

Universität Potsdam
Studiengang Ernährungswissenschaft

Diplomarbeit
zur Erlangung des Grades
„Diplom-Ernährungswissenschaftlerin“

**Die relative Validität des
DEGS-Ernährungsfragebogens**

vorgelegt von:

Friederike Kube

Erstgutachter: Prof. Dr. Heiner Boeing,

Deutsches Institut für Ernährungsforschung und Universität Potsdam

Zweitgutachter: Dr. Gert Mensink,

Robert Koch-Institut, Berlin

Berlin, Oktober 2009

Inhaltsverzeichnis

<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>IV</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>V</i>
<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	<i>VI</i>
<i>1. Einleitung</i>	<i>1</i>
1.1 Einführung ins Thema	1
1.2 Ziel und Aufbau der Arbeit	4
<i>2. Theoretischer Hintergrund</i>	<i>5</i>
2.1 Food Frequency Questionnaire (FFQ) und 24-hour dietary recall (24HR)	5
2.2 Validierung von Ernährungserhebungsmethoden	10
2.3 Betrachtung der Fehlerstruktur der beiden Methoden	14
2.4 Hintergründe zu DEGS und dem validierten Ernährungsfragebogen	19
<i>3. Methoden</i>	<i>22</i>
3.1 Studiendesign	22
3.2 Datenaufarbeitung	23
3.3 Statistische Analysen	25
3.4 Speziellere Untersuchungsaspekte	29
3.5 Weitere, mögliche Analyseansätze anderer Arbeitsgruppen	30
<i>4 Ergebnisse</i>	<i>32</i>
4.1 Definition der Studienpopulation	32
4.2 Deskriptive Analysen	35
4.2.1 Analyse der Korrelationskoeffizienten	35
4.2.2 Vergleich der Mittelwerte, Standardabweichungen und Mediane	37
4.2.3 Regressionsanalysen der Lebensmittelübergruppen	40
4.2.4 Ranking	42
4.2.5 Bland-Altman-Plots	45

4.3	Speziellere Untersuchungsaspekte	48
5	<i>Diskussion</i>	52
5.1	Bewertung der Ergebnisse	52
5.2	Studienpopulation	57
5.3	Ernährungserhebungsmethoden	57
5.4	Statistische Analysen	59
5.5	Schlussfolgerungen	60
6	<i>Zusammenfassung:</i>	61
7	<i>Summary</i>	62
8	<i>Literatur:</i>	X
9	<i>Anhang:</i>	XIV

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der Missings für die Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen _____	24
Tabelle 2: Zuordnung der Lebensmittel zu Lebensmittelgruppen _____	25
Tabelle 3: Alterscharakteristika _____	32
Tabelle 4: Vergleich der Altersstruktur in der Studienpopulation und der Gesamtbevölkerung Deutschlands _____	32
Tabelle 5: Häufigkeiten und Prozent der 24HR in Abhängigkeit des Zeitabstandes zum FFQ _____	34
Tabelle 6: Korrelation zwischen FFQ und 24HR _____	36
Tabelle 7: Mittelwerte (MW) mit STD und Median von FFQ, 24HR und deren Differenz (FFQ - 24HR) _____	38
Tabelle 8: Regressionskoeffizienten der Lebensmittelüberguppen _____	40
Tabelle 9: Grenzwerte im Vergleich mit Mittelwert (MW) und STD _____	42
Tabelle 10: Übereinstimmung bei FFQ und 24HR bzgl. der Einteilung in Quartile _____	43
Tabelle 11: Übereinstimmung bei FFQ und 24HR bzgl. der Einteilung in Quartile für die Lebensmittelüberguppen _____	43
Tabelle 12: Gruppierung der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen (kursiv die Lebensmittelüberguppen) nach gewichtetem kappa - Wert _____	44
Tabelle 13: Portionsangaben für die Lebensmittelgruppen des DEGS-FFQ _____	XV
Tabelle 14: Schema der verwendeten Verzehrshäufigkeiten bei Mehrfachantwort _____	XVI
Tabelle 15: Vergleich der Differenzmittelwerte (FFQ - 24HR) mit STD und Median für Männer und Frauen _____	XXI
Tabelle 16: Korrelationskoeffizienten in den vier Altersgruppen _____	XXII
Tabelle 17: Mittelwerte (MW), STD, Mediane für die Differenzen (FFQ – 24HR) für die einzelnen Altersgruppen _____	XXIV
Tabelle 18: Korrelationskoeffizienten in den Zeitgruppen _____	XXVI
Tabelle 19: Mittelwerte (MW), STD und Mediane für die Lebensmittelüberguppen der einzelnen Zeitgruppen _____	XXVIII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der BMI-Verteilung in der Studienpopulation der DEGS-Validierung (links, n=82) und der Studienpopulation der NVS II (rechts, n=6117) für die Männer im Alter von 20 bis >70 Jahre _____	33
Abbildung 2: Vergleich der BMI-Verteilung in der Studienpopulation der DEGS-Validierung (links, n=79) und der Studienpopulation der NVS II (rechts, n= 7090) für die Frauen im Alter von 20 bis >70 Jahre _____	34
Abbildung 3: Regressionsanalyse für Kaffee _____	41
Abbildung 4: Bland-Altman-Plot für Milch, Mittelwert auf der x-Achse, Differenz auf der y-Achse _____	45
Abbildung 5: Bland-Altman-Plot für Wasser, Mittelwert auf der x-Achse, Differenz auf der y-Achse _____	46
Abbildung 6: Bland-Altman-Plot für Brot/Cerealien, Mittelwert auf der x-Achse, Differenz auf der y-Achse _____	46
Abbildung 7: Bland-Altman-Plot für süßer Brotaufstrich Mittelwert auf der x-Achse, Differenz auf der y-Achse _____	47
Abbildung 8: Darstellung der geschlechtsspezifischen Korrelation für die einzelnen Lebensmittelgruppen _____	49
Abbildung 9: Beispielfrage aus dem DEGS-Ernährungsfragebogen _____	XIV
Abbildung 10: Ausgewählte Verteilungskurven der 24HR für Fastfood, Fleisch, Kartoffeln, Reis/Nudeln, Tee und Wasser (respektive) stellvertretend für die übrigen Lebensmittel, bei denen die Werte ähnlich, nicht-normal verteilt sind (MU - Mittelwert, Sigma -STD) _____	XVII
Abbildung 11: Ausgewählte Verteilungskurven der FFQs für Fruchtsaft, gegartes Gemüse, Obst, Vollkornbrot und Wasser (respektive) stellvertretend für die übrigen Lebensmittel, bei denen die Werte ähnlich, nicht-normal verteilt sind (MU - Mittelwert, Sigma -STD) _____	XVIII
Abbildung 12: Ausgewählte Regressionsgraphen von Milchprodukte, Getränke und Fleisch (respektive) _____	XIX
Abbildung 13: Ausgewählte Regressionsgraphen von Obst, Gemüse und Süßes (respektive) _____	XX

Abkürzungsverzeichnis

BGS98	Bundesgesundheitsurvey 1998
BMI	Body Mass Index
CAPI	Computer Assisted Personal Interviewing
DEGS	Studie zur Gesundheit der Erwachsenen in Deutschland
DISHES	Dietary Interview Software for Health Examination Studies
EFCOVAL	European Food Consumption Validation
EPIC	European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition
EPIC-Soft	im Rahmen von EPIC entwickelte Software zur Durchführung von 24HR
EsKiMo	Ernährungsstudie als KiGGS-Modul
FFQ	Food Frequency Questionnaire
IDAMES	Innovation of Dietary Assessment Methods for Epidemiological Studies and Public Health
KiGGS	Kinder- und Jugendgesundheitsurvey
NEMONIT	Nationales Ernährungsmonitoring
NVS	Nationale Verzehrsstudie
RKI	Robert Koch-Institut
24HR	24-hour dietary recall

1. Einleitung

1.1 Einführung ins Thema

Ernährung und Ernährungsgewohnheiten spielen eine wichtige Rolle für den Gesundheitszustand und das Wohlbefinden der Menschen. Untersuchungen auf diesem Gebiet liefern neue Ansätze für die Forschung im Bereich der Ernährungswissenschaften und sind nicht zuletzt ein relevantes Thema für die Gesundheitspolitik. In den letzten Jahren hat sich die Zahl derjenigen, die unter sogenannten „Wohlstandskrankheiten“ wie Diabetes Typ II, Übergewicht, Adipositas, Herz-Kreislauf Erkrankungen oder Bluthochdruck leiden, weiter erhöht. [1] Durch Forschungsergebnisse konnte gezeigt werden, dass ein Teil der Ursachen für diese Erkrankungen auf die Ernährung zurück geführt werden kann. [2, 3] Um präventive Maßnahmen zur Vorbeugung dieser Krankheiten besser konzipieren zu können, ist es nötig die aktuellen Ernährungsgewohnheiten der Bevölkerung zu kennen und zu analysieren.

Das Erfassen von Ernährungsgewohnheiten hat eine lange Tradition und Ernährungsbefragungen finden sich weltweit, in klinischen sowie epidemiologischen Studien und oft auch im Rahmen von Gesundheitssurveys. Deutsche Gesundheitssurveys mit größerer Bedeutung in den letzten 20 Jahren sind unter anderem der Bundesgesundheitssurvey 1998 (BGS98), 1998 vom Robert-Koch-Institut durchgeführt. Eine aktuelle Untersuchung ist KiGGS (der Kinder- und Jugendgesundheitssurvey), welcher 2006-2007 vom Robert-Koch-Institut durchgeführt wurde. Die neueste Untersuchung in diesem Rahmen ist die Studie zur Gesundheit in Deutschland lebender Erwachsener (DEGS), die 2008-2011 vom Robert-Koch-Institut durchgeführt wird. Ein anderer, reiner Ernährungssurveys, ist die Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), 2005-2007 vom Max-Rubner-Institut durchgeführt, welche als Nachfolger der NVS I (1985-1988) angesehen werden kann. Die NVS I wurde 20 Jahre früher (nur in den alten Bundesländern und mit anderen Erhebungsmethoden) durchgeführt. Als Folgestudie der NVS II (zum großen Teil mit deren Teilnehmern) wurde das Nationale Ernährungsmonitoring (NEMONIT) 2008-2009 durchgeführt, welches im Folgenden jährlich durchgeführt werden soll.

Unterschiedliche Befragungsziele und der Wunsch nach einer größeren Genauigkeit der Ergebnisse oder nach einer einfacheren und schnelleren Methode führten im Laufe der Jahre zur Entwicklung verschiedener Messmethoden. Im Rahmen von großen epidemiologischen Studien und Gesundheitssurveys werden zur Erfassung der Ernährungsgewohnheiten häufig

Food Frequency Questionnaires (FFQ, Verzehrhäufigkeitsfragebogen) eingesetzt, mit denen die Verzehrhäufigkeiten (und oftmals auch die Verzehrsmengen) ausgewählter Lebensmittel und Lebensmittelgruppen über einen definierten Zeitraum erfasst werden können. [4] (siehe Kapitel 2.1)

Der FFQ zählt zu den retrospektiven Befragungsmethoden, ebenso wie die Dietary History und der 24-hour dietary recall (Ernährungsinterview). Demgegenüber stehen prospektive Methoden, zu denen man vor allem Verzehrsprotokolle zählt (auch als food record, food diary bekannt), welche z.B. häufig in Form von 3-Tages- oder auch 7-Tages-Protokollen (mit einer detaillierten Erfassung des Verzehrs über 3 bzw. 7 Tage in Form eines Ernährungstagebuchs) angefertigt werden. Auch Wiegeprotokolle (so genannte weighted records) gehören zu den prospektiven Methoden und werden teilweise ergänzend, teilweise separat eingesetzt. [5] Studien, in denen Protokolle verwendet werden, die einen längeren Zeitraum abdecken (14- bzw. 28-Tagesprotokolle oder food reports für 30 fortlaufende Tage), spiegeln die Realität möglicherweise besser wieder, belasten die Teilnehmer aber auch viel stärker. [6, 7] Auch andere Formen der Verzehrsprotokolle wie die direkte Überwachung der Nahrungszufuhr oder die Protokollierung über Foto, Video oder Barcode-Scanner, werden in kleineren Studien getestet und angewandt. Eine weitere innovative Entwicklung sind online abrufbare FFQs, wie sie im Rahmen des IDAMES-Projektes eingesetzt werden. [<https://nugo.dife.de/efbo/portal/de>] Es ist bekannt, dass alle diese Erhebungsinstrumente Vor- und Nachteile besitzen (siehe Kapitel 2.1), so dass je nach Studienziel, Studienumfang und verfügbaren Mitteln die passende Methode ausgewählt werden sollte.

Da sich Ernährungsgewohnheiten im Laufe der Jahrzehnte ändern, zum großen Teil ausgelöst durch neuentwickelte Produkte, die auf den Markt kommen und/oder veränderte Lebenssituation der Menschen, ist es wichtig die eingesetzten Untersuchungsmethoden an den aktuellen Stand anzupassen. Die bestehenden Befragungsmethoden (besonders FFQs) müssen daher immer weiter entwickelt werden. Aber nicht nur zeitliche Veränderungen in den Ernährungsgewohnheiten, sondern auch geographische Ernährungsunterschiede (Unterschiede in der Ernährungsweise in verschiedenen Gebieten der Erde) erfordern eine entsprechende Anpassung der Methode (insbesondere bei FFQs). [8] So entstehen im Laufe der Zeit viele verschiedene, auf spezielle Anforderungen abgestimmte Varianten der Ernährungserhebungsinstrumente. Die Entwicklung neuer Befragungsmethoden muss dabei bestimmten Standards genügen und auch gewisse standardisierte Aussagen erlauben, so dass es notwendig ist neu-

entwickelte Erhebungsmethoden zu validieren. [9-11] Im Rahmen jeder größeren Studie sollte daher im Vorfeld oder parallel zur Studie eine Validierung des ausgewählten Messinstrumentes durchgeführt werden. Dabei sollte das Ernährungserhebungsinstrument möglichst in der zu analysierenden Bevölkerung eingesetzt werden. Bei Validierungen gibt es verschiedene Strategien, z.B. bezüglich der Frage welche Vergleichsmethode gewählt werden sollten. (siehe Kapitel 2.2)

Unabhängig davon welches Erhebungsinstrument gewählt wird, ist es schwierig die tatsächliche Aufnahme bestimmter Lebensmittel/Nährstoffe zu messen, da jede Methode mit Messfehlern behaftet ist. Die Arbeit der letzten Jahrzehnte auf diesem Gebiet hat einen großen Beitrag dazu geleistet, dass man sich der Existenz von Messfehlern und ihrer möglichen Struktur bewusst wurde und verschiedene statistische Ansätze entwickelt wurden, um mit diesen Messfehlern umzugehen. Auch im Rahmen von Validierungsstudien muss auf die Unterschiede in den Methoden und deren Fehlerstruktur eingegangen werden, um die zu vergleichenden Messergebnisse richtig interpretieren zu können.

