichtung,

wo ihnen alle Lebensmittel und Getränke gestellt wurden. Sie nahmen an verschiedenen Verzehrerhebungen mithilfe folgender Instrumente teil: 24hR, 6-Tage-Ernährungsprotokoll, PDA mit Drop-Down-Menü, PDA mit Suchfunktion, PDA mit Kamera und Kamera mit Notizheft. Der 24hR kam bei vielen Kindern nicht gut an („*langweilig*“, „*sehr mühsam*“). Auch das schriftliche Ernährungsprotokoll wurde u. a. als „*aufwendig*“ bezeichnet. Das PDA-Protokoll kam besser an als das Interview, u. a. weil es als viel einfacher beschrieben wurde. Allerdings gab es dabei teilweise Probleme, Lebensmittel zu finden oder richtig zuzuordnen. Das Benutzen einer Kamera wurde mit „*viel einfacher*“, „*spaßig*“, „*es gab nichts, was mir daran nicht gefallen hat*“ und „*einfach auf dem Knopf drücken*“ kommentiert. 77 % der Probanden machten sogar länger als den geforderten einen Tag Fotos von ihrem Essen. Insgesamt war das Ernährungsprotokoll am wenigsten beliebt und die fotografische Methode wurde von 100 % als die präferierte angegeben.

Das *mpFR* (*mobile telephone Food Record*) (auch *mFR* oder *mdFR*), ein Instrument für die fotografische Verzehrerfassung mit Smartphones, wird u. a. an der *Purdue University*, im Rahmen des Projektes *TADA* (*Technology Assisted Dietary Assessment*) entwickelt. Es wurde mit Kindern und Jugendlichen zunächst hinsichtlich seiner Praktikabilität getestet (SIX ET AL. 2010). Dafür wendeten junge Probanden (11 – 18 J.) die fotografische Methode an ein bis zwei Tagen *selbständig* an, um ihren Verzehr von vorgefertigten Mahlzeiten und Resten zu dokumentieren. Davor erhielten sie detaillierte Instruktionen zur Durchführung. Die Mehrheit der Teilnehmer war in der Lage, Bilder zu machen, die alle Lebensmittel und Getränke enthielten sowie eine Schablone im Bild zu integrieren. In der ersten Situation musste ein signifikant größerer Teil der Probanden mehrere Fotos machen, um ein passendes zu bekommen, als in der darauf folgenden (42 % bzw. 22 %). Generell bestätigte die Mehrheit aller Kinder und Jugendlichen, dass die Methode einfach zu handhaben sei. Es wurde jedoch festgestellt, dass es teilweise schwierig war, daran zu denken, Mahlzeiten zu fotografieren und noch schwieriger, an Snacks zu denken. Nach einer zusätzlichen Trainingssituation, in der es speziell um das Fotografieren in Snack-Situationen ging, sank jedoch die Anzahl der Probanden, die damit Probleme hatte. Zusätzliches Training oder Erfahrung mit dem Instrument können die Ergebnisse somit verbessern.

HIGGINS ET AL. (2009) ließen erstmals Kinder selbstständig – aber mit Unterstützung ihrer Eltern – ein komplettes 3-Tage-Fotoprotokoll unter *Alltagsbedingungen* anfertigen. Die Probanden (10 – 16 J.) bekamen genau abgewogenes Essen und Getränke für drei Tage mit nach Hause. Teilnehmer und Eltern erhielten weiterhin ein Schätzprotokoll-Heft, eine Einwegkamera sowie genaue Instruktionen, wie beides zu benutzen ist. Die verzehrten Mengen wurden von zwei unabhängigen Auswertern eingeschätzt. Die Probanden machten durchschnittlich 30 Fotos an den drei Tagen. Es gab keine Unter-

schiede zwischen dem schriftlichen und dem fotografischen Verzehrprotokoll im Hinblick auf die Zufuhr verschiedener Makro- und Mikronährstoffe. Die Inter-Rater-Reliabilität war hoch (ICC = 0,72 – 0,92). Die deutliche Mehrheit der Kinder und Eltern stellte fest, dass die fotografische Methode schneller und einfacher in der Durchführung sei als die schriftliche und würde sie bevorzugen. Wer genau die Fotos gemacht hat – ob Kinder oder Eltern – ist allerdings unklar.

Auch MATTHIESSEN ET AL. (2011) entwickelten eine fotografische Methode, *DIFR (Digital Image-Based Food Record)*. Kinder (9 – 12 J.) sollten damit eine Woche lang zuhause abends ihren Verzehr dokumentieren. Zu Beginn der Studie wurde mit jedem Teilnehmer und dessen Eltern ein 24hR zur Validierung durchgeführt, es gab genaue Instruktionen sowie eine Demonstration der Durchführung. In einem Notizbuch sollten zusätzlich Informationen über *alle* verzehrten Lebensmittel festgehalten werden, um den Auswertern die Identifikation zu erleichtern. Die Einschätzung erfolgte durch zwei unabhängige Fachkräfte. Die Portionsgrößen wurden als relative Anteile von Referenzportionen angegeben und die Auswertung erfolgte nach Lebensmittelgruppen und ihrer Einteilung in eine Lebensmittelpyramide. 18 % der Teilnehmer vergaßen an einem der Tage Fotos zu machen. Ein häufiger Grund war, dass auswärts gegessen und die Kamera vergessen wurde. Die Zusammenhänge waren im Schnitt für alle Lebensmittelgruppen signifikant. Auch bei einzelnen Lebensmittelgruppen gab es kaum Unterschiede. Die Inter-Rater-Reliabilität war gut (ICC = 0,64 – 0,93). Die fotografische Methode gefiel allen Teilnehmern am besten. *DIFR* ist folglich als Methode zur *qualitativen* Beurteilung der Zufuhr bestimmter Lebensmittelgruppen bei Kindern geeignet. Auch in dieser Studie stand jedoch nicht fest, ob die Kinder selbstständig oder mit Unterstützung der Eltern fotografiert haben.

Automatische Bildauswertung

„The ‘holy grail’ in dietary assessment would be to have one or more methods that minimise human effort, time, and cost to both collect dietary data, and transform that information into accurate intake estimates. The image processing technologies offer great promise for the future. Pictures, however, can also induce errors [...]“ (ADAMSON UND BARANOWSKI 2014).

Seit einigen Jahren gibt es im Hinblick auf Ernährungserhebungen mit Lebensmittelfotos Forschungsvorhaben zur automatischen Auswertung solcher Bilder. Das soll die Bewertung erhobener Daten wesentlich beschleunigen, sie kostengünstiger machen und Fehler durch falsche Einschätzungen verhindern. Zur automatischen Bestimmung der Nahrungs- bzw. Nährstoffzufuhr muss einerseits das Lebensmittel im Bild erkannt und korrekt identifiziert und andererseits die jeweilige Menge richtig berechnet wer-

den. Es gibt verschiedene Studien zur Untersuchung der Durchführbarkeit solcher Methoden. Sie liefern vielversprechende Ansätze, jedoch existieren auch Fehlerquellen, etwa bei der Identifikation von Lebensmitteln. Eine Kombination aus automatischer Bildauswertung und menschlichem Input zur Kontrolle ist somit noch notwendig.

MARTIN ET AL. (2009a) beschrieben einen ersten Ansatz zur automatischen Auswertung von Daten, die mit der *RFPM* (s. o.) gesammelt wurden. Das System basiert auf der automatischen Erkennung einer Referenz-Schablone, der Identifizierung der einzelnen Lebensmittel und der Bestimmung der jeweiligen Menge. Die Auswertung basiert auf einer sehr hohen Bildqualität. Die Identifizierung der Lebensmittel erfolgte bislang über die Farbgebung, soll in weiteren Versuchen aber um die Bestimmung der Textur erweitert werden um eine höhere Erkennungsrate zu erreichen. Die Bestimmung der Menge erfolgte proportional zur Größe der Schablone. Diese zweidimensionale Berechnung ist bei vielen Lebensmitteln jedoch unzureichend weswegen eine dreidimensionale Berechnung der relevanten Areale entwickelt wird um die Auswertung zu präzisieren (DIBIANO ET AL. 2013, WOO ET AL. 2010).

Das Vorhaben der *TADA*-Forschungsgruppe (s. o.) ist, das Instrument *mpFR/mFR/mdFR* so weiter zu entwickeln, dass der Verzehr automatisch analysiert werden kann (MARIAPPAN ET AL. 2009, SCHAP ET AL. 2014, ZHU ET AL. 2008, 2010). Das Ziel ist, jeweils aus nur einem Bild die verzehrten Lebensmittel korrekt zu identifizieren und quantifizieren. Dabei soll die Probandenbelastung möglichst gering sein. Das Instrument soll die Umrisse jedes im Bild enthaltenen Lebensmittels oder Getränks bestimmen, es anhand einer Datenbank mit Referenzbildern identifizieren und die Menge, sowie Energie- und Nährstoffzufuhr automatisch berechnen. Essentiell für eine korrekte Identifizierung ist, dass immer eine spezielle Schablone mit im Bild platziert wird. Nachdem der Proband ein Bild an den Server gesendet hat und es automatisch identifiziert und quantifiziert wurde, werden diese Informationen an den Probanden zurückgesendet, der sie dann bestätigen oder ggf. Adjustierungen vornehmen kann und das Bild wieder an den Server zurücksenden muss (s. Abb. 8). Erste Auswertungen zeigten, dass eine automatische Identifizierung der Lebensmittelfotos relativ genau ist. Die Rate der richtig identifizierten Lebensmittel ist umso höher, je mehr passende Referenzbilder in der Datenbank sind (ZHU ET AL. 2010). In einer weiteren Studie wurden die Ergebnisse der automatischen Auswertung mit gewogenen Werten verglichen (LEE ET AL. 2012). Die *mpFR*-Methode überschätzte das Gewicht von vielen Lebensmitteln und somit die daraus berechnete Energiezufuhr zum Teil erheblich (*mpFR*: 3588 ± 180 kcal; gewogen: 2723 ± 51 kcal). Die berechneten Mengen lagen zwischen 89 % und 461 % der gewogenen. Für Alltagsbedingungen ist die automatische Auswertung somit noch nicht hinreichend valide. Ziel der Projektgruppe ist, die automatische Klassifizierung der Lebensmittel und die Auswertung von Volumen und Gewicht genauer zu machen (CHAE ET AL. 2011,

ZHU ET AL. 2015). Mit einem Instrument wie dem *mpFR* könnte, wenn es optimiert worden ist, die Belastung sowohl für die Probanden *als auch* für das Studienpersonal verringert werden.

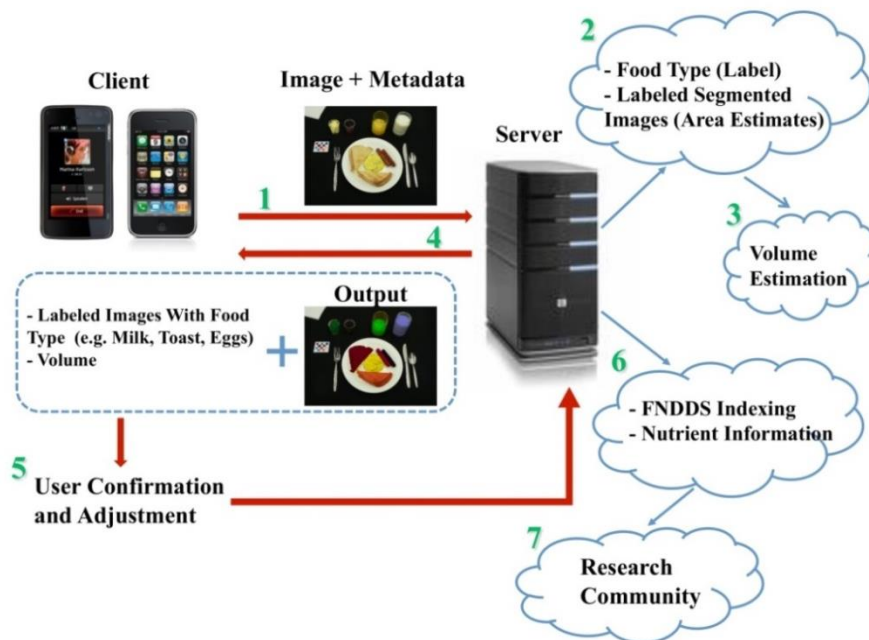


Abbildung 8: Überblick zum Aufbau und Ablauf der Methode *mpFR/mFR/mdFR*

Quelle: BOUSHEY ET AL. 2011

FIVR (Food Intake Visual and voice Recognizer) (PURI ET AL. 2009, WEISS ET AL. 2010) wurde ebenfalls entwickelt, um die Genauigkeit von Erhebungen zu verbessern und die Probandenbelastung zu verringern. Teilnehmer müssen dabei mithilfe eines Mobiltelefons drei Fotos aus verschiedenen Blickwinkeln machen und mündlich festhalten, was sie gegessen haben. Eine Software bestimmt automatisch die Menge und Art der Lebensmittel unterstützt durch eine Worterkennung. Die korrekte Identifizierung ist auf Bilder hoher Qualität angewiesen sowie eine immer gleiche Entfernung zum Lebensmittel bei allen drei Fotos. Die Datenbank bestand 2010 aus 150 Lebensmitteln, die identifiziert werden konnten, und soll laufend erweitert werden. KONG UND TAN (2012) entwickeln mit *DietCam* ein Programm für Mobiltelefone, das automatisch den Energiegehalt der verzehrten Lebensmittel bestimmen soll. Zielgruppe sind Menschen mit Übergewicht oder Adipositas. Für die Bestimmung müssen vom Probanden wahlweise drei Fotos aus unterschiedlichen Winkeln oder ein Video gemacht werden. Der Kaloriengehalt wird automatisch auf einem Server berechnet. Die fotografierten Komponenten werden Referenzbildern mit den meisten Gemeinsamkeiten zugeordnet und die Menge wird mithilfe von 3D-Remodellierung der Lebensmittel bestimmt. Die Resultate werden den Teilnehmern sofort zur Verfügung gestellt und können helfen, die Ernährung im Hinblick auf die Energiezufuhr bewusster zu gestalten. Ergebnisse von

Testläufen zeigten, dass die Abweichung bei den Mengen max. $\pm 20\%$ beträgt. Fehler können bei der Auswertung von zubereiteten Gerichten auftreten, da diese sehr divers in ihren Zutaten und der Energiedichte sein können.

Vor- und Nachteile

Die Vorteile von fotografischen Ernährungserhebungen sind vielfältig. Es ist eine sehr schnelle Dokumentation des Verzehrs möglich und die Instrumente sind nicht von der Erinnerung der Probanden an den vergangenen Verzehr abhängig. Es sind keine Lese- und Schreibfähigkeiten vorausgesetzt. Die Probandenbelastung kann so, im Vergleich zu anderen Protokollmethoden, deutlich verringert werden. Die Methoden sind für viele Bevölkerungsschichten geeignet, v. a. für Kinder und Jugendliche, die Studienergebnissen zufolge sogar Spaß an einer solchen Erhebung haben. Bei fotografischen Methoden, die auf Mobiltelefonen mit Kamera bzw. Smartphones basieren, sind als Vorteile weiterhin die steigende Geräteverfügbarkeit und die steigende Kompetenz im Umgang mit diesen zu nennen. Auch hier ist zu erwähnen, dass besonders Jugendliche – die *Digital Natives* – zumeist sehr sicher im Umgang mit dieser Technologie sind. Auch ist die Qualität der integrierten Kameras mit den Jahren immer besser geworden, was eine schnelle Erhebung qualitativ hochwertiger Daten erlaubt. Ein direktes Feedback für die Probanden ist möglich, wenn dies z. B. zu Interventionszwecken erwünscht ist. Es können standardisierte oder personalisierte Erinnerungen eingerichtet werden, damit die Dokumentation nicht vergessen wird. Technologien, die automatische Bilderkennung und -auswertung unterstützen, können in Zukunft auch die Belastung der Auswerter verringern und genauere und schnellere Ergebnisse liefern sowie die Personalkosten bei groß angelegten Studien senken. Technischer Fortschritt erlaubt weiterhin die Entwicklung immer kleinerer Geräte – wie z. B. des *eButton* (LABORATORY FOR COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE 2011) – die unauffällig Fotos machen können und erlaubt so eine sehr diskrete Datenerhebung. *Nachteile* können sein, dass ein intensives Training der Teilnehmer nötig ist, um qualitativ hochwertige Bilder zu bekommen. Besonders wichtig ist die Qualität bei einer automatischen Auswertung der Bilder. Eine genaue Auswertung der Foto-Daten auf Nährstoffebene bedarf aktuell noch geschulter Fachkräfte und ausreichend Zeit. Die Verantwortung bzw. Belastung wird in diesen Fällen also nur von den Probanden an die Auswerter abgegeben. Programme zur automatischen Auswertung existieren, weitere Entwicklungen in diesem Bereich sind aber notwendig, damit v. a. unter Alltagsbedingungen gewährleistet ist, dass alle Lebensmittel einwandfrei identifiziert und quantifiziert werden können. Abschließend ist zu erwähnen, dass bei fotobasierten Methoden, wie auch bei anderen selbstverantwortlich durchgeführten Instrumenten, Verzerrungen der Ergebnisse, z. B. durch Underreporting nicht auszuschließen sind (s. Tab. 4, S. 56 f.).

2.4.6 Basis Apps

„Evidence of the effectiveness of mobile phone–based health applications is beginning to emerge“ (PATRICK ET AL. 2008).

Self-Tracking wird immer beliebter. Es bezeichnet das selbstständige und freiwillige Messen bzw. Dokumentieren verschiedenster Parameter mithilfe von Apps oder dazu passenden Gimmicks, wie Smart Watches, Fitness-Armbändern oder Ringen, die Aktivitäts- und Schlafenszeiten überwachen. Dokumentiert werden kann nicht nur die Ernährung, sondern jede beliebige Zielvariable: vom Bereich Gesundheit bis hin zu Erfolgen in der Partnerschaft (JÄCKEL 2011, MAID-KOHNERT 2013). Ein Beispiel für die steigende Beliebtheit des Self-Tracking ist die Bewegung *Quantified Self*, mit dem Motto „*self knowledge trough numbers*“ (CONVERSIO VENTURE UG 2015, QUANTIFIED SELF LABS 2015). Sie existiert seit 2007 in den USA. Inzwischen gibt es ein weltweites Netzwerk aus Anbietern von Geräten und Software sowie den über 30.000 Anwendern. Gemessen werden von diesen neben der Nahrungszufuhr auch Aktivitäten in verwandten Bereichen, wie *energy, fitness, food, lifestyle, mood, sleep* und *medicine*.

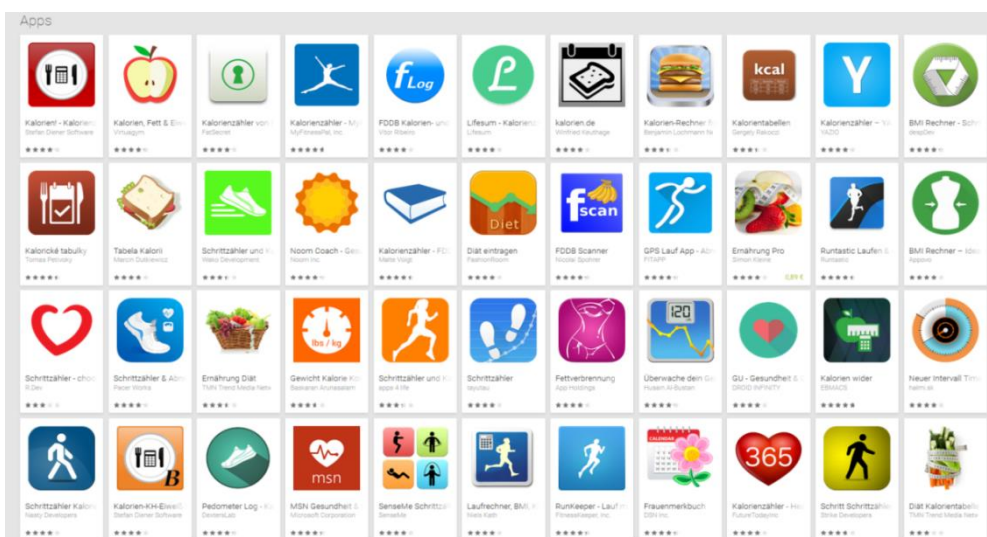


Abbildung 9: Screenshot von "Google Play" mit dem Ergebnis der Suche nach Apps mit dem Schlagwort "Kalorien"

Quelle: GOOGLE INC. 2015

Die steigende Verfügbarkeit von Smartphones mit günstigen, mobilen Internet-Flatrates eröffnet diverse neue Möglichkeiten, den Verzehr und damit verbundene Parameter kostenlos und unkompliziert zu dokumentieren und daraufhin auswerten zu lassen. Im Folgenden werden zunächst einige der zahlreichen offen zugänglichen und danach auch im wissenschaftlichen Rahmen getestete Anwendungen vorgestellt. Apps für die Erfassung und Bewertung der individuellen Ernährung sind zahlreich (s. Abb. 9). Sie basieren dabei oft auf dem Ziel der Anwender, abzunehmen oder ihr Gewicht zu halten und werden deswegen meist selbstständig motiviert angewendet.

Erwachsene

Auf Fotos basierende Apps sind z. B. *What I ate* (o. V. 2013) oder *Smart Diet Tracker* (o. V. 2014). Nutzer sollen dabei schnell und unkompliziert Fotos von ihren täglichen Mahlzeiten machen. Diese Anwendungen versprechen durch eine einfache Übersicht der Fotos ein gesteigertes Bewusstsein für die tägliche Nahrungsaufnahme und eine Möglichkeit zur Abnahme – angeblich ohne Kalorien zu zählen.

Mit *Lose It!* (FITNow 2015) kann der Anwender seine tägliche Ernährung dokumentieren indem er aus einer großen, fotogestützten Datenbank Lebensmittel auswählt. Zusätzlich können sportliche Aktivitäten und verschiedene persönliche Ziele, hinsichtlich Körpergewicht, Blutdruckwerten, Schlaf etc. eingegeben werden. Auch gibt es einen integrierten Barcode-Scanner, der verzehrte Markenlebensmittel erkennen kann. *Kalorien!* (DIENER 2015) ist eine weitere App, bei der zu Beginn Körpergröße und -gewicht, Alter und Geschlecht der Anwender festgehalten werden. Auf Basis dieser Daten wird festgestellt, wie viel Kalorien und Nährstoffe täglich aufgenommen werden sollten. Zur täglichen Verzehrdokumentation können dann konsumierte Speisen und Getränke aus einer Datenbank ausgewählt werden. Die Mengen müssen mithilfe hinterlegter Standard-Portionsgrößen von den Nutzern selbst eingeschätzt werden. Anhand der berechneten Daten vergleicht das Programm die aufgenommene mit der benötigten Menge jedes Nährstoffs und die Nutzer können, je nach individuellem Ziel, ihre Ernährung dementsprechend anpassen. Für Diabetiker können auch Broteinheiten angezeigt werden. Weitere Apps zum Zählen von Kalorien und Nährstoffen sind: *Kalorien Check*, *Kalorien, Fett & Eiweißzähler* oder *Kalorien- und FoodLogger*.

Bei der App *Was ich esse* des *aid infodienst* kann der Nutzer aus über 700 Lebensmitteln das von ihm verzehrte auswählen. Die App zeigt umgehend an, in welchen Bereich der *aid*-Lebensmittelpyramide dieses eingeordnet wird. In der Übersicht kann die Pyramide für den laufenden Tag oder die der ganzen Woche eingesehen werden, in der dargestellt ist, wie viele Portionen der verschiedenen Stufen bereits verzehrt wurden. Es kann also überprüft werden, ob die eigene Ernährung an dem Tag bzw. in der Woche eher gesundheitsförderlich war oder nicht. Je nachdem ob die Nutzer spezielle Ziele haben, beispielsweise überdurchschnittlich viele Portionen Gemüse am Tag zu verzehren oder besonders wenig Fette und Süßwaren, kann die App angepasst werden. Es gibt auch Erinnerungsfunktionen, die z. B. auf eine hinreichende Wasserzufuhr aufmerksam machen (AID 2014, RÖWE 2015). Weiterhin gibt es Anwendungen, mit denen der Nutzer z. B. gezielt seinen täglichen Wasserkonsum messen und sich ebenfalls an regelmäßiges Trinken erinnern lassen kann, wie *Aqualert* oder *Hydro Coach*. Außerdem solche, die den täglichen Alkohol- oder Kaffeekonsum messen und bewerten, wie *AlkoholTracker* oder *Coffee Counter*.

Die kostenpflichtige App *Oviva* (49,- bis 99,- €/Monat) arbeitet mit ausgebildeten Ernährungsberatern. Das Angebot richtet sich an Erwachsene und Kinder. Nach der Anmeldung wird jedem Nutzer ein persönlicher Ernährungscoach zugewiesen und mit diesem werden persönliche Ziele vereinbart. Daraufhin ist es die Aufgabe des Nutzers, von seinem Essen Fotos zu machen und diese an den Coach zu senden. Dieser gibt dazu Feedback – je nach gebuchter Preiskategorie drei oder fünf Mal wöchentlich – und kann auch alternative Lebensmittel oder Rezepte vorschlagen. Es können Fragen per Kurznachricht gestellt werden und im sogenannten „Premium-Programm“ stehen die Coaches auch 30 Minuten in der Woche telefonisch zur Verfügung (OVIVA AG 2015).

Eine Smartphone-App, die im *wissenschaftlichen* Rahmen getestet wurde, ist *PmEB (Patient-Centered Assessment and Counseling Mobile Energy Balance)* (TSAI ET AL. 2007). Sie richtet sich an übergewichtige und adipöse Probanden, die einen Überblick über ihre tägliche Energiebilanz bekommen sollen, indem sie körperliche Aktivität und Lebensmittelverzehr dokumentieren. Die Probanden erhalten direkt nach der Eingabe einen Überblick zur aktuellen Tagesbilanz und ggf. persönlichen Zielen. Ein Vergleich mit einer schriftlichen Dokumentationsmethode ergab eine hohe Zufriedenheit mit der digitalen Methode. Sie ist somit brauchbar für eine selbstbestimmte Überwachung der persönlichen Energiebilanz. ROLLO ET AL. (2011) testeten *Nutricam*, eine App, die die Nahrungszufuhr anhand von Fotos und Tonaufnahmen auswerten soll. Erwachsene mit Diabetes Typ 2 sollten für drei Tage alle Lebensmittel und Getränke fotografieren und mündlich beschreiben. Im Vergleich zu einem Schätzprotokoll wurde die Energiezufuhr mit *Nutricam* signifikant unterschätzt. Am häufigsten vergessen wurden Getränke und Snacks. Die Probanden fanden die App leicht in der Anwendung und schneller als das Schätzprotokoll und die Mehrheit bevorzugte *Nutricam*. Fazit der Studie ist, dass diese App vielversprechend für eine einfache Dokumentation der Energiezufuhr ist aber hinsichtlich der Genauigkeit verbessert werden muss.

Im Rahmen des wissenschaftlichen Programms *Connecting Health and Technology (CHAT)* der TADA-Projektgruppe wurde die *mpFR*-Methode (SIX ET AL. 2010) (s. o.), als Basis für eine App genutzt, um den Obst- und Gemüseverzehr von jungen Erwachsenen mithilfe von Lebensmittelfotos zu erfassen und ggf. durch personalisierte Nachrichten zu verbessern (KERR ET AL. 2012). Die Ergebnisse zur Durchführbarkeit und Zufriedenheit mit der App sind noch nicht veröffentlicht (Stand Nov. 2015). Eine Erhebungsmethode, die anhand von Lebensmittelfotos die generelle Qualität der Ernährung feststellen soll wird von HARRAY ET AL. (2015) vorgestellt. Sie basiert ebenfalls auf der *CHAT*-App. Die Bilder werden auf Grundlage eines eigens dafür entwickelten *Healthy and Sustainable Diet Index* bewertet. Dieser erfasst beispielsweise Obst und Gemüse, Milchprodukte, verschiedene Fleischarten sowie hochverarbeitete, energiedichte Produkte. Die App

wird mit Erwachsenen hinsichtlich der Validität und Reliabilität getestet. Ergebnisse sind ebenfalls noch nicht veröffentlicht (Stand Nov. 2015).

Ein aktuelles Projekt der Europäischen Kommission ist *GoCARB* (ANTHIMOPOULOS ET AL. 2015, 2014). Das Ziel ist es, Menschen mit Diabetes durch eine App die Einschätzung der aufgenommenen Menge an Kohlenhydraten (KH) zu erleichtern und so die benötigte Dosis an Bolus-Insulin adäquat einzustellen. Die Anwendung soll aus zwei Fotos von der jeweiligen Mahlzeit automatisch die aufgenommene Menge an KH bestimmen und dem Nutzer ein direktes Feedback geben. Erste Testläufe im Labor zeigten eine durchschnittliche Abweichung von $\pm 10\%$ bei der berechneten KH-Menge. Weitere Forschung ist notwendig bevor die App veröffentlicht wird, um die Berechnung verschiedener Mahlzeiten – auch unter *free-living* Bedingungen – zu bewerten und zu optimieren. Nur so könne ein sicherer Umgang mit der Krankheit gewährleistet werden.

Kinder und Jugendliche

Für Kinder gibt es weniger kommerzielle Angebote zu Ernährungsdokumentationen im App-Bereich. Eines ist *Smash! Fit for Kids*. Mit dieser App können Kinder oder Erwachsene, die täglich aufgenommenen Kalorien sowie sportliche Aktivität dokumentieren. Daraus kann der durchschnittliche individuelle Tagesbedarf berechnet werden. Er steigt an, wenn eine körperliche Aktivität dokumentiert wird. Der angezeigte Restbedarf sinkt, wenn verzehrte Lebensmittel eingegeben werden, so dass es einen direkten Überblick über die Tages-Energiebilanz gibt (SMASHFIT4KIDS 2015).

Im Rahmen des *TADA*-Projektes (s. o.) wollten BOUSHEY ET AL. (2015) herausfinden, wie motiviert Jugendliche (11 – 15 J.) sind, ihren täglichen Verzehr mithilfe einer App fotografisch zu dokumentieren. Mit der *Mobile Food Record (mFR)-App* sollten diese im Rahmen eines Sommer-Camps an zwei Tagen ohne Hilfe von Betreuungspersonen Essen und Getränke fotografieren. Die Ergebnisse zeigten, dass Mädchen signifikant mehr Fotos machten als Jungen und insgesamt häufiger Fotos vom Frühstück (90 %) und Mittagessen (90 %) als von Nachmittagssnacks und Abendbrot (54 % bzw. 40 %) gemacht wurden. Auf die Frage, was die App besser machen bzw. die Motivation steigern könnte, antworteten die Kinder, dass sie sich über Belohnungen (digital oder real) sowie über ein persönliches Feedback gefreut hätten und dass Erinnerungen hilfreich gewesen wären. Auch wird vermutet, dass die Integration von kleinen Spielen die App interessanter für Kinder und Jugendliche machen würde. In der gleichen Projektgruppe wurde von AFLAGUE ET AL. (2015) das Instrument mit 3- bis 10-Jährigen getestet. Die Teilnehmer sollten demonstrieren, ob sie selbstständig in der Lage sind, ein auswertbares Bilderpaar zu machen, sorgsam mit dem bereitgestellten Gerät umzugehen und ob sie es schaffen, an zwei aufeinanderfolgenden Tagen alle Lebensmittel und Getränke zu dokumentieren. Die meisten schafften es ein Bilderpaar zu machen, alle gaben

das Gerät unbeschädigt zurück und die Mehrheit war sehr zufrieden mit der einfachen Handhabung und würde das Instrument nochmal anwenden. Im Schnitt wurden allerdings nur sechs Fotos pro Erhebungszeitraum gemacht. Weitere Studien zur selbstständigen Nutzung der App bei Kindern dieser Altersgruppe sind somit notwendig.

Mit *FRapp (Food Record App)* entwickeln CASPERSON ET AL. (2015) eine App, die junge Teilnehmer durch den Dokumentationsprozess leitet. Die Zugänglichkeit bzw. Anwendbarkeit wurde mit Jugendlichen (11 – 14 J.) getestet, die diese drei bis sieben Tage unter Alltagsbedingungen und ohne Hilfe Erwachsener anwenden sollten. Weniger als die Hälfte war in der Lage, den Anweisungen genau zu folgen (ein Foto vor und nach dem Essen, Schablone im Bild, Beschriftung der Lebensmittel, Dokumentation an zwei Wochentagen und einem Wochenendtag). Durchschnittlich wurden 3,2 Tage mit 2,2 Mahlzeiten am Tag dokumentiert. Nutzerfreundlichere Bedienoberflächen könnten die Datenerhebung verbessern. Weitere Neuerungen wären automatische Erinnerungen, die gleichzeitig noch einmal auf die korrekte Durchführung hinweisen könnten.

Vor- und Nachteile

Ein *Vorteil* der Ernährungserhebung mit Apps ist die überwiegende Eigenmotivation der Teilnehmer. Die Technik ist zudem, bei Besitz eines eigenen Smartphones, immer verfügbar und macht eine einfache und schnelle Erhebung unter Alltagsbedingungen möglich. So können viele Daten zu Ernährungs- und Gesundheitsverhalten gesammelt werden. Die Anwendungen lassen sich meist intuitiv bedienen. Kinder sind eventuell motivierter, ihre Ernährung selbstständig zu dokumentieren, wenn Apps ansprechend und zielgruppenorientiert gestaltet sind, als bei klassischen Methoden und können ihren Verzehr besser selbstständig erfassen. Das Integrieren von Spielen, Erinnerungsfunktionen oder virtuellen Belohnungen kann Nutzer aller Altersgruppen zusätzlich motivieren. *Nachteilig* ist, dass der wissenschaftliche Anspruch bei vielen frei verfügbaren Apps oft nicht gegeben ist. Im Vordergrund stehen oft kommerzielle Interessen, so sind viele Zusatzfunktionen bei Apps kostenpflichtig. Es besteht darüber hinaus auch die Gefahr, dass persönliche Daten und Ergebnisse von Betreibern gesammelt werden und eventuell auch an Dritte weitergegeben werden. Es gibt keine ausführliche Einführung in die Methodik durch geschulte Fachkräfte, sondern die Nutzer beschäftigen sich, wenn überhaupt, eigenverantwortlich damit. Das kann zu sehr ungenauen Ergebnissen führen. Außerdem gibt es oft keine Daten zur Zufriedenheit oder zu eventuellen Problemen mit den einzelnen Apps. Die Ausnahme bilden einige o. g. wissenschaftliche Studien. Weiterhin kann es auch bei diesen Methoden Probleme bei der genauen Portionsgrößenbestimmung geben, da in vielen Apps nur Durchschnittsportionen hinterlegt sind und bei den meisten automatisch auswertenden Instrumenten keine Kontrolle der Plausibilität von Mengenangaben durchgeführt wird. So kann es sein, dass die

Nutzer falsche Angaben über ihren Verzehr bekommen. Da es bei vielen Smartphone-Anwendungen um Gesundheit, Fitness oder direkt ums Abnehmen geht, ist der Anspruch eher der einer Prävention bzw. einer Intervention (PELLEGRINI ET AL. 2015) als der einer genauen Erhebung des *üblichen* Ernährungsverhaltens (s. Tab 4, S. 56 f.).

Tabelle 4 (S. 56 f.) zeigt die Vor- und Nachteile der verschiedenen neuartigen Ernährungserhebungsmethoden im Vergleich zu klassischen, direkten Methoden. Teilweise gibt es ähnliche Nachteile, wie beispielsweise die Anfälligkeit für Under- bzw. Overreporting. Ein gemeinsamer Vorteil aller hier aufgeführten neuartigen Erhebungsmethoden ist jedoch eine potentiell erhöhte Motivation bzw. Akzeptanz der Teilnehmer.

Tabelle 5 (S. 58 ff.) zeigt die wichtigsten, von 1983 bis jetzt (November 2015) veröffentlichten Arbeiten zu Erhebungsmethoden auf Grundlage von Lebensmittelfotos. Aufgeführt sind die Studien chronologisch sowie gruppiert nach

- a) ersten Forschungsansätzen,
- b) Methoden, bei denen Fotos nicht von Probanden selbst gemacht wurden,
- c) Methoden, bei denen erwachsene Probanden die Fotos selbst machten
- d) Methoden, bei denen Kinder/Jugendliche die Fotos selbst machten,
- e) Studien, die Ergebnisse zu automatischer Bildauswertung vorstellen.

Untersuchungsgegenstand, Methodik, Technologie, Teilnehmer, Ergebnisse sowie eventuelle Stärken oder Limitationen des Studiendesigns werden zusammenfassend dargestellt. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf eine vollständige Darstellung *aller* themenverwandten Studien, sondern beschränkt sich auf von anderen Autoren häufig zitierte Arbeiten und solche, die für die Entwicklung und Evaluation der Methode in der vorliegenden Arbeit von Bedeutung waren. Reviews sowie Studien, die sich auf die Entwicklung von fotografischen Methoden zur Intervention (z. B. Umstellung des Verzehrverhaltens) beziehen, sind nicht aufgeführt.

Tabelle 4: Übersicht zu Vor- und Nachteilen neuartiger Erhebungsmethoden im Vergleich zu klassischen Methoden

	Vorteile	Nachteile
PDA	<ul style="list-style-type: none"> – Erhebung in Echtzeit, d. h. keine Erinnerungsleistung vorausgesetzt – weitgehende Zufriedenheit der Probanden – Möglichkeit, terminierte Erinnerungen zu senden – Art der Einträge ist standardisiert – Energie- und Nährstoffberechnung kann automatisch erfolgen – Portionsgrößeneinschätzung kann durch Beispielfotos erleichtert werden oder durch Fotos an die geschulten Auswerter delegiert werden – direktes Feedback möglich – höhere Motivation der Probanden als z. B. bei Ernährungsprotokoll 	<ul style="list-style-type: none"> – intensive Schulung der Probanden erforderlich – problematisch bei älteren bzw. jüngeren Teilnehmern – Anpassung der Datenbank an Wissensstand der Zielgruppe notwendig – Eingabe pro Mahlzeit teilweise sehr zeitaufwendig – bei Portionsgrößeneinschätzung durch Probanden fehlerhafte Berechnungen der Energie- und Nährstoffzufuhr möglich – teuer in Anschaffung, Kosten limitieren ggf. Größe des Studienkollektivs – limitierte Lebensmittelauswahl kann zu verzerrten Ergebnissen führen – wie klassisches Ernährungsprotokoll auch, anfällig für Underreporting bzw. –eating
Computer (24h-Recall / FFQ)	<ul style="list-style-type: none"> – selbstständige Dokumentation in eigenem Tempo möglich – steigende Geräteverfügbarkeit (Computer/Laptop) und Kompetenzen – sowohl von zuhause aus, als auch in Schule oder Arztpraxis möglich – Energie- und Nährstoffberechnung kann automatisch erfolgen – Kann Zeit und Personal und somit Kosten einsparen – keine Beeinflussung durch Interviewer – computergestützte Erhebung teilweise schneller als durch Interviewer – standardisierte Erhebung kann Verzerrung verringern – direktes Feedback möglich – wiederholte Messungen ohne großen Aufwand möglich – Motivation kann höher sein, als bei anderen Methoden, besonders bei Kindern und Jugendlichen 	<ul style="list-style-type: none"> – Angaben können leichter vergessen werden, als bei Interview-geleiteten Erhebungen – ältere bzw. jüngere Teilnehmern sind nicht in der Lage, Computer sachgerecht zu bedienen, Hilfe von Bezugspersonen oder Studienpersonal nötig – Die Validierung vieler Instrumente ist nicht ausreichend, was eine Übertragbarkeit der Ergebnisse einschränkt – Besonders Instrumente auf Basis FFQ liefern, wie die klassischen Fragebögen auch, oft ungenaue Ergebnisse – oft lediglich qualitative oder sehr spezielle Bewertung des Verzehrs nötig – auch auf 24hR basierende Programme lassen teilweise nur semiquantitative Aussagen auf Gruppenebene zu

	Vorteile	Nachteile
Fotos	<ul style="list-style-type: none"> – schnellere Dokumentation des Verzehrs als bei Wiegeprotokollen – keine Lese- und Schreibfähigkeit vorausgesetzt – für viele Bevölkerungsschichten geeignet – Probandenbelastung kann deutlich verringert werden – steigende Geräteverfügbarkeit (Digitalkameras/Smartphones) und Kompetenzen, bes. bei Kindern und Jugendlichen – Qualität integrierter Kameras immer besser – direktes Feedback möglich – standardisierte oder personalisierte Erinnerungen möglich – automatische Bilderkennung und -auswertung kann in Zukunft auch Belastung der Auswerter verringern und Personalkosten senken – Entwicklung immer kleinerer Geräte möglich (diskrete Datenerhebung) – erhöhte Motivation und Zufriedenheit der Teilnehmer 	<ul style="list-style-type: none"> – Training der Teilnehmer nötig für qualitativ hochwertige Bilder (bes. bei automatischer Auswertung der Bilder) – Auswertung der Bilder bedarf geschulter Fachkräfte und viel Zeit – Die Verantwortung wird also eher von Probanden an Auswerter abgegeben – Im Bereich automatischer Bildauswertung erhöhter Forschungsbedarf für genauere, zuverlässigere Ergebnisse – Geräte, die direkt um den Hals getragen werden, eher weniger praktikabel – wie klassisches Ernährungsprotokoll auch, anfällig besonders für Underreporting bzw. -eating
Apps	<ul style="list-style-type: none"> – überwiegend Eigenmotivation der Teilnehmer – Technik fast überall verfügbar – einfache und schnelle Erhebung im Alltag möglich – Sammeln vieler Daten zu Ernährungs- und Gesundheitsverhalten möglich – Anwendungen meist intuitiv zu bedienen – zielgruppenorientierte Gestaltung der Apps möglich – erhöhte Motivation der Teilnehmer – bei Kindern Erfassung teilweise ohne Hilfe von Betreuungspersonen – standardisierte oder personalisierte Erinnerungen möglich – oft direktes Feedback zu Ernährungs-/Gesundheitsverhalten 	<ul style="list-style-type: none"> – wissenschaftlicher Anspruch oft nicht gegeben – oft kommerzielle Interessen, z. B. kostenpflichtige Zusatzfunktionen – Gefahr, dass persönliche Daten gesammelt und weitergegeben werden – keine ausführliche Einführung durch geschulte Fachkräfte – kann zu ungenauen Ergebnissen führen – oft keine Daten zur Zufriedenheit oder Problemen mit einzelnen Apps – Probleme bei Portionsgrößenbestimmung, da in vielen Apps nur Durchschnittsportionen hinterlegt – fehlende Kontrolle der Plausibilität kann zu falschen Ergebnissen führen – Anspruch eher Prävention bzw. Intervention, als der genaue Erhebung des üblichen Ernährungsverhaltens

Tabelle 5: Studien zur Entwicklung von Erhebungsmethoden basierend auf Lebensmittel-Fotos – ohne Reviews und Interventionsstudien (Nov. 2015)

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
a) erster Ansatz						
BIRD UND ELWOOD (1983)	Erste detaillierte Beschreibung FM, Machbarkeit der Erhebung, Machbarkeit der Auswertung, Beurteilung Validität und Zufrie- denheit mit FM (Korrelation) Setting: <i>free-living</i>	4 Tage FM*, LM und Geträn- ke, Vergleich mit WP, Auswertung von Dias auf Nährstoffebene anhand von Referenzdias, ein trainierter Auswerter	analoge Kamera (Dias)	Erwachsene n = 17 ♂/♀	- Drop-Out n = 1 - keine signifikanten Abweichungen zw. FM/WP bezgl. Energie- und Nährstoffzufuhr - Korrelation ↑ (0,84 – 0,97) - FM schneller & einfacher als WP - Auswertung FM dauert ebenso lange wie bei WP (10 – 11 Min/Tag) und erfordert intensives Training → valides, praktisches Instrument, für Auswer- ter aber gleichermaßen aufwendig	+ Voraussetzungen für weitere Forschung gegeben - limitierte Aussagekraft der Validierung - nicht als alleinige Methode nutzbar - keine Reliabilität bestimmt
ELWOOD UND BIRD (1983)						
UK						
b) Fotos nicht durch Probanden						
WILLIAMSON ET AL. (2003)	Erste Bestimmung der Validität und Reliabilität einer FM bei der Beurteilung von Portionsgrößen (in g) (Korrelation, Bland-Altman, ICC) Setting: Labor	Vergleich der Einschätzung mit FM (vom Studienpersonal fotografiert) bzw. DE und gewogenen Werten bei 60 vorgefertigten Gerichten, je drei trainierte, unabhängige Auswerter, Angaben in fest- gelegten Prozentwerten von Referenzportionen	Digitalkamera standardisier- tes Vorgehen	- o. Probanden	- Korrelationen zwischen FM bzw. DE und gewogenen Werten ↑ (0,89 – 0,97) - keine sign. Unterschiede zw. Methoden - beide überschätzen tats. Menge leicht (∅ 6 g) - Inter-Rater-Reliabilität ↑ (0,8 – 0,94) → Validität und Reliabilität bestätigt → FM nützlich zur Beurteilung der Nahrungszufuhr → weitere Forschung für <i>free-living</i> Settings notwendig	+ bestätigt Validität eines neuen Instruments + erstmals Bestimmung der Reliabilität - Fotos nicht durch Pro- banden gemacht - Feste Prozentsätze zur Portionsabschätzung - Referenzfotos genau passend zu auszuwertenden Fotos (n. praktikabel)
WILLIAMSON ET AL. (2004)	Bestimmung der Vergleichbarkeit der Auswertung mit FM und DE zur Portionsgrößenabschätzung (in g) (Bland Altman, ICC) Setting: College-Cafeteria	Einschätzung von 130 Mahl- zeiten, die von Studenten ausgewählt und vom Studien- personal fotografiert, aber nicht gewogen wurden, ein Auswerter für DE, drei unabh. Auswerter für FM, Angaben in festgelegten Prozentwerten von gewogenen Referenzportionen	Digitalkamera standardisier- tes Vorgehen	- o. Probanden	- Vergleich der Einschätzungen mit versch. Methoden zeigte größtenteils (78 %) keine Unterschiede - größte Abweichungen bei Getränken und stärkehaltigen Produkten - Übereinstimmung zwischen den drei Auswer- tern meist ↑ (0,6 – 0,94) bis auf bei Getränkeresten ↓ (0,47) → FM und DE zur Bewertung von Portions- größen generell vergleichbar	+ Bewertung im <i>real-life</i> Setting - Fotos nicht durch Pro- banden gemacht - keine genaue Einschät- zung der Nahrungszufuhr - Referenzfotos genau passend zu auszuwertenden Fotos (n. praktikabel)

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
MARTIN ET AL. (2007) USA	Bewertung der Reliabilität und Validität einer FM zur Einschätzung des Verzehrs von Kindern (in kcal + Makronährstoffen) (ICC, Korrelation von Energiezufuhr und BMI, Selbstbewusstsein und Stimmung) Setting: Schulcafeteria	Einschätzung von Mittagsmahlzeiten an fünf Tagen, von Schülern ausgewählt und vom Studienpersonal fotografiert, nicht gewogen, zwei unabhängige Auswerter, Angaben in festgelegten Prozentwerten von gewogenen Referenzportionen	Digitalkamera standardisiertes Vorgehen	Kinder Ø 11,7 J. n = 43 ♂/♀	- Inter-Rater-Reliabilität ↑ (0,93 – 0,95) - Energiezufuhr und hoher BMI waren positiv, Energiezufuhr und schlechte Stimmung/geringes Selbstbewusstsein negativ korreliert → Hinweis auf Validität → FM nützlich zur Beurteilung der Nahrungszufuhr in natürlichen Settings	- keine genaue Einschätzung der Nahrungszufuhr, da nur Referenzportionen gewogen - kleines Kollektiv - Fotos nicht durch Probanden gemacht - Referenzfotos genau passend zu auszuwertenden Fotos (n. praktikabel)
SWANSON (2008) USA	Bewertung der Reliabilität einer FM zur Einschätzung des Verzehrs von Kindern Setting: Schulcafeteria	Einschätzung von je vier Mittagsmahlzeiten, erfasst mit FM (insg. 826), zwei unabhängige Werter, Angaben der verzehrten Menge von Mahlzeitenkomponenten als % Differenz von vorher/nachher Bildern	Digitalkamera standardisiertes Vorgehen	Erst- bis Fünftklässler ♂/♀	- nur 0,2 % nicht auswertbar - bei nur 2,9 % aller ausgewerteten Komponenten (n = 5394) war die Differenz zwischen Auswertern ≥ 50% - 92 % der Komponenten lagen innerhalb von 10 %, 97 % innerhalb von 20 %, 99 % innerhalb von 30 % Differenz zw. Auswertern → Hinweis auf hohe Inter-Rater-Reliabilität → FM nützlich zur Beurteilung der Nahrungszufuhr in natürlichen Settings	- keine Angaben zu Validität - keine genaue Einschätzung der Nahrungszufuhr, nur Differenz zwischen vorher/nachher - limitiert: nur möglich in Situationen, wo vorher-Bilder existieren - Fotos nicht durch Probanden gemacht
NICKLAS ET AL. (2012) USA	Bestimmung der Validität (I) und Durchführbarkeit (II) einer FM zur Einschätzung der Zufuhr von LM-Gruppen, Energie und Makronährstoffen bei Vorschulkindern (Korrelation, t-Test, Bland-Altman) Setting: Labor, Schule, <i>free-living</i>	I: Labor, FM (durch Studienpersonal) bei abgewogenen Mahlzeiten, trainierte Auswerter, Angaben in festgelegten Prozentwerten von Referenzportionen II: FM (Studienpersonal) an drei Gelegenheiten in Schule oder zuhause, LM nicht abgewogen, Vergleich mit Werten aus nationaler Studie (NHANES)	Digitalkamera standardisiertes Vorgehen	Vorschulkinder I: n = 22 II: n = 24 ♂/♀	I: - Korrelation ↑ (Ø 0,96) - keine sign. Unterschiede zwischen FM und gewogenen Werten hinsichtlich Zufuhr Lebensmittelgruppen, Energie, Protein, Fett → Validität bestätigt II: - FM wich deutlich von Durchschnittswerten der Altersgruppe aus NHANES ab - Grund kann sein, dass dort Lebensmittelreste nicht genau dokumentiert wurden und andere Methode angewendet wurde (Recall) → Forschungsbedarf für Durchführbarkeit in <i>free-living</i> Settings	- kleines Kollektiv - Fotos nicht durch Probanden gemacht - Referenzfotos genau passend zu auszuwertenden Fotos (nicht praktikabel)

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
GAUTHIER ET AL. (2013) Kanada	Bewertung der Inter- (I) und Intra- (II) Rater-Reliabilität einer FM in Verbindung mit schriftlichen Notizen von Schulkindern bei mitgebrachten Schulmahlzeiten/Snacks (Energie- / Makronährstoffzufuhr) (ICC) Setting: Schule	4 Tage Dokumentation von mitgebrachten Mahlzeiten auf speziellen Protokollbögen durch Probanden, zusätzlich mit FM durch Studienpersonal, zwei unabh. Auswerter (I), WDH der Schätzung durch einen Auswerter nach 4 Wochen (II)	Digitalkamera	Schulkinder n = 117 ♂/♀	- Inter-Rater-Reliabilität ↑ für Energie- und Makronährstoffzufuhr (0,75 – 0,84) - Intra-Rater-Reliabilität ↑ für Energie- und Makronährstoffzufuhr (0,90 – 0,97) → in Kombination mit handschriftlichen Notizen ist Fotoauswertung eine verlässliche Methode	+ Angaben zu Intra-Rater-Reliabilität - keine Angaben zu Validität - Nur „Schulbrote“, keine zusammengesetzten Gerichte bewertet (Eintopf o.ä.)
SABINSKY ET AL. (2013) Dänemark	Bewertung der Validität einer FM zur Beurteilung der ernährungsphysiologischen Qualität von Schulbroten (Korrelation, Wilcoxon, Bland-Altman, Kappa) Setting: Labor	Anfertigen, abwiegen und fotografieren von 191 beispielhaften Schulbroten, Auswertung durch Einteilung der Qualität mit Punktesystem <i>Meal-IQ</i> , Vergleich mit gewogenen Werten, zwei Auswerter	Digitalkamera standardisiertes Vorgehen	- Labor, o. Probanden	- Korrelation ↑ (0,89 – 0,97) - Einteilung in gleiche Quartile 98 – 100 % - sign. Unterschiede nur bei Einschätzung von Obst und Gemüse - Inter-Rater Reliabilität ↑ (0,59 – 0,82) → valides und verlässliches Instrument zur Beurteilung der Qualität von Schulbroten	- nur qualitative, keine quantitativen Aussagen - nur Labor-Bedingungen
POUYET ET AL. (2015) Frankreich	Bewertung von Nutzen, Validität und Intra- und Inter-Rater-Reliabilität einer FM zur Einschätzung von Portionsgrößen (in g) (Korrelation, t-Test, Bland Altman, ICC) Setting: Altenheim	Einschätzung der Fotos von vier verschiedenen gewogenen Gerichten (insg. 867 Bilder), drei unabhängige Auswerter, Angaben in festgelegten Prozentwerten von gewogenen Referenzportionen, keine Beeinflussung des Heimalltags	Digitalkamera, standardisiertes Vorgehen	Senioren ≥70 J. n = 66 ♂/♀	- Intra-Rater-Reliabilität ↑ (0,88 – 0,99) - Inter-Rater-Reliabilität ↑ (0,88 – 0,98) - Korrelation ↑ bei Bewertung aller Lebensmittel \emptyset (0,98) und für einzelne (0,96 – 0,98) - bei Bewertung aller Lebensmittel keine signifikante Unter- oder Überschätzung - Bland-Altman: ↑ in meisten Fällen → FM ist nützlich, valide und verlässlich im Altenheim-Setting	- kein separates Abwiegen einzelner Mahlzeitekomponenten, dadurch ungenauer - Fotos nicht durch Probanden gemacht - Referenzfotos genau passend zu auszuwertenden Fotos (nicht praktikabel)
c) Fotos durch Probanden – Zielgruppe Erwachsene						
MARTIN ET AL. (2009) USA Forts. ↓	I: Erstellen einer großen Datenbank mit Referenzfotos zur Auswertung, Training Auswerter, Test der Reliabilität und Genauigkeit der Einschätzung	I: Erstellung Datenbank häufig verz. LM in div. Portionsgrößen, Training, Auswertung gewogener Beispielmahlzeiten, zwei unabh. Auswerter	<i>RFPM</i> PDA (II) oder Mobiltelefon (III) mit Digitalkamera	Erwachsene 18 – 54 J. I: k. A. II: n = 42 III: n = 52	I: - Reliabilität ↑ (0,91 – 0,95) II: - das Vergessen von Fotos kann mit Erinnerungen verhindert werden	+ repräsentatives Kollektiv (divers) + Test unter Labor- und <i>free-living</i> Bedingungen erlauben direkten Vergleich und Beobachtung

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
Forts.: MARTIN ET AL. (2009)	<p>II: Test Durchführbarkeit der RFPM unter <i>free-living</i> Bedingungen</p> <p>III: Bewertung von Reliabilität und Validität der RFPM unter Labor- und <i>free-living</i> Bedingungen, Bewertung der Zufriedenheit (Korrelation, Bland-Altman, ICC)</p> <p>Setting: Labor und <i>free-living</i></p>	<p>II: 4-Tage FM* mit PDA (<i>free-living</i>), LM und energiehaltige Getränke, Bewertung Fotoqualität, zwei unabh. Auswerter, Befragung</p> <p>III: 3 Tage FM* mit Handycamera mittags + abends, Verzehr abgewogener LM (mittags alle Labor, abends Labor oder <i>free-living</i>), pers. Erinnerungen an <i>free-living</i> Gruppe drei unabh. Auswerter, Befragung</p>		♂/♀	<p>- besser Handys als PDA, zur zeitnahen Übermittlung und Klären von Fragen - Handys + Blitz für bessere Bildqualität - Training für FM von Probanden erwünscht</p> <p>III: - Qualität der Fotos gut - Inter-Rater-Reliabilität ↑ für Energie- und Makronährstoffzufuhr (0,85 – 0,99) - Korrelation ↑ (0,93 – 0,95) beide Gruppen - FM unterschätzt Energiezufuhr (bis 6,6 %) - Mehrheit war sehr zufrieden mit FM</p> <p>→ FM ist machbar, valide und verlässlich in Labor und <i>free-living</i> Bedingungen</p>	<p>- auch bei <i>free-living</i> Gruppe kein Verzehr üblicher, selbst gewählter LM, Auswahl also nicht vollständig repräsentativ bzw. übertragbar</p>
LASSEN ET AL. (2010) Dänemark	<p>Bewertung der Validität und Inter-Rater-Reliabilität (LM-Gruppen, Energie und Makronährstoffe) (I) sowie Durchführbarkeit und Zufriedenheit (II) einer FM beim Abendessen (Korrelation, Bland-Altman, ICC)</p> <p>Setting: <i>free-living</i></p>	<p>I: Vergleich FM** mit WP für 5 Tage, nur Abendessen, zwei trainierte, unabh. Auswerter, Referenzfotos in versch. Portionsgrößen zur Auswertung</p> <p>II: FM** für 3 Wochen, nur Abendessen, Interviews zur Zufriedenheit</p>	Digitalkamera	Erwachsene 18 – 70 J. I: n = 23 II: n = 28 ♂/♀	<p>I: - Korrelation ↑ bei LM-Gruppen (0,83 – 0,91), kcal (0,89), Energiedichte (0,95) - Bland-Altman: Übereinstimmung ↑ bei Makronährstoffen, Energiedichte und LM-Gruppen</p> <p>II: - Mehrheit sehr zufrieden und bereit, FM über einen Monat abends anzuwenden</p> <p>→ FM valide und nützlich zur Verzeherhebung über längeren Zeitraum</p>	<p>+ <i>free-living</i> Bedingungen + Fotos durch Probanden</p> <p>- Kleines Kollektiv zur Validierung - Kollektiv evtl. nicht repräsentativ (Bildungsniveau ↑) - keine Snacks und andere Mahlzeiten erfasst</p>
ROLLO ET AL. (2011) Australien	<p>Testlauf von <i>Nutricam</i>, einer Mobiltelefon-App zur Bewertung der Nahrungszufuhr, Vergleich mit Schätzprotokoll (Energiezufuhr) (t-Test, Bland-Altman)</p> <p>Setting: <i>free-living</i></p>	<p>Drei Tage FM* für LM und Getränke mit <i>Nutricam</i>, Zusatzinformationen durch mündliche Dokumentation per Mikrophon, parallel Schätzprotokoll zur Validierung, ein Auswerter, Fragebogen</p>	<i>Nutricam</i> Mobiltelefon mit Digitalkamera + App	Erwachsene Diabetes Typ 2 59 – 70 J. n = 10 ♂/♀	<p>- FM vs. Schätzprotokoll: Abweichungen bei Energiezufuhr -6,7 – -29,7 % - sign. Unterschätzung FM (Ø 155 kcal) - 14 % aller Objekte wurden schriftlich festgehalten, aber nicht fotografiert - bes. Getränke und Snacks vergessen - bei 66 % aller Einträge auch Sprachnotizen - FM von allen als einfach bewertet</p> <p>→ akzeptable Methode zur Verzeherdokumentation bei Erwachsenen, Modifikationen notwendig für genauere Ergebnisse</p>	<p>+ <i>free-living</i> Bedingungen + Fotos durch Probanden</p> <p>- sehr kleines Kollektiv, also eingeschränkte Aussagekraft - nur Energiezufuhr betrachtet</p>

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
DAUGHERTY ET AL. (2012) USA	Vergleich der Fähigkeiten von Jugendlichen und Erwachsenen eine FM (<i>mpFR</i>) anzuwenden, Vergleich von Auffassung und Präferenzen zwischen Altersgruppen bezüglich der FM (chi-Quadrat, McNemar) Setting: Labor	Instruktion, Anwendung der <i>mpFR</i> ** für LM und Getränke bei ein bis zwei Mahlzeiten oder 24 Stunden unter Beobachtung*, Feedback-Sessions, Bewertung der Fotos, Vergleich zwischen Altersgruppen	<i>mpFR</i> Mobiltelefon mit Digitalkamera	Erwachsene 21 – 65 J. n = 57 Jugendliche 11 – 18 J. n = 78 ♂/♀	- Von Jugendlichen kamen 87 % zur zweiten Mahlzeit wieder, von Erwachsenen 42 % - Mehrheit aller Gruppen war in der Lage, FM nach Vorgaben anzuwenden - Erw. besser darin, alle LM in Foto zu integrieren, aber weniger effektiv (mehr Fotos) - Jugendliche finden FM einfacher - Erwachsene finden es hingegen leichter, an das Fotografieren zu denken → altersgruppenspez. Training vor selbstständiger Anwendung der FM empfohlen	+ Fotos durch Probanden selbst + Studie stellt altersspezifische Unterschiede heraus - weitere Forschung nötig für Settings außerhalb Laborbedingungen
MARTIN ET AL. (2012) USA	I: Bewertung der Durchführbarkeit und Validität der <i>RFPM</i> , Vergleich zw. Standardisierten und personalisierten Erinnerungen, mithilfe der DLW-Methode (Energiezufuhr) II: Bewertung Validität der <i>RFPM</i> und personalisierten Erinnerungen mithilfe von DLW (Energiezufuhr) und gewogenen Daten (Mikronährstoffzufuhr) sowie Zufriedenheit (t-Test, Bland-Altman) Setting: Labor und <i>free-living</i>	I: DLW Methode im Vergleich mit 6 Tage FM* für LM und energiehaltige Getränke, <i>free-living</i> , entweder 2-3 standardisierte oder 3-4 personalisierte Erinnerungen, <i>semi-automatische</i> Auswertung (Software + Auswerter) II: DLW-Methode und 6 Tage FM*, <i>free-living</i> + 2 Mahlzeiten FM im Labor (gewogene LM), <i>semi-automatische</i> Auswertung (Software + Auswerter), Fragebogen	<i>RFPM</i> Smartphone mit Digitalkamera	Erwachsene mit Übergewicht o. Adipositas 18 – 65 J. I: n = 40 II: n = 50 ♂/♀	I: - Drop-Out n = 3, DLW nicht auswertbar n = 2 - stand. Erinnerungen (n = 24): <i>RFPM</i> unterschätzt EI signifikant (895 ± 770 kcal/d) - personal. Erinnerungen (n = 16): keine sign. Unterschiede zwischen <i>RFPM</i> und DLW II: - n = 8 kein vollständiges Protokoll - Korrelation (FM/DLW) ↑ (ICC = 0,74) - keine sign. Unterschiede in EI (FM/DLW) - keine sign. Unterschiede bei Zufuhr von Energie, Makro- und den meisten Mikronährstoffen (FM/gewogene Werte) - Mehrheit sehr zufrieden mit <i>RFPM</i> und personalisierten Erinnerungen - Mehrheit fand <i>RFPM</i> einfach → FM mit personal. Erinnerungen valide und beliebt zur <i>free-living</i> Erhebung	+ Sehr genaue Referenzmethode + <i>semi-automatische</i> Auswertung + <i>free-living</i> Bedingungen + Fotos durch Probanden - kleines Kollektiv - keine zufällige Einteilung in Gruppen (I)

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
d) Fotos durch Probanden – Zielgruppe Kinder und Jugendliche						
SMALL ET AL. (2009) USA	Bewertung der Validität und Reliabilität einer Methode, die Schätzprotokoll mit Foto-Protokoll verbindet (Energie- & Makronährstoffzufuhr), Zufriedenheit (Korrelation, ICC) Setting: <i>free-living</i>	Training: Fotoauswertung von 8 gewogenen, vorkonstruierten Mahlzeiten (24 Bilder), ein Auswerter, mit Referenzfotos 2-Tage Schätzprotokoll + FM** durch Eltern der Probanden, ein bis zwei Auswerter, Befragung	analoge Einweg-Kamera Fotos durch Eltern	Eltern von Vorschulkindern (4 – 5 J.) n = 22 ♂/♀	- Dop-Out n = 6 - Inter-Rater-Reliabilität n. s. (n = 8) - Korrelation ↑ für Energie- und Makronährstoffzufuhr (0,55 – 0,96) - höher für servierte als für tatsächlich verzehrte Menge - Eltern und Kinder fanden Methode einfach und unterhaltsam → valide in Verbindung mit schriftlichem Protokoll, Reliabilität nicht bestätigt	- Sehr kleines Kollektiv - kann Signifikanz der Statistiken beeinflussen - genau passende Referenzfotos (nicht praktikabel) - Validität in Hauptstudie nicht bestimmt
HIGGINS ET AL. (2009) USA	Bewertung der Validität und Reliabilität einer FM für Kinder zur Bestimmung von Energie- und Nährstoffzufuhr im Vergleich mit Schätzprotokoll, Zufriedenheit mit FM, Vergleich mit gewogenen Daten um Under- oder Overreporting festzustellen (Korrelation, t-Test) Setting: <i>free-living</i>	3 Tage FM** und Schätzprotokoll für LM und Getränke durch Kinder mit Unterstützung der Eltern, genaue Instruktionen, Lebensmittel für Zeitraum zur Verfügung gestellt (vor und nach den 3 Tagen genau abgewogen), Einschätzung Fotos durch zwei unabh. Auswerter	Einweg-Kamera	Kinder und Jugendliche 10 – 16 J. n = 28 ♂/♀	- Ø 30 Fotos an 3 Tagen - Korrelation Foto- und Schätzprotokoll 0,39 – 0,80 - keine sign. Unterschiede bei Energie, Makronährstoffen, Ballaststoffen, Vitamin A, D, E, Ca, Fe, Zink - Inter-Rater-Reliabilität ↑ (0,75 – 0,92) - 29 % Under- und 35 % Overreporting - Kinder und Eltern bevorzugten FM und fanden sie einfacher und schneller als Schätzprotokoll → FM beliebtes, valides, verlässliches Instrument für Kinder mit Unterstützung der Eltern	+ Over- Underreporting gemessen + auch wichtige Mikronährstoffe betrachtet - kleines Kollektiv - nicht klar, ob Kinder oder Eltern Fotos gemacht haben - eingeschränkte LM-Auswahl durch bereitgestellte LM
SIX ET AL. (2010) USA	Entwicklung der <i>mpFR</i> für Kinder und Jugendliche, Test, ob Umgang mit <i>mpFR</i> sich nach Training verbessert (chi-Quadrat, McNemar, Wilcoxon, t-Test) Setting: Labor	I: nach Trainingseinheit Anwendung <i>mpFR**</i> für LM und Getränke bei 1 – 2 Mahlzeiten unter Beobachtung, Bewertung Anzahl und Qualität der Fotos, weiteres Training für Snack-Situationen, Befragung II: Anwendung <i>mpFR**</i> für 24 Stunden unter Beobachtung	<i>mpFR</i> Mobiltelefon mit Digitalkamera	Kinder und Jugendliche 11 – 18 J. I: n = 63 II: n = 15 ♂/♀	- 80 % schafften es, bei erster Mahlzeit alle LM im Bild zu integrieren, 84 % bei zweiter - 71 % schafften es bei erster Mahlzeit auch Schablone zu integrieren, 77 % bei zweiter - sign. weniger (22 % vs. 42 %) mussten bei zweiter Mahlzeit mehr als ein Foto machen - Mehrheit fand FM einfach - nach spezifischer Trainingseinheit deutlich weniger Zweifel an Fotos von Snacks zu denken → Training vor Anwendung der FM hilfreich, Erfahrung mit FM erleichtert Anwendung	+ erstmals Bewertung des Einflusses von Training/Erfahrung mit FM auf Anzahl und Qualität von Fotos - offene Befragung - kleines Kollektiv - weitere Forschung nötig für Settings außerhalb Laborbedingungen