1.2 Ziel und Aufbau der Arbeit

Untersuchungsgegenstand dieser Diplomarbeit ist die Studie zur Validierung des DEGS-Ernährungsfragebogens. Im Vordergrund stehen dabei die Bestimmung der Validität des eingesetzten FFQs mittels 24HR und seine Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext. Zu diesem Zweck wird die Thematik „Validierung“ eingehend analysiert und bestehende Validierungsstrategien mit der verwendeten Vorgehensweise dieser Studie in Zusammenhang gebracht. Nach einer Aufarbeitung und Bereinigung der zu analysierenden Daten (sowohl aus 24HR als auch aus FFQ) wurden diese mit Hilfe verschiedener statistischer Verfahren ausführlich analysiert. Die Ergebnisse werden im Rahmen dieser Arbeit dargestellt und interpretiert. So kann am Ende eine Antwort auf die übergeordnete Fragestellung bzgl. der Validität des DEGS- Ernährungsfragebogens gegeben werden.

Der Einleitung (**Kapitel 1**) folgt im **Kapitel 2** eine kurze Präsentation des theoretischen Hintergrundes zu den Ernährungserhebungsmethoden, deren Validierung und ihrer Fehlerstruktur. Außerdem folgen ausführliche Informationen zu DEGS und dem validierten Fragebogen.

In **Kapitel 3** werden die Datenaufarbeitung, die verwendeten, statistischen Methoden, mögliche Ansätze anderer Arbeitsgruppen und zusätzliche Analyseschwerpunkte vorgestellt.

Die Ergebnisse werden in **Kapitel 4** präsentiert, während **Kapitel 5** Raum zur Interpretation und Diskussion dieser Ergebnisse schafft.

Kapitel 6 stellt eine kurze Zusammenfassung dar, während **Kapitel 7** die Literatur näher benennt und im Anhang (**Kapitel 8**) zusätzliche Tabellen und Abbildungen zu finden sind.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Food Frequency Questionnaire (FFQ) und 24-hour dietary recall (24HR)

Im Gegensatz zu anderen Ernährungserfassungsmethoden werden FFQs eingesetzt, um die üblichen Ernährungsweise eines Menschen über einen mittel- bis längerfristigen Zeitraum einschätzen zu können. In seiner ursprünglichen Form, sollte der Fragebogen ermöglichen die Verzehrshäufigkeiten bestimmter Lebensmittel in diesem festgelegten, vergangenen Zeitraum zu erfassen. Mit Hilfe eines semi-quantitativen FFQs können neben *Verzehrshäufigkeiten* auch *Verzehrmengen* ermittelt werden. Der Fragebogen besteht in der Regel aus mehreren Fragen zu ausgewählten Lebensmitteln, bei denen der Teilnehmer angeben muss, wie häufig (und in welchen Mengen) er das jeweilige Lebensmittel (oder die Lebensmittel der Lebensmittelgruppe) im angegebenen Zeitraum verzehrt hat. Der Schwerpunkt der Erfassung kann dabei auf der Ermittlung der generellen Energieaufnahme, der Aufnahme bestimmter Makro- oder Mikronährstoffe, der Erfassung der gesamten, verzehrten Lebensmittel oder einzelner Lebensmittelgruppen liegen. Will man die generellen Energieaufnahme oder die Aufnahme der Makro-/Mikronährstoffe erfassen, so muss die abgefragte Lebensmittelliste umfangreicher sein, als wenn nur die Aufnahme bestimmter, einzelner Lebensmittel wie der Obst- und Gemüsekonsum von Interesse sind. Die Auswertung kann daran anschließend je nach Fragestellung der Untersuchung zum einen auf Ebene der Nutrienten und zum anderen auf Ebene der einzelnen Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen erfolgen.

Im Vergleich zu anderen Ernährungserhebungsmethoden hat der FFQ den Vorteil, die Teilnehmer vergleichsweise wenig zu belasten, wodurch in den meisten Studien, in denen FFQs Anwendung finden, eine hohe Antwortrate (Response) und eine hohe Compliance erreicht werden. Auch der Interviewereffekt (die unbewusste Beeinflussung der Antworten durch den Interviewer), der bei anderen Erfassungsmethoden häufiger auftritt, kann vermieden werden. Vor allem die vergleichsweise geringen Kosten durch den Einsatz von FFQs sprechen für deren Verwendung in großen Studien mit vielen Teilnehmern. Während aufwändigere Methoden häufig nicht auf den ersten Blick erkennen lassen, wie die genaue Datenerhebung erfolgte, ist dies bei Verzehrshäufigkeitsfragebögen für außenstehende Wissenschaftler leichter nachzuvollziehen. Dies ist auf die hohe Transparenz und Standardisierung der FFQs zurückzuführen. [12] Es ist kurz gesagt für groß angelegte epidemiologische Studien und Surveys die praktikabelste und ökonomisch günstigste Ernährungserhebungsmethode. [10] Auf Basis der Ergebnisse eines FFQs können die Studienteilnehmer (je nach Fragestellung) gemäß ihres

Verzehrs, ihrer Energieaufnahme oder gemäß der Aufnahme bestimmter Nährstoffe in eine Rangfolge eingeordnet werden. Anhand der Einordnung der Teilnehmer in Quantile können die Ergebnisse gut mit den Ergebnissen anderer Erfassungsmethoden verglichen werden. Der Einsatz von FFQs eignet sich somit, um die Teilnehmer mit einem hohen oder niedrigen Konsums bestimmter Lebensmittel zu vergleichen.

Neben diesen Vorteilen gibt es auch einige Beschränkungen. Es darf nicht vergessen werden, dass sich diese Befragungsmethode auf das Erinnerungsvermögen der Studienteilnehmer stützt, eine ehrliche Beantwortung der Fragen voraussetzt und eine möglichst genaue Einschätzung der Portionsgrößen durch den Teilnehmer erfordert. Es ist möglicherweise für einige Beteiligten schwierig ihren Verzehr realistisch einzuschätzen. Die Art der Vorgabe von Portionsgrößen liefert weiterhin Anlass zu Reflexion und Diskussion unter den Wissenschaftlern. [7, 13, 14] Die Struktur vieler FFQs erlaubt zwar eine Rangordnung und grobe Schätzung der Verzehrsmengen, nicht aber Aussagen zu exakten Verzehrsmengen in Gramm pro Tag. [12] Dies ist abhängig von der Konzipierung der Fragen im ausgewählten FFQ. Hinzu kommt, dass die limitierte Auswahl der Lebensmittel (oft in groben Gruppen) nur eingeschränkte Aussagen ermöglicht. Wie auch andere Erhebungsmethoden ist der FFQ nicht unabhängig von Messfehlern. Es haben sich daher einige Wissenschaftler dem Thema angenommen und verfolgen verschiedene Ansätze, die erhobenen Daten für die Messfehler zu korrigieren. [15]

Aufgrund einer sich ändernden Ernährungsweise innerhalb einer Bevölkerung, Unterschieden in der Ernährung verschiedener Bevölkerungsgruppen und dem Bedarf die Fragebögen an bestimmte Fragestellungen anzupassen, werden sie von Zeit zu Zeit modifiziert. Inzwischen konnte gezeigt werden, dass das Design eines Fragebogens von entscheidender Bedeutung für die zu erwartenden Ergebnisse und deren Güte ist. Es gilt daher bei der Planung einer Untersuchung, einen passenden FFQ auszuwählen bzw. ihn gemäß den Anforderungen zu modifizieren oder nach gewissen Kriterien einen komplett neuen Fragebogen zu entwickeln. [4, 11]

Unter beteiligten Wissenschaftlern wird in den letzten Jahren immer heftiger diskutiert, ob FFQs als Ernährungserhebungsinstrument so gut geeignet sind wie bisher proklamiert oder ob es sinnvoller wäre, an ihrer Stelle andere Methoden einzusetzen. [16-18] Das stärkste Argument ist hierbei, dass die Genauigkeit der Ergebnisse bzw. die Korrelationsfaktoren zwischen FFQ und 24HR oder Tagesprotokollen oftmals bescheiden sind. Dabei muss jedoch bedacht

werden, dass der Zeitraum, der von den Methoden abgedeckt wird, sehr unterschiedlich ist (4 Wochen bis 1 Jahr gegenüber ein bis mehrere Tage) und daher die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar sind. Es muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass die Aussagekraft der Ergebnisse eines Ernährungserhebungsinstrumentes sehr stark von der Fragestellung der Untersuchung abhängt. Für die Beantwortung der Frage „Welcher Zusammenhang besteht zwischen Ernährung und Krankheitsgeschehen?“ sind FFQs weniger gut geeignet als für die Fragestellung „Besteht ein Zusammenhang zwischen Ernährung und Krankheitsgeschehen?“. So können Ernährungsfragebögen im Rahmen von Surveys durchaus sinnvolle Auswertungen ermöglichen.

Allgemein wird erwartet neu entwickelte bzw. modifizierte FFQs mit ausführlicheren Erhebungsmethoden zu validieren, um ihre Aussagefähigkeit bestimmen zu können. Zur Validierung werden oftmals Wiegeprotokolle, 24-hour dietary recalls (24HR) oder Biomarker eingesetzt. (siehe Kapitel 2.2)

24HR, 24-hour dietary recalls, werden weltweit in vielen Ernährungsstudien und klinischen Studien (mit ernährungsspezifischen Fragestellungen) als Messinstrument eingesetzt. Diese Methode dient dazu, die Ernährung über einen kurzfristigen Zeitraum quantitativ zu ermitteln. [5] 24HR sind mitunter aufwändig in der Handhabung. Die Teilnehmer werden dabei telefonisch oder im persönlichen Gespräch über ihre Ernährung in den vergangenen 24h befragt. Sie sollen dabei detailliert über verzehrte Lebensmittel, verzehrte Aufnahmemengen und Zubereitungsverfahren Auskunft geben. Ein Vorteil des 24HR ist, dass beim Einsatz von Interviewern eine Alphabetisierung der Teilnehmer nicht Voraussetzung ist, so dass mit dieser Methode auch bildungsfernere Schichten erreicht werden können. Eine umfassende Schulung der Interviewer ist für die akkurate Ernährungsanamnese unbedingt notwendig, um die unbewusste Beeinflussung der Teilnehmer in ihren Antworten zu vermeiden. Seit den letzten 10 – 20 Jahren werden die Interviews meist mit speziell dafür entwickelten Computerprogrammen durchgeführt (CAPI - Computer Assisted Personal Interviewing, z.B. mit EPIC-Soft [19]). Von den Teilnehmern wird erwartet, dass sie sich detailliert erinnern und so genau wie möglich antworten. Das Erinnerungsvermögen ist bei dieser Methode demnach sehr gefragt. Bei den 24HR wird vor allem das Kurzzeitgedächtnis gefordert, während beim Ausfüllen eines FFQ vor allem das Langzeitgedächtnis beansprucht wird. Die Abnahme der Leistungsfähigkeit des Kurzzeitgedächtnisses im Alter trägt möglicherweise dazu bei, dass Senioren besser in der Lage sind ihre Ernährung mit Hilfe eines FFQ als mittels 24HR wiederzugeben. Der

größte Nachteil dieser Methode ist wohl, dass ein einziges 24HR keine exakte Beschreibung der normalen Ernährungsgewohnheiten zulässt, sondern immer nur repräsentativ für einen ausgewählten Tag ist. Daher ist es notwendig in angemessenem Abstand mindestens zwei, im Idealfall mehrere 24HR mit dem jeweiligen Teilnehmer durchzuführen, um eine repräsentative Aussage über übliche Ernährungsgewohnheiten machen zu können. [20]

Neben FFQ und 24HR gibt es noch weitere Ernährungserhebungsmethoden, die sowohl einzeln als auch kombiniert eingesetzt werden. Sie finden außerdem Verwendung als Vergleichsmethode, um beispielsweise einen neuentwickelten FFQ zu validieren (siehe Kapitel 2.2). Zu diesen Methoden gehören neben dem 24HR vor allem die **Verzehrs- bzw. Wiegeprotokolle**. Hierbei wird von den Teilnehmern erwartet alle verzehrten Lebensmittel und deren Mengen in einem Ernährungs-Tagebuch zu notieren. Meist wird ein Zeitraum von 3 oder 7 Tagen abgefragt, wobei bei den 3-Tages Protokollen meist ein Wochenend- und zwei Wochentage erfasst werden. [5] Bei Wiegeprotokollen muss zusätzlich alles Verzehrte auch vorher abgewogen werden, wodurch noch genauere Gewichtsangaben erzielt werden können. Durch die Wahl der Tage bzw. das Erfassen einer kompletten Woche können tägliche Variationen in der Nahrungsaufnahme berücksichtigt werden. Für die Teilnehmer hingegen ist dies recht aufwendig und führt in einigen Fällen dazu, die normale Ernährungsweise zu vereinfachen, da alles aufgeschrieben werden muss, was verzehrt wurde. Diese mögliche Beeinflussung des Ernährungsverhaltens gehört genauso zu den Nachteilen dieser Methode wie die vergleichsweise geringe Compliance der Teilnehmer, welche häufig durch den hohen Aufwand negativ beeinflusst werden. Der Vorteil ist die zeitnahe Erfassung der verzehrten Lebensmittel und auch die Kosteneinsparung, da keine Interviewer nötig sind.