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
MATTHIESSEN ET AL. (2011) USA	Bewertung der Validität und Reliabilität einer FM zur Erfassung des abendlichen Verzehrs im Vergleich zu einem 24hR hinsichtlich der Zufuhr von Lebensmittelgruppen (Korrelation, t-Test) Setting: <i>free-living</i>	Eine Woche FM** für LM, abends ab 17:00 Uhr, genaue Instruktionen für Kinder und Eltern, begleitendes Notizheft, zwei unabhängige Auswerter + drei 24hR innerhalb der Woche, beides ausgewertet hinsichtlich Zufuhr nach Lebensmittelgruppen (<i>myPyramid</i>)	Digitalkamera	Kinder 9 – 12 J. n = 28 ♂/♀	- Korrelation ↑ für Auswertung einzelner Tage und im Durchschnitt bei beiden Auswertern und nahezu allen LM-Gruppen - Inter-Rater-Reliabilität ↑ (0,64 – 0,93) - keine sign. Unterschiede bei Einschätzungen beider Auswerter - Kinder und Eltern gaben einstimmig an, die FM zu bevorzugen → FM valides und verlässliches Instrument zur qualitativen Bewertung des abendlichen Verzehrs	- kleines Kollektiv - nur qualitativ, keine Angaben auf Energie- oder Nährstoffebene - nicht klar, ob Kinder oder Eltern Fotos gemacht haben
BOUSHEY ET AL. (2015) USA	Beurteilung der Bereitschaft von Kindern und Jugendlichen, ihren Verzehr selbstständig fotografisch mit einer Smartphone-App festzuhalten, sowie der Zufriedenheit (im Rahmen des Projekts TADA) (Fisher Test) Setting: Sommercamp, Labor	Instruktionen, <i>mFR</i> für zwei Tage und allen LM und Getränken, ohne Hilfe von Betreuungspersonen, Fragebogen, offene Gruppenbefragung + Fokusgruppenbefragung, bei Untergruppe, die Methode unter Beobachtung anwendete	<i>mFR</i> -App Smartphone mit Digitalkamera und App	Kinder und Jugendliche 11 – 15 J. n = 41 ♂/♀	- Mehrheit gefiel FM - Mehrheit würde sie für 1 Woche anwenden - Mädchen gefiel es besser, Fotos vom Verzehr zu machen, als Jungen Mädchen machten signifikant mehr Fotos, als Jungen - Nachmittags-Snacks und Abendessen häufig vergessen (46 – 60 %), öfter als Frühstück und Mittagessen (10 %) - Anregungen von Probanden: Belohnungen (virtuell/real), implementierte Spiele, direktes Feedback und Erinnerungen → vielversprechendes Instrument → Training und Verbesserungen (z. B. Erinnerungen) nötig um vollständiges Protokoll zu bekommen	+ Erstes Testen einer App zur Verzehrerfassung bei Kindern und Jugendlichen - Befragung in Gruppe unübersichtlich und beeinflussbar - Zeltlager als Umgebung, die nicht den Alltag repräsentiert - Kein Vergleich mit anderen Methoden (Reliabilität, Validität etc.)
AFLAGUE ET AL. (2015) USA Forts. ↓	Beurteilung der Fähigkeit von jungen Kindern, ihren Verzehr selbstständig fotografisch mit einer Smartphone-App im Camp (I) und u.a. free-living (II) festzuhalten, sowie der Praktikabilität des Instrumentes (im Rahmen des Projekts TADA)	I: Nach Anleitung ohne Hilfe an einem Camp-Tag (1) ein auswertbares Bilderpaar** machen (2) Gerät unbeschädigt zurückgeben (3) Praktikabilität beurteilen mit Fragebogen	<i>mFR</i> -App/ TADA Smartphone mit Digitalkamera und App	Kinder 3 – 10 J. I: n = 63 II: n = 63 ♂/♀	I: - 90 % der Kinder machten an Camp-Tag ein brauchbares Bilderpaar - alle gaben Gerät unbeschädigt zurück - 89 % fanden <i>mFR</i> leicht anwendbar, 87 % würden sie nochmal nutzen, 94 % fanden Nutzung der Schablone unproblematisch	+ Erstes Testen einer App zur Verzehrerfassung bei Kindern dieser jungen Altersgruppe - Zeltlager als Umgebung, die nicht den Alltag repräsentiert

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
<p><i>Forts.:</i> AFLAGUE ET AL. (2015)</p>	<p>Setting: Sommercamp, <i>free-living</i></p>	<p>II: Nach Anleitung (nicht für Eltern!) für 2 Tage zu 2 untersch. Zeitpunkten alle LM und Getränke selbstständig fotografieren (Situationen nicht festgelegt: Alltag oder Camp)</p>			<p>II: - 94 % nutzten die Methode mindestens <i>einen</i> von zwei Tagen zu Zeitpunkt 1, 78 % zu ZP 2 und 75 % zu beiden ZP - Ø 6 Bilderpaare wurden jeweils gemacht - Mädchen machten öfter auch Nachher-Bilder als Jungen</p> <p>→ vielversprechendes Instrument für junge Zielgruppe → bes. in <i>free-living</i> Situationen (II) Training und Verbesserungen (z. B. Erinnerungen) nötig um vollständiges Protokoll zu bekommen</p>	<p>- Kein Vergleich mit anderen Methoden (Reliabilität, Validität etc.)</p>
<p>CASPERSON ET AL. (2015) USA</p>	<p>Bewertung der Durchführbarkeit einer Smartphone App zur selbstständigen Verzehrdokumentation im Alltag von Kindern und Jugendlichen</p> <p>Setting: <i>free-living</i></p>	<p>Instruktion, <i>FRapp</i>** für LM uns Getränke an drei bis sieben Tage möglichst selbstständig anwenden, genaue Mahlzeitsituation vorher in App auswählen (z. B. Frühstück), Schablone ins Bild, zusätzlich schriftliche Infos zu LM festhalten</p>	<p><i>FRapp</i> Smartphone mit Digitalkamera und App</p>	<p>Kinder und Jugendliche 11 – 14 J. n = 18 ♂/♀</p>	<p>- nur n = 8 dokumentierten vollständige Tage - Ø 3,2 Tage dokumentiert mit Ø 2,2 Verzehrgelegenheiten/Tag - von 109 Bilddateien enthielten 66 alle LM und 44 vorher- sowie nachher-Bilder</p> <p>→ Minderheit folgte allen Instruktionen → Verbesserungen zu Nutzerfreundlichkeit notwendig (z. B. Erinnerungen)</p>	<p>- kein genauer Zeitraum für Probanden festgelegt, zu viel Spielraum - Kein Vergleich mit anderen Methoden (Reliabilität, Validität etc.) - keine genauen Instruktionen an Probanden</p>
e) automatische Bildauswertung						
<p>MARTIN ET AL. (2009a) DIBIANO ET AL. (2013) USA</p>	<p>Entwicklung einer Computeranwendung zur genauen automatischen Identifizierung und Quantifizierung von Bildern der <i>RFPM</i> (s. o.)</p> <p>Setting: <i>Labor</i></p>	<p>1. Erkennung spezieller Schablone im Bild, 2. Segmentierung des Bildes um anschließend 3. Lebensmittel zu identifizieren, 4. Quantifizierung des identifizierten Lebensmittels mithilfe der Schablone</p>	<p><i>RFPM</i> Mobiltelefon mit Digitalkamera, + autom. Bildanalyse</p>	<p>- Labor, o. Probanden</p>	<p>- Hohe Bildqualität ist Voraussetzung - daher Implikation von automatischen Bildoptimierungsprogrammen geplant - Identifikation LM nur durch Farbe ungenau - Textur-Erkennung soll das verbessern - zur genaueren Mengeneinschätzung: Konstruktion von 3D-Modellen durch mehrere Bilder</p> <p>→ zur Zeit noch keine genaue Auswertung ohne intensive Kontrolle durch geschultes Studienpersonal möglich → Forschungsbedarf</p>	<p>+ erste Ansätze zu automatischer Bildauswertung</p> <p>- nur Labor-Setting - Bisher wenig Ergebnisse zur Anwendbarkeit in der Praxis</p>

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
ZHU ET AL. (2008, 2010, 2015) MARIAPPAN ET AL. (2009) CHAE ET AL. (2011) USA/ Australien	Entwicklung einer Computeranwendung zur genauen automatischen Identifizierung und Quantifizierung von Bildern der <i>mpFR</i> (s. o.), einem Erhebungsinstrument für Kinder und Erwachsene, Test der Erkennungsrate, Mengenabschätzung im Rahmen des Programms <i>TADA</i> Setting: Labor	1. Segmentierung der Bildinhalte, 2. Identifikation enthaltener LM anhand von Farb- und Texturmerkmalen, 3. Volumenberechnung in 2D oder durch 3D-Rekonstruktion Konstruktion einer Datenbank mit Beispiel-LM aus SIX ET AL. (2010), Testen der Erkennungsrate anhand von 19 LM, und der Volumenabschätzung (7 LM)	<i>mpFR</i> / <i>TADA</i> Mobiltelefon mit Digitalkamera, + autom. Bildanalyse	- Labor, o. Probanden	- Test zur korrekten Klassifikation zeigte: 84 % richtig erkannte LM, wenn 10 % der Datenbank als Referenz zur Verfügung stehen und 90 % identifiziert werden, 92 % richtig bei 25 % Referenzdaten 96 % richtig bei 50 % Referenzdaten - Test zu Radius/Volumen zeigte: 0,7 – 18 % Abweichungen bei versch. Obstsorten, 0 – 12 % bei Götterspeise/Brownies - Bezogen auf berechnete Energiezufuhr sind das Abweichungen von \emptyset nur 10 % (Referenzdaten 10%), 3 % (25%) bzw. 1 % (50%) → Ergebnisse vielversprechend → Forschungsbedarf, z. B. aufgrund großer Diversität an LM und Getränken	+ erste Ansätze zu automatischer Bildauswertung + erste Ansätze zu 3D-Rekonstruktion + Test und Weiterentwicklung der automatischen Auswertung - bisher wenig Beispiel-LM - nur Labor-Setting
PURI ET AL. (2009) WEISS ET AL. (2010) USA	Entwicklung einer Computeranwendung zur genauen automatischen Identifizierung und Quantifizierung von Lebensmittelfotos aus <i>FIVR</i> Setting: Labor	1. Segmentierung der Bildinhalte und Identifikation der LM anhand von Farb- und Texturmerkmalen 2. 3D-Rekonstruktion zur Volumenabschätzung: 3 Bilder aus versch. Winkeln um genaue Volumenabschätzung zu gewährleisten*, zusätzlich Sprachaufnahme durch Probanden zur Identifikation	<i>FIVR</i> Mobiltelefon mit Digitalkamera, + autom. Bildanalyse	- Labor, o. Probanden	- Hohe Bildqualität ist Voraussetzung - Test erster Volumenabschätzung zeigt bei 6 Beispielmahlzeiten eine Abweichung von $\emptyset 5,8 \pm 3,8 \%$ - Problematisch bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen - Problematik der Diversität von Lebensmitteln und Zubereitungsarten - bisher lediglich 150 Lebensmittel in Referenzdatenbank eingearbeitet → Erweiterung der Datenbank und weitere Testläufe nötig → Forschungsbedarf	+ erste Ansätze zu automatischer Bildauswertung - bisher wenig Beispiel-LM - nur Labor-Setting - Bisher wenig Ergebnisse zur Anwendbarkeit in der Praxis
LEE ET AL. (2012) USA Forts. ↓	Bewertung der Portionsgrößenabschätzung durch automatische Auswertung mit <i>mpFR</i> durch Vergleich mit gewogenen und von Jugendlichen selbst dokumentierten Werten (in g und kcal)	Probanden wenden <i>mpFR</i> ** für LM und Getränke für 24 Stunden an, 19 versch. LM und Getränke serviert, genaues Wiegen + Einschätzung der Portionen durch Probanden, autom.	<i>mpFR</i> / <i>TADA</i> Mobiltelefon mit Digitalkamera +	Kinder und Jugendliche 11 – 18 J. n = 15 ♂/♀	- Portionsabschätzung durch Probanden in meisten Fällen abweichend, verdeutlicht Bedarf an automatischen Methoden - Automatische Portionsauswertung überschätzte aufgenommene Menge in meisten Fällen z. T. bis um das Vierfache (Blattsalat)	+ erste Anwendung eines automatischen Instruments durch Probanden + Vergleich zu genauen gewogenen Daten

Autor (Jahr) Land	Untersuchungsgegenstand, betrachtete Outcomes	Methoden	genutzte Technologie	Kollektiv	wichtige Ergebnisse	Stärken (+) Limitationen (-)
<i>Forts.:</i> LEE ET AL. (2012)	(t-Test) Setting: Labor	Bildauswertung, Vergleich zu tatsächlichen und geschätzten Werten	autom. Bildanalyse		- Die resultierende Energiezufuhr für 24 Stunden wich im Schnitt stark ab (<i>mpFR</i> : 3588 ± 180 vs. 2723 ± 51 kcal) → noch sehr ungenau, Forschungsbedarf	- wenig Beispiel-LM - nur Labor-Setting
KONG UND TAN (2012) USA	Beschreibung und Bewertung von <i>DietCam</i> , einer automatischen Anwendung zur Einschätzung der Kalorienzufuhr auf Mobiltelefonen (Zielgruppe Übergewichtige und Adipöse) Setting: Labor, Fast-Food Restaurants	Erstellung Datenbank mit Referenzbildern, Testlauf u.a. in Fast-Food-Restaurants: Kalibrierung des Mobiltelefons, 3 Bilder aus verschiedenen Winkeln*, spezielle Schablone im Bild, Segmentierung der Bilder, Identifikation einzelner LM, Volumenberechnung mit 3D-Rekonstruktion, Kalorienberechnung	<i>DietCam</i> Mobiltelefon mit Digitalkamera, + autom. Bildanalyse	- theoretische Arbeit	- Genauigkeit der Segmentierung ↓, je mehr LM auf dem Teller sind - Genauigkeit der Identifizierung ↑, je mehr Bilder in Datenbank sind: Ø 92 % bei 50 Referenzbildern und < 6 LM auf Teller - Genauigkeit der Portionsabschätzung ↓, je mehr LM auf dem Teller sind (Abweichungen Ø 20 %) → Problematik verschiedener Zubereitungsarten oder Energiedichte von LM → Forschungsbedarf	+ erste Bewertung eines automatischen Instruments zur Berechnung der Kalorienzufuhr - Datenbank basiert hauptsächlich auf Fast-Food-Produkten - wenig Beispiel-LM - keine Fotos durch Probanden
ANTHI-MOPOULOS ET AL. (2014, 2015) Schweiz	Beschreibung und Bewertung einer App, die mithilfe von Fotos automatisch die Kohlenhydratzufuhr berechnen kann, Zielgruppe: Menschen mit Diabetes Typ 1 Setting: Labor	2 Fotos von (nicht-verpackten) LM, Schablone ins Bild, Segmentierung der Bilder, Identifikation einzelner LM, Volumenberechnung mit 3D-Rekonstruktion, Berechnung des KH-Gehaltes, Testlauf mit 24 Beispiel Mahlzeiten: je 3 Bilderpaare, je 4 Durchläufe pro Bilderpaar	<i>GoCARB</i> Smartphone mit Digitalkamera und App	- theoretische Arbeit	- die durchschnittliche Abweichung bei allen Testläufen betreffend KH-Menge war 10 ± 12 % - $\pm 6 \pm 8$ g Abweichung von der tatsächlichen KH-Menge bei normal portionierten Gerichten → vielversprechende Ergebnisse → Forschungsbedarf besonders bezüglich <i>free-living</i> Bedingungen	+ erste Bewertung eines automatischen Instruments zur Berechnung der KH-Zufuhr - wenig Beispiel-LM - Schwierigkeiten bei verpackten LM - keine Fotos durch Probanden

DE = direkte visuelle Einschätzung, DLW = Doubly Labelled Water-Methode, FIVR = Food Intake Visual and voice Recognizer, FM = fotografische Methode, LM = Lebensmittel, *mpFR* = Mobile Telephone Food Record, *NHANES* = National Health and Nutrition Examination Survey, *RFPM* = Remote Food Photography Method, *TADA* = Technology Assisted Dietary Assessment

* Die Durchführung der fotografischen Methode beinhaltet laut Anweisung das Fotografieren **vor** den Mahlzeiten, danach nur wenn es tatsächlich Reste gibt.

** Die Durchführung der fotografischen Methode beinhaltet laut Anweisung das Fotografieren **vor und** nach den Mahlzeiten.

3 Methodisches Vorgehen

Die für diese Arbeit durchgeführten Verzehrerhebungen sind vom Design her nicht-interventionelle, d. h. beobachtende, prospektive Querschnittstudien. Ziel war es, den aktuellen Verzehr bestimmter Zielgruppen zu einem einzelnen Zeitpunkt möglichst genau und unverzerrt zu messen. Zu diesem Zweck wurde die Foto-Methode als neuartiges Erhebungsinstrument entwickelt. Sie wurde in fünf verschiedenen Projektphasen von Probanden unterschiedlicher Altersgruppen angewendet und anschließend evaluiert. Die Zielgruppe der Pilotphase I und II waren Erwachsene, die der Phasen 1 bis 3 Kinder und Jugendliche. Das methodische Vorgehen wird im Folgenden chronologisch dargestellt. Ein Überblick zum Ablauf ist in Abbildung 10 (S. 69) dargestellt.

3.1 Pilotphase: Methodenvergleich

3.1.1 Theoriegestützte Entwicklung der Methode

Die Pilotphase der Studie wurde basierend auf bis dato (Februar 2012) veröffentlichter wissenschaftlicher Literatur zum Thema Ernährungserhebungen mithilfe von Lebensmittelfotos entwickelt. Die Durchführung stütze sich auf die grundlegende Annahme der Durchführbarkeit einer solchen Methode. Außerdem waren Validität und Reliabilität einer Auswertung von Lebensmittelfotos durch trainierte Auswerter bekannt, wenn die Fotos unter standardisierten Bedingungen vom Studienpersonal gemacht und spezielle Referenzbilder zur Hilfe genommen wurden (BIRD UND ELWOOD 1983, ELWOOD UND BIRD 1983, LASSEN ET AL. 2010, MARTIN ET AL. 2007, 2009, SMALL ET AL. 2009, SWANSON 2008, WILLIAMSON ET AL. 2003, 2004). Es wurde bereits festgestellt, dass erwachsene Probanden selbstständig in der Lage sind, ihren Verzehr für einen begrenzten Zeitraum fotografisch zu dokumentieren (BIRD UND ELWOOD 1983, ELWOOD UND BIRD 1983, LASSEN ET AL. 2010, MARTIN ET AL. 2009).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde zunächst ein Methodenvergleich durchgeführt. Ziel war herauszufinden, ob die Validität und Reliabilität einer fotografischen Methode auch gegeben sind, wenn die Bildauswertung mithilfe von Referenzfotos erfolgt, die *nicht* speziell passend zu den auszuwertenden Lebensmitteln erstellt wurden. Es wurde stattdessen eine Referenzfoto-Datenbank mit Bildern der ersten Probandengruppe (Pilotphase I) erstellt um die Bilder der zweiten Gruppe (Pilotphase II) damit auszuwerten. Weiterhin wurden die Zufriedenheit mit den verschiedenen Methoden sowie die Durchführbarkeit der Erhebungsmethode unter uneingeschränkten Alltagsbedingungen und über einen längeren Zeitraum getestet. Verglichen wurde die Foto-Methode dafür über sieben Tage mit einem Schätzprotokoll und einem Wiegeprotokoll. Alle drei Instrumente sollten von denselben Probanden zeitgleich angewendet werden.

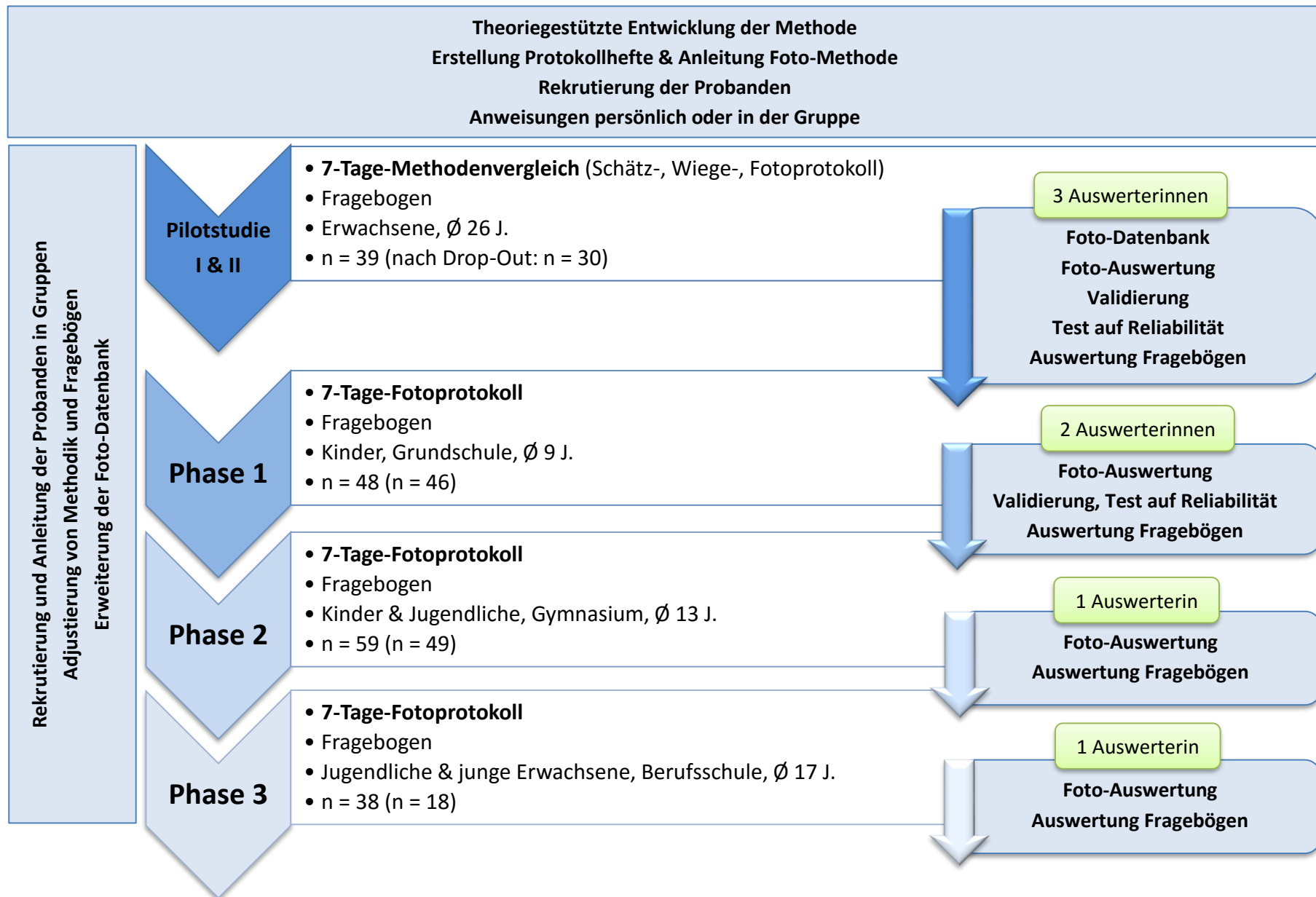


Abbildung 10: Übersicht zum Projektablauf – Entwicklung, Validierung und Evaluation der Foto-Methode

3.1.2 Materialien

Es wurden je ein Heft für das 7-Tage-Wiegeprotokoll sowie eines für das 7-Tage-Schätzprotokoll, genannt Ernährungstagebuch, entworfen (s. Abb. 11 und 12) (s. Anhang). Diese waren in DIN A5 formatiert und gebunden, sodass die Probanden sie möglichst problemlos auch unterwegs mitführen konnten. Zu Beginn der Hefte stand jeweils ein Anschreiben, in dem genau erläutert wurde, wie und in welcher Reihenfolge die drei Methoden durchzuführen sind mit dem dringenden Hinweis, diese Reihenfolge auch einzuhalten. Es sollte möglichst alles dokumentiert werden, was gegessen und getrunken wurde und das Verzehrverhalten sollte nicht geändert werden. Eine Seite war für Angaben zu grundlegenden soziodemografischen und anthropometrischen Daten vorgesehen sowie für die Auskunft über eventuelle Krankheiten, Allergien oder besondere Ernährungsformen. Darauf folgten ausführliche Hinweise zur richtigen Angabe verschiedener Lebensmittel und ihrer Zubereitungsformen. Beim Wiegeprotokoll wurde das Vorgehen des richtigen und genauen Auswiegens mit einer Küchenwaage und beim Schätzprotokoll Beispiele für haushaltsübliche Angaben zu Portionsgrößen beschrieben. In Anlehnung an die Protokolle der *EsKiMo*-Studie (MENSINK ET AL. 2007) wurden einige Beispieltage abgedruckt um den Probanden das Ausfüllen zu erleichtern. Für eventuelle Rückfragen während des Erhebungszeitraumes waren Telefonnummer und E-Mail-Adresse der Studienkoordinatorin angegeben. Bei Anmerkungen oder Problemen konnten in einem Protokollabschnitt Notizen gemacht werden.

Abbildung 11 zeigt die Frontansicht der beiden Protokolle. Das obere Dokument ist das '7-Tage-Ernährungstagebuch' und das untere das '7-Tage-Wiegeprotokoll'. Beide sind von der Universität Paderborn (Die Universität der Informationsgesellschaft) erstellt. Jedes Dokument enthält ein Diagramm mit den Schritten 1., 2. und 3. in einem Pfeil, das Datum des Dokumentationszeitraumes (vom: bis zum:), die Probandennummer und das Logo der Universität Paderborn.

7-Tage-Ernährungstagebuch

vom: _____ bis: _____
(Bitte Datum des Dokumentationszeitraumes eintragen)

Probandennummer: _____

7-Tage-Wiegeprotokoll

vom: _____ bis zum: _____
(Bitte Datum des Dokumentationszeitraumes eintragen)

Probandennummer: _____

Abbildung 11: Frontansicht der Schätz- und Wiegeprotokolle für den Methodenvergleich

Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer,

schön, dass Sie sich bereit erklärt haben, an der Probephase für dieses Ernährungsprojekt mitzuarbeiten! Es geht hierbei um den Vergleich von Ernährungserhebungsinstrumenten und um die Entwicklung einer neuen Methode zur fotografischen Erfassung des Lebensmittelverzehr.

Hierzu bitten wir Sie für eine Woche, d.h. an sieben aufeinanderfolgenden Tagen, um die folgenden drei Dinge:

- ➔ alle verzehrten Lebensmittel und Getränke mit haushaltsüblichen Maßen (z.B. Tasse, Portion, Handvoll) in das Ernährungstagebuch (= Schätzprotokoll) einzutragen
- ✍ alle verzehrten Lebensmittel und Getränke abzuwiegen und in das Wiegeprotokoll einzutragen
- 📷 alle verzehrten Lebensmittel und Getränke mit einer Digitalkamera zu fotografieren und speichern

Um einen hohen Standard der gesammelten Daten zu gewährleisten, ist es wichtig, dass die Reihenfolge der Schritte beibehalten wird und besonders auch, dass alle Mahlzeiten (auch Zwischenmahlzeiten und Getränke) dokumentiert werden. Diese Aufgabe erfordert einiges an Disziplin. Wir sind Ihnen jetzt schon dankbar für Ihre Unterstützung!

Als Dankeschön, werden wir Ihnen eine Auswertung Ihrer persönlichen Daten zur Verfügung stellen und, sofern gewünscht, diese auch in einem kurzen Gespräch unter ernährungswissenschaftlich Gesichtspunkten erläutern. Um Ihnen die schriftliche Erfassung zu vereinfachen und um sie bestmöglich zu standardisieren, gibt es diese beiden Hefte mit dem Ernährungstagebuch (= Schätzprotokoll) und dem Wiegeprotokoll. Die Handhabung wird auf den folgenden Seiten erläutert.

Wichtige Hinweise zur Durchführung des Ernährungstagebuchs

➔ Was ist zu tun?

Wichtig: Bitte machen Sie - im Gegensatz zum Wiegeprotokoll - die Mengenangaben hier immer in haushaltsüblichen Maßen:

TL = Teelöffel	Fl = Flasche
EL = Esslöffel	St = Stück
gestr = gestrichen	Sch = Scheibe
geh = gehäuft	Scha kl/gr = Schale (kl = ca. 150ml, gr = ca. 250ml)
Be = Becher / großes Glas (ca. 200ml)	Te ti/gr/kl/mi = Teller (ti = tief, gr = groß, kl = klein, mi = mittel)
Ta = Tasse / kleines Glas (ca. 150ml)	Hvl = Handvoll

- ✍ Protokollieren Sie alle Lebensmittel in der Reihenfolge des Verzehr mit Produktbezeichnung, verzehrter Menge, Zustand und Zubereitungsart. (➔ Beachten Sie hierzu auch die Hinweise zu Zustand und Zubereitung sowie zur Lebensmittelbeschreibung auf den folgenden Seiten)
- ✍ Bitte notieren Sie die Menge der Lebensmittel und Getränke vor oder direkt nach dem Verzehr.
- ✍ Vermerken Sie bitte immer Datum/Wochentag, Uhrzeit und Ort des Verzehr in den dafür vorgesehenen Spalten im Protokoll. (➔ Beachten Sie hierzu auch die Hinweise zum Ort auf den folgenden Seiten)
 - Dieses Heft zum Dokumentieren des außer-Haus-Verzehr in den sieben Tagen bitte mitnehmen!
 - Zur Verdeutlichung sind unten zwei Beispiel-Protokolltage eingetragen.


Tagebuchbeispiel:


Wochentag, Datum: Di, 14.02.2012

Zeit	Ort	Verzehrte Menge	Restmenge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
8:40	H	kl Sch	-	Hafercrunchy Schoko (Alnatura)
			-	mit Frischer Vollmilch, 3,8 % Fett (Landliebe)
		½ St	-	Apfel, fr, mit Schale, ohne Kerngehäuse
		1 Be	-	Kaffee, schwarz, gek
			-	mit Frischer Vollmilch, 3,8 % Fett (Landliebe)
11:45	A	1 Be	-	Mineralwasser, medium (Warburger Waldquell)
		1 St		Doppelkeks Prinzenrolle (de Beukelaer)
13:55	H	gr Te	-	Kartoffeln, gek in Salzwasser, mit Schale
			-	mit Sahne-Heringsfilet (Almare, Aldi)
		kl Sch	-	Salat (Blattsalat fr, Apfel fr gesch, Möhren fr gesch)
			-	mit Dressing (Joghurt 3,5 %, Zucker, Salz, Pfeffer, Zitrone)

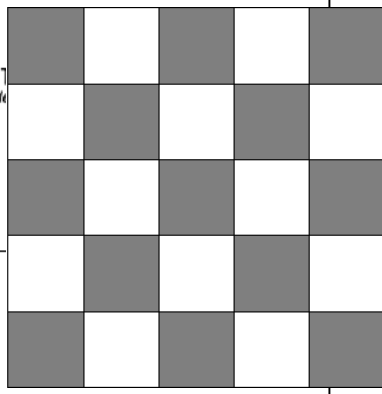
Abbildung 12: Seiten aus dem Schätzprotokoll für den Methodenvergleich

Für die Durchführung des Foto-Protokolls wurde eine Anleitung entworfen, damit die resultierenden Bilder von möglichst hoher und gleicher Qualität sind. Bei Bedarf konnten die Probanden sich eine Digitalkamera von der Universität Paderborn für den Dokumentationszeitraum ausleihen. Eine quadratische Schablone mit festgelegten Maßen (5 x 5 cm) wurde erstellt, damit die Probanden sie zur besseren Größenabschätzung neben die Lebensmittel legen (s. Abb. 13).





UNIVERSITÄT
Die Universität der



7-Tage-Fototagebuch

vom: _____ bis zum: _____

Probandennummer: _____

Wichtige Hinweise allgemein

- Essen und trinken Sie an den zu protokollierenden Tagen genauso wie immer! Ändern Sie bitte nicht Ihre Ernährungsgewohnheiten!
- Bei Bedarf kann auch eine Digitalkamera von unserem Institut leihweise zur Verfügung gestellt werden.

➔ **Was ist zu tun?**

- Fotografieren Sie alle Lebensmittel und Getränke direkt vor dem Verzehr. (auch Zwischenmahlzeiten, wie Süßigkeiten, und Leitungswasser etc. gehören dazu!)
- Achten Sie bitte darauf, dass Menge und Art der Lebensmittel gut zu erkennen sind. Daher das Lebensmittel im **45°-Winkel** fotografieren um Höhe und Breite abschätzbar zu machen.
- Legen Sie bitte die bereitgestellte **Schablone** gut sichtbar direkt neben das Lebensmittel/Getränk.
- Fotografieren Sie Teller, Tassen und andere Gefäße mit. Tellergerichte, normalgroße Lebensmittel (z.B. Apfel) aus ca. **30-40 cm Entfernung** fotografieren (\approx Länge von Unterarm plus Faust), kleinere Lebensmittelmengen auch aus kürzerer Entfernung, so dass diese einwandfrei zu identifizieren sind.
- Fotografieren Sie bitte nach dem Verzehr die evtl. nicht verzehrten Lebensmittelreste.
- Falls vorhanden, fotografieren Sie bitte zusätzlich bei abgepackten Lebensmitteln und Getränken so groß wie möglich:
 - Nährwert-Etikett
 - Produkt- und Markenbezeichnung (ggf. Name des Discounters)
 - Fettgehalt
 - Inhaltsstoffe (ggf. mit Vitamin-/Mineralstoffzusätzen)

Technisches und Organisatorisches

- Bitte stellen Sie Ihre Digitalkamera so ein, dass **Datum und Uhrzeit auf dem Foto** eingeblendet werden und für den Auswerter später gut zu erkennen sind.
- Bitte speichern Sie, soweit möglich, alle Fotodateien auf **einem einzigen Speichermedium** ab.
- Sollten trotz der Hinweise noch Fragen aufkommen oder Probleme mit der Handhabung auftreten, stehe ich Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung. Darüber hinaus können Sie auch rückseitig unter „**Notizen**“ Probleme, Hinweise, Fragen oder Sonstiges aufschreiben.

➔ Nach dem Dokumentationszeitraum geben Sie bitte das **Speichermedium** in einem Umschlag mit **diesem Zettel** und zusammen mit dem **Wiegeprotokoll & Ernährungstagebuch** sowie der Waage wieder bei mir ab!

Abbildung 13: Anleitung zur Durchführung des Fotoprotokolls für den Methodenvergleich und Beispiel für Schablone in der Pilotphase

Ferner wurde ein Fragebogen entwickelt um nach der Dokumentationsphase mithilfe von geschlossenen Fragen herauszufinden, welche Methode den Probanden hinsichtlich verschiedener Eigenschaften am besten gefiel und daher bevorzugt wird. Außerdem konnten die Probanden bei Bedarf in Antworten auf offene Fragen Kritik bzw. Anregungen zu den einzelnen Methoden oder Probleme damit äußern (s. Anhang).

3.1.3 Rekrutierung und Anleitung der Probanden

Die Zielgruppe für den Methodenvergleich waren erwachsene Personen beider Geschlechter, die Lese- und Schreibfähigkeiten (deutsch) besitzen. Zur Probandengewinnung wurden Mails über Instituts- und Departments-Verteiler der Universität Paderborn gesendet, Aushänge mit der Projektbeschreibung in verschiedenen Einrichtungen (z. B. Sporthallen) gemacht sowie eine Anzeige auf der Uni-Homepage veröffentlicht. Als Dankeschön für die Teilnahme wurde den Probanden eine persönliche Auswertung ihres Ernährungsprotokolls zugesagt mit der Option, persönliche Fragen ggf. mit einer Ernährungswissenschaftlerin klären zu können. Nach der Gewinnung erster einzelner Probanden ergab sich aus der Anzeige auf der Uni-Homepage zusätzlich eine Kooperation mit dem *Zentrum für Bildungsforschung und Lehrerbildung (PLAZ)* der Universität Paderborn. In diesem Rahmen konnten teilnehmende Studierende Punkte für ihr Profilstudium „Gute gesunde Schule“ sammeln.

Die Anleitung erfolgte bei den einzelnen Probanden (Pilotphase I) in einem persönlichen Gespräch (20 – 30 Min.) mit der Studienleitung nach vorheriger Terminabsprache. Ihnen wurde zu Beginn jeweils eine Probandennummer zugeteilt, damit die erhobenen Daten anonym bleiben. Sie wurden daraufhin ausführlich über das Projekt und die Ziele aufgeklärt. Die beiden Protokollhefte, die Foto-Anleitung, die Schablone und bei Bedarf auch eine Leihkamera und/oder eine Leihwaage wurden überreicht und erklärt. Offene Fragen seitens der Teilnehmer wurden beantwortet. Sobald das Vorgehen klar war, wurden die Probanden in ihre Dokumentationswoche entlassen und ein weiterer Termin zur Übergabe der Daten wurde vereinbart. Bei der Probandengruppe des *PLAZ* wurde lediglich *ein* gemeinsamer Termin für alle Studierenden vereinbart und. Mithilfe einer Power-Point-Präsentation wurden dabei allen Teilnehmern gemeinsam das Projekt und die Methodik in weniger als 30 Minuten vorgestellt. Auch dort war Zeit für individuelle Fragen und alle Teilnehmer erhielten eine Probandennummer und die benötigten Materialien. Zur Rückgabe wurden individuelle Termine vereinbart. Bei diesen erhielten alle Teilnehmer jeweils auch die Fragebögen, die direkt vor Ort ausgefüllt und wieder eingesammelt wurden.

3.1.4 Erhebungsmethodik

Die Aufgaben der Teilnehmer im 7-tägigen Erhebungszeitraum waren wie folgt: Alle verzehrten Lebensmittel und Getränke sollten vor dem Verzehr und eventuelle Reste nach dem Verzehr gemäß Anleitung

1. in haushaltsüblichen Maßen in das *Schätzprotokoll* eingetragen,
2. genau abgewogen und in das *Wiegeprotokoll* eingetragen sowie
3. mit Digitalkamera oder Smartphone *fotografiert* werden.

Dabei sollte diese Reihenfolge nach Möglichkeit eingehalten werden, um eine hohe Standardisierung zu erreichen. Wichtig war darüber hinaus der Hinweis, das übliche Ernährungsverhalten in der Dokumentationswoche möglichst nicht zu ändern.

Beim schriftlichen Protokollieren sollten die Probanden immer Datum, Uhrzeit und Ort des Verzehrs, die Menge (gewogen oder geschätzt) und eventuelle Restmenge sowie die jeweiligen Lebensmittel und Getränke, möglichst detailliert beschrieben, eintragen. Sie wurden darauf hingewiesen, auch außer-Haus immer beide Protokollhefte, Waage und Kamera mit Schablone mitzunehmen um dort den Verzehr genau dokumentieren zu können. Wenn dies nicht praktikabel war, sollten sie mindestens ein Foto machen und später einen Schätzwert in das Ernährungstagebuch eintragen, so dass der Verzehr durchgängig erfasst wird. Für das Wiegeprotokoll sollten alle Lebensmittel und Getränke möglichst einzeln abgewogen werden. Beispielsweise bei einem belegten Brot das Brot, der Aufstrich und Belag jeweils separat bzw. durch das Nutzen der Tara-Funktion der Waage. All das war genau im Protokollheft beschrieben (s. Anhang).

Für das fotografische Dokumentieren wurden die Teilnehmer gebeten, Kamera oder Smartphone so einzustellen, dass Datum und Uhrzeit stimmten, damit bei der Auswertung direkt im Bild oder in den Metadaten der Datei der genaue Zeitpunkt des Verzehrs festgestellt werden konnten. Die Anleitung für die Foto-Methode war: ca. aus einem 45°-Winkel zu fotografieren, die Schablone gut sichtbar mit ins Bild zu legen, 30 – 40 cm Abstand zu nehmen (entspricht etwa der Länge Unterarm + Hand) und nach dem Verzehr eventuelle Reste auf die gleiche Art und Weise zu fotografieren. Zusätzlich wurde darum gebeten, nach Möglichkeit Etiketten der Lebensmittel zu fotografieren um Informationen über Zutaten oder Nährwertzusammensetzung zu erhalten (z. B. Fettgehalt der Milch). Alle Daten sollten auf einem einzigen Speichermedium (SD-Karte, CD-ROM oder USB-Stick) gesammelt und am Ende der Woche zusammen mit den Protokollen und eventuellen Leihmaterialien zurückgegeben werden. Probleme oder Anmerkungen konnten auf dem Anleitungszettel festgehalten werden (s. Abb. 13, S. 72).

3.1.5 Erstellung Referenzfoto-Datenbank

Um eine möglichst genaue Einschätzung der Foto-Daten durch die Auswerterinnen zu gewährleisten, wurde eine Referenzfoto-Datenbank erstellt. Dafür wurden die Lebensmittel- und Getränkefotos der ersten Probandengruppe (Pilotphase I) mithilfe eines Bildverarbeitungsprogrammes (*PhotoScape v3.6.5*) mit den genauen gewogenen Werten verknüpft (s. Abb. 16, S. 85). Bei zusammengesetzten Lebensmitteln, z. B. belegten Broten, wurde immer das Gesamtgewicht, sowie, falls angegeben, die einzelnen Teilgewichte dargestellt. Die Fotodateien enthielten optimaler Weise auch die bereitgestellte Schablone zur Größenbeurteilung. Bei Bedarf konnten die Bilder von den Auswerterinnen zur besseren Einschätzung am Computer vergrößert oder verkleinert werden. Zum leichten Auffinden von möglichst passenden Referenzbildern wurden alle Dateien mit Schlagworten benannt, die die jeweils enthaltenen Lebensmittel oder Getränke bezeichneten (z. B. „Käse Gouda“, „Eis Stracciatella“ oder „Kaffee schwarz“). Mithilfe der Suchfunktion des Computers konnten so schnell passende Vergleichsfotos gefunden werden. Außerdem wurden die Bilder in insgesamt 18 Oberkategorien (subjektiv oft verzehrte bzw. wichtige Lebensmittel/-komponenten) eingeteilt, die bei Bedarf gezielt durchsucht werden konnten:

- Aufschnitte, Aufstriche
- Backwaren süß und salzig
- Brot und Brötchen
- Eier
- Fisch
- Fleisch, Wurst
- Gemüse, Salate
- Getränke
- Joghurt, Mus, Cremes, Dessert
- Kartoffeln, Kartoffelprodukte
- Müslis, Cerealien
- Nudeln, Reis
- Obst
- Öle, Fette, Streichfette
- Pizza, Burger
- Suppen, Eintöpfe
- Süßigkeiten, Knabbereien
- Tellergerichte, fertige Gerichte

3.1.6 Auswertung der Ernährungsprotokolle

Die Auswertung der Protokolldaten auf Energie- und Nährstoffebene erfolgte bei allen Phasen dieses Projekts mit der Ernährungssoftware *DGE-PC professional (Version 5.1.0.013)*. Die zugrundeliegende Nährstoffdatenbank war der *BLS 3.01*.

Zunächst wurden die Daten der Probanden aus Pilotphase I mithilfe der Angaben aus den Wiegeprotokollen ausgewertet. Diese Auswertung wurde allen Probanden als Gegenleistung für ihre Teilnahme zur Verfügung gestellt. Daraufhin wurde mit den Bildern und passenden Wiegeprotokolleinträgen derselben Gruppe die Referenzfoto-Datenbank erstellt (s. o.).

Diese Datenbank diente anschließend zusammen mit dem *EPIC-SOFT Picture Book* (VAN KAPPEL ET AL. 1995) bei der zweiten Probandengruppe (Pilotphase II) als Hilfe bei der Einschätzung der Lebensmittelfotos. Von drei unabhängigen Auswerterinnen (zwei Ernährungswissenschaftlerinnen, eine Diät-Assistentin) wurden *nur* die Fotoprotokolle hinsichtlich der im Bild dargestellten Art und Menge der Lebensmittel und Getränke eingeschätzt und mit Datum und Uhrzeit, sofern in den Bilddaten enthalten, jeweils in eine Tabelle eingetragen (Beispiel s. Anhang). Wenn keine Reste fotografiert wurden, wurde – bis auf Ausnahmen (s. Diskussion) – angenommen, dass alles verzehrt worden ist. Fotos auf denen eindeutig der gleiche Inhalt war und die zum selben Zeitpunkt aufgenommen wurden (z. B. aus anderen Blickwinkeln oder mit unterschiedlicher Beleuchtung) wurden nur einmal gewertet. Wenn keine Etiketten fotografiert wurden, die Hinweise auf eventuelle Anreicherungen, Fettgehalt o. ä. enthielten, wurde aus dem *BLS* das Standard-Lebensmittel gewählt. Diese Daten wurden von der Studienleitung jeweils in die Ernährungssoftware übertragen und separat für alle drei Mitarbeiterinnen ausgewertet. Vermeintlich unvollständige Tage (z. B. nur Frühstück) wurden dabei von der Bewertung ausgeschlossen oder wenn möglich (z. B. zwei halbe Tage) zu einem Tag zusammengelegt. In der Software wurde die Anzahl der ausgewerteten Tage in diesen Fällen von sieben auf die höchstmögliche Anzahl der vollständigen Tage herabgesetzt. Die Auswerterinnen erhielten nach der Einschätzung eines Foto-Protokolls jeweils die mithilfe der gewogenen Daten korrigierte Tabelle zurück. So konnten eventuelle Fehleinschätzungen offengelegt und die Auswertung der folgenden Protokolle optimiert werden (Trainingseffekt). Auch für diese Probanden wurde nach der Fotoeinschätzung eine Auswertung mithilfe des Wiegeprotokolls angefertigt und ihnen zur Verfügung gestellt.

Falls das Fotoprotokoll nicht ganz vollständig war, wurde eine Auswertung *nur* der gewogenen Daten, von denen auch *Fotos* vorhanden waren, angefertigt. So konnte die Validität der Einschätzung durch die verschiedenen unabhängigen Auswerterinnen

beurteilt werden. Die Fotos des jeweils bearbeiteten Protokolls wurden danach ebenfalls in die Foto-Datenbank eingepflegt und es folgte die Auswertung des nächsten Protokolls mithilfe der so erweiterten Datenbank. Nach der Auswertung aller Foto-Protokolle aus Pilotphase II wurden die Einschätzungen der einzelnen Auswerterinnen jeweils mit den tatsächlichen Werten (Wiegeprotokoll) hinsichtlich der Lebensmittelmenge und daraus berechneten Zufuhr von Energie und Nährstoffen verglichen und statistisch ausgewertet.

Die Fotodaten aller Probanden aus Pilotphase I und II wurden außerdem von der Studienkoordinatorin hinsichtlich der Menge der Fotos insgesamt, doppelter Fotos, irrelevanter Fotos (keine Nahrungsmittel oder Informationen) und der Anzahl an Fotos mit zusätzlichen Informationen (wie Etiketten) ausgewertet. Zudem wurde die Menge an Fotos bestimmt, bei denen eindeutig war, dass sie außer Haus – also in der Schule, beim Sport, auf Reisen, auf Feiern, in Bars oder Restaurants, im Krankenhaus usw. – gemacht wurden. Darüber hinaus wurde die subjektive Qualität der Fotos bewertet und festgestellt, ob es Bilder gab, die nicht ausgewertet werden konnten. Der Inhalt der Fotos wurde im Hinblick auf die Art der enthaltenen Lebensmittel ausgewertet um das generelle Verzehrverhalten qualitativ beurteilen und daraus Ableitungen zur Nützlichkeit der Foto-Methode anstellen zu können. Die Aufteilung erfolgte nach den drei Kriterien Hauptmahlzeiten (Frühstück, Mittag- oder Abendessen), Getränke und Snacks (nochmals unterteilt in Zwischenmahlzeiten, Süßigkeiten, Chips und Knabberartikel, Kuchen und andere Backwaren, Obst und Gemüse oder Joghurt, Eis o. a. Desserts). In Fällen, bei denen beispielweise eine Hauptmahlzeit zusammen mit einem Getränk fotografiert wurde, wurden diese Fotos für beide Kategorien gewertet. Die Erkennungsrate der Methode wurde in Pilotphase II berechnet indem der Anteil der, hinsichtlich der Art der enthaltenen Lebensmittel, richtig eingeschätzten Fotos bestimmt wurde. Außerdem wurden alle Einschätzungen der einzelnen Auswerterinnen detailliert in Excel-Tabellen übertragen und mit den tatsächlichen Werten aus den Wiegeprotokollen sowie der Energiezufuhr verknüpft um die Höhe und Richtung der Abweichungen für einzelne Probanden bestimmen zu können (s. Anhang). Dasselbe wurde für verschiedene spezifische Lebensmittelkategorien durchgeführt um die Lebensmittelgruppen-spezifischen Abweichungen bei den Einschätzungen bestimmen zu können sowie deren Auswirkungen auf die Energiezufuhr (s. Anhang).

Es wurden Fragebögen entwickelt um mithilfe von meist geschlossenen Fragen herauszufinden, wie die Methode den Probanden gefallen hat. Darüber hinaus sollte bestimmt werden, ob und in welchen Situationen es Probleme mit der Dokumentation gab sowie ob die Probanden nochmals an solch einem Projekt teilnehmen würden. In den Phasen 2 und 3 wurde zusätzlich gefragt, mit welchem Medium die Probanden die Fotos gemacht haben – mit Kamera oder Smartphone – und ob das übliche Verzeherverhalten während der Dokumentationsphase geändert wurde (s. Anhang).

3.2.2 Rekrutierung und Anleitung der Probanden

Die Gewinnung der Teilnehmer für die Hauptstudienphasen erfolgte durch Kontaktaufnahme zu verschiedenen Schulen in Paderborn. Für die Phase 1 wurden zunächst eine Mitarbeiterin und daraufhin die Direktorin einer Grundschule kontaktiert und eine Kooperation mit den dritten und vierten Klassen vereinbart. Nach Abschluss der Erhebung in der Grundschule geschah dies ebenso für Phase 2 und 3, wobei dort eine Zusammenarbeit mit den achten Klassen eines Gymnasiums und mit zwei Klassen eines Berufskollegs (Sozialassistenten, 2-jährige Ausbildung) erreicht wurde.

Zu Beginn der Phasen 1 und 2 wurden zunächst Informationsschreiben für die Eltern und Kinder erstellt und verteilt, die auch Kontaktdaten für eventuelle Rückfragen enthielten (s. Anhang). Die Eltern sollten die beigefügten Erklärungen unterschrieben zurückgeben, wenn sie einverstanden waren, dass ihre Kinder an der Erhebung teilnehmen. Bei Zusage der Eltern wurde kontrolliert, ob auch die jeweilige Einwilligung des Kindes gegeben war. Als Gegenleistung für die Teilnahme erhielten alle Probanden, wie auch in der Pilotphase, eine persönliche Auswertung ihrer Ernährungsdokumentation. Die Kinder von der Grundschule bekamen zusätzlich ein *Janosch* Nudel-Kochbuch, die vom Gymnasium eine wiederverwendbare Trinkflasche mit Wasserfilter. Die Teilnehmer vom Berufskolleg erhielten kein zusätzliches Incentive, da das Projekt dort im Rahmen des Fachs „Ernährung und Hauswirtschaft“ als Teil des regulären Unterrichts vorgestellt und durchgeführt wurde.

Nach Zusicherung des Einverständnisses von ggf. Eltern (Phase 1 und 2) und den Teilnehmern selbst wurden diese klassenweise angeleitet. Dafür wurden das Projekt und die Erwartungen an die Probanden von der Studienleitung zunächst mithilfe einer etwa viertelstündigen Power-Point Präsentation vorgestellt. Diese erhielt außerdem Beispiele für gute und schlechte Fotos und ein eigens erstelltes Video mit einem jungen Probanden, der die Methode exemplarisch anwendet. Für die Grundschüler war ein Bewegungsspiel eingebaut, in Anlehnung an eine bekannte Fernsehendung. Dabei sollten sie schnell zu dem Bild laufen, das ihnen am besten erschien. Danach gab es in der Grundschule jeweils noch ein Gruppenspiel am Tisch, mit Fotos aus der Pilotphase, die

von den Kindern nacheinander mit einem kurzen Kommentar unterschiedlichen Smileys zugeordnet werden sollten. So sollten sie lernen, was beim Fotografieren alles zu beachten ist und was gute von weniger guten Bildern unterscheidet.

Nach der Präsentation wurden den Teilnehmern Probandennummern zugeteilt und alle benötigten Materialien zur Verfügung gestellt. Außerdem wurden vom Studienpersonal Alter, Geschlecht, die aktuelle Körpergröße (gemessen im Stehen, mit Schuhen und mit Zollstock an der Wand), das Gewicht (gemessen mit Kleidung und Schuhen) sowie eventuelle Krankheiten oder Lebensmittelallergien bzw. -unverträglichkeiten festgehalten. Die Teilnehmer sollten am darauffolgenden Morgen mit der Dokumentation beginnen. Zum Einsammeln der Daten wurde etwa eine Woche nach Beginn der Dokumentationsphase mit den jeweiligen Klassenlehrern ein Termin vereinbart. Das Sammeln der Daten erfolgte mit einem Laptop, unkompliziert und parallel zum normalen Geschehen in der Unterrichtsstunde. Dabei füllten die Teilnehmer auch die Fragebögen aus.

3.2.3 Erhebungsmethodik

Während des 7-tägigen Erhebungszeitraums sollten die Probanden nach Anleitung alle verzehrten Lebensmittel und Getränke vor dem Verzehr selbstständig – d. h. *ohne* Hilfe von Eltern oder Betreuungspersonen – mit einer Digitalkamera oder einem Smartphone fotografieren. Dafür wurden sie gebeten, Kamera oder Smartphone und die Schablone immer dabei zu haben und ihre Ernährungsgewohnheiten nicht zu ändern. Die Anleitung für die Foto-Methode war ähnlich wie in der Pilotphase, nur wesentlich leichter verständlich beschrieben und mit Bildern versehen (s. Abb. 14, S. 78). Die Teilnehmer wurden darüber hinaus gebeten, Lebensmittel oder Getränke, die sie vergessen haben zu fotografieren, einfach in das dafür vorgesehene Notizheft einzutragen. In Phase 1 sollten außerdem zehn Probanden, in diesem Fall mit Hilfe ihrer Eltern, zusätzlich an vier selbst gewählten Tagen ein Wiegeprotokoll anfertigen.

3.2.4 Auswertung der Ernährungsprotokolle

Die Lebensmittelfotos der zehn Probanden aus Phase 1, die zusätzlich ein Wiegeprotokoll abgaben, wurden jeweils von zwei unabhängigen Auswerterinnen hinsichtlich der Art und Menge eingeschätzt. Dies geschah auf die gleiche Weise wie in Pilotphase II. Anschließend erfolgte ein Vergleich mit den tatsächlich verzehrten Lebensmitteln, d. h. den gewogenen Daten und der daraus resultierenden Energie- und Nährstoffzufuhr. Die Validität und Inter-Rater-Reliabilität sollten so erneut bewertet werden.

Alle anderen Fotos aus Phase 1 und den beiden folgenden Studienphasen wurden, aufgrund zufriedenstellender Ergebnisse zu Validität und Reliabilität aus Pilotphase II und der Unterstichprobe aus Phase 1 sowie vergleichbarer Ergebnisse aus verschiedenen anderen Studien (s. Tab. 5, S. 58 ff.), nur noch von einer Auswerterin eingeschätzt. Wenn Fotos fehlten und dafür Einträge im Notizbuch vorhanden waren, wurden die Mengen aus diesen schriftlichen Angaben abgeschätzt und mit ausgewertet. Alle Daten wurden mit der Auswertungssoftware in Energie- und Nährstoffzufuhr transformiert und in *SPSS*- bzw. *Excel*-Datenbanken übertragen. Außerdem wurden auch für diese Phasen die Anzahl der Fotos, deren Qualität, die Menge der außer-Haus gemachten Fotos und die Art der im Bild enthaltenen Lebensmittel ausgewertet.

Die Bestimmung von potentiell Underreporting, d. h. von nicht plausiblen Werten bezüglich der Energiezufuhr, erfolgte anhand der von SICHERT-HELLERT ET AL. (1998) berechneten *Goldberg Cut-off* Werte für Kinder und Jugendliche (s. Kap. 2.2.5). Der Quotient aus EI:BMR wurde für die einzelnen Probanden gebildet und mit diesen Grenzwerten verglichen. Die für die Berechnung verwendeten Werte für den Grundumsatz (BMR) wurden geschlechts- und altersabhängig auf Basis der Angaben von *FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)*, *WHO* und *UNU (United Nations University)* (FAO 2004) festgelegt.

3.3 Statistische Auswertungen

Die statistischen Auswertungen für alle Studienphasen erfolgten mit *Microsoft Excel 2010* und *IBM SPSS Statistics 21* bzw. *22*. Die Validität der Methode wurde u. a. mithilfe der Korrelation nach Pearson für intervallskalierte Daten und der Rangkorrelation nach Spearman, die robust gegen Ausreißer ist, bestimmt (BROSIUS 2013). Außerdem wurde eine Bland-Altman Analyse durchgeführt. Das ist eine graphische Darstellungsmethode für den Vergleich von zwei Messmethoden, aus der deren Übereinstimmung abgeleitet werden kann (BLAND UND ALTMAN 1999, 1986, GROUVEN ET AL. 2007). Die Interrater-Reliabilität wurde mithilfe des Intraklassen-Korrelations-Koeffizienten (ICC) für intervallskalierte Daten bestimmt (WIRTZ UND CASPAR 2002). Die Ergebnisse der Fotoauswertungen (Energiezufuhr) wurden mithilfe des Einstichproben t-Tests mit den Mittelwerten der entsprechenden Altersstufen aus *EsKiMo* (MENSINK ET AL. 2007) verglichen. Darüber hinaus erfolgte ein weiterer Mittelwertvergleich mit den Ergebnissen des *NDNS*, das 1997 – 98 in UK durchgeführt wurde (SMITHERS ET AL. 2000). In dieser Studie wurde ein 7-Tage Wiegeprotokoll als Erhebungsmethode durchgeführt, welches auch in der Pilotstudie der vorliegenden Arbeit als Referenzmethode galt.

4 Ergebnisse

4.1 Probandenkollektiv

Tabelle 6 zeigt eine Übersicht zu den wichtigsten anthropometrischen und soziodemografischen Daten aller Probanden der fünf einzelnen Projektphasen. Pilotphase I ist auch bereinigt um einen Ausreißer dargestellt, der überdurchschnittlich viele Fotos abgab (s. Kap. 4.3.3).

Tabelle 6: Daten der Studienteilnehmer der einzelnen Projektphasen

Phase	n	Alter Ø (± SD)	Größe, cm Ø (± SD)	Gewicht, kg Ø (± SD)	BMI Ø (± SD)
Pilotphase					
ges.	30	26,0 (7,3)	174,2 (8,2)	70,6 (12,8)	23,2 (3,3)
w	20 (67 %)	26,1 (8,3)	170,5 (6,5)	67,0 (11,6)	23,0 (3,7)
m	10 (33 %)	25,9 (2,4)	181,5 (5,9)	77,8 (12,6)	23,5 (2,5)
I	17	28,8 (8,5)	175,0 (9,5)	72,2 (15,9)	23,4 (4,1)
w	8 (47 %)	32,5 (11,4)	167,9 (7,1)	65,6 (16,8)	23,2 (5,5)
m	9 (53 %)	25,6 (2,2)	181,3 (6,3)	78,2 (13,3)	23,6 (2,6)
I^{ber}	16	29,0 (8,8)	175,0 (9,8)	73,0 (16,1)	23,7 (4,1)
w	8 (50 %)	32,5 (11,4)	167,9 (7,1)	65,6 (16,8)	23,2 (5,5)
m	8 (50 %)	25,5 (2,4)	182,1 (6,2)	80,4 (12,2)	24,1 (2,2)
II	13	22,4 (2,4)	173,1 (6,2)	68,4 (7,1)	22,8 (1,9)
w	12 (92 %)	21,8 (1,4)	172,3 (5,7)	68,0 (7,2)	22,9 (2,0)
m	1 (8 %)	29,0 (-)	183,0 (-)	74,0 (-)	22,1 (-)
Phasen 1 – 3					
1	46	9,3 (0,6)	142,3 (9,3)	34,8 (7,2)	17,1 (2,5)
w	29 (62 %)	9,3 (0,6)	142,4 (10,1)	35,9 (8,1)	17,6 (2,8)
m	17 (38 %)	9,2 (0,5)	142,2 (6,1)	33,1 (5,1)	16,3 (1,8)
2	49	13,1 (0,5)	164,5 (7,9)	50,7 (9,7)	18,6 (2,5)
w	20 (41 %)	13,0 (0,6)	162,3 (5,4)	48,7 (6,0)	18,5 (2,1)
m	29 (59 %)	13,2 (0,5)	166,1 (9,0)	52,1 (11,5)	18,7 (2,8)
3	19	17,2 (1,5)	167,7 (6,5)	71,1 (19,7)	25,1 (6,1)
w	18 (95 %)	17,3 (1,5)	166,9 (5,8)	69,1 (18,4)	24,7 (6,0)
m	1 (5 %)	16,0 (-)	181,0 (-)	104,0 (-)	31,7 (-)

^{ber} Werte, um Ausreißer (n = 1) bereinigt

Das Kollektiv der gesamten Pilotphase bestand aus 30 erwachsenen Personen zwischen 20 – 58 Jahren. Davon wurden die Daten von 17 Probanden für die Foto-Datenbank verwendet (Pilotphase I) und die von 13 Probanden von drei Auswerterinnen eingeschätzt und die Ergebnisse statistisch ausgewertet (Pilotphase II) (s. Tab. 6). Die Teilnehmer waren im Durchschnitt normalgewichtig. Insgesamt waren 17 % (n = 5) übergewichtig und 3 % (n = 1) adipös (s. Tab. 7).

An Phase 1 nahmen 46 Kinder im Alter von 7 – 10 Jahren teil, in Phase 2 waren es 49 Kinder im Alter von 12 – 14 Jahren und an Phase 3 nahmen 18 Jugendliche und junge Erwachsene im Alter von 16 – 28 Jahren teil. Wie Tabelle 7 zeigt, war der Großteil der Probanden aus Phase 1 normalgewichtig, durchschnittlich 11 % (n = 5) waren übergewichtig und 2 % (n = 1) adipös. In Phase 2 waren 2 % (n = 1) übergewichtig und ebenfalls 2 % (n = 1) adipös. Bezogen auf das Gesamtkollektiv in Phase 3 waren 11 % (n = 2) der Probanden übergewichtig und 28 % (n = 5) adipös.

Tabelle 7: Anzahl und Anteil übergewichtiger und adipöser Probanden in allen Studienphasen

Phase		Übergewicht		Adipositas	
		n	Anteil	n	Anteil
Pilot	w	1	5 %	1	5 %
	m	4	40 %	0	0 %
	ges.	5	17 %	1	3 %
1	w	5	17 %	1	3 %
	m	0	0 %	0	0 %
	ges.	5	11 %	1	2 %
2	w	0	0 %	0	0 %
	m	1	3 %	1	3 %
	ges.	1	2 %	1	2 %
3	w	2	12 %	4	24 %
	m	0	0 %	1	100 %
	ges.	2	11 %	5	28 %

4.2 Teilnahmequote und Compliance

Die Compliance (Kooperationsbereitschaft) wurde bestimmt durch den Anteil der Teilnehmer, die Fotodaten in ausreichender Menge und Qualität abgaben im Verhältnis zu den Teilnehmern insgesamt, die sich bereit erklärt hatten, an der Studie teilzunehmen.

Die Compliance in der Pilotstudie betrug 78 %. Von ursprünglich 39 interessierten Teilnehmern gaben 30 auswertbare Daten für den Methodenvergleich ab (s. Tab. 8). Zwei Personen gaben darüber hinaus ein Fotoprotokoll ab, jedoch ohne Wiege- und Schätzprotokoll ausgefüllt zu haben, sodass diese Daten für die Auswertungen nicht zur Verfügung standen. Den Fragebögen zur Pilotphase ist zu entnehmen, dass 40 % (n = 11) der Teilnehmer *eine* der drei Methoden früher abgebrochen haben. Sechs Probanden brachen die Schätzmethode vor Ablauf der sieben Tage ab, vier die Foto-Methode und einer die Wiegemethode. Eines der Protokolle wurde jedoch immer bis zum Ende des vereinbarten Zeitraumes durchgeführt. Weitere Ergebnisse der Fragebögen sind in Kapitel 4.7 aufgeführt.

Die Teilnahmequote in Phase 1 betrug 48 %. Von 101 potentiellen Teilnehmern gaben 48 Kinder die Einverständniserklärung der Eltern und ihre eigene ab. Die Compliance war mit 96 % sehr hoch. Der Grund für die zwei fehlenden Protokolle war, dass die Daten zwar erhoben aber versehentlich gelöscht wurden. Die Teilnahmequote in Phase 2 lag bei 57 %. Von 103 Anschreiben wurden 59 positiv beantwortet. Die Compliance war mit 83 % ebenfalls gut. In Phase 3 lag die Teilnahmequote – aufgrund der Einbettung des Themas in den normalen Unterricht der beiden Klassen – bei 90 %. Die Compliance war jedoch mit 47 % wesentlich geringer als in den vorigen Phasen. Nur 18 von 38 Teilnehmern gaben auswertbare Foto-Daten in ausreichender Menge ab (s. Tab. 8).

Tabelle 8: Teilnahmequote und Compliance in den einzelnen Studienphasen

Phase	Anschreiben (n)	Zusagen (n)	Datenabgabe (n)	Teilnahmequote	Compliance
Pilot	-	39	30	-	78 %
1	101	48	46	48 %	96 %
2	103	59	49	57 %	83 %
3	42	38	18	90 %	47 %

4.3 Fotoauswertung

4.3.1 Foto-Datenbank

Die Referenzfoto-Datenbank, die aus den Fotos der ersten 17 Probanden aus Pilotphase I erstellt wurde, enthält nach Einpflege der Daten aller weiteren Studienphasen 1.890 Bilddateien. Ausgewählte Beispiele sind in der Abbildung 16 zu sehen.