Da 24HR und Ernährungsprotokolle nur eine momentane Aufnahme der Ernährungsweise darstellen, wurde daran anschließend die **Dietary History Methode** entwickelt. Sie besteht im ursprünglichen Sinn aus der Kombination eines FFQs, eines 24HR und eines 3-Tage Protokolls. Die ersten Beschreibungen finden sich schon Mitte des letzten Jahrhunderts. [21] Auf Grund ihrer Komplexität ist diese Methode auf der einen Seite recht kosten- und zeitintensiv und verlangt vom Teilnehmer eine hohe Motivation und Compliance, ermöglicht es auf der anderen Seite aber auch umfassenden Informationen zur üblichen, längerfristigen Ernährungsweise zu erhalten. Im Laufe der Zeit hat sich zur Vereinfachung der Methode die so genannte short cut Variante entwickelt, auch Mahlzeiten-basierter FFQ oder quantitativer FFQ genannt. [2] Es wird jede Mahlzeit und jede weitere Verzehrsgelegenheit erfasst und dabei

Häufigkeiten und Portionsgrößen abgefragt. Zusätzlich gibt es in der Regel den so genannten cross-check, bei dem spezielle Lebensmittelgruppen nochmals abgefragt werden, so dass diese Ergebnisse mit denen aus den ausführlichen Interviews abgeglichen werden können. Wie alle retrospektiven Methoden ist sie weniger aufwändig für den Teilnehmer als Ernährungsprotokolle und kann einen besseren Überblick über die längerfristigen Ernährungsgewohnheiten geben. [10] Mit Hilfe dieser Methode können sowohl durchschnittliche Aufnahmemengen für die einzelnen Teilnehmer berechnet als auch Rangfolgen der Teilnehmer aufgestellt werden. Von Nachteil ist allerdings der angesprochene, relativ hohe Zeit-, Kosten- und Arbeitsaufwand, der dieser Methode zugrunde liegt. Um den Aufwand zu senken, wurde z.B. die Software DISHES konzipiert (ursprünglich als DOS-, dann als Windows-Version) und inzwischen schon vielfach weiterentwickelt. Durch den Einsatz dieses Programms konnte die mittlere Befragungszeit pro Teilnehmer erheblich reduziert werden und die Codierung, d.h. die Verknüpfung der Daten mit dem BLS, erfolgt automatisch und zeitnah. Die Studie zur Validierung der ursprüngliche Variante DISHES 98 wurde 2000 veröffentlicht [22]. Es handelt sich um eine Software, mit der Verzehrshäufigkeiten und Verzehrsmengen der Lebensmittel im Zeitraum der letzten 4 Wochen in einem Interview detailliert abgefragt werden. Das Programm DISHES 98 wurde im deutschlandweiten Gesundheitssurvey 1998 eingesetzt und das weiterentwickelte Programm wurde seitdem in vielen weiteren Studien verwendet.

Für bestimmte Fragestellungen gewinnen auch **Biomarker** als Vergleichsmethode für FFQ und 24HR an Bedeutung. [23] Der Vorteil beim Einsatz von Biomarkern zu Validierungszwecken ist, dass die Fehlerstrukturen bei den Biomarkeranalysen andere sind, als die Fehler, die den Ernährungserhebungsinstrumenten selbst zugrunde liegen. [24] Je nach Studiendesign sollen Informationen über den Verzehr bestimmter Mikronährstoffe, Supplemente, Vitamine, Stoffwechselendprodukte oder ausgewählter Fettsäuren gewonnen werden. So können durch Untersuchung bestimmter Biomarker in Urin- oder Blutproben beispielsweise der Gehalt von Protein/Stickstoff, Fettsäuren bzw. die Glukosekonzentration oder auch Vitaminderivate bzw. Mikronutrienten gemessen werden. Diese können dann mit den durch Ernährungserhebungsinstrumente erfassten Angaben zur Aufnahme dieser Stoffe verglichen werden. [25, 26] Bei Untersuchungen zur Aufnahme einzelner, bestimmter Mikronährstoffe wie Selen oder Folsäure konnten schon gute Erfolge durch den Einsatz von Biomarkern als Referenzmethode gezeigt werden. [27] Zur Erfassung von Verzehrshäufigkeiten oder –mengen reichen Biomarkeranalysen allein jedoch nicht aus. Die Analysen sind limitiert und ermöglichen es nicht die gesamte, aufgenommene Nahrung widerzuspiegeln, da es unter anderem bis jetzt für viele

Nutrienten noch keine entsprechenden biochemischen Indikatoren gibt. [28] Ein weiteres Problem ist, dass die gemessenen Stoffe im Körper im Rahmen von Aufnahme, Absorption und Metabolismus möglicherweise Transformationen unterliegen, die noch nicht vollständig geklärt bzw. nicht messbar sind. So kann es zu Verfälschungen der Ergebnisse kommen, wenn nur die Aufnahme und Ausscheidung dieser Substanzen gemessen werden. Zusätzlich sind diese Analysen immer noch sehr teuer, so dass Untersuchungen auf Basis von Biomarkern nur in relativ kleinen Studien eingesetzt werden können und man sich auf die Analyse einiger weniger Nutrienten beschränken muss. [11] Der Einsatz von Biomarkern als Validierungsinstrument für FFQs, die auf die Erfassung der Ernährungsweise über einen längeren Zeitpunkt ausgelegt sind, ist weiterhin umstritten. [16]

Der Einsatz von **doppelt markiertem Wasser** (doubly labeled water method), einer Methode zur Messung von Grundumsatz und Energieverbrauch, fand in den letzten Jahren vor allem Verwendung, um neue Erkenntnisse über die Fehlerstruktur der einzelnen Messmethoden zu gewinnen. [29] Man zählt sie nicht zu den Ernährungserhebungsmethoden. Als Validierungsmethode für z.B. Messinstrumente zur Erfassung der Energieaufnahme wird sie hingegen durchaus eingesetzt. [30]

2.2 Validierung von Ernährungserhebungsmethoden

Wie eingangs beschrieben werden Ernährungserhebungsmethoden oft eingesetzt, um Zusammenhänge zwischen Ernährungsverhalten und bestimmten Erkrankungen aufzuzeigen. [5] Sie sind demnach ein wichtiger Bestandteil der Ernährungswissenschaften und des Public Health Sektors. Die eingesetzten Methoden müssen eine gewisse Aussagekraft besitzen und daher sollte jede neu- oder weiterentwickelte Erhebungsmethode validiert werden. [31] Validierung bedeutet dabei, die Validität eines Messinstrumentes zu beurteilen bzw. den relevanten Messfehler des Erhebungsinstrumentes einzuschätzen. [9] Unter der Validität eines Messinstrumentes versteht man die Güte/ Fähigkeit eines Messinstrumentes die Realität widerzuspiegeln. Im Bezug auf Food Frequency Questionnaires bedeutet dies zu bestimmen, wie gut der untersuchte FFQ die reelle Nahrungsaufnahme (einer Person oder einer Gruppe) wiedergeben kann. Um die Validität eines Messinstrumentes einschätzen zu können werden Vergleichsmethoden verwendet. (siehe Kapitel 2.1) In Bezug auf die Erfassung der Ernährungsweise bedeutet dies, dass in einer Validierungsstudie die Ernährung der Teilnehmer mit mindestens zwei verschiedenen Methoden ermittelt wird. Ein Vergleich der Ergebnisse beider Methoden

durch verschiedene statistische Berechnungen liefert dann Aussagen zur Validität der untersuchten Methode. Das größte Problem, das sich hier stellt, ist die Unklarheit über die reale Nahrungsaufnahme. Alle Methoden versuchen die Realität so gut wie möglich wiederzuspiegeln, bedeuten dennoch aber nur eine mehr oder weniger gut Annäherung an die Wahrheit. [32] Die verwendete Vergleichsmethode beeinflusst daher wesentlich die Interpretation bzgl. der Validität der untersuchten Methode. Es ist deswegen von Bedeutung bei der Wahl der Vergleichsmethode einige grundlegende Dinge (wie z.B. eine unterschiedliche Fehlerstruktur beider Methoden oder auch die Übereinstimmung im erfassten Zeitraum der Nahrungsaufnahme) zu berücksichtigen. (siehe Kapitel 2.3)

Bei der Planung einer Studie und dementsprechend dem Design des Fragebogens gilt es zu berücksichtigen, welche Parameter der Ernährung untersucht werden sollen und ob die anschließende Analyse beispielsweise auf Nährstoffen- oder Lebensmittelebene erfolgen soll. Um die Validität von FFQs zu erhöhen, wurde in einigen Studien mit der Auswahl und der Anordnung der Fragen bzgl. Verzehrshäufigkeit und Portionsgrößen experimentiert. [4, 33] Es wurden kognitive Ansätze verwendet, bei denen die Teilnehmer direkt und zeitnah kommentieren sollten, wie sie die Fragen verstehen bzw. was ihnen bei der Beantwortung Schwierigkeiten bereitet. [34] Der Vergleich unterschiedlicher Fragebogen-Designs ergab, dass eine längere Lebensmittelliste nicht unmittelbar zu einer Verbesserung der Ergebnisse führt. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass ein zu starkes Gruppieren von Lebensmitteln zur Unterschätzung der Aufnahme führt.[7] Eine weitere große Diskussion beschäftigt sich mit der Frage, ob vorgegebene Portionsgrößen oder vom Teilnehmer selbst bestimmte Portionsgrößen zu exakteren Ergebnissen führen. [11]

Nicht nur die Erhebung der Daten muss wissenschaftlichen Kriterien folgen und gut durchdacht sein, sondern auch die Auswertung. Je nach Fragestellung werden FFQs auf der Basis von Nährstoffen oder auf der Basis von Lebensmittel/Lebensmittelgruppen ausgewertet. Der Vorteil der Auswertung auf Basis von Nährstoffen ist, dass sich diese in den verschiedenen Lebensmitteln wieder finden und somit große Varianzen in der Aufnahme einzelner Lebensmittel weniger stark ins Gewicht fallen. Kohlenhydrate, Proteine, Fette und alle anderen betrachteten Nährstoffe finden sich in unterschiedlichen Mengen in den verschiedenen, abgefragten Lebensmitteln. Der Verzehr/Nicht-Verzehr bzw. die Nennung/Nicht-Nennung eines Lebensmittels wirkt sich weniger stark auf das Gesamtergebnis aus. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bzgl. des betrachteten Nährstoffes andere Lebensmittel ebenfalls zur gesamten

Verzehrmenge dieses Nutrienten beitragen. Der Nachteil ist, dass eine grobe Erfassung der Lebensmittel (wie sie in den meisten FFQs vorkommt) es nicht immer ermöglicht eine sinnvolle Auswertung auf Nutrientenebene durchzuführen. Dafür fällt es bei einer Auswertung auf Lebensmittelebene stärker ins Gewicht, ob am Tag des Interviews des 24HR (welches als Vergleichsinstrument dienen kann) ein bestimmtes Lebensmittel verzehrt wurde oder nicht. Die Interpretation der Ergebnisse wird durch die Wahl des Auswertungsmodus daher durchaus beeinflusst. Für die Schlussfolgerungen und Beantwortung der übergeordneten Fragestellung kann es dabei bedeutender sein zu wissen, dass ein bestimmtes Lebensmittel (und nicht nur einzelne Nutrienten) einen Beitrag zur Entstehung/Verhinderung bestimmter Krankheiten liefert. So hat auch diese Art der Auswertung durchaus ihre Berechtigung.

Die im Rahmen von Validierungsstudien häufig verwendeten Analysen sind Mittelwerts- und Medianvergleiche, Berechnungen von Regressions- und Korrelationskoeffizienten, ein Ranking der Teilnehmer (ihre Einordnung in Quantile), Verteilungsanalysen oder Berechnungen zum Interquartilabstand und auch das Erstellen von Bland-Altman-Plots. (ausführliche Beschreibung dazu im Kapitel 3.2)

Die Auswertung von Validierungsstudien basiert auf der Auswahl und Anwendung der adäquaten statistischen Verfahren. Im Idealfall sind die Messwerte normal verteilt, d.h. es gibt keine (Extrem-)Werte, die einen großen Unterschied zwischen Mittelwert und Median hervorrufen und zu einer Verzerrung der Verteilungskurve und damit der Ergebnisse führen. Es sind im Laufe der Jahrzehnte verschiedene statistische Tests entwickelt worden, die meist davon ausgehen, dass die Werte normal verteilt sind. Es handelt sich dabei um parametrische Tests. Die Berechnung von statistischen Parametern setzt somit vor Auswahl des geeigneten Testes eine Prüfung der Werte auf Normalverteilung voraus. In ernährungs-epidemiologischen Untersuchungen sind die Verzehrdaten sehr oft nicht normal verteilt. Um zu einer Normalverteilung zu gelangen und die parametrischen Test anwenden zu können, wird eine Logarithmisierung oder eine Box-Cox-Transformation vorgeschlagen. Führt auch dies nicht zu einer annähernden Normalverteilung so sollten nicht-parametrische Tests (z.B. die Bestimmung des Spearman- Korrelationskoeffizienten anstelle des Pearson- Korrelationskoeffizienten) zur Analyse ausgewählt werden.

Eine ideale Vergleichsmethode zur Validierung eines FFQs existiert nicht. Deshalb ist die Wahl einer adäquaten Vergleichsmethode von Nöten und dabei sind sich die Wissenschaftler

nicht einig. Ein Kriterium ist es, eine Methode zu finden, deren Fehlerstruktur sich von der des FFQ unterscheidet. Für den Erinnerungsaspekt wären Ernährungsprotokolle geeignet, während die Problematik der Schätzung der Verzehrsmengen durch den Vergleich mit Wiegeprotokollen ausgeglichen werden könnte. Kritische Punkte bleiben die Wahl der Portionsgrößen und die relativ limitierte Lebensmittelauswahl. Am häufigsten werden wohl 24HR und Ernährungsprotokolle (meist 3-Tages-Protokolle) verwendet. Zu bedenken ist, dass beides Methoden sind, die die Ernährung über einen relativ kurzen Zeitraum erfassen. Diese Ergebnisse sollen mit denen eines FFQ verglichen werden, dessen Erfassungszeitraum meist von 4 Wochen bis zu einem Jahr reicht. Aufgrund dieser unterschiedlichen Zeiträume ist es nötig die 24HR bzw. Ernährungsprotokolle in gewissen Abständen zu wiederholen. Soll ein Fragebogen die Ernährungsweise eines ganzen Jahres abdecken, so können z.B. in monatlichen Abständen 24HR über das ganze Jahr verteilt durchgeführt werden. [35] Bei einem Abfragezeitraum von nur 4 Wochen sollten mindestens zwei 24HR je Teilnehmer durchgeführt werden. [20] Die ideale Vergleichsmethode für einen FFQ, der die Ernährung über einen Zeitraum von 4 Wochen abbilden soll, wären entweder ca. 30 Recalls oder Tagesprotokolle. Beides ist in großen Studien jedoch nicht möglich. Daher werden häufig wie auch in dieser Studie an ihrer Stelle 24HR verwendet.