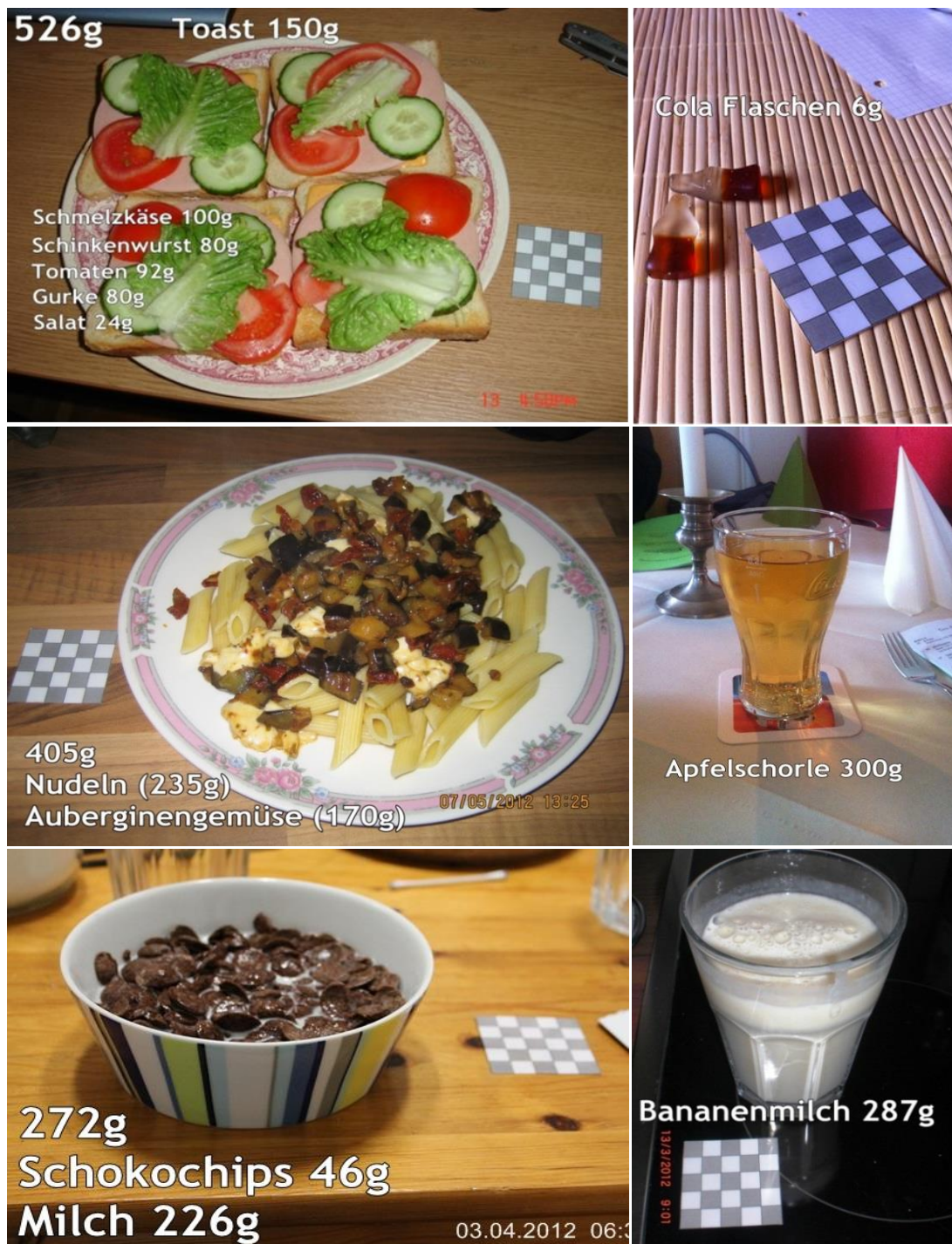


Abbildung 16: Beispiel-Bilder aus der Foto-Datenbank

4.3.2 Zeit für Auswertung

Die für die Auswertung der Fotos benötigte Zeit konnte nicht detailliert erfasst werden. Sie lag, je nach Umfang des Protokolls, bei ca. einer halben bis vollen Stunde. Mit steigender Erfahrung der Auswerterinnen verlief auch die Einschätzung schneller. Grund dafür war, dass nicht für jedes Bild ein Referenzfoto zur Hilfe genommen werden musste, weil bei einigen Lebensmitteln (z. B. Kaffee oder Kakao in Tassen) die Behältnisse und Mengen oft ähnlich groß und so mit der Zeit schneller zu beurteilen waren. Außerdem ging die Einschätzung umso schneller, je mehr einzeln verpackte Lebensmittel verzehrt wurden (z. B. Schoko- oder Müsliriegel, Getränkeflaschen oder –dosen, Backwaren etc.). Besonders häufig wurden diese von den Kindern und Jugendlichen der drei Hauptstudienphasen fotografiert.

4.3.3 Anzahl Fotos

Tabelle 10 zeigt die Anzahl von Fotos und auswertbaren Tagen für die Teilnehmer aller Projektphasen. Insgesamt wurden 6.719 auswertbare Fotos von den Probanden abgegeben. Der Durchschnitt lag bei 56 Fotos pro Protokoll. Diese resultierten in 47, hinsichtlich der aufgenommenen Lebensmittelmenge auswertbaren Bildern (abzüglich doppelte Bilder, Zusatzinformationen, nicht brauchbare Bilder). Das ergab fünf vollständige auswertbare Tage pro Proband und ca. acht Fotos pro Tag.

In der Pilotphase machten Männer im Schnitt mehr Fotos als Frauen (s. Tab. 9). Dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant ($r_p = 0,35$; n. s.). In Phase 2 konnten ebenfalls für die Jungen mehr Bilder ausgewertet werden, auch dieses Ergebnis war nicht signifikant ($r_p = 0,04$; n. s.). Von den Probanden aus Phase 2 machten die Mädchen signifikant mehr Bilder ($r_p = -0,31$; $p < 0,05$). In Phase 3 war kein Vergleich möglich, da es nur einen männlichen Probanden gab. Im Gesamtdurchschnitt differierte die durchschnittliche Anzahl auswertbarer Fotos zwischen den Geschlechtern wenig.

In Pilotphase I gab es einen Ausreißer unter den Probanden. Dieser gab ein Fotoprotokoll mit 790 Bildern ab (361 doppelt, aus unterschiedlichen Winkeln gemacht, 212 mit Zusatzinformationen). Die Tabellen zeigen deswegen eine um diesen Probanden bereinigte Auswertung der Daten (Pilot I^{ber}/m^{ber}) (s. Tab. 9 und 10). Die Anzahl der Fotos in der Pilotphase I^{ber} ($n = 60$) war höher als der Gesamtdurchschnitt ($n = 46$) (s. Tab. 10). Da diese Bilder lediglich für die Erstellung der Foto-Datenbank dienten, gibt es keine Informationen zu ausgewerteten Tagen oder Fotos/Tag. In Pilotphase II lag die Anzahl auswertbarer Fotos etwas niedriger ($n = 51$), aber ebenfalls über dem Gesamtdurchschnitt. Ausgewertet werden konnten im Schnitt sieben komplette Tage, was ca. sie-

ben Fotos pro Tag ergab. Die Anzahl Fotos in allen drei Hauptstudienphasen lag unter dem Gesamtdurchschnitt und sank mit steigender Altersstufe (s. Tab. 10).

In Phase 1 bis 3 wurden zusätzlich zu den Bilddaten auch die Einträge aus den Notizbüchern ausgewertet, die gemacht werden sollten, wenn Fotos vergessen wurden. Im Schnitt wurden von den Probanden der ersten beiden Phasen fünf, von denen aus der dritten Phase vier Einträge pro Protokollzeitraum gemacht (s. Tab. 11).

Die Qualität der Ernährungsdokumentation hinsichtlich der Regelmäßigkeit und Anzahl der Bilder war in Phase 3 insgesamt deutlich schlechter als in allen vorherigen Studienphasen. Es wurden selten sieben Tage am Stück alle Mahlzeiten, Snacks und Getränke fotografiert, sondern beispielsweise nur ein bis drei Fotos am Tag gemacht. In diesen Fällen mussten viele Tage von der Auswertung ausgeschlossen oder zwei unvollständige Tage zu einem zusammengelegt werden (s. Kap. 3.1.6).

Tabelle 9: Anzahl Fotos gesamt und pro Tag für alle Phasen, differenziert nach Geschlecht

Phase		Anzahl Fotos gesamt Ø (± SD)	Anzahl Fotos auswertbar Ø (± SD)	Anzahl Fotos pro Tag Ø (± SD)
Pilot	w	58,8 (25,0)	50,9 (22,0)	-
	m	143,1 (215,8)	77,4 (51,7)	-
	m ^{ber}	84,3 (55,0)	64,7 (39,9)	-
1	w	47,1 (20,4)	44,1 (19,6)	7,5 (2,4)
	m	56,4 (27,1)	51,4 (22,6)	8,3 (2,7)
2	w	59,1 (24,9)	56,5 (23,6)	10,0 (2,6)
	m	42,9 (21,3)	39,3 (19,4)	7,0 (2,3)
3	w	23,7 (11,1)	23,3 (10,9)	6,0 (1,7)
	m*	36,0 (-)	33,0 (-)	6,0 (-)
Ø	w	47,4 (25,0)	44,0 (23,0)	7,7 (2,7)
	m	67,1 (101,2)	50,4 (34,7)	7,5 (2,6)
	m ^{ber}	54,6 (35,5)	47,6 (27,2)	7,5 (2,6)

^{ber} Daten um Ausreißer (n = 1) bereinigt

* nur ein männlicher Proband in Phase 3

Tabelle 10: Anzahl Fotos in Protokollen der Teilnehmer aller Studienphasen und resultierende auswertbare Tage

	Anzahl Fotos Ø (± SD)	doppelte Ø (± SD)	zusätzliche Informationen Ø (± SD)	nicht relevant Ø (± SD)	auswertbar bzgl. Menge Ø (± SD)	Tage auswertbar Ø (± SD)	Fotos ausgewertet Ø (± SD)	Fotos/Tag Ø (± SD)
Pilot I	119,1 (174,6)	22,9 (84,6)	26,1 (49,5)	0,5 (1,3)	69,7 (51,4)	-	-	-
Pilot I^{ber}	77,2 (49,9)	1,8 (2,7)	14,4 (17,5)	0,5 (1,4)	60,4 (37,0)	-	-	-
Pilot II	57,8 (22,3)	0,2 (0,6)	6,7 (5,8)	0 (-)	50,9 (19,6)	6,8 (0,6)	50,7 (19,8)	7,4 (2,6)
1	50,5 (23,5)	2,9 (5,1)	0,2 (0,9)	0,7 (2,4)	46,8 (21,1)	5,7 (1,8)	45,6 (22,1)	7,8 (2,6)
2	49,5 (24,2)	2,9 (7,9)	0,2 (0,5)	0,0 (0,2)	46,3 (22,8)	5,4 (1,7)	45,0 (22,9)	8,2 (2,8)
3	24,3 (11,1)	0,3 (0,7)	0,2 (0,7)	0 (-)	23,8 (10,8)	4,2 (2,1)	23,8 (10,8)	6,0 (1,7)
Gesamt	55,5 (68,3)	4,7 (30,3)	3,8 (19,0)	0,3 (1,5)	46,7 (28,5)	5,4 (1,8)	42,6 (22,4)	7,6 (2,4)
Gesamt^{ber}	56,2 (29,9)	5,1 (5,6)	4,6 (7,7)	0,2 (1,5)	46,3 (24,8)	5,4 (1,8)	41,4 (22,8)	7,5 (2,7)

^{ber} Werte, um Ausreißer (n = 1) bereinigt

Tabelle 11: Anzahl Notizbucheinträge von Teilnehmern aus Phase 1 - 3 und resultierende auswertbare Datenmengen

	Anzahl Einträge Notizbuch Ø (± SD)	davon ausgewertet Ø (± SD)	auswertbar bzgl. Menge (Fotos + Notizen) Ø (± SD)	Daten ausgewertet (Fotos + Notizen) Ø (± SD)	resultierende Daten/Tag Ø (± SD)
1	4,8 (4,8)	4,3 (4,9)	51,6 (21,0)	50,0 (23,0)	8,6 (2,4)
2	4,6 (5,6)	3,9 (4,4)	50,9 (21,6)	48,9 (22,0)	9,0 (2,6)
3	4,4 (9,2)	4,1 (8,6)	28,2 (14,4)	27,8 (13,8)	6,7 (1,3)

4.3.4 Qualität der Fotos

Die Fotos wurden in allen Studienphasen aus Praktikabilitätsgründen nicht mit denselben Kamera- bzw. Smartphone-Modellen und auch nicht unter standardisierten Bedingungen gemacht. Deswegen sind sie von unterschiedlicher Qualität. Die meisten ausgewerteten Fotos waren von guter Qualität und es gab keinerlei Probleme bei der Einschätzung der Art und Menge von Lebensmitteln oder Getränken. Wenige Bilder schlechterer Qualität, davon einige auch ohne Schablone, beanspruchten mehr Zeit zur Auswertung, konnten aber trotzdem verwendet werden (s. Abb. 17).

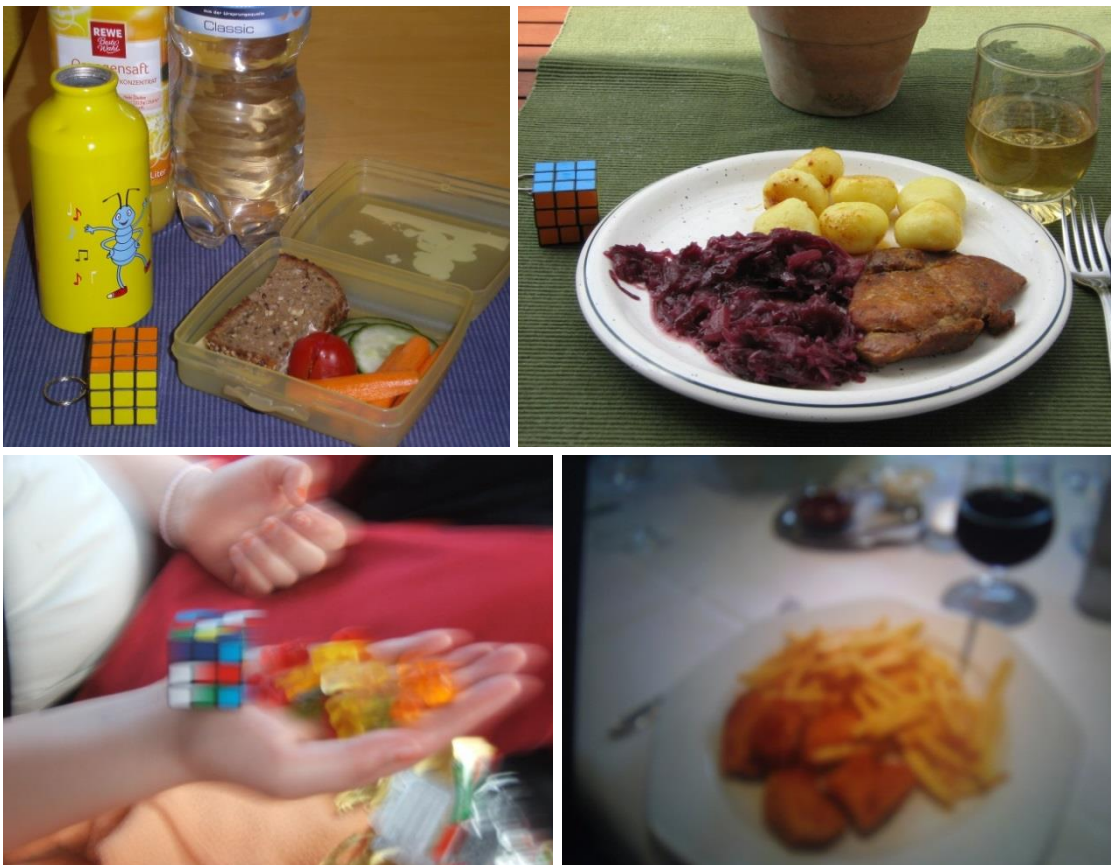


Abbildung 17: Beispiele für Bilder guter (o.) und schlechter Qualität (u.)

In der Pilotphase II gab es kein Bild, was aufgrund schlechter Qualität nicht eingeschätzt werden konnte. Die Fotoqualität war bei allen Protokollen gut. In einzelnen Situationen wurden von Probanden sehr unscharfe und nicht erkennbare Fotos gemacht, jedoch wurden in diesen Fällen selbstständig weitere Fotos aufgenommen, sodass immer eines zur Auswertung zur Verfügung stand (s. Abb. 18). Bis auf eine Probandin machten alle die Fotos, wie vorgegeben, etwa aus einem 45°-Winkel und hielten die beschriebene Entfernung ein. Bei wenigen Bildern waren Tassen so fotografiert, dass der Inhalt nicht ersichtlich war und abhängig von der Uhrzeit und dem Alter des Probanden geschätzt werden musste, welche Art Getränk sich darin befand (z. B. Kaffee, Milch oder Tee).



Abbildung 18: Unerkennbares Foto mit erkennbarem, zweiten Bild

Auch die Grundschüler machten überwiegend Bilder guter bzw. zufriedenstellender Qualität, die problemlos eingeschätzt werden konnten. Nahezu alle Fotos wurden aus einem 45°-Winkel und mit dem vorgegebenen Abstand zum Objekt aufgenommen. In Phase 2 und 3 gaben ebenfalls alle Probanden Protokolle mit Fotos vorwiegend guter Qualität ab, die ohne Ausnahme ausgewertet werden konnten.

In der Pilotphase II waren bei einem Probanden Dokumentationsdatum und -uhrzeit weder im Bild noch in den Metadaten der Datei zu finden. In Phase 1 fehlten diese Daten ebenfalls bei einem Teilnehmer und bei vier weiteren waren Zeit oder Datum falsch eingestellt. In Phase 2 gab es zwei Protokolle ohne solche Informationen und in Phase 3 drei. Dies hatte keine Auswirkung auf die Einschätzung von Art und Menge der Lebensmittel, jedoch wurde die Angabe, wie viele Tage genau dokumentiert wurden, erschwert. Bei einigen Probanden musste so aus dem Inhalt der Fotos geschlossen werden, um welche Mahlzeit es sich handelte und geschätzt werden, wie viele Tage insgesamt fotografiert wurden.

4.3.5 Bildinhalt

Im Durchschnitt waren auf 14 von 47 Fotos Hauptmahlzeiten (35 %), auf 18 Fotos Getränke (39 %) und auf 17 Fotos Snacks (40 %) zu sehen. Durchschnittlich war also der Anteil an Bildern mit Snacks bzw. Getränken höher als der mit Hauptmahlzeiten. (s. Tab. 12).

In der Pilotphase machten Obst und Gemüse, gefolgt von Süßigkeiten und Kuchen den größten Anteil der Snacks aus. Von den Grundschulern wurden in der Kategorie Snacks am häufigsten Zwischenmahlzeiten fotografiert, dabei hauptsächlich Schulbrote, gefolgt von Obst und Gemüse, Kuchen und Süßigkeiten. Bei den Gymnasialschülern standen an erster Stelle der Snacks die Süßigkeiten, danach Obst und Gemüse und Zwi-

schenmahlzeiten. Die von den Berufskolleg-Schülern am häufigsten verzehrten Snacks waren ebenfalls Süßigkeiten, gefolgt von Kuchen und süßen Backwaren (s. Tab. 12). Männliche Teilnehmer fotografierten im Schnitt mehr Hauptmahlzeiten als weibliche. Auch Getränke wurden von diesen insgesamt öfter fotografiert. Die weiblichen Teilnehmer fotografierten hingegen anteilig mehr Snacks bzw. Zwischenmahlzeiten als die männlichen (s. Tab. 13).

Außer Haus gemacht – z. B. in der Schule, auf der Arbeit, auf Reisen, auf Feiern, in Bars, im Krankenhaus, beim Sport o. ä. – wurden von allen Probanden durchschnittlich 7 (SD ± 8) von 47 (± 29) Bildern, also etwa 14 %. In der Pilotphase wurden durchschnittlich 8 (± 10) von 62 (± 42) Fotos außer Haus gemacht, das entspricht 13 % (15 %, um den Ausreißer bereinigt). In den drei Hauptstudienphasen machten die Probanden im Schnitt 20 %, 8 % bzw. 23 % der Bilder außer Haus.

Tabelle 12: Anzahl und Anteil von Bildern mit Hauptmahlzeit, Getränk oder Snack in den verschiedenen Studienphasen

Kategorie		Pilotphase Ø (± SD)	Phase1 Ø (± SD)	Phase 2 Ø (± SD)	Phase 3 Ø (±SD)	Gesamt Ø (± SD)
Hauptmahlzeiten	n	15,1 (5,1)	14,3 (4,6)	15,8 (7,9)	8,7 (4,3)	14,3 (6,4)
	%	24,5 (16,1)	34,3 (12,0)	36,8 (12,0)	37,8 (10,2)	35,0 (13,0)
Getränke	n	25,5 (20,9)	17,5 (8,5)	18,0 (8,5)	9,5 (4,8)	18,1 (12,6)
	%	36,4 (18,0)	38,4 (12,2)	41,5 (12,9)	40,5 (12,3)	39,3 (14,0)
Snacks	n	17,4 (11,8)	21,8 (11,0)	15,1 (10,1)	8,9 (3,4)	16,9 (11,0)
	%	29,1 (13,8)	49,1 (17,0)	35,6 (22,5)	43,0 (21,1)	39,5 (20,5)
- Zwischenmahlzeiten	n	2,2 (2,3)	4,3 (2,1)	2,3 (2,6)	1,5 (1,6)	2,9 (2,4)
	%	4,0 (4,9)	11,5 (7,8)	6,9 (7,3)	6,2 (5,7)	7,7 (7,4)
- Süßigkeiten	n	3,6 (3,3)	4,2 (4,2)	3,4 (3,5)	2,4 (2,1)	3,6 (3,6)
	%	6,1 (5,2)	8,2 (6,7)	8,0 (7,7)	12,5 (11,3)	8,2 (7,8)
- Knabberartikel	n	1,3 (2,9)	1,1 (1,7)	0,8 (2,5)	0,3 (0,6)	0,9 (2,2)
	%	1,5 (1,8)	2,2 (3,4)	1,4 (3,1)	1,9 (3,7)	1,8 (3,1)
- Kuchen etc.	n	2,7 (2,0)	4,5 (3,5)	2,5 (2,4)	2,3 (1,7)	2,9 (2,5)
	%	5,3 (5,4)	9,5 (9,0)	6,4 (8,0)	11,8 (11,4)	7,9 (8,7)
- Obst/ Gemüse	n	4,6 (5,4)	4,5 (3,5)	3,4 (3,8)	1,2 (1,8)	3,7 (4,1)
	%	6,7 (4,8)	10,0 (7,6)	7,8 (7,7)	4,1 (6,0)	7,8 (7,2)
- Joghurt etc.	n	2,6 (2,2)	3,0 (2,6)	2,2 (1,8)	1,2 (0,9)	2,4 (2,2)
	%	5,0 (3,8)	6,0 (4,7)	4,8 (4,1)	5,9 (5,5)	5,4 (4,5)

Tabelle 13: Anzahl und Anteil von Bildern mit Hauptmahlzeit, Getränk oder Snack in den verschiedenen Studienphasen, differenziert nach Geschlecht

Kategorie	W	Pilotphase Ø (± SD)	Phase1 Ø (± SD)	Phase 2 Ø (± SD)	Phase 3* Ø (± SD)	Gesamt Ø (± SD)
	m					
Haupt- mahlzeiten	n	13,7 (4,2)	13,4 (5,0)	17,5 (8,7)	8,6 (4,3)	13,4 (6,5)
	%	30,7 (12,0)	33,4 (9,7)	33,6 (12,6)	37,9 (10,5)	33,9 (11,3)
	n	17,2 (6,4)	15,8 (3,2)	14,7 (7,1)	12,0 (-)	15,5 (6,1)
	%	31,9 (9,7)	35,8 (15,0)	39,1 (11,1)	36,4 (-)	36,6 (14,8)
Getränke	n	20,8 (17,6)	15,6 (8,7)	19,5 (9,1)	9,3 (4,8)	16,3 (11,5)
	%	35,4 (20,2)	35,4 (10,5)	36,6 (11,8)	40,4 (12,3)	36,7 (14,1)
	n	30,0 (24,6)	20,6 (7,1)	17,0 (7,9)	14,0 (-)	20,6 (13,7)
	%	37,9 (14,2)	43,5 (13,2)	44,8 (12,6)	42,4 (-)	43,0 (13,2)
Snacks	n	15,3 (7,3)	21,3 (11,2)	17,6 (12,0)	8,9 (3,5)	16,5 (10,5)
	%	30,3 (13,5)	51,4 (19,1)	33,1 (14,8)	43,8 (21,4)	41,0 (19,6)
	n	20,7 (15,8)	22,8 (10,4)	13,5 (8,2)	9,0 (-)	17,5 (11,6)
	%	27,3 (13,6)	45,2 (11,9)	37,2 (26,3)	27,3 (-)	37,3 (21,5)
- Zwischen- mahlzeiten	n	1,9 (2,0)	4,3 (2,1)	2,8 (2,5)	1,5 (1,6)	2,9 (2,4)
	%	4,1 (4,3)	12,3 (8,1)	6,0 (6,5)	6,2 (5,8)	7,8 (7,4)
	n	2,6 (2,8)	4,4 (2,0)	2,5 (2,1)	2 (-)	3,0 (2,4)
	%	3,9 (6,1)	10,0 (7,2)	7,4 (7,7)	6,1 (-)	7,4 (7,4)
- Süßigkeiten	n	3,2 (2,6)	3,7 (3,9)	3,6 (4,3)	2,3 (2,0)	3,3 (3,5)
	%	6,6 (5,8)	7,3 (6,8)	6,2 (5,2)	12,3 (11,6)	8,0 (7,9)
	n	4,3 (3,2)	5,1 (4,6)	3,3 (2,8)	5,0 (-)	4,1 (3,8)
	%	5,3 (3,7)	9,6 (6,2)	9,2 (8,8)	15,2 (-)	8,6 (7,4)
- Knabber- artikel	n	0,8 (0,9)	1,0 (1,3)	1,7 (3,7)	0,3 (0,6)	1,0 (2,0)
	%	1,4 (1,5)	2,2 (3,0)	2,5 (4,2)	2,0 (3,8)	2,0 (3,3)
	n	2,2 (4,7)	1,3 (2,2)	0,2 (0,5)	0 (-)	0,9 (2,4)
	%	1,6 (2,2)	2,3 (3,9)	0,7 (1,7)	0 (-)	1,3 (2,7)
- Kuchen etc.	n	2,4 (1,8)	3,7 (3,0)	2,4 (2,1)	2,3 (1,8)	2,8 (2,4)
	%	5,3 (3,9)	10,3 (10,2)	4,3 (3,4)	12,3 (11,5)	8,3 (8,9)
	n	3,1 (2,4)	4,0 (2,8)	2,6 (2,6)	1,0 (-)	3,1 (2,7)
	%	5,2 (7,4)	8,0 (6,1)	7,8 (9,8)	3,0 (-)	7,3 (8,3)
- Obst/ Gemüse	n	3,2 (2,3)	5,2 (3,8)	4,7 (4,1)	1,3 (1,8)	3,8 (3,6)
	%	6,0 (4,6)	12,0 (8,2)	9,3 (6,6)	4,4 (6,1)	8,5 (7,4)
	n	6,7 (8,0)	3,5 (2,7)	2,6 (3,3)	0 (-)	3,6 (4,7)
	%	7,7 (4,8)	6,6 (5,1)	6,8 (8,2)	0 (-)	6,8 (6,8)
- Joghurt etc.	n	3,4 (2,2)	2,7 (1,9)	2,2 (1,7)	1,2 (0,9)	2,4 (1,9)
	%	6,4 (3,7)	5,9 (4,1)	4,2 (3,3)	6,0 (5,7)	5,6 (4,3)
	n	1,4 (1,5)	3,4 (3,4)	2,2 (1,9)	1,0 (-)	2,4 (2,5)
	%	2,9 (2,5)	6,2 (5,6)	5,2 (4,5)	3,0 (-)	5,0 (4,7)

* In Phase 3 gab es nur einen männlichen Teilnehmer

4.4 Validität

4.4.1 Erkennungsrate

Die Erkennungsrate wurde durch den Anteil der bezüglich der Art der enthaltenen Lebensmittel korrekt identifizierten Fotos bestimmt. Sie lag bei den Probanden aus Pilotphase II und denen aus Phase 1, die auch ein Wiegeprotokoll abgaben, insgesamt bei 95 %. Von durchschnittlich 44 Vergleichsfotos pro Teilnehmer wurden im Schnitt nur drei falsch identifiziert. Für Pilotphase II lag die Erkennungsrate durchschnittlich bei 93 %. Falsch identifiziert wurden im Schnitt 4 von 51 Fotos. In Phase 1 betrug die Erkennungsrate 97 %. Von den durchschnittlich 33 auswertbaren Fotos pro Proband wurde lediglich eines hinsichtlich des Bildinhaltes nicht korrekt identifiziert (s. Tab. 14).

Viele Fehleinschätzungen waren dabei auf die Verwechslung von Butter mit Margarine (oder umgekehrt) zurückzuführen, sowie auf die Einschätzung von Fruchtsaftschorlen als puren Saft oder von Saftschorlen als Limonade (oder umgekehrt). Weitere Beispiele sind Verwechslungen von paniertem Fleisch und paniertem Fisch, Vanillepudding und Grießbrei, süßen und herzhaften Backwaren sowie Kaffee oder Cappuccino mit Kakao. Diese Fehleinschätzungen hatten wenig Auswirkung auf die berechnete Energie- und Nährstoffzufuhr. Einzige Ausnahme bildete die Verwechslung von Saft und Schorle.

Tabelle 14: Erkennungsrate der Lebensmittel auf Fotos im Vergleich mit den Angaben aus Wiegeprotokollen der Pilotphase II und Phase 1

	Anzahl Vergleichsfotos \bar{x} (\pm SD)	Anzahl Fotos falsch identifiziert \bar{x} (\pm SD)	Erkennungsrate (%) \bar{x} (\pm SD)
Pilotphase II (n = 13)			
A1	50,8 (19,6)	2,8 (5,2)	94,8 (6,5)
A2	50,8 (19,6)	3,8 (5,1)	92,0 (10,1)
A3	50,8 (19,6)	3,8 (4,7)	92,4 (7,0)
\bar{x}	50,8 (19,6)	3,5 (4,9)	93,1 (7,4)
Phase 1 (n = 9)			
A1	33,2 (8,2)	1,7 (1,2)	95,3 (3,1)
A2	33,2 (8,2)	0,6 (0,5)	98,2 (1,7)
\bar{x}	33,2 (8,2)	1,1 (0,7)	96,8 (1,8)
Gesamt (n = 22)			
\bar{x}	43,6 (18,1)	2,5 (4,0)	94,6 (6,1)

A1, A2, A3: Auswerterinnen 1, 2 und 3

4.4.2 Abweichungen bei Lebensmittelmenge und Energiezufuhr

Tabelle 15 zeigt die Höhe und Richtung der Abweichungen bei Lebensmittel- und Energiezufuhr (Pilotphase II). Detaillierte Informationen für alle Probanden sind in den Tabellen 16 und 17 zu finden. Die verzehrte Lebensmittelmenge aller 13 Probanden betrug im Durchschnitt 1952 g/Tag. Die Schätzungen der Auswerterinnen lagen zwischen 1783 und 1909 g/Tag, die daraus resultierten Abweichungen bei -43 bis -169 g/Tag bzw. -3 bis -14 %. Die aus den gewogenen Daten berechnete durchschnittliche Energiezufuhr betrug 1564 kcal/Tag, die geschätzte lag zwischen 1440 und 1516 kcal/Tag für die einzelnen Auswerterinnen. Die täglichen Abweichungen lagen somit im Schnitt bei -49 bis -124 kcal bzw. -2 bis -10 %. Alle eingeschätzten Werte lagen im Durchschnitt *unter* den gewogenen.

Durchschnittlich lagen die Abweichungen bei -93 g/Tag bzw. -74 kcal/Tag. Das entspricht -7 % bzw. -5 % Unterschied. Nur die Auswerterinnen 1 und 2 (A1 und A2) betrachtend, lagen die Abweichungen bei -54 g/Tag bzw. -50 kcal/Tag, also -4 % bzw. -3 % und damit unter dem Durchschnitt für alle drei Auswerterinnen (s. Tab. 15). A1 und A2 waren studierte Ernährungswissenschaftlerinnen, A3 eine studentische Hilfskraft mit Berufsausbildung zur Diätassistentin.

Die durchschnittlichen Abweichungen der Lebensmittel- und Energiezufuhr sind absolut sowie prozentual gesehen sehr gering. Die hohen Standardabweichungen wurden verursacht durch die geringe Probandenzahl insgesamt sowie durch vereinzelte hohe Abweichungen auf individueller Ebene (s. Tab. 16 und 17).

Tabelle 15: Abweichungen bei Lebensmittel- und Energiezufuhr in Pilotphase II (n = 13), alle drei Auswerterinnen und Auswerterinnen 1 und 2

	tats. Zufuhr	Schätzung	Abweichung	Abweichung (%)
A1 bis A3				
g LM/Tag (± SD)	1952,3 (995,7)	1859,7 (1048,1)	-92,6 (185,7)	-7,3 (10,6)
kcal/Tag (± SD)	1564,2 (500,7)	1489,7 (520,2)	-74,4 (170,7)	-5,3 (13,1)
A1 und A2				
g LM/Tag (± SD)	1952,3 (995,7)	1897,9 (1035,8)	-54,4 (155,7)	-4,1 (7,1)
kcal/Tag (± SD)	1564,2 (500,7)	1514,6 (499,9)	-49,5 (129,8)	-2,7 (9,1)

A1, A2, A3: Auswerterinnen 1, 2 und 3

Tabelle 16: Tatsächliche und geschätzte Zufuhr an Lebensmitteln mit Abweichungen in g und % für einzelne Probanden der Pilotphase II, differenziert nach Auswerterinnen und gesamt

Proband	verzehrtc Menge (g/Tag)	Schätzung (g/Tag)				Abweichung (g/Tag)				Abweichung (%)			
		A1	A2	A3	∅	A1	A2	A3	∅	A1	A2	A3	∅
18	1073,6	1007,9	998,3	909,1	971,8	-65,7	-75,3	-164,4	-101,8	-6,1	-7,0	-15,3	-9,5
31	3075,7	3008,4	3094,6	3158,3	3087,1	-67,3	18,9	82,6	11,4	-2,2	0,6	2,7	0,4
32	780,6	847,8	684,3	513,2	681,8	67,2	-96,3	-267,4	-98,8	8,6	-12,3	-34,3	-12,7
34	2928,3	2678,9	2577,8	2384,4	2547,0	-249,4	-350,5	-543,9	-381,3	-8,5	-12,0	-18,6	-13,0
36	2387,6	2394,7	2379,1	2310,7	2361,5	7,1	-8,4	-76,9	-26,0	0,3	-0,4	-3,2	-1,1
37	2039,1	1736,4	1843,3	1567,3	1715,7	-302,7	-195,9	-471,9	-323,5	-14,8	-9,6	-23,1	-15,9
38	2862,9	3092,6	3229,4	3089,0	3137,0	229,7	366,6	226,1	274,1	8,0	12,8	7,9	9,6
39	3730,6	3951,9	3737,6	3721,1	3803,5	221,3	7,0	-9,4	73,0	5,9	0,2	-0,3	2,0
40	646,7	618,2	595,0	492,7	568,6	-28,5	-51,7	-154,0	-78,1	-4,4	-8,0	-23,8	-12,1
43	1063,7	905,3	935,8	771,0	870,7	-158,4	-127,9	-292,7	-193,0	-14,9	-12,0	-27,5	-18,1
44	663,1	658,0	628,4	481,3	589,2	-5,1	-34,7	-181,9	-73,9	-0,8	-5,2	-27,4	-11,1
46	1781,6	1659,0	1704,6	1822,0	1728,5	-122,6	-77,0	40,4	-53,0	-6,9	-4,3	2,3	-3,0
47	2346,4	2260,6	2116,4	1962,1	2113,0	-85,9	-230,0	-384,3	-233,4	-3,7	-9,8	-16,4	-9,9
∅	1952,3	1909,2	1886,5	1783,3	1859,7	-43,1	-65,8	-169,0	-92,6	- 3,0	-5,2	-13,6	-7,3
SD	± 995,7	± 1037,9	± 1033,5	± 1068,2	± 1044,3	± 150,2	± 160,2	± 215,1	± 163,1	± 7,3	± 6,8	± 13,3	± 7,8

A1, A2, A3: Auswerterinnen 1, 2 und 3

Tabelle 17: Resultierende tatsächliche und geschätzte Energiezufuhr mit Abweichungen in kcal und % für einzelne Probanden der Pilotphase II, differenziert nach Auswerterrinnen und gesamt

Proband	verzehrte Menge (kcal/Tag)	Schätzung (kcal/Tag)				Abweichung (kcal/Tag)				Abweichung (%)			
		A1	A2	A3	∅	A1	A2	A3	∅	A1	A2	A3	∅
18	1400	1350	1510	1290	1383,3	-50	110	-110	-16,7	-3,6	7,9	-7,9	-1,2
31	1750	1740	1690	1830	1753,3	-10	-60	80	3,3	-0,6	-3,4	4,6	0,2
32	604	679	660	379	572,7	75	56	-225	-31,3	12,4	9,3	-37,3	-5,2
34	2680	2770	2530	2340	2546,7	90	-150	-340	-133,3	3,4	-5,6	-12,7	-5,0
36	1880	1880	1970	2010	1953,3	0	90	130	73,3	0,0	4,8	6,9	3,9
37	1930	1580	1650	1520	1583,3	-350	-280	-410	-346,7	-18,1	-14,5	-21,2	-18,0
38	1570	1560	1560	1740	1620,0	-10	-10	170	50,0	-0,6	-0,6	10,8	3,2
39	1970	2100	1970	1750	1940,0	130	0	-220	-30,0	6,6	0,0	-11,2	-1,5
40	1130	1150	1240	880	1090,0	20	110	-250	-40,0	1,8	9,7	-22,1	-3,5
43	1000	740	901	560	733,7	-260	-99	-440	-266,3	-26,0	-9,9	-44,0	-26,6
44	1220	1150	1220	1100	1156,7	-70	0	-120	-63,3	-5,7	0,0	-9,8	-5,2
46	1550	1480	1440	1860	1593,3	-70	-110	310	43,3	-4,5	-7,1	20,0	2,8
47	1650	1500	1360	1460	1440,0	-150	-290	-190	-210,0	-9,1	-17,6	-11,5	-12,7
∅	1564,2	1513,8	1515,5	1439,9	1489,7	-50,4	-48,7	-124,2	-74,4	-3,4	-2,1	-10,4	-5,3
SD	± 500,7	± 533,6	± 463,7	± 555,3	± 506,7	± 131,0	± 128,7	± 223,5	± 123,6	± 9,7	± 8,4	± 17,6	± 8,6

A1, A2, A3: Auswerterrinnen 1, 2 und 3

4.4.3 Abweichungen Nährstoffzufuhr

Tabelle 18 zeigt die aus der Lebensmittelzufuhr (s. Tab. 16 und 17) berechnete durchschnittliche Zufuhr an Makronährstoffen, beispielhaften Mikronährstoffen und Ballaststoffen. Die Darstellung ist aufgeteilt in die Ergebnisse aller drei Auswerterinnen und in Ergebnisse nur von A1 und A2. Die Abweichungen liegen, bis auf bei Eisen (A1 und A2), alle unter zehn Prozent. Sie sind, die Ergebnisse von A1 und A2 separat betrachtend, in den meisten Fällen geringer als für alle drei Auswerterinnen im Schnitt (s. Diskussion).

Tabelle 18: Abweichungen bei Makro-, ausgewählten Mikronährstoffen und Ballaststoffen für Probanden aus Pilotphase II (n = 13)

	Zufuhr Ø (± SD)	Schätzung Ø (± SD)	Abweichung Ø (± SD)	% Abweichung Ø (± SD)
A1 - A3				
Fett, g/Tag	63,1 (19,3)	60,6 (19,4)	-2,5 (5,9)	-3,9 (9,8)
KH, g/Tag	182,6 (64,6)	174,2 (64,8)	-8,4 (19,0)	-5,0 (11,1)
Protein, g/Tag	54,3 (18,6)	50,5 (17,2)	-3,8 (5,3)	-7,1 (9,3)
Calcium, mg/Tag	743,4 (309,1)	701,9 (323,4)	-41,4 (84,8)	-6,4 (9,9)
Eisen, mg/Tag	9,0 (3,6)	8,2 (3,5)	-0,7 (0,8)	-8,4 (10,3)
Folat, µg/Tag	186,9 (77,5)	172,9 (83,7)	-14,0 (27,7)	-8,5 (14,7)
Jod, µg/Tag	63,4 (29,4)	60,8 (32,6)	-2,6 (8,3)	-6,0 (15,7)
Vitamin D, µg/Tag	1,6 (0,6)	1,6 (0,7)	0,0 (0,3)	1,3 (20,6)
Ballaststoffe, g/Tag	15,2 (4,5)	13,7 (4,4)	-1,5 (2,0)	-9,8 (12,7)
A1 und A2				
Fett, g/Tag	63,1 (19,3)	61,6 (18,9)	-1,4 (5,9)	-2,6 (11,4)
KH, g/Tag	182,6 (64,6)	177,0 (64,4)	-5,5 (15,7)	-3,8 (9,1)
Protein, g/Tag	54,3 (18,6)	51,6 (16,2)	-2,6 (5,2)	-5,5 (8,1)
Calcium, mg/Tag	743,4 (309,1)	706,8 (317,0)	-36,5 (90,5)	-5,9 (11,1)
Eisen, mg/Tag	9,0 (3,6)	8,1 (3,2)	-0,9 (0,9)	-10,6 (9,2)
Folat, µg/Tag	186,9 (77,5)	178,3 (87,9)	-8,6 (31,6)	-6,9 (13,4)
Jod, µg/Tag	63,4 (29,4)	60,9 (30,3)	-2,5 (7,8)	-4,8 (19,5)
Vitamin D, µg/Tag	1,6 (0,6)	1,6 (0,6)	0,0 (0,3)	2,6 (27,1)
Ballaststoffe, g/Tag	15,2 (4,5)	14,0 (4,2)	-1,2 (1,9)	-8,9 (11)

A1, A2, A3: Auswerterinnen 1, 2 und 3

4.4.4 Lebensmittelspezifische Abweichungen und Auswirkungen

Tabelle 19 zeigt die Abweichungen der Einschätzungen bei bestimmten Lebensmittelgruppen mit den resultierenden Auswirkungen auf die Energiezufuhr über den gesamten Protokollzeitraum (\bar{x} 11.181 kcal/Person/Woche).

Es gab bei keiner der betrachteten Lebensmittelgruppen eine Tendenz zur ausschließlichen Über- oder Unterschätzung. Die maximale durchschnittliche Abweichung betrug -130 kcal pro Woche durch Fehleinschätzungen bei der Lebensmittelgruppe Pizza und Burger. Das ergab bei einem durchschnittlichen Zeitraum von sieben Tagen jedoch nur eine Differenz von 1 % bezogen auf die Gesamtenergiezufuhr. Generell gab es, die Energiezufuhr betreffend, nur geringe Abweichungen. Maximal lag diese bei -1,6 % für die Lebensmittelgruppe Brot und Brötchen. Die Abweichungen der einzelnen Auswertungen schwankten, wie an der Standardabweichung zu erkennen ist, teilweise sehr stark, glichen sich jedoch im Mittel wieder aus. Die stärksten Abweichungen waren bei A3 zu erkennen.

Tabelle 19: Abweichungen bei der Mengeneinschätzung einzelner Lebensmittel mit Auswirkungen auf die Gesamtenergiezufuhr

Lebensmittelgruppe	Abweichung in g \bar{x} (\pm SD)	Abweichung in % \bar{x} (\pm SD)	Auswirkung auf Energiezufuhr in kcal/Protokoll \bar{x} (\pm SD)	Auswirkung auf Energiezufuhr in %/Protokoll \bar{x} (\pm SD)
Streichfette	-0,2 (14,9)	25,5 (124,3)	-5,6 (88,9)	-0,2 (0,8)
Brotaufschnitte	-0,6 (7,49)	7,5 (53,31)	-37,4 (201,0)	-0,4 (2,1)
Brot/Brötchen	-5,7 (27,6)	-3,4 (34,2)	-155,2 (322,5)	-1,6 (2,8)
Cerealien	-3,4 (90,3)	43,8 (154,2)	64,9 (353,7)	0,6 (3,2)
Fleisch/Fisch	6,7 (49,7)	15,1 (41,9)	98,5 (195,9)	-0,6 (2,3)
Gemüse	-22,7 (66,9)	-1,9 (52,5)	-93,2 (129,5)	-0,7 (1,2)
Obst	-11,6 (34,4)	-6,4 (24,6)	-28,3 (42,8)	-0,3 (0,4)
heiße Getränke	12,7 (52,8)	7,9 (25,3)	116,5 (257,2)	0,8 (2,0)
kalte Getränke	7,1 (136,4)	3,4 (31,4)	44,5 (303,2)	0,1 (1,7)
Kuchen o. ä.	-5,3 (24,6)	-5,5 (34,7)	-52,3 (109,8)	-0,4 (0,9)
Nudeln/Kartoffeln	-8,1 (58,4)	1,4 (34,8)	-103,6 (136,1)	-0,8 (1,5)
Pizza, Burger o. ä.	-23,2 (73,4)	-5,2 (38,2)	-129,8 (247,0)	-0,9 (2,1)
Süßigkeiten	1,1 (13,7)	19,3 (117,9)	23,7 (105,4)	0,2 (1,1)
Joghurt, Eis o. ä.	-7,6 (41,5)	-3,4 (31,9)	-28,8 (156,3)	-0,2 (1,3)

4.4.5 Korrelation und Methodenübereinstimmung

Die Validität in Pilotphase II und Phase 1 wurde u. a. durch die Korrelation zwischen geschätzten und gewogenen Werten von Lebensmittelverzehr, Energie- und Nährstoffzufuhr bestimmt. Die Tabellen 20 bzw. 21 zeigen die berechneten Korrelationskoeffizienten (Pearson, r_P und Spearman, r_S) für Pilotphase II bzw. Phase 1.

Tabelle 20: Korrelationen zwischen geschätzter und tatsächlicher Zufuhr in Pilotphase II (n = 13)

	r_P	r_S
Lebensmittelmenge, g/Tag	0,99**	0,99**
Energie, kcal/Tag	0,97**	0,91**
Energiedichte, kcal/100g	0,99**	0,97**
Fett, g/Tag	0,95**	0,85**
Kohlenhydrate, g/Tag	0,96**	0,95**
Protein, g/Tag	0,96**	0,94**
Calcium, mg/Tag	0,97**	0,96**
Eisen, mg/Tag	0,97**	0,97**
Folat, µg/Tag	0,95**	0,94**
Jod, µg /Tag	0,97**	0,97**
Vitamin D, µg /Tag	0,90**	0,87**
Ballaststoffe, g/Tag	0,90**	0,81**

** hoch signifikant, $p < 0,01$

Tabelle 21: Korrelationen zwischen geschätzter und tatsächlicher Zufuhr in Phase 1 (n = 9)

	r_P	r_S
Lebensmittelmenge, g/Tag	0,96**	0,90**
Energie, kcal/Tag	0,95**	0,87**
Energiedichte, kcal/100g	0,92**	0,93**
Fett, g/Tag	0,93**	0,95**
Kohlenhydrate, g/Tag	0,94**	0,92**
Protein, g/Tag	0,96**	0,93**
Calcium, mg/Tag	0,99**	1,00**
Eisen, mg/Tag	0,84**	0,88**
Folat, µg/Tag	0,96**	0,93**
Jod, µg /Tag	0,97**	0,85**
Vitamin D, µg /Tag	0,90**	0,95**
Ballaststoffe, g/Tag	0,95**	0,87**

** hoch signifikant, $p < 0,01$

Erkennbar ist, dass alle Ergebnisse der Wiegeprotokolle für die berechneten Variablen signifikant mit denen der Einschätzung aus den Fotoprotokollen korrelieren. Das ist ein Hinweis auf eine hohe Validität der Foto-Methode.

Weiterhin wurde eine Bland-Altman-Analyse durchgeführt. Die folgenden Abbildungen 19 bis 27 zeigen die Differenzen der beiden Methoden (Foto-Methode [FM] minus Wiegeprotokoll [WP]) gegen ihren Durchschnitt aufgetragen. Zur schnelleren Interpretation wurden Hilfslinien beim Mittelwert der Differenzen und jeweils diesem plus und minus der doppelten Standardabweichung – den sogenannten Übereinstimmungsgrenzen – eingefügt. Die Tabellen 22 und 23 (S. 103 und 105) zeigen diese Werte für weitere Nährstoffe in der Übersicht.

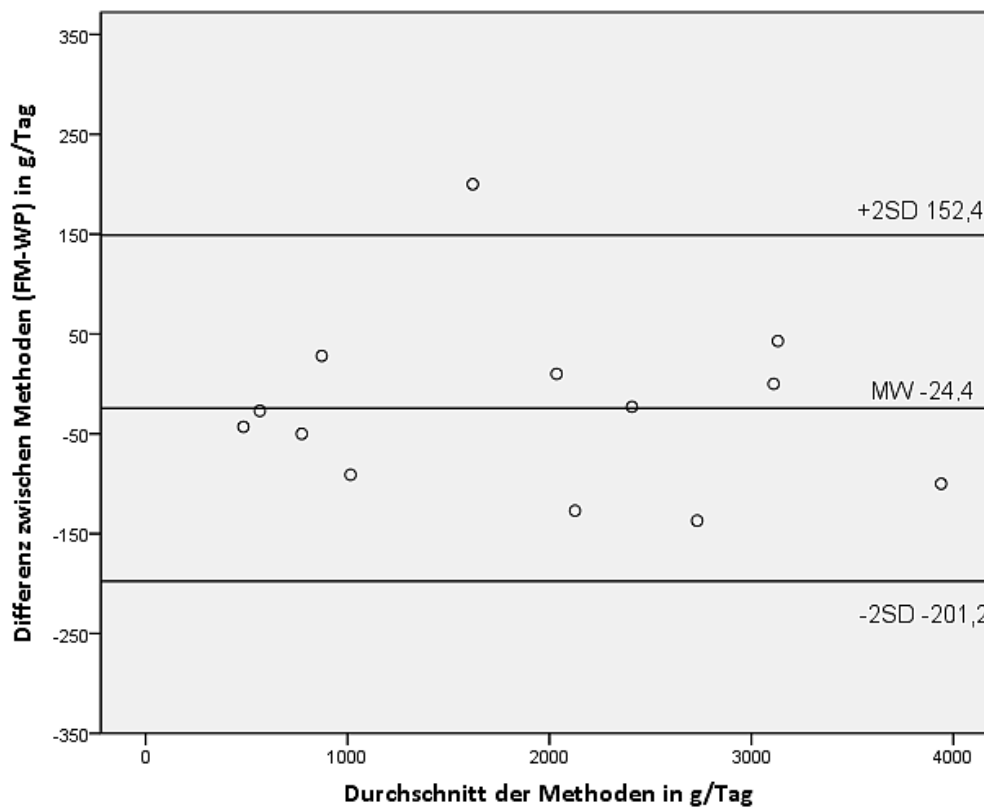


Abbildung 19: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Lebensmittelzufuhr (g/Tag) in Pilotphase II

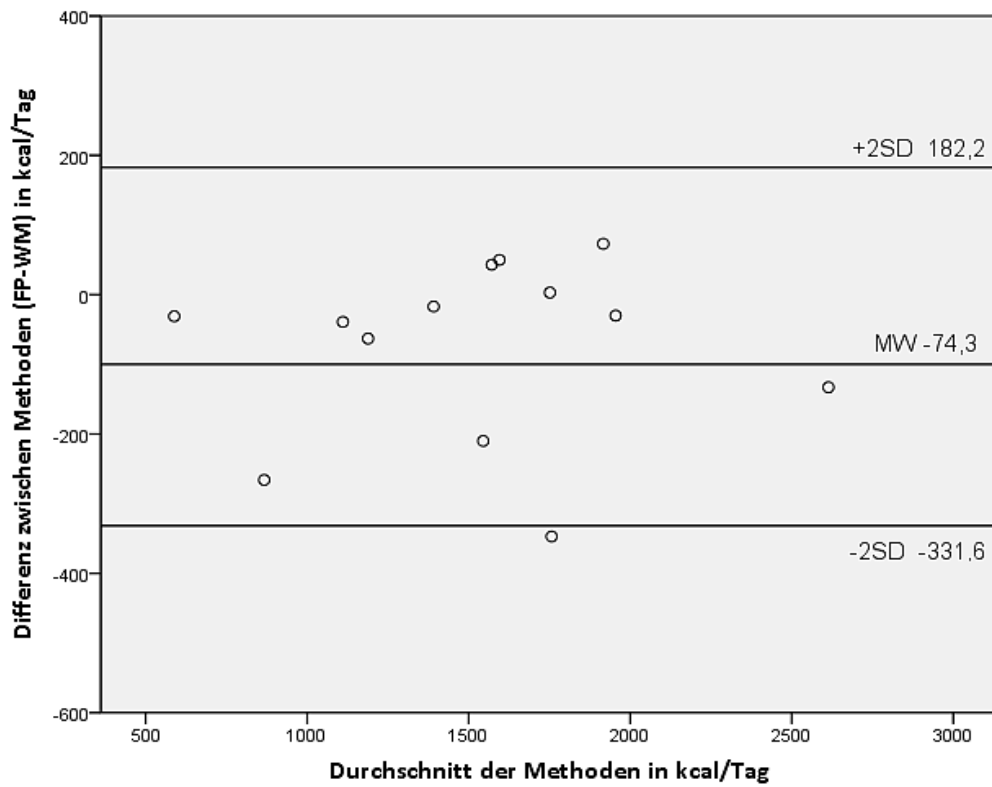


Abbildung 20: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Energiezufuhr (kcal/Tag) in Pilotphase II

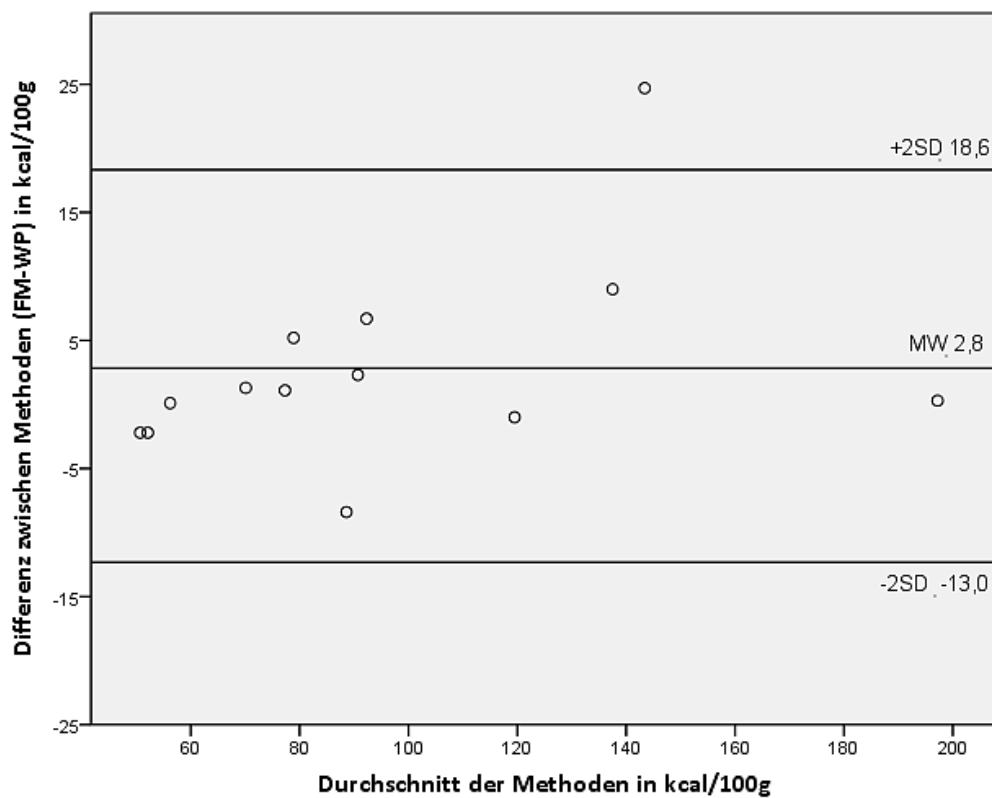


Abbildung 21: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Energiedichte (kcal/100g) in Pilotphase II

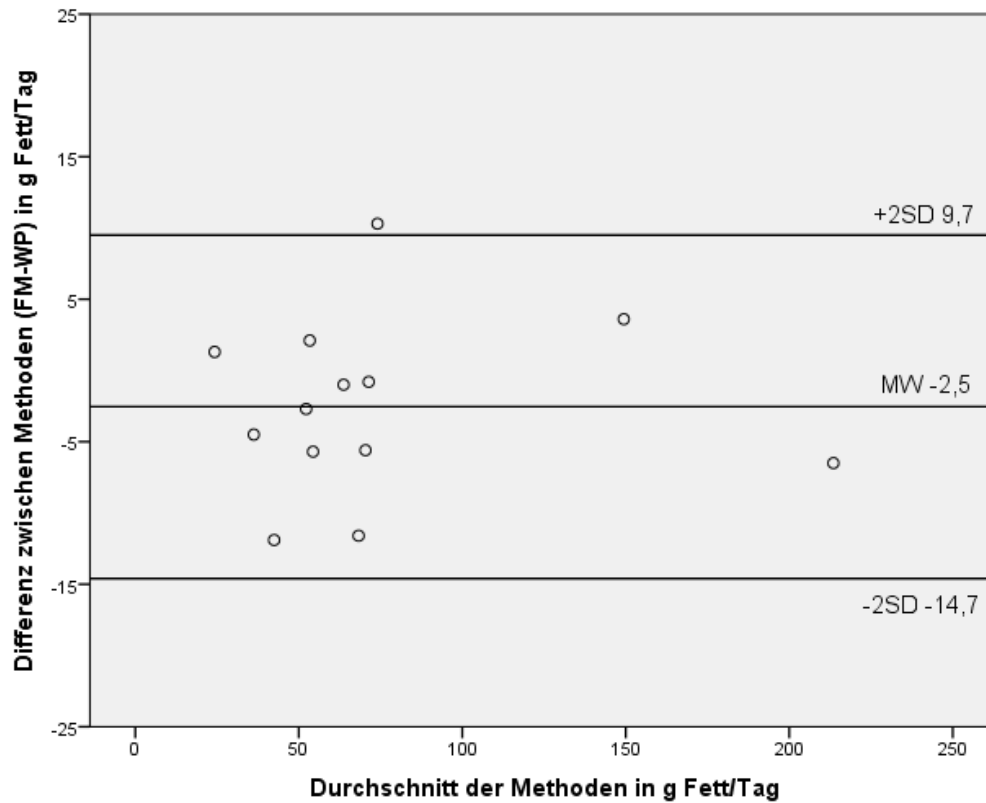


Abbildung 22: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Fettzufuhr (g/Tag) in Pilotphase II

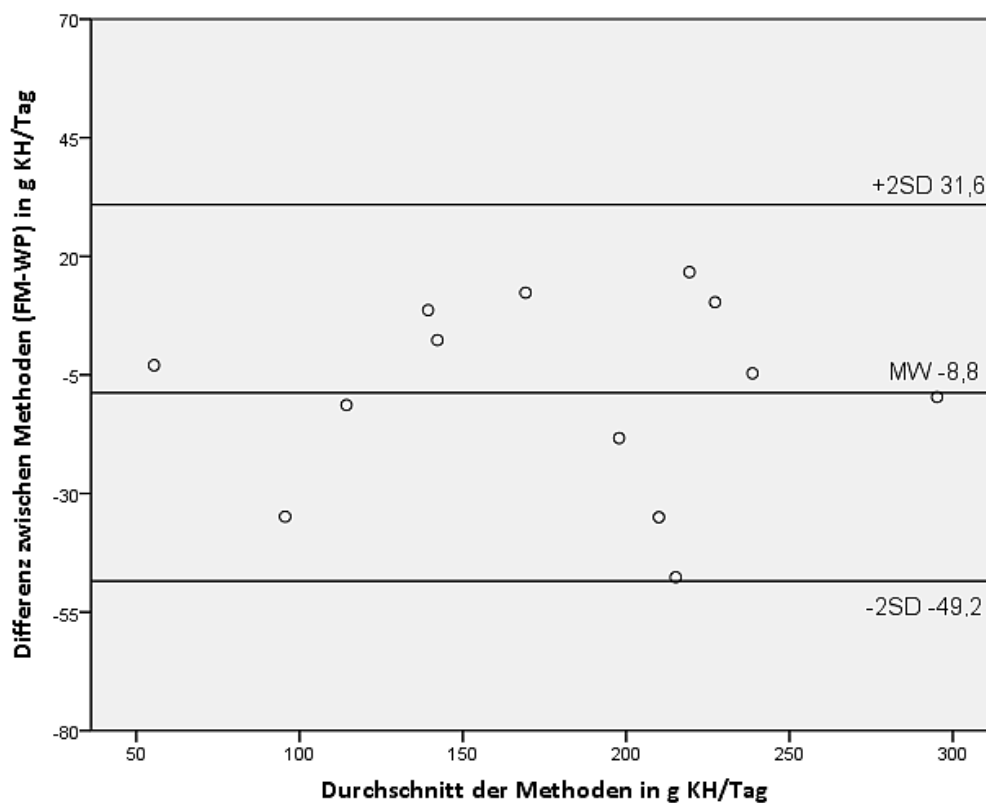


Abbildung 23: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Kohlenhydratzufuhr (g/Tag) in Pilotphase II

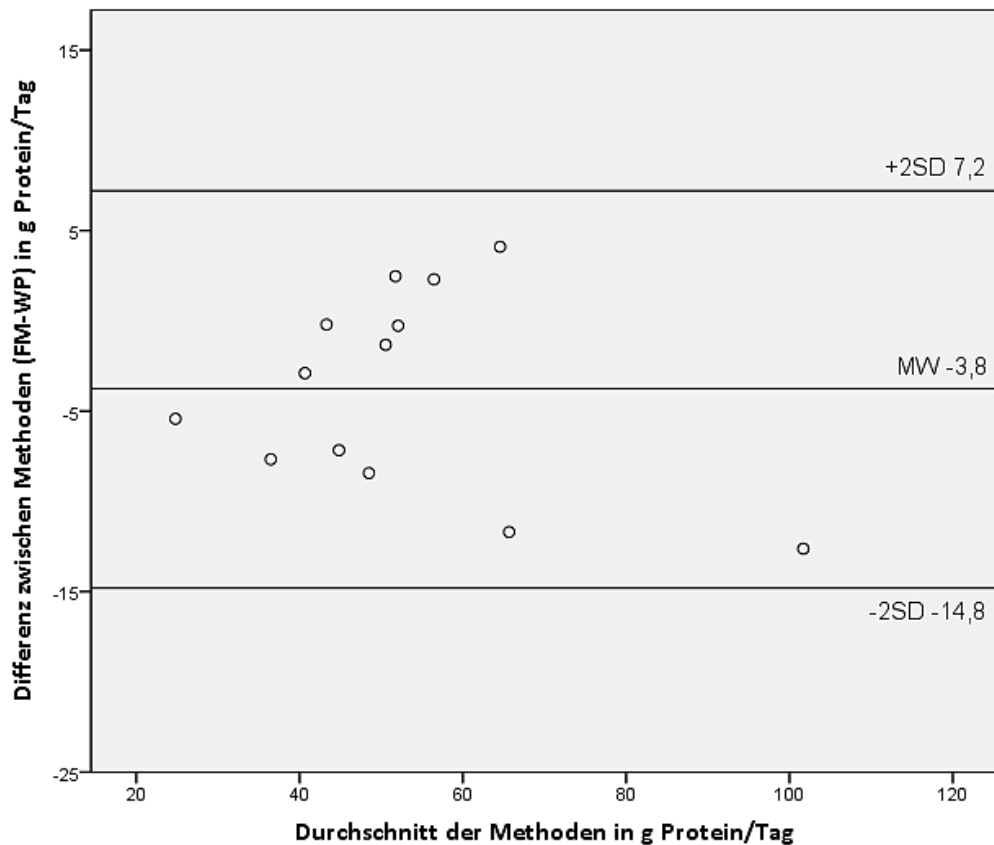


Abbildung 24: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Proteinzufuhr (g/Tag) in Pilotphase II

Tabelle 22: Mittelwerte und Übereinstimmungsgrenzen im Vergleich von Foto-Methode und Wiegeprotokoll zur Messung verschiedener Nährstoffe in Pilotphase II (n = 13)

	Mittelwert der Differenzen	Übereinstimmungsgrenzen		Werte außerhalb ÜG
		- 2 x SD	+ 2 x SD	
Calcium, mg/Tag	-41,5	-217,9	134,7	-
Eisen, mg/Tag	-0,7	-2,5	1,1	1 (bei -2,9)
Folat, µg/Tag	-13,8	-7,1	42,3	1 (bei 43,0)
Jod, µg/Tag	-2,6	-20,0	14,8	-
Vitamin D, µg/Tag	0,03	-0,6	0,7	1 (bei 0,9)
Ballaststoffe, g/Tag	-1,5	-5,7	2,7	1 (bei -6,0)

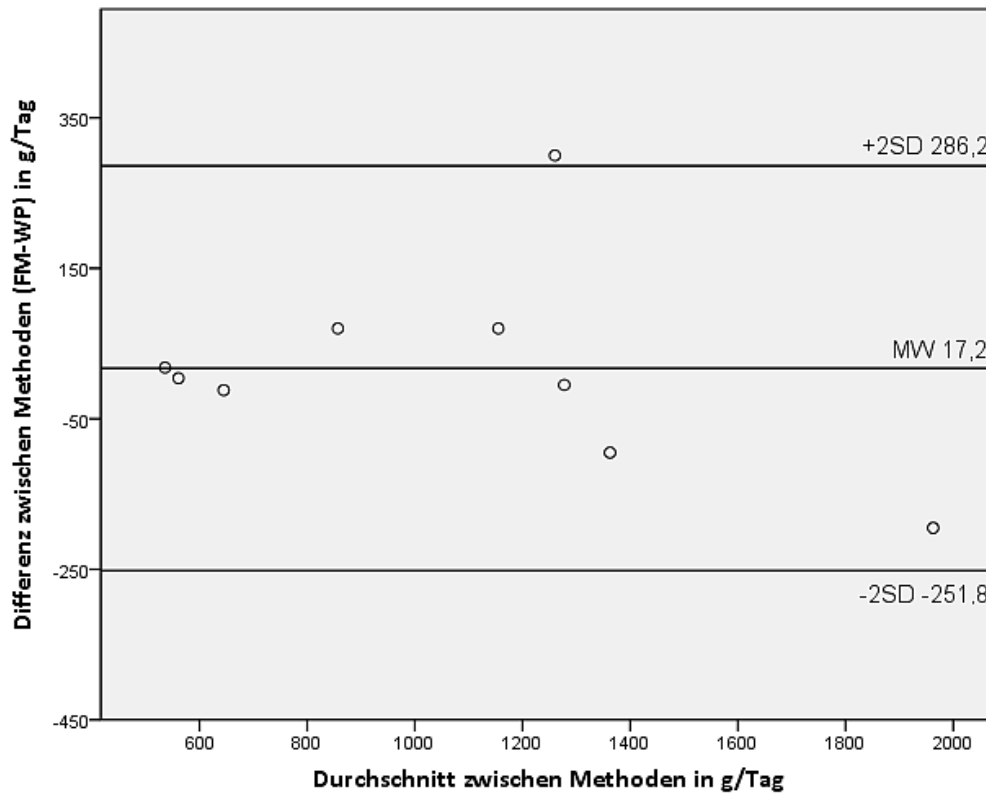


Abbildung 25: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Lebensmittelzufuhr (g/Tag) in Phase 1 (n = 9)

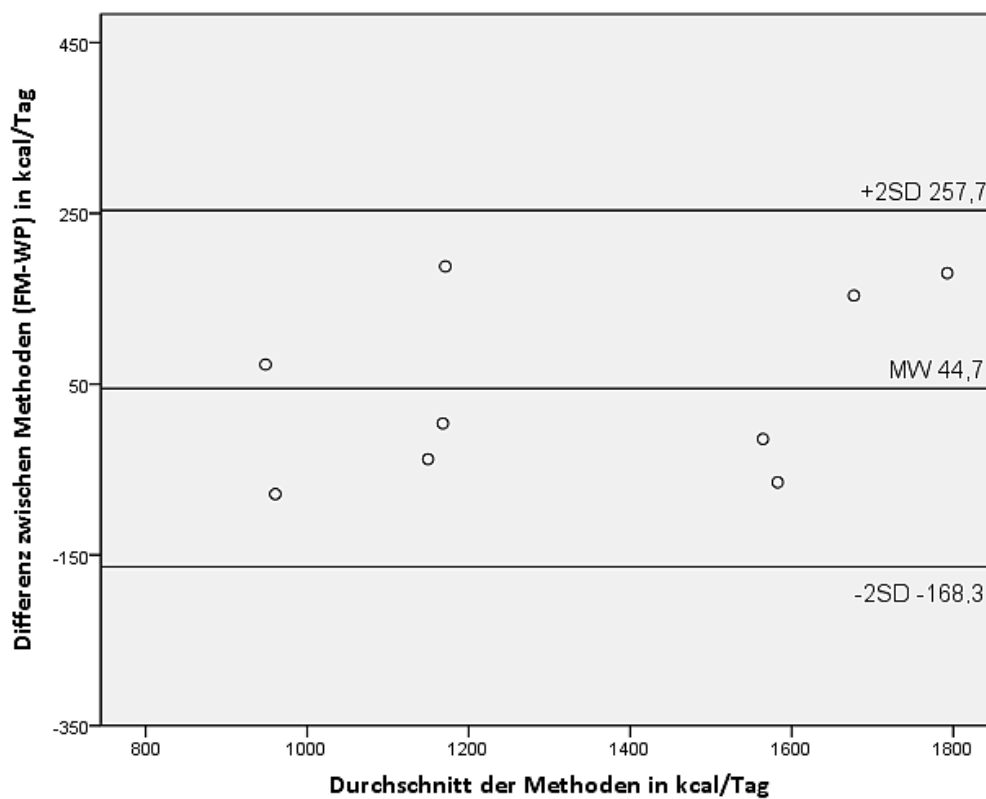


Abbildung 26: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Energiezufuhr (kcal/Tag) in Phase 1 (n = 9)

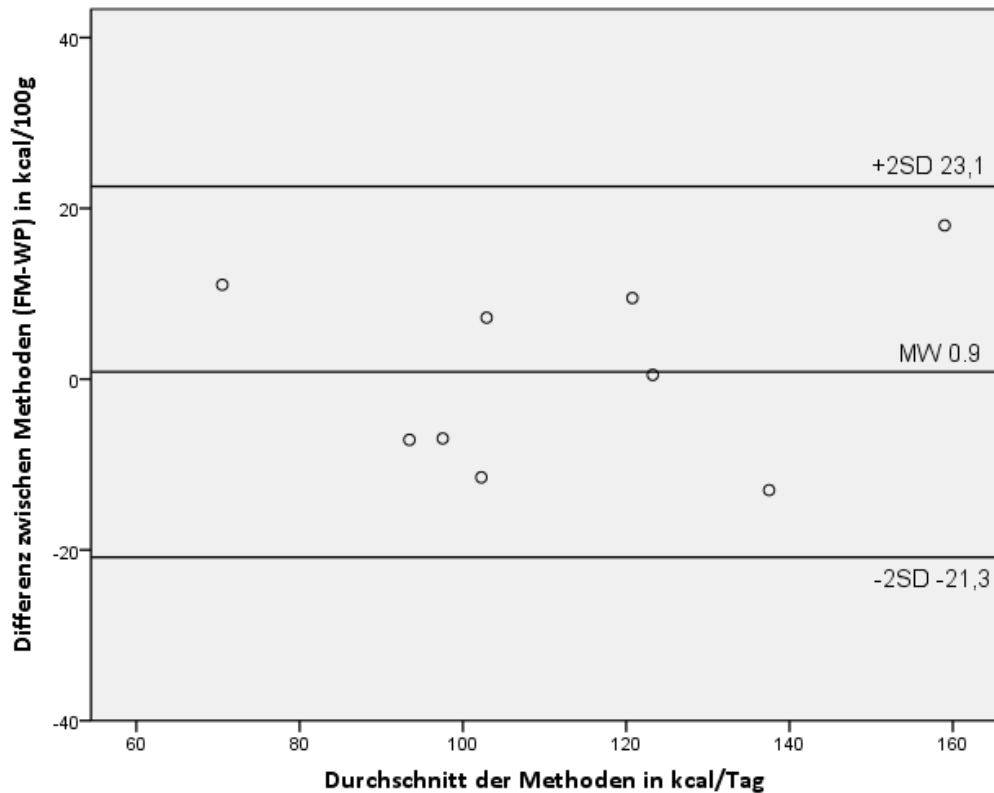


Abbildung 27: Bland Altman Diagramm zum Vergleich von Wiegeprotokoll und Foto-Methode zur Messung der Energiedichte (kcal/100g) in Phase 1 (n = 9)

Tabelle 23: Mittelwerte und Übereinstimmungsgrenzen im Vergleich von Foto-Methode und Wiegeprotokoll zur Messung verschiedener Nährstoffe in Phase 1 (n = 9)

	Mittelwert der Differenzen	Übereinstimmungsgrenzen		n Werte außerhalb ÜG
		- 2 x SD	+ 2 x SD	
Fett, g/Tag	1,4	-6,8	9,6	-
Kohlenhydrate, g/Tag	7,1	-32,1	46,3	-
Proteine, g/Tag	0,9	-4,1	5,9	-
Calcium, mg/Tag	35,9	-5,7	77,5	-
Eisen, mg/Tag	0,5	-2,3	3,3	1 (bei 3,5)
Folat, µg/Tag	16,1	-40,5	72,7	1 (bei 77,0)
Jod, µg/Tag	0,2	-12,0	12,4	1 (bei -14,5)
Vitamin D, µg/Tag	0,1	-44,9	45,1	1 (bei 47,0)
Ballaststoffe, g/Tag	-0,01	-2,4	2,4	-

In Pilotphase II ist der Mittelwert der Differenzen bei allen bis auf zwei Zielvariablen (Energiedichte und Vitamin D) negativ. Das heißt, die Einschätzung der Zufuhr von Energie und verschiedenen Nährstoffen mit der Foto-Methode lag generell etwas unter den gewogenen Werten. Bei KH, Protein, Jod, Calcium lagen alle betrachteten Fälle ($n = 13$) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen und bei den anderen betrachteten Variablen lag jeweils nur ein Fall außerhalb. In Phase 2 lag die mittlere Differenz meist im positiven Bereich, was eine generelle aber geringe Überschätzung der Zufuhr bedeutet. Bei der Mehrheit der Variablen (Kalorien, Energiedichte, Fett, KH, Protein, Ballaststoffe) lagen alle Fälle ($n = 9$) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen. Bei den anderen fünf Variablen lag, wie auch bei Pilotphase II, jeweils nur ein Fall außerhalb (s. Abb. 19 bis 27) (s. Tab. 22 und 23).