Bei der Wahl der Vergleichsmethode gilt es außerdem darauf zu achten, dass sie in der Lage ist, die Varianz in der Ernährungsweise ausreichend widerzuspiegeln. Diese auftretende Varianz, die die Aussagekraft der Ergebnisse durchaus beeinträchtigen kann, wurde schon vor mehr als 20 Jahren als ein wichtiger Teil der Fehlerstruktur der Ernährungserhebungsmethoden erkannt. Über Berechnungen der Größe und der Zusammensetzung des Messfehlers findet sich eine Vielzahl von Publikationen. Nicht nur Epidemiologen sondern auch epidemiologisch interessierte Statistiker haben versucht passende Modelle zu entwickeln, um den Messfehler bei epidemiologischen und klinischen Messmethoden zu bestimmen und herauszurechnen. [36-39] Neben den methodeneigenen Fehlern kommen noch die intra- und interindividuelle Varianz hinzu. Ein Versuch für diese Varianzen zu korrigieren findet sich unter anderem in der Berechnung von deattenuierten Korrelationskoeffizienten. (eine ausführliche Beschreibung zur intra- und inter-individuellen Varianz findet sich in Kapitel 4.2) Doch die Verwendung von Korrelationskoeffizienten als alleiniges Analyseverfahren ist umstritten. [37, 40] Um mehr über die Fehlerstruktur zwischen zwei Methoden herauszufinden, entwickelten J. Martin Bland und Douglas G. Altman eine Methode, bei der sie den Mittelwert der beiden Messinstrumente gegenüber der Differenz der beiden Methoden darstellen. Auf diese Weise

kann ermittelt werden, ob eine der Methoden tendenziell zu Über- oder Unterschätzung neigt. [40, 41] Nach ihnen benannt findet man Bland-Altman-Plots vor allem in Publikationen zu Studien, die die Entwicklung neuer (vor allem klinischer) Messmethoden zum Ziel haben, teilweise aber auch in Validierungsstudien. Diese Plots sollten als Ergänzung zu den anderen Analysemethoden gesehen werden. In den meisten Validierungsstudien werden Korrelationskoeffizienten neben Mittelwertvergleichen und Rankings als eine der Haupt-Analysemethoden verwendet.

Es gilt immer wieder zu berücksichtigen, dass es bei Ernährungserhebungsmethoden keinen Goldstandard gibt, der die tatsächliche Nahrungsaufnahme realistisch wiedergeben kann. Die Referenzmethode dient immer nur als Vergleich. Im Falle der Korrelation handelt es sich um ein Maß für die Assoziation von Messwerten. Es ist also möglich, dass sich die zu validierende und die Vergleichsmethode in den Ergebnissen unterscheiden, nicht gesagt ist hingegen, dass deshalb die zu validierende Methode schlechtere Ergebnisse liefert (solange eine Assoziation zwischen den Messwerten besteht). Es gilt generell, dass für eine Validierungsstudie stets mehrere Analysemethoden oder Tests parallel durchgeführt werden sollten, da sie alle verschiedenen Aspekte und verschiedene mögliche Fehler der Messinstrumente berücksichtigen und insgesamt eine geeignete Grundlage für den Vergleich und die Interpretation der Ergebnisse liefern.

2.3 Betrachtung der Fehlerstruktur der beiden Methoden

Um die Validität eines Messinstrumentes bestimmen zu können, sollte die Vergleichsmethode idealerweise eine andersartige Fehlerstruktur aufweisen. Im Falle eines FFQ sind die Fehlerquellen das Erinnerungsvermögen, die Schätzung der Verzehrsmengen und -häufigkeiten, die Definition der Portionsgrößen und die relativ grobe Auswahl der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen. Um den Erinnerungsfaktor auszuschließen würde sich ein Ernährungsprotokoll oder zum Ausgleich des Schätzfaktors ein Wiegeprotokoll als Vergleich anbieten. Bei der Validierung eines FFQ, der die Ernährung von 4 Wochen wiedergeben will, sollten diese Protokolle idealerweise ebenfalls 4 Wochen abdecken. Das jedoch ist in den seltensten Fällen realisierbar.

Zur Validierung des DEGS-Ernährungsfragebogens wurden zwei 24HR eingesetzt. Sowohl beim FFQ als auch beim 24HR handelt es sich um eine retrospektive Methode, d.h. für beide

Methoden ist ein gutes Erinnerungsvermögen von Bedeutung. Die erste Quelle für Fehler ist die Güte der Erinnerung und die Präzision, mit der die Nahrungsaufnahme protokolliert wird. Dank der Anleitung eines Interviewers, der Unterstützung durch eine Software wie EPIC-Soft und auch des relativ kurzen Zeitabstandes (zwischen Interview und Befragungszeitraum) ist anzunehmen, dass sich die Teilnehmer bei den 24HR relativ genau an die verzehrten Lebensmittel erinnern können. Für den Fragebogen ist der abgefragte Zeitraum (4 Wochen) erheblich größer und für einige Teilnehmer ist es möglicherweise schwierig ihren Verzehr bestimmter, abgefragter Lebensmittel richtig einzuschätzen. Der unterschiedlich lange Erfassungszeitraum und damit die Exaktheit der Angaben ist möglicherweise die Hauptfehlerquelle für die Unterschiede in den Ergebnissen beider Methoden. Es wird jedoch angenommen, dass es den Teilnehmern verhältnismäßig gut gelingt mit einem FFQ die Häufigkeiten und Portionsgrößen regelmäßig verzehrter Lebensmittel einzuschätzen. Das Problem ist komplex, denn auch das „gesundheitlich-gesellschaftliche“ Ansehen der abgefragten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen hat möglicherweise Einfluss auf die Schätzung. In einigen Studien konnte eine Überschätzung des Verzehrs von als gesundheitlich wertvoll betrachteten Lebensmitteln und eine Unterschätzung von als gesundheitlich schädlicher eingestuften Lebensmitteln mittels FFQ festgestellt werden. [39] Auch dies sollte bei der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Eine weitere Problematik stellt die Einbeziehung von Portionsgrößen dar. Über den zusätzlichen Erkenntnisgewinn durch das Erfragen von Portionsgrößen wird in der Literatur noch diskutiert. [33] Es gibt FFQs, die nur Verzehrshäufigkeiten abfragen. Dies ist eine häufig verwendete Variante, auf welche sich der Name „Food Frequency Questionnaire“ bezieht. Befürworter dieser Methode weisen darauf hin, dass sich die intra-individuellen Portionsgrößen stärker unterscheiden als die inter-individuellen. [42] Das bedeutet: die Portionsgrößen zwischen den Teilnehmern unterscheiden sich scheinbar weniger stark als die Portionsgrößen, die ein Teilnehmer bei verschiedenen Verzehrgelegenheiten zu sich nimmt. Diese Annahme soll mitbegründen, warum die Vorgabe von Portionsgrößen keinen großen Zusatzgewinn bzgl. der Verzehrsmengen ermöglicht. [27] Eine andere Fragebogen-Form ist der semi-quantitative FFQ. Hier werden Verzehrshäufigkeit und Portionsgröße in einer Frage kombiniert, z.B. „Wie oft verzehren Sie 1 Apfel?“. Vom Teilnehmer wird erwartet die Verzehrshäufigkeit einer bestimmten Einheit (z.B. 1 Apfel) anzugeben. Für die Berechnungen wird später eine definierte Mengenangabe für „1 Apfel“ verwendet. Ein mögliches Problem taucht auf, wenn der Teilnehmer eine größere Portion als die angegebene Einheit verzehrt und diese

selbst in eine erhöhte Verzehrshäufigkeit umrechnen soll. Verzehrt der Teilnehmer „2 Äpfel“, muss er als Häufigkeit „2 mal“ angeben. Einigen Teilnehmern kann diese Umrechnung Schwierigkeiten bereiten. [11] Eine weitere, mögliche Fehlerquelle ist die Annahme, dass die vom Teilnehmer vorgestellte Portionsgröße mit der im FFQ vorgegebenen und für die Analyse vorgesehenen Portionsgröße übereinstimmt. Eine dritte FFQ-Variante beinhaltet getrennte Fragen zu Verzehrshäufigkeiten und Portionsgrößen. Der Frage zur Verzehrshäufigkeit folgt dabei eine weitere Frage zur Verzehrsmenge (ein Beispiel findet sich im Appendix, Abb.9). Die Erfassung der Portionsgröße kann dabei unterschiedlich gestaltet sein. Es stehen sich Angaben wie „klein, mittel, groß“ und Haushaltsmaße wie „ein Löffel, eine Tasse, ein Teller“ gegenüber. Auch Fotografien werden eingesetzt, um es den Teilnehmern zu erleichtern ihre Verzehrsmengen richtig einzuschätzen. [43] Es gilt zu bedenken, dass es zum Einen für die Teilnehmer schwierig sein kann, ihre Verzehrsmengen den vorgegebenen Portionsgrößen zuzuordnen und zum Anderen, dass die einzelnen Teilnehmer mit den angeführten Portionsgrößen unterschiedlich große Mengen verbinden. [11] Es kommt außerdem vor, dass die Teilnehmer die Fragen zu den Portionsgrößen überspringen und diese Angaben für die Berechnungen dann fehlen. [34] Die Erkenntnis, dass die intra-individuelle Variation der Portionsgrößen größer ist als die inter-individuelle Variation, führte zu der Schlussfolgerung, dass die Verwendung von Standard-Portionsgrößen einen weniger starken Einfluss auf den Fehler in der Einschätzung des Lebensmittelverzehr hat als angenommen. [33, 42] Der Vergleich vieler Studien zeigte, dass die Übereinstimmungen zwischen Vergleichsmethode und FFQ in den Studien am größten waren, bei denen die Teilnehmer ihre Portionsgrößen (in einer separaten Frage) selbst einschätzen sollten. [44] Die Übereinstimmungen waren weniger gut bei Fragebögen, bei denen die Portionsgröße (in der Verzehrshäufigkeitsfrage) vorgegeben war bzw. keine Portionsgrößen erfragt wurden. Die Antwort auf die Frage nach der idealen Erfassung von Portionsgrößen bzw. dem Fehler, der durch die Vorgabe bzw. Nicht-Vorgabe der Portionsgrößen in die Berechnung aufgenommen wird, ist weiterhin umstritten. [13, 14, 45, 46]

Im Vergleich zu FFQs stellen 24HR nur einen kurzen Ausschnitt der Ernährungsweise eines Menschen dar. Das Einbringen der intra-individuellen Varianz bezieht die tägliche Variation in der Nahrungsaufnahme (bei Verwendung einiger weniger 24HR) in die Rechnung mit ein. Das Einbringen der inter-individuellen Varianz hingegen berücksichtigt, dass nicht alle Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen von allen Teilnehmern gleich häufig gegessen werden. Das Verhältnis „intra-individuelle/ inter-individuelle Varianz“ wird in manchen Berechnungen als Faktor für den Korrelationskoeffizienten genutzt, um einen deattenuierten Korrelationskoeffi-

zienten zu berechnen. Dabei geht man davon aus, dass die auftretenden Varianzen zu einer Verminderung (Attenuierung) der Korrelationen führen und durch Einbeziehung dieses Varianz-Verhältnisses die Verminderung wieder herausgerechnet werden kann. Der deattenuierte Korrelationskoeffizient wird daher in einigen Publikationen als Korrekturmöglichkeit angegeben. Je größer die intra-individuelle Varianz gegenüber der inter-individuellen Varianz ist, desto größer wird der Quotient des Verhältnisses und desto größer ist der Faktor (intra-/ inter-individuelle Varianz) mit dem der Korrelationskoeffizient multipliziert wird. Sowohl die Größe der Studienpopulation als auch die Häufigkeit der Messung haben bei dieser Berechnung Einfluss auf die Korrelation. Je ähnlicher sich die Studienteilnehmer sind (desto geringer die inter-individuelle Varianz) und je weniger Messungen gemacht werden (desto größer die intra-individuelle Varianz) desto größer ist folglich der deattenuierte Korrelationskoeffizient. Durch die Wahl einer ausreichend großen Studienpopulation und einer angemessener Anzahl von Messungen (welche der Studie die entsprechende Power verleihen) können derartige Effekte möglicherweise verhindert werden. So kann eine ausreichend große inter-individuelle Varianz (erreicht durch eine gute Randomisierung der Teilnehmer) eine bestehende große intra-individuelle Varianz ausgleichen. Leider ist eine gute Randomisierung nicht immer realisierbar, da die inter-individuelle Varianz sowohl von der Zielpopulation als auch der Messgröße abhängt. Im Rahmen von Validierungsstudien sind zwei einzelne 24HR möglicherweise nur eingeschränkt in der Lage die intra-individuelle Varianz zu charakterisieren. Es bleibt die Frage, ob deattenuierte Korrelationskoeffizienten zu einer künstlichen Schönung der Ergebnisse führen.

Die Berücksichtigung der intra-individuellen Varianzen ist eher für die Analyse der 24HR-Ergebnisse von Bedeutung als für die Ergebnisse der FFQs. Beim Ausfüllen des FFQs wird von den Studienteilnehmern unbewusst gefordert, ihre intra-individuelle Varianz durch die Beschreibung ihrer üblichen Ernährungsweise selbstständig auszugleichen. Durch das Einschätzen der *durchschnittlichen* Verzehrsmengen und -häufigkeiten über einen ausgewählten, längeren Zeitraum (z.B. 4 Wochen) sollte ein zeitweise erhöhter/ verminderter Verzehr (welcher die intra-individuelle Varianz charakterisiert) von den Teilnehmern automatisch korrigiert werden.