4.5 Reliabilität

Tabelle 24 zeigt die Intraklassen-Korrelationskoeffizienten (ICC) als Maß für die Inter-Rater-Reliabilität in Pilotphase II und Phase 1. Für Pilotphase II wurden die Einschätzungen der Lebensmittelmenge pro Tag von den drei unabhängigen Auswerterinnen sowie die daraus berechnete Energiezufuhr ausgewertet. Für Phase 1 wurden dieselben Variablen für die zwei unabhängigen Auswerterinnen berechnet. Die Korrelation ist in allen Fällen signifikant und sehr hoch. Die Korrelation der aus der Lebensmittelzufuhr berechneten Zufuhr an Makro- und Mikronährstoffen wurde nicht bestimmt, vergleichbare Zusammenhänge sind jedoch zu erwarten.

Tabelle 24: Intraklassen-Koeffizienten für unabhängige Auswerterinnen in Pilotphase II und Phase I

	ICC₃ Auswerterinnen Pilotphase II (n = 13)	ICC₂ Auswerterinnen Phase 1 (n = 9)
Zufuhr LM, g/Tag	0,99**	0,95**
Energiezufuhr, kcal/Tag	0,93**	0,91**

** hoch signifikant, $p < 0,01$

4.6 Energie- und Nährstoffzufuhr

Die Ergebnisse der *Pilotphase* wurden ausschließlich zur Bewertung der Reliabilität, Validität und der Zufriedenheit mit der Foto-Methode verwendet. Die aus den Einschätzungen der Fotodaten berechnete Energie- und Nährstoffzufuhr der Probanden aus den drei *Hauptstudienphasen* ist in den folgenden Tabellen 25 bis 29 dargestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese in Anlehnung an die Ergebnistabellen der *EsKiMo*-Studie im *Ernährungsbericht 2008* erstellt (HESEKER 2008). Es sind jeweils die Mittelwerte mit Standardabweichung sowie die Mediane mit dem Interquantilabstand P10 – P90 dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Referenzwerte für Mädchen und Jungen sind die Tabellen für die jeweiligen Geschlechter separat dargestellt. Da an Phase 3 nur ein männlicher Proband teilgenommen hat, ist dieser nicht aufgeführt. Im Anhang sind die Ergebnisse der Phasen 1 und 2 jeweils auch für beide Geschlechter insgesamt dargestellt.

Generell stieg die dokumentierte Energie- und Nährstoffzufuhr mit steigendem Alter der Probanden an. Die Energiedichte blieb in allen Hauptstudienphasen und bei beiden Geschlechtern gleich hoch (1,0 kcal/g). Die mittlere Zufuhr an Energie und den meisten Nährstoffen war in Phase 1 bei den Jungen durchschnittlich höher als bei den Mädchen. Bei Ballaststoffen und Vitamin A und E war sie vergleichbar hoch, bei Vitamin D, Folat und Jod geringer. Für Phase 2 lag ebenfalls bei einigen Nährstoffen die mittlere Zufuhr für Mädchen und Jungen ähnlich hoch (Vitamin A, B₂ und B₆). Anders als in Phase 1 war die Zufuhr mehrerer Nährstoffe für die Jungen geringer als für die Mädchen (Ballaststoffe, Cholesterol, Vitamin E und C, Folat, Kalium, Magnesium, Eisen und Zink). In Phase 3 war die Zufuhr von Energie und allen Nährstoffen höher als in den ersten beiden Phasen.

Tabelle 25: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Mädchen der Phase 1 (n = 29)

	Einheit	Mittelwert (\pm SD)	Median (P10 – P90)
Energie	kcal	1500,7 (219,2)	1490,0 (1238,0 – 1798,0)
Energie	MJ	6,3 (0,9)	6,2 (5,2 – 7,5)
Energiedichte	kcal/g	1,0 (0,2)	1,0 (0,8 – 1,2)
Fett	g	55,2 (10,4)	54,3 (42,5 – 68,2)
Fett*	EN-%	33,1 (4,2)	33,6 (27,8 – 38,0)
Protein	g	47,8 (7,6)	47,5 (38,5 – 58,9)
Protein*	EN-%	12,8 (1,4)	12,7 (10,9 – 14,3)
Kohlenhydrate	g	198,6 (34,4)	197,0 (151,6 – 251,2)
Kohlenhydrate*	EN-%	52,9 (4,4)	52,1 (47,8 – 59,5)
Ballaststoffe	g	14,2 (3,3)	14,4 (11,0 – 18,7)
Cholesterol	mg	184,2 (70,9)	179,0 (107,8 – 267,0)
Wasser	ml	1248,2 (469,9)	1130,0 (858,8 – 1720,0)
Vitamin A**	mg RÄ	0,7 (0,3)	0,6 (0,3 – 0,9)
Vitamin D	μ g	1,2 (0,5)	1,2 (0,7 – 1,9)
Vitamin E	mg	7,8 (2,8)	7,2 (4,8 – 10,9)
Thiamin (B ₁)	mg	0,9 (0,3)	0,9 (0,6 – 1,3)
Riboflavin (B ₂)	mg	1,1 (0,4)	1,0 (0,8 – 1,5)
Pyridoxin (B ₆)	mg	1,1 (0,4)	1,0 (0,8 – 1,6)
Folat**	μ g FÄ	158,6 (43,0)	153,0 (115,2 – 210,4)
Niacin**	mg NÄ	18,4 (4,1)	18,3 (14,5 – 23,7)
Cobalamin (B ₁₂)	μ g	2,9 (0,9)	2,9 (1,9 – 3,9)
Biotin	μ g	34,5 (15,1)	30,0 (22,0 – 50,5)
Vitamin C	mg	77,4 (34,7)	72,4 (43,6 – 117,0)
Natrium	g	1,9 (0,5)	1,8 (1,4 – 2,5)
Kalium	g	1,9 (0,4)	1,8 (1,5 – 2,3)
Calcium	mg	613,2 (188,7)	532,0 (430,4 – 850,4)
Magnesium	mg	221,6 (49,3)	214,0 (172,8 – 275,8)
Phosphor	mg	824,6 (140,3)	812,0 (664,8 – 1008,0)
Eisen	mg	8,8 (2,6)	8,1 (6,3 – 12,3)
Zink	mg	6,8 (1,2)	6,9 (5,2 – 8,2)
Jod***	μ g	62,4 (22,3)	61,2 (34,2 – 88,5)

* EN-%: Prozent der täglichen Energiezufuhr

** RÄ: Retinoläquivalent, FÄ: Folatäquivalent, NÄ: Niacinäquivalent

*** Jodsalz/mit Jodsalz hergestellte LM sind nicht erfasst (Grundlage BLS 3.01)

Tabelle 26: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Jungen der Phase 1 (n = 17)

	Einheit	Mittelwert (\pm SD)	Median (P10 – P90)
Energie	kcal	1691,8 (306,7)	1590,0 (1392,0 – 2122,0)
Energie	MJ	7,1 (1,3)	6,7 (5,8 – 8,9)
Energiedichte	kcal/g	1,0 (0,1)	1,0 (0,8 – 1,2)
Fett	g	64,8 (11,5)	61,8 (53,0 – 83,1)
Fett*	EN-%	34,9 (4,9)	35,9 (28,3 – 40,1)
Protein	g	54,6 (13,0)	54,5 (40,0 – 69,1)
Protein*	EN-%	12,9 (1,8)	12,8 (10,7 – 15,0)
Kohlenhydrate	g	217,7 (54,6)	205,0 (166,0 – 278,0)
Kohlenhydrate*	EN-%	51,1 (5,3)	49,2 (45,2 – 59,0)
Ballaststoffe	g	14,6 (4,5)	13,5 (10,1 – 20,4)
Cholesterol	mg	199,5 (48,5)	195,0 (146,6 – 261,2)
Wasser	ml	1321,2 (280,8)	1250,0 (1058,0 – 1738,0)
Vitamin A**	mg RÄ	0,7 (0,4)	0,6 (0,4 – 1,1)
Vitamin D	μ g	1,1 (0,3)	1,1 (0,8 – 1,4)
Vitamin E	mg	7,6 (2,4)	7,4 (4,9 – 10,9)
Thiamin (B ₁)	mg	1,0 (0,3)	1,0 (0,7 – 1,4)
Riboflavin (B ₂)	mg	1,2 (0,4)	1,2 (0,7 – 1,5)
Pyridoxin (B ₆)	mg	1,2 (0,4)	1,1 (0,7 – 1,7)
Folat**	μ g FÄ	149,6 (34,2)	147,0 (108,5 – 188,8)
Niacin**	mg NÄ	19,5 (6,0)	18,3 (13,3 – 26,7)
Cobalamin (B ₁₂)	μ g	3,3 (1,0)	3,0 (2,4 – 4,5)
Biotin	μ g	35,7 (13,6)	36,0 (18,7 – 55,0)
Vitamin C	mg	84,0 (73,0)	62,7 (28,6 – 140,0)
Natrium	g	2,0 (0,6)	1,7 (1,4 – 2,9)
Kalium	g	2,0 (0,6)	1,9 (1,4 – 2,8)
Calcium	mg	714,8 (222,8)	730,0 (441,8 – 992,2)
Magnesium	mg	233,4 (71,7)	213,0 (161,4 – 313,4)
Phosphor	mg	930,1 (228,0)	895,0 (638,8 – 1226,0)
Eisen	mg	9,7 (4,5)	9,0 (5,5 – 14,1)
Zink	mg	7,2 (1,7)	7,0 (5,5 – 9,0)
Jod***	μ g	56,3 (13,8)	53,3 (40,2 – 75,5)

* EN-%: Prozent der täglichen Energiezufuhr

** RÄ: Retinoläquivalent, FÄ: Folatäquivalent, NÄ: Niacinäquivalent

*** Jodsalt/mit Jodsalt hergestellte LM sind nicht erfasst (Grundlage BLS 3.01)

Tabelle 27: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Mädchen der Phase 2 (n = 20)

	Einheit	Mittelwert (\pm SD)	Median (P10 – P90)
Energie	kcal	1729,5 (296,9)	1700,0 (1424,0 – 2185,0)
Energie	MJ	7,2 (1,2)	7,1 (6,0 – 9,1)
Energiedichte	kcal/g	1,0 (0,2)	1,0 (0,8 – 1,2)
Fett	g	66,3 (13,7)	65,3 (50,6 – 79,8)
Fett*	EN-%	34,5 (4,6)	35,6 (28,3 – 40,7)
Protein	g	57,4 (12,8)	57,0 (44,3 – 70,8)
Protein*	EN-%	13,3 (2,0)	13,7 (11,0 – 15,5)
Kohlenhydrate	g	220,9 (45,9)	217,5 (166,4- 275,6)
Kohlenhydrate*	EN-%	51,0 (4,5)	50,4 (44,3 – 58,6)
Ballaststoffe	g	17,1 (4,9)	16,2 (11,8 – 24,0)
Cholesterol	mg	265,0 (99,8)	291,0 (147,6 – 383,6)
Wasser	ml	1444,0 (264,9)	1350,0 (1180,0 – 1828,0)
Vitamin A**	mg RÄ	0,8 (0,3)	0,8 (0,5 – 1,3)
Vitamin D	μ g	1,7 (0,9)	1,6 (0,9 – 2,6)
Vitamin E	mg	9,4 (3,7)	8,3 (6,1 – 16,6)
Thiamin (B ₁)	mg	1,2 (0,3)	1,2 (0,7 – 1,5)
Riboflavin (B ₂)	mg	1,3 (0,4)	1,3 (0,9 – 1,7)
Pyridoxin (B ₆)	mg	1,4 (0,5)	1,3 (0,8 – 1,8)
Folat**	μ g FÄ	218,6 (61,3)	213,0 (151,5 – 282,1)
Niacin**	mg NÄ	22,8 (6,0)	23,4 (15,7 – 30,2)
Cobalamin (B ₁₂)	μ g	3,1 (1,2)	3,2 (1,7 – 4,7)
Biotin	μ g	45,1 (17,4)	41,4 (26,0 – 68,1)
Vitamin C	mg	120,8 (116,4)	75,4 (44,8 – 221,1)
Natrium	g	2,1 (0,7)	1,9 (1,6 – 2,7)
Kalium	g	2,2 (0,6)	2,2 (1,5 – 2,8)
Calcium	mg	667,7 (175,6)	640,5 (470,2 – 878,6)
Magnesium	mg	273,6 (91,7)	234,5 (171,5 – 397,7)
Phosphor	mg	986,3 (204,9)	1010,0 (705,6 – 1256,0)
Eisen	mg	13,6 (10,6)	11,2 (7,5 – 17,5)
Zink	mg	9,9 (9,1)	7,6 (5,6 – 10,3)
Jod***	μ g	63,0 (19,4)	57,2 (42,6 – 89,7)

* EN-%: Prozent der täglichen Energiezufuhr

** RÄ: Retinoläquivalent, FÄ: Folatäquivalent, NÄ: Niacinäquivalent

*** Jodsatz/mit Jodsatz hergestellte LM sind nicht erfasst (Grundlage BLS 3.01)

Tabelle 28: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Jungen der Phase 2 (n = 29)

	Einheit	Mittelwert (\pm SD)	Median (P10 – P90)
Energie	kcal	1910,3 (320,6)	1910,0 (1460,0 – 2360,0)
Energie	MJ	8,0 (1,3)	8,0 (6,1 – 9,9)
Energiedichte	kcal/g	1,0 (0,2)	1,0 (0,8 – 1,3)
Fett	g	75,5 (14,7)	77,3 (57,5 – 97,4)
Fett*	EN-%	35,7 (4,4)	36,3 (28,6 – 40,1)
Protein	g	61,9 (8,9)	63,5 (50,6 – 74,0)
Protein*	EN-%	13,1 (1,8)	13,1 (11,1 – 15,6)
Kohlenhydrate	g	240,7 (51,0)	247,0 (169,0 – 309,4)
Kohlenhydrate*	EN-%	50,1 (4,5)	49,5 (44,5 – 56,1)
Ballaststoffe	g	16,4 (3,7)	16,4 (11,3 – 20,7)
Cholesterol	mg	253,5 (92,2)	242,0 (166,0 – 339,2)
Wasser	ml	1506,7 (352,1)	1590,0 (1026,0 – 1934,0)
Vitamin A**	mg RÄ	0,8 (0,4)	0,6 (0,3 – 1,4)
Vitamin D	μ g	1,6 (0,7)	1,6 (0,8 – 2,2)
Vitamin E	mg	9,2 (3,0)	9,2 (5,2 – 12,3)
Thiamin (B ₁)	mg	1,3 (0,6)	1,1 (0,8 – 1,7)
Riboflavin (B ₂)	mg	1,3 (0,5)	1,2 (0,8 – 1,9)
Pyridoxin (B ₆)	mg	1,4 (0,7)	1,1 (0,8 – 2,1)
Folat**	μ g FÄ	186,1 (83,0)	154,0 (123,0 – 264,2)
Niacin**	mg NÄ	23,7 (6,1)	23,3 (18,0 – 29,2)
Cobalamin (B ₁₂)	μ g	3,6 (1,1)	3,4 (2,3 – 5,0)
Biotin	μ g	48,9 (42,2)	34,7 (27,0 – 84,7)
Vitamin C	mg	91,6 (61,1)	63,7 (34,9 – 154,6)
Natrium	g	2,4 (0,4)	2,5 (1,8 – 3,0)
Kalium	g	2,1 (0,5)	2,1 (1,5 – 2,7)
Calcium	mg	720,9 (169,2)	731,0 (516,4 – 926,0)
Magnesium	mg	252,8 (50,5)	262,0 (183,4 – 306,4)
Phosphor	mg	1027,0 (163,9)	1060,0 (846,2 – 1214,0)
Eisen	mg	9,9 (2,4)	9,5 (7,3 – 12,6)
Zink	mg	8,5 (1,4)	8,3 (6,6 – 10,1)
Jod***	μ g	75,0 (22,0)	73,9 (53,0 – 93,4)

* EN-%: Prozent der täglichen Energiezufuhr

** RÄ: Retinoläquivalent, FÄ: Folatäquivalent, NÄ: Niacinäquivalent

*** Jodsalz/mit Jodsalz hergestellte LM sind nicht erfasst (Grundlage BLS 3.01)

Tabelle 29: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Mädchen und junge Frauen der Phase 3 (n = 18)

	Einheit	Mittelwert (\pm SD)	Median (P10 – P90)
Energie	kcal	2283,5 (457,3)	2170,0 (1764,0 – 2890,0)
Energie	MJ	9,6 (1,9)	9,1 (7,4 – 12,1)
Energiedichte	kcal/g	1,0 (0,3)	0,9 (0,7 – 1,3)
Fett	g	96,3 (29,8)	88,7 (63,3 – 139,0)
Fett*	EN-%	37,5 (6,6)	35,6 (29,5 – 47,5)
Protein	g	79,8 (17,9)	76,1 (58,8 – 100,4)
Protein*	EN-%	14,1 (2,1)	14,1 (11,2 – 16,6)
Kohlenhydrate	g	263,5 (63,4)	259,0 (189,8 – 340,4)
Kohlenhydrate*	EN-%	46,4 (7,3)	46,9 (37,4 – 55,3)
Ballaststoffe	g	17,1 (4,5)	19,0 (9,8 – 21,8)
Cholesterol	mg	369,2 (179,7)	308,0 (198,8 – 560,4)
Wasser	ml	1926,5 (559,1)	1750,0 (1284,0 – 2808,0)
Vitamin A**	mg RÄ	1,2 (0,6)	1,0 (0,7 – 2,0)
Vitamin D	μ g	2,2 (1,3)	1,9 (1,1 – 3,8)
Vitamin E	mg	11,5 (3,3)	11,0 (8,3 – 15,6)
Thiamin (B ₁)	mg	1,3 (0,3)	1,2 (0,9 – 1,7)
Riboflavin (B ₂)	mg	1,5 (0,4)	1,6 (1,1 – 2,0)
Pyridoxin (B ₆)	mg	1,9 (1,6)	1,5 (1,0 – 3,2)
Folat**	μ g FÄ	281,6 (167,4)	228,0 (164,2 – 399,0)
Niacin**	mg NÄ	28,8 (6,6)	26,2 (22,4 – 38,1)
Cobalamin (B ₁₂)	μ g	4,9 (1,6)	4,6 (3,2 – 7,4)
Biotin	μ g	48,0 (16,2)	42,6 (32,1 – 68,0)
Vitamin C	mg	125,8 (81,4)	126,0 (39,8 – 192,0)
Natrium	g	2,9 (0,7)	2,9 (2,0 – 3,8)
Kalium	g	2,8 (0,6)	2,8 (2,2 – 3,6)
Calcium	mg	901,1 (260,4)	815,0 (601,4 – 1258,0)
Magnesium	mg	330,2 (102,4)	299,0 (249,0 – 452,8)
Phosphor	mg	1293,9 (336,2)	1140,0 (933,4 – 1686,0)
Eisen	mg	13,0 (3,8)	12,4 (8,5 – 19,2)
Zink	mg	10,8 (2,3)	10,0 (8,6 – 13,9)
Jod***	μ g	97,7 (38,0)	80,0 (68,1 – 138,2)

* EN-%: Prozent der täglichen Energiezufuhr

** RÄ: Retinoläquivalent, FÄ: Folatäquivalent, NÄ: Niacinäquivalent

*** Jodsatz/mit Jodsatz hergestellte LM sind nicht erfasst (Grundlage BLS 3.01)

Die Zufuhr von Energie und wichtigen Nährstoffen wurde für alle drei Hauptstudienphasen mit den aktuellen *D-A-CH Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr* (DGE ET AL. 2015) verglichen. Zur Bestimmung des Richtwertes für die Energiezufuhr wurde bei allen Probanden ein durchschnittlicher PAL-Wert von 1,6 festgelegt, da davon auszugehen ist, dass die Schüler vorwiegend sitzende Tätigkeiten und wenig anstrengende Freizeitaktivitäten ausführten (DGE ET AL. 2015). In den Boxplots (Abb. 28 bis 30) sind diese Ergebnisse für alle drei Phasen mit Median, Interquartilbereich und Minimum sowie Maximum in der Übersicht dargestellt. Die jeweils für Jungen und Mädchen separat erstellten Abbildungen befinden sich im Anhang.

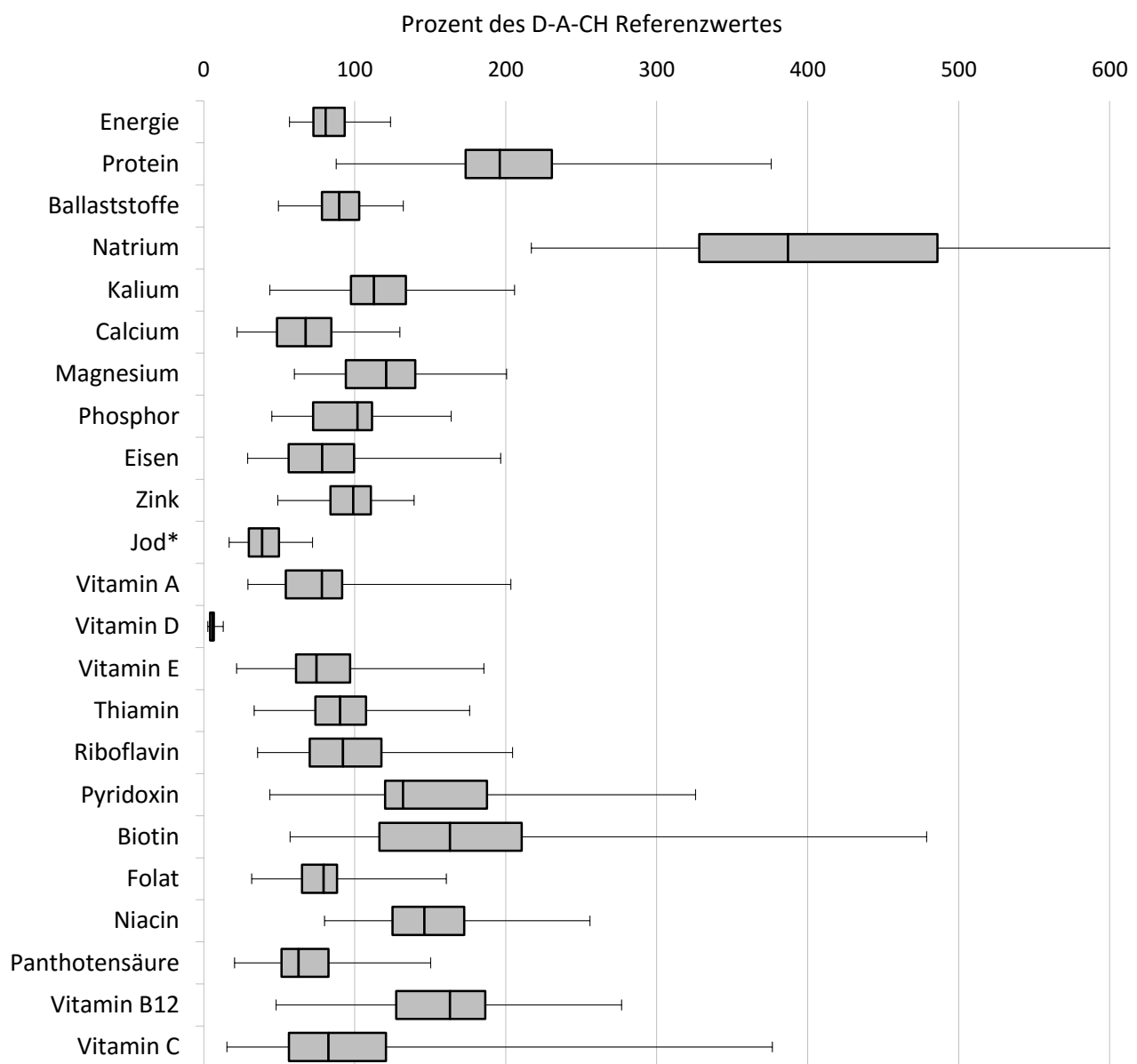


Abbildung 28: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen und Jungen aus Phase 1 (\bar{x} 9 J., n = 46) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum

* ohne Erfassung von Jodsalz oder mit Jodsalz angereicherten LM

Bei den Probanden aus Phase 1 unterschritt die mediane Zufuhr den empfohlenen Referenzwert bei 14 betrachteten Variablen (Energie, Ballaststoffe, Mineralstoffe Calcium, Eisen Zink und Jod, Vitamine A, D, E, C, Thiamin, Riboflavin, Folat und Panthotensäure). Neun Nährstoffe wurden von über der Hälfte der Teilnehmer in ausreichender Menge zugeführt: die Zufuhr von Protein, Natrium, Kalium, Magnesium, Phosphor, Pyridoxin, Biotin, Niacin und Vitamin B₁₂ lag – teilweise deutlich – über den Referenzwerten (s. Abb. 28).

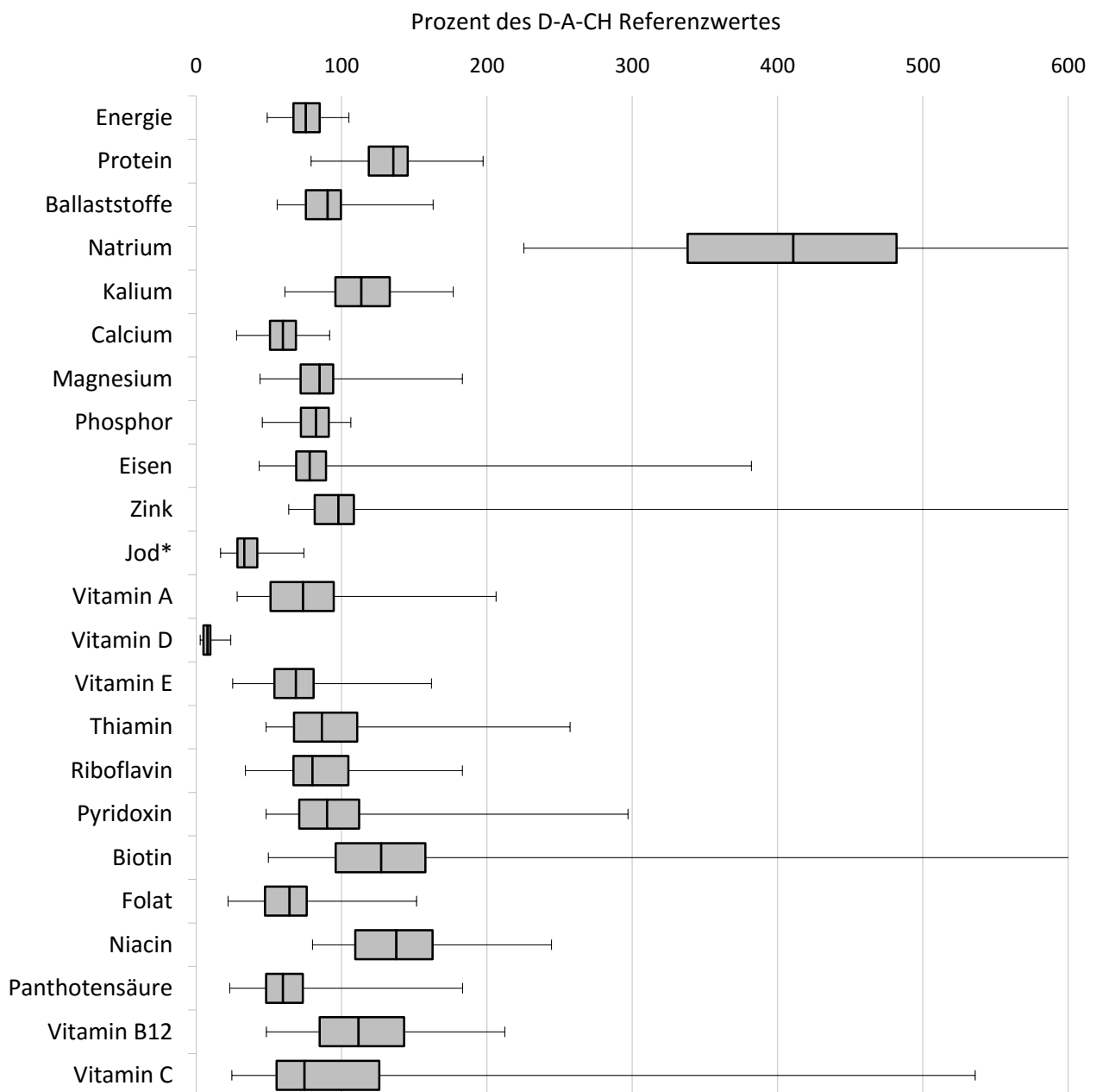


Abbildung 29: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen und Jungen aus Phase 2 (Ø 13 J., n = 49) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum

* ohne Erfassung von Jodsalz oder mit Jodsalz angereicherten LM

In Phase 2 waren die Interquartilbereiche kleiner als in Phase 1. Auch hier lag der Median bei Energie und 16 weiteren Nährstoffen unterhalb der empfohlenen Referenzwerte. Über die Hälfte der Teilnehmer erreichte diese nur bei Protein, Natrium, Kalium, Biotin, Niacin und Vitamin B₁₂ (s. Abb. 29). Die hohen Maximalwerte von Vitamin C, Biotin und Zink sind in der Diskussion (s. Kap. 5.2.5) erläutert. In Phase 3 wurde der Referenzwert im Median bei zwölf Nährstoffen erreicht. Die Zufuhr von Energie und zehn weiteren Nährstoffen wurde von über der Hälfte der Probanden nicht erreicht (Ballaststoffe, Calcium, Magnesium, Eisen, Jod, Vitamin D und E, Biotin, Folat und Panthotensäure) (s. Abb. 30).

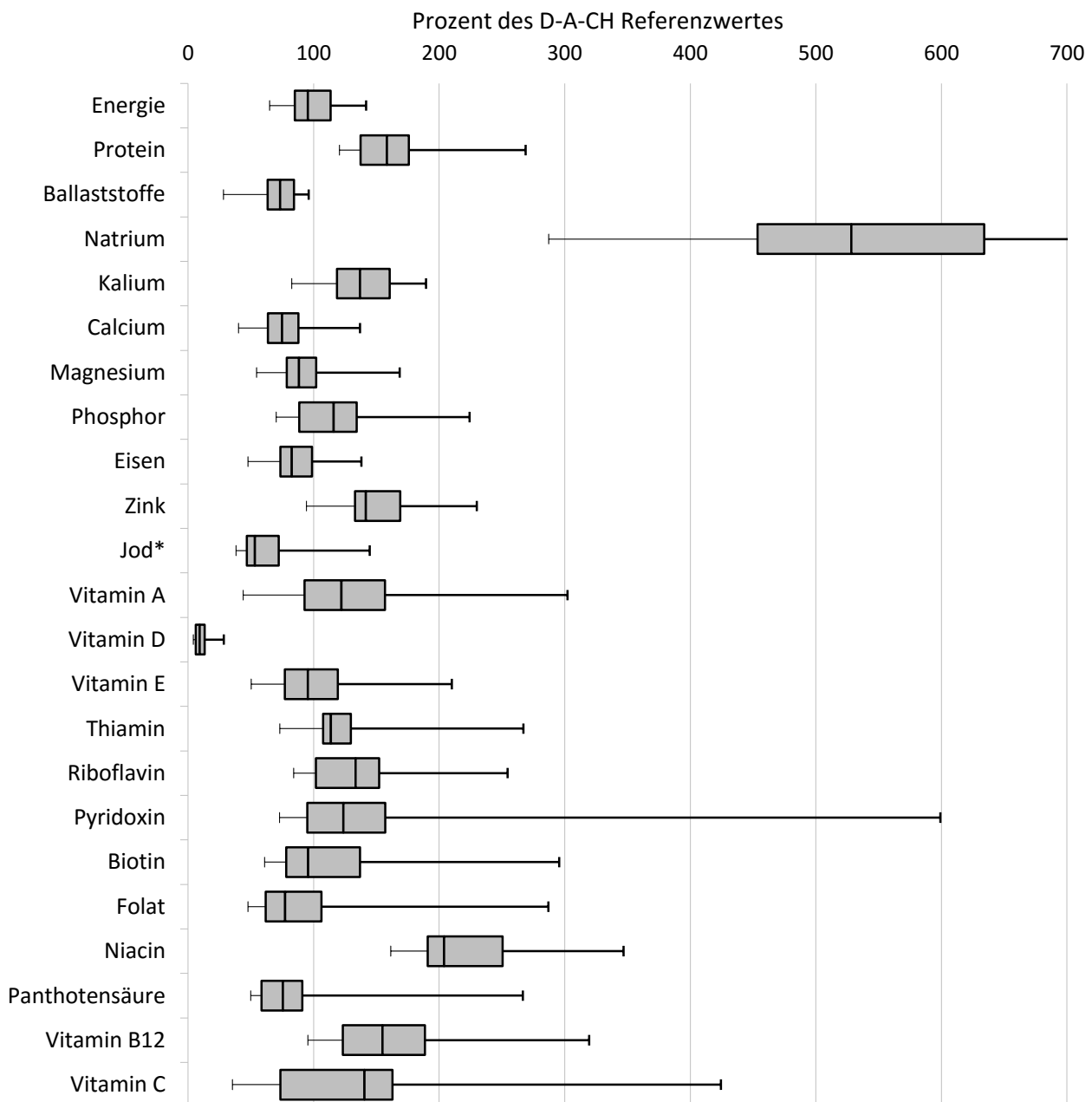


Abbildung 30: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen, Jungen und jungen Erwachsenen aus Phase 3 (Ø 17 J., n = 18) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum

* ohne Erfassung von Jodsalz oder mit Jodsalz angereicherten LM

4.6.1 Vergleich mit anderen Studien

Die oben beschriebenen Abbildungen sind nur eingeschränkt mit denen zu vergleichen, die basierend auf den Daten der *EsKiMo*-Studie erstellt wurden. Letztere basieren auf anderen, weiter gefassten Altersgruppenbereichen: 6 – 11 und 12 – 17 Jahre (HESEKER 2008, MENSINK ET AL. 2007). Die Referenzwerte wurden in der *EsKiMo*-Studie im Median bei den 6 – 11 Jährigen Jungen und Mädchen nur bei Energie, Ballaststoffen, Calcium, Vitamin D und E und Folat unterschritten. Bei den Mädchen zusätzlich bei Eisen und Vitamin A. Im Altersbereich der 12 – 17 Jährigen wurden sie bei beiden Geschlechtern bei Ballaststoffen, Jod, Vitamin D und Folat unterschritten. Bei den Mädchen zusätzlich bei Energie, Calcium und Eisen.

Die mittlere Energiezufuhr in den ersten beiden Hauptstudienphasen wich bei beiden Geschlechtern signifikant von denen aus *EsKiMo* ab. Die der Mädchen bzw. jungen Frauen aus Phase 3 war hingegen mit diesen vergleichbar (s. Tab. 30). Alle mithilfe der Foto-Methode berechneten Mittelwerte lagen *unter* denen aus der *EsKiMo*-Studie.

Tabelle 30: Mittelwertvergleich der täglichen Energiezufuhr zwischen *EsKiMo* und Foto-Methode (t-Test, Phase 1 bis 3)

Altersgruppe (<i>EsKiMo</i>)	Mittelwert <i>EsKiMo</i> , kcal/Tag (\pm SD)	Mittelwert Foto-Methode, kcal/Tag (\pm SD)	mittlere Abweichung kcal/Tag	Signifikanzniveau
weiblich				
7 – 9 Jahre	1663,0 (332,8)	1513,1 (221,4)	-149,9	0,00*
13 – 14 Jahre	2277,1 (650,5)	1782,5 (330,0)	-494,6	0,00*
15 – 17 Jahre	2363,5 (916,1)	2312,8 (473,9)	-50,7	0,66**
männlich				
7 – 9 Jahre	1866,9 (371,3)	1689,4 (305,2)	-177,5	0,03*
13 – 14 Jahre	2802,5 (916,9)	1910,3 (326,3)	-892,2	0,00*
15 – 17 Jahre¹	-	-	-	-

* signifikant ($p < 0,05$) ** nicht signifikant

¹ nur ein männl. Teilnehmer in Phase 3

Im Vergleich zu den Ergebnissen der täglichen Energiezufuhr des *National Diet and Nutrition Survey (NDNS)* (SMITHERS ET AL. 2000) wichen die Mittelwerte der Mädchen aus Phase 1 und 3 signifikant von diesen ab. Die Werte der Jungen aus Phase 1 und 2 und der Mädchen aus Phase 2 waren allerdings vergleichbar mit denen aus dem *NDNS*. Die mit der Foto-Methode berechneten Mittelwerte lagen in drei Fällen unter, in zwei Fällen jedoch über denen aus der Vergleichsstudie. Bis auf einen Wert waren die Abweichungen geringer als im Vergleich mit den *EsKiMo*-Daten (s. Tab. 31).

Tabelle 31: Mittelwertvergleich der täglichen Energiezufuhr zwischen NDNS und Foto-Methode (t-Test, Phase 1 bis 3)

Altersgruppe (NDNS)	Mittelwert NDNS, kcal/Tag	Mittelwert Foto-Methode, kcal/Tag (\pm SD)	mittlere Abweichung, kcal/Tag	Signifikanzniveau
weiblich				
7 – 10 Jahre	1598,0	1513,1 (221,4)	-84,9	0,05*
11 – 14 Jahre	1672,0	1782,5 (330,0)	110,5	0,15**
15 – 18 Jahre	1622,0	2314,7 (480,2)	690,8	0,00*
männlich				
7 – 10 Jahre	1777,0	1689,4 (305,2)	-87,6	0,24**
11 – 14 Jahre	1968,0	1910,3 (326,3)	-57,7	0,35**
15 – 18 Jahre ¹	-	-	-	-

* signifikant ($p < 0,05$) ** nicht signifikant

¹ nur ein männl. Teilnehmer in Phase 3

4.6.2 Underreporting

Der Anteil an Underreportern lag in Phase 1 bei insgesamt 4 % – 3 % bei den Mädchen und 6 % bei den Jungen. In Phase 2 lag er bei insgesamt 12 % – 5 % bei den Mädchen und 17 % bei den Jungen. In Phase 3 war bei insgesamt 6 % der Probanden Underreporting festzustellen (s. Tab. 32).

Tabelle 32: Underreporting bestimmt mit dem Goldberg Cut-off (Phase 1 bis 3)

Phase	Geschlecht (Cut-off)	Underreporting EI:BMR < Cut-off		plausible Werte EI:BMR \geq Cut-off	
		n	Anteil	n	Anteil
1	w (1,01)	1	3 %	28	97 %
	m (1,07)	1	6 %	16	94 %
	\emptyset	2	4 %	44	96 %
2	w (1,01)	1	5 %	19	95 %
	m (1,04)	5	17 %	24	83 %
	\emptyset	6	12 %	43	88 %
3	w (0,97)	1	6 %	1	94 %
	m (1,07)	-	0 %	1	100 %
	\emptyset	1	6 %	2	94 %

4.7 Zufriedenheit und Praktikabilität

Ziel der Fragebögen der Pilotphase war es, die Zufriedenheit mit den verschiedenen Methoden bzw. die Bevorzugung einer bestimmten Methode festzustellen. Die Foto-Methode gefiel dem größten Anteil der Probanden am besten von allen drei Methoden (46 %) und war ihrer Meinung nach am einfachsten und schnellsten durchzuführen (64 %). Darüber hinaus war die Mehrheit (61 %) der Meinung, dass diese Methode das Verzehrverhalten am wenigsten beeinflusst. Die Hälfte der Teilnehmer würde sich für die Foto-Methode entscheiden, wenn erneut eine Verzehrdokumentation durchzuführen wäre. Am zeitaufwändigsten und schwierigsten fand die Mehrheit (79 %) die Wiegemethode, jedoch gaben gleichzeitig fast alle Probanden (93 %) an, dass diese Methode den Verzehr ihrer Meinung nach auch am zuverlässigsten misst (s. Tab. 33).

Tabelle 33: Zufriedenheit mit den drei Erhebungsmethoden (Pilotphase, n = 28)

	Schätzprotokoll	Wiegeprotokoll	Foto-Methode
Welche Methode hat Ihnen am besten gefallen?	25 %	29 %	46 %
Welche Methode war am einfachsten und schnellsten durchzuführen?	32 %	4 %	64 %
Welche Methode beeinflusst das übliche Verzehrverhalten am wenigsten ?	39 %	-	61 %
Welche Methode gibt am zuverlässigsten/umfassendsten den tatsächlichen Verzehr wieder?	4 %	93 %	4%
Welche Methode war am zeitaufwändigsten und schwierigsten?	11 %	79 %	11 %
Welche Methode würden Sie wählen, um nochmal Ihren Verzehr zu dokumentieren?	21 %	29 %	50 %

Hinsichtlich der Praktikabilität gab die Hälfte der Probanden an, dass sie die Waage nicht immer mitgenommen haben, um den Außer-Haus-Verzehr genau zu dokumentieren. Die Protokollhefte mitzunehmen, stellte hingegen für über die Hälfte (54 %) kein Problem dar. Die deutliche Mehrheit aller Teilnehmer (79 %) sah außerdem kein Problem darin, Smartphone oder Kamera mitzunehmen, um den Außer-Haus-Verzehr zu fotografieren (s. Tab. 34).

Tabelle 34: Praktikabilität der drei Erhebungsmethoden (Pilotphase, n = 28)

	Ja	Nein	Ich habe sie/es nicht immer mitgenommen
War es aufwendig, die Waage immer mitzunehmen um den Außer-Haus-Verzehr zu dokumentieren?	7 %	43 %	50 %
War aufwendig, die Protokollhefte immer mitzunehmen um den Außer-Haus-Verzehr zu dokumentieren?	21 %	54 %	25 %
War es aufwendig, Kamera/Fotohandy immer mitzunehmen um den Außer-Haus-Verzehr zu dokumentieren?	18 %	79 %	3 %

Jeweils über 30 % der Probanden hatte Probleme mit den einzelnen Methoden. Die meisten mit der Schätzmethode, gefolgt von der Foto- und der Wiegemethode (s. Tab. 35). Probleme, die bei offenen Fragen von den Teilnehmern genannt wurden, waren bei der Schätzmethode beispielsweise, dass das Schätzen von verzehrten Mengen generell sehr schwierig bzw. ungewohnt ist. 25 %, also sieben der befragten Probanden gaben dieses Problem an. Einschränkungen, die bei der Wiegemethode häufiger genannt wurden waren, dass das Wiegen außer Haus sehr unangenehm bzw. peinlich und auch sehr umständlich ist. Besonders erwähnt wurden die hektischen Alltagsbedingungen, die die Durchführung dieser aufwendigen Methode erschwerten. Als häufigstes Problem bei der Foto-Methode wurde von fünf Probanden angegeben, dass es schwierig war, an das Fotografieren *vor* dem Essen zu denken.

Tabelle 35: Probleme mit den drei Erhebungsmethoden (Pilotphase, n = 28)

Hatten Sie Probleme mit der ...	Ja	Nein
... Schätzmethode?	46 %	54 %
... Wiegemethode?	32 %	68 %
... Foto-Methode?	39 %	61 %

Die Fragebögen für Phase 1 bis 3 bezogen sich ausschließlich auf die Foto-Methode, da die meisten Teilnehmer diese als alleinige Methode angewendet haben. In Phase 1 und 2 bewerteten jeweils 98 % der Probanden die Foto-Methode mit „sehr gut“ oder „gut“. Es gab keinen Teilnehmer, dem die Methode nicht zusagte. Im Gegensatz dazu gefiel der Mehrheit (54 %) der Probanden aus Phase 3 die Methode „nicht so gut“, einigen (7 %) sogar „gar nicht“ (s. Tab. 36). Die Frage, ob sie nochmals an einer Ernährungsdokumentation mit der Foto-Methode teilnehmen würden, bejahte die deutliche Mehrheit der Grundschüler (78 %) und ein noch größerer Anteil der Gymnasiasten (90 %). Fast zwei Drittel (35 %) der Schüler vom Berufskolleg hingegen würden nicht noch einmal teilnehmen (s. Tab. 37). Schwierigkeiten, an das Fotografieren vor dem Essen zu denken, hatten viele der Teilnehmer aus allen drei Hauptstudienphasen. Der Anteil stieg mit steigender Altersklasse. In der Grundschule gab weniger als die Hälfte (48 %) an, Probleme damit zu haben, im Gymnasium hatten fast 70 % Schwierigkeiten und auf dem Berufskolleg war der Anteil mit 93 % am höchsten (s. Tab. 37). Allerdings meinte die deutliche Mehrheit der Teilnehmer aller Altersgruppen, keine Probleme damit gehabt zu haben, Kamera oder Smartphone immer mitzunehmen (s. Tab. 38). Bei der Frage, zu Situationen, in denen das Fotografieren besonders schwer fiel, wurden folgende von den Probanden oft genannt: „unterwegs“ (im Restaurant, bei Ausflügen, im Urlaub, in der Stadt, auf Partys etc.), bei „Snacks“ oder „Kleinigkeiten“ bzw. „wenn es schnell gehen musste“ und bei „großem Hunger oder „großem Appetit“ (s. Abb. 31).

Tabelle 36: Zufriedenheit mit der Foto-Methode (Phase 1 bis 3)

Wie hat euch die Foto-Methode gefallen?	Sehr gut	Gut	Nicht so gut	Gar nicht
Phase 1 (n = 48)	44 %	54 %	2 %	-
Phase 2 (n = 51)	16 %	82 %	2 %	-
Phase 3 (n = 28)	-	39 %	54 %	7 %

Tabelle 37: Erneute Teilnahmebereitschaft zu einer Ernährungserhebung mit der Foto-Methode (Phase 1 bis 3)

Würdet ihr nochmal an so einem Projekt teilnehmen?	Ja	Nein
Phase 1 (n = 46)	78 %	22 %
Phase 2 (n = 51)	90 %	10 %
Phase 3 (n = 29)	35 %	65 %

Tabelle 38: Anteil Probanden, die Probleme hatten, an das Fotografieren zu denken (Phase 1 bis 3)

War es schwer daran zu denken, vorm Essen ein Foto zu machen?	Nein	Ja
Phase 1 (n = 46)	52 %	48 %
Phase 2 (n = 51)	31 %	69 %
Phase 3 (n = 29)	7 %	93 %

Tabelle 39: Anteil Probanden, die Probleme hatten, an Kamera/Smartphone zu denken (Phase 1 bis 3)

War es schwierig, Kamera/Smartphone immer mitzunehmen?	Nein	Ja	Ich habe es oft vergessen
Phase 1 (n = 46)	79 %	17 %	4 %
Phase 2 (n = 51)	84 %	16 %	-
Phase 3 (n = 29)	80 %	20 %	-

3. War es manchmal schwer daran zu denken, vorm Essen ein Foto zu machen?

nein, gar nicht

ja

Und in welcher Situation:

Mir ist das Wasser im Mund manchmal zusammen gelaufen und dann habe ich nicht daran gedacht

ja, besonders in folgender Situation:

Wenn wir auf Geburtstagen eingeladen waren

ja

Und in welcher Situation:

Wenn es sehr lecker war und man es sofort essen will

Abbildung 31: Beispiele für schwierige Erhebungssituationen (Fragebögen)

Die Fragebögen für die Probanden aus Phase 2 und 3 waren ergänzt durch die Frage, ob das übliche Essverhalten während der Protokollphase geändert wurde. Bis auf 2 % änderten die Teilnehmer vom Gymnasium ihr Essverhalten während der Foto-Woche nicht. Auch die Mehrheit (83 %) der Teilnehmer vom Berufskolleg behielt ihr übliches Essverhalten bei, jedoch gaben dort anteilig sowie absolut gesehen mehr Schüler an, etwas verändert zu haben (s. Tab. 40).

Tabelle 40: Anteil Probanden, die Ernährungsverhalten änderten (Phase 2 und 3)

Habt ihr eure normalen Essgewohnheiten während der Woche verändert?	Nein	Ja
Phase 2 (n = 51)	98 %	2 %
Phase 3 (n = 29)	83 %	17 %

Eine weitere Frage betraf das Medium, mit dem die Erhebung durchgeführt wurde. In beiden Phasen machte die Mehrheit die Fotos mit dem eigenen Smartphone. In Phase 2 lag der Anteil bei 55 % und in Phase 3 waren es 86 %, die Essen und Trinken ausschließlich mit dem Smartphone dokumentierten. Von den Gymnasiasten gaben 4 % an, dass sie beide Geräte – sowohl Kamera als auch Smartphone – dafür gebrauchten (s. Tab. 41). Diese Frage war auf den Bögen für die Grundschüler noch nicht aufgeführt. Es konnte jedoch durch offene Befragung der Teilnehmer und anhand der Metadaten der Bilddateien festgestellt werden, dass fast alle Fotos mit eigenen oder geliehenen Digitalkameras gemacht wurden. Grund dafür war, dass nahezu keines der Kinder bereits ein eigenes Smartphone besaß (Erhebungszeitpunkt 2013).

Tabelle 41: Angaben zu verwendetem Medium (Phase 2 und 3)

Womit habt ihr die Fotos gemacht?	Kamera	Smartphone	Beides
Phase 2 (n = 51)	41 %	55 %	4 %
Phase 3 (n = 29)	14 %	86 %	-

5 Diskussion

5.1 Wahl und Entwicklung der Methode

Eine optimale Erhebungsmethode sollte schnell, günstig, für viele Personengruppen zugänglich sowie einfach in der Anwendung sein und dabei gleichzeitig präzise Informationen über die Zufuhr von Lebensmitteln, Nährstoffen, Zusatzstoffen etc. liefern (PENN ET AL. 2010). Die Notwendigkeit für Ernährungserhebungen ist gegeben durch die aktuelle nationale und internationale Ernährungssituation, die v. a. aufgrund des steigenden Anteils übergewichtiger und adipöser Personen kontinuierlich beobachtet werden sollte. Die Foto-Methode bietet, wie andere neuartige Erhebungsinstrumente auch, potentielle Vorteile gegenüber klassischen Methoden und soll viele der oben genannten Anforderungen erfüllen. Die Hypothese, dass Fotos zur genauen Einschätzung der individuellen Energie- und Nährstoffzufuhr verwendet werden können, wird gestützt durch Ergebnisse vorheriger Studien (z. B. ELWOOD UND BIRD 1983, MARTIN ET AL. 2007, WILLIAMSON ET AL. 2003) (s. Tab. 5, S. 58 ff.). Kindern gefiel unter vielen Erhebungsmethoden die fotografische am besten (BOUSHEY ET AL. 2009) und auch weitere Studien mit anderen Probandengruppen bestätigten die hohe Zufriedenheit mit einem solchen Instrument (z. B. LASSEN ET AL. 2010, MARTIN ET AL. 2009).

Die Vor- und Nachteile sowie Validität, Reliabilität und Praktikabilität *klassischer* Erhebungsmethoden sind bekannt (s. Tab. 3, S. 26 f.). Deswegen liegt der Fokus dieser Arbeit auf der Entwicklung und Evaluation einer *neuartigen* Erhebungsmethode. Basis dafür sollte eine prospektive Protokollmethode bilden, da sie nicht auf Erinnerungsleistungen der Probanden angewiesen ist. Besonders bei Kindern ist dies hinsichtlich retrospektiver Methoden problematisch, weil erst ab acht bis zehn Jahren der vergangene Verzehr erinnert werden kann und das auch nur für die letzten 24 Stunden (LIVINGSTONE ET AL. 2004). Die Foto-Methode bietet weiterhin den Vorteil einer hohen Genauigkeit, ähnlich einem Wiegeprotokoll, soll aber deutlich schneller durchzuführen sein. Der Verzehr kann somit quantitativ erfasst werden und nicht nur qualitativ oder semiquantitativ, wie bei retrospektiven Methoden oder Schätzprotokollen.

Die generellen Vor- und Nachteile von *neuartigen*, fotografischen Erhebungsmethoden sind ebenfalls bereits erläutert worden (s. Tab. 4, S. 56 f.). Die Stärken, die zur Wahl einer fotografischen Methode – anstelle eines PDA- oder computergestützten Instrumentes – als Objekt dieser Arbeit geführt haben, sind u. a. die steigende Verfügbarkeit von (Smartphone-)Kameras hoher Qualität sowie die steigenden Kompetenzen im Umgang mit diesen. Besonders Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene, die *Digital Natives*, können damit intuitiv umgehen. Ab einem Alter von zwölf Jahren besitzt durchschnittlich jedes zweite Kind ein Smartphone mit Kamera, ab 14 Jahren sind es bereits

über 90 %. Zudem ist die Anzahl der Smartphone-Besitzer größer als die der Computer-Besitzer, was die Entscheidung für dieses mobile Medium zur Ernährungsdokumentation plausibel macht (COMSCORE 2015, 2014, MPFS 2015, 2015a, 2014, 2013, 2012). Mobiltelefone sind in fast allen (Verzehr-)Situationen verfügbar, weil sie von ihren Besitzern nahezu immer mitgenommen werden. Weiterhin schlossen SHARP UND ALLMAN-FARINELLI (2014) in einem Review, dass Probanden mit auf Mobiltelefonen basierenden Methoden zufriedener sind als mit anderen Instrumenten und deswegen Forschungsbedarf besteht. Die Anwendung einer fotobasierten Methode stellt darüber hinaus keine hohen kognitiven Anforderungen an die Probanden, was ebenfalls besonders bei Kindern von Vorteil ist und die Zielgruppe für die Methode erweitert. Auch Bevölkerungsgruppen, die die deutsche Sprache (noch) nicht oder nicht gut verstehen (z. B. Migranten) könnten von der unkomplizierten Anwendung profitieren. Insgesamt soll eine möglichst geringe Probandenbelastung entstehen und die Motivation und Akzeptanz der Teilnehmer so deutlich gesteigert werden. Die fotografische Methode ist vermutlich genauer als ein computergestützter 24hR und v. a. als ein FFQ (s. Tab. 4, S. 56 f.). Ein Erhebungszeitraum, der lang genug ist, um mit hoher Genauigkeit den üblichen Verzehr wiederzugeben, kann mit einem solchen Instrument problemlos realisiert werden. Beispielsweise ist eine unkomplizierte Dokumentation über sieben Tage möglich, die hinreichend genaue Ergebnisse auf individueller Ebene verspricht (SCHNEIDER 1997). Underreporting ist besonders bei prospektiven Methoden (GIBSON 2005, MÜLLER 2007) sowie bei Kindern und Jugendlichen und Protokollmethoden über sieben Tage häufig (z. B. BANDINI ET AL. 1997). Zu vermuten ist, dass auch bei der Foto-Methode Underreporting vorkommt. Durch die unkomplizierte Anwendung ist dies jedoch ggf. seltener als bei Schätz- oder Wiegeprotokollen.

Bei anderen Erhebungsmethoden potentiell auftretende Fehler (s. Kap. 2.2.4), die durch die Anwendung der Foto-Methode verhindert werden können, sind z. B. von Probanden verursachte Fehldokumentationen. Dazu zählen Over- oder das häufig auftretende Underreporting (s. Kap. 2.2.5). Die Foto-Methode soll für die Probanden eine geringere Belastung als andere Methoden darstellen und so eine Änderung des Ernährungsverhaltens verhindern. Das kann Aufschluss über die *übliche* Ernährung verschiedener Personengruppen geben. Fehler durch Interviewer werden komplett umgangen, da es sich um eine selbstständig durchgeführte Protokollmethode handelt. Auch Erinnerungs-Verzerrungen hinsichtlich des vergangenen Verzehrs werden umgangen, da es ein prospektives Instrument ist. Es können keine Probleme aufgrund falscher Portionsgrößenabschätzungen durch Probanden entstehen, wie es bei vielen anderen, auch neuartigen Methoden der Fall ist. Lediglich durch die Auswerter kann es zu Fehleinschätzungen kommen. Die Ergebnisse voriger Studien belegen jedoch, dass eine präzise Einschätzung bei der Verwendung von Referenzfotos möglich ist (s. Tab. 5, S. 58 ff.).

Sogenannte Schweigeverzerrungen können verringert werden, da die einfache Durchführbarkeit der Methode eventuell auch Personen motivieren kann, die sich sonst nicht im besonderen Maße für die Thematik Ernährung interessieren. So können Studienergebnisse repräsentativer werden. Intra- und interindividuelle Variationen sowie Kodierungsfehler sind jedoch auch bei der Foto-Methode nicht auszuschließen.

Abgrenzungen zu anderen Studien

BIRD UND ELWOOD (1983) stellten erstmals fest, dass die Auswertung von Lebensmittel-fotografien ein valides und praktisches Instrument darstellt, um die Energie- und Nährstoffzufuhr genau zu bestimmen. Als Einschränkungen wurden ein großer Aufwand für die Entwicklung der Fotos und deren Auswertung anhand speziell erstellter Dias sowie die Unerfahrenheit der Probanden mit einer analogen Kamera als Erhebungsinstrument genannt. Das veranlasste die Autoren zu der Aussage, dass eine fotografische Erhebung zwar vielversprechend und genau, aber weder einfach noch schnell und auch nicht als alleiniges Erhebungsinstrument anwendbar sei. Vor dem Hintergrund eines deutlichen technischen Fortschritts, der hohen Verfügbarkeit der benötigten Geräte und der Kompetenzen im Umgang mit diesen sind viele dieser Einschränkungen heute zu vernachlässigen. Deswegen gibt es inzwischen viele Forschungsansätze zur Entwicklung fotografischer Erhebungsmethoden (s. Tab. 5, S. 58 ff.). Im Folgenden wird die für diese Arbeit entwickelte Methode im Vergleich zu den bisher veröffentlichten Studien mit ähnlichen Fragestellungen betrachtet, ihr Innovationscharakter dargestellt und so die Relevanz des Themas der vorliegenden Arbeit verdeutlicht.

In der Pilotphase II und einer Unterstichprobe der Phase 1 wurde die Validität der Foto-Methode bestimmt. Dies erfolgte durch den Vergleich der Daten aus dem 7-Tage-Wiegeprotokoll mit den Einschätzungen der Fotos durch unabhängige Auswerterinnen. Die Validität von fotografischen Methoden wurde schon in vorigen Studien festgestellt. In den meisten davon erfolgte die Auswertung der Bilder jedoch anhand von Referenzfotos, die *genau* zu den verzehrten Lebensmitteln passten. Das ist in der Realität, z. B. bei groß angelegten Studien unter Alltagsbedingungen aber keineswegs praktikabel. Teilweise wurden zudem nicht die genauen Grammmzahlen geschätzt, sondern lediglich Prozentsätze von den gezeigten Referenzportionen, was die Einschätzung wesentlich vereinfachte (MARTIN ET AL. 2009, 2007, NICKLAS ET AL. 2012, POUYET ET AL. 2015, SMALL ET AL. 2009, SWANSON 2008, WILLIAMSON ET AL. 2004, 2003). Bei anderen wurde lediglich die ernährungsphysiologische Qualität und nicht die Quantität bestimmt (MATTHIESSEN ET AL. 2011, SABINSKY ET AL. 2013) oder es wurden nur spezielle Lebensmittel/-gruppen, wie Schulbrote bzw. Zwischenmahlzeiten, oder bestimmte Mahlzeitsituationen, wie das Abendessen, betrachtet (GAUTHIER ET AL. 2013, LASSEN ET AL. 2010). MARTIN ET AL. (2012) ließen in einer Validitätsstudie die Fotos semi-automatisch einschätzen, d. h. mithilfe

eines automatischen Bildauswertungsprogrammes jedoch mit Kontrolle durch geschulte Auswerter. In wieder anderen Studien war die Referenzmethode kein Wiegeprotokoll, sondern z. B. ein Schätzprotokoll, welches weniger genau ist (ROLLO ET AL. 2011). In der vorliegenden Arbeit wurden zur Auswertung *keine* speziell angefertigten Referenzfotos angefertigt, die genau zu den verzehrten Lebensmitteln passten. Die Einschätzung erfolgte auf Basis der Fotos, die während des Methodenvergleichs in der Pilotphase I unter Alltagsbedingungen entstanden und in eine Datenbank eingepflegt wurden. Zur weiteren Präzisierung der Einschätzungen wurde das *EPIC-SOFT-Picture Book* (VAN KAPPEL ET AL. 1995) verwendet, das Standard-Lebensmittel in verschiedenen Portionsgrößen zeigt. Es wurde somit erstmals getestet, ob die Validität im Vergleich zu einem 7-Tage-Wiegeprotokoll auch gegeben ist, wenn *keine* speziell angefertigten Referenzfotos zur Verfügung stehen *und* die Einschätzung in genauen Grammangaben erfolgt. Dies sind wichtige Voraussetzungen der Methode für die Anwendung in groß angelegten Verzehrstudien. Bei solchen ist es nicht möglich, von jedem Lebensmittel ein passendes Referenzbild anzufertigen um die Auswertung zu erleichtern und genaue Daten zu erhalten. Die Reliabilitätsanalyse, die durch den Vergleich der Ergebnisse verschiedener Auswerterinnen erfolgte, basiert ebenfalls auf der Einschätzung ohne Hilfe speziell erstellter Referenzfotos. In der Hauptstudienphase 1 wurden bei einer Unterstichprobe erneut die Validität und Reliabilität getestet. Auch bei dieser Zielgruppe sollte festgestellt werden, ob die Einschätzungen genau und objektiv sind, da eine Validitätsstudie immer möglichst ähnliche Probanden wie die Hauptstudie haben sollte (NELSON ET AL. 2004). Außerdem unterscheiden sich die Verzehrsgewohnheiten von Kindern und Jugendlichen ggf. von denen der Erwachsenen, z. B. durch häufigeres Snacken (BARTSCH 2010), was zu abweichenden Bildinhalten führen konnte.