Neben der Betrachtung der Fehlerquelle kann außerdem nach der Art des Fehlers differenziert werden. Es wird dabei zwischen zufälligem und systematischem (bias) Fehler unterschieden.

Für die Fehlerbetrachtung gilt die allgemeine Formel: $M = T + b + e$

mit M = Messwert, T = true intake/ wahre Aufnahme, b = bias/ systematische Fehler, e = error/ zufälliger Fehler

Systematische Fehler sind z.B. generelle Über- oder Unterschätzungen, die charakteristisch bei einem der Messinstrumente auftreten, während zufällige Fehler keine Gesetzmäßigkeit in der Über- oder Unterschätzung erkennen lassen (siehe Analyse der Bland-Altman-Plots). [47] Ein systematischer Fehler kann nicht durch wiederholte Messungen ausgeglichen werden, da er systematisch bei allen Messungen eines Messinstrumentes, unabhängig von der Anzahl der Messungen auftritt. Für den zufälligen Fehler gilt hingegen: je öfter die Messungen wiederholt werden, desto eher nähert sich der Mittelwert der Messungen dem reellen Wert an. Statistisch betrachtet muss bei der Fehleranalyse die Populationsebene von der Individualebene unterschieden werden. Für unsere Fragestellung ist die Fehlerbetrachtung auf Individualebene von Bedeutung.

Bei FFQs können eine Reihe verschiedener systematischer und zufälliger Fehler auftreten. Es ist notwendig, dass die Fragen und das Antwortsystem von allen Teilnehmern verstanden werden. Das bedeutet zum einen, dass die Teilnehmer der jeweiligen Sprache des Fragebogens mächtig sein müssen und auch das Schema der Antworten verstehen. Kreuzen die Studienteilnehmer auf Grund von Missverständnissen bei der Beantwortung ständig höhere Werte an (dies betrifft vor allem die Häufigkeitsfragen) als die der Realität entsprechenden, so handelt es sich um einen systematischen Fehler. Da er aber nicht von allen Teilnehmern gleichermaßen durchgeführt wird, ist er individuell und führt in der Regel zum Auftreten von Extremwerten, die das Gesamtergebnis verzerren. Zufällige Fehler finden sich hingegen, wenn unbewusst ganze Seiten überblättert werden oder auf Grund von Konzentrationsmangel einzelne Fragen nicht ausgefüllt werden. Unter Umständen können diese fehlenden Angaben auch als systematischer Fehler eingestuft werden.

Unabhängig davon, ob systematisch oder zufällig, führen alle diese Fehler zu einer Verzerrung der Ergebnisse. Auf Grund der Entdeckung und Bewusstwerdung der verschiedenen, möglichen Fehler gewannen „error measurement“ Modelle wie beispielsweise die Berechnung des deattenuierten Korrelationskoeffizienten in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung. [39]

2.4 Hintergründe zu DEGS und dem validierten Ernährungsfragebogen

Vom Robert Koch-Institut wurde im November 2008 die **Studie zur Gesundheit der Erwachsenen in Deutschland (DEGS)** gestartet, die bis 2011 durchgeführt wird. Nachdem vor 10 Jahren mit dem BGS98 das letzte Mal bundesweit repräsentative Informationen zum Gesundheitszustand, zum Gesundheitsverhalten, zur Versorgung sowie zu den Lebensbedingungen der in Deutschland lebenden Erwachsenen ab 18 Jahren gesammelt wurden, sollen nun mit diesem neuen Survey aktuellere Daten zu diesem Thema erhoben werden. [48, 49] Im Rahmen von DEGS sollen auch explizit Informationen über das Ernährungsverhalten der Teilnehmer gewonnen werden, um sie mit den ebenfalls erfassten Gesundheitsaspekten in Zusammenhang bringen zu können.

Die „Studie zur Gesundheit der Erwachsenen in Deutschland“ findet in 180 Studienorten statt, wobei eine Teilnehmerzahl von etwa 7.500 Männern und Frauen angestrebt wird. Zu der Untersuchung gehören neben einer schriftlichen Befragung auch körperliche Untersuchungen, Laboruntersuchungen der Blut- und Urinproben, sowie ein Arzneimittel- und ein ärztliches Interview. So können unter anderem Informationen zu bestehenden Krankheiten, emotionalem und körperlichem Befinden, Lebensbedingungen und Gesundheitsverhalten, Medikamentengebrauch und soziodemografischen Faktoren gewonnen werden. In den medizinischen Untersuchungen werden anthropometrische Daten, Blutdruck und Puls, Schilddrüsengröße und Aspekte körperlicher Fitness erfasst. [49] Zur Erfassung des Ernährungsverhaltens wird ein Food Frequency Questionnaire eingesetzt. Es handelt sich um eine Weiterentwicklung des in KiGGS eingesetzten, semi-quantitativen Ernährungsfragebogens, der bislang noch nicht validiert wurde. KiGGS ist der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey des Robert Koch-Instituts, bei dem zwischen 2003 und 2006 gesundheitsrelevante Aspekte von 17.641 in Deutschland lebenden Kindern und Jugendlichen (0-17 Jahre) erfasst wurden. [50] Für das Ernährungsmodul (EsKiMo) des Kinder- und Jugendsurveys wurde der Ernährungsfragebogen „Was isst Du?“ entwickelt. [12] Die Erfahrungen mit diesem FFQ in KiGGS waren gut. Für den Einsatz in DEGS wurde der Fragebogen modifiziert. Hierbei wurden Lebensmitteln/Lebensmittelgruppen ausgewählt, über die der Großteil der erwachsenen Bevölkerung seine generelle Ernährung abdeckt. Ziel dieses Surveys ist es neben einem Gesamtüberblick über die Ernährungsweise der in Deutschland lebenden Erwachsenen auch Informationen zur individuellen Ernährungsweise der Teilnehmer zu erhalten. Der Fragebogen wurde entsprechend dieser Zielfragestellung gestaltet.

In diesem Fragebogen werden Verzehrshäufigkeiten und -mengen von ausgewählten Lebensmitteln erfasst. Es wurden diejenigen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen ausgewählt, welche für die Ernährungsweise der meisten Erwachsenen in Deutschland von Bedeutung sind. Die Auswahl der Lebensmittel erfolgte unter anderem auf der Basis von Ergebnissen nationaler Ernährungsstudien, des Ernährungssurveys 1998 und der Nationalen Verzehrsstudie II. Eine Gruppe von etwa 6 Ernährungswissenschaftlern diskutierte und gestaltete die im KiGGS-FFQ vorkommenden Fragen ausführlich. Dieser neue FFQ wurde im Juli 2008 mit 59 Teilnehmern in einem Pretest erstmals getestet.

Im Gegensatz zu den erfassten 24HR (bei denen vom Teilnehmer alle verzehrten Lebensmittel angegeben werden) ist im FFQ die Lebensmittelauswahl auf bestimmte Lebensmittelgruppen konzentriert. Der in DEGS eingesetzte Food Frequency Questionnaire besteht aus 57 Hauptfragen, davon 53 Fragen zu Verzehrshäufigkeit und -menge. Die übrigen Fragen beschäftigen sich mit dem Kochverhalten, verwendetem Fett bei der Speisenzubereitung, dem Verzicht auf bestimmte Lebensmittel und vegetarischer Ernährungsweise. Im Design wurde von der in früheren Studien oft verwendeten, tabellarischen Grundstruktur des FFQs abgewichen und stattdessen eine für den Teilnehmer angenehmere Variante gewählt (Anhang, Abb.9). Es findet sich jeweils eine Frage zur Verzehrshäufigkeit des Lebensmittels, eine weitere zur üblicherweise verzehrten Portionsgröße und in einigen Fällen eine dritte Teilfrage zum Fettgehalt oder der Verwendung von Zucker (im Tee oder Kaffee). Bei der Frage zur Verzehrshäufigkeit hat der Teilnehmer die Wahl zwischen „nie, 1 mal monatlich, 2-3 mal monatlich, 1-2 mal wöchentlich, 3-4 mal wöchentlich, 5-6 mal wöchentlich, 1 mal täglich, 2 mal täglich, 3 mal täglich, 4-5 mal täglich oder mehr als 5 mal täglich“. Bei der Portionsgröße steht die Wahl zwischen „½ Portion (oder weniger), einer Portion, zwei Portionen, drei Portionen oder vier Portionen (oder mehr)“ – je nach Lebensmittel auch ¼ Portion. Die Portionsbezeichnungen sind entsprechend dem Lebensmittel/ Lebensmittelgruppe in verschiedenen Haushaltsmaßen angegeben, z.B. als Glas, Tasse, Scheibe, Schüssel, Stück oder Teller. (Appendix, Tabelle 13) Neben einem Großteil der Fragen finden sich Fotos zur besseren Einschätzung der Portionsgrößen.

Die im DEGS-Ernährungsfragebogen eingesetzten Fragen reichen von Milch, Erfrischungsgetränken (zuckerhaltig und kalorienreduziert), Fruchtsaft, Gemüsesaft, Wasser, Früchte- und Kräutertee, schwarzen oder grünen Tee, Kaffee, alkoholische Getränken (Bier – mit und ohne Alkohol -, Wein/Sekt/Obstwein, Cocktails, Hochprozentige), Müsli und Cornflakes, drei ver-

schiedenen Brotsorten, Butter/ Margarine, Honig/ Marmelade und Nuss-Nougat-Creme, Frischkäse und Käse, Wurst und Schinken, Fleisch und Fisch, Obst und Gemüse (frisch und gegart) bzw. Hülsenfrüchte, Nudeln, Reis und Kartoffeln, Kuchen, Süßigkeiten und Knabberien bis zu Fast Food wie Pizza, Hamburger/ Döner Kebab, Brat- oder Currywurst. Einige der Lebensmittel werden auch hinsichtlich ihrer Zubereitungsart unterschieden. Es finden sich unter anderem separate Fragen zu rohem und gekochtem Gemüse, frischem oder eingewecktem Obst oder verschiedenen Zubereitungsformen der Kartoffeln.

3. Methoden

3.1 Studiendesign

Die Einschränkung auf bestimmte Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen, die in einem Ernährungsfragebogen, wie dem neuentwickelten DEGS-FFQ, abgefragt werden, kann zwar gut auf das aktuelle Angebot an Lebensmitteln angepasst werden, limitiert dadurch aber auch die Aussagekraft des Fragebogens. Um die Aussagekraft des DEGS-FFQ besser einschätzen zu können, wurde 2009 am RKI in einer Teilpopulation der NEMONIT-Studienpopulation eine Validierungsstudie durchgeführt.

Das Nationale Ernährungsmonitoring (NEMONIT), welches vom Max Rubner-Institut durchgeführt wurde, ist eine aktuelle, groß angelegte Untersuchung zur Ernährung der in Deutschland lebenden Menschen. Zwischen 2008 und 2009 wurde diese Untersuchung im Anschluss an die NVS II (Nationale Verzehrsstudie II) und zum Großteil mit deren Teilnehmern (Gesamtteilnehmerzahl ca. 2000) durchgeführt. Mit der NVS II wurden in einer Kernphase von 2005-2007 in einer bundesweiten Erhebung Informationen über das Ernährungsverhalten der in Deutschland lebenden 14 - 80jährigen gesammelt. Die Studienpopulation umfasst ca. 20.000 Probanden. NEMONIT ist die Fortführung dieser Untersuchung. Dieses Ernährungsmonitoring liefert auf der Basis von je zwei telefonischen 24h-Recalls pro Teilnehmer neue Erkenntnisse zur aktuellen Ernährungslage, d.h. Informationen zu Lebensmittelverzehr, Energie- und Nährstoffversorgung und auch zum generellen Ernährungsverhalten der in Deutschland lebenden Erwachsenen.

Für die Validierungsstudie wurde eine Gruppe von ausgewählten NEMONIT-Teilnehmern gebeten zusätzlich zu den bereits absolvierten 24HR den für DEGS konzipierten Ernährungsfragebogen auszufüllen. Die mit EPIC-Soft durchgeführten Ernährungsinterviews aus den Erhebungen von NEMONIT konnten somit als Vergleichsmethode für die Validierung des DEGS-FFQ genutzt werden. [19] Eine solche Vorgehensweise wurde gewählt, da die Validierung des Fragebogens parallel zur bereits laufenden DEGS-Studie erfolgen sollte. Die ausgewählten NEMONIT-Teilnehmer vereinfachten dabei die Studienplanung sehr und stellen außerdem ein gutes Abbild der deutschen Bevölkerung dar.

Insgesamt erhielten 209 der NEMONIT-Teilnehmer den zu validierenden Fragebogen. Von den 164 Teilnehmern, die ihn ausgefüllt zurückschickten (79% Response), wurden 161 Teilnehmer in die Analyse mit einbezogen. Die übrigen drei wurden aufgrund einer zu hohen Anzahl fehlender Angaben ausgeschlossen.

3.2 Datenaufarbeitung

Die Eingabe der FFQ-Daten erfolgte mit SPSS Data Entry (Version 4.0.2, SPSS Inc.). Auf der Basis der im FFQ angegebenen Verzehrshäufigkeiten und Verzehrsmengen wurde für jeden Teilnehmer die tägliche Verzehrsmenge der einzelnen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen berechnet.

Die ausgefüllten FFQs wurden bei der Eingabe auf Vollständigkeit geprüft. Wurden bei einer Frage mehrere Verzehrshäufigkeiten angekreuzt, so wurde nach dem Schema in **Tabelle 14** (im Anhang) verfahren. Wurden sowohl die Verzehrshäufigkeiten als auch die Portionsgröße nicht angegeben oder wurde zwar die Portionsgröße aber nicht die Verzehrshäufigkeit angegeben, so wurde diese Frage bei der Analyse ausgeschlossen. (Missings) Wurde die Verzehrshäufigkeit aber nicht die Portionsgröße angegeben, so wurde für diese fehlende Angabe die mittlere, im FFQ auswählbare Portionsgröße eingesetzt, welche meist identisch mit dem Modalwert war. (Dies war 7-mal der Fall.) Insgesamt kamen 56 Missings vor. **Tabelle 1** gibt einen Überblick der Missings für die jeweiligen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen.