Es wurde für diese Arbeit erstmals ein 7-Tage-Methodenvergleich zwischen einer fotografischen Methode und einem Wiege- *sowie* einem Schätzprotokoll durchgeführt. Vorige Studien bestimmten die Zufriedenheit lediglich für kürzere Zeiträume und meist nur anhand einer anderen Methode, z. B. einem Wiegeprotokoll (LASSEN ET AL. 2010, MARTIN ET AL. 2012, 2009), einem Schätzprotokoll (HIGGINS ET AL. 2009, SMALL ET AL. 2009) oder einem 24hR (MATTHIESSEN ET AL. 2011).

Besonders zu erwähnen ist die Anwendung der Foto-Methode unter *Alltagsbedingungen* und ohne Einschränkung der Lebensmittelauswahl sowie der *lange* Dokumentationszeitraum. In keiner Studie vorher wurde eine fotografische Methode über eine Woche unter uneingeschränkten *free-living* Bedingungen getestet – weder bei Erwachsenen noch bei Kindern oder Jugendlichen. Forschungsansätze zur eigenständigen Anwendung eines solchen Instrumentes durch die Probanden gibt es bisher generell wenige. Diese Studien sind zudem durch verschiedene Faktoren limitiert. Sie sind für die Probandengruppe Erwachsene alle kürzer als sieben Tage (z. B. LASSEN ET AL. 2010, MAR-

TIN ET AL. 2009, ROLLO ET AL. 2011) oder sie wurden nur unter Laborbedingungen durchgeführt (DAUGHERTY ET AL. 2012). Bei der Zielgruppe Kinder und Jugendliche wurden die Fotos ebenfalls nur über kürzere Zeiträume und entweder durch die Eltern bzw. mit deren Hilfe (HIGGINS ET AL. 2009, MATTHIESSEN ET AL. 2011, SMALL ET AL. 2009) oder nur unter Laborbedingungen gemacht (BOUSHEY ET AL. 2015, SIX ET AL. 2010). Teilweise wurden auch bei *free-living* Bedingungen die Lebensmittel gestellt und vorher abgewogen, so dass keine üblichen Alltagsbedingungen vorherrschten (HIGGINS ET AL. 2009) oder die Dokumentation erfolgte nur abends (MATTHIESSEN ET AL. 2011).

Für die Zielgruppe Kinder und Jugendliche ist auch die *selbstständige* Ernährungserhebung hervorzuheben. Es wurde in der Anleitung explizit darauf hingewiesen, dass die Bilder – auch bei den Grundschulkindern – nicht von den Eltern gemacht werden sollten. Die Vermutung dahinter war, dass eine fotografische Erhebung, im Gegensatz zu anderen klassischen oder neuartigen Methoden, für die Kinder problemlos möglich ist. Sie mussten weder Wissen zu Lebensmitteln, deren Inhaltsstoffen und Zubereitungsart oder zu Portionsgrößen haben und auch nicht lesen oder schreiben können, wie es beispielsweise für ein Wiegeprotokoll der Fall wäre (LIVINGSTONE ET AL. 2004, 2000).

In allen anderen bis dato (Stand Nov. 2015) bekannten Studien wurden außerdem einheitliche Geräte benutzt, die den Probanden für den Dokumentationszeitraum zur Verfügung gestellt wurden (z. B. MARTIN ET AL. 2009) oder mit denen vom Studienpersonal selbst die Bilder unter standardisierten Bedingungen gemacht wurden (z. B. WILLIAMSON ET AL. 2004, 2003). Bei der Durchführung der Foto-Methode für diese Arbeit sollten die Teilnehmer ihre eigenen Kameras oder Smartphones nutzen. Nur diejenigen, die kein solches Gerät zur Verfügung hatten, bekamen eine Leihkamera gestellt. Neben einer erhöhten Praktikabilität, dadurch dass den Probanden der Umgang mit dem eigenen Gerät bereits vertraut ist, hatte dies den Vorteil, dass die Durchführung der Foto-Methode nicht mit hohen Materialkosten verbunden war.

Zusammenfassend sind die Abgrenzungen der in dieser Arbeit beschriebenen Foto-Methode von anderen Forschungsansätzen:

- eine Auswertung mithilfe von Referenzbildern, die *nicht* passend zu speziellen Lebensmitteln waren (höhere Praktikabilität),
- ein Methodenvergleich mit Wiege- sowie Schätzprotokoll,
- ein *langer* Dokumentationszeitraum über sieben Tage,
- eine Erhebung unter *uneingeschränkten* Alltagsbedingungen,
- eine Erhebung vorwiegend mit *eigenen, nicht einheitlichen* Geräten,
- eine *selbstständige* Dokumentation durch Kinder (ab 7 J.) und Jugendliche.

Entwicklung der Methodik

Die Entwicklung der Wiege- und Schätzprotokolle für den Methodenvergleich erfolgte in Anlehnung an die Schätzprotokolle, die für die *EsKiMo*-Studie erstellt wurden (MENSINK ET AL. 2007). Die Wiegeprotokolle für die Unterstichprobe aus Phase 1 wurden nur leicht modifiziert. Diese beiden Methoden wurden für den Vergleich gewählt, da sie, genau wie die Foto-Methode, prospektive Protokollmethoden sind. Das Wiegeprotokoll sollte zudem aufgrund seiner hohen Genauigkeit (MÜLLER 2007, SCHNEIDER 1997) gleichzeitig als Referenzmethode zur Validierung dienen. Die Anwendung der genaueren DLW-Methode wäre dafür zu kostenintensiv und aufwendig in der Durchführung gewesen. Das Probandenkollektiv für die Validierung war klein, was ein häufiges Problem bei solchen Studien darstellt und deren Aussagekraft schmälern kann (KREIENBROCK ET AL. 2012). Besonders bei einem Instrument wie der Foto-Methode, bei dem die verzehrten Mengen auf das Gramm genau eingeschätzt werden und Ergebnisse auf Nährstoffebene bewertet werden, ist es zudem wichtig auch die Inter-Rater-Reliabilität zu messen. Besonders wenn das Bestreben besteht, die Methode in groß angelegten, repräsentativen Studien anzuwenden, in denen mehrere Auswerter nötig sind (MARTIN ET AL. 2014).

Bei der Entwicklung der genauen Methodik für das Fotografieren stand die Praktikabilität, d. h. eine möglichst unkomplizierte Durchführbarkeit in vielen Situationen im Vordergrund. In einigen Studien wurde unter Beobachtung schon nachgewiesen, dass Erwachsene (DAUGHERTY ET AL. 2012, MARTIN ET AL. 2009) und Kinder (BOUSHEY ET AL. 2015, DAUGHERTY ET AL. 2012, SIX ET AL. 2010) generell in der Lage sind, ihren Verzehr fotografisch zu dokumentieren. Deswegen wurde für die vorliegende Arbeit ausschließlich das *free-living* Setting gewählt und keine Erhebung unter kontrollierten Laborbedingungen durchgeführt. Dabei war es v. a. wichtig, dass alle Probanden die Fotos selber machten und die Kamera wenn möglich immer dabei hatten, um in allen Situationen die Lebensmittel und Getränke fotografieren zu können. Ein hoch standardisiertes Vorgehen beim Fotografieren war nicht vorgesehen. Dies liefert zwar Bilder gleichbleibend hoher Qualität (GAUTHIER ET AL. 2013, MARTIN ET AL. 2007, NICKLAS ET AL. 2012, SABINSKY ET AL. 2013, SWANSON 2008, WILLIAMSON ET AL. 2004, 2003), ist jedoch unter Alltagsbedingungen, also um den *üblichen* Verzehr abzubilden, nicht praktikabel. Eine Ausnahme dabei stellt die Erhebung in stationären Einrichtungen, wie Altenheimen oder Krankenhäusern dar, in denen das Umfeld meist gleich ist und es einen festgelegten Mahlzeitenrhythmus und -ablauf gibt (POUYET ET AL. 2015). Die einzige Anweisung bezüglich der Geräte war, möglichst Uhrzeit und Datum richtig einzustellen. So konnte den Bildern ein Dokumentationszeitpunkt zugeordnet werden, was die spätere Auswertung erleichtern sollte. Die erwachsenen Probanden erhielten eine detailliertere Beschreibung, wie die Bilder gemacht werden sollten, die Kinder eine kürzere und übersichtlichere Version, die mit

mehr Bildern versehen war (s. Kap. 3.1.2 und 3.2.1). Diese Vereinfachung war begründet durch die noch nicht voll entwickelten kognitiven Fähigkeiten besonders von jüngeren Kindern und die Annahme, dass die gezeigten Bilder das Erinnern der Methodik erleichtern (STANDING 1973).

Das Fotografieren der Lebensmittel und Getränke aus einem 45°-Winkel wurde in Anlehnung an die meisten bis dahin veröffentlichten Arbeiten festgelegt (z. B. LASSEN ET AL. 2010, MARTIN ET AL. 2009, WILLIAMSON ET AL. 2004, 2003). Nur bei einer Arbeit sollte aus einem 90°-Winkel fotografiert werden (MATTHIESSEN ET AL. 2011). ELWOOD UND BIRD (1983) stellten fest, dass der Winkel nicht von großer Bedeutung für eine valide Auswertung ist, merkten jedoch an, dass 50 – 60° am besten erschienen. Beim Vergleich der Bilder aus der Pilotphase I wurde deutlich, dass die Bilder, die schräg von oben (ca. 45°) gemacht wurden, hinsichtlich der Menge deutlich leichter zu beurteilen waren. Besonders wenn es um Tassen oder Gläser und die Einschätzung der Getränkemenge ging. An den Fotos eines Probanden kann dies veranschaulicht werden (s. Abb. 32). Aufgrund dieser Bilder wurde entschieden, auch in den weiteren Studienphasen diese Anweisung beizubehalten. Für die jüngeren Probanden wurde sie lediglich in die vereinfachte Anweisung „schräg von oben“ umgeändert. Einige Bilder wurden den Kindern und Jugendlichen in der einleitenden Präsentation gezeigt, damit sie sich bei ihrer Dokumentation leichter daran erinnern konnten und gut auswertbare Fotos machten.

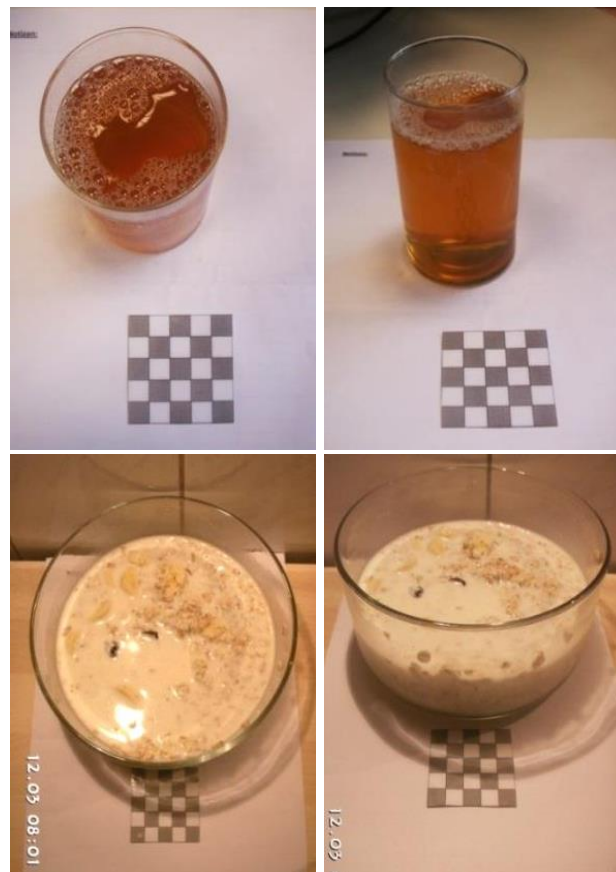


Abbildung 32: Beispiele für aus verschiedenen Winkeln aufgenommene Bilder (Pilotphase I)

Die Entscheidung, eine kleine quadratische Schablone als Referenzgröße zu erstellen, fiel aus Gründen der Praktikabilität. Sie war so klein, dass sie in ein Portemonnaie passte und wurde laminiert, damit sie länger hält. Die Probanden der Pilotphase konnten diese so immer mit sich führen. Nach den Auswertungen der Bilder aus dieser Phase wurde eine Änderung vorgenommen. Als Schablone wurde ein dreidimensionales Objekt gewählt, damit die Einschätzung des Volumens von Lebensmitteln oder Getränkebehältnissen leichter fiel. Damit die Alltagstauglichkeit weiterhin gegeben war, wurde ein 3 x 3 cm großer Schlüsselanhänger gewählt, den die Teilnehmer bei Bedarf auch als solchen verwenden konnten, damit er nicht vergessen wurde. Außerdem wurde vermutet, dass diese Form und Farbe der Schablone den Kindern besser gefällt. Als zusätzliche Motivation bzw. Dankeschön für die Teilnahme durften sie diese behalten.

Der Abstand von den Lebensmitteln sollte nicht zu weit sein, sodass diese noch erkennbar waren. Allerdings auch nicht zu nah, damit die Menge noch gut abzuschätzen und die Schablone komplett zu sehen war. Dabei war eine zu weite Entfernung weniger problematisch, weil in diesen Fällen bei der Auswertung am Computer problemlos herangezoomt werden konnte. Dazu muss die Auflösung der Bilder lediglich hoch genug sein. ELWOOD UND BIRD (1983) stellten bei der ersten Erprobung einer fotografischen Studie Kameras zur Verfügung, die mit einem Maßband versehen waren. So konnten die Probanden den Abstand genau einhalten. In anderen Studien ist wenig zu Anweisungen hinsichtlich der Entfernung vom Lebensmittel beschrieben. Den Probanden wurde in der Pilotphase der Hinweis „30 – 40 cm Abstand“ gegeben, da es eine Entfernung war, die nicht zu nah ist und aus dem die meisten Lebensmittel noch gut erkennbar sind. Zusätzlich wurden sie darüber informiert, dass dies etwa der Entfernung ihres Unterarms plus der Hand entspricht. Die Kinder und Jugendlichen erhielten in der Anleitung lediglich die Umschreibung „etwa eine Armlänge Abstand“ zusammen mit einem Bild (s. Anhang). Diese war leichter zu merken und es waren keine Hilfsmittel zum Ermitteln der Entfernung notwendig, was wiederum die Praktikabilität erhöhte.

Die Probandengewinnung in der Pilotphase erfolgte über Aushänge und Ausschreibungen auf der Universitäts-Homepage bzw. über eine Kooperation mit Studierenden des Profils „gute gesunde Schule“. Deswegen waren diese Teilnehmer größtenteils *eigenständig* motiviert und interessiert an der Thematik Ernährung, was den Vorteil hatte, dass außer der persönlichen Ernährungsauswertung kein Incentive nötig war. Nachteil war, dass diese Personengruppe eventuell überdurchschnittlich engagiert war und sich durch das gegebene Interesse am Thema anders, also gesundheitsförderlicher, als der Durchschnitt ernährte. In einem solchen Fall wird von einer sogenannten *Schweigeverzerrung* gesprochen (GIBSON 2005) (s. Kap. 2.2.4). In der Pilotphase spielte das jedoch eine untergeordnete Rolle, da der Fokus nicht auf der Darstellung der üblichen Ernährung dieser Bevölkerungsgruppe lag, sondern auf der Evaluation der Methodik, z. B.

hinsichtlich der Validität und Reliabilität der Einschätzung von Lebensmittelfotos. Die Rekrutierung der Teilnehmer in den beiden ersten Hauptstudienphasen war offensiver und erfolgte durch direktes Ansprechen in den Klassen und Schreiben an die Eltern und Kinder. Um eine möglichst hohe Probandenzahl und Motivation zu erreichen, wurde jedem Kind für die Teilnahme und Abgabe eines Fotoprotokolls dabei ein Dankeschön zusätzlich zur Ernährungsauswertung zugesagt (s. Kap. 3.2.2). Dieses hatte einen Wert von jeweils ca. 8 €. Auch in der *EsKiMo*-Studie erhielten die Teilnehmer zusätzlich zur persönlichen Auswertung des Protokolls eine Aufwandsentschädigung. Diese betrug 5 € pro protokolliertem Tag (Schätzprotokoll) und 10 € für ein *DISHES*-Interview (MENSINK ET AL. 2007). Den Teilnehmern der Phase 3 wurde eine eigenständige Motivation unterstellt, da sie das Projekt im Rahmen des Hauswirtschaftsunterrichtes durchführen sollten. Aus diesem Grund wurde dort auf die Vergabe von Incentives verzichtet, um Kosten zu sparen.

Die Einführung in das Projekt und die Probandenanleitung erfolgten in Pilotphase I jeweils persönlich. Dies war nur der Fall, weil es nicht möglich war, für alle interessierten Personen gleichzeitig einen Termin zu finden. Die nachfolgenden Einführungen fanden alle in Gruppen (in den Schulen klassenweise) statt. Einerseits geschah dies um Zeit zu sparen. Andererseits wurde vermutet, dass die Foto-Methode sehr unkompliziert in der Durchführung ist. So konnte davon ausgegangen werden, dass diese Art der Präsentation genügte, um die Teilnehmer ausreichend vorzubereiten. Ein spezielles Training der einzelnen Probanden im Umgang mit Methodik und Gerätschaften wurde im Gegensatz zu anderen Studien (z. B. MARTIN ET AL. 2009, HIGGINS ET AL. 2009) auch deswegen nicht für nötig befunden, weil viele Probanden ihr eigenes Kameras oder Smartphones benutzten. Am meisten Zeit wurde für die Präsentation in der Phase 1 einberaumt. Dies waren die jüngsten Teilnehmer der gesamten Studie und sie sollten aus o. g. Gründen (noch nicht voll entwickelte kognitive Fähigkeiten etc.) besonders sorgfältig vorbereitet werden. Zusätzlich zu der Präsentation wurden deswegen auch noch zwei Spiele bzw. aktivierende Übungen durchgeführt. Bei diesen konnten die Kinder viele Beispielbilder sehen und zuordnen um sich die Methode besser einzuprägen. Der rezeptiven Phase (Vortrag) wurde so eine expressive Phase (Gruppenspiel/-übung) angeschlossen, um den individuellen Lernprozess zu fördern (DURAND 1997; zitiert nach BLACH 2008). Aus diesem Grund waren zwei Schulstunden pro Klassenstufe für die Anleitung und die anschließenden anthropometrischen Messungen eingeplant. Bei den folgenden Phasen 2 und 3 wurde aufgrund der weiter entwickelten kognitiven Fähigkeiten der Probanden (LIVINGSTONE 2000) auf die Spiele verzichtet und die Methode lediglich ausführlich vorgestellt. In diesen Fällen wurde deswegen nur eine Schulstunde pro Klasse (mit ca. jeweils 20 – 25 Schülern) veranschlagt, die auch ausreichte um die benötigten Daten der Probanden zu erfassen.

5.2 Evaluation

5.2.1 Probandenkollektiv und Compliance

Die Probandenkollektive der einzelnen Studienphasen dieser Arbeit waren relativ klein im Vergleich zu groß angelegten Verzehrstudien in Deutschland (s. Tab. 2, S. 25). Darüber hinaus hatte die Probandengewinnung keinen repräsentativen Charakter, da keine Zufalls- bzw. Quotenstichprobe gezogen wurde und es wurden keine Angaben zu sozioökonomischen oder kulturellen Hintergründen der Probanden gesammelt. Aufschluss darüber gab nur das Arbeiten bzw. Studieren an der Universität bzw. bei den Kindern und Jugendlichen die Schulform. Die Verteilung zwischen den Geschlechtern war besonders in Pilotphase II und in Phase 3 eher einseitig und ging deutlich in Richtung der weiblichen Teilnehmer. Deswegen sind Vergleiche der soziodemografischen und anthropometrischen Daten der vorliegenden Arbeit mit denen aus repräsentativen deutschen Studien schwer anzustellen.

Auffällig war der hohe Anteil adipöser Teilnehmer in Phase 3. Dieser könnte bedingt sein durch ein – durch die Schulform indiziertes – niedrigeres Bildungsniveau bzw. einen sogenannten niedrigeren Sozialstatus. Beides geht einher mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für die Entstehung von Übergewicht oder Adipositas (RKI und BZgA 2008). Andererseits kann dieser Sachverhalt ebenfalls durch die kleine Stichprobe ($n = 17$) verursacht bzw. verstärkt worden sein. In Phase 2 hingegen waren, mit jeweils nur einem Teilnehmer, auffällig wenige Probanden übergewichtig. Das kann im Rückschluss mit der höheren Schulform (Gymnasium) im Zusammenhang gestanden haben.

Die Teilnahmequote konnte in der Pilotphase nicht bestimmt werden, da die Probanden sich freiwillig auf Aushänge meldeten und nicht festgestellt werden konnte, wie viele diese gelesen hatten und sich dagegen oder dafür entschieden. Die Compliance, anhand der Rückgabequote auswertbarer Ernährungsprotokolle bestimmt, lag bei 78 %. Ein Vergleich mit der *NVS II* oder *DEGS1* ist in dieser Hinsicht nicht möglich, da bei diesen nur die Teilnahmequote und nicht die Compliance bestimmt wurde (MRI 2008, KAMTSIURIS ET AL. 2013). In anderen Studien mit fotografischen Methoden und der Zielgruppe Erwachsene lag die Compliance beispielsweise bei 96 % (MARTIN ET AL. 2009, $n = 52$) oder 100 % (LASSEN ET AL. 2010, $n = 28$, ROLLO ET AL. 2011, $n = 10$). Bei diesen war aber weder der Zeitraum vergleichbar lang noch wurde ein Vergleich mit *zwei* anderen Methoden angestellt. 78 % ist – hinsichtlich des hohen zeitlichen und kognitiven Anspruches des Methodenvergleichs und da es außer der persönlichen Auswertung kein Incentive gab – ein zufriedenstellend hoher Wert. Allein ein Wiegeprotokoll auszufüllen bedeutet bereits einen hohen Aufwand für die Probanden (MÜLLER 2007). Wahrscheinlich wegen dieses hohen Aufwandes brachen 40 % der Teilnehmer eine der drei

Methoden vor Ende ab. Am häufigsten wurde das Schätzprotokoll vorzeitig beendet, gefolgt vom Fotoprotokoll. Nur einer der Probanden brach das Wiegeprotokoll vor Ablauf der sieben Tage ab, obwohl dies die aufwendigste der drei Protokollmethoden war. Ein Hinweis zur Interpretation dieses Sachverhaltes liefert die Antwort der Probanden auf die Frage, welche ihrer Meinung nach die genaueste Methode ist (s. Tab. 33, S. 119). Die absolute Mehrheit der Probanden war sicher, dass das Wiegeprotokoll am genauesten bzw. zuverlässigsten ihren Verzehr wiedergibt. Einerseits ist also zu vermuten, dass mehr Probanden die Foto-Methode anstelle des Wiegeprotokolls bis zum Ende durchgeführt hätten, wenn deren Genauigkeit bekannt gewesen wäre. Andererseits war die Durchführung von drei Methoden gleichzeitig eine hohe Belastung für die Probanden. Wäre die Erhebung allein fotografisch geschehen, hätten vermutlich alle Teilnehmer auch sieben Tage fotografiert, um ein vollständiges Protokoll abgeben zu können. Beim Methodenvergleich war dies schon durch die Abgabe eines vollständigen Wiegeprotokolls möglich und das Fotografieren wurde vermutlich deswegen früher unterbrochen. Trotz des teilweise vorzeitigen Abbruchs konnten im Schnitt sieben Tage anhand der Fotos ausgewertet werden, da einige Probanden länger als die vereinbarte Woche ihre Lebensmittel fotografierten (s. Tab. 10, S. 89).

Die Teilnahmequote in der Hauptstudie stieg von Phase 1 bis 3 kontinuierlich an (48 %, 57 % bzw. 90 %). In der *EsKiMo*-Studie lag der Anteil der 6- bis 11-jährigen Teilnehmer bei 61 % (MENSINK ET AL. 2007). Der relativ gesehen geringere Teilnehmeranteil bei den Grundschulern in dieser Studienphase ist auf das fehlende Einverständnis der Eltern zurückzuführen. Auch wenn keine konkreten Daten dazu erhoben wurden, konnte an den Äußerungen vieler Kinder, die keine Einverständniserklärung bekommen hatten, festgemacht werden, dass sie gern teilgenommen hätten. Die Eltern waren aber in vielen Fällen nicht einverstanden. Das lässt eine höhere Teilnahmebereitschaft der Kinder vermuten, als die Quote von 48 % wiedergibt. Auch die hohe Compliance von 98 % spricht für eine hohe Motivation der Probanden. Bei den Gymnasialschülern war die Teilnahmequote mit 57 % nicht viel geringer als die bei der *EsKiMo*-Studie mit 65 % in der vergleichbaren Altersklasse (MENSINK ET AL. 2007). Die Compliance war etwas geringer als bei den Grundschulern, aber mit 83 % immer noch gut. Bei einer anderen Studie zu fotografischer Ernährungserhebung durch Kinder ähnlichen Alters lag die Compliance beispielsweise bei 93 % (MATTHIESSEN ET AL. 2011, n = 30). Das ist ähnlich hoch und es handelte sich ebenfalls um einen Dokumentationszeitraum von sieben Tagen, jedoch ging es dabei nur um die Erhebung des Abendessens. In andern themenverwandten Studien wurden dazu keine Daten erhoben oder die Eltern waren mit für die Erhebung verantwortlich. Der mit 90 % deutlich höhere Teilnehmeranteil am Berufskolleg ist zurückzuführen auf die Einbettung des Projektes in den regulären Unterricht. Dadurch werden sich viele Schüler zur Teilnahme verpflichtet gefühlt haben.

Die Motivation war allerdings in dieser Altersgruppe vermutlich am geringsten, worauf die im Vergleich zu den anderen Altersgruppen wesentlich geringe Compliance von nur 47 % hindeutet. Ein weiterer Grund für die geringe Compliance war vermutlich, dass es im Gegensatz zu Phase 1 und 2 für diese Gruppe kein Incentive gab. Die Durchführung im Rahmen des Schulunterrichts wurde als hinreichende Motivation vermutet. Ein höherer Anteil vollständiger Foto-Protokolle ist zu erwarten, wenn bei dieser oder einer ähnlichen Probandengruppe erneut eine Erhebung durchgeführt und dabei ein Incentive an die Teilnehmer vergeben wird.

Hinsichtlich der Incentives generell ist anzumerken, dass diese die Qualität erhobener Daten nicht verändern, die Teilnahmebereitschaft jedoch wesentlich steigern können. Dabei können monetäre Incentives, wie Geldbeträge oder Gutscheine, objektiver beurteilt werden und damit potentiell mehr Teilnehmer erreichen als nicht-monetäre Incentives. Diese sprechen eventuell nicht alle Teilnehmer in gleicher Weise positiv an (THEOBALD 2003). In der *EsKiMo*-Studie bekamen die Teilnehmer monetäre Incentives in Form von Geldbeträgen. Auch das ist möglicherweise ein Grund für die höheren Teilnehmeranteile im Vergleich zu dieser Arbeit. Wahrscheinlich ist, dass die Rücklaufquote bei monetären Incentives in den Phasen 1, 2 und besonders 3 höher gewesen wäre. Ein Anreiz von 10 € pro Teilnehmer, vergleichbar mit dem Betrag aus der *EsKiMo*-Studie, hätte in etwa dem Wert der Sachgeschenke entsprochen. Eine grundlegende Motivation für diese Arbeit war aber die Schaffung einer Grundlage zur Verbesserung des alimentär bedingten gesundheitlichen Zustandes verschiedener Zielgruppen. Deswegen fiel die Wahl auf Incentives, die etwas mit dem Thema Ernährung bzw. Gesundheit zu tun hatten und bei den Kindern und Jugendlichen ggf. das Interesse am selber Kochen (Phase 1: Pasta-Kochbuch) bzw. die Motivation mehr Wasser zu trinken steigerten (Phase 2: Wasserfilter-Trinkflasche).

5.2.2 Auswertung der Bilder

Zeit für Auswertung

Die für die Auswertungen benötigte Zeit von durchschnittlich einer halben bis einer Stunde pro Fotoprotokoll ist im Vergleich zur Codierung von Wiegeprotokollen wesentlich länger. Im Verhältnis zu einem Schätzprotokoll ist der Unterschied, aufgrund der dafür notwendigen Umwandlung der Schätzangaben in plausible Portionsgrößen, geringer. Im Vergleich zu einem interviewgeleiteten 24hR oder einer Diet-History, die beide häufig in groß angelegten Verzehrstudien genutzt werden, ist die benötigte Zeit hingegen etwa die gleiche. Bei diesen Methoden werden im Schnitt 30 bis 45 Minuten benötigt, abhängig von der gewünschten Genauigkeit und der Zielgruppe auch mehr (STRÄßBURG 2010). Verzehrhäufigkeitsfragebögen sind schneller durchzuführen als die

anderen Methoden, aufgrund erschwerter Portionsgrößenabschätzung und teilweise limitierter Antwortmöglichkeiten aber ungenauer und eignen sich daher eher für qualitative und nicht für quantitative Aussagen.

Im Vergleich zu klassischen Wiegeprotokollen ist der zeitliche Aufwand bei der Foto-Methode für das Studienpersonal zwar höher, die Probandenbelastung jedoch wesentlich geringer (s. Kap. 5.2.6). Höhere Anforderungen an die Methodik bergen das Risiko, die Zielgruppe zu verfälschen, d. h. mehr motivierte und nicht für die Allgemeinheit repräsentative Probanden zu gewinnen (Schweigeverzerrung) sowie generell weniger Teilnehmer anzusprechen. Außerdem ist bei aufwendigeren Methoden das Risiko für Underreporting sehr hoch. FOSTER ET AL. (2008) merkten zu dieser Problematik an: „*This highlights the need to shift the burden of reporting dietary intake from the respondent to the researcher and to develop alternative methods of assessing food intake.*“ Die zeitliche Belastung und Verantwortung von den Probanden mehr in Richtung der Auswerter zu verlagern ist also für die Gewinnung valider, repräsentativer Daten ein wichtiger Schritt und die Entwicklung der Foto-Methode bietet dabei einen vielversprechenden Ansatz.

Anzahl Bilder und dokumentierte Tage

Die hohe Anzahl Bilder in der Pilotphase, d. h. bei den Erwachsenen, ist auf eine höhere Motivation der Teilnehmer aufgrund der Bewerbung für das Projekt in Eigeninitiative zurückzuführen. Besonders in Pilotphase I, also bei den Teilnehmern, die sich auf die Ausschreibung gemeldet hatten und nicht wie in Pilotphase II im Rahmen eines Uni-Projektes teilnahmen, ist ein sehr großes Interesse am Thema Ernährung wahrscheinlich. Zudem haben Erwachsene eine längere Aufmerksamkeitsspanne, ein besseres Erinnerungsvermögen und weiter entwickelte kognitive Fähigkeiten im Vergleich zu Kindern und Jugendlichen, was die erhöhte Anzahl an Fotos plausibel macht. Es gibt in bisher veröffentlichten Studien keine Daten, die genaue Hinweise auf die Anzahl der gelieferten Fotos von erwachsenen Probanden geben, somit ist kein Vergleich möglich.

Die Anzahl der Fotos in den Hauptstudienphasen nahm mit zunehmendem Alter ab. Der Unterschied zwischen den Grundschulern und Gymnasiasten war gering. Im Schnitt waren für beide Gruppen acht Fotos pro Teilnehmer und Tag auswertbar. Deutlicher ist aber der Unterschied zur Gruppe der Berufsschüler. Diese machten weniger Fotos an weniger Tagen und durchschnittlich waren nur sechs Fotos pro Tag auswertbar. Auch dieser Sachverhalt liegt wahrscheinlich darin begründet, dass diese Teilnehmer kein Incentive für die Abgabe eines auswertbaren, d. h. möglichst vollständigen Protokolls bekommen haben. Zudem war eine generell niedrigere Motivation seitens älterer Jugendlicher zu erwarten. Ein geringeres Interesse an selbstständig durchgeführten Ernährungserhebungen wird für diese Altersgruppe auch in der Literatur er-

wähnt (THOMPSON UND SUBAR 2013). Nicht komplett oder gar nicht ausgefüllte Ernährungsprotokolle kommen bei älteren Schülern bis zu viermal häufiger vor, als bei jüngeren. Auch der signifikante Unterschied bei der Anzahl Fotos zwischen den 13-jährigen Mädchen und Jungen war nicht verwunderlich, da an anderer Stelle ebenfalls festgestellt wurde, dass Jungen häufiger nicht oder unvollständig ausgefüllte Protokolle abgaben (BERG ET AL. 1998). Auch AFLAGUE ET AL. (2015) bestätigten, dass Mädchen im Durchschnitt öfter als Jungen daran dachten, Fotos zu machen. Ergebnisse von BOUSHEY ET AL. (2015) zeigten dies ebenso und darüber hinaus auch, dass es Mädchen oft besser gefiel, ihren Verzehr fotografisch festzuhalten. Es ist zu überlegen, wie diese o. g. Motivationsprobleme behoben werden können (s. Ausblick).

Auch für Kinder und Jugendliche gibt es wenig vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich der Daten- bzw. Fotomenge. In einer Studie mit Teilnehmern zwischen 10 und 16 Jahren ergaben drei Tage Fotoprotokoll unter Alltagsbedingungen durchschnittlich 30 Fotos (HIGGINS ET AL. 2009). Die Methode gab aber vor, *immer* vor und nach dem Essen zu fotografieren, auch wenn es keine Reste gab. Das lässt vermuten, dass nur zu 15 Gelegenheiten fotografiert wurde, also an durchschnittlich fünf Situationen pro Tag. Ebenfalls war nicht klar, ob Eltern oder die Kinder selbst die Fotos gemacht haben. In der vergleichbaren Altersgruppe der vorliegenden Arbeit (13 J.) wurde im Durchschnitt für den gesamten Dokumentationszeitraum weniger als ein Foto *nach* dem Essen gemacht. Somit war die Anzahl verwertbarer Daten pro Tag ($n = 9$) deutlich höher (s. Tab. 11, S. 89). Das kann auf eine erhöhte Motivation von Kindern und Jugendlichen zur eigenverantwortlichen Ernährungsdokumentation ohne Hilfe der Eltern und eine erhöhte Praktikabilität hindeuten. Die grundlegenden Unterschiede im Studiendesign machen einen Vergleich jedoch schwierig. CASPERSON ET AL. (2015) ließen 11- bis 14-Jährige ihren Verzehr selbstständig für drei bis sieben Tage mithilfe einer App dokumentieren. Vorher musste die Mahlzeitsituation ausgewählt werden und Zusatzinformationen zu den Fotos sollten schriftlich festgehalten werden. Weniger als die Hälfte der Teilnehmer dokumentierte vollständige Tage. Durchschnittlich wurden nur drei Tage mit je nur zwei Verzehrsituationen fotografiert. Das stellt einen deutlichen Unterschied zu den Datenmengen dieser Arbeit dar und lässt schlussfolgern, dass besonders bei Kindern und Jugendlichen klare und knappe Instruktionen und eine unkomplizierte Methodik wichtig sind. Den Erhebungszeitraum nicht klar einzugrenzen lässt vermutlich zu viel Spielraum. Eine feste Vorgabe, z. B. von sieben Tagen wie in dieser Arbeit, erhöht die Wahrscheinlichkeit, viele Daten von den Teilnehmern zu erhalten. Auch die Instruktion, „einfach“ alles, was gegessen und getrunken wurde zu fotografieren war offensichtlich auch für die jüngeren der Teilnehmer verständlich, was die hohe Anzahl Fotos zeigt. Zusätzliche Informationen sollten ggf. besser fotografisch und nicht schriftlich, wie bei CASPERSON ET AL. (2015) dokumentiert werden. Das kann die Handhabung

vergleichsweise vereinfachen. V. a. bei Kindern und Jugendlichen mit oftmals heterogenem Verzehrverhalten (BARTSCH 2010, COLLINS ET AL. 2010, LIVINGSTONE UND ROBSON 2000) ist eine möglichst einfache Methodik und eine ebensolche Beschreibung wichtig, wenn eine genaue, selbstständige Ernährungsdokumentation erwünscht ist.

Die Verwendung der Notizbücher führte zu durchschnittlich einem auswertbaren Objekt mehr pro Tag und zu bis zu fünf mehr für den gesamten Dokumentationszeitraum in jeder der drei Hauptstudienphasen. Das verdeutlicht die Notwendigkeit der Möglichkeit, vergessene Lebensmittel oder Getränke notieren zu können. Die so dokumentierten Daten hätten andernfalls in der Ernährungsbewertung der Probanden gefehlt. Der Gebrauch von Notizheften oder vergleichbaren Alternativen ist bei einer fotografischen Methode von besonders großer Bedeutung, wenn diese als alleiniges Erhebungsinstrument genutzt wird. Einmal verzehrte Objekte können – im Gegensatz zu schriftlichen oder anderen klassischen Methoden – schwer nachträglich dokumentiert werden. Außerdem ist es in manchen Situationen (z. B. im Schwimmbad) ggf. nicht möglich, zu fotografieren. MARTIN ET AL. (2009) erwähnten diese Notwendigkeit ebenfalls in einer ersten Validierungsstudie zur fotografischen Erhebung im Alltag erwachsener Probanden. Trotz Erinnerungsfunktion der genutzten Geräte wurden Fotos vergessen, was bei einem längeren Erhebungszeitraum unvermeidlich ist. Die Daten wurden daraufhin, wie auch in dieser Arbeit, in ein Notizbuch eingetragen oder es wurde eine kurze Sprachaufzeichnung vorgenommen. *„To reduce missing data, it is clear that secondary methods are needed to capture EI [Energy Intake] data when the participant forgets to take photographs or when photographing is not possible”* (MARTIN ET AL. 2009). Solche Notizen könnten in Zukunft auch direkt mit dem Smartphone, z. B. in einer App vorgenommen werden (s. Ausblick). Das kann die Verwendung eines zweiten Dokumentationsmediums überflüssig und die Methode noch unkomplizierter machen.

Ein möglichst langer Erhebungszeitraum, der die übliche Ernährung abbildet und dabei Wochenend- sowie Wochentage erfasst, ist wünschenswert. In der Pilotphase konnte der vorgegebene Erhebungszeitraum von sieben Tagen realisiert werden. In den Phasen 1 bis 3 sank die Anzahl dokumentierter Tage von durchschnittlich sechs, über fünf bis auf vier. Das ist noch immer zufriedenstellend und ein längerer Erhebungszeitraum als beispielsweise in der *EsKiMo*-Studie (MENSINK ET AL. 2007). Im Vergleich zu den Methoden, die dort angewendet wurden, bietet die Foto-Methode außerdem eine potentiell höhere Genauigkeit auf quantitativem Niveau und kann auch von jüngeren Probanden selbstständig angewendet werden. Die Ergebnisse der Probandenbefragungen ergaben zudem eine hohe Zufriedenheit mit der Methode in den Phasen 1 und 2. Das lässt vermuten, dass bei entsprechender Modifizierung der Methode – beispielsweise durch eine App mit Erinnerungsfunktion – ein Dokumentationszeitraum von sieben Tagen auch in diesen Altersgruppen problemlos realisiert werden kann (s. Ausblick).

Auch DAUGHERTY ET AL. (2012) stellten – besonders in Hinblick auf Zwischenmahlzeiten – fest, dass Erinnerungen für die Probanden hilfreich sein können: *„For all users, a reminder system, such as an alarm or pop-up message, will likely be needed to remind participants to record their snacks“*.

Qualität der Bilder

Die Aussage *„[...] unless the picture-taking is standardised it is difficult to identify a food and estimate its portion size“* (STUMBO 2013) kann durch die Ergebnisse dieser Arbeit widerlegt werden. Obwohl die Fotos in allen Studienphasen mit unterschiedlichen Gerätetypen und -marken, nicht unter standardisierten, sondern unter Alltagsbedingungen und von Probanden unterschiedlicher Altersgruppen gemacht wurden, waren hinsichtlich der Qualität keine Einschränkungen festzustellen, die sich auf die Auswertbarkeit der Bilder auswirkten. Die in der Pilotphase II und Phase 1 bestimmte Erkennungsrate war für alle Auswerterinnen sehr hoch. Durchschnittlich wurden nur auf 4 von 51 bzw. 1 von 33 Fotos Lebensmittel teilweise nicht korrekt identifiziert. Diese Fehleinschätzungen hatten aber in den meisten Fällen keine großen Auswirkungen auf die daraus berechnete Energie- und Nährstoffzufuhr: z. B. wenn süße mit herzhaften Backwaren, paniertes Fleisch mit paniertem Fisch oder Butter mit Margarine verwechselt wurden. Die o. g. Verwechslungen können zudem vermutlich nicht durch Bilder besserer Qualität vermindert werden, sondern sind auf eine Limitation der Methode zurückzuführen (s. Kap. 5.3). Kinder ab sieben Jahren, Jugendliche und Erwachsene sind somit offensichtlich selbstständig in der Lage, mit verschiedenen Geräten unter Alltagsbedingungen Lebensmittel- und Getränkefotos von guter Qualität zu machen.

Auch in anderen Arbeiten, in denen Probanden selbstständig Fotos unter nicht standardisierten Bedingungen machen sollten, konnte festgestellt werden, dass es hinsichtlich der Qualität keine wesentlichen Einschränkungen gab. In diesen wurden allerdings immer ein einheitlicher Gerätetyp sowie eine einheitliche Marke verwendet. Schon ELWOOD UND BIRD (1983) merkten für die Altersgruppe Erwachsene an, dass alle Probanden verwendbare Fotos (analoge Kamera) abgaben. Schwierig war die Auswertung nur, wenn der Blitz nicht angeschaltet war. Auch MARTIN ET AL. (2009) stellten fest, dass die Fotos, die mit einem Smartphone gemacht wurden, das einen integrierten Blitz hatte, von besserer Qualität waren als solche, die mit einem PDA ohne Blitz gemacht wurden. In einigen Studien wurden die Probanden explizit angewiesen, die Auto-Funktion der Geräte einzustellen bzw. sicherzustellen, dass der Blitz an ist (LASSEN ET AL. 2010, MATTHIESSEN ET AL. 2011). So konnte die Wahrscheinlichkeit erhöht werden, scharfe und gut belichtete Bilder zu erhalten, was die Auswertung von Lebensmittel- und Getränkefotos potentiell einfacher bzw. schneller macht. Eine solche Anweisung sollte auch für eventuelle weitere Feldphasen oder bei der Entwicklung einer Foto-

Methoden-App eingeplant werden. Zudem sollte noch deutlicher darauf hingewiesen werden, dass Datum und Uhrzeit korrekt eingestellt sind, damit diese in den Metadaten der Bilder gespeichert werden. Besonders wichtig ist dies, wenn außer der fotografischen keine weitere Methode genutzt wird, die Auskunft darüber geben kann, wann ein Bild gemacht wurde. Eine Auswertung von Fotos ohne Datum und Uhrzeit ist zwar problemlos möglich, die Zuordnung zu einer Mahlzeitsituation allerdings erschwert. Bei vermeintlich kompletten Protokollen ist dies kein Problem. Sind aber Protokolle dabei, die offensichtlich unvollständig sind – wie z. B. häufig in Phase 3 – so ist eine Zuordnung zu Mahlzeitsituationen bzw. Uhrzeiten hilfreich, um die Anzahl komplett dokumentierter Tage zu bestimmen, die für die Probanden ausgewertet werden können. Eine schnelle, unkomplizierte Auswahl der Mahlzeitsituation bevor fotografiert und gegessen wird, könnte ebenfalls helfen, dieses Problem der fehlenden Metadaten und erschwerten Zuordnung zu umgehen (CASPERSON ET AL. 2015). Auch dies kann beispielsweise mit einer Smartphone-App realisiert werden (s. Ausblick).

Weiterhin ist anzumerken, dass die Qualität der Bilder gut ist, obwohl die Einweisung der Probanden in allen Studienphasen (bis auf Pilotphase I) in großen Gruppen und nicht individuell erfolgte, wie es in vielen anderen Studien der Fall war (z. B. ELWOOD UND BIRD 1983, HIGGINS ET AL. 2009, LASSEN ET AL. 2010, MARTIN ET AL. 2009, 2012). Es waren keine Unterschiede in der Qualität der Bilder der individuell oder in Gruppen angeleiteten Probanden festzustellen. Die einzige Probandin, die alle Fotos entgegen der Anleitung aus einem 90°-Winkel gemacht hat, war sogar eine der persönlich instruierten. Eine gut strukturierte Präsentation bzw. Einweisung in die Methodik in Gruppen oder Klassen ist also für Kinder ab sieben Jahren und Erwachsene problemlos möglich und schränkt die Qualität der Daten nicht ein. Eine Trainingseinheit in der die Probanden die Methode ausprobieren, z. B. indem sie unter Beobachtung einige Mahlzeiten oder Snacks fotografieren (z. B. DAUGHERTY ET AL. 2012, SIX ET AL. 2010) und auf Fehler hingewiesen werden oder Fragen stellen können, gab es nicht. Die Aussagen „[...] *interactive training will likely to be necessary for all users to provide extra practice in taking images before entering a free-living situation*“ (DAUGHERTY ET AL. 2012) sowie „[...] *additional training in using this new technology may improve user cooperation*“ (SIX ET AL. 2010) sind trotzdem berechtigt. Eine persönliche Anleitung und ein Assistieren beim ersten Erproben der fotografischen Methode könnten die Genauigkeit bzw. die Qualität der Bilder verbessern. Jedoch zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass auch ohne dies qualitativ gute Bilder gemacht werden können. Ob die Qualität merklich besser gewesen wäre, wenn es ein persönliches Training gegeben hätte, wurde jedoch nicht bestimmt. Grund dafür war, dass eine praktikable, schnelle und einfache Methode entwickelt werden sollte, die auch für größere Teilnehmergruppen geeignet ist. Auch die vorwiegende Verwendung der eigenen, bekannten Geräte in dieser Arbeit kann dazu geführt

haben, dass die Teilnehmer keine spezielle Anweisung brauchten. In den zwei o. g. Studien wurden Geräte mit einer Foto-Software gestellt, die die Probanden beide nicht kannten. Bei Nutzung eigener Geräte, ggf. in Verbindung mit einer auf Nutzerfreundlichkeit und unkomplizierte Anwendung ausgelegten App, kann somit auf eine individuelle Einweisung verzichtet werden. Die Möglichkeit der Probandenanleitung in Gruppen ohne dass ein spezielles Training oder eine individuelle Betreuung notwendig ist, ist vielversprechend, wenn es um die zukünftige Ernährungserhebung bei größeren Kollektiven, z. B. für repräsentative Studien geht.

In der Anleitung der Probanden aller Altersstufen wurde weder mündlich noch schriftlich eine explizite Anweisung gegeben, die Qualität der Bilder zu kontrollieren bzw. noch ein Bild zu machen, falls das erste verwackelt oder zu dunkel war. Bei den Anweisungen zum Fotografieren in anderen Studien wurde dies zum Teil ausdrücklich verlangt (z. B. MATTHIESSEN ET AL. 2011) oder eine entsprechende Funktion in das Instrument bzw. die App integriert (AFLAGUE ET AL. 2015, DAUGHERTY ET AL. 2012, SIX ET AL. 2010). Wie in den Ergebnissen dieser Arbeit beschrieben, wurden trotzdem in vielen Fällen und verschiedenen Altersstufen zusätzliche Bilder gemacht, falls die ersten nicht erkennbar waren. Es kann sein, dass sogar von mehr Probanden eigenständig verbesserte Bilder gemacht wurden, die ursprünglichen und schlecht erkennbaren aber vor Abgabe des Protokolls gelöscht wurden. Unabhängig davon kann aber in jedem Fall geschlossen werden, dass die Foto-Methode für Erwachsene und Kinder sehr *intuitiv* anzuwenden ist und dass bestimmte Erklärungen offensichtlich nicht für eine korrekte Durchführung notwendig sind. Eine Anweisung dieser Art hätte die Methode vielleicht nur unnötig komplizierter gemacht. Gerade bei Kindern, die beispielsweise eine kürzere Aufmerksamkeitsspanne haben, ist es wichtig, Informationen bzw. Anleitungen möglichst kurz zu fassen. So sind sie besser in der Lage den Instruktionen zu folgen, sich daran zu erinnern und die Methode folglich so korrekt wie nötig anzuwenden.

Bildinhalt

Aus den Bildinhalten, die mit diesem fotografischen Instrument gemacht werden, können *sowohl* quantitative als auch qualitative Aussagen über Verzehr bzw. Verzehrverhalten verschiedener Personengruppen abgeleitet werden. Die Entwicklung der Foto-Methode soll aber besonders eine präzise *quantitative* Erfassung der üblichen Ernährung ermöglichen und für die Probanden vereinfachen. Dafür ist besonders wichtig, dass eine unkomplizierte Erhebung in *allen* Mahlzeitsituationen umsetzbar ist. Das Ernährungsverhalten von Erwachsenen sowie Kindern und Jugendlichen ist heutzutage von häufigem Snacken und Außer-Haus-Verzehr, z. B. in Mensen, Kantinen, Fast-Food- oder anderen Restaurants, geprägt (BARTSCH 2010, KRÜGER ET AL. 2014, WIPPERMANN 2014). Zusammenfassend wird von einer sogenannten „Beschleunigung der Ernäh-

rung“ gesprochen (KRÜGER ET AL. 2014). Dies stellt besondere Anforderungen an die zu entwickelnde Erhebungsmethode.

Nachteile klassischer aber auch neuartiger Formen von 24hR oder FFQ sind, dass sie auf der Erinnerungsleistung von Probanden beruhen. Besonders in einem beschleunigten Alltag und einem generell unregelmäßigen Essverhalten kann dies zu potentiellen Problemen in Form von Erinnerungslücken aufgrund eines schnellen, vielleicht sogar unbewussten Verzehrs „nebenbei“ führen. Zwei Studien, die eine Validierung solcher Instrumente im Hinblick auf die Erfassung verschiedener Mahlzeitsituationen durchführten, stellten beispielsweise fest, dass von Kindern und Jugendlichen am häufigsten Getränke, Snacks und Knabbereien vergessen wurden (FOSTER ET AL. 2014a) und der Verzehr von Softdrinks und Snacks signifikant unterschätzt wurde (MATTHYS ET AL. 2007). In der vorliegenden Arbeit ist kein direkter Vergleich der fotografierten mit tatsächlich verzehrten Snacks oder Getränken vorgenommen worden. Jedoch spricht die Häufigkeit, mit der diese Lebensmittel mithilfe der Foto-Methode dokumentiert wurden dafür, dass sie in dieser Hinsicht valide und praktikabel ist. Ein schnelles Fotografieren von Mahlzeiten oder Getränken zwischendurch ist offensichtlich möglich – wenn vielleicht nicht in allen so aber jedenfalls in vielen Situationen. Besonders in den Hauptstudienphasen wurden im Vergleich zu Hauptmahlzeiten mehr Snacks und Getränke dokumentiert. Dieses Ergebnis spricht für die Genauigkeit des Instrumentes, da besonders in diesen Altersgruppen Snacken (besonders von Süßigkeiten) häufig vorkommt.

„Use of dietary supplements [...] can influence measured levels of nutrient intake and could confound test of relationships between [...] nutrient intake and health concerns. There are thousands of commercially available nutrient supplement products [...]“ (BARANOWSKI 2013).

Frei verfügbare Supplemente mit vermeintlich positiver Wirkung auf Gesundheit und Immunsystem, auch speziell für den kindlichen Bedarf – nach dem Motto „von klein auf gut versorgt“ (DR. KADE PHARMAZEUTISCHE FABRIK GMBH 2015) –, sind zahlreich. Die Einnahme kann je nach Menge und Regelmäßigkeit einen erheblichen Einfluss auf die Mikronährstoffzufuhr haben. Supplemente sollten deswegen durch Erhebungsinstrumente mit erfasst werden. Auf das Fotografieren von eingenommenen Supplementen wurde bei der Anleitung der Probanden nicht explizit hingewiesen. Es wurde lediglich der Auftrag gegeben, *alles* was gegessen und getrunken wurde zu dokumentieren, was folglich diese Präparate mit einschließen sollte. Tatsächlich haben einige erwachsene sowie jüngere Probanden Fotos von Nährstoffsupplementen gemacht (s. Abb. 33). Wie vollständig diese Dokumentation war, konnte allerdings nicht genau bestimmt werden. Um sicherzugehen, dass zukünftige fotografische Protokolle vollständig sind, sollte ggf. ein expliziter Hinweis zur Dokumentation von Supplementen bei der Probandenanlei-

tung erfolgen (s. Ausblick). Hinsichtlich des Zieles einer hohen Praktikabilität und Nutzerfreundlichkeit sowie der Eignung für viele Probandengruppen ist dabei jedoch wichtig, dass die Methode so unkompliziert wie möglich bleibt und auch in dieser Weise den Teilnehmern präsentiert wird.



Abbildung 33: Beispiele für Fotos von eingenommenen Supplementen



Abbildung 34: Fotos vom Außer-Haus-Verzehr

Der Außer-Haus-Verzehr ist mit prospektiven Instrumenten – z. B. einem Wiegeprotokoll, das die genaueste Protokollmethode darstellt – schwer zu erfassen. Für eine präzise Dokumentation müssten die Probanden immer ein Protokollheft und eine Waage mitführen. Das kann beispielsweise in Restaurants Unannehmlichkeiten bedeuten und folglich zu fehlenden Daten führen, weil die Dokumentation unterlassen wird. Das einfache Fotografieren bei Tisch oder von Mahlzeiten zwischendurch liegt hingegen im Trend – nicht nur für wissenschaftliche Zwecke. „Foodies“ werden die Bilder, die dabei herauskommen, u. a. genannt. „Für mehr und mehr Menschen – meist junge Großstädter – gehört das Smartphone inzwischen zum Essen wie Messer und Gabel“ schreibt die ZEIT (STILLICH 2014). Die Ergebnisse der Auswertung zeigen, dass mit der Foto-Methode auch Fotos außer Haus gemacht wurden (s. Abb. 34). Mindestens 14 % der Bilder insgesamt wurden unterwegs gemacht. Eventuell war der Anteil auch höher, nur konnte bei manchen Bildhintergründen nicht eindeutig identifiziert werden, wo die Fotos aufgenommen wurden. In den Hauptstudienphasen 1 und 3 waren es sogar mehr als 14 %: 20 % bei den Grundschulern und 23 % bei den Berufsschülern. In Phase 2 lag der Anteil der Fotos vom Außer-Haus-Verzehr lediglich bei 8 %, jedoch wurden beispielsweise viele Schulbrote o. ä. zuhause fotografiert, weil auf dem Schulgelände des Gymnasiums Handyverbot herrschte. Diese Ergebnisse sind ein Hinweis auf die hohe Praktikabilität der Foto-Methode unter Alltagsbedingungen (s. Ausblick).

Probleme bei Auswertungen

Probleme gab es bei der Einschätzung von Getränken, die aus undurchsichtigen Tassen getrunken wurden. Wenn der Winkel, aus dem fotografiert wurde, zu flach war ($< 45^\circ$), konnte nicht oder nur schwer erkannt werden, um welche Art Getränk es sich handelte. Einige Probanden machten selbstständig schriftliche Angaben zur genauen Identifikation der Getränke, bei manchen fehlten diese aber. So musste aus dem Alter der Probanden (wodurch z. B. Kaffee ausgeschlossen werden konnte) und dem Dokumentationszeitpunkt abgeleitet werden, was vermutlich in der Tasse war. Diese Annahmen konnten aber nicht verifiziert bzw. falsifiziert werden, da keine rückversichernden Gespräche mit den Probanden geführt wurden. Solche Bilder kamen allerdings sehr selten vor und führten lediglich zu geringen potentiellen Abweichungen bezüglich der individuellen Energie- und Nährstoffzufuhr. Zudem war in manchen Fällen nicht genau zwischen Rest und Nachschlag zu unterscheiden. Auf vielen Fotos konnte durch das Aussehen des Tellers und die Anordnung der Lebensmittel eine eindeutige Schlussfolgerung gemacht werden. Auch war – ohne explizite Aufforderung – auch in diesen Fällen bei manchen Fotos ein freiwilliger Hinweis enthalten (s. Abb. 35). Wenn aber beides nicht der Fall war, konnte es auch dabei zu Fehlern in der Auswertung kommen. Diese waren ebenfalls nur gering, da es sich bei Rest bzw. Nachschlag in den meisten Fällen lediglich um sehr kleine Lebensmittelmengen handelte. Trotzdem wurde die Genauig-

keit der Methode durch diese Probleme eingeschränkt und sie sollten bei weiteren Erhebungsphasen durch eine Modifizierung der Anleitung behoben werden. Wenn unwahrscheinlich große Mengen (z. B. ein ganzer Kuchen) fotografiert wurde, musste geschätzt werden, wie groß die tatsächlich verzehrte Menge war. Dieses Beispiel kam allerdings nur zweimal vor (s. Abb. 36). Wenn beispielsweise eine ganze Tafel Schokolade oder eine ganze Tüte Fruchtgummi im Bild war, wurde hingegen angenommen, dass diese im Laufe des Tages auch vollständig verzehrt wurde.



Abbildung 35: Fotos von Rest oder Nachschlag



Abbildung 36: Fotos von ganzen Kuchen

Die größten bzw. am häufigsten auftretenden Probleme betrafen die genaue Identifikation bestimmter Speisen. In den meisten Fällen konnten die Lebensmittel identifiziert werden, jedoch war auch in diesen Fällen die genaue Zusammensetzung des Gerichtes, d. h. die Rezeptur unbekannt. Von einigen Probanden wurden allerdings auch Fotos von Lebensmitteln gemacht, die den Auswerterinnen nicht genau bekannt waren. Für solche musste eine möglichst passende Position in der Auswertungssoftware d. h. im *BLS* gefunden werden. Diese Problematik existiert aber nicht nur bei der Foto-Methode. Vor dem Hintergrund der Globalisierung der Ernährung und einer steigenden Anzahl von Migranten verschiedenster Nationalitäten in Deutschland, also

einer „*Ernährung in der Multikulturalität*“ (GEIGER 2007, 2007a) betrifft sie viele bekannte und auch etablierte Erhebungsinstrumente. Bei Wiege- und Schätzprotokollen könnten die Rezepturen bzw. genauen Beschreibungen solcher Lebensmittel dokumentiert werden, jedoch bedeutet das eine sehr hohe Belastung für die Probanden oder z. B. deren Eltern. Auch ein Ausgrenzen von Probandengruppen, die beispielsweise Lese- oder Schreibschwierigkeiten haben ist dann wahrscheinlich. Ein Einschluss von sogenannten „*Randgruppen*“ (HRADIL 2012), die immer größere Anteile der Bevölkerung ausmachen, ist aber anzustreben, wenn Ernährungserhebungen wirklich repräsentativ sein oder sogar gezielt Informationen zu solchen Gruppen liefern sollen. Für diese Personen wiederum bietet die Foto-Methode aufgrund ihrer unkomplizierten Anwendung entscheidende Vorteile gegenüber anderen Instrumenten.

5.2.3 Validität

Die Bestimmung der Validität erfolgte durch die Beurteilung der Fähigkeiten unabhängiger Auswerter, die Lebensmittelart und -menge nur anhand von Fotos einzuschätzen. Referenzfotos waren dabei eine Hilfe, aber nicht auf die verzehrten Lebensmittel speziell abgestimmt, wie es in anderen Studien der Fall war (s. Kap. 5.1).

Abweichungen bei Einschätzungen

Die durchschnittlichen Abweichungen der geschätzten Werte zur täglichen Lebensmittel- und Energiezufuhr waren mit 7,3 bzw. 5,3 % gering. Die Zufuhr wurde in allen Fällen unterschätzt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen MARTIN ET AL. (2009), die Zufuhr wurde unter *free-living* Bedingungen um durchschnittlich 6,6 % unterschätzt. In dieser Studie wurde den Probanden das Essen allerdings gestellt und eine Foto-Datenbank mit verschiedenen Portionsgrößen eigens für die Studie erstellt. Auch bei NICKLAS ET AL. (2012) betrug die Abweichung hinsichtlich der Lebensmittelmenge durchschnittlich -5 %, die Einschätzung erfolgte jedoch ebenfalls anhand genau passender Referenzfotos und nur als Angabe von Prozentwerten davon. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, stellt es kein Problem dar, den Verzehr mithilfe nicht extra angefertigter Referenzfotos hinreichend genau in Gramm und nicht nur als Prozentwert einzuschätzen. Auch wenn die Lebensmittelauswahl der Probanden ohne Einschränkung der üblichen, alltäglichen Ernährung entspricht, ist eine Einschätzung problemlos möglich.

Die Einschätzungen nur der Auswerterinnen 1 und 2 (A1 und A2) lagen mit 4,1 bzw. 2,7 % Abweichung im Schnitt näher an den vermeintlich wahren Werten. Eine intensivere sowie längere Ausbildung (Universitätsstudium Oecotrophologie vs. Ausbildung zur Diät-Assistentin) und eine mehrjährige Berufserfahrung, wie es bei A1 und A2 der Fall war, sind also ggf. mit einer besseren Einschätzung von Lebensmittelfotos verbun-

den. Um diese Vermutung zu bestätigen oder widerlegen, müssten aber weitere, speziell auf diese Fragestellung hin ausgerichtete Erhebungen durchgeführt werden. Wieso die Einschätzungen tendenziell unter den gewogenen Werten liegen, ist nicht bekannt. Auch in der Literatur konnte dazu kein Hinweis gefunden werden.

Die teilweise hohen Abweichungen bei individuellen Einschätzungen der Lebensmittelmenge einzelner Probanden (s. Tab. 16, S. 96) wurden wie folgt verursacht: Bei Proband 34 wurden in einigen Fällen Gläser, die 500 g enthielten, auf 300 g geschätzt. Bei Proband 37 wurde die Objekte Quiche, Müsli, Eintopf, Suppe und Nudeln mit Geschnetzeltem unterschätzt. Bei Proband 38 wurde die Menge Wasser in einer 1,5 l PET-Flasche in zwei Fällen deutlich überschätzt. Bei Proband 43 wurde die Portionen Kartoffelpuffer deutlich unterschätzt und bei Proband 47 das Gewicht einer Pizza, eines Eintopfs und eines Wraps. Die Gründe dafür sind unklar. Diese Ergebnisse spiegeln sich in den Abweichungen bei der Kalorienzufuhr wieder. Besonders hoch waren diese bei den Probanden 37, 43 und 47 (s. Tab. 17, S. 97). In diesen Fällen lagen die geschätzten Werte deutlich unter den gewogenen und die resultierende Abweichung der Energiezufuhr bei über -10 %. Bei allen anderen lag sie darunter. Bei den Teilnehmern 34 und 38, bei denen sich die Fehleinschätzungen hauptsächlich auf Getränke bezogen, waren die Auswirkungen auf die Kalorienzufuhr nicht so deutlich bemerkbar. Die Energiedichte der Lebensmittel spielt also im Hinblick auf Fehleinschätzungen bei der Auswertung der Energie- und Nährstoffzufuhr eine Rolle (s. Kap. 5.3).

Die Auswahl der betrachteten Mikronährstoffe ist orientiert an potentiell kritischen Nährstoffen, die laut *EsKiMo*-Studie (MENSINK ET AL. 2007) nicht in ausreichender Menge aufgenommen wurden. Für alle weiteren, nicht aufgeführten Nährstoffe sind ähnliche Ergebnisse zu erwarten. Die aus den Abschätzungen der Lebensmittelmenge resultierenden Abweichungen bezüglich der Zufuhr verschiedener Makro- und Mikronährstoffe lagen im negativen Bereich. Die Zufuhr wurde geringfügig unterschätzt, Ausnahme dabei bildete nur Vitamin D. Bis auf bei Eisen lagen alle Abweichungen unter 10 %. Auch in diesem Fall waren sie im Schnitt für A1 und A2 meist geringer als für alle drei Auswerterinnen gemeinsam, was die o. g. Hypothese der Bedeutung einer höheren beruflichen Bildung bzw. längeren Erfahrung unterstützt.

Die lebensmittelspezifischen Abweichungen bei den Einschätzungen wurden für den gesamten Protokollzeitraum der Probanden aus Pilotphase II berechnet. Trotz niedriger Probandenzahl glichen sich teilweise hohe Differenzen der einzelnen Auswerterinnen im Schnitt aus, sodass diese sehr gering waren. Bei Betrachtung der Ergebnisse auf Gruppenebene, war die Einschätzung der verzehrten Menge spezifischer Lebensmittel somit hinreichend genau und das trotz einer relativ geringen Probandenzahl. Diese

Tatsache hatte jedoch einen Einfluss auf die Standardabweichung, die in einigen Fällen folglich sehr hoch war.

Bei Streichfetten, Süßigkeiten und anderen Lebensmitteln, von denen hinsichtlich der Lebensmittelmenge in Gramm eher wenig verzehrt wird, können geringe Abweichungen in der Menge schon zu sehr hohen prozentualen Abweichungen führen. So verursachte beispielsweise eine Abweichung von 8 g bei der Einschätzung von Butter eine Überschätzung um 400 %. Die Überschätzung der verzehrten Menge von Weingummi um 18 g führte zu einer Überschätzung um 150 % und die Fehleinschätzung von Popcorn um 13 g sogar zu einer Überschätzung von 650 %. Diese teilweise sehr hohen prozentualen Abweichungen haben jedoch – trotz hoher Energiedichte der Lebensmittel –, aufgrund ihres niedrigen Anteils an der Gesamtlebensmittelzufuhr, eine vergleichsweise geringe Wirkung auf die Energiezufuhr. Bei Butter bedeuten die o. g. 400 % eine Überschätzung der Kalorienzufuhr um 59 kcal, bei Weingummi sind 63 kcal bei 150 % Überschätzung und bei Popcorn lediglich 48 kcal bei einer Überschätzung von 650 %. Bei Lebensmitteln, von denen hingegen meist größere Mengen verzehrt werden, wie warme oder kalte Getränke, Brot und Brötchen oder Pizza, Burger bzw. andere Zwischenmahlzeiten, ist die Auswirkung der Abweichungen auf die Energiezufuhr abhängig von der Energiedichte der Lebensmittel. Kalte Getränke wurden oft in Form von Wasser, Schorlen und nur selten in Form von purem Saft, Limonade o. ä. aufgenommen und warme Getränke in Form von Kaffee, Tee und seltener als Kakao, der oftmals eine höhere Energiedichte hat. So bedeutete bei diesen flüssigen Lebensmittelgruppen eine durchschnittliche Zufuhr von 6.982 (kalt) bzw. 1.872 g (warm) eine Kalorienzufuhr von lediglich 918 bzw. 558 kcal pro Proband und Woche. Bei Brot und Brötchen bzw. bei Pizza o. ä. bedeutete eine wöchentliche Zufuhr von durchschnittlichen 621 bzw. 535 g schon eine Energiezufuhr von 1557 bzw. 1187 kcal pro Teilnehmer und Woche. Dementsprechend waren auch die Auswirkungen auf die durchschnittliche Gesamtenergiezufuhr *relativ* hoch – trotz teilweise geringer Abweichungen bei den Einschätzungen. Die größten durchschnittlichen Abweichungen betrug jedoch auch in diesem Fall nur 1,6 % für den gesamten Protokollzeitraum beispielsweise bei Brot und Brötchen. Anhand dieser Erkenntnisse könnte jedoch ein lebensmittelspezifisches Training der Auswerter vor weiteren Studienphasen geplant werden, um die Genauigkeit der Methode generell zu erhöhen.