Tabelle 1: Anzahl der Missings für die Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen

	Anzahl der Missings				
	1	2	3	5	6
Lebensmittel	Milch	Wein	Bier	Graubrot	alkoholfreies Bier
	Gemüsesaft	Schnaps	Cocktails		
	Wasser	Vollkornbrot	rohes Gemüse		
	Kaffee	Nuss-Nougatcreme	gegartes Gemüse		
	Weißbrot	Hamburger/ Döner	Hülsenfrüchte		
	Obst, ge- gart	Schwarzer/ grüner Tee	kalorienreduzierte Getränke		
	Quark				
	Honig				
	Fleisch				
	Bratwurst				
	Pommes				
	Pizza				
	Kuchen				
	Kekse				
	Eis				

Die Intervieweinträge wurden ebenfalls überprüft, um sie inhaltlich zu korrigieren und in eine für die Validierung nötige, auswertbare Form zu bringen. Die Daten der 24HR wurden in EPIC-Soft überprüft und aufgearbeitet. Die Angaben aus den beiden, für jeden Teilnehmer vorliegenden 24HR wurden gemittelt und so für jedes Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen der mittlere tägliche Verzehr berechnet. Die Datensätze der FFQs und der 24HR wurden anhand der dem FFQ zugrunde liegenden, 51 Lebensmittel umfassenden Lebensmittelliste miteinander verbunden.

Zur Validierung des DEGS-Ernährungsfragebogens wurden die im Fragebogen erfragten Lebensmitteln/Lebensmittelgruppen analysiert und aus ihnen zusätzlich folgende Übergruppen gebildet. (**Tabelle 2**)

Tabelle 2: Zuordnung der Lebensmittel zu Lebensmittelgruppen

Lebensmittelgruppe	Lebensmittel
Milch und Milchprodukte	Milch, Frischkäse, Käse, Quark/ Joghurt/ Dickmilch
Tee	schwarzer/ grüner Tee, Früchte-/ Kräutertee
Kaffee	Kaffee
alkoholfreie Getränke	Erfrischungsgetränke, kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke, Fruchtsaft, Gemüsesaft, alkoholfreies Bier
Wasser	Wasser
alkoholische Getränke	Bier, Wein, Cocktails, Hochprozentiges
Brot und Cerealien	Müsli, Cornflakes, Vollkornbrot, Grau-/Mischbrot, Weißbrot
Butter und Margarine	Butter/ Margarine
süßer Brotaufstrich	Marmelade/ Honig, Nuss-Nougatcreme
Eier	Eier
Fleisch und Geflügel	Fleisch, Geflügel
Fastfood	Hamburger/ Döner, Brat-/ Currywurst
herzhafter Brotbelag	Wurst, Schinken
Fisch	Fisch, kalt und warm
Obst	frisches Obst, gegartes Obst/ Konserve
Gemüse	rohes Gemüse, gegartes Gemüse/ Konserve, Hülsenfrüchte
Reis/Nudeln/Kartoffeln	Reis, Nudeln, gekochte Kartoffeln, gebratene Kartoffeln, Pommes Frites
Pizza	Pizza
Süßes	Kuchen/ Torte, Kekse, Schokolade/ Schokoriegel, Süßigkeiten
Snacks	Kartoffelchips, Salzgebäck/ Cracker, Nüsse

Nach einer eingehenden Betrachtung der Daten wurde festgestellt, dass sie nicht normal verteilt sind (**Abb. 10** und **11** im Anhang). Auch eine Logarithmisierung führte nicht zu einer Normalverteilung. Daher wurden Analysemethoden gewählt, die für nicht-normal verteilte Messwerte entwickelt wurden.

3.3 Statistische Analysen

Berechnung der Korrelationskoeffizienten

Das Ziel der Berechnung von Korrelationskoeffizienten ist, die Stärke des Zusammenhangs zweier Messungen (in unserem Fall: der Messwerte zweier Methoden) zu bestimmen. Je näher der Korrelationskoeffizient bei 1 liegt, desto stärker ist der Zusammenhang der Ergebnisse, die mit den beiden Methoden gemessen wurden.

Für die Berechnung der Korrelationskoeffizienten wurde aufgrund der nicht-normal verteilten Werte nicht die Berechnung nach Pearson sondern die Berechnung nach Spearman gewählt. Die Berechnung des Spearman Rang- Korrelationskoeffizienten ermöglicht ein Ranking der Teilnehmer. Hierzu werden, für beide Methoden getrennt, alle Teilnehmer entsprechend der Höhe der Verzehrsmengen in eine Rangfolge eingeordnet. Der Korrelationskoeffizient verdeutlicht das Maß für den Zusammenhang beider Rangfolgen. Als Vergleich für die Güte der hier präsentierten Werte dienen in anderen Validierungsstudien ermittelte Korrelationskoeffizienten. [10, 35]

Da Korrelationskoeffizienten allein bzgl. der Assoziation zweier Methoden nicht aussagekräftig genug sind, wurden eine Reihe weiterer, statistischer Untersuchungen durchgeführt. Die Berechnung von Regressionskoeffizienten und Mittelwertvergleiche ermöglichen zusätzliche Aussage bzgl. des Assoziationsgrades der beiden Methoden. Bland-Altman-Plots komplettieren die gewonnenen Erkenntnisse auf visueller Ebene.

Mittelwerts und Medianvergleiche

Aus der Summe der Verzehrsmengen aller Teilnehmer wurden für jedes Lebensmittel/ Lebensmittelgruppe die mittleren, täglichen Verzehrsmengen mit Standardabweichung (STD) und Median für beide Methoden ermittelt und miteinander verglichen. Außerdem wurden die Differenzen der Ergebnisse beider Methoden (FFQ-24HR) mit STD und Median für jedes Lebensmittel/Lebensmittelgruppe berechnet.

Durch diese Darstellung können Übereinstimmungen und Unterschiede in den Ergebnissen der Aufnahmemengen in g bzw. ml auf Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen- Ebene gezeigt werden. Ein Vergleich von Mittelwert und Median ist hilfreich um besser beurteilen zu können, ob die Werte normal oder nicht-normal verteilt sind. Im Falle großer Unterschiede zwischen Median und Mittelwert, verursacht durch einige Extremwerte, kann man davon ausgehen, dass die Werte nicht normal verteilt sind. Bestätigung findet diese Annahme in der Visualisierung der Verzehrsmengen in Form von Verteilungsgrafiken (**Abb. 4** und **5** im Anhang).

Regressionsanalyse

Für alle Lebensmittelübergruppen wurde ein lineares Regressionsmodell erstellt, in dem für jeden Teilnehmer der mittlere tägliche Verzehr dieser Lebensmittelübergruppe als Ergebnis der 24HR (x-Achse) dem Ergebnis des FFQ (y-Achse) gegenübergestellt wurde. Je stärker die

Punkte auf/ an einer imaginären Regressionsgeraden/ Trendlinie liegen, desto stärker ist die Assoziation der Ergebnisse der beiden Methoden, d.h. desto besser stimmen die Ergebnisse der beiden Messmethoden überein.

Im Rahmen dieser Analyse werden die Regressionskoeffizienten genauer betrachtet. Sie sollen Aussagen über das Verhältnis der Messwerte beider Methoden liefern. Es wird folgende Formel als Basis der Berechnung verwendet:

$$y = b_1 * x + b_0 \quad \text{mit } y, x - \text{Messwerte der beiden Methoden; } b_1 \text{ und } b_0 - \text{Regressionskoeffizienten}$$

Die x-Werte stellen dabei die Angaben aus den 24HR dar, während die y-Werte die Verzehrsmengen des FFQ widerspiegeln. Idealerweise, wenn die Ergebnisse beider Methoden exakt übereinstimmen würden, wären $b_0 = 0$ und $b_1 = 1$. Doch der Idealfall ist selten in der Realität zu finden. Die Regressionskoeffizienten b_1 und b_0 müssen stets gemeinsam analysiert werden. Auf diese Art kann herausgefunden werden, ob mit dem FFQ für einige Lebensmittel systematisch höhere/ niedrigere Verzehrsmengen ermittelt werden und auch ob diese Über-/ Unterschätzung abhängig von der *Verzehrsmenge* ist. Bei der Betrachtung der Regressionsanalyse war auffällig, dass für viele Lebensmittel kleine Verzehrsmengen mit dem FFQ *überschätzt* wurden, während große Verzehrsmengen eher zu einer *Unterschätzung* durch den FFQ führten. So wurden in einem zweiten Schritt relativ genaue Grenzwerte berechnet, welche den Punkt darstellen, ab dem sich eine *Überschätzung* durch den FFQ in eine *Unterschätzung* umkehrt.

Ranking und kappa - Wert

Die Einteilung der Teilnehmer in sogenannte Quantile in Abhängigkeit der Verzehrsmengen für jedes Lebensmittels/ Lebensmittelgruppe ermöglicht es zu vergleichen, ob die Einteilung der Teilnehmer bei beiden Methoden auf die gleiche Weise erfolgt. Es ist demnach ein weiteres Maß für die Übereinstimmung der beiden Messmethoden. Je kleiner die Quantile gewählt werden, desto genauer ist die Aussage. Üblich sind dabei Quintile, Quartile oder Tertile. Für die vorliegende Analyse wurden Quartile gewählt, da bei vielen Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen mehr als 20% der Teilnehmer im Interview angaben, dieses Lebensmittel nicht verzehrt zu haben (und eine Einteilung in Quintile deshalb von vornherein nicht möglich war). Die hohen Nullwerte in den Interviewdaten stammen daher, dass nur zwei 24HR je Teilnehmer durchgeführt wurden und dadurch die Wahrscheinlichkeit groß ist, dass nicht regelmäßig

verzehrte Lebensmittel an keinem der beiden Interviewtage aufgenommen wurden. Selbst die Einteilung in Quartile ist für einige Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen nur unter Vorbehalt auswertbar. Bei Lebensmitteln, bei denen mehr als 25 % der Teilnehmer keinen Verzehr angaben bzw. die gebildeten Quartile nicht annähernd gleich groß sind, müssen Verzerrungen in den Ergebnissen angenommen werden. Bei den Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen, bei denen es möglich war, wurde der Prozentsatz der Teilnehmer berechnet, welcher bei beiden Methoden in dieselbe, die angrenzenden oder die gegenüberliegenden Quartile eingeteilt wurde.

In einem weiteren Schritt wurden der gewichtete kappa – Wert und sein 95% - Konfidenzintervall berechnet. Der kappa – Wert sagt aus, wie gut die Einteilung in die jeweiligen Quartile bei beiden Methoden übereinstimmt und dass diese Übereinstimmung nicht zufällig ist.

Bland-Altman-Plots

Bland-Altman-Plots dienen dazu, die Übereinstimmung zwischen zwei Methoden für jedes Lebensmittel und auf individueller Ebene graphisch darzustellen. Es können so Aussagen getroffen werden, ob eine der untersuchten Methoden zu einer systematischen Verzerrung der Schätzungen führt und wie groß die Schwankungsbreite der Übereinstimmung ist. Außerdem kann gezeigt werden, ob die Abweichung zwischen den Messwerten abhängig von der Verzehrsmenge ist. Dafür wird in einem Bland-Altman-Plot für jedes Lebensmittel/ Lebensmittelgruppe die Differenz der beiden Methoden (FFQ – 24HR) gegen den Mittelwert der beiden Methoden aufgetragen. [40, 47] Im Rahmen dieser Arbeit wurden solche Plots zu allen Lebensmittelübergruppen angefertigt. Eine Linie parallel zur x-Achse, direkt auf der x-Achse bedeutet dabei, dass die beiden Methoden für jeden Teilnehmer exakt die gleichen Werte für diese Lebensmittel/ Lebensmittelgruppe messen. Da dies selten realistisch ist, wird zusätzlich ein Konfidenzintervall (entsprechend $1,96 \cdot \text{STD}$ ober- und unterhalb dieser imaginären Linie, parallel zur x-Achse) angegeben, in dem sich die Punkte idealerweise verteilen sollten. Liegen die meisten Messwerte *unterhalb* der Mittelwert-Linie (der Parallelen zur x-Achse), so deutet dies auf eine *Unterschätzung* durch den FFQ gegenüber dem 24HR hin. Liegen die meisten Messwerte *oberhalb* der Mittelwert-Linie, so deutet dies auf eine *Überschätzung* durch den FFQ hin. Die Bland-Altman-Plots wurden angefertigt, um die Aussagen der anderen statistischen Analyseverfahren bzgl. der Validität des FFQ zu unterstreichen und zu visualisieren.

3.4 Speziellere Untersuchungsaspekte

Aus anderen Studien ist bekannt, dass die Analysen für Männer und Frauen unterschiedlich gute Ergebnisse liefern können. [51-53] Um einen möglichen Geschlechter-Effekt zu erkennen, wurden Korrelationskoeffizienten und Mittelwertsvergleich in dieser Arbeit auch für beide Geschlechter getrennt berechnet.

Auf Basis der Einteilung der Teilnehmer in vier annähernd gleich große Altersgruppen wurde in einer separaten Analyse untersucht, ob das Alter möglicherweise einen Einfluss auf die Güte der Validierungsergebnisse hat.