Ein nicht zu kurzer Protokollzeitraum, die Einschätzung durch mehrere Auswerter und die Betrachtung der Ergebnisse auf Gruppenebene sind für eine genaue quantitative Bewertung der Zufuhr einzelner Lebensmittelgruppen in Gramm also ratsam. Für eine qualitative Einschätzung des Lebensmittelverzehr ist dies hingegen nicht notwendig.

Korrelation und Methodenübereinstimmung

Die Korrelation – d. h. der Zusammenhang zwischen geschätzten und gewogenen Werten und dessen Stärke – verschiedener Variablen ist ebenfalls ein Hinweis auf die Validität einer Erhebungsmethode. Die Korrelation wurde einerseits nach *Pearson* und andererseits nach *Spearman* bestimmt. Die zuletzt genannte ist besonders bei kleinen Probandengruppen und auch im Falle von Abweichungen von der Normalverteilung robust (BROSIOUS 2013). Je höher der Korrelationskoeffizient ist, desto höher ist der vermutete Zusammenhang zwischen den Variablen (s. Tab 42).

Tabelle 42: Stärke des Zusammenhangs von Variablen bestimmt durch deren Korrelation

Betrag Korrelationskoeffizient	Mögliche Interpretation
0	Keine Korrelation
> 0 bis 0,2	Sehr schwache Korrelation
> 0,2 bis 0,4	Schwache Korrelation
> 0,4 bis 0,6	Mittlere Korrelation
> 0,6 bis 0,8	Starke Korrelation
> 0,8 bis < 1	Sehr starke Korrelation
1	Perfekte Korrelation

Quelle: BROSIOUS 2013

Bei kleinen Stichproben, muss die Korrelation sehr hoch ausfallen um signifikant zu sein. Das war in dieser Arbeit der Fall: alle berechneten Ergebnisse waren signifikant ($p < 0,01$). Für Lebensmittelmenge, Energie- und betrachtete Nährstoffzufuhr war der Zusammenhang sowohl in Pilotphase II als auch in Phase 1 in allen Fällen zudem sehr stark ($r > 0,8$). Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit Ergebnissen von NICKLAS ET AL. (2012). Dort wurden ebenfalls gewogene mit geschätzten Werten hinsichtlich der Lebensmittelmenge verglichen. Der Korrelationskoeffizient betrug 0,96 ($n = 22$). Wie oben beschrieben wurden aber in diesem Fall speziell angefertigte Referenzbilder zur Auswertung verwendet und die Einschätzung erfolgte nur in Prozentangaben der Vergleichsportionen. Ähnlich war das Vorgehen bei POUYET ET AL. (2015) und der Korrelationskoeffizient war vergleichbar hoch ($r = 0,96$). Genaue Einschätzungen in Grammzahlen wurden z. B. bei MARTIN ET AL. (2009) und LASSEN ET AL. (2010) vorgenommen, die Korrelationskoeffizienten lagen bei 0,93 – 0,95 bzw. 0,83 – 0,91. Jedoch gab es auch in diesen Studien eigens angefertigte, spezifische Referenzfotos in verschiedenen Portionsgrößen als Hilfestellung. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit geben Grund zu der Annahme, dass eine genaue Einschätzung der Lebensmittelmenge in Gramm *ohne* genau passende Referenzfotos und spezielles Training der Auswerter möglich ist. Die aus den Schätzungen berechneten Werte zur Energie- und Nährstoffzufuhr waren ebenfalls mit denen aus den Wiegeprotokollen vergleichbar.

Da eine hohe Korrelation allerdings nicht immer gleichbedeutend mit einer hohen Übereinstimmung zwischen zwei Instrumenten ist (GROUVEN ET AL. 2007), wurde für dieselben Variablen zusätzlich eine Bland-Altman Analyse zum grafischen Vergleich der Messmethoden durchgeführt. Diese berücksichtigt nicht nur die durchschnittliche Differenz, also die Verzerrung der Messwerte, sondern auch die Streuung dieser Differenzen. Die zweifachen Standardabweichungen der durchschnittlichen Differenz stellen die Übereinstimmungsgrenzen dar. Wenn Werte innerhalb dieser Grenzen liegen, kann geschlussfolgert werden, dass beide Methoden gleichermaßen zur Messung der jeweils betrachteten Zielvariablen genutzt werden können (BLAND UND ALTMAN 1986). Die Bland-Altman-Grafiken bestätigen durch die Darstellung der durchschnittlichen Differenz, dass die Zufuhr mit der Foto-Methode bei vielen Variablen generell leicht unterschätzt wurde (s. o.). Bis auf maximal einen Wert lagen jedoch bei allen betrachteten Variablen die Werte *innerhalb* der Übereinstimmungsgrenzen. Das bedeutet, dass die Foto-Methode und ein Wiegeprotokoll in gleicher Weise zur Ernährungserhebung genutzt werden können.

Eine Streuung der Messwerte einzelner Probanden war erkennbar. Das bedeutet, dass die Methode auf Gruppenlevel valide ist, bei der Beurteilung einzelner Probanden in einigen Fällen jedoch zu Abweichungen führen kann. Für eine höhere Genauigkeit auf individueller Ebene ist somit ggf. ein besseres Training der Auswerter notwendig oder die Entwicklung einer Methode mit zuverlässiger und genauer automatischer Bildauswertung (s. Kap. 2.4.5). Die Auswertungen der Phase 1 zeigten, dass dort bei mehr Variablen als bei Pilotphase II alle Werte innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen lagen. Das kann ein Hinweis darauf sein, dass größere Erfahrung bzw. Training bei der Bildauswertung zu genaueren Ergebnissen führt. Die Auswerter hatten in diesen Fällen schon mehr Einschätzungen vorgenommen und konnten so ggf. aus vorigen Fehlern lernen. Die Ergebnisse o. g. Studien (LASSEN ET AL. 2010, POUYET ET AL. 2015) zeigen vergleichbare Outcomes bei den Bland-Altman Analysen. Bei diesen ist allerdings wiederholt auf die Verwendung spezieller Referenzbilder hinzuweisen, was die Bedeutung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit hervorhebt.

5.2.4 Reliabilität

Eine Übereinstimmung zwischen einzelnen Auswertern ist wichtig, um die Objektivität von Messungen bzw. Einschätzungen festzustellen. Besonders vor dem Hintergrund, dass eine Methode für die Erhebung bei großen Probandenkollektiven verwendet werden soll, was mehrere Auswerter voraussetzt, ist die Reliabilität von großer Bedeutung. Je höher der Wert des ICC ist, desto höher ist auch die zu erwartende Übereinstimmung zwischen den Auswertern. Die Werte können zwischen -1 und +1 liegen. Solche

unter null bedeuten, dass es keinen Zusammenhang gibt (WIRTZ UND CASPAR 2002). Die Ergebnisse der Auswertung hinsichtlich der Einschätzung der aufgenommenen Lebensmittelmenge und der resultierenden Energiezufuhr waren für beide betrachteten Studienphasen und alle Auswerterinnen sehr hoch. Die Werte lagen zwischen 0,91 und 0,99, korrelierten also sehr stark, und waren signifikant. Das lässt auf eine hohe Objektivität der Einschätzung von Lebensmittelmengen aus Fotos schließen und bedeutet, dass unterschiedliche Auswerter zu vergleichbaren Ergebnissen kommen. Ähnliche Zusammenhänge sind für die Zufuhr der einzelnen Nährstoffe zu erwarten. Hohe Inter-Rater-Zusammenhänge gab es auch in vielen anderen Studien zu fotografischer Ernährungserhebung (z. B. HIGGINS ET AL. 2009, MARTIN ET AL. 2007, 2009, MATTHIESSEN ET AL. 2011, WILLIAMSON ET AL. 2003, 2004). Diese unterschieden sich aber, wie beschrieben, in ihrer Methodik von der vorliegenden Arbeit.

5.2.5 Energie-, Nährstoffzufuhr und Underreporting

Energie- und Nährstoffzufuhr

Zur Bestimmung der Plausibilität der erhobenen Daten in den drei Hauptstudienphasen wurde die Zufuhr von Energie und Nährstoffen detailliert bestimmt. So konnten Vergleiche mit den jeweiligen Referenzwerten sowie mit anderen Studien bei ähnlichen Zielgruppen (*EsKiMo*, *NDNS*) angestellt werden.

Der eine extrem hohe Wert bei Zink (s. Abb. 29, S. 114) ist verursacht worden durch den Verzehr einer Portion Glasnudeln, die im *BLS 3.01* mit 213 mg Zink pro 100 g gekochtem Lebensmittel angegeben sind (Referenzwert 7 mg/Tag für diese Geschlechts- und Altersgruppe). Dieser hohe Wert ist vermutlich auf einen Fehler in der Einheit zurückzuführen. Der aktuelle *BLS 3.02* enthält inzwischen den korrigierten Wert (213 µg/100 g) für diese Lebensmittelposition (BMEL 2015). Teilweise größere Abweichungen zwischen Mittelwert und Median bzw. große Interquantilbereiche bei der Variable Vitamin C (s. Tab. 25 und 26, S. 109 f.) wurden beispielsweise durch den Verzehr von angereicherten Fruchtsäften oder ähnlichen Getränken verursacht, wie z. B. Apfelsaft mit Acerola-Kirsche (s. Abb. 37). Diese konnten jeweils am mitfotografierten Etikett erkannt werden. Der Ausreißer in Phase 2 bei Biotin (s. Abb. 29, S. 114) stellt ebenfalls einen Probanden dar, der über 1200 ml angereicherten Mehrfruchtsaft innerhalb von fünf Tagen getrunken hatte.

Es gibt viele angereicherte Lebensmittel auf dem deutschen und internationalen Lebensmittelmarkt. Hersteller werben für solche Produkte teilweise mit sogenannten „*Health Claims*“ – rechtlich kontrollierten gesundheits- oder nährwertbezogenen Angaben – für deren gesundheitliche Vorteile (BfR 2015). Besonders sogenannte „*Kinder-*

Lebensmittel“ sind häufig mit Vitaminen oder Mineralstoffen versehen. Das führt dazu, dass in Deutschland nahezu alle Kinder angereicherte Lebensmittel verzehren. 10 % der Kinder erhalten zudem frei verfügbare Nahrungssupplemente (KERSTING 2012a) (s. Kap. 5.2.2). Besonders die angereicherten Lebensmittel können einerseits zwar zu einer ausreichenden Versorgung verschiedener Bevölkerungsgruppen mit bestimmten Nährstoffen beitragen, andererseits besteht aber auch die Gefahr einer potentiellen Überversorgung (BfR 2015a). Um genaue Informationen zur Nährstoffzufuhr von Probanden- bzw. Bevölkerungsgruppen zu erhalten, muss bei Ernährungserhebungen darauf geachtet werden, dass auch solche angereicherten Produkte erfasst werden. Bei Supplementen kann eine Dokumentation vergleichsweise einfach durchgeführt werden, bei angereicherten Lebensmitteln bedeutet das jedoch eine größere Herausforderung. Generell muss das Wissen über eine eventuelle Anreicherung der Lebensmittel bei den Teilnehmern vorhanden sein, damit korrekte Angaben gemacht werden können. Außerdem ist besonders bei 24hR und anderen auf der Erinnerung der Teilnehmer basierenden Erhebungsmethoden problematisch, dass solche Angaben leicht vergessen werden können. Bei Protokollmethoden, wie dem Wiegeprotokoll, existiert hingegen die Problematik der erhöhten Probandenbelastung, wenn zu allen Lebensmitteln detaillierte Informationen dokumentiert werden müssen.



Abbildung 37: Beispiele für Bilder von angereicherten Lebensmitteln

Die Foto-Methode bietet in diesem Fall den Vorteil, dass Etiketten mit lebensmittelbezogenen Informationen (Anreicherung, aber auch Fettgehalt, Zuckergehalt etc.) schnell und unkompliziert dokumentiert werden können. Die Teilnehmer aller Studienphasen wurden in der Präsentation darauf hingewiesen, dass Etiketten möglichst mit fotografiert werden sollten. Für die erwachsenen Probanden gab es diesen Hinweis zusätzlich schriftlich, für die jüngeren nicht, da die Beschreibung möglichst kurz gehalten werden

sollte. Es konnte festgestellt werden, dass tatsächlich viele Bilder abgegeben wurden, die Lebensmittel zusammen mit den dazugehörigen Verpackungen oder den Etiketten zeigten (s. Abb. 38). Bei vorkonfektionierten Lebensmitteln, wie Schoko-Riegeln oder Joghurts war dies ohnehin der Fall. Diese zusätzlichen Informationen konnten zu einer genaueren Auswertung beitragen.



Abbildung 38: Beispiele für lebensmittelbezogene Informationen auf Fotos

Die Kontinuität mit der zusätzliche Hinweise dokumentiert wurden war nicht festzustellen. Jedoch konnten bei geringer Probandenbelastung viele zusätzliche Informationen gesammelt werden. Vermutlich mehr und auf einfachere Art und Weise, als bei einem schriftlichen Protokoll und besonders einem 24hR oder FFQ, die stark von der Erinnerung der Probanden abhängen. Zur optimalen Verarbeitung dieser Informationen, d. h. einer genauen Umwandlung in Daten zu Energie- und Nährstoffzufuhr muss – unabhängig von der Erhebungsmethode – eine sehr umfassende Lebensmitteldatenbank vorhanden sein, die auch angereicherte Produkte enthält. Der BLS in der aktuellsten Version 3.02 enthält zwar bereits einige angereicherte Lebensmittel, ist aber aufgrund der großen Produktvielfalt in dieser Hinsicht nicht annähernd vollständig. Diese Problematik ist jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Die auf den Lebensmittelfotos basierenden Ergebnisse zur Energie- und Nährstoffzufuhr der Probanden aus Phase 1 zeigten für die Jungen eine höhere Zufuhr bei den meisten Variablen. Die Anzahl Fotos pro Tag war aber im Schnitt fast gleich. Dieses Ergebnis ist plausibel: Jungen haben einen höheren durchschnittlichen Bedarf an Energie sowie an einigen anderen Nährstoffen (DGE ET AL. 2015). Auch in anderen groß angelegten Verzehrstudien waren ähnliche Ergebnisse zu verzeichnen (z. B. MENSINK ET AL. 2007, SMITHERS ET AL. 2000). Auch in Phase 2 war eine höhere Energiezufuhr bei den Jungen zu beobachten. Bei vielen Mikronährstoffen war die Zufuhr allerdings geringer

als bei den Mädchen. Das kann an einer geringeren ernährungsphysiologischen Qualität der aufgenommenen Lebensmittel liegen. Die männlichen Probanden verzehrten prozentual gesehen mehr Kuchen und Süßigkeiten, aber weniger Obst und Gemüse als die Mädchen in dieser Studienphase. Bei den Berufsschülern war kein Vergleich möglich, da es nur einen männlichen Teilnehmer gab.

Wie die Boxplots zeigen, wurden die *D-A-CH Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr* bei vielen Variablen im Median nicht erreicht (s. Abb. 28 bis 30, S. 113 ff.). Das betraf die Probanden aller drei Hauptstudienphasen. Generell ist zu sagen, dass dies keineswegs bedeutet, dass die Probanden im Hinblick auf diese Nährstoffe unterversorgt waren. Die Referenzwerte gelten als Orientierungshilfe und der tatsächliche Bedarf sowie die Aufnahme und Verwertung der einzelnen Nährstoffe können individuell sehr unterschiedlich sein (DGE ET AL. 2015). Im Vergleich zu den Ergebnissen der *EsKiMo*-Studie (MENSINK ET AL. 2007) kann eine Abweichung der in dieser Arbeit gemessenen Werte nach unten festgestellt werden. Besonders deutlich war diese Abweichung bei Vitamin D, was aber durch die Änderung der Referenzwerte von 2000 bis 2015 erklärt werden kann. Die Zufuhrempfehlung von 5 µg/Tag wurde aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in einen Schätzwert von 20 µg/Tag geändert (DGE ET AL. 2015, 2000). Dadurch wurde – trotz ähnlich hoher Zufuhr dieses Nährstoffs (1,2/1,3 bzw. 1,2/1,1 µg/Tag in *EsKiMo* bzw. der vorliegenden Arbeit für Mädchen/Jungen) – der Referenzwert wesentlich weiter unterschritten. Bei anderen Nährstoffen gab es im Laufe der Jahre entweder keine Anpassung oder diese war wesentlich geringer und hatte somit wenig Auswirkung auf die Vergleichbarkeit. Referenzwerte, die bei *EsKiMo* im Median erreicht und bei den Werten der vorliegenden Arbeit unterschritten wurden sind für Phase 1 Eisen (nur bei Jungen), Zink (in geringem Maße), Thiamin, Riboflavin und Vitamin C. Für Phase 2 wurden die Referenzwerte in noch mehr Fällen, elf insgesamt, im Gegensatz zu *EsKiMo* unterschritten, in Phase 3 waren es sechs Fälle.

Der Vergleich der Mittelwerte (t-Test) bezüglich der Energiezufuhr zeigte für Phase 1 und 2 signifikante Unterschiede zwischen den *EsKiMo*-Ergebnissen und denen dieser Arbeit (s. Tab. 30, S. 116). Das und die o. g. Abweichungen hinsichtlich verschiedener Nährstoffe können Hinweise darauf sein, dass sich die verwendeten Erhebungsmethoden voneinander unterscheiden. In der *EsKiMo*-Studie wurde für die Altersgruppe, die vergleichbar mit der in Phase 1 ist, von den Eltern ein 3-Tage Schätzprotokoll durchgeführt. Für die, die vergleichbar mit Phase 2 bzw. 3 ist, wurde ein Diet-History Interview mit den Probanden selber durchgeführt. Wenn Eltern die Ernährung ihrer Kinder dokumentieren, kann es generell zu *Overreporting* kommen (BURROWS ET AL. 2010). Auch ist die Umwandlung von Schätzwerten in Grammzahlen mit Unsicherheiten behaftet und kann zu Überschätzungen der Zufuhr führen. Bei Diet-History Interviews kann es ebenfalls Abweichungen nach oben geben, auch wenn

Jugendliche selbst für die Dokumentation verantwortlich sind (HESEKER 2008, LIVINGSTONE ET AL. 1992, SCHNEIDER 1997). Dies sind mögliche Erklärungen für die festgestellten Unterschiede zwischen den Ergebnissen. Underreporting war laut den Berechnungen mit dem *Goldberg Cut-off* in der vorliegenden Arbeit selten (s. Tab. 32, S. 117), was auf eine Plausibilität der gemessenen Ergebnisse schließen lässt. Die für diese Arbeit gewonnenen Probandenkollektive sind, im Gegensatz zu denen der *EsKiMo*-Studie, nicht repräsentativ. Deswegen ist es auch möglich, dass die Probandengruppen sich hinsichtlich ihrer Energie- und Nährstoffzufuhr *tatsächlich* in diesem Maße unterschieden. Die Abweichungen zwischen den Ergebnissen der Studien müssen folglich nicht auf eine verminderte Validität der Foto-Methode hindeuten, sondern können durch ein Overreporting in der *EsKiMo*-Studie aus o. g. Gründen, eine Überschätzung der aufgenommenen Mengen oder einen tatsächlichen Unterschied in der Zufuhr hervorgerufen worden sein.

Ein Vergleich mit den Daten des *NDNS* (SMITHERS ET AL. 2010) zeigte in den meisten Fällen keine Abweichungen (s. Tab. 31, S. 117). In dieser groß angelegten UK-Studie wurde ein 7-Tage-Wiegeprotokoll als Methode verwendet, das bei jüngeren Kindern mithilfe der Eltern, bei Jugendlichen auch selbstständig ausgefüllt wurde. Lediglich eine geringe Abweichung war im Fall der Mädchen in Phase 1, eine große jedoch bei den Probandinnen in Phase 3 zu beobachten. Diese größere Vergleichbarkeit der Ergebnisse des *NDNS* mit denen der vorliegenden Arbeit ist zu erklären durch die Verwendung eines ähnlicheren Erhebungsinstrumentes (prospektives Protokollinstrument, gleicher Zeitraum) mit vergleichbaren Stärken und Schwächen.

Dass die Energiezufuhr bei Phase 3 im Mittel signifikant mit den Ergebnissen der *EsKiMo*-Studie, allerdings nicht mit dem des *NDNS* zusammenhing kann durch die generell energiereichere Ernährungsweise der Berufsschüler verursacht worden sein. In dieser Altersgruppe waren mehr Probanden übergewichtig oder adipös als in den anderen (s. Tab. 7, S. 83). Die Wahl der Lebensmittel, die durch die Fotos wiedergespiegelt wurde, lässt auf einen hohen Verzehr an Süßigkeiten und energiereichen süßen Backwaren schließen (s. Tab. 12, S. 91). Zudem kann es sein, dass wegen einer generell unregelmäßigen Foto-Dokumentation in dieser Phase die Energiezufuhr aufgrund falscher Einschätzung der dokumentierten Tage nicht vollständig korrekt berechnet wurde.

Underreporting

Die geringe Rate an Underreporting, besonders in Phase 1 und 3, weist auf eine hohe Validität der Foto-Methode hin. Wobei auch in diesem Fall zu erwähnen ist, dass die Ergebnisse aus Phase 3 durch eine potentiell falsche Einschätzungen der dokumentierten Tage verzerrt worden sein können.

Die *EsKiMo*-Daten liefern keine Informationen zum Thema Underreporting. SICHERT-HELLERT ET AL. (1998) stellten ein ähnliches Ausmaß an Underreporting in der *DONALD*-Studie fest (s. Kap. 2.2.5). Dort wurden auch dieselben Cut-off Werte genutzt wie in der vorliegenden Arbeit. Die Ergebnisse sind jedoch trotzdem nur eingeschränkt vergleichbar, da bei *DONALD* sowohl andere Erhebungsinstrumente verwendet wurden, als auch die Eltern für die Dokumentation mitverantwortlich waren.

Wenn Eltern 7-Tage-Wiegeprotokolle für ihre Kinder ausfüllten, war mithilfe eines DLW-Vergleichs nur ein geringes Maß an Underreporting festzustellen. Wenn Jugendliche hingegen mit- oder selbst für die Dokumentation verantwortlich waren, war bei 7-Tage-Wiegeprotokollen eine deutliche Unterschätzung der Energieaufnahme von -11 % bis -27 % festzustellen (LIVINGSTONE ET AL. 1992). Andere Studien bestätigen diese Problematik von 7-Tage Wiegeprotokollen im Hinblick auf Jugendliche (BANDINI ET AL. 1997, BRATTEBY ET AL. 1998). BANDINI ET AL. (1997) gaben als Gründe u. a. an, dass beim Außer-Haus-Verzehr das Wiegen schwer möglich sei und die von den jungen Probanden alternativ angegebenen Schätzwerte zu Fehlinformationen führen könnten. Außerdem kann die Dokumentation schnell vergessen werden und Jugendliche könnten Bedenken haben, schriftliche Protokolle zu führen, in die die Eltern Einblick haben. LIVINGSTONE ET AL. (1992) gaben als möglichen Faktor für Underreporting v. a. bei Kindern und Jugendlichen auch die erschwerte Dokumentation von Snacks an:

“Assessment of both the qualitative and quantitative nature of snack eating by either methodology was undoubtedly the most uncertain and problematic area in monitoring the food intakes of these subjects. Snack eating is one activity for which children of most ages can exert greater independence over their own food intake and because of the potential contribution of snack energy to total food intake, errors in dietary reporting could have a significant impact on calculated energy intakes.”

Solche Einschränkungen der Wiegeprotokollmethode sind durch die einfache und motivierende Anwendung der Foto-Methode, die durch die Kinder und Jugendliche selbstständig geschieht, eventuell zu beheben. Auch ist die fotografische Dokumentation mit Smartphones für die Eltern schwerer einsehbar als ein Protokollheft. Besonders im Hinblick auf die Möglichkeit zum schnellen Fotografieren von Snacks ist die Foto-Methode von großem Vorteil und kann zu einer geringeren Rate an Underreporting führen und so genauere Daten zum üblichen Verzehr liefern.

Im Zusammenhang mit dem *Goldberg Cut-off* (s. Kap. 2.2.5) zur Berechnung von Underreporting ist immer auf die Limitationen hinzuweisen, die mit dessen Anwendung verbunden sind. Die Verwendung dieser Grenzwerte für eine Personengruppe ist aufgrund seiner Abhängigkeit von vielen, nicht eindeutig definierbaren

Variablen mit Unsicherheiten behaftet. Eine eindeutige Aussage hinsichtlich der Plausibilität der Werte zur Energiezufuhr kann somit für die hier betrachteten Kollektive nicht vorgenommen werden. Ein Vergleich mit Werten aus einer DLW-Messung, die genauere Ergebnisse zur Energiezufuhr auf individueller Ebene liefern kann, war nicht durchführbar. Eine solche zusätzliche Validierung der Foto-Methode in einer weiteren Studienphase ist anstrebenswert. Unter der Annahme, dass die Berechnungen der Rate von Underreporting korrekt ist, bestätigt sich aber die Eignung der Foto-Methode zur selbstständigen Anwendung durch Kinder ab sieben Jahren.

In Kapitel 7 werden Möglichkeiten erläutert, um Underreporting mit diesem neuartigen Instrument generell vorzubeugen. Besonders wichtig sind diese Anregungen, wenn die Methode von jugendlichen Probanden, unter Alltagsbedingungen und über einen längeren Zeitraum angewendet werden soll.

5.2.6 Zufriedenheit und Praktikabilität

Wie es auch in anderen Studien zum Vergleich verschiedener Methoden (LASSEN ET AL. 2010, MARTIN ET AL. 2009, 2012, ROLLO ET AL. 2011) der Fall war, konnte beim Vergleich von Schätz-, Wiege- und Foto-Protokoll eine höhere Zufriedenheit erwachsener Probanden mit der fotografischen Erhebungsmethode nachgewiesen werden.

Der größte Anteil der Probanden aus der Pilotphase gab an, dass die Foto-Methode am einfachsten und schnellsten sei, sie ihnen am besten gefiel und das Verzehrverhalten wenig beeinflusst (s. Tab. 33, S. 118). Insbesondere der letzte Punkt ist von großer Bedeutung, wenn es darum geht, den üblichen Verzehr einer Probandengruppe genau zu erfassen. Eine erhöhte Zufriedenheit mit einem Instrument sowie eine schnelle, unkomplizierte Anwendung können Underreporting verringern oder verhindern (s. o.). Auch die Verzerrung eines Kollektivs bzw. der Ergebnisse aufgrund eines zu komplizierten Instrumentes kann durch die Wahl einer einfacheren und schnelleren Methode verringert werden. So könnten auch weniger motivierte Personengruppen erreicht werden, was besonders bei repräsentativen Erhebungen wichtig ist. Die Hälfte der Teilnehmer würde sich für die Foto-Methode entscheiden, wenn sie noch einmal ihren Verzehr dokumentieren sollte. Dieses Befragungsergebnis ist potentiell zu verbessern, wenn die Probanden informiert werden, dass die Foto-Methode in ihrer Genauigkeit vergleichbar mit dem Wiegeprotokoll ist. Fast alle Teilnehmer waren sicher, dass die Wiegemethode das genaueste Instrument ist und einige würden vermutlich nur deswegen das Wiegeprotokoll für eine erneute Dokumentation wählen. Bei einer nachgewiesenen hohen Genauigkeit und einer wesentlich einfacheren Durchführung wäre jedoch die Foto-Methode ggf. für mehr Probanden eine gute Alternative gewesen.

Für eine möglichst genaue Dokumentation des Außer-Haus-Verzehrs sollten die Waage und die Protokollhefte immer mitgenommen werden. Die Befragung hinsichtlich der Praktikabilität ergab, dass die Hälfte der Probanden die Waage aber nicht immer dabei hatte (s. Tab. 34, S. 119). Die Foto-Methode bietet den Vorteil, dass das Medium zur Dokumentation in der Regel vom Teilnehmer mitgeführt wird, wenn die Erhebung mit Smartphones geschieht. Hinzu kommt, dass der Aufwand des Abwiegens und schriftlichen Dokumentierens der Speisen zu Unannehmlichkeiten führen kann, besonders in Restaurants oder ähnlichen Einrichtungen. Antworten der Probanden auf die offene Frage zu Problemen mit der Wiegemethode bestätigen diese Annahme (s. Tab. 35, S. 119). Eine schnellere Erhebung des Außer-Haus-Verzehrs mithilfe eines Fotos ist für die Probanden vermutlich deutlich weniger unangenehm. Probleme, die bei der Schätzmethode aufkamen, betrafen v. a. die Schwierigkeit, passende Einheiten bzw. Schätzgrößen anzugeben, die die verzehrte Menge eindeutig umschreiben. Die Schwierigkeiten von Probanden verschiedener Altersgruppen, Portionsgrößen hinreichend genau abzuschätzen und die daraus entstehende Belastung sind bekannt (z. B. GIBSON 2005, LIVINGSTONE ET AL. 2004, STRABURG 2010). Auch diese Problematik kann durch die neuartige Methode umgangen werden. Ein von unabhängigen Probanden häufig genanntes Problem, explizit die Anwendung der Foto-Methode betreffend, war, dass sie es vergessen könnten die Mahlzeiten *vor* dem Verzehr zu fotografieren. Auch bei anderen themenverwandten Studien mit erwachsenen Probanden konnte diese Einschränkung beobachtet werden (MARTIN ET AL. 2009, 2012). In diesem Zusammenhang wurde auch festgestellt, dass die Validität einer fotografischen Methode höher war, wenn personalisierte Erinnerungen an die Probanden gesendet wurden. Eine Lösung für diese Einschränkung und eine Hilfe für die Probanden kann also das Einrichten einer entsprechenden Erinnerungsfunktion sein (s. Ausblick).

Der absoluten Mehrheit der Grund- und Gymnasialschüler gefiel die Foto-Methode gut oder sehr gut. Auch die erneute Teilnahmebereitschaft war in diesen zwei Erhebungsphasen sehr hoch (s. Tab. 36 und 37, S. 120). Diese Ergebnisse werden durch Angaben aus der Literatur gestützt (BOUSHEY ET AL. 2009, HIGGINS ET AL. 2009, MATTHIESSEN ET AL. 2011, SMALL ET AL. 2009). Im Gegensatz dazu war die Zufriedenheit der Probanden aus Phase 3 wesentlich geringer und die Mehrheit würde nicht nochmals teilnehmen. Für diesen Sachverhalt gibt es mehrere mögliche Gründe. Zum einen gab es kein Incentive für diese Teilnehmergruppe, was die Motivation und Zufriedenheit deutlich eingeschränkt haben könnte. Eine weitere Erklärung kann das unterschiedliche Bildungsniveau sein. Hinzu kommt, dass Jugendliche mit steigendem Alter generell weniger Interesse an selbst durchgeführten Ernährungsdokumentationen zeigen (THOMPSON UND SUBAR 2013). Diese Vermutungen betreffen aber nicht nur die Foto-Methode, sondern ebenso Erhebungen mit anderen Methoden. Zu vermuten ist, dass bei der Durchfüh-

rung eines vergleichbar genauen aber wesentlich aufwendigeren Instrumentes, wie einem Wiegeprotokoll, die Motivation und Zufriedenheit der Probanden in Phase 3 noch geringer gewesen wäre.

Die Praktikabilität betreffend hatte die Mehrheit aller Probandengruppen keine Schwierigkeiten, das Smartphone oder die Kamera immer mitzunehmen (s. Tab. 39, S. 121). Besonders in Phase 2 und 3, in denen hauptsächlich das Smartphone für die Dokumentation verwendet wurde, stellte dies kein Problem dar. Die meisten Jugendlichen haben dies ohnehin fast immer dabei. Auch bei den jüngeren Teilnehmern gab es wie bei den Erwachsenen Bedenken, sich immer an das Fotografieren zu erinnern (s. Tab. 38, S. 121). Mit zunehmendem Alter stieg der Anteil der Probanden, die angaben, dass die damit Probleme hatten. Situationen in denen es besonders schwer fiel sich an das Fotografieren zu erinnern waren laut den Probanden beispielsweise das „Essen zwischendurch“, das sogenannte Snacken. Auch SIX ET AL. (2010) berichteten von Zweifeln jugendlicher Probanden, daran zu denken, alle Snacks zu fotografieren. In einer weiteren Studie wurden besonders Snacks und Abendessen öfter vergessen. Die Kinder und Jugendlichen merkten in diesem Fall selber an, dass sie sich beispielsweise Erinnerungsfunktionen gewünscht hätten, um dem vorzubeugen (BOUSHEY ET AL. 2015) (s. Ausblick). Die Angabe einiger Probanden, dass es in bestimmten Situationen Probleme gab, an das Fotografieren zu denken (z. B. unterwegs, im Restaurant, auf Geburtstagen, im Krankenhaus, auf Partys), bedeutete jedoch nicht, dass keine Fotos gemacht wurden. Es gab zahlreiche Beispiele für Lebensmittel- oder Getränkefotos, die in solchen Situationen gemacht wurden (s. Abb. 39 und 40). Besonders in o. g. Situationen bietet die Foto-Methode, aufgrund ihrer unkomplizierten und schnellen Handhabung, einen entscheidenden Vorteil gegenüber anderen prospektiven Protokollmethoden, wie einem Wiegeprotokoll.

4. War es manchmal schwer daran zu denken, vorm Essen ein Foto zu machen?	
<input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> ja, besonders in folgender Situation:	
<u>Wenn man unterwegs ist bzw. Arbeiten</u>	
<u>Wenn wir auf Geburtstagen eingeladen waren</u>	
<u>Auf Partys</u>	<u>Krankenhaus</u>

Abbildung 39: Beispiele für Situationen, in denen es schwer, Fotos zu machen



Abbildung 40: Beispiele für Fotos in verschiedenen Alltagssituationen

Einen weiteren Vorteil, die Foto-Methode betreffend, bietet offensichtlich die Möglichkeit einer Erhebung ohne Beeinflussung des Ernährungsverhaltens. Fast alle bzw. über 80 % der Probanden aus Phase 2 bzw. 3 gaben an, dass sie ihr Essverhalten während der Dokumentation nicht geändert haben (s. Tab. 40, S. 122). Besonders bei anderen prospektiven Protokollmethoden (Wiege- und Schätzprotokoll) ist gerade diese Beeinflussung des Ernährungsverhaltens ein großer Nachteil. Sie schränkt z. B. die Validität ein und macht die erhobenen Daten weniger generalisierbar (PHILLIPP 2009, STRAßBURG 2010).

Subjektive Eindrücke

Abgesehen von den schriftlich dokumentierten Antworten zur Zufriedenheit der Probanden aus Phase 1 und 2, waren auch die subjektiven Eindrücke während der Rekrutierung und Anleitung der Teilnehmer sowie beim Einsammeln und Auswerten der Daten sehr positiv. Die Kinder und Jugendlichen wirkten überwiegend sehr zufrieden, interessiert und motiviert.

Bei der Auswertung der Fotos konnte eine hohe Motivation der Probanden beispielsweise durch freiwillige Anmerkungen indiziert werden. Diese wurden als Zettel neben die Lebensmittel bzw. Getränke gelegt oder sogar mit Bildverarbeitungsprogrammen

direkt in die Dateien eingefügt (s. Abb. 41). Eine solche Anweisung gab es in der Anleitung zur Methode nicht. Außerdem wurden oft in Fällen, in denen die Schablone offensichtlich nicht zur Hand war, selbstständig andere Gegenstände als Maßstab ins Bild gelegt. Von drei Probanden aus Phase 1 wurden sogar Schablonen nachgebastelt, die eine ähnliche Form und Größe, wie der 3D-Würfel hatten (s. Abb. 42).



Abbildung 41: Beispiele für selbstständige Anmerkungen auf Fotos

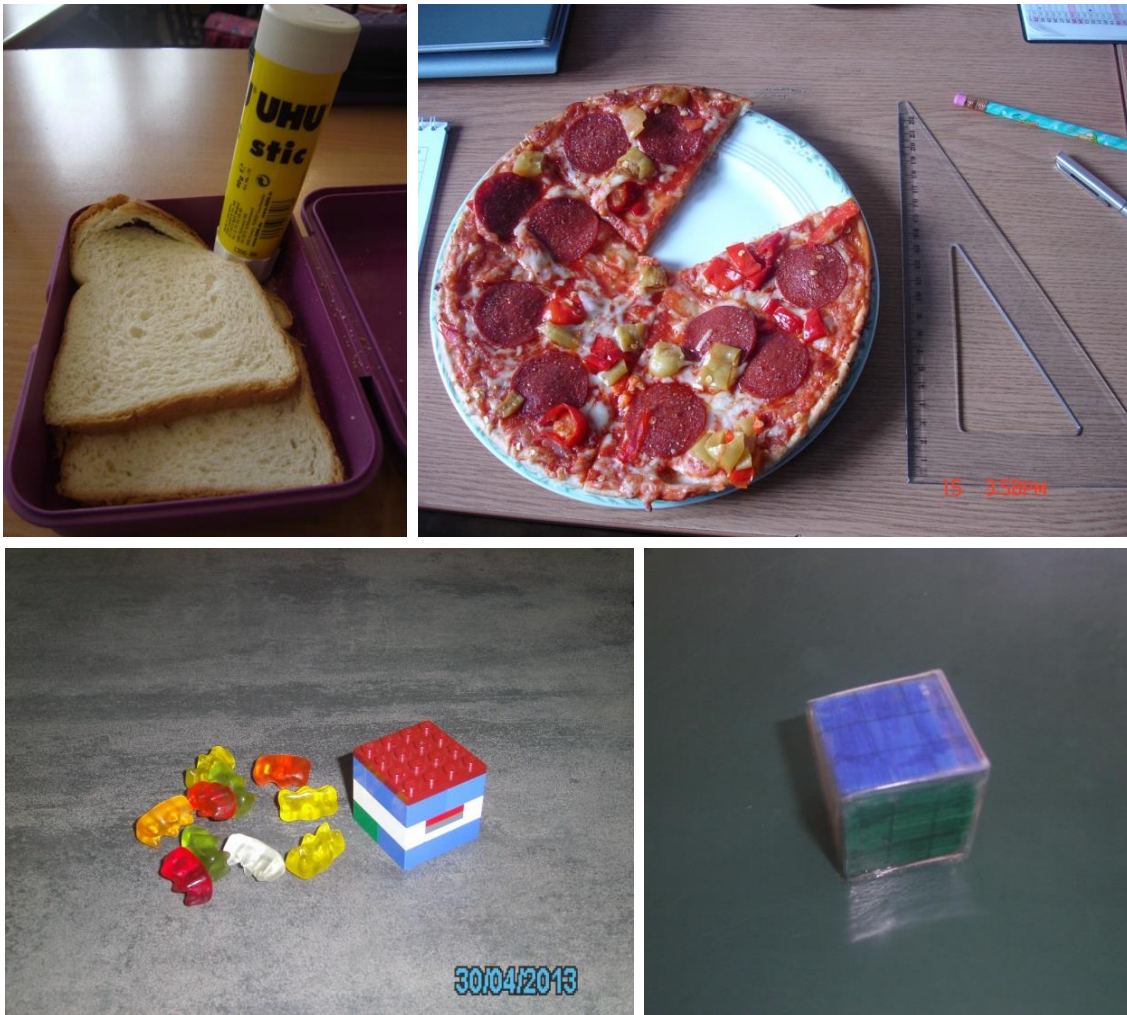


Abbildung 42: Beispiele für Alternativen zur Schablone

5.3 Limitationen

Methode

Einschränkungen der in dieser Arbeit entwickelten Foto-Methode stellen beispielsweise Probleme bei der Einschätzung einzelner Lebensmittel dar. Sie betrafen zum einen die aufgenommene Menge: bei einzelnen Positionen gab es hohe prozentuale oder absolute Abweichungen. Diese hatten auf Gruppenebene keine großen Auswirkungen auf die berechnete Nährstoffzufuhr und Validität, schränken jedoch die Genauigkeit der Methode auf individueller Ebene ein. Besonders zu beachten sind diese Fehleinschätzungen bei Lebensmitteln, die eine hohe Energiedichte haben und von denen größere Mengen verzehrt werden, wie Brot und Brötchen oder Pizza und andere Fast-Food Produkte. Zudem ist die Art der Lebensmittel teilweise falsch eingeschätzt worden. Ein Beispiel dafür ist die Verwechslung von purem Saft oder Nektar mit Schorlen. Auch beim Fotografieren von Tassen trat teilweise das Problem auf, dass der Inhalt

nicht gesehen werden konnte und die Art des Getränkes nicht eindeutig identifiziert werden konnte. Bei Fotos von Rest oder Nachschlag konnte in einigen Fällen nicht unterschieden werden, um was von beiden es sich handelte. Bei Verwechslungen von z. B. süßen mit herzhaften Backwaren, paniertem Fleisch mit paniertem Fisch oder Butter mit Margarine bieten andere Methoden, wie Wiege- oder Schätzprotokoll einen Vorteil gegenüber der Foto-Methode, da die Lebensmittel dort explizit genannt sind. Diese Einschränkungen können möglicherweise durch eine in dieser Hinsicht spezifische Änderung der Anleitung oder durch eine App behoben werden. Probleme traten außerdem bei der Zuordnung nicht genau bekannter Lebensmittel (z. B. von Kindern mit Migrationshintergrund) zu Positionen in der Auswertungssoftware bzw. im *BLS* auf. Diese Probleme betreffen allerdings nicht die Foto-Methode allein, sondern stellen eine Herausforderung bei allen bekannten Erhebungsinstrumenten dar.

Generell war eine Unterschätzung der aufgenommenen Mengen zu beobachten, die auch in anderen Studien zu fotografischen Methoden vorkam (z. B. MARTIN ET AL. 2009, ROLLO ET AL. 2011). Die Begründung für diesen Sachverhalt ist unklar, auch in der Literatur konnte dazu nichts gefunden werden. Ein spezifisches Training der Auswerter könnte zu einer Verbesserung dieser Problematik führen. Diese Hypothese ist aber durch weitere Erhebungen zu prüfen. Eventuell können auch statistische Korrekturverfahren entwickelt werden, um die Abweichungen zwischen geschätzten und tatsächlichen Werten zu minimieren.

Eine weitere Limitation ist die für die Auswertungen der Bilder benötigte Zeit. Der Aufwand ist allerdings mit 30 – 60 Minuten ähnlich hoch, wie bei anderen Instrumenten, beispielsweise einem Interviewer-geleiteten 24h-Recall oder einer Diet-History. Schneller bzw. praktikabler sind in dieser Hinsicht computergestützte Methoden, die die Probanden selber ausfüllen wie der *ASA24* (s. Kap. 2.4.4). Diese sind aber weniger genau als persönlich geführte Interviews (z. B. klassische 24hR) und erfassen meist nur einen kurzen Zeitraum. Eine Lösung für dieses Problem kann eine automatische Auswertung der Bilder sein, an der aktuell von verschiedenen Arbeitsgruppen geforscht wird (z. B. ZHU ET AL. 2015, 2010, 2008) (s. Tab. 5, S. 58 ff.).

Die Problematik, dass es einigen Probanden in bestimmten Situationen schwer fiel, Fotos zu machen bzw. sich daran zu erinnern ist von großer Bedeutung. Herausforderungen an die Erinnerungsleistung der Probanden sind auch durch andere, besonders retrospektive, Erhebungsmethoden in unterschiedlicher Form gegeben. Im Fall der Foto-Methode kann aber durch automatische Erinnerungsfunktionen auf Smartphones die Zufriedenheit der Probanden und die Qualität bzw. Menge der auswertbaren Daten erhöht werden (s. Ausblick).

Studiendesign

Limitationen im Studiendesign sind die kleinen Probandenkollektive, besonders in der Pilotphase. Bei Validitätsstudien ist das allerdings ein bekanntes und häufig dokumentiertes Problem, weil diese oft sehr engagierte Teilnehmer erfordern und einen hohen zeitlichen und kognitiven Aufwand für diese bedeuten (NELSON 2004).

In keiner der Studienphasen wurden detaillierte Daten zu soziodemografischen Eigenschaften der Teilnehmer erhoben. Mit diesen hätten beispielsweise Schlüsse zur Eignung der Methode für verschiedene Bevölkerungsgruppen gezogen werden können.

Die Aufgabe für die Probanden aller Erhebungsphasen war eine Dokumentation über sieben Tage. Wenn bei Probanden aufgrund einer unvollständigen Dokumentation weniger Tage ausgewertet werden konnten, wurde in dieser Arbeit nicht bestimmt, ob es sich um Wochen- oder Wochenendtage handelte. Da die Ernährung sich an beiden aber sehr unterscheiden kann, sollte in solchen Fällen bei zukünftigen Erhebungen darauf geachtet werden, um welche Wochentage es sich handelt – wenn die Ergebnisse repräsentativ sein sollen.

In der dritten Hauptstudienphase hätten, wie in Phase 1 und 2, an alle Probanden bei Abgabe auswertbarer Protokolle Incentives verteilt werden sollen. So wären ähnliche Voraussetzungen geschaffen worden und die Ergebnisse zu Teilnahmequote, Compliance und Zufriedenheit hätten besser verglichen werden können oder sie wären anders ausgefallen.

Außerdem ist die Verwendung des *Goldberg Cut-off* zur Bestimmung von Underreporting, wie oben bereits erwähnt, aufgrund der hohen Anzahl an nicht genau bestimmbar Variablen in der Formel, mit Unsicherheiten behaftet. Eine genaue Bestimmung der Rate von Underreportern hätte beispielsweise durch den Vergleich der Foto-Methode mit der DLW-Methode erfolgen können. Ein solcher Vergleich, bzw. eine Validierung mithilfe von Biomarkern, ist in potentiellen weiteren Erhebungsphasen mit der Foto-Methode anzustreben.

6 Schlussfolgerung und Ausblick

Schlussfolgerung

Die konsequente Erhebung von validen Daten zur Ernährung verschiedener Bevölkerungsgruppen ist von großer Bedeutung. Gleichzeitig gibt es aufgrund der Diversität dieser Gruppen und der Heterogenität ihrer (alimentären) Verhaltensweisen viele Herausforderungen an Ernährungserhebungsmethoden. Die Foto-Methode bietet den Vorteil einer schnellen, unkomplizierten und trotzdem genauen Erhebung bei gleichzeitig geringer Probandenbelastung. Teilnehmer verschiedener Altersstufen sind zufrieden mit dieser neuartigen Methode und Kinder ab sieben Jahren sind selbstständig in der Lage, sie anzuwenden. Tabelle 43 zeigt die Vor- und Nachteile der Foto-Methode in der Übersicht. Einige Limitationen betreffen nicht nur diese, sondern auch andere Erhebungsmethoden (z. B. Underreporting, eingeschränkte Vergleichbarkeit).

Tabelle 43: Vor- und Nachteile der Foto-Methode gegenüber anderen Erhebungsinstrumenten

Vorteile	Nachteile bzw. Limitationen
<ul style="list-style-type: none"> – unkompliziert und praktikabel – motivierend – beliebt bei Kindern und Erwachsenen – keine Einschränkung des üblichen Verzehrverhaltens – Kinder erfassen Verzehr selbstständig – geringe Probandenbelastung – non-response Bias kann verringert werden – schnelle Anleitung der Probanden – keine individuelle Anleitung nötig – günstig (bei Verwendung eigener Geräte) – für große Kollektive geeignet – ermöglicht Erhebung quantitativer <i>und</i> qualitativer Daten – genaue Erhebung auf Mikronährstoffebene – valide und reliabel (im Vergleich mit Wiegeprotokoll) – Erhebung über langen Zeitraum unter Alltagsbedingungen möglich – Zugänglich für viele Bevölkerungsgruppen – Auch Zufuhr von Flüssigkeit und Supplementen kann einfach erfasst werden 	<ul style="list-style-type: none"> – Vergleichsweise hoher zeitlicher Aufwand für Auswerter – Identifizierung bestimmter Lebensmittel ist teilweise problematisch – z. T. höhere Abweichungen auf individueller Ebene – Unterscheidung von Nachschlag und Rest ist teilweise nicht eindeutig – Underreporting ist möglich – Fotografieren kann von Probanden vergessen werden – eingeschränkte Vergleichbarkeit mit Studien, denen andere Erhebungsmethoden zugrunde liegen (z. B. <i>EskiMo</i>)

Vielen wesentlichen Vorteilen stehen wenige Nachteile bzw. Limitationen gegenüber. Diese dürfen nicht vernachlässigt werden, können aber ggf. durch Optimierung der Methodik behoben werden. Eine für die Probanden im Vergleich zu vielen anderen Instrumenten wesentlich schnellere, unkompliziertere, motivierende und nicht von der

Erinnerung abhängige Dokumentation bedeutet beispielsweise auch eine Verlagerung der Verantwortung in Richtung der Auswerter. Besonders wenn die Ergebnisse auf quantitativer Ebene genau und valide sein sollen, müssen die Protokolle sorgsam ausgewertet werden. Diese zeitliche und kognitive Belastung für das Studienpersonal besteht jedoch auch bei häufig genutzten und etablierten Interview-Methoden (24hR, Diet-History). Diese dauern etwa 30 – 45 Minuten pro Interview und setzen intensiv geschulte Auswerter voraus. Die hohe Verfügbarkeit von Smartphones kann eine Dokumentation mit probandeneigenen Geräten erlauben und die Kosten für Erhebungen senken. Sie ist zudem ein Hinweis auf eine generell hohe Kompetenz der Probanden im Umgang mit diesen Geräten und spricht für die Verwendung von Smartphones anstelle von PDAs – die ähnliche Funktionen haben – oder von Computern. Die Einschätzung und somit die Ergebnisse sind auf Gruppenebene reliabel, valide und sehr genau. Einschränkungen gibt es z. B. bei der Identifizierung unbekannter, neuartiger oder exotischer Lebensmittel. Diese Problematik existiert jedoch nicht nur bei der Foto-Methode, sondern stellt heutzutage eine generelle Herausforderung an Erhebungsmethoden dar. Eine generelle Unterschätzung der Menge sowie Abweichungen auf individueller Ebene müssen durch zielgerichtetes Training der Auswerter verbessert werden. Für zukünftige repräsentative Studien sollte bei Fragen zudem Rücksprache mit den Probanden gehalten werden, um genauere Ergebnisse zu erhalten. Auch in der *EsKiMo*-Studie wurden Unklarheiten auf diese Weise beseitigt (MENSINK ET AL. 2007), was bedeutet, dass dies bei auch bei größeren Kollektiven praktikabel ist. Underreporting kann durch keine Erhebungsmethode vollständig verhindert werden, da es abhängig von vielen individuellen Faktoren ist. Die unkomplizierte Methodik und die große Zufriedenheit der Probanden ließen aber eine hohe Motivation und Akzeptanz vermuten und geben zusammen mit den Ergebnissen dieser Arbeit Grund zur Annahme, dass Underreporting selten war. Auch eine Erhebung über einen längeren Zeitraum ist mit dieser schnellen Erhebungsmethode ohne große Verluste in der Validität möglich und aufgrund einer hohen täglichen Variation in der Zufuhr verschiedener Nährstoffe anstrebenswert. Kinder ab sieben Jahren, deren kognitive Fähigkeiten noch nicht vollständig entwickelt sind und die eine kürzere Aufmerksamkeitsspanne haben, sind problemlos in der Lage dieses Instrument selbstständig anzuwenden. Es ist zu vermuten, dass auch weitere Bevölkerungsgruppen, die mit anderen Methoden schwer motiviert werden können oder Probleme bei deren Durchführung haben, mit der Foto-Methode erreicht werden können. Auch Migranten und sozial benachteiligte Personen, die in Deutschland Risikogruppen für eine erhöhte Adipositas-Prävalenz darstellen, können sie ggf. anwenden. Das bedeutet, dass mit der Foto-Methode potentiell eine umfassende und genaue Erhebung der üblichen Ernährung der deutschen Bevölkerung realisiert werden kann.

Ausblick

Bei zukünftigen Ernährungserhebungen mithilfe der Foto-Methode sollte, zusätzlich zu bzw. anders als in Kapitel 3 beschriebenen Aspekten, folgendes beachtet werden:

1. In der Anweisung der Probanden sollte ein kurzer Hinweis auf die Einstellung der Automatikfunktion der Kameras bzw. Smartphones erfolgen, um in allen Fällen Bilder hoher Qualität zu erhalten.
2. Alle Studienteilnehmer sollten gleichermaßen ein Incentive bekommen, um eine höhere Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten und um die Motivation generell zu steigern. Die Vergabe eines monetären Incentives ist zu erwägen, da dieses objektiver beurteilt werden und so mehr Probanden ansprechen kann.
3. Um Abweichungen bei den Einschätzungen bestimmter Lebensmittel sowie die generelle Unterschätzung der aufgenommenen Mengen zu verhindern oder verringern, sollten die Auswerter in dieser Hinsicht trainiert werden. In jedem Fall sollte ihnen diese Problematik aber bewusst sein.
4. Um Rücksprache bei unbekanntem Lebensmitteln, unwahrscheinlich großen bzw. kleinen Mengen auf Fotos oder ähnlichen Unklarheiten halten zu können, sollten die Kontaktdaten der einzelnen Teilnehmer notiert werden (E-Mail-Adresse oder Mobilfunknummer). So kann durch direkte Klärung mit den Probanden die Qualität der Daten und die Genauigkeit der Ergebnisse erhöht werden.
5. Der Anweisung zum Fotografieren aus einem 45°-Winkel wurde zwar gegeben, jedoch sollte in diesem Zusammenhang ein expliziter Hinweis in Bezug auf den Inhalt von Tassen gegeben werden. Dies sollte in Verbindung mit einem Beispiel geschehen, damit sich die Teilnehmer besser an das korrekte Prozedere erinnern können.

Generell sollte in erster Linie darauf geachtet werden, die Anleitung der Probanden – ob mündlich oder schriftlich – so einfach wie möglich zu halten, damit durch die unkomplizierte Handhabung eine hohe Motivation und Zufriedenheit sichergestellt ist. Gleichzeitig sind klare Aufträge wichtig, um Missverständnisse zu vermeiden und viele Daten guter Qualität zu erhalten. D. h. der Zeitraum sollte klar eingegrenzt sein, z. B. „für sieben Tage“ und es darf keinen Spielraum geben, z. B. „für drei bis sieben Tage“. Solche Unklarheiten in den Anweisungen könnten Verunsicherung bei den Teilnehmern hervorrufen. Ebenso sollte verdeutlicht werden, dass Bilder nur *vor* dem Verzehr gemacht werden müssen, danach lediglich wenn *Reste* übrig bleiben, um eine geringe Probandenbelastung zu realisieren, die die Methode auszeichnet.

Um genauere Daten zum Ausmaß von Underreporting durch eindeutige Ergebnisse im Hinblick auf die Energiezufuhr zu erlangen, ist ein Vergleich der Foto-Methode mit der DLW-Methode anzustreben. Auf Biomarkern basierende Methoden sind die einzigen,

die vollkommen unabhängig von der Motivation und Konsequenz der Probanden sind. Auf dieser Basis könnte eine sehr genaue Validierung der Foto-Methode realisiert werden. Weiterhin gilt es herauszufinden, in welchem Maße Kinder *unter* sieben Jahren in der Lage sind, ihren Verzehr selbstständig fotografisch zu dokumentieren. D. h. es sollte festgestellt werden, bis zu welchem Alter der Kinder die Eltern noch mit für die Dokumentation verantwortlich gemacht werden sollten. Ebenso sollte für andere Bevölkerungsgruppen, wie Senioren, Migranten usw. festgestellt werden, ob und unter welchen Umständen diese die Foto-Methode selbstständig anwenden können.

In Zukunft ist die Entwicklung und Evaluation einer Foto-Methoden-App anzustreben. Diese kann die o. g. Limitationen des Instrumentes potentiell beheben oder zumindest verringern. Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse gibt es folgende Anregungen, die bei der Entwicklung einer solchen Anwendung berücksichtigt werden sollten:

1. **Basics:** Beim ersten Starten der App können in automatisch nacheinander erscheinenden Fenstern die notwendigen anthropometrischen (Größe, Gewicht) und soziodemografischen Informationen (Alter, Geschlecht, evtl. Schulform bzw. Bildungsabschluss und Herkunft bzw. Nationalität) der Probanden erfasst werden. Außerdem können in diesem Zusammenhang schnell Daten zur üblichen körperlichen Aktivität erfasst werden, die für eine genauere Interpretation von späteren Ernährungsauswertungen von Bedeutung sind.
2. **Personalisierte Nachrichten:** Bei Bedarf können danach automatische Erinnerungen programmiert werden. Beispielsweise indem die Probanden in Multiple-Choice-Fragen gebeten werden, ihre üblichen Essenszeiten in der Woche sowie am Wochenende anzuklicken. Darüber hinaus kann gefragt werden, ob häufig oder seltener „gesnackt“ wird, um auch zwischendurch in personalisierten Frequenzen kurze Erinnerungsnachrichten zu senden („Hast du etwas gesnackt?“, „Na, was isst du gerade“ o. ä.). Wenn diese Hinweise aufblinken, kann der Proband sich besser daran gewöhnen, bei Hauptmahlzeiten oder zwischendurch seinen Verzehr zu dokumentieren. Zusätzlich sollte die Möglichkeit bestehen, bei den aufblinkenden Nachrichten auf „ich habe etwas vergessen“ zu klicken. In diesen Fällen kann durch eine kurze Notiz oder Sprachaufzeichnung festgehalten werden, was vergessen wurde. Dieses Vorgehen ist ähnlich den Einträgen in die Notizhefte, nur ist so alles in einem Medium integriert. Wenn der für die Studie erforderliche Erhebungszeitraum um ist, sollte der Proband ebenfalls durch eine kurze Nachricht informiert werden („Glückwunsch, du hast es geschafft! Danke!“). So muss er nicht selber darauf achten, wie viele Tage schon dokumentiert wurden. Je jünger die Probanden sind, desto kürzer sollten die Erinnerungsnachrichten ausfallen. Eventuell sind sie durch Bilder zu verdeutlichen oder ganz zu ersetzen. Bei Personengruppen, die Probleme mit der deutschen Sprache haben, kann dies ebenfalls

eingestellt werden. Zusätzlich zu Erinnerungen an das Fotografieren generell, können kurze Pop-up-Nachrichten zur Methodik programmiert werden. Beispielsweise mit Hinweisen, dass auch Verpackungen fotografiert werden, dass die Schablone nicht vergessen wird oder dass schräg von oben fotografiert wird.

3. **Anleitung:** Nach diesen zwei ersten Schritten (Datenerhebung und Programmierung der Erinnerungen) sollte es eine *kurze* aber vollständige Anleitung zur Methode geben. Dies kann mithilfe von nacheinander erscheinenden Bildern mit einem kurzen Text zu den einzelnen Anweisungen geschehen. Möglich ist auch die Einbettung eines Videos. Die Reihenfolge der Anweisungen sollte identisch mit den notwendigen Schritten bei der Anwendung sein. Eine Anleitung für Kinder und Jugendliche kann beispielsweise sein:

- a) Stell deine Smartphone-Kamera bitte auf „automatisch“ ein oder frag deine Eltern, ob sie dir dabei helfen.
- b) Nimm dein Smartphone ab jetzt überall hin mit.
- c) Fotografiere eine Woche lang *ALLES*, was du isst und trinkst. Wenn diese Zeit vorbei ist, bekommst du eine Nachricht.
- d) Alles zählt: denk' auch an Snacks, Wasser, Vitamintabletten etc.!
- e) Leg' die Schablone ins Bild, nimm eine Armlänge Abstand und fotografiere einfach schräg von oben – so kann alles erkannt werden!
- f) *NUR* wenn Reste bleiben, machst du nach dem Essen/Trinken noch ein Foto. Klick dafür vorher auf „Rest“.
- g) Nun: viel Spaß und iss einfach so, wie du es immer tust!

4. **Zusätzlich:** Je nach Altersgruppe sollten Hinweise gegeben werden, dass Etiketten bzw. Verpackungen einmal mit fotografiert werden, um eine genaue Auswertung zu ermöglichen. Eine Auswahl der Mahlzeitsituation kann beim Starten der App als Home-Bildschirm erscheinen (s. Abb. 43). So kann der Proband z. B. direkt auf „Mittagessen“ tippen und die Kamera geht sofort an. Auf einem Server wird dann die Mahlzeitsituation zusammen mit dem Bild gespeichert. Dadurch kann die Problematik eventuell fehlender Metadaten umgangen werden und der Punkt „3 a“ (s. o.) könnte entfallen. Weitere kleinere Buttons sollten eingerichtet werden: a) zur Einstellung oder Änderung von Erinnerungsfunktionen, b) zum Festhalten von Notizen bei vergessenen Fotos, c) zur erneuten



Abbildung 43: Entwurf für potentiellen Startbildschirm einer FM-App

Beschreibung der Methodik und Beantwortung häufig gestellter Fragen (FAQs) mit dem Verweis auf Kontaktdaten des Studienpersonals bei Problemen sowie d) zur Übersicht über die Anzahl der Fotos und zum Fortschritt der persönlichen Dokumentation.

5. **Gimmicks:** Als zusätzliche Motivation können digitale Belohnungen in die App integriert werden. Z. B. Bonuspunkte, die gesammelt werden können um bestimmte kleine Spiele o. ä. freizuschalten. Dabei besteht jedoch die Gefahr, dass die Probanden (besonders Kinder) Dinge fotografieren, die sie gar nicht gegessen haben oder mehr Dinge essen, als sie es üblicherweise tun, nur um diese Belohnungen zu erhalten. Es könnte also Overreporting hervorgerufen werden, was die Validität der Methode herabsetzen würde. Ein Incentive, das alle Teilnehmer, die auswertbare Protokolle abgeben, zu Ende des Zeitraumes bekommen, ist ggf. eher zu empfehlen.
6. **Programmierung:** Die App sollte so programmiert werden, dass die entstandenen Bilder in Echtzeit an einen dafür eingerichteten Server gesendet werden. Das sollte automatisch ohne zusätzlichen Aufwand für die Probanden geschehen, damit die Anwendung möglichst unkompliziert ist. Auf diesen Server hat das Studienpersonal Zugriff und kann die Bilddaten auswerten. Sollte die Auswertung in Echtzeit oder zeitnah geschehen, können bei Unklarheiten direkt Rückfragen an die Probanden gestellt werden um Erinnerungsfehler zu vermeiden.
7. **Datenschutz:** Der Umgang mit den persönlichen Daten der Probanden muss geklärt werden. Bei der Rekrutierung von Teilnehmern sollte im Vorfeld schon erwähnt werden, dass Bilder beispielsweise nur auf dem dafür vorgesehenen Server gespeichert werden und nur für wissenschaftliche Zwecke der verantwortlichen Projektgruppe verwendet werden. Namen sollten explizit weder erhoben noch veröffentlicht werden und die Kontaktdaten sind mit Sorgfalt zu behandeln.

Die Vorteile einer Anwendung dieser Art sind zahlreich. Apps erfreuen sich immer größerer Beliebtheit und können die Motivation der Teilnehmer, besonders solcher aus jüngeren Bevölkerungsgruppen oder mit geringerem Bildungsniveau, steigern. Auch Jungen, die in manchen Fällen weniger motiviert sind als Mädchen, sowie potentiell wenig interessierte Jugendliche könnten dadurch angesprochen werden. Eine Anpassung der App an verschiedene Sprachen ist möglich. Sie erlaubt ein schnelles und einfaches Dokumentieren. Bei Verwendung eigener Geräte kann die Erhebung im Hinblick auf die Materialkosten äußerst kostengünstig sein. Besonders hervorzuheben ist auch die Möglichkeit persönlicher Erinnerungen, die besonders bei Zwischenmahlzeiten bzw. Snacks von Bedeutung sein können und eine genauere Erhebung des üblichen Verzehrs erlauben. Ein Anpassen der Anwendung speziell für die Erfassung bestimmter Lebensmittelgruppen (z. B. Getränke) oder von Supplementen ist problemlos möglich.

Wenn es nicht um die Erhebung der üblichen Ernährung geht, besteht die Möglichkeit eines direkten, automatischen oder persönlichen Feedbacks zur ernährungsphysiologischen Qualität der Mahlzeit zu Interventionszwecken. Besonders für Apps mit dem Ziel einer Adipositas-Prävention gibt es bereits einige Ansätze (PELLEGRINI ET AL. 2015). Eine zukünftige Einbettung von Programmen zur genauen automatischen Bildauswertung kann die Arbeit für die Auswerter verringern und so eine Methode schaffen, die unkompliziert und genau ist und dabei die Belastung sowohl der Probanden *als auch* der Auswerter minimiert. Besonders wenn die Foto-Methode bei größeren Probandenkollektiven Anwendung finden soll, ist die Entwicklung einer App und die weitere Beobachtung der Entwicklungen automatischer Auswertungsprogramme von Bedeutung.

7 Zusammenfassung

Eine genaue Ernährungserhebung bei allen deutschen Bevölkerungsgruppen ist von großer Bedeutung. Besonders vor dem Hintergrund einer steigenden Prävalenz von Adipositas, verbunden mit der generell zu beobachtenden Veränderung von Ernährungs- und Bewegungsverhalten und dem steigenden Angebot neuartiger Lebensmittel und Getränke, ist eine kontinuierliche Beobachtung wichtig. Ernährungserhebungen können vielseitige Daten liefern und Grundlage für verschiedene Informations- und Präventions- bzw. Interventionsangebote sein. Gleichzeitig stellt eine genaue Dokumentation der üblichen Ernährung aber verschiedene Herausforderungen an Studienpersonal sowie an die Probanden selber. Klassische Erhebungsinstrumente bieten den Vorteil, dass ihr Grad an Validität bekannt ist und sie bereits in groß angelegten Studien angewendet wurden und diese so vergleichbar machen. Nachteile sind eine meist hohe zeitliche und kognitive Anforderung an die Probanden und eine damit einhergehende hohe Belastung, wenn die resultierenden Ergebnisse möglichst genau sein sollen. Bei interviewgeleiteten Erhebungen, die häufig Anwendung finden, sind zudem Beeinflussungen des Antwortverhaltens möglich. Kinder, eine sehr vulnerable Bevölkerungsgruppe, sind oft nicht in der Lage ihren Verzehr selbstständig und genau, z. B. mit einem Wiegeprotokoll, zu dokumentieren. Außerdem gibt es besonders in dieser Altersgruppe Probleme mit der genauen Einschätzung von Portionsgrößen, mit der Erinnerungs- und Aufmerksamkeitsspanne und mit der Motivation.

Neuartige Erhebungsinstrumente bieten den Vorteil, dass Probanden *selbstständig* ihren Verzehr dokumentieren können, meist an Computern und mit 24hR oder Diet-History. Dies kann deren Beeinflussung sowie die Kosten für Erhebungen bei groß angelegten Studien verringern und wiederholte Messungen erlauben. Methoden, die auf Fotos von Lebensmitteln basieren, sollen eine genaue, valide und reliable Ernährungserhebung bei gleichzeitig geringer Probandenbelastung erlauben und deswegen für viele Bevölkerungsgruppen zugänglich sein. Auf Basis der Erkenntnisse voriger Studien wurde in der vorliegenden Arbeit die *Foto-Methode* entwickelt. Sie soll ebenso genau und valide wie ein Wiegeprotokoll, dabei aber wesentlich unkomplizierter sein und eine hohe Zufriedenheit und Motivation bei den Probanden hervorrufen. Schon Kinder sollen in der Lage sein, diese Methode selbstständig anzuwenden. Neu an der Methodik dieser Arbeit ist, dass die Auswertung der Fotos mithilfe von Referenzbildern erfolgte, die *nicht* passend zu speziellen Lebensmitteln waren. Zudem wurde ein Vergleich mit Wiege- sowie Schätzprotokoll durchgeführt und es wurde ein *langer* Dokumentationszeitraum von sieben Tagen erprobt. Hervorzuheben ist, dass eine Erhebung unter *uneingeschränkten* Alltagsbedingungen mit vorwiegend eigenen und nicht ein-

heitlichen Geräten stattfand und dass Kinder ab sieben Jahren und Jugendliche unter diesen Voraussetzungen ihre Ernährung explizit *selbstständig* dokumentieren sollten.

In der Pilotierung wurde ein Methodenvergleich mit erwachsenen Probanden durchgeführt um die Validität und Reliabilität sowie die relative Zufriedenheit mit der Methode zu bestimmen. Die Teilnehmer sollten für sieben Tage unter Alltagsbedingungen mit einem Schätz-, einem Wiege- und dem Foto-Protokoll alles dokumentieren, was sie aßen und tranken. Mit den Fotos der Probanden aus Pilotphase I wurde eine Referenzfoto-Datenbank erstellt. Mithilfe dieser schätzen drei unabhängige Auswerterinnen daraufhin die Lebensmittelmengen auf den Fotos aus Pilotphase II auf das Gramm genau ein und diese Schätzwerte wurden mit den gewogenen Werten verglichen. Die Ergebnisse zeigten eine hohe Validität und Reliabilität der Methode. Es wurden durchschnittlich sieben Fotos pro Tag gemacht. Die Bilder waren von guter Qualität und die Erkennungsrate war sehr hoch. Die durchschnittlichen Abweichungen bei Energie-Makro- und Mikronährstoffzufuhr waren gering. Die Foto-Methode unterschätzte die Zufuhr im Schnitt. Die Probanden waren zufrieden mit der Foto-Methode und zogen diese den anderen beiden Methoden vor. In den drei Hauptstudienphasen wendeten Kinder im Alter von durchschnittlich 9, 13 und 17 Jahren die Foto-Methode als ausschließliches Dokumentationsinstrument ebenfalls für sieben Tage an. Eine dreidimensionale farbige Schablone sollte ins Bild integriert und vergessene Fotos in Notizheften festgehalten werden. Kinder ab sieben Jahren waren selbstständig in der Lage, auswertbare Foto-Protokolle abzugeben. Bei einer Unterstichprobe konnte erneut eine hohe Validität und Reliabilität der Einschätzungen durch zwei unabhängige Auswerterinnen festgestellt werden. Durchschnittlich wurden acht Fotos pro Tag von den beiden jüngeren und sechs Fotos pro Tag von der älteren Probandengruppe gemacht. Die Bildqualität war gut. Die Energie- und Nährstoffzufuhr wich im Durchschnitt für einige Nährstoffe nach unten hin von den *D-A-CH-Referenzwerten* ab. Die Energiezufuhr wich in den meisten Fällen von der ähnlicher Altersgruppen in der *EsKiMo*-Studie ab. Geringer waren die Unterschiede zu den Ergebnissen einer britischen Studie. Underreporting war selten und die jüngeren Probanden waren zu 98 % zufrieden oder sehr zufrieden mit dem Instrument. Viele würden erneut an einer Erhebung mit der Foto-Methode teilnehmen. Die älteren Probanden waren weniger zufrieden.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Foto-Methode valide und reliabel ist. Sie bietet ein vielversprechendes Instrument für eine einfache und genaue Datenerhebung bei geringer Probandenbelastung und somit deutliche Vorteile gegenüber anderen klassischen und neuartigen Erhebungsinstrumenten. Nachteile bzw. Limitationen können durch die Weiterentwicklung der Methode oder ihre Integration in eine benutzerfreundliche App behoben werden. Die Motivation der Teilnehmer kann so weiter gestärkt werden und eine Erhebung bei großen Probandenkollektiven wird ermöglicht.

8 Kurzfassung / Abstract

Kurzfassung

Ziele: Die Entwicklung und Evaluation der Foto-Methode (FM), eines digitalfotogestützten, prospektiven Erhebungsinstrumentes, das eine valide und genaue Erfassung des Verzehrs ermöglicht. Die Probandenbelastung soll deutlich geringer sein als bei anderen Methoden, die Praktikabilität und Compliance dadurch erhöht. Kinder sollen sie ohne Hilfe der Eltern anwenden können.

Methoden: In der Pilotierung wurde ein 7 Tage-Methodenvergleich (Foto-, Schätz-, Wiegeprotokoll) mit Erwachsenen durchgeführt, um Validität, Reliabilität, Compliance und Zufriedenheit zu bewerten. Danach wurde die FM 7 Tage mit Kindern und Jugendlichen verschiedener Altersgruppen getestet. Zur besseren Mengenabschätzung wurde als Referenz ein farbiger 3-D-Würfel mitfotografiert. Die Verantwortung für die Durchführung lag bei den Kindern selbst. Es wurden unter anderem Praktikabilität, Compliance und Zufriedenheit bewertet. Die Einschätzung der Art und Menge der Lebensmittel erfolgte durch unabhängige Auswerter.

Ergebnisse: In der Pilotphase (n = 30, Ø 26 J.) wurde die FM als valide und reliabel zur Beurteilung der Nährstoffzufuhr bewertet. Die Probanden waren zufrieden, 50 % würde sich nochmal für die FM entscheiden. In den Hauptstudienphasen (1: n = 48, Ø 9 J.; 2: n = 59, Ø 13 J.; 3: n = 38, Ø 17 J.) zeigte sich, dass Kinder ab 7 J. selbstständig in der Lage waren, auswertbare Protokolle abzugeben. Compliance und Zufriedenheit waren bei den jüngeren Kindern sehr gut, bei den Jugendlichen weniger.

Fazit: Die FM bietet ein motivierendes, valides und unkompliziertes Instrument zur Erhebung genauer Daten auf Nährstoffebene. In Zukunft kann die Methode in eine App integriert werden, um sie weiter zu verbessern und die Motivation der Teilnehmer zu steigern.

Abstract

Objectives: Development and evaluation of the Photographic Method (PM), a digital image-based, prospective dietary assessment method that allows a valid and precise measurement of dietary intake. It shall provide a considerably lower participant burden than other methods and therefore a higher feasibility and compliance. Children are expected to use this method autonomously, i.e. without any parental help.

Methods: A pilot study with adults was undertaken to compare three prospective methods (7d photographic, estimated and weighed protocol) to evaluate validity, reliability, compliance and satisfaction. Subsequently the PM was exclusively tested with children and adolescent of three age-groups. To improve the estimation of portion sizes, a 3D-cube should be integrated in every picture. The children themselves were responsible for the documentation. Among others feasibility, compliance and satisfaction were evaluated. Estimation of type and amount of food was performed by independent evaluators.

Results: In the pilot study (n = 30, 26 y.) the PM could be rated as valid for the estimation of dietary intake on nutrient level. Participants preferred the new method and 50 % would use it again. In the main study (1: n = 48, Ø 9 y.; 2: n = 59, Ø 13 y.; 3: n = 38, Ø 17 y.) it was shown that children from the age of 7 were autonomously capable of using the PM. Compliance and satisfaction were very good for the younger children, inferior to the adolescents.

Conclusion: The PM provides a motivating, valid and easy instrument for the assessment of precise data on nutrient level. In the future the method can be integrated in a Smartphone-App to improve it and to increase the motivation of the participants.

9 Literaturverzeichnis

ADAMSON AJ, BARANOWSKI T (2014): Developing technological solutions for dietary assessment in children and young people, *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 1–4.

ADOLF T, SCHNEIDER R, EBERHARDT W ET AL. (1995): Ergebnisse der nationalen Verzehrsstudie (1985–1988) über die Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. Vera-Schriftenreihe, Band XI, Wiss. Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen.

AFLAGUE TF, BOUSHEY CJ, LEON GUERRERO RT ET AL. (2015): Feasibility and Use of the Mobile Food Record for Capturing Eating Occasions among Children Ages 3–10 Years in Guam, *Nutrients* 7 (6), S. 4403–4415.

AID INFODIENST ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ E. V. (2014): App: Was ich esse. aid-Ernährungspyramide als App, https://www.aid.de/ernaehrung/ernaehrungspyramide_pyramiden_app.php, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

ANTHIMOPOULOS M, DEHAIS J, SHEVCHIK S ET AL. (2015): Computer vision-based carbohydrate estimation for type 1 patients with diabetes using smartphones, *J Diabetes Sci Technol* 9 (3), S. 507–515.

ANTHIMOPOULOS M, GIANOLA L, SCARNATO L ET AL. (2014): A food recognition system for diabetic patients based on an optimized bag-of-features model, *IEEE J Biomed Health Inform* 18 (4), S. 1261–1271.

ARAB L, TSENG C, ANG A, JARDACK P (2011): Validity of a multipass, web-based, 24-hour self-administered recall for assessment of total energy intake in blacks and whites, *Am J Epidemiol* 174 (11), S. 1256–1265.

ARAB L, WESSELING-PERRY K, JARDACK P ET AL. (2010): Eight self-administered 24-hour dietary recalls using the Internet are feasible in African Americans and Whites: the energetics study, *J Am Diet Assoc* 110 (6), S. 857–864.

BANDINI LG, CYR H, MUST A, DIETZ WH (1997): Validity of reported energy intake in preadolescent girls, *Am J Clin Nutr* 65 (Suppl), S. 1138S–1141S.

BARANOWSKI T (2013): 24-Hour Recall and Diet Record Methods, in: WILLETT W (2013): *Nutritional epidemiology*, 3. ed, Oxford University Press, New York, S. 49–69.

BARANOWSKI T, ISLAM NG, BARANOWSKI J ET AL. (2002): The food intake recording software system is valid among fourth-grade children, *J Am Diet Assoc* 102 (3), S. 380–385.

BARANOWSKI T, ISLAM N, DOUGLASS D ET AL. (2014): Food Intake Recording Software System, version 4 (FIRSt4): a self-completed 24-h dietary recall for children, *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 66–71.

BARLOW JP (1996): A Declaration of the Independence of Cyberspace, <https://projects.eff.org/~barlow/Declaration-Final.html>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

BARTSCH S (2010): Jugendesskultur. Jugendliches Essverhalten im häuslichen und außerhäuslichen Umfeld, *Ernährungs Umschau* 2010 (8), S. 432–438.

- BASIOTIS PP, WELSH SO, CRONIN F ET AL. (1987): Number of Days of Food Intake Records Required to Estimate Individual and Group Nutrient Intakes with Defined Confidence, *J Nutr* (117), S. 1638–1641.
- BEASLEY J (2007): The pros and cons of using PDAs for dietary self-monitoring, *J Am Diet Assoc* 107 (5), S. 739; author reply S. 739–740.
- BEASLEY J, RILEY WT, JEAN-MARY J (2005): Accuracy of a PDA-based dietary assessment program, *Nutrition* 21 (6), S. 672–677.
- BERG C, JONSSON I, CONNER MT, LISSNER L (1998): Sources of bias in a dietary survey of children, *Eur J Clin Nutr* 52 (9), S. 663–667.
- BERGMANN KE, MENSINK GBM (1999): Körpermaße und Übergewicht, *Gesundheitswesen* 61 (Sonderheft 2), S. S115–S120.
- BfR (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG) (2015): Health Claims, http://www.bfr.bund.de/de/health_claims-9196.html, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- BfR (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG) (2015a): Gesundheitliche Risikobewertung von angereicherten Lebensmitteln, http://www.bfr.bund.de/de/gesundheitliche_risikobewertung_von_angereicherten_lebensmitteln-54492.html, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- BILTOFT-JENSEN A, TROLLE E, CHRISTENSEN T ET AL. (2014): WebDASC: a web-based dietary assessment software for 8-11-year-old Danish children, *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 43–53.
- BINGHAM S (1997): Validation of dietary assessment methods in the UK arm of EPIC using weighed records, and 24-hour urinary nitrogen and potassium and serum vitamin C and carotenoids as biomarkers, *Int J Epidemiol* 26 (Suppl 1), S. S137–S151.
- BIRD G, ELWOOD PC (1983): The dietary intakes of subjects estimated from photographs compared with a weighed record, *Hum Nutr Appl Nutr* 37 (6), S. 470–473.
- BIRÓ G, HULSHOF KF, OVESEN L, AMORIM CRUZ JA (2002): Selection of methodology to assess food intake, *Eur J Clin Nutr* 56 (Suppl 2), S. S25–S32.
- BITKOM (2015): 44 Millionen Deutsche nutzen ein Smartphone, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/44-Millionen-Deutsche-nutzen-ein-Smartphone.html>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- BITKOM (2014): Smartphones stärker verbreitet als normale Handys, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Smartphones-staerker-verbreitet-als-normale-Handys.html>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- BLACH B (2008): Frontalunterricht - nein, Danke? Zum Verhältnis dozenten- versus teilnehmerzentrierter Didaktik, Books on Demand, Norderstedt.
- 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* 24 (9), S. 1119–1130.
- BLACK AE (2000a): The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI:BMR for identifying diet reports of poor validity, *Eur J Clin Nutr* 54 (5), S. 395–404.
- BLAND JM, ALTMAN DG (1999): Measuring agreement in method comparison studies, *Stat Methods Med Res* 8 (2), S. 135–160.

- BLAND JM, ALTMAN DG (1986): Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement, *Lancet* 1 (8476), S. 307–310.
- BLOCK G, HARTMAN AM, DRESSER CM ET AL. (1986): A data-based approach to diet questionnaire design and testing, *Am J Epidemiol* 124 (3), S. 453–469.
- BMEL (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT) (2015): Bundeslebensmittelschlüssel, <http://www.bls.nvs2.de/index.php?id=92>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- BMFSFJ (BUNDESMINISTERIUM FÜR FAMILIE, SENIOREN, FRAUEN UND JUGEND) (HG.) (2013): Medienkompetenzförderung für Kinder und Jugendliche, Publikationsversand der Bundesregierung, Rostock.
- BMJV (BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ) (1990): Sozialgesetzbuch, Aachtes Buch, Kinder- und Jugendhilfe, § 7 Begriffsbestimmungen, http://www.gesetze-im-internet.de/sgb_8/__7.html, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- BOECKNER LS, PULLEN CH, WALKER SN ET AL. (2002): Use and Reliability of the World Wide Web Version of the Block Health Habits and History Questionnaire with Older Rural Women, *J Nutr Educ Behav* 34, S. S20–S24.
- BOHLSCHIED-THOMAS S (2000): Überprüfung der Reliabilität und Validität eines Fragebogens zu Ernährungsgewohnheiten für dessen Einsatz im deutschen Teil des EPIC-Projekts, Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen.
- BOUSHEY CJ, DELP EJ, EBERT DS ET AL. (2011): Technology Assisted Dietary Assessment, <http://www.tadaproject.org/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- BOUSHEY CJ, HARRAY AJ, KERR DA ET AL. (2015): How willing are adolescents to record their dietary intake? The mobile food record, *JMIR mHealth and uHealth* 3 (2), S. e47.
- BOUSHEY CJ, KERR DA, WRIGHT J ET AL. (2009): Use of technology in children's dietary assessment, *Eur J Clin Nutr* 63 (Suppl 1), S. S50–S57.
- BRANDT S, KERSTING M, WABITSCH M (2013): Erhebung der Energieaufnahme bei Kindern und Jugendlichen, *Monatsschr Kinderheilkd* 161 (9), S. 823–832.
- BRATTEBY LE, SANDHAGEN B, FAN H ET AL. (1998): Total energy expenditure and physical activity as assessed by the doubly labeled water method in Swedish adolescents in whom energy intake was underestimated by 7-d diet records, *Am J Clin Nutr* 67 (5), S. 905–911.
- BROSIUS F (2013): SPSS 21, mitp Verlag, Heidelberg.
- BROWN AD, DOUGLASS DD, JAHNKE SA ET AL. (2013): "My Fries were the Size of an iPhone®": How Portion Size is Reported in the Fuel 2 Fight Study, *Procedia Food Sci* 2, S. 129–133.
- BÜRK A, SIEGENTHALER S, MAHLSTEIN A, BEER-BORST S (2013): Smartphone basiertes Essprotokoll mit Fotofunktion: Mengenschätzung via App oder durch Ernährungsberater/-innen anhand von Fotos, in: DGE (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E. V.) (HG.): Proceedings of the German Nutrition Society. Abstractband zum 50. wissenschaftlichen Kongress, Vol. 18, Bonn, S. 109.

BURROWS TL, MARTIN RJ, COLLINS CE (2010): A systematic review of the validity of dietary assessment methods in children when compared with the method of doubly labeled water, *J Am Diet Assoc* 110 (10), S. 1501–1510.

BUYKEN AE, ALEXU U, KERSTING M ET AL. (2012): Die DONALD Kohorte. Ein aktueller Überblick zu 25 Jahren Forschung im Rahmen der Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study, *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 55 (6-7), S. 875–884.

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 and uHealth* 3 (1), S. e30.

CHAE J, WOO I, KIM S ET AL. (2011): Volume Estimation Using Food Specific Shape Templates in Mobile Image-Based Dietary Assessment, *Proc SPIE*.

COLLINS CE, WATSON J, BURROWS T (2010): Measuring dietary intake in children and adolescents in the context of overweight and obesity, *Int J Obes* 34 (7), S. 1103–1115.

COMRIE F, MASSON LF, McNEILL G (2009): A novel online Food Recall Checklist for use in an undergraduate student population: a comparison with diet diaries, *Nutr J* 8 (13).

COMSCORE (2014): Anteil der Smartphone-Nutzer an allen Mobiltelefonbesitzern in Deutschland von Januar 2010 bis August 2013, <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/237079/umfrage/anteil-der-smartphone-nutzer-an-allen-mobilfunknutzern-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 11.12.2015.

COMSCORE (2015): Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2015 (in Millionen), <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonenuutzer-in-deutschland-seit-2010/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

CONVERSIO VENTURE UG (2015): Verschiedene Typen von Self-Trackern, <http://www.quantified-self.de/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

CULLEN KW, BARANOWSKI T, BARANOWSKI J (1998): Computer Software Design for Children's Recording of Food Intake, *Journal of Nutrition Educ* 30 (6), S. 405–409.

DAUGHERTY BL, SCHAP TE, 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 (2), S. e58.

DELVE J, SIMPSON E, ADAMSON AJ ET AL. (2015): Comparison of INTAKE24 (an online 24hr dietary recall tool) with an interviewer-led 24hr recall method in 11–16 year olds, *Proc Nutr Soc* 74 (OCE1), S. E62.

DGE (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG), ÖGE (ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG), SGE (SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG, SCHWEIZERISCHE VEREINIGUNG FÜR ERNÄHRUNG) (HG.) (2015): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Aufl., Neuer Umschau Buchverlag, Neustadt an der Weinstraße.

DGE (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG), ÖGE (ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG), SGE (SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG, SCHWEIZERISCHE VEREINIGUNG FÜR ERNÄHRUNG) (HG.) (2000): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, Umschau Buchverlag, Frankfurt am Main.

DIBIANO R, GUNTURK BK, MARTIN CK ET AL. (2013): Food image analysis for measuring food intake in free living conditions, *SPIE Proceedings 8669*.

DIENER S (2015): Kalorien!,
<http://www.digitalcure.org/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

DIRECTIVES LLC (2015): 80Bites,
<http://80bites.themethodpilates.com/the-plan>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

DR. KADE PHARMAZEUTISCHE FABRIK GMBH (2015): Sanostol. Von klein auf gut versorgt,
<http://www.sanostol.de/multi-vitamine-fuer-kleine-und-grosse/>, zuletzt geprüft am 15.12.2015.

DURAND U (1997): Das Informationsverarbeitungskonzept und der konstruktivistische Einwand. Komplexe Informationsverarbeitung und irrealer Konstruktivismus. Wie passt das zusammen? Ein lernpsychologisches Puzzlespiel, *Neue Perspektiven 2 (1)*, S. 45–52; zitiert nach: BLACH B (2008): Frontalunterricht - nein, Danke? Zum Verhältnis dozenten-versus teilnehmerzentrierter Didaktik, Books on Demand, Norderstedt.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY) (2014): Guidance on the EU Menu methodology,
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3944.pdf>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

ELMADFA I, LEITZMANN C (2015): Ernährung des Menschen, 5. Aufl., UTB, Stuttgart.

ELWOOD PC, BIRD G (1983): A photographic method of diet evaluation, *Hum Nutr Appl Nutr 37 (6)*, S. 474–477.

ENGLE A, LYNN LL, KOURY K, BOYAR AP (1990): Reproducibility and comparability of a computerized, self-administered food frequency questionnaire, *Nutr Cancer 13 (4)*, S. 281–292.

FALLAIZE R, FORSTER H, MACREARY AL ET AL. (2014): Online dietary intake estimation: reproducibility and validity of the Food4Me food frequency questionnaire against a 4-day weighed food record, *J Med Internet Res 16 (8)*, S. e190.

FAO (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) (2004): Human energy requirements. Report of a Joint FAO-WHO-UNU Expert Consultation: Rome, 17–24 October 2001, United Nations University, Rome.

FitNow (2015): Lose It!,
<https://www.loseit.com/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

FKE (FORSCHUNGSINSTITUT FÜR KINDERERNÄHRUNG DORTMUND) (HG.) (2003): Ernährungsphysiologische Auswertung einer repräsentativen Verzehrsstudie bei Säuglingen und Kleinkindern VELS mit dem Instrumentarium der DONALD Studie, Dortmund.

FOOD4ME (HRSG.) (2011): Integrierte Analyse der Chancen und Herausforderungen einer personalisierten Ernährungsweise,
<http://www.food4me.org/de/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

FORSTER H, FALLAIZE R, GALLAGHER C ET AL. (2014): Online dietary intake estimation: the Food4Me food frequency questionnaire, *J Med Internet Res 16 (6)*, S. e150.

FOSTER E, ADAMSON AJ, ANDERSON AS ET AL. (2009): Estimation of portion size in children's dietary assessment: lessons learnt, *Eur J Clin Nutr 63*, S. S45–S49.

- FOSTER E, HAWKINS A, SIMPSON E, ADAMSON AJ (2014): Developing an interactive portion size assessment system (IPSAS) for use with children, *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 18–25.
- FOSTER E, HAWKINS A, DELVE J, ADAMSON AJ (2014a): Reducing the cost of dietary assessment: self-completed recall and analysis of nutrition for use with children (SCRAN24), *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 26–35.
- FOSTER E, MATTHEWS JNS, LLOYD J ET AL. (2008): Children's estimates of food portion size: the development and evaluation of three portion size assessment tools for use with children, *Br J Nutr* 99 (01), S. 175–184.
- FOSTER E, MATTHEWS JNS, NELSON M ET AL. (2006): Accuracy of estimates of food portion size using food photographs – the importance of using age-appropriate tools, *Public Health Nutr* 9 (4), S. 509–514.
- FROBISHER C, MAXWELL SM (2003): The estimation of food portion sizes: a comparison between using descriptions of portion sizes and a photographic food atlas by children and adults, *J Hum Nutr Diet* 16 (3), S. 181–188.
- GALANTE AP, COLLI C (2008): Development and use of an on-line semi-quantitative food-frequency questionnaire to evaluate calcium and iron intake, *Revista Brasileira de Epidemiologia* 11 (3), S. 402–410.
- GAUTHIER AP, JAUNZARINS BT, MACDOUGALL S ET AL. (2013): Evaluating the reliability of assessing home-packed food items using digital photographs and dietary log sheets, *J Nutr Educ Behav* 45 (6), S. 708–712.
- GEIGER IK (2007): Ess-Kulturen. Ernährung im multikulturellen Kontext verstehen – Teil 1, *Ernährungs Umschau* 54 (1), S. 23–26.
- GEIGER IK (2007a): Ess-Kulturen. Ernährung im multikulturellen Kontext verstehen – Teil 2, *Ernährungs Umschau* 54 (2), S. 73–75.
- GEMMING L, UTTER J, NI MHURCHU C (2015): Image-assisted dietary assessment: a systematic review of the evidence, *J Acad Nutr Diet* 115 (1), S. 64–77.
- GIBNEY MJ, WALSH MC (2013): The future direction of personalised nutrition: my diet, my phenotype, my genes, *Proc Nutr Soc* 72 (2), S. 219–225.
- GIBSON RS (2005): Principles of nutritional assessment, 2nd edition, Oxford University Press, New York.
- GOLDBERG GR, BLACK AE, JEBB SA ET AL. (1991): Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording, *Eur J Clin Nutr* 45 (12), S. 569–581.
- GOOGLE INC. (2015): Apps Kalorien, <https://play.google.com/store/search?q=kalorien&c=apps>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- GROUVEN U, BENDER R, ZIEGLER A, LANGE S (2007): Vergleich von Messmethoden, *Deutsche medizinische Wochenschrift* 132 (Suppl 1), S. e69-73.
- GUTHRIE HA (1984): Selection and quantification of typical food portions by young adults, *J Am Diet Assoc* 84 (12), S. 1440–1444.

- HARRAY AJ, BOUSHEY CJ, POLLARD CM ET AL. (2015): A Novel Dietary Assessment Method to Measure a Healthy and Sustainable Diet Using the Mobile Food Record: Protocol and Methodology, *Nutrients* 7 (7), S. 5375–5395.
- HEATH AL, SKEAFF CM, GIBSON RS (2000): The relative validity of a computerized food frequency questionnaire for estimating intake of dietary iron and its absorption modifiers, *Eur J Clin Nutr* 54 (7), S. 592–599.
- HERPERTZ S, DEZWAAN M, ZIPFEL S (2008): Handbuch Essstörungen und Adipositas, Springer, Heidelberg.
- HESEKER H (2012): Ernährungssituation in Deutschland, in: DGE (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E. V.) (HG.): 12. Ernährungsbericht 2012, DGE, Bonn, S. 19–136.
- HESEKER H (2008): Ernährungssituation in Deutschland, in: DGE (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E. V.) (HG.): Ernährungsbericht 2008, DGE, Bonn, S. 19–119.
- HIGGINS JA, LASALLE AL, ZHAOXING P ET AL. (2009): Validation of photographic food records in children: are pictures really worth a thousand words?, *Eur J Clin Nutr* 63 (8), S. 1025–1033.
- HILL RJ, DAVIES PS (2001): The validity of self-reported energy intake as determined using the doubly labelled water technique, *Br J Nutr* 85 (04), S. 415–430.
- HILLIER FC, BATTERHAM AM, CROOKS S ET AL. (2012): The development and evaluation of a novel Internet-based computer program to assess previous-day dietary and physical activity behaviours in adults: the Synchronised Nutrition and Activity Program for Adults (SNAPA™), *Br J Nutr* 107 (8), S. 1221–1231.
- HÖLLING H, SCHLACK R (2009): Die Verbreitung von Essstörungen bei Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse aus dem Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS), in: KERSTING M (HG.): Kinderernährung aktuell. Schwerpunkte für Gesundheitsförderung und Prävention, Umschau Zeitschriftenverlag, Sulzbach (Taunus), S. 152–158.
- HRADIL S (2012): Soziale Lagen und Randgruppen, <http://www.bpb.de/politik/grundfragen/deutsche-verhaeltnisse-eine-sozialkunde/138440/soziale-lagen-und-randgruppen>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- 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 (4), S. 1187–1203.
- JÄCKEL M (2011): "Good news!?" Szenarien zur Nutzung von Apps im Ernährungsbereich, *Ernährungs Umschau* 58 (10), S. 548–555.
- JOHNSON RK (2002): Dietary Intake - How Do We Measure What People Are Really Eating?, *Pervasive Mob Comput* 10 (Suppl. 1), S. 63–68.
- KAMTSIURIS P, LANGE M, HOFFMANN R et al. (2013): Die erste Welle der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1): Stichprobendesign, Response, Gewichtung und Repräsentativität, *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 56 (5-6), S. 620–630.
- KASKADEROS FREIZEITSPORT (2015): Schlüsselanhänger Rubiks Cube 3x3 - Rubiks Zauberwürfel 3x3, <http://www.kaskaderos.com/Schluesseelanhaenger-Rubiks-Cube-3x3-Rubiks-Zauberwuerfel-3x3>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

- KERR DA, POLLARD CM, HOWAT P ET AL. (2012): Connecting Health and Technology (CHAT): protocol of a randomized controlled trial to improve nutrition behaviours using mobile devices and tailored text messaging in young adults, *BMC Public Health* 12 (1), S. 477–486.
- KERSTING M (2012): Ernährungsanamnese, in: REINEHR T, KERSTING M, VAN TEEFFELEN-HEITHOFF A, WIDHALM K (Hg.): Pädiatrische Ernährungsmedizin. Grundlagen und praktische Anwendung, Schattauer, Stuttgart, S. 63–69.
- KERSTING M (2012a): Von Nährstoffen zu lebensmittelbezogenen Empgfehlungen, in: REINEHR T, KERSTING M, VAN TEEFFELEN-HEITHOFF A, WIDHALM K (Hg.): Pädiatrische Ernährungsmedizin. Grundlagen und praktische Anwendung, Schattauer, Stuttgart, S. 25–30.
- KIRKPATRICK SI, SUBAR AF, DOUGLASS D ET AL. (2014): Performance of the Automated Self-Administered 24-hour Recall relative to a measure of true intakes and to an interviewer-administered 24-h recall, *Am J Clin Nutr* 100 (1), S. 233–240.
- KONG F, TAN J (2012): DietCam: Automatic dietary assessment with mobile camera phones, *Pervasive Mob Comput* 8 (1), S. 147–163.
- KOS J, BÄTTIG K (1996): Comparison of an Electronic Food Diary with a Nonquantitative Food Frequency Questionnaire in Male and Female Smokers and Nonsmokers, *J Am Diet Assoc* 96 (3), S. 283–285.
- KREIENBROCK L, PIGEOT I, AHRENS W (2012): Epidemiologische Methoden, 5. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- KROMEYER-HAUSCHILD K, MOSS A, WABITSCH M (2015): Referenzwerte für den Body-Mass-Index für Kinder, Jugendliche und Erwachsene in Deutschland. Anpassung der AGA-BMI-Referenz im Altersbereich von 15 bis 18 Jahren, *Adipositas - Ursachen, Folgeerkrankungen, Therapie* 9 (3), S. 123–127.
- KROMEYER-HAUSCHILD K, WABITSCH M, KUNZE D ET AL. (2001): Perzentile für den Body-Mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben, *Monatsschr Kinderheilkd* 149 (8), S. 807–818.
- KRÜGER J, SCHEBEK L, ELLROTT T (2014): Die Beschleunigung der Ernährung und die Folgen für Umwelt und Gesundheit, *Ernährungs Umschau* 61 (1), M36–M42.
- KURTH B, SCHAFFRATH ROSARIO A (2010): Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland, *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 53 (7), S. 643–652.
- LABORATORY FOR COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE (2011): eButton, University of Pittsburgh, <http://www.lcn.pitt.edu/ebutton/index.html>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- LAMBERT J, AGOSTONI C, ELMADFA I ET AL. (2004): Dietary intake and nutritional status of children and adolescents in Europe, *Br J Nutr* 92 (S2), S. 147–211.
- LANEROLLE P, THORADENIYA T, DE SILVA A (2013): Food models for portion size estimation of Asian foods, *J Hum Nutr Diet* 26 (4), S. 380–386.
- LASSEN AD, POULSEN S, ERNST L ET AL. (2010): Evaluation of a digital method to assess evening meal intake in a free-living adult population, *Food Nutr Res* 54

- LEE CD, CHAE J, SCHAP TE 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 (2), S. 428–434.
- LEISTERT O (2011): Generation Facebook. Über das Leben im Social Net, transcript Verlag, Bielefeld.
- LIU B, YOUNG H, CROWE FL ET AL. (2011): Development and evaluation of the Oxford WebQ, a low-cost, web-based method for assessment of previous 24 h dietary intakes in large-scale prospective studies, *Public Health Nutr* 14 (11), S. 1998–2005.
- LIVINGSTONE MBE, BLACK AE (2003): Markers of the validity of reported energy intake, *J Nutr* 133 (Suppl 3), S. 895S–920S.
- LIVINGSTONE MBE, PRENTICE AM, COWARD WA ET AL. (1992): Validation of estimates of energy intake by weighed dietary record and diet history in children and adolescents, *Am J Clin Nutr* 56 (1), S. 29–35.
- LIVINGSTONE MBE, ROBSON PJ (2000): Measurement of dietary intake in children, *Proc Nutr Soc* 59 (02), S. 279–293.
- LIVINGSTONE MBE, ROBSON PJ, WALLACE JMW (2004): Issues in dietary intake assessment of children and adolescents, *Br J Nutr* 92 (Suppl 2), S. S213–S222.
- LONG JD, LITTLEFIELD LA, ESTEP G ET AL. (2010): Evidence review of technology and dietary assessment, *Worldviews Evid Based Nurs* 7 (4), S. 191–204.
- LU AS, BARANOWSKI J, ISLAM N, BARANOWSKI T (2014): How to engage children in self-administered dietary assessment programmes, *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 5–9.
- MAID-KOHNERT U (2013): Self Tracking. Die Lust an der Selbst-Quantifizierung, *Ernährungs Umschau* (3), S. M149–M156.
- MARIAPPAN A, BOSCH M, ZHU F ET AL. (2009): Personal dietary assessment using mobile devices, *Proc SPIE* 2009.
- MARTIN CK, CORREA JB, HAN H ET AL. (2012): Validity of the Remote Food Photography Method (RFPM) for estimating energy and nutrient intake in near real-time, *Obesity* 20 (4), S. 891–899.
- MARTIN CK, HAN H, COULON SM ET AL. (2009): A novel method to remotely measure food intake of free-living individuals in real time: the remote food photography method, *Br J Nutr* 101 (03), S. 446–456.
- MARTIN CK, KAYA S, GUNTURK BK (2009a): Quantification of food intake using food image analysis, *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009, S. 6869–6872.
- MARTIN CK, NEWTON RL, ANTON SD ET AL. (2007): Measurement of children's food intake with digital photography and the effects of second servings upon food intake, *Eat Behav* 8 (2), S. 148–156.
- MARTIN CK, NICKLAS T, GUNTURK B ET AL. (2014): Measuring food intake with digital photography, *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 72–81.
- MATTHIESSEN TB, STEINBERG FM, KAISER LL (2011): Convergent validity of a digital image-based food record to assess food group intake in youth, *J Am Diet Assoc* 111 (5), S. 756–761.

- MATTHYS C, PYNAERT I, DE KEYZER W, DE HENAUW S (2007): Validity and reproducibility of an adolescent web-based food frequency questionnaire, *J Am Diet Assoc* 107 (4), S. 605–610.
- MATTHYS C, PYNAERT I, ROE M ET AL. (2004): Validity and reproducibility of a computerised tool for assessing the iron, calcium and vitamin C intake of Belgian women, *Eur J Clin Nutr* 58 (9), S. 1297–1305.
- MCPHERSON R, HOELSCHER DM, ALEXANDER M ET AL. (2000): Dietary Assessment Methods among School-Aged Children: Validity and Reliability, *Prev Med* 31 (2), S. S11–S33.
- MENSINK GBM, BURGER M (2004): Was isst du? Ein Verzehrshäufigkeitsfragebogen für Kinder und Jugendliche, *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 47 (3), S. 219–226.
- MENSINK GBM, HAFTENBERGER M, THAMM M (2001): Validity of DISHES 98, a computerised dietary history interview: energy and macronutrient intake, *Eur J Clin Nutr* 55 (6), S. 409–417.
- MENSINK GBM, HESEKER H, RICHTER A ET AL. (2007): Forschungsbericht. Ernährungsstudie als KiGGS-Modul (EsKiMo), Berlin/Paderborn.
- MENSINK, GBM, SCHIENKIEWITZ A, HAFTENBERGER M ET AL. (2013): Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1), *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 56 (5/6), S. 786–794.
- MENSINK GBM, SCHIENKIEWITZ A, SCHEIDT-NAVE C (2012): Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Werden wir immer dicker?, http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Studien/Degs/degs_w1/Symposium/degs_uebergewicht_adipositas.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 10.11.2015.
- MENSINK GB, THAMM M, HAAS K (1999): Die Ernährung in Deutschland 1998, *Gesundheitswesen* 61 (Sonderheft 2), S. S200–S206.
- MOORE HJ, ELLS LJ, MCLURE SA ET AL. (2008): The development and evaluation of a novel computer program to assess previous-day dietary and physical activity behaviours in school children: the Synchronised Nutrition and Activity Program (SNAP), *Br J Nutr* 99 (6), S. 1266–1274.
- MOORE HJ, HILLIER FC, BATTERHAM AM ET AL. (2014): Technology-based dietary assessment: development of the Synchronised Nutrition and Activity Program (SNAP), *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 36–42.
- MPFS (MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST) (HG.) (2015): KIM-Studie, 2014 Kinder + Medien, Computer + Internet. Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger in Deutschland, Stuttgart.
- MPFS (MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST) (HG.) (2015a): miniKIM 2014, Kleinkinder und Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 2- bis 5-Jähriger in Deutschland, Stuttgart.
- MPFS (MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST) (HG.) (2014): JIM 2014 Jugend, Information, (Multi-)Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland, Stuttgart.

MPFS (MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST) (HG.) (2013): JIM 2013 Jugend, Information, (Multi-) Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland, Stuttgart.

MPFS (MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST) (HG.) (2012): JIM 2012 Jugend, Information, (Multi-) Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland, Stuttgart.

MRI (MAX RUBNER INSTITUT) (HG.) (2015): Nationales Ernährungsmonitoring (NEMONIT), http://www.mri.bund.de/no_cache/de/institute/ernaehrungsverhalten/forschungsprojekte/nationales-ernaehrungsmonitoring.html, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

MRI (Max Rubner Institut) (HG.) (2008): Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 1, Karlsruhe.

MRI (MAX RUBNER INSTITUT) (HG.) (2008a): Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2, Karlsruhe.

MÜLLER MJ (2007): Ernährungsmedizinische Praxis. Methoden, Prävention, Behandlung, 2. Aufl., Springer, Heidelberg.

NCI (NATIONAL CANCER INSTITUTE) (2015): Adapting ASA24 for Use with Children, <http://epi.grants.cancer.gov/asa24/respondent/childrens.html>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

NELSON M, ATKINSON M, DARBYSHIRE S (1996): Food photography II: use of food photographs for estimating portion size and the nutrient content of meals, *Br J Nutr* 76 (1), S. 31–49.

NELSON M, ATKINSON M, DARBYSHIRE S (1994): Food photography. I: The perception of food portion size from photographs, *Br J Nutr* 72 (5), S. 649–663.

NELSON M, BERESFORD SA, KEARNEY JM (2004): Nutritional Epidemiology, in: GIBNEY MJ, MARGETTS BM, KEARNEY JM, ARAB L (HG.): Public Health Nutrition, Blackwell Science, Oxford/Ames/Carlton, S. 26–65.

NELSON M, BLACK AE, MORRIS JA, COLE TJ (1989): Between- and within-subject variation in nutrient intake from infancy to old age: estimating the number of days required to rank dietary intakes with desired precision, *Am J Clin Nutr* 50 (1), S. 155–167.

NELSON M, MARGETTS BM, BLACK AE (1993): Checklist for the methods section of dietary investigations, *Metabolism* 42 (2), S. 258–259.

NGO J, ENGELEN A, MOLAG M ET AL. (2009): A review of the use of information and communication technologies for dietary assessment, *Br J Nutr* 101 (S2), S. S102–S112.

NICKLAS TA, O'NEIL CE, STUFF J ET AL. (2012): Validity and feasibility of a digital diet estimation method for use with preschool children: a pilot study, *J Nutr Educ Behav* 44 (6), S. 618–623.

OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT) (2015): Health at a Glance 2015: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris.

OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT) (2014): Health at a Glance: Europe 2014, OECD Publishing, Paris.

OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT) (2013): Health at a glance 2013: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris.

- o. V. (2014): Smart Diet Tracker - Lose Weight Without Food Calorie Counter, <https://itunes.apple.com/de/app/smart-diet-tracker-lose-weight/id578099481?mt=8>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- o. V. (2013): What I ate, <https://itunes.apple.com/us/app/what-i-ate/id617719919?ls=1&mt=8>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- OVERBY NC, JOHANNESSEN E, JENSEN G ET AL. (2014): Test-retest reliability and validity of a web-based food-frequency questionnaire for adolescents aged 13-14 to be used in the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa), *Food Nutr Res* 58.
- OVIVA AG (2015), <http://oviva.com/de/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- PALFREY JG, GASSER U (2008): Generation Internet. Die Digital Natives: Wie sie leben - Was sie denken - Wie sie arbeiten, Carl Hanser Verlag, München.
- PATRICK K, GRISWOLD WG, RAAB F, INTILLE SS (2008): Health and the mobile phone, *Am J Prev Med* 35 (2), S. 177–181.
- PELLEGRINI CA, PFAMMATTER AF, CONROY DE, SPRING B (2015): Smartphone applications to support weight loss: current perspectives, *Adv Health Care Technol* 1, S. 13–22.
- PENN L, BOEING H, BOUSHEY CJ ET AL. (2010): Assessment of dietary intake: NuGO symposium report, *Genes Nutr* 5 (3), S. 205–213.
- PEW RESEARCH CENTER (2014): Emerging Nations Embrace Internet, Mobile Technology. Cell Phones Nearly Ubiquitous in Many Countries, <http://www.pewglobal.org/2014/02/13/emerging-nations-embrace-internet-mobile-technology/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- PHILLIPP K (2009): Ernährungserhebungsmethoden, in: WIDHALM K (Hg.): Ernährungsmedizin, 3. Aufl., Dt. Ärzte-Verlag, Köln, S. 288–303.
- PORTA MS (2008): A dictionary of epidemiology, 5th ed., Oxford University Press, Oxford/New York.
- POUYET V, CUVELIER G, BENATTAR L, GIBOREAU A (2015): A photographic method to measure food item intake. Validation in geriatric institutions, *Appetite* 84, S. 11–19.
- PURI M, ZHU Z, YU Q ET AL. (2009): Recognition and volume estimation of food intake using a mobile device, in: IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS) (Hg.): Workshop on Applications of Computer Vision (WACV), 2009, IEEE, Piscataway, S. 1–8.
- QUANTIFIED SELF LABS (2015): Quantified Self. Self knowledge through numbers, <http://quantifiedself.com/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- REBRO SM, PATTERSON RE, KRISTAL AR, CHENEY CL (1998): The effect of keeping food records on eating patterns, *J Am Diet Assoc* 98 (10), S. 1163–1165.
- REINHARD J, SANIDES S, ECKERT Y, KLAMMER P (2013): Ist das noch gesund? Zucker, das süße Gift, http://www.focus.de/gesundheit/ernaehrung/gesundessen/tid-30608/forschung-und-technik-medizin-ist-das-noch-gesund-kalorien_aid_960949.html, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

RIBOLI E, HUNT KJ, SLIMANI N ET AL. (2002): European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC): study populations and data collection, *Public Health Nutr* 5 (6B), S. 1113–1124.

RKI (ROBERT KOCH INSTITUT), BZgA (BUNDESZENTRALE FÜR GESUNDHEITLICHE AUFKLÄRUNG) (2008): Erkennen – Bewerten – Handeln: Zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland, Berlin/Köln.

ROBSON PJ, LIVINGSTONE MBE (2000): An evaluation of food photographs as a tool for quantifying food and nutrient intakes, *Public Health Nutr* 3 (2), S. 189–192.

ROLLO ME, ASH S, LYONS-WALL P, RUSSELL A (2011): Trial of a mobile phone method for recording dietary intake in adults with type 2 diabetes: evaluation and implications for future applications, *J Telemed Telecare* 17 (6), S. 318–323.

RÖWE N (2015): Das Ernährungsprotokoll als App? Anwendungen am Beispiel der aid-App "Was ich esse", *Ernährung im Fokus* 15 (05-06), S. 134–140.

SABINSKY MS, TOFT U, ANDERSEN KK, TETENS I (2013): Validation of a digital photographic method for assessment of dietary quality of school lunch sandwiches brought from home, *Food Nutr Res* 57.

SABINSKY MS, TOFT U, ANDERSEN KK, TETENS I (2012): Development and validation of a Meal Index of dietary Quality (Meal IQ) to assess the dietary quality of school lunches, *Public Health Nutr* 15 (11), S. 2091–2099.

SCHAP TE, SIX BL, DELP EJ ET AL. (2011): Adolescents in the United States can identify familiar foods at the time of consumption and when prompted with an image 14 h postprandial, but poorly estimate portions, *Public Health Nutr* 14 (07), S. 1184–1191.

SCHAP TE, ZHU F, DELP EJ, BOUSHEY CJ (2014): Merging dietary assessment with the adolescent lifestyle, *J Hum Nutr Diet* 27 (Suppl 1), S. 82–88.

SCHNEIDER R (1997): Vom Umgang mit Zahlen und Daten. Eine praxisnahe Einführung in die Statistik und Ernährungsepidemiologie, Umschau Verlag, Frankfurt am Main.

SCHOELLER DA (1995): Limitations in the assessment of dietary energy intake by self-report, *Metab Clin Exp* 44 (2 Suppl 2), S. 18–22.

SCHUBERT I, HORCH K (2004): Gesundheit von Kindern und Jugendlichen. Schwerpunktbericht der Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Berlin.

SHARP DB, ALLMAN-FARINELLI M (2014): Feasibility and validity of mobile phones to assess dietary intake, *Nutrition* 30 (11-12), S. 1257–1266.

SHRIVER BJ, ROMAN-SHRIVER CR, LONG JD (2010): Technology-based methods of dietary assessment: recent developments and considerations for clinical practice, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 13 (5), S. 548–551.

SICHERT W, OLTERS DORF U, WINZEN U, LEITZMANN C (1984): Ernährungs-Erhebungsmethoden. Methoden zur Charakterisierung der Nahrungsaufnahme des Menschen. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Ernährungsverhalten e.V., Band 4, Umschau Verlag, Frankfurt am Main.

SICHERT-HELLERT W, KERSTING M, SCHÖCH G (1998): Underreporting of energy intake in 1 to 18 year old German children and adolescents, *Z Ernährungswiss* 37 (3), S. 242–251.

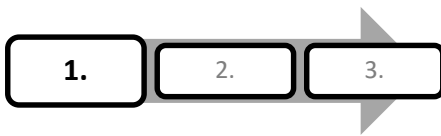
- SIMPSON E, DELVE J, POLIAKOV I ET AL. (2015): Iterative development of an online dietary recall tool, *INTAKE24, Proc Nutr Soc 74 (OCE1)*, S. E117.
- SIX BL, SCHAP TE, ZHU FM ET AL. (2010): Evidence-Based Development of a Mobile Telephone Food Record, *J Am Diet Assoc 110 (1)*, S. 74–79.
- SMALL L, SIDORA-ARCOLEO K, VAUGHAN L ET AL. (2009): Validity and Reliability of Photographic Diet Diaries for Assessing Dietary Intake Among Young Children, *Infant Child Adolesc Nutr 1 (1)*, S. 27–36.
- SMASHFIT4KIDS (2015): Food, Fun and Fitness, <http://www.smashfit4kids.com/>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- SMITH BA, MORGAN SL, VAUGHN WH ET AL. (1999): Comparison of a computer-based food frequency questionnaire for calcium intake with 2 other assessment tools, *J Am Diet Assoc 99 (12)*, S. 1579–1581.
- SMITHERS G, GREGORY JR, BATES CJ ET AL. (2000): The National Diet and Nutrition Survey: young people aged 4-18 years, *Nutr Bulletin 25 (2)*, S. 105–111.
- STANDING L (1973): Learning 10000 pictures, *J Exp Psychol 25 (2)*, S. 207 – 222.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2015): Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2014 erneut angestiegen, https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2015/01/PD15_024_12411pdf.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2015a): Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS), https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/Methoden/Einkommens_Verbrauchsstichprobe.html, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- STILLICH S (2014): Voll leckerer Schnappschuss, in: DIE ZEIT (HG.): Mahlzeit. Was die Deutschen wirklich essen, epubli GmbH, Berlin.
- STOREY KE (2015): A changing landscape: web-based methods for dietary assessment in adolescents, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care 18 (5)*, S. 437–445.
- STRABBURG A (2010): Ernährungserhebungen - Methoden und Instrumente, *Ernährungs Umschau 2010 (8)*, S. 422–430.
- STUMBO PJ (2013): New technology in dietary assessment: a review of digital methods in improving food record accuracy, *Proc Nutr Soc 72 (1)*, S. 70–76.
- SUBAR AF, THOMPSON FE, POTISCHMAN N ET AL. (2007): Formative research of a quick list for an automated self-administered 24-hour dietary recall, *J Am Diet Assoc 107 (6)*, S. 1002–1007.
- SWANSON M (2008): Digital Photography as a Tool to Measure School Cafeteria Consumption, *J Sch Health 78 (8)*, S. 432–437.
- TABACCHI G, FILIPPI AR, BREDI J ET AL. (2015): Comparative validity of the ASSO-Food Frequency Questionnaire for the web-based assessment of food and nutrients intake in adolescents, *Food Nutr Res 59*.
- THEOBALD A (2003): Zur Verwendung von Incentives in der Online-Marktforschung, in: THEOBALD A, DREYER M, STARSETZKI T (HG.): Online-Marktforschung. Theoretische Grundlagen und praktische Erfahrungen, 2. Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden.

- THOMPSON FE, SUBAR AF (2013): Dietary Assessment Methodology, in: COULSTON AM, BOUSHEY CJ, FERRUZZI M (HG.): Nutrition in the prevention and treatment of disease, 3rd ed., Academic Press, London/Waltham/San Diego, S. 5–46.
- THOMPSON FE, SUBAR AF, LORIA CM ET AL. (2010): Need for Technological Innovation in Dietary Assessment, *J Am Diet Assoc* 110 (1), S. 48–51.
- TOUVIER M, KESSE-GUYOT E, MÉJEAN C ET AL. (2011): Comparison between an interactive web-based self-administered 24 h dietary record and an interview by a dietitian for large-scale epidemiological studies, *Br J Nutr* 105 (7), S. 1055–1064.
- TRABULSI J, SCHOELLER DA (2001): Evaluation of dietary assessment instruments against doubly labeled water, a biomarker of habitual energy intake, *Am J Physiol Endocrinol Metab* 281 (5), S. E891–E899.
- TSAI CC, LEE G, RAAB F ET AL. (2007): Usability and Feasibility of PmEB: A Mobile Phone Application for Monitoring Real Time Caloric Balance, *Mobile Netw Appl* 12 (2-3), S. 173–184.
- TUENI M, MOUNAYAR A, BIRLOUEZ-ARAGON I (2012): Development and evaluation of a photographic atlas as a tool for dietary assessment studies in Middle East cultures, *Public Health Nutr* 15 (6), S. 1023–1028.
- TURCONI G, GUARCELLO M, BERZOLARI FG ET AL. (2005): An evaluation of a colour food photography atlas as a tool for quantifying food portion size in epidemiological dietary surveys, *Eur J Clin Nutr* 59 (8), S. 923–931.
- VAN KAPPEL AL, AMOYEL J, SLIMANI N ET AL. (1995): EPIC-SOFT picture book for estimation of food portion sizes, Lyon.
- VUCKUVIC N, RITENBAUGH C, TAREN DL, TOBAR M (2000): A Qualitative Study of Participants' Experiences with Dietary Assessment, *J Am Diet Assoc* 100 (9), S. 1023–1028.
- WABITSCH M, KUNZE D (2014): Konsensbasierte (S2) Leitlinie zur Diagnostik, Therapie und Prävention von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter (Version 3.10.2013), Ulm/München.
- WANG D, KOGASHIWA M, KIRA S (2006): Development of a New Instrument for Evaluating Individuals' Dietary Intakes, *J Am Diet Assoc* 106 (10), S. 1588–1593.
- WANG D, KOGASHIWA M, OHTA S, KIR S (2002): Validity and reliability of a dietary assessment method: the application of a digital camera with a mobile phone card attachment, *J Nutr Sci Vitaminol* 48 (6), S. 498–504.
- WEISS R, STUMBO PJ, DIVAKARAN A (2010): Automatic Food Documentation and Volume Computation Using Digital Imaging and Electronic Transmission, *J Am Diet Assoc* 110 (1), S. 42–44.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) (2000): Obesity. Preventing and managing the global epidemic, Genf.
- WILLETT W (2013): Nutritional epidemiology, 3rd ed., Oxford University Press, New York.
- WILLIAMSON DA, ALLEN HR, MARTIN PD ET AL. (2004): Digital photography: a new method for estimating food intake in cafeteria settings, *Eat Weight Disord* 9 (1), S. 24–28.
- WILLIAMSON DA, ALLEN HR, MARTIN PD ET AL. (2003): Comparison of digital photography to weighed and visual estimation of portion sizes, *J Am Diet Assoc* 103 (9), S. 1139–1145.

- WILTON J (2015): Wurst kann man nur noch mit Todesverachtung essen, <http://www.welt.de/debatte/kolumnen/wiltons-welt/article148138462/Wurst-kann-man-nur-noch-mit-Todesverachtung-essen.html>, zuletzt geprüft am 10.12.2015.
- WINTER J, BOUSHEY CJ (2009): Workshop 1: Use of technology in dietary assessment, *Eur J Clin Nutr* 63, S. S75–S77.
- WIPPERMANN P (2014): Beschleunigung und Ernährungstrends – Ein Blick in die Zukunft, *Ernährungs Umschau* 61 (2), S. M98–M102.
- WIRTH A, HAUNER H (2013): Adipositas. Ätiologie, Folgekrankheiten, Diagnostik, Therapie, 4. Aufl., Springer, Berlin/Heidelberg.
- WIRTZ M, CASPAR F (2002): Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität. Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen, Hogrefe Verlag, Göttingen.
- WOO I, OTSMO K, KIM S ET AL. (2010): Automatic portion estimation and visual refinement in mobile dietary assessment, *Proc SPIE* 7533.
- WUNDERER (2009): Essen gegen die innere Leere. Entstehung und Therapie von Essstörungen im Jugendalter, in: KERSTING M (HG.): Kinderernährung aktuell. Schwerpunkte für Gesundheitsförderung und Prävention, Umschau Verlag, Sulzbach (Taunus), S. 142–151.
- YON BA, JOHNSON RK, HARVEY-BERINO J, GOLD BC (2006): The use of a personal digital assistant for dietary self-monitoring does not improve the validity of self-reports of energy intake, *J Am Diet Assoc* 106 (8), S. 1256–1259.
- ZHU F, BOSCH M, INSOO WOO ET AL. (2010): The Use of Mobile Devices in Aiding Dietary Assessment and Evaluation, *IEEE J Sel Top Signal Process* 4 (4), S. 756–766.
- ZHU F, BOSCH M, KHANNA N ET AL. (2015): Multiple hypotheses image segmentation and classification with application to dietary assessment, *IEEE J Biomed Health Inform* 19 (1), S. 377–388.
- ZHU F, MARIAPPAN A, BOUSHEY CJ ET AL. (2008): Technology-Assisted Dietary Assessment, *Proc SPIE*.
- ZIMMERMAN TP, HULL SG, McNUTT S ET AL. (2009): Challenges in converting an interviewer-administered food probe database to self-administration in the National Cancer Institute Automated Self-administered 24-Hour Recall (ASA24), *J Food Comp Anal* 22 (Suppl 1), S. S48–S51.

Anhang

1: Schätzprotokoll/Ernährungstagebuch für Probanden der Pilotphase (ff.)	192
2: Wiegeprotokoll (gekürzt) für Probanden der Pilotphase (ff.)	200
3: Anleitung Fototagebuch für Probanden der Pilotphase (Vorderseite)	205
4: Anschreiben Eltern und Kinder Phase 1, inkl. Einverständniserklärungen (ff.)	206
5: Anleitung Foto-Methode für Probanden aus Phase 1, inkl. Notizheft.....	210
6: Anleitung Foto-Methode für Probanden aus Phase 2 und 3, inkl. Notizheft.....	211
7: Fragebogen für Probanden aus Pilotphase – Methodenvergleich (ff.).....	212
8: Fragebogen für Probanden aus Phase 1 – Foto-Methode	215
9: Fragebogen für Probanden aus Phase 2 und 3 – Foto-Methode	216
10: Beispiele für Foto-Auswertungen in Pilotphase, Auswerterinnen 1 bis 3	217
11: Beispiel für Ergebnis einer Fotoprotokoll-Auswertung (Screenshot <i>DGE-PC</i>)	218
12: Beispiel für detaillierte Tabelle zur Fotoprotokollauswertung (Pilotphase II), getrennt nach Auswertern, mit Höhe und Richtung der Abweichungen (Screenshot)	219
13: Beispiele für Tabellen mit lebensmittelspezifischen Abweichungen (Screenshot)	220
14: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Probanden beider Geschlechter der Phase 1 (n = 46)	221
15: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Probanden beider Geschlechter der Phase 2 (n = 49)	222
16: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen aus Phase 1 (\bar{x} 9 J., n = 29) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum	223
17: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Jungen aus Phase 1 (\bar{x} 9 J., n = 17) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum	223
18: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen aus Phase 2 (\bar{x} 13 J., n = 20) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum	223
19: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Jungen aus Phase 2 (\bar{x} 13 J., n = 29) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum	223

1: Schätzprotokoll/Ernährungstagebuch für Probanden der Pilotphase (ff.)

7-Tage-Ernährungstagebuch

vom: _____ bis zum: _____





(Bitte Datum des Dokumentationszeitraumes eintragen)

Probandennummer:

-----**Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer,**

schön, dass Sie sich bereit erklärt haben, an der Probephase für dieses Ernährungsprojekt mitzuarbeiten!
Es geht hierbei um den Vergleich von Ernährungserhebungsinstrumenten und um die Entwicklung einer neuen Methode zur fotografischen Erfassung des Lebensmittelverzehr.

Hierzu bitten wir Sie für eine Woche, d. h. an sieben aufeinanderfolgenden Tagen, um die folgenden drei Dinge:

- 
-  **alle verzehrten Lebensmittel und Getränke mit haushaltsüblichen Maßen (z. B. Tasse, Portion, Handvoll) in das Ernährungstagebuch (= Schätzprotokoll) einzutragen**
 -  alle verzehrten Lebensmittel und Getränke abzuwiegen und in das **Wiegeprotokoll** einzutragen
 -  alle verzehrten Lebensmittel und Getränke mit einer Digitalkamera zu **fotografieren** und speichern


Um einen hohen Standard der gesammelten Daten zu gewährleisten, ist es wichtig, dass die Reihenfolge der Schritte beibehalten wird und besonders auch, dass **alle** Mahlzeiten (auch Zwischenmahlzeiten und Getränke) dokumentiert werden. Diese Aufgabe erfordert einiges an Disziplin. Wir sind Ihnen jetzt schon dankbar für Ihre Unterstützung!


Als **Dankeschön**, werden wir Ihnen eine Auswertung Ihrer persönlichen Daten zur Verfügung stellen und, sofern gewünscht, diese auch in einem kurzen Gespräch unter ernährungswissenschaftlich Gesichtspunkten erläutern. Um Ihnen die schriftliche Erfassung zu vereinfachen und um sie bestmöglich zu standardisieren, gibt es diese beiden Hefte mit dem **Ernährungstagebuch (= Schätzprotokoll)** und dem **Wiegeprotokoll**. Die Handhabung wird auf den folgenden Seiten erläutert.


Allgemeine Informationen und Besonderheiten (bitte ausfüllen):

 **Geschlecht:** weiblich männlich

 **Alter:** _____ Jahre

 **Körpergröße:** _____ cm (bitte mit Zollstock oder Maßband messen)

 **Körpergewicht:** _____ kg (bitte ohne Schuhe und schwere Kleidung wiegen)

 **Besonderheiten** in der Ernährung (z. B.: vegetarisch/vegan, chronische Krankheiten wie Diabetes o.ä., Intoleranz gegen Laktose o.ä., Allergien, usw.)?



Ja, folgende: _____ Nein

 Bei evtl. akut aufgetretenen **Krankheiten** an einem oder mehreren Protokolltagen, bitte ankreuzen

Tag: 1 2 3 4 5 6 7

Kontakt

Sollten trotz der folgenden Hinweise noch Fragen aufkommen oder Probleme mit der Handhabung der Instrumente auftreten, stehe ich Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung. Darüber hinaus können Sie am Ende des Heftes unter „**No-tizen**“ Probleme, Hinweise, Fragen oder Sonstiges notieren.

 telefonisch Mobil: ----- Arbeit: -----	 per E-Mail -----
---	---

Wichtige Hinweise allgemein




- Essen und trinken Sie an den zu protokollierenden Tagen genauso wie **immer!** Ändern Sie bitte **nicht** Ihre Ernährungsgewohnheiten! Das ist wichtig, um die Praktikabilität der Methoden zu testen und um einen unverfälschten Überblick über Ihre tägliche Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr zu erhalten.
- Bei allen Lebensmittel und Getränken bitte möglichst die genaueste Beschreibung von der Verpackung übernehmen mit
 - Produkt- und Markenbezeichnung (ggf. Name des Discounters)
 - Fettgehalt (z. B. Gouda, 45 % F.i.Tr.; Milch, 1,5 % Fett)
 - Vitamin-/Mineralstoffzusatz
 - Rezept/Inhaltsstoffe

Wichtige Hinweise zur Durchführung des Ernährungstagebuchs

→ Was ist zu tun?

Wichtig: Bitte machen Sie - im Gegensatz zum Wiegeprotokoll - die Mengenangaben hier immer **in haushaltsüblichen Maßen:**

TL = Teelöffel	Fl = Flasche
EL = Esslöffel	St = Stück
gestr = gestrichen	Sch = Scheibe
geh = gehäuft	Scha kl/gr = Schale (kl = ca. 150ml, gr = ca. 250ml)
Be = Becher / großes Glas (ca. 200ml)	Te ti/gr/kl/mi = Teller (ti = tief, gr = groß, kl = klein, mi = mittel)
Ta = Tasse / kleines Glas (ca. 150ml)	Hvl = Handvoll

-  Protokollieren Sie **alle** Lebensmittel in der Reihenfolge des Verzehrs mit Produktbezeichnung, verzehrter Menge, Zustand und Zubereitungsart. (→ Beachten Sie hierzu auch die Hinweise zu Zustand und Zubereitung sowie zur Lebensmittelbeschreibung auf den folgenden Seiten)
-  Bitte notieren Sie die Menge der Lebensmittel und Getränke **vor oder direkt nach** dem Verzehr.
-  Vermerken Sie bitte immer **Datum/Wochentag, Uhrzeit** und **Ort** des Verzehrs in den dafür vorgesehenen Spalten im Protokoll. (→ Beachten Sie hierzu auch die Hinweise zum Ort auf den folgenden Seiten)
- Dieses Heft zum Dokumentieren des außer-Haus-Verzehrs in den sieben Tagen bitte **mitnehmen!**
- Zur Verdeutlichung sind unten zwei Beispiel-Protokolltage eingetragen.