Da die Interviews nicht ausschließlich für die Validierungsstudie durchgeführt wurden, sondern im Rahmen von NEMONIT, konnte nicht realisiert werden, dass sich alle Interviews in den 4 Wochen befanden, die dem Abfragezeitraum des FFQ entsprach. So kam es zu zeitlich unterschiedlichen Abständen zwischen FFQ-Ausfülldatum und 24HR bei den einzelnen Teilnehmern. Die Interviews wurden im Zeitraum zwischen 1. Dezember 2008 und 16. Februar 2009 durchgeführt. Der Großteil der ausgefüllten Fragebögen wurde im Zeitraum vom 25. Februar bis zum 10. April 2009 zurückgeschickt (die zwei verspätet am 17. und 21. April eingetroffenen Fragebögen wurden ebenfalls in die Auswertung mit einbezogen). Generell konnte erreicht werden, dass für 65 Teilnehmer zumindest das zweite, für 5 Teilnehmer sogar beide Ernährungsinterviews innerhalb der vier Wochen lagen, die die Grundlage der FFQ-Befragung bildeten. Um den Zeiteffekt des Abstandes zwischen den Interviews und dem Ausfülldatums des Fragebogens in den Analysen benennen zu können, wurden alle Interviews einzeln betrachtet und der jeweilige Abstand zwischen 24HR und Abgabezeitpunkt des ausgefüllten Fragebogens berechnet. Daraufhin konnten in diesen Zeitgruppen die Analysen separat durchgeführt werden, um einen möglichen zeitlichen Unterschied als Ursache für veränderte Übereinstimmung zwischen Fragebogen- und Interview-Ergebnisse aufzudecken oder zu verneinen. Diese separate Betrachtung aller Interviews wurde ebenfalls genutzt, um Berechnungen zur intra-individuellen Varianz durchzuführen. Für alle übrigen Analysen wurde stets der Mittelwert der beiden Messwerte aus den 24HR zum Vergleich mit den Werten des zu validierenden FFQs verwendet.

Die Daten ermöglichten es auch, diejenigen Teilnehmer auszuschließen, die für den Tag des 24HR einen besonderen Tag oder eine besondere Diät angaben. Die Ergebnisse dieser und

weiterer Analysen würden den Rahmen der Diplomarbeit jedoch sprengen und werden daher in einer anderen Publikation veröffentlicht.

Alle statistischen Berechnungen und Analysen wurden mit SAS (Version 9.2, SAS Institut) durchgeführt. Für alle, hier durchgeführten Untersuchungen gilt: Werte mit $p < 0,05$ wurden als signifikant eingestuft.

Die Dokumentation und Aufarbeitung der Ergebnisse erfolgte mit Excel (MS Excel 2003) und Word (MS Word 2003).

3.5 Weitere, mögliche Analyseansätze anderer Arbeitsgruppen

Median- anstelle von Mittelwertsvergleichen

Wenn sich Mittelwert und Median für einige Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen sehr stark unterscheiden, liegt die Ursache in vielen (positiven oder negativen) extremen Messwerten, die die ideale Gaußsche Verteilungskurve der Ergebnisse verzerren. Um diesem vorzubeugen gehen einige Wissenschaftler in ihren Studien dazu über anstelle der Mittelwerte die Mediane mit der entsprechenden Standardabweichung zu berechnen, darzustellen und zu vergleichen. [35]

Obwohl sich auch in unseren Ergebnissen zeigt, dass sich Mittelwert und Median der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen unterscheiden, stützen wir unsere Analysen nicht allein auf den Median. Bei kategoriellen Messwerten ist der Median meist nicht aussagekräftiger als der Mittelwert. Gerade bei einer Nicht-Normalverteilung/ gezackten Verteilung der Messwerte (in unserem Fall Verzehrsmengen und –Häufigkeiten) kann es dazukommen, dass Werte, die größer und kleiner als der Median sind, wesentlich häufiger angegeben werden als der Median selbst. Die Angabe des Medians allein könnte irreführend sein. Aus diesem Grund konzentriert sich die hier vorliegende Analyse auf den Vergleich der Mittelwerte der beiden Methoden. Die zusätzliche Angabe des Medians dient der besseren Einschätzung der Werte.

Berechnung der Internen Validität

Neben der relativen Validität findet sich in der Literatur auch die Berechnung einer internen Validität. [54] Zur Berechnung der internen Validität eines Messinstrumentes werden die Verzehrshäufigkeiten für den Gesamtverzehr eines Lebensmittels mit der Summe der Ver-

zehrshäufigkeiten des Lebensmittels in Form bestimmter Zubereitungsarten verglichen. Beide Fragevarianten (Gesamtverzehr gegenüber der Summe der Verzehrshäufigkeiten der einzelnen Zubereitungsarten) finden sich dabei innerhalb der zu validierenden Methode. Das bedeutet, dass z.B. die Gesamtverzehrshäufigkeit für Gemüse mit der Summe der Verzehrshäufigkeiten für rohes und gekochtes Gemüse und Hülsenfrüchten verglichen wird. Das Maß für die Validität soll dabei sein, wie gut diese beiden Ergebnisse übereinstimmen. Ebenfalls angewendet werden kann diese Verfahrensweise unter anderem für Obst, Fisch, Kartoffeln, Brot.

Der hier validierte FFQ lässt diese Auswertung allerdings nicht zu, da zwar die einzelnen Zubereitungsarten von z.B. Gemüse oder Obst abgefragt wurden, der Gesamtverzehr hingegen nicht in einer separaten Frage dokumentiert wurde. Ein Vergleich der Ergebnisse dieser beiden Fragestellungen ist demnach nicht möglich.

4 Ergebnisse

4.1 Charakteristika der Studienpopulation

Von den 161 Teilnehmern, die in die Validierungsstudie mit einbezogen wurden, waren 82 Männer und 79 Frauen.

Der Altersdurchschnitt der Teilnehmer betrug 51 Jahre. Der jüngste Teilnehmer war 17 Jahre und der älteste Teilnehmer 79 Jahre alt.

Tabelle 3: Alterscharakteristika

Geschlecht	<u>Mittelwert</u> (in Jahren)	<u>Minimum</u> (in Jahren)	<u>Maximum</u> (in Jahren)
Männlich	52	18	79
Weiblich	51	17	77

Im Vergleich zur Gesamtpopulation in Deutschland sind die Jüngeren (<40 Jahren) in der Studienpopulation der DEGS-Validierungsstudie etwas unterrepräsentiert, die übrigen drei Altersklassen sind etwas überrepräsentiert. (Die vier Studienteilnehmer im Alter von 17 und 18 Jahren wurden der jüngsten Altersgruppe zugeordnet.)

Tabelle 4: Vergleich der Altersstruktur in der Studienpopulation und der Gesamtbevölkerung Deutschlands

Alter in Jahren	Studienpopulation (DEGS-Validierung)	Bevölkerung in Deutschland (2005)*
	in %	in %
20-39	19,9	34,4
40-49	27,3	21,7
50-59	24,8	16,8
60-79	28,0	27,1

* Quelle: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2007

Die Betrachtung des body mass index (BMI) der Teilnehmer ergab, dass der durchschnittliche Studienteilnehmer mit einem BMI von 25,3 kg/m² (Frauen: 24kg/m² und Männer: 26,1kg/cm²) leicht übergewichtig ist, 4% der Teilnehmer Untergewicht haben und 12% adipös sind. In Abb.1 und Abb.2 findet sich die Analyse der Teilnehmer nach BMI, Altersgruppen und Geschlecht, dargestellt im Vergleich mit den Daten der NVS II. Die Teilnehmerzahl der Altersgruppen <40 Jahre ist relativ klein, d.h. die BMI-Analyse dieser Altersgruppen im Vergleich mit den NVS II –Daten liefert keine aussagekräftigen Ergebnisse. Der Vergleich in den Altersgruppen >40 Jahre zeigt hingegen, dass die Validierungsstudie im Durchschnitt einen etwas größeren Anteil übergewichtige und normalgewichtige Teilnehmer und eine etwas geringere Anzahl adipöser Teilnehmer aufweist. Der Anteil der Übergewichtigen ist bei den Frauen in den Altersklassen 30-39 und 40-49 etwas niedriger als bei den NVS II – Teilnehmern und die Anzahl der Normalgewichtigen dafür etwas höher. Es muss jedoch bedacht werden, dass die Teilnehmerzahl beider Studienpopulationen sehr unterschiedlich ist und die Population der Validierungsstudie stärker von zufälligen Schwankungen betroffen ist.

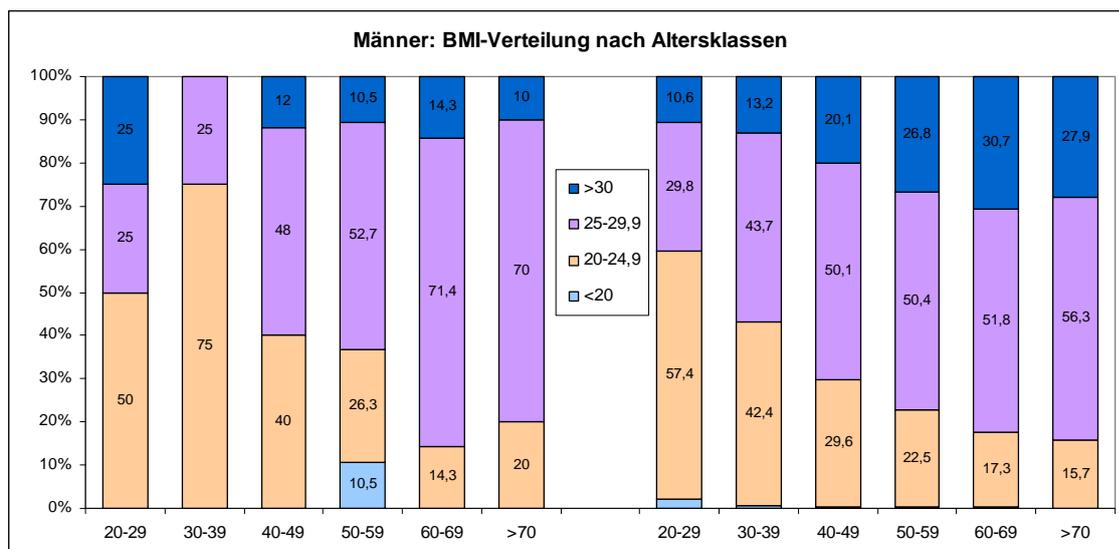


Abbildung 1: Vergleich der BMI-Verteilung in der Studienpopulation der DEGS-Validierung (links, n=82) und der Studienpopulation der NVS II (rechts, n=6117) für die Männer im Alter von 20 bis >70 Jahre

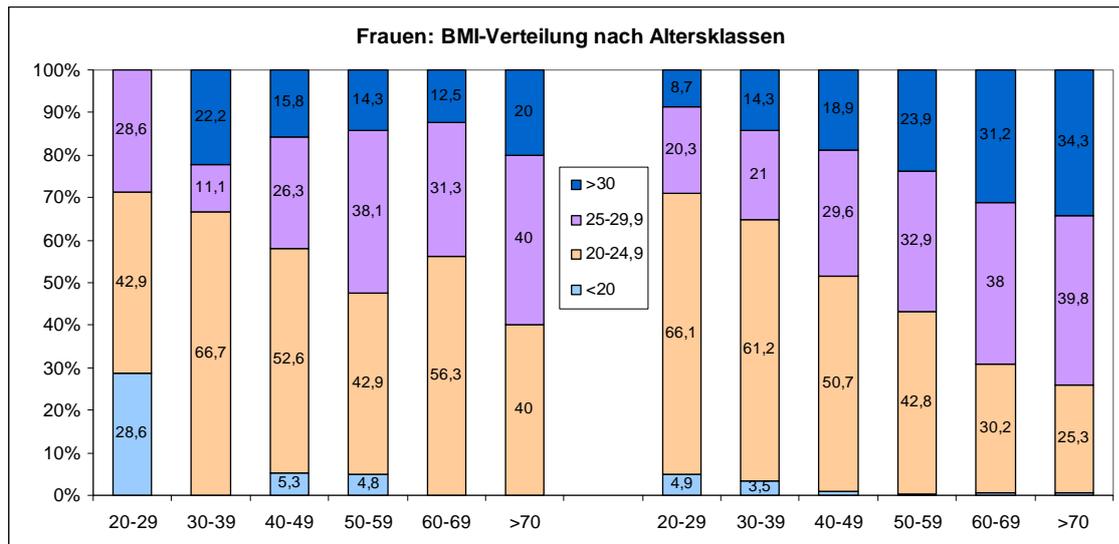


Abbildung 2: Vergleich der BMI-Verteilung in der Studienpopulation der DEGS-Validierung (links, n=79) und der Studienpopulation der NVS II (rechts, n= 7090) für die Frauen im Alter von 20 bis >70 Jahre

Tabelle 5: Häufigkeiten und Prozent der 24HR in Abhängigkeit des Zeitabstandes zum FFQ

Zeitabstand	Häufigkeit	%
< 4 Wochen	60	18,6
4 – 6 Wochen	108	33,6
6 – 8 Wochen	87	27,0
> 8 Wochen	67	20,8

Aus anderen Studien ist bekannt, dass die Wahl der Interview-Tage ebenfalls Einfluss auf die Übereinstimmung der Methoden haben kann, daher ist es von Bedeutung, die 24HR möglichst auf Wochentage und Wochenendtage zu verteilen. In unserer Studie wurden 54% der Teilnehmer über zwei Wochentage, 43% der Teilnehmer über einen Wochen- und einen Wochenendtag und 4% der Teilnehmer über zwei Wochenendtage befragt.

4.2 Deskriptive Analysen

4.2.1 Analyse der Korrelationskoeffizienten

Unter Ausschluss der nicht-signifikanten Ergebnisse reicht der Spearman-Korrelationskoeffizient von 0,2 (Pommes) bis 0,8 (Tee), der Mittelwert liegt bei 0,4. (**Tabelle 6**) Für Müsli, Cornflakes und Brot liegen die Korrelationskoeffizienten zwischen 0,3–0,6. Alle alkoholfreien Getränke und Milch zeigen Korrelationen zwischen 0,5–0,8. Für Butter/Margarine und süße Brotaufstriche liegen die Korrelationen zwischen 0,5–0,7. Milchprodukte wie Frischkäse, Käse, Quark/Joghurt/Dickmilch genauso wie Fleisch als Brotbelag zeigen eine etwas schwächere Korrelation (0,4–0,5). Frisches Obst liegt mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,5 im mittleren Bereich. Während für Fleisch und Geflügel sowie Gemüse und Hülsenfrüchte die Korrelation niedriger ist (0,2–0,3). Bei Lebensmitteln, die nicht jeden Tag verzehrt werden wie beispielsweise Cocktails/Hochprozentiges, Eier, Fastfood, Pizza, Pasta, Reis, Kartoffeln oder Kuchen, sowie süßen und salzigen Snacks sind die Korrelationskoeffizienten in der Regel schwach (0,1–0,3). Lebensmittel, die täglich aufgenommen werden, zeigen in der Regel höhere Korrelationskoeffizienten als solche, die seltener oder nur zu bestimmten Anlässen verzehrt werden.