Wichtige Hinweise zur Beschreibung von Ort und Zustand und Zubereitung

Angaben zum Ort bitte folgendermaßen notieren	<ul style="list-style-type: none"> • H = zu Hause • F = bei Freunden / Verwandten • A = Arbeit / Uni / Schule • R = Restaurant / Café / Imbiss • U = unterwegs
Angaben zum Zustand bitte folgendermaßen notieren	<ul style="list-style-type: none"> • fr = frisch • gek = gekühlt • tk = tiefgekühlt /-gefroren • getr = getrocknet • kons = konserviert • / = keine Angabe
Angaben zur Zubereitung bitte folgendermaßen notieren	<ul style="list-style-type: none"> • gesch = geschält • gek = gekocht / gegart • geb = gebacken (im Ofen) • gebr = gebraten • fr = frittiert • get = getoastet • gegr = gegrillt • / = keine Zubereitung

Wichtige Hinweise zur Lebensmittelbeschreibung von A bis Z

Brot und Brötchen	<p>Es gibt viele verschiedene Sorten. Bitte geben Sie eine möglichst genaue Bezeichnung an. Vergessen Sie nicht den Brotaufstrich (insbesondere Streichfette) zu dokumentieren.</p> <p><u>Beispiel:</u> Weißbrot/Graubrot/Vollkornbrot/Knäckebrötchen (Wasa mjölk)/ ... Weißbrötchen/Mehrkornbrötchen mit Mohn/ ...</p>
Fertiggerichte, Fast food	<p>Bitte notieren Sie den Marken- und Produktnamen laut Etikett oder geben Sie die Hauptzutaten an. Wichtig ist zudem der Zustand bei Einkauf (z. B. getr, tk). Beim Außer-Haus-Verzehr können die Spalten zum Zustand und zur Zubereitung der Gerichte frei gelassen werden.</p> <p><u>Beispiel:</u> Ristorante Pizza Salami, Dr. Oetker (tk) Pommes Frites (unterwegs, Burger King)</p>
Fette (Butter, Margarine und Öle)	<p>Nennen Sie bei Fetten, Ölen und Margarine, die Sie zum Kochen, Braten, Backen, als Brotbelag und in Dressings verwenden, bitte die genaue Sorte, den Markennamen, den Fettgehalt und ggfs. die Weiterverarbeitung (z. B. gebr, gek).</p> <p><u>Beispiel:</u> Sonnenblumenöl, Thomy Halbfettmargarine, 39 % Fett, Lätta Classic</p>
Fleisch, Fleischprodukte und Fisch	<p>Beschreiben Sie bei Fleisch und Fisch bitte welches Tier und Teilstück (z. B. Rinderfilet, Schweineschnitzel) verzehrt wurde. Außerdem wo es eingekauft wurde (z. B.: Metzger, Kühlregal, ...), wie zubereitet (gegr, gebr, paniert, ...) und mit welchem Fett /Öl. Bei Wurst, wenn möglich, den Fettgehalt notieren.</p> <p><u>Beispiel:</u> Kalbskotelett, mager, gebr in Butter Cervelatwurst, 19 % Fett, "Du darfst"</p>
Gemüse und Salate	<p>Bitte vermerken Sie die Sorte, den Zustand beim Einkauf (kons, tk, fr, getr), ob geschält oder nicht (z. B. bei Kartoffeln, Möhren, Gurke) sowie die Art der Zubereitung (roh, gek, gebr, ...). Bei Salaten bitte auch die Hauptzutaten des Dressings nicht vergessen!</p> <p><u>Beispiel:</u> Bratkartoffeln, fr, geschält, gebr in Schweineschmalz Feldsalat, fr, mit Olive-Balsamico-Dressing, Thomy</p>
Getränke	<p>Auch zwischen den Mahlzeiten wird häufig getrunken. Bitte dokumentieren Sie auch diese Getränke! Geben Sie Marken- und genauen Produktnamen an, notieren Sie eventuelle Vitamin- oder Mineralstoffzusätze und ob es sich um ein kalorienreduziertes bzw. light-Produkt handelt. Bei Fruchtsäften, -nektar o.ä. bitte Fruchtgehalt angeben.</p> <p><u>Beispiel:</u> Pepsi Cola light Orangennektar, Belsina (LIDL), 50 % Frucht</p>

Kuchen und Kekse	<p>Bitte schreiben Sie bei Selbstgebackenem das Rezept auf (oder Hauptzutaten und Teigart), bei Fertigprodukten bitte den Marken- und Produktnamen notieren.</p> <p><u>Beispiel:</u> Butterkeks, Bahlsen Pflaumenkuchen, Hefeteig, selbstgebacken</p>
Milch und Milchprodukte	<p>Bei Milch- und Milchprodukten (Joghurt, Käse, Quark, etc.) bitte neben dem Marken- und Produktnamen auch den Fettgehalt notieren (falls auf der Packung angegeben). Außerdem bitte den Zustand bei Einkauf und Zubereitung.</p> <p><u>Beispiel:</u> H-Vollmilch, 3,5 % Fett, gek Jogging Käse-Aufschnitt, 17 % Fett, Aldi</p>
Müsli und Frühstückscerealien	<p>Bedenken Sie die Vielzahl von verschiedenen Produkten, die auf dem Markt sind. Schreiben Sie Marken- und Produktnamen auf oder vermerken Sie die einzelnen Zutaten.</p> <p><u>Beispiel:</u> Vitalis Knusper Früchte, Dr. Oetker Cornflakes, Kellog's</p>
Nudeln, Reis	<p>Bitte notieren Sie bei Nudeln, ob es sich um Eier- oder Ei-freie Nudeln handelt. Bei Reis geben Sie bitte an, ob es sich um parboiled Reis oder Vollkornreis handelt. Außerdem bitte die Zubereitungsmethode notieren.</p> <p><u>Beispiel:</u> Nudeln, 100 % Hartweizengrieß, Barilla, gek Kochbeutel-Reis, parboiled, gek</p>
Obst	<p>Geben Sie uns bitte an, in welchem Zustand Sie das Obst gekauft haben (tk, fr, kons, ...), ob es geschält wurde oder nicht und wie es dann verzehrt wurde (roh, gek).</p> <p><u>Beispiel:</u> Bio-Apfel, frisch, gesch, roh Aprikosen, entsteint, getr</p>
Süßwaren und Snacks	<p>Bitte notieren Sie den Marken- und Produktnamen.</p> <p><u>Beispiel:</u> Hanuta, Ferrero Paprika-Chips, Feurich (Aldi)</p>
Zusammengesetzte Gerichte (z. B. Eintöpfe, Aufläufe, Soupsen und Suppen)	<p>Nach Möglichkeit bitte das Rezept notieren oder die einzelnen Zutaten angeben. Bei Verwendung von Fertigprodukten bitte Marken- und Produktnamen notieren (z. B. Maggi- oder Knorr-Fix-Produkte, BioBio-Produkte).</p> <p><u>Beispiel:</u> Suppengemüse Bofrost, tk Gemischter Salat mit Feldsalat, Tomate, ... (alles fr, ungeschält), Knorr Joghurt-Dressing</p>

Tagebuchbeispiel:

Wochentag, Datum: Mo, 13-02-2012

Zeit	Ort	Verzehrte Menge	Restmenge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
8:15	H	1 St	-	Weizen-Aufbackbrötchen hell (Grafschafter, Lidl), geb
		1 TL	-	Lätta Classic Halbfettmargarine, 39 % Fett
		1 EL	-	Nutella (Ferrero)
		1 Be	-	Joghurt Kirsche (Danone Activia), 3,5 % Fett
		1 Be	-	Kaffee, gek
				mit fettarmer H-Milch (ja!, Rewe), 1,5 % Fett
11:25	A	1 St	-	Apfel, fr, mit Schale, ohne Kerngehäuse
		1 St	-	Balisto Müsli-Mix
		1 Be	-	Apfelschorle (Lift), 55 % Frucht
12:15	A	1 Be	-	Apfelschorle (Lift), 55 % Frucht
		1 St	-	Mandarine, fr, gesch

Tagebuchbeispiel:

Wochentag, Datum: Mo, 13-02-2012

Zeit	Ort	Verzehrte Menge	Restmenge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
15:10	A	1 St	1/4	Belegtes Mehrkornbrötchen, fr Bäckerei
				mit Butter, Weichkäse, Blattsalat, Gurke, Tomate
		1 Be	-	Mineralwasser still (Volvic)
16:00	R	1 Ta	-	Cappuccino mit Milch
		1 St	1/3	Rosinenschnecke (Hefeteig, Rosinen, Zuckerguss)
16:30	U	1 Be	-	Mineralwasser still (Volvic)
19:35	F	ti Te	-	Reistopf (Reis gek, Cabanossi, Zwiebeln Zucchini, Paprika alles fr & gebr in SB-Öl, Tomaten passiert kons, Salz, Pfeffer)
		ti Te	1/3	Reistopf
19:55	F	1 Fl	-	Bier, Detmolder Pilsener (4,8 % Alk)
		2 Hvl	-	Kartoffelchips Chipsfrisch Peperoni (funny frisch)

Tagebuchbeispiel:

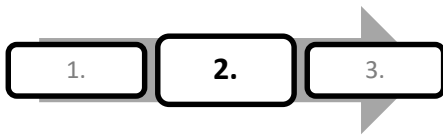
Wochentag, Datum: Di, 14.02.2012

Zeit	Ort	Verzehrte Menge	Restmenge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
8:40	H	kl Sch	-	Hafercrunchy Schoko (Alnatura)
			-	mit Frischer Vollmilch, 3,8 % Fett (Landliebe)
		½ St	-	Apfel, fr, mit Schale, ohne Kerngehäuse
		1 Be	-	Kaffee, schwarz, gek
			-	mit Frischer Vollmilch, 3,8 % Fett (Landliebe)
11:45	A	1 Be	-	Mineralwasser, medium (Warburger Waldquell)
		1 St		Doppelkeks Prinzenrolle (de Beukelaer)
13:55	H	gr Te	-	Kartoffeln, gek in Salzwasser, mit Schale
			-	mit Sahne-Heringsfilet (Almare, Aldi)
		kl Sch	-	Salat (Blattsalat fr, Apfel fr gesch, Möhren fr gesch)
			-	mit Dressing (Joghurt 3,5 %, Zucker, Salz, Pfeffer, Zitrone)

Tagebuchbeispiel:

Wochentag, Datum: Di, 14.02.2012

Zeit	Ort	Verzehrte Menge	Restmenge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
13:55	H	1 Be	-	Mineralwasser, medium (Warburger Waldquell)
14:50	H	1 Be	-	Almighurt Erdbeere (Ehrmann), vollfett
		1 St	-	Schokokuss Super Dickmann's (Storck)
16:05	H	1 Be	-	Schorle: Mineralwasser, medium (Warburger Waldquell)
			-	mit Apfelsaft 100 % Frucht (Alnatura)
17:20	H	1 Be	-	Kräutertee Sweet-Chai (Alnatura), gek
			-	brauner Kandis (Kölner Zucker)
19:10	U	1 St	¼	Pizza groß (Tomatensauce, Käse, Kochschinken, Pilze, Oliven)
		1 Be	-	Rotwein, trocken
		1 Be	-	Mineralwasser (S-Pellegrino)
20:35	U	4 Hvl	-	Popcorn, süß

2: Wiegeprotokoll (gekürzt) für Probanden der Pilotphase (ff.)

7-Tage-Wiegeprotokoll

vom: _____ bis zum: _____





(Bitte Datum des Dokumentationszeitraumes eintragen)

Probandennummer

Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer,

schön, dass Sie sich bereit erklärt haben, an der Probephase für dieses Ernährungsprojekt mitzuarbeiten! Es geht hierbei um den Vergleich von Ernährungserhebungsinstrumenten und um die Entwicklung einer neuen Methode zur fotografischen Erfassung des Lebensmittelverzehrs.

Hierzu bitten wir Sie für eine Woche, d. h. an sieben aufeinanderfolgenden Tagen, um die folgenden drei Dinge:


- 
-  alle verzehrten Lebensmittel und Getränke mit haushaltsüblichen Maßen (z. B. Tasse, Portion, Handvoll) in das **Ernährungstagebuch** (= Schätzprotokoll) einzutragen
 -  **alle verzehrten Lebensmittel und Getränke abzuwiegen und in das Wiegeprotokoll einzutragen**
 -  alle verzehrten Lebensmittel und Getränke mit einer Digitalkamera zu **fotografieren** und speichern


Um einen hohen Standard der gesammelten Daten zu gewährleisten, ist es wichtig, dass die Reihenfolge der Schritte beibehalten wird und besonders auch, dass **alle** Mahlzeiten (auch Zwischenmahlzeiten und Getränke) dokumentiert werden. Diese Aufgabe erfordert einiges an Disziplin. Wir sind Ihnen jetzt schon dankbar für Ihre Unterstützung!


Allgemeine Informationen und Besonderheiten (bitte ausfüllen):

 **Geschlecht:** weiblich männlich


 **Alter:** _____ Jahre

 **Körpergröße:** _____ cm (bitte mit Zollstock oder Maßband messen)

 **Körpergewicht:** _____ kg (bitte ohne Schuhe und schwere Kleidung wiegen)

 **Besonderheiten** in der Ernährung (z. B.: vegetarisch/vegan, chronische Krankheiten wie Diabetes o.ä., Intoleranz gegen Laktose o.ä., Allergien, usw.)?


Ja, folgende: _____ Nein

 Bei evtl. akut aufgetretenen **Krankheiten** an einem oder mehreren Protokolltagen, bitte ankreuzen

Tag: 1 2 3 4 5 6 7

Kontakt

Sollten trotz der folgenden Hinweise noch Fragen aufkommen oder Probleme mit der Handhabung der Instrumente auftreten, stehe ich Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung. Darüber hinaus können Sie am Ende des Heftes unter „**Notizen**“ Probleme, Hinweise, Fragen oder Sonstiges notieren.

 telefonisch Mobil: ----- Arbeit: -----	 per E-Mail -----
---	---

Wichtige Hinweise allgemein

- Essen und trinken Sie an den zu protokollierenden Tagen genauso wie **immer!** Ändern Sie bitte **nicht** Ihre Ernährungsgewohnheiten! Das ist wichtig, um die Praktikabilität der Methoden zu testen und um einen unverfälschten Überblick über Ihre tägliche Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr zu erhalten.
- Bei allen Lebensmittel und Getränken bitte möglichst die genaueste Beschreibung von der Verpackung übernehmen mit
 - Produkt- und Markenbezeichnung (ggf. Name des Discounters)
 - Fettgehalt (z. B. Gouda, 45 % F.i.Tr.; Milch, 1,5 % Fett)
 - Vitamin-/Mineralstoffzusatz
 - Rezept/Inhaltsstoffe

Wichtige Hinweise zur Durchführung des Wiegeprotokolls

→ Was ist zu tun?

Wichtig: Bitte machen Sie - im Gegensatz zum Ernährungstagebuch - die Mengenangaben hier immer in **Gramm (g) oder Milliliter (ml)**. Bei Salz und Gewürzen reicht die Angabe **Prise (Pr)**.

- ✍ Wiegen und protokollieren Sie bitte **alle** Lebensmittel **vor** dem Verzehr und in der Reihenfolge des Verzehrs, inkl. Produktbezeichnung, verzehrter Menge, Zustand und Zubereitungsart. (→ Beachten Sie hierzu auch die Hinweise zu Zustand und Zubereitung sowie zur Lebensmittelbeschreibung auf den folgenden Seiten)
 - Beispiel Käsebrötchen:
 - **Brotscheibe** wiegen und Gewicht notieren (Gewicht Teller abziehen oder Waage tarieren)
 - ggf. bestreichen, erneut wiegen und Gewicht des **Aufstriches** notieren (Differenz ausrechnen oder Waage erneut tarieren)
 - Belag dazu und das Gewicht des **Belages** notieren (Differenz oder Waage tarieren)
 - Beispiel Kaffee:
 - Kaffee einschütten und Gewicht notieren (Gewicht Tasse abziehen oder Waage tarieren)
 - ggf. Milch/Zucker hinzu und jeweils das Gewicht notieren (Differenz oder Waage tarieren)
- ✍ Vermerken Sie bitte immer **Datum/Wochentag, Uhrzeit** und **Ort** des Verzehrs in den dafür vorgesehenen Spalten im Protokoll. (→ Beachten Sie hierzu auch die Hinweise zum Ort auf den folgenden Seiten)
 - Dieses Heft und die Waage zum Messen des außer-Haus-Verzehrs in den sieben Tagen bitte **mitnehmen!**
 - Zur Verdeutlichung sind unten zwei Beispiel-Protokolltage eingetragen.

Wichtige Hinweise zur Beschreibung von Ort und Zustand und Zubereitung

Angaben zum Ort bitte folgendermaßen notieren	<ul style="list-style-type: none"> • H = zu Hause • F = bei Freunden / Verwandten • A = Arbeit / Uni / Schule • R = Restaurant / Café / Imbiss • U = unterwegs
Angaben zum Zustand bitte folgendermaßen notieren	<ul style="list-style-type: none"> • fr = frisch • gek = gekühlt • tk = tiefgekühlt /-gefroren • getr = getrocknet • kons = konserviert • / = keine Angabe
Angaben zur Zubereitung bitte folgendermaßen notieren	<ul style="list-style-type: none"> • gesch = geschält • gek = gekocht / gegart • geb = gebacken (im Ofen) • gebr = gebraten • fr = frittiert • get = getoastet • gegr = gegrillt • / = keine Zubereitung

[...]

Protokollbeispiel:

Wochentag, Datum: Mo, 13-02-2012

Zeit	Ort	Verzehrte Menge (g/ml)	Rest-menge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
8:15	H	57 g	-	Weizen-Aufbackbrötchen hell (Grafschafter, Lidl), geb
		8 g	-	Lätta Classic Halbfettmargarine, 39 % Fett
		25 g	-	Nutella (Ferrero)
		147 g	-	Almighurt Kirsche (Ehrmann), 3,5 % Fett
		160 g	-	Kaffee schwarz, gek
		21 g	-	fettarme H-Milch (ja!, Rewe), 1,5 % Fett
11:25	A	84 g	13 g	Apfel, fr, mit Schale
		37 g	-	uBalisto Müsli-Mix
		250 ml	-	Apfelschorle (Lift), 55 % Frucht
12:15	A	250 ml	-	Apfelschorle (Lift), 55 % Frucht
		56 g	-	Mandarine, fr, gesch

Protokollbeispiel:

Wochentag, Datum: Mo, 13-02-2012

Zeit	Ort	Verzehrte Menge (g/ml)	Rest-menge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
15:10	A	180 g	45 g	Belegtes Mehrkornbrötchen, fr Bäckerei
				mit Butter, Weichkäse, Blattsalat, Gurke, Tomate
		250 ml	-	Mineralwasser still (Volvic)
16:00	R	132 g	-	Cappuccino mit Milch
		112 g	40 g	Rosinenschnecke (Hefeteig, Rosinen, Zuckerguss)
16:30	U	250 ml	-	Mineralwasser still (Volvic)
19:35	F	226 g	-	Reistopf (Reis gek, Cabanossi, Zwiebeln Zucchini, Paprika alles fr & gebr in SB-Öl, Tomaten passiert kons, Salz, Pfeffer)
		206 g	95 g	Reistopf
19:55	F	330 ml	-	Bier, Detmolder Pilsener (4,8 % Alk)
		62 g	-	Kartoffelchips Chipsfrisch Peperoni (funny frisch)

Protokollbeispiel:

Wochentag, Datum: Di, 14.02.2012

Zeit	Ort	Verzehnte Menge (g/ml)	Restmenge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
8:40	H	37 g	-	Hafercrunchy Schoko (Alnatura)
		132 g	-	Frische Vollmilch, 3,8 % Fett (Landliebe)
		48 g	-	Apfelstücke, fr, mit Schale
		158 g	-	Kaffee, schwarz, gek
		15 g	-	Frische Vollmilch, 3,8 % Fett (Landliebe)
11:45	A	220 g	-	Mineralwasser, medium (Warburger Waldquell)
		25 g		Doppelkeks Prinzenrolle (de Beukelaer)
13:55	H	286 g	-	Kartoffeln, gek in Salzwasser, mit Schale
		174 g	-	Sahne-Heringsfilet (Almare, Aldi)
		83 g	-	Salat (Blattsalat fr, Apfel fr gesch, Möhren fr gesch)
		26 g	-	Dressing (Joghurt 3,5 %, Zucker, Salz, Pfeffer, Zitrone)

Protokollbeispiel:

Wochentag, Datum: Di, 14.02.2012

Zeit	Ort	Verzehnte Menge (g/ml)	Restmenge	Lebensmittel und Getränke (Produkt- & Markenname, Fettgehalt, Anreicherung Vitamine/Mineralstoffe), Zustand, Zubereitung
13:55	H	180 g	-	Mineralwasser, medium (Warburger Waldquell)
14:50	H	147 g	-	Almighurt Erdbeere (Ehrmann), vollfett
		25 g	-	Schokokuss Super Dickmann's (Storck)
16:05	H	129 g	-	Mineralwasser, medium (Warburger Waldquell)
		116 g	-	Apfelsaft 100 % Frucht (Alnatura)
17:20	H	221 g	-	Kräutertee Sweet-Chai (Alnatura), gek
		12 g	-	brauner Kandis (Kölner Zucker)
19:10	U	376 g	76 g	Pizza (Tomatensauce, Käse, Kochschinken, Pilze, Oliven,)
		200 ml	-	Rotwein, trocken
		250 ml	-	Mineralwasser (S-Pellegrino)
20:35	U	80 g	-	Popcorn, süß

usw. ...

3: Anleitung Fototagebuch für Probanden der Pilotphase (Vorderseite)



7-Tage-Fototagebuch

vom: _____ bis zum: _____

Probandennummer: _____

Wichtige Hinweise allgemein

- Essen und trinken Sie an den zu protokollierenden Tagen genauso wie **immer!** Ändern Sie bitte **nicht** Ihre Ernährungsgewohnheiten!
- Bei Bedarf kann auch eine Digitalkamera von unserem Institut leihweise zur Verfügung gestellt werden.

→ Was ist zu tun?

- 📷 Fotografieren Sie **alle** Lebensmittel und Getränke direkt **vor** dem Verzehr. (auch Zwischenmahlzeiten, wie Süßigkeiten, und Leitungswasser etc. gehören dazu!)
- 📷 Achten Sie bitte darauf, dass Menge und Art der Lebensmittel gut zu erkennen sind. Daher das Lebensmittel im **45°-Winkel** fotografieren um Höhe und Breite abschätzbar zu machen.
- 📷 Legen Sie bitte die bereitgestellte **Schablone** gut sichtbar direkt neben das Lebensmittel/Getränk.
- 📷 Fotografieren Sie Teller, Tassen und andere Gefäße mit. Tellergerichte, normalgroße Lebensmittel (z. B. Apfel) aus ca. **30-40 cm Entfernung** fotografieren (≈ Länge von Unterarm plus Faust), kleinere Lebensmittelmengen auch aus kürzerer Entfernung, so dass diese einwandfrei zu identifizieren sind.
- 📷 Fotografieren Sie bitte **nach** dem Verzehr die evtl. nicht verzehrten Lebensmittelreste.
- 📷 Falls vorhanden, fotografieren Sie bitte zusätzlich bei abgepackten Lebensmitteln und Getränken so groß wie möglich:
 - **Nährwert-Etikett**
 - Produkt- und Markenbezeichnung (ggf. Name des Discounters)
 - Fettgehalt
 - Inhaltsstoffe (ggf. mit Vitamin-/Mineralstoffzusätzen)

Technisches und Organisatorisches

- Bitte stellen Sie Ihre Digitalkamera so ein, dass **Datum und Uhrzeit auf dem Foto** eingeblendet werden und für den Auswerter später gut zu erkennen sind.
- Bitte speichern Sie, soweit möglich, alle Fotodateien auf **einem einzigen** Speichermedium ab.
- Sollten trotz der Hinweise noch Fragen aufkommen oder Probleme mit der Handhabung auftreten, stehe ich Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung. Darüber hinaus können Sie auch rückseitig unter „**Notizen**“ Probleme, Hinweise, Fragen oder Sonstiges aufschreiben.
- Nach dem Dokumentationszeitraum geben Sie bitte das **Speichermedium** in einem Umschlag mit **diesem Zettel** und zusammen mit dem **Wiegeprotokoll & Ernährungstagebuch** sowie der Waage wieder bei mir ab!

📞 Sie können mich telefonisch erreichen Mobil ----- Arbeit -----	📧 Sie können mich per Mail erreichen -----
--	---

4: Anschreiben Eltern und Kinder Phase 1, inkl. Einverständniserklärungen (ff.)

Projekt: Neue Methode zur genauen Erfassung des Lebensmittelverzehrs oder „Die Foto-Methode“

Liebe Eltern!

Das Projekt

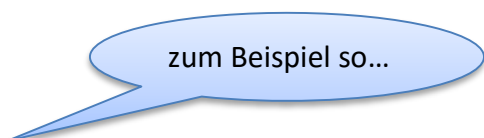
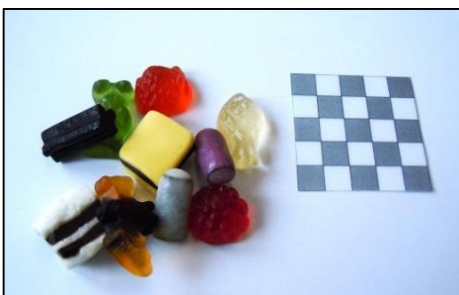
Ich bin Jana Knies, Diplom-Ernährungswissenschaftlerin hier von der Universität Paderborn. In meinem Projekt geht es darum, mithilfe einer neuen Methode, der sogenannten „Foto-Methode“ den täglichen Lebensmittel- und Getränkeverzehr genau zu messen. Wie der Name schon sagt, muss dazu nicht jedes Mal gewogen werden, was man isst und trinkt - Nein, Ihre Kinder sollten einfach eine Woche lang immer eine Kamera dabei haben und **genau fotografieren**, was sie verzehren! Ich glaube nämlich, dass ihre Töchter und Söhne das ganz **selbstständig motiviert** schaffen und mir nach einer Woche tolle eigene Fotos von ihren Mahlzeiten, Snacks und Getränken präsentieren können.

Das ist nämlich das Ziel meiner Studie: Ernährungserhebungen – v. a. auch für Kinder – einfacher und genauer zu machen um wertvolle Informationen zu sammeln, eventuelle Risiken zu erkennen und Gesundheit zu erhalten!

Der Ablauf

Ich bespreche in Ruhe in der Schule mit Ihren Kindern, was und wie genau sie alles fotografieren sollen. Ich zeige einen Film sowie Beispielfotos zur Veranschaulichung und es gibt einen Info-Zettel zur genauen Übersicht. Weiterhin wird zu Beginn für alle eine eigene Probandennummer vergeben, damit die ganz persönlichen Daten auch **anonym** bleiben!

Wenn Sie zustimmen und Ihre Kinder wollen, gehen sie dann eine Woche lang los und dokumentieren täglich alle ihre Mahlzeiten, Snacks und Getränke mit der Kamera – in der Schule, zu Hause und unterwegs.



Nach der Woche sammle ich die Fotodaten der Protokollwoche in der Schule wieder ein. Mithilfe der Bilder Ihrer Kinder kann ich dann ausrechnen und auswerten was genau sie gegessen und getrunken haben.

Nur einige ganz engagierte Eltern würde ich bitten, zusätzlich zu den Fotos, die Ihre Kinder selber machen, an drei bis vier Tagen der Woche das Essen auch abzuwiegen und in ein spezielles Protokollheft einzutragen. Für diese Ausnahme ist dann ein bisschen Mithilfe von Ihnen und den Lehrkräften erwünscht - dafür ergeben sich daraus aber später noch genauere Protokollergebnisse.

Die Kameras

Für Haushalte in denen keine Digitalkamera vorhanden ist, können wir von der Universität aus Leihkameras zur Verfügung stellen. Bei Bedarf dafür bitte unten bei der Zustimmung ankreuzen, dass sie eine benötigen.

Die Belohnung

Ich freue mich, wenn Sie zustimmen, dass Ihre Tochter oder ihr Sohn bei dem Projekt „Foto-Methode“ mitmachen darf und im Dienste der Wissenschaft eine Woche lang Essens-Forscher oder „Food-Reporter“ sein kann!

Natürlich bekommen sie auch ein Dankeschön! Das **geniale Janosch-Nudel-Kochbuch** mit leckeren Rezepten und Ideen gibt es für alle, die mitmachen wollen. Die Kinder von Ihnen, die zusätzlich noch ihr Essen wiegen und aufschreiben, bekommen als Extra auch noch eine passende Janosch-Tasse für die Schule oder zu Hause.

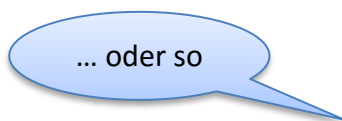
Zusätzlich werden Sie als Eltern von mir eine **persönliche Ernährungs-Auswertung** Ihres Kindes bekommen. Anhand der vielen Fotos kann ich dann nämlich das Ernährungsverhalten abschätzen und sehr genau ausrechnen, was sie gegessen und getrunken haben.

Offen gebliebene Fragen können und sollen gerne jederzeit geklärt werden. Bei der nächsten Besprechung - oder rufen Sie mich einfach an oder schreiben eine Nachricht!

Danke!

Ihre Jana Knies

Arbeit: -----
Privat: -----



Zustimmung Projekt Foto-Methode: „Ja, mein Kind darf mitmachen.“

Bitte auszufüllen und
abgeben bis zum **19.04.!**

Nochmals: Ich freue mich, wenn Sie zustimmen würden, dass Ihre Tochter oder ihr Sohn bei dem Projekt „Foto-Methode“ mitmachen darf.

Auf Sie soll so **keine weitere zeitliche Belastung** zukommen, sondern Ihr Kind soll bewusst ganz selbstständig motiviert in den individuellen alltäglichen Umständen mit der Kamera sein Essen und die Snacks und Getränke fotografieren.

Nur eine kleine Anzahl von Teilnehmerinnen oder Teilnehmern, etwa 10, werde ich darum bitten, zur Überprüfung zusätzlich ein Wiegeprotokoll zu führen, wobei dann Ihre Mithilfe als Eltern erwünscht ist (bitte ankreuzen).

Ihr Kind bekommt natürlich ein Dankeschön für die Teilnahme. Und auch Sie bekommen von mir für Ihre Kooperation eine **persönliche Auswertung** vom Foto-Ernährungsprotokoll Ihrer Tochter oder Ihres Sohnes mit Aufnahme von Nährstoffen, Vitaminen, Mineralstoffen, Flüssigkeit etc. im Vergleich mit den aktuellen Referenzwerten für Kinder der Deutschen Gesellschaft für Ernährung!

Danke,
Ihre Jana Knies (Dipl. oec. troph.)

Bitte ausfüllen und ankreuzen

Ort, Datum:

✓ Ich willige hiermit ein, dass mein Kind _____ an dem Projekt „Foto-Methode“ teilnehmen darf.

✓ Ich wäre u.U. auch damit einverstanden, einige Tage lang mit meinem Kind zusätzlich ein **Wiege-Protokoll** zu führen (Ausnahmefall). Ja Nein

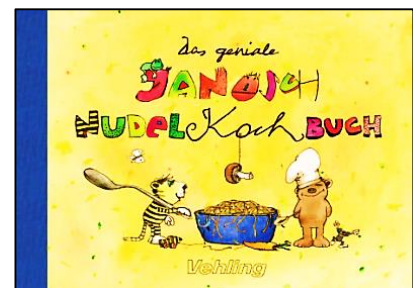
✓ Wir benötigen für die Woche eine **Leihkamera**. Ja Nein

Unterschrift Mutter

Unterschrift Vater

Zustimmung Projekt Foto-Methode:**„Ja, ich will mitmachen!“****Liebes wissenschaftliches Nachwuchstalent!**

- ☺ Hast Du Lust bei dem Foto-Projekt, das ich dir in der Schule beschrieben habe, mitzumachen?
- ☺ Hast du Lust mir zu helfen und dafür für eine Woche mit deiner Kamera wie ein Reporter ganz genau zu fotografieren, was du isst und trinkst?
- ☺ Als Dankeschön für deinen Fleiß und als dein persönliches „Forscher-Gehalt“ bekommst du nach der Woche ein geniales Nudelkochbuch von Janosch mit leckeren Rezepten!
- ☺ Ich freue mich sehr, wenn du mitmachst!!

**Deine Jana Knies**

Bitte ausfüllen

Ja, ich möchte mit Jana an dem Projekt Foto-Methode teilnehmen!
Ich habe Lust für eine Woche jeden Tag mit meiner Kamera Bilder von meinem Essen und Trinken zu machen!

Dein Name

7: Fragebogen für Probanden aus Pilotphase – Methodenvergleich (ff.)

Probandennummer:

**Ernährungserhebung – Methodenvergleich
Fragebogen für die Teilnehmer**

➔ Bitte beantworten Sie alle Fragen möglichst spontan und ehrlich! ⬅
➔ Die Daten werden anonym behandelt! ⬅

1. Welche der drei Methoden hat Ihnen am **besten gefallen**?

- Schätzmethode („Ernährungstagebuch“)
- Wiegemethode („Wiegeprotokoll“)
- Fotomethode

2. Welche der drei Methoden ist am **einfachsten und schnellsten** durchzuführen gewesen?

- Schätzmethode
- Wiegemethode
- Fotomethode

3. Welche der drei Methoden war am **zeitaufwendigsten und schwierigsten**?

- Schätzmethode
- Wiegemethode
- Fotomethode

4. Welche der drei Methoden gibt Ihrer Meinung nach am **zuverlässigsten und umfassendsten** den tatsächlichen Verzehr wieder?

- Schätzmethode
- Wiegemethode
- Fotomethode

5. Welche der drei Methoden beeinflusst Ihrer Meinung nach das gewohnte Verzehrverhalten am wenigsten, d. h. ist **am wenigsten invasiv**?

- Schätzmethode
- Wiegemethode
- Fotomethode

6. Für welche der drei Methoden würden Sie sich entscheiden, wenn sie **nochmals** für eine Woche Ihren täglichen Verzehr dokumentieren sollten?

- Schätzmethode
- Wiegemethode
- Fotomethode

7. War es für Sie aufwendig und/oder schwierig, die **Waage** immer mitzunehmen um den Außer-Haus-Verzehr zu dokumentieren?

- ja
- nein
- ich habe die Waage nicht immer mitgenommen

8. War es für Sie aufwendig und/oder schwierig, die **Protokollhefte** immer mitzunehmen um den Außer-Haus-Verzehr zu dokumentieren?

- ja
- nein
- ich habe die Protokollhefte nicht immer mitgenommen

9. War es für Sie aufwendig und/oder schwierig, Ihre **Digitalkamera bzw. Ihr Fotohandy** immer mitzunehmen um den Außer-Haus-Verzehr zu dokumentieren?

- ja
- nein
- ich habe Kamera/Handy nicht immer mitgenommen

10. Haben Sie mit **einer der drei Methoden** früher aufgehört als mit den anderen, oder haben Sie sie generell ungenauer/unmotivierter ausgeführt?

- nein
- ja, Schätzmethode
- ja, Wiegemethode
- ja, Fotomethode

11. Haben Sie die **komplette Verzehr-Dokumentation** zu einem früheren Zeitpunkt abgebrochen?

- ja
- nein

12. Hatten Sie **Probleme** mit...

- ... der Schätzmethode?

- ... der Wiegemethode?

- ... der Fotomethode?

13. Haben Sie **Verbesserungsvorschläge** für ...

- ... die Schätzmethode?

- ... die Wiegemethode?

- ... die Fotomethode?

Vielen Dank für Ihre Teilnahme am Projekt!

8: Fragebogen für Probanden aus Phase 1 – Foto-Methode

Klasse:

Probandennummer:

Die Foto-Methode

Wie hat es euch gefallen?

☺ Bitte ganz ehrlich antworten ☺

☺ Eure Antworten werden anonym behandelt ☺

1. Wie hat Euch die Foto-Methode gefallen?

- sehr gut
- gut
- nicht so gut
- gar nicht

2. Würdet ihr nochmal an so einem Foto-Projekt teilnehmen?

- ja
- nein

3. War es manchmal schwer daran zu denken, vorm Essen ein Foto zu machen?

- nein, gar nicht
- ja

Und in welcher Situation:

4. War es für euch schwierig, die Kamera immer mitzunehmen?

- nein
- ja
- ich habe die Kamera oft vergessen

5. Habt ihr auch eure Getränke fotografiert?

- ja
- oft vergessen
- nein, gar nicht

9: Fragebogen für Probanden aus Phase 2 und 3 – Foto-Methode

Klasse:

Probandennummer:

Fragebogen Foto-Methode

✓ Bitte ehrlich antworten → alles anonym!

1. Womit habt Ihr die Fotos gemacht?

- a. Kamera
- b. Smartphone/Handy
- c. mit beidem

2. Wie hat Euch die Foto-Methode gefallen?

- sehr gut
- gut
- nicht so gut
- überhaupt nicht

3. Würdet ihr nochmal an so einem Projekt teilnehmen?

- ja
- nein

4. War es manchmal schwer daran zu denken, vorm Essen ein Foto zu machen?

- nein
- ja, besonders in folgender Situation:

5. Habt Ihr Eure normalen Ess-Gewohnheiten während der Woche verändert?

- nein
- ja

6. War es für euch schwierig, Kamera/Smartphone immer mitzunehmen?

- nein
- ja

7. Habt ihr auch eure Getränke fotografiert?

- ja
- oft vergessen
- nein, gar nicht

10: Beispiele für Foto-Auswertungen in Pilotphase, Auswerterinnen 1 bis 3

PROBANDENNUMMER: 038

Aufnahmedatum/-zeit	Art des Lebensmittels/Getränkes	Geschätzte Menge
03.05. 11:37	Wasser	1,5 l ✓
12:25	Kumperrüsti + Milch 1,5l	90g ✓ 142g ✓ 85g + 150g
12:26	Kaffee mit Milch	250g 254g ✓
16:50	Reispfanne mit Gemüse	290g 310g
17:05	Kaffee mit Milch	250g ✓
17:11	Stracciatella Eis	60g ✓
20:21	Weißwein	130g x 4 = 520g 500g
04.05. 13:22	Kaffee + Milch	290g 246g
13:22	Kumperrüsti + Milch	127g + 172g 90g + 160g
14:27	Kinderschokolade	12g ✓
14:37	Wasser	1,5 l ✓
16:24	Reis mit Gemüse	270g 300g
19:40	Kaffee + Milch ?	250g ✓
21:15	Zucchinisalad Feta, Oliven, Tomaten, etc	190g (240 + 20g) 362g !!
21:16	Toast mit Jauda	45g ✓
21:23	Toast	25g 23g
21:51	Cappuccino	250g 190g
22:56	Weißwein	150g ✓
05.05. 01:36	Wasser	1,5 l 600ml
13:48	Orangensaft	320g 250g
13:53	Gabelbrötchen + Jauda	58g + 41g 65g + 33g
14:02	Rührei mit Tomaten	140g 100g !

PROBANDENNUMMER: 038 28.5.12

zeit	Art des Lebensmittels/Getränkes	Geschätzte Menge
11	Mineralwasser	1500 ml ✓
12:25	Nügli + Milch	90g ! 142g 65g + 125 ml
2:26	Cappuccino	290 g 254g
6:52	Reispfanne (Teller)	320 g 310g ✓
7:05	Cappuccino	280 g 250g
7:11	Stracciatella - Eis	45g 60g
8:21	Weißwein	200 ml 500ml 4 Bilder
8:21	Cappuccino	250g 246g ✓
3:22	Nügli + Milch	127g + 172ml ! 80g + 145 ml
4:32	Kinder - Riegel (klein)	12g ✓
4:37	Mineralwasser	1500 ml ✓
6:24	Reispfanne (Teller)	300g ✓
9:40	Kaffee	400 ml 250g Foto näher Bild
21:15	Salat mit Feta-Käse	120g 362g !! 110g + 250g
21:16	Toast + Käse	65g 44g
11:23	Toast	25g 23g ✓
21:31	Nachschlag Salat	110g s.o.
21:51	Cappuccino	280g 190g
2:56	Weißwein	200 ml 150g Foto näher Bild
11:36	Leitungswasser	1500 ml 600ml Foto näher Bild
3:48	Orangensaft	300 ml 250g
3:53	Brötchen + Käse	50g + 40g 58g ! + 41g

PROBANDENNUMMER: 038

Art des Lebensmittels/Getränkes	Geschätzte Menge
Mineralwasser	1500ml ✓
Kumperrüsti + Milch	90g !! 142g 270g + 104g = 374g
Kaffee + Milch	269g 254g
Gemüsepfanne + Reis + Bruch	310g + 15g = 325g 310g ✓
Kaffee + Milch	273g 248g
Eis Kugel (Stracciatella)	37g 60g
Whipcrem, Schokolade, Gummibärchen	ca. 4x 125g
Kaffee + Milch	275g 246g
Müli + Milch	127g ! 172g ! 200g + 95g = 295g
Kinderriegel	12g ✓
Mineralwasser	1500ml ✓
Gemüse - Reis - Pfanne + Bruch	298g + 15g = 313g 300g ✓
Kaffee	? 250g
Feta + Salat (Oliven, Paprika, Zwiebel)	90g + 103g = 193g 362g = 100g + Nachschlag = 293g
Käse + (Butter?) + Toast	14g + 5g + 9g = 28g 47g !!
Toastbrot	10g 24g !
Latte Macchiato? Milch-Kaffee	269g 190g Kaffee aufgebauert
Whipcrem	400ml 150ml !
Leitungswasser	1500ml ✓
Orangensaft + Eiswürfel	267g 250g
Käse + Brötchen	41g + 58g 30g + 68g
Rührei + Tomate	91g 100g ✓

11: Beispiel für Ergebnis einer Fotoprotokoll-Auswertung (Screenshot DGE-PC)

Klienten

Klienten verwalten | Klienten-daten | Verzehrs-protokoll | Plan für Klient | Analyse

Verzehrsprotokoll: Klient: C 21 800 0001 Herr M. R. 7 Tage, 1 Person

T	K	A	G	I	
B	LS	B	7	82000	Fladenbrote
B	LS	C	3	59032	Reis parboiled gekocht
B	LS	Y	5	69412	Hühnerfrikassee (Standardrezeptur)
B	LS	N	7	10600	Früchtetee mit Zucker (Getränk)
B	LS	X	0	31240	Weißbrot mit Butter und Schnittkäse (4)
B	LS	Q	6	00000	Butter und Erzeugnisse
B	LS	M	4	00000	Schnittkäse
B	LS	M	7	10000	Frischkäse
B	LS	G	5	20100	Gurke roh
B	LS	G	5	40100	Paprikaschoten roh
B	LS	N	1	20000	Natürliches Mineralwasser
B	LS	F	3	10000	Weintrauben
B	LS	F	1	10100	Apfel roh
B	LS	S	3	61000	Gummibonbon mit Fruchtessenz
B	LS	S	5	38300	Vollmilchschokolade gefüllt mit Vanille-Fruchtcreme
B	LS	N	2	56000	Apfelsaftschorle
B	LS	X	2	05450	Paprika-Tomaten-Salat mit Dressing (5)
B	LS	G	1	30100	Rucola roh
B	LS	H	5	20802	Oliven schwarz gesäuert abgetropft
B	LS	Y	5	62032	Hähnchenbrustfilets gebraten (3)
B	LS	B	1	63000	Vollkornbrot-Weizen/Roggenvollkornschrottoastbrot
B	LS	F	1	10600	Apfel Fruchtsaft (Ohne Zuckerzusatz)
B	LS	G	5	60100	Tomaten roh
B	LS	W	2	34000	Fleischwurst
B	LS	F	6	06000	Mandarine, Clementine
B	LS	S	8	30000	Müsl-Riegel
B	LS	W	1	40000	Salami
B	LS	B	6	01000	Knäckebrot
B	LS	B	5	07800	Brötchen mit Milcheiweiß
B	LS	C	5	35300	Schoko Chips angereichert mit 7 Vitaminen Calcium und Eisen
B	LS	M	1	10200	Trinkmilch 1,5% Fett
B	LS	B	7	81200	Baguette
B	LS	S	1	45000	Nuss-Nougat-Creme süß
B	LS	G	9	35900	Tomatensuppe Konserven
B	LS	M	1	74800	Crème/Schmand 30 % Fett
B	LS	D	0	11000	Backerbsen
B	LS	D	0	41000	Erdnusflips
B	LS	H	3	10000	Kürbiskern
B	LS	N	0	19000	Eistee mit Zitronengeschmack gesüßt
B	LS	X	4	90263	Kürbissuppe scharf mit Sahne (6)

Inhaltsstoffe für Klient C 21 800 0001 über einen Tag, M. R.

Inhaltsstoffe | Energiekreis | Zutaten

Menge / 2,4 kg

Inhaltsstoff	Menge
Energie	1760 kcal
Fett	85,4 g
Kohlenhydrate	184 g
Proteinheiten	15,3 BE
Eiweiß	60,8 g
Wasser	2,03 kg
Retinoläquivalent	1 mg
Vitamin A (Retinol)	648 µg
β-Carotin	2,13 mg
Vitamin D (Calciferol)	1,04 µg
Vitamin E (Tocopherol)	9,27 mg
Vitamin K	69,2 µg
Vitamin B1 (Thiamin)	1,11 mg
Vitamin B2 (Riboflavin)	1,26 mg
Niacinäquivalent	23,9 mg
Pantothensäure	4,38 mg
Vitamin B6 (Pyridoxin)	1,4 mg
Biotin	32 µg
Gesamte Folsäure	231 µg
Vitamin B12 (Cobalamin)	3,12 µg
Vitamin C (Ascorbinsäure)	152 mg
Natrium	2,28 g
Kalium	2,07 g
Calcium	961 mg
Magnesium	281 mg
Phosphor	1 g
Chlor	3,39 g
Eisen	9,86 mg
Zink	8,29 mg
Kupfer	1,24 mg
Mangan	4,45 mg
Fluoride	917 µg
Jod	65,9 µg
Ballaststoffe	17,1 g
Saccharose (Rübenzucker)	35 g
Cholesterin	223 mg
Alkohol	141 mg
Gesättigte Fettsäuren	42,4 g
n-3 Fettsäuren	1,03 g
n-6 Fettsäuren	9,14 g

Eine Person
 Ein Tag
 Eine Person und ein Tag

pro 100 g
 pro Gesamt
 g
 Umrechnen

Nullwerte
 Konfiguration

Schließen Kopieren Druck Hilfe

LS-Erweiterungen

Sichern, Datenimport, Rücksichern, Konfiguration

Beenden Hilfe

	B	Anz.	Einheit	P.G. [g]	Menge [g]
	3	1,8		50,0	90,0
	3	1,1		180,0	195,0
	3	0,1		350,0	45,0
	3	18,8		100,0	1880,0
	3	2,0		80,0	160,0
	3	3,6		20,0	72,0
	3	7,2		30,0	215,0
	3	2,8		30,0	84,0
	3	0,6		150,0	95,0
	3	1,2		150,0	177,0
	3	32,9		200,0	6570,0
	3	2,0		125,0	253,0
	3	1,7		125,0	209,0
	3	3,3		15,0	50,0
	3	2,8		20,0	56,0
	3	2,4		200,0	470,0
	3	0,4		150,0	60,0
	3	0,7		100,0	70,0
	3	1,0		20,0	20,0
	3	0,6		250,0	150,0
	3	10,9		30,0	327,0
	3	1,1		200,0	210,0
	3	5,9		80,0	472,0
	3	0,7		125,0	86,0
	3	3,6	Stück	40,0	142,0
	3	1,7		25,0	42,0
	3	2,3		30,0	70,0
	3	1,6		10,0	16,0
	3	1,8		45,0	80,0
	3	4,4		30,0	133,0
	3	3,3	Gläser	200,0	655,0
	3	2,5		30,0	75,0
	3	1,8		20,0	35,0
	3	0,9		350,0	305,0
	3	0,6		25,0	15,0
	3	0,1		100,0	10,0
	3	0,8		25,0	20,0
	3	1,0		20,0	20,0
	3	1,5		200,0	300,0
	3	0,9		350,0	320,0

12: Beispiel für detaillierte Tabelle zur Fotoprotokollauswertung (Pilotphase II), getrennt nach Auswertern, mit Höhe und Richtung der Abweichungen (Screenshot)

Abschätzungen_P_018.xlsx - Microsoft Excel

1	Proband 018		10.05.2012		21.05.2012		08.05.2012					
2	Datum/Zeit	Art LM/Getränk	Menge	Schätzung A1	Abweichung in g	Abweichung in %	Schätzung A2	Abweichung in g	Abweichung in %	Schätzung A3	Abweichung in g	Abweichung in %
4	11.04.12, 09:15	Vollkornbrot	40	50	10	25	45	5	13	65	25	63
5		Kräuterfrischkäse	14	20	6	43	10	-4	-29	5	-9	-64
6		Margarine	2	-		-100	-		-100	-		-100
7	09:19	Wasser mit Saft	192	210	18	9	175	-17	-9	270	78	41
8	09:22	Apfel	188	140	-48	-26	142	-46	-24	134	-54	-29
9	12:54	Duplo Ferrero	18	18	0	0	20	2	11	18	0	0
10	17:55	Wurst-Käse-Salat	152	150	-2	-1	175	23	15	350	198	130
11	18:07	Vollkornbrot	42	50	8	19	45	3	7	65	23	55
12		Margarine	2	5	3	150	5	3	150	10	8	400
13		Ei	58	55	-3	-5	50	-8	-14	48	-10	-17
14	18:13	Tomaten	52	50	-2	-4	52	0	0	52	0	0
15	19:49	Bier	400	500	100	25	300	-100	-25	500	100	25
16		Bier	400	-			300	-100	-25	-		
17	12.04.12, 07:00	Vollkornbrot	42	50	8	19	45	3	7	65	23	55
18		Kräuterfrischkäse	14	20	6	43	10	-4	-29	5	-9	-64
19		Tomaten	46	50	4	9	52	6	13	52	6	13
20	13:23	Salat mit Vinaigrette	264	200	-64	-24	200	-64	-24	200	-64	-24
21	13:35	Joghurt + Rote Grütze	440	380	-60	-14	420	-20	-5	320	-120	-27
22	18:16	Vollkornbrot	40	50	10	25	45	5	13	65	25	63
23		Margarine	4	5	1	25	5	1	25	10	6	150
24		Hering in Tomate	49	85	36	73	75	26	53	150	101	206
25		Ei	58	58	0	0	50	-8	-14	48	-10	-17
26	21:03	Schoko-Osterhase	20	20	0	0	125	105	525	100	80	400
27	13.04.12, 08:35	Vollkornbrot	40	50	10	25	45	5	13	65	25	63
28		Margarine	2	-		-100	-		-100	-		-100
29		Frischkäse	14	22	8	57	10	-4	-29	5	-9	-64
30	12:34	Nudeln mit Tomatenpesto	304	410	106	35	220	-84	-28	304	0	0
31	12:43	Joghurt + Rote Grütze	390	360	-30	-8	400	10	3	320	-70	-18
32	14:20	Apfel	180	150	-30	-17	142	-38	-21	134	-46	-26
33	19:09	Vollkornbrot	34	35	1	3	28	-6	-18	60	26	76
34		Butter	2	4	2	100	4	2	100	10	8	400

13: Beispiele für Tabellen mit lebensmittelspezifischen Abweichungen (Screenshot)

The image displays two side-by-side Excel spreadsheets. The left spreadsheet, titled 'Z30', shows deviation data for margarine and butter across three categories (A1, A2, A3). The right spreadsheet, titled 'M30', shows deviation data for various breads and rolls across three categories (A1, A2, A3). Both spreadsheets use color-coding to indicate the magnitude of deviations.

Z30								
Proband	Art Streichfett	A1		A2		A3		Anmerkung
		g	%	g	%	g	%	
P_018	Margarine	-2	-100	-2	-100	-2	-100	
	Margarine	3	150	3	150	8	400	
	Margarine	1	25	1	25	6	150	
	Margarine	-2	-100	-2	-100	-2	-100	
	Butter	2	100	2	100	8	400	
	Butter	-2	-33	-2	-33			
	Butter	1	33	2	67	2	67	
	Margarine	2	100	-2	-100	-2	-100	
		0	22	0	1	3	102	
		g	%	g	%	g	%	
P_031	Butter	2	100	3	150	8	400	Butter von
	Butter	0	0	-2	-100	-2	-100	
	Butter	4	200	8	400	18	900	
	Butter	3	150	3	150	8	400	
	Butter	4	200	-2	-100	6	300	
	Butter	2	50	6	150	6	150	
	Butter	0	0	5	100	6	120	
		2	100	3	107	7	310	

M30								
Proband	Art Brot/Brötchen	A1		A2		A3		Anmerkung
		g	%	g	%	g	%	
P_018	Vollkornbrot	10	25	5	13	25	63	
	Vollkornbrot	8	19	3	7	23	55	
	Vollkornbrot	8	19	3	7	23	55	
	Vollkornbrot	10	25	5	13	25	63	
	Vollkornbrot	10	25	5	13	25	63	
	Hafervollkornbrot	1	3	-6	-18	25	76	
	Brötchen hell	0	0	0	0	5	8	
	Pizzabrot	101	171	41	69	41	69	Foto fe
	Hafervollkornbrot	3	9					
	Hafervollkornbrot	5	17	8	27	30	100	
	Hafervollkornbrot	11	46	16	67	11	46	
	Körnerbrot	-12	-23	-7	-13	-17	-33	
	Körnerbrot	-16	-29	-11	-20	9	16	
	Körnerbrot	0	0	5	13			
		10	22	5	14	19	48	
		g	%	g	%	g	%	
P_031	Dinkel-Malzbrötchen	8	10	-12	-15	19	23	
	Sonnenblumenvollkornbrot	-5	-13	-10	-25	-12	-30	
	Sonnenblumenvollkornbrot	-5	-13	-10	-25	-12	-30	
	Graubrot getoastet	12	25	22	46	-11	-23	
	Brötchen hell	-4	-6	-16	-25	-4	-6	
	Sonnenblumenvollkornbrot	26	59	26	59	12	27	
	Mehrkornbrot	-20	-22	-30	-33	-37	-41	
	Mehrkornbrot	-26	-27	-36	-38	-35	-36	
	Mehrkornbrot	-3	-8	-8	-21	-10	-26	
	Mehrkornbrot	-4	-10	-9	-23	-7	-18	
	Mehrkornbrot	-22	-24	-32	-35	-31	-34	

14: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Probanden beider Geschlechter der Phase 1 (n = 46)

	Einheit	Mittelwert (\pm SD)	Median (P10 – P90)
Energie	kcal	1527,8 (270,8)	1510,0 (1250,0 – 1970,0)
Energie	MJ	6,6 (1,1)	6,3 (5,2 – 8,2)
Energiedichte	kcal/g	1,0 (0,2)	1,0 (0,8 – 1,2)
Fett	g	58,9 (11,7)	58,6 (44,1 – 74,9)
Fett*	EN-%	33,8 (4,5)	34,4 (27,7 – 38,9)
Protein	g	50,4 (10,4)	48,8 (38,5 – 62,1)
Protein*	EN-%	12,8 (1,6)	12,8 (10,9 – 14,8)
Kohlenhydrate	g	205,5 (44,0)	198,0 (152,0 – 257,0)
Kohlenhydrate*	EN-%	52,1 (4,8)	51,6 (46,2 – 59,6)
Ballaststoffe	g	14,4 (3,8)	14,1 (10,5 – 18,9)
Cholesterol	mg	191,0 (63,9)	185,0 (120,0 – 272,0)
Wasser	ml	1279,1 (411,5)	1205,0 (920,0 – 1780,0)
Vitamin A**	mg RÄ	0,7 (0,3)	0,6 (0,4 – 1,0)
Vitamin D	μ g	1,2 (0,4)	1,2 (0,7 – 1,7)
Vitamin E	mg	7,8 (2,7)	7,3 (4,8 – 11,0)
Thiamin (B ₁)	mg	1,0 (0,3)	0,9 (0,6 – 1,4)
Riboflavin (B ₂)	mg	1,1 (0,4)	1,1 (0,7 – 1,5)
Pyridoxin (B ₆)	mg	1,1 (0,4)	1,0 (0,8 – 1,6)
Folat**	μ g FÄ	155,8 (40,2)	150,5 (114,0 – 199,0)
Niacin**	mg NÄ	18,8 (4,9)	18,3 (14,1 – 24,8)
Cobalamin (B ₁₂)	μ g	3,0 (1,0)	2,9 (2,0 – 4,2)
Biotin	μ g	34,5 (14,6)	31,2 (20,4 – 55,0)
Vitamin C	mg	80,5 (52,3)	69,3 (42,7 – 129,0)
Natrium	g	1,9 (0,5 – 1,8)	1,8 (1,4 – 2,6)
Kalium	g	1,9 (0,5)	1,8 (1,4 – 2,5)
Calcium	mg	647,5 (208,4)	619,5 (426,5 – 911,5)
Magnesium	mg	226,2 (58,9)	213,5 (165,5 – 295,0)
Phosphor	mg	826,1 (185,3)	842,0 (660,0 – 1085,0)
Eisen	mg	9,1 (3,5)	8,1 (5,8 – 12,7)
Zink	mg	6,9 (1,5)	6,9 (5,2 – 8,5)
Jod***	μ g	60,2 (19,8)	55,7 (36,6 – 81,5)

* EN-%: Prozent der täglichen Energiezufuhr

** RÄ: Retinoläquivalent, FÄ: Folatäquivalent, NÄ: Niacinäquivalent

*** Jodsatz/mit Jodsatz hergestellte LM sind nicht erfasst (Grundlage BLS 3.01)

15: Tägliche Zufuhr von Energie und anderen Nahrungsinhaltsstoffen für Probanden beider Geschlechter der Phase 2 (n = 49)

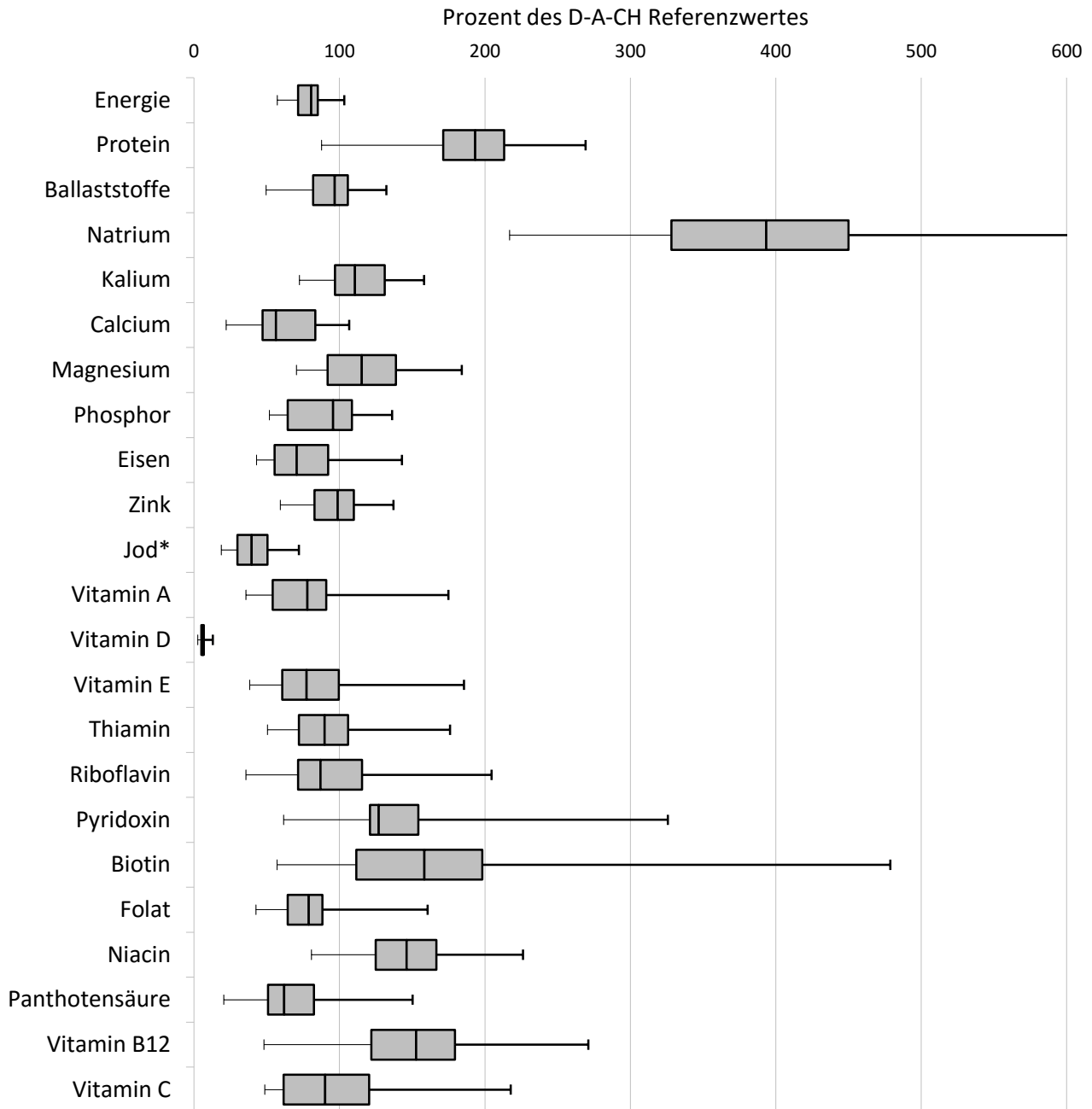
	Einheit	Mittelwert (\pm SD)	Median (P10 – P90)
Energie	kcal	1836,5 (323,6)	1830,0 (1420,0 – 2312,0)
Energie	MJ	7,7 (1,4)	7,7 (5,9 – 9,7)
Energiedichte	kcal/g	1,0 (0,2)	1,0 (0,8 – 1,2)
Fett	g	71,7 (15,0)	72,8 (55,9 – 90,9)
Fett*	EN-%	35,2 (4,5)	36,1 (28,4 – 40,7)
Protein	g	60,1 (10,9)	60,7 (45,2 – 74,0)
Protein*	EN-%	13,2 (1,9)	13,3 (11,0 – 15,6)
Kohlenhydrate	g	232,6 (49,9)	235,0 (166,6 – 309,4)
Kohlenhydrate*	EN-%	50,5 (4,9)	49,8 (44,3 – 57,9)
Ballaststoffe	g	16,7 (4,2)	16,3 (11,5 – 21,7)
Cholesterol	mg	258,2 (95,6)	248,0 (157,6 – 358,0)
Wasser	ml	1481,1 (320,9)	1450,0 (1056,0 – 1902,0)
Vitamin A**	mg RÄ	0,8 (0,4)	0,7 (0,4 – 1,4)
Vitamin D	μ g	1,6 (0,8)	1,6 (0,8 – 2,5)
Vitamin E	mg	9,3 (3,4)	9,2 (5,9 – 14,5)
Thiamin (B ₁)	mg	1,2 (0,5)	1,1 (0,8 – 1,6)
Riboflavin (B ₂)	mg	1,3 (0,4)	1,2 (0,9 – 1,8)
Pyridoxin (B ₆)	mg	1,4 (0,6)	1,2 (0,8 – 1,9)
Folat**	μ g FÄ	199,3 (76,6)	189,0 (125,6 – 282,6)
Niacin**	mg NÄ	23,3 (6,1)	23,3 (15,9 – 30,4)
Cobalamin (B ₁₂)	μ g	3,4 (1,2)	3,3 (2,0 – 4,9)
Biotin	μ g	47,4 (34,5)	37,9 (25,9 – 71,6)
Vitamin C	mg	103,5 (89,1)	74,5 (38,5 – 183,3)
Natrium	g	2,3 (0,6)	2,3 (1,6 – 3,0)
Kalium	g	2,1 (0,5)	2,1 (1,5 – 2,8)
Calcium	mg	699,2 (173,8)	715,0 (463,4 – 913,6)
Magnesium	mg	261,3 (71,0)	257,0 (172,8 – 346,4)
Phosphor	mg	1010,4 (182,9)	1030,0 (762,4 – 1254,0)
Eisen	mg	11,4 (7,3)	10,4 (7,3 – 13,4)
Zink	mg	9,1 (6,0)	8,0 (6,3 – 10,2)
Jod***	μ g	70,1 (21,8)	66,1 (42,4 – 93,4)

* EN-%: Prozent der täglichen Energiezufuhr

** RÄ: Retinoläquivalent, FÄ: Folatäquivalent, NÄ: Niacinäquivalent

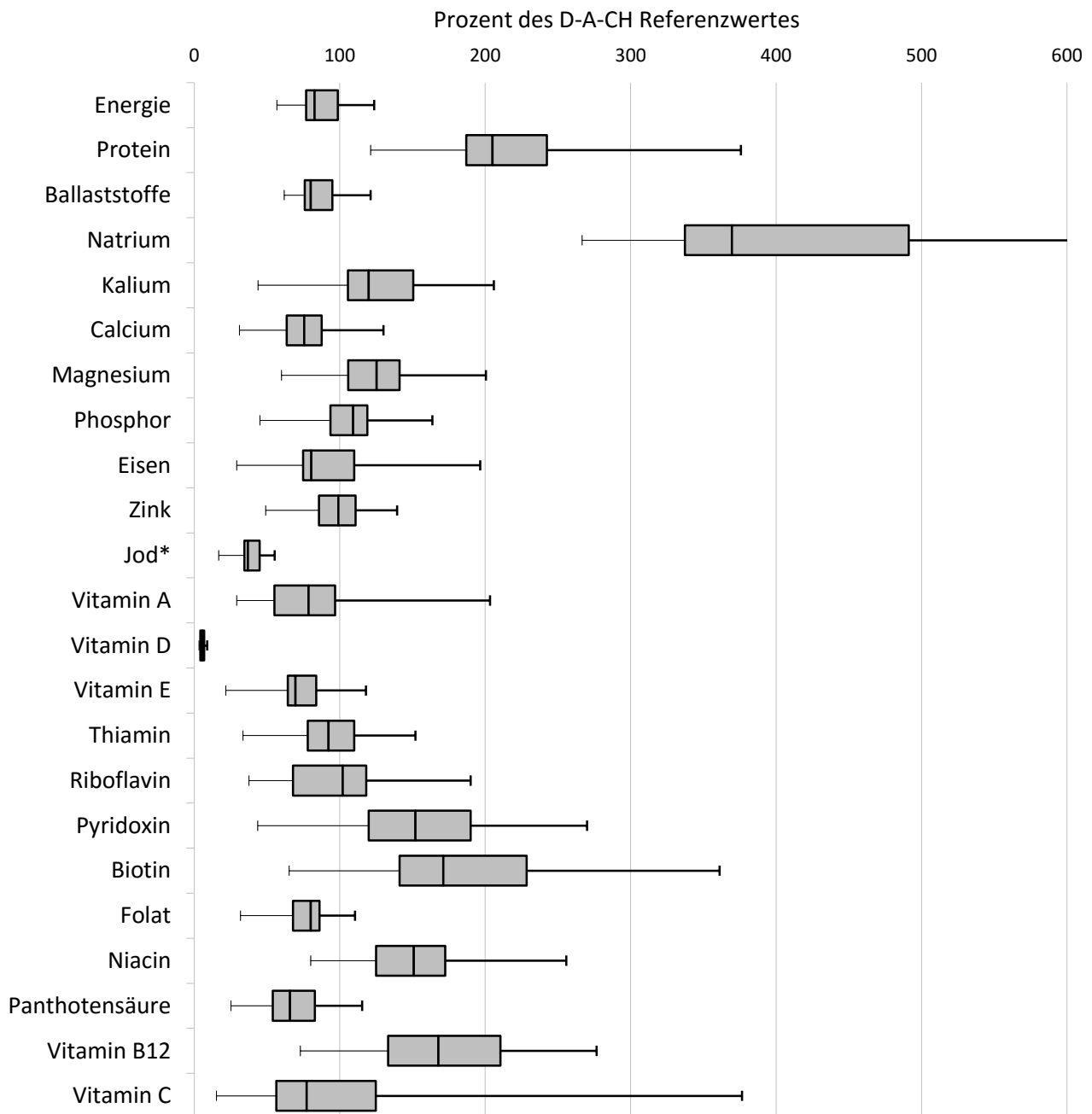
*** Jodsatz/mit Jodsatz hergestellte LM sind nicht erfasst (Grundlage BLS 3.01)

16: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen aus Phase 1 (Ø 9 J., n = 29) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum



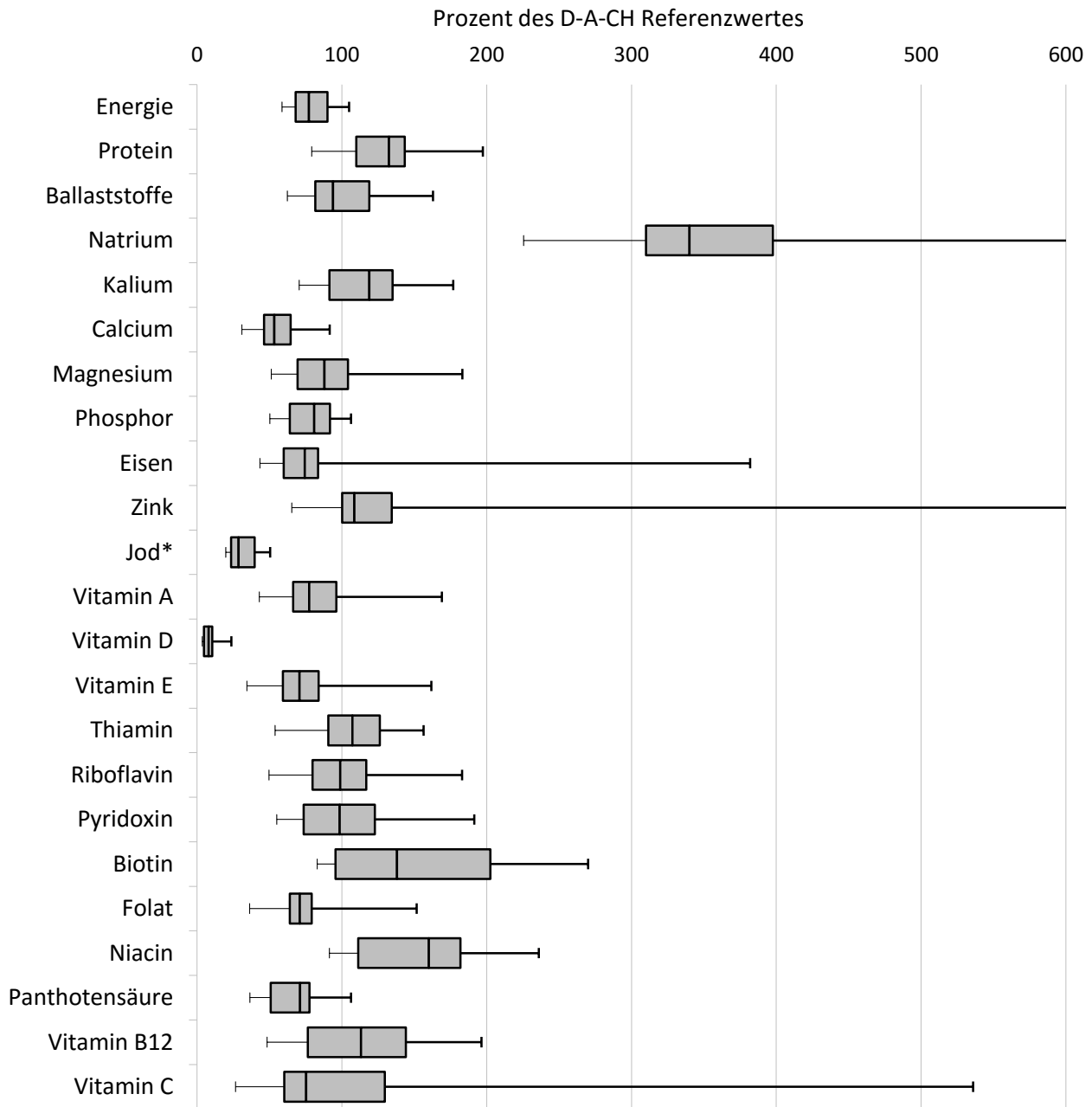
* ohne Erfassung von Jodsalz oder mit Jodsalz angereicherten LM

17: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Jungen aus Phase 1 (Ø 9 J., n = 17) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum



* ohne Erfassung von Jodsalz oder mit Jodsalz angereicherten LM

18: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Mädchen aus Phase 2 (Ø 13 J., n = 20) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum



* ohne Erfassung von Jodsalz oder mit Jodsalz angereicherten LM

19: Energie- und Nährstoffzufuhr bei Jungen aus Phase 2 (Ø 13 J., n = 29) im Vergleich zu den D-A-CH-Referenzwerten (Stand 2015); Median, Interquartilbereich und Minimum/Maximum