Tabelle 6: Korrelation zwischen FFQ und 24HR

Lebensmittel	n	r	p
Milch	160	0,61	<0,0001
Erfrischungsgetränke	161	0,58	<0,0001
kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke	158	0,47	<0,0001
Fruchtsaft	161	0,54	<0,0001
Gemüsesaft	160	0,46	<0,0001
Wasser	160	0,54	<0,0001
Kräuter-/Früchtetee	161	0,65	<0,0001
Grüner/Schwarzer Tee	159	0,72	<0,0001
Kaffee	160	0,78	<0,0001
Bier	158	0,58	<0,0001
alkoholfreies Bier	155	0,47	<0,0001
Wein	159	0,58	<0,0001
Cocktails	158	0,10	0,2200
hochprozentige alkoholische Getränke	159	0,15	0,0500
Cornflakes	161	0,37	<0,0001
Müsli	161	0,57	<0,0001
Vollkornbrot	159	0,32	<0,0001
Grau-/Mischbrot	156	0,41	<0,0001
Weißbrot	160	0,27	0,0005
Butter/Margarine	161	0,69	<0,0001
Frischkäse	161	0,39	<0,0001
Käse	161	0,39	<0,0001
Quark, Joghurt, Dickmilch	160	0,49	<0,0001
Honig/Marmelade	160	0,67	<0,0001
Nuss-Nougatcreme	159	0,45	<0,0001
Eier	161	0,19	0,0130
Geflügel	161	0,23	0,0040
Hamburger/Döner Kebab	159	0,33	<0,0001
Brat-/Currywurst	160	0,19	0,0181
Fleisch	160	0,27	0,0006
Wurst (Brotbelag)	161	0,54	<0,0001
Schinken	161	0,42	<0,0001
Fisch	161	0,36	<0,0001
frisches Obst	161	0,51	<0,0001
gegartes Obst/Konserven	160	0,27	0,0005
rohes Gemüse, Salat	158	0,29	0,0002
Hülsenfrüchte	158	0,22	0,0050
gekochtes Gemüse	158	0,16	0,0500
Pasta	161	0,19	0,0133
Reis	161	0,19	0,0150
gekochte Kartoffeln	161	0,29	0,0001
gebratene Kartoffeln	161	0,16	0,0400
Pommes Frites	160	0,33	<0,0001
Pizza	160	0,15	0,0500
Kuchen/Torte	160	0,39	<0,0001
Kekse	160	0,31	<0,0001
Schokolade/Schokoriegel	161	0,40	<0,0001
Süßigkeiten	161	0,29	0,0002
Eis	160	0,12	0,1500
Kartoffelchips	161	0,42	<0,0001
Salzgebäck/Cracker	161	0,25	0,0012
Nüsse	161	0,31	<0,0001

4.2.2 Vergleich der Mittelwerte, Standardabweichungen und Mediane

Tabelle 7 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Mediane der einzelnen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen, die mit den beiden Methoden ermittelt und als Differenzwerte der beiden Methoden berechnet wurden. Die positive Differenz verdeutlicht die Erfassung einer größeren Aufnahme mittels FFQ, die negative Differenz verdeutlicht die Erfassung eines geringeren Verzehrs durch den FFQ.

Lässt man all die Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen außen vor, deren Median 0,0 ist, so stellt der Median bei den FFQ-Daten im Durchschnitt 57% und bei den Recall-Daten 68% des Mittelwertes dar. Der höhere Wert für die Recall-Daten kommt daher, dass bei diesen mehr als die Hälfte der Medianwerte 0,0 sind. Der Einfluss der Extremwerte, welcher dazu führt, dass die meisten Mediane geringer als die Mittelwerte sind, wird durch die meist großen Standardabweichungen verdeutlicht. Die Standardabweichungen sind bei fast allen Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen, besonders aber bei den Getränken, sehr groß. Die Ergebnisse bestätigen die Annahme, dass bei Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen, die in großen Mengen und unregelmäßig verzehrt werden, die Standardabweichungen tendenziell größer ausfallen als bei Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen, deren absolute Verzehrsmengen kleiner sind. (Vgl. **Tabelle 7** frisches Obst vs. Kartoffelchips)

Auffällige Unterschiede beim Vergleich von Mittelwert/ Median der beiden Messmethoden wie z.B. bei Milch (Differenzwert: 139,2 ml) sind wahrscheinlich zum Einen auf unterschiedliche Portionsgrößen (in FFQ und 24HR), zum Anderen möglicherweise auch auf die unterschiedlich gute Erfassung von täglich bzw. nicht täglich verzehrten Lebensmitteln zurückzuführen. (siehe Auswertung im Diskussionsteil) Die berechneten Differenzmittelwerte reichen von -85,5 ml (Kaffee) bis 534,7 ml (Wasser). Für ca. 27% der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen ist die Differenz zwischen den beiden Methoden nicht signifikant. Dazu gehören Kräutertee, alkoholfreies Bier, Bier, Wein, Müsli und Vollkornbrot, Nuss-Nougat-Creme, Eier, Fleisch, Schinken, Hülsenfrüchte, Pasta, Kuchen und Kartoffelchips.

Tabelle 7: Mittelwerte (MW) mit STD und Median von FFQ, 24HR und deren Differenz (FFQ - 24HR)

Lebensmittel	n	FFQ			24HR			Differenz			p*
		MW	± STD	Median	MW	± STD	Median	MW	± STD	Median	
Milch	160	251,2	381,7	200,0	112,2	169,6	38,7	139,2	377,9	42,9	<0,0001
Erfrischungsgetränke	161	107,5	373,7	8,9	87,0	237,2	0,0	20,4	284,9	0,0	0,0088
kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke	158	59,5	216,5	0,0	20,7	103,9	0,0	38,5	211,1	0,0	0,0009
Fruchtsaft	161	208,0	359,8	85,7	157,8	251,1	50,0	50,2	280,5	17,9	0,0062
Gemüsesaft	160	8,9	32,8	0,0	5,5	30,7	0,0	3,3	32,1	0,0	0,0123
Kräuter-/Früchtetee	161	214,6	407,8	32,1	201,1	352,2	0,0	13,5	347,6	0,0	0,9200
Grüner/Schwarzer Tee	159	109,7	259,8	0,0	153,0	362,7	0,0	-42,0	227,0	0,0	0,0332
Kaffee	160	423,5	425,3	300,0	507,1	404,7	462,5	-85,8	402,2	-80,0	<0,0001
Bier	158	86,2	160,2	26,5	121,3	261,0	0,0	-37,3	164,1	0,0	0,4501
alkoholfreies Bier	155	13,8	66,2	0,0	19,6	93,6	0,0	-6,6	69,9	0,0	0,2596
Wein	159	33,7	66,1	11,2	50,6	106,6	0,0	-15,7	86,0	0,0	0,7078
Cocktails	158	6,6	23,4	0,0	1,5	16,1	0,0	5,0	28,0	0,0	0,0001
Hochprozentiges	159	1,3	2,8	0,0	2,4	14,2	0,0	-1,1	14,4	0,0	0,0037
Cornflakes	161	1,2	4,7	0,0	0,9	4,8	0,0	0,3	4,7	0,0	0,0010
Müsli	161	2,4	5,3	0,0	6,2	19,4	0,0	-3,9	16,1	0,0	0,6186
Vollkornbrot	159	61,7	77,1	25,0	66,0	70,0	50,0	-3,2	88,6	0,0	0,2826
Grau-/Mischbrot	156	60,9	87,1	25,0	46,2	55,4	30,0	14,0	78,1	8,9	0,0483
Weißbrot	160	24,3	32,4	10,7	32,7	37,6	22,5	-8,4	44,7	-1,3	0,0032
Butter/Margarine	161	8,3	9,4	5,0	17,7	17,8	13,8	-9,4	14,7	-6,3	<0,0001
Frischkäse	161	4,3	8,0	1,3	4,7	14,8	0,0	-0,4	13,0	0,5	0,0015
Käse	161	26,2	25,9	15,0	16,4	18,2	11,0	9,8	25,5	6,4	<0,0001
Quark, Joghurt, Dickmilch	160	95,1	107,3	46,4	57,2	86,5	0,0	37,5	111,4	22,3	<0,0001
Honig/Marmelade	160	8,9	10,0	5,0	17,3	22,2	10,5	-8,4	18,5	-3,8	<0,0001
Nuss-Nougatcreme	159	1,0	2,7	0,0	1,3	4,9	0,0	-0,4	3,7	0,0	0,4653
Eier	161	12,5	10,9	12,9	13,5	23,3	0,0	-0,9	23,5	5,4	0,4194
Geflügel	161	19,0	26,1	13,4	14,1	29,9	0,0	5,0	35,8	5,4	0,0007
Hamburger/ Döner Kebab	159	6,3	13,5	0,0	5,8	30,1	0,0	0,5	29,5	0,0	<0,0001
Brat-/Currywurst	160	4,2	7,7	3,0	4,4	16,2	0,0	-0,3	16,4	3,0	<0,0001
Fleisch	160	33,6	29,9	25,7	38,2	52,5	0,0	-4,4	53,3	8,0	0,7834
Wurst (Brotbelag)	161	22,9	24,3	20,0	35,5	42,4	22,5	-12,6	40,1	0,0	0,0019
Schinken	161	6,8	8,4	4,3	8,8	15,8	0,0	-2,0	14,4	0,7	0,9872
Fisch	161	16,9	19,0	11,3	21,5	49,9	0,0	-4,7	49,2	6,0	0,0259
frisches Obst	161	247,7	329,3	150,0	174,9	174,2	127,5	72,8	280,0	33,8	0,0002
gegartes Obst/ Konserven	160	6,6	11,9	0,0	10,3	32,0	0,0	-3,5	31,0	0,0	0,0300
rohes Gemüse, Salat	158	72,9	81,8	37,5	40,0	48,9	23,5	33,5	77,3	16,1	<0,0001
Hülsenfrüchte	158	14,3	21,9	10,7	13,5	36,6	0,0	0,5	40,5	5,4	0,4744

Lebensmittel	n	FFQ			24HR			Differenz			p*
		MW	± STD	Median	MW	± STD	Median	MW	± STD	Median	
gekochtes Gemüse	158	54,6	51,5	32,1	50,9	51,5	42,6	3,7	68,7	8,3	0,0031
Pasta	161	23,8	21,6	13,4	34,1	61,8	0,0	-10,3	58,2	11,2	0,8966
Reis	161	19,2	21,6	13,4	9,1	27,4	0,0	10,1	30,3	13,4	<0,0001
gekochte Kartoffeln	161	71,7	53,9	56,3	53,5	72,4	12,6	18,2	71,9	23,4	<0,0001
gebratene Kartoffeln	161	7,1	9,6	5,4	12,4	39,0	0,0	-5,3	37,8	2,7	<0,0001
Pommes Frites	160	6,7	10,1	2,7	4,3	14,0	0,0	2,4	14,0	1,3	<0,0001
Pizza	160	14,6	19,4	12,5	16,8	62,4	0,0	-2,2	63,1	12,5	<0,0001
Kuchen/Torte	160	23,1	25,3	21,4	39,5	65,2	0,0	-16,3	53,6	3,6	0,0676
Kekse	160	3,1	5,1	1,3	8,0	15,3	0,0	-4,8	14,4	0,0	0,0136
Schokolade/ Schoko- riegel	161	13,1	28,9	5,4	11,4	21,9	0,0	1,7	28,5	1,8	0,0440
Süßigkeiten	161	3,1	6,5	0,6	2,8	10,1	0,0	0,4	9,8	0,4	<0,0001
Eis	160	8,1	22,6	2,7	3,3	16,0	0,0	4,8	17,9	0,0	<0,0001
Kartoffelchips	161	1,0	2,2	0,0	1,9	7,7	0,0	-0,9	7,1	0,0	0,1121
Salzgebäck/Cracker	161	1,2	3,7	0,0	1,4	6,6	0,0	-0,2	6,7	0,0	<0,0001
Nüsse	161	2,4	7,2	0,4	2,9	9,7	0,0	-0,5	8,6	0,0	0,0264

* Sign rank test

Betrachtet man alle abgefragten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen separat und berücksichtigt nur die signifikanten Ergebnisse, so ist die Differenz für 15 Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen negativ, d.h. der FFQ unterschätzt die Aufnahme für diese. Für die übrigen 22 Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen überschätzt er die Aufnahme (unter der Annahme, dass der 24HR die eigentliche Aufnahme exakter wiedergibt).

Etwas präziser ausgedrückt finden sich für Kräutertee, Vollkornbrot, Frischkäse, Eier, Hamburger/Döner, Bratwurst, gekochtes Gemüse und Hülsenfrüchte Abweichungen zwischen FFQ und 24HR von weniger als 10%. Für Milch, kalorienreduzierte Limonaden, Frucht- und Gemüsesaft, Wasser, Cocktails, Cornflakes, Graubrot, Käse, Quark, Geflügel, frisches Obst, rohes Gemüse, Reis, gekochte Kartoffeln, Pommes und Kartoffelchips *überschätzt* der FFQ die Aufnahme im Vergleich zum 24HR um mehr als 25%. Für grünen/schwarzen Tee, alkoholfreies Bier, Bier, Wein, Hochprozentiges, Müsli, Weißbrot, Butter/Margarine, Honig/Marmelade, Wurst, verarbeitetes Obst, Nudeln, Bratkartoffeln, Kuchen, Kekse und Kartoffelchips *unterschätzt* der FFQ die Aufnahme um mehr als 25%. Für die übrigen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen liegt die Verschätzung zwischen 10 und 25%. Dieses Ergebnis unterstreicht die Annahme, dass der FFQ den Lebensmittelverzehr nicht systematisch über- oder unterschätzt.

4.2.3 Regressionsanalysen der Lebensmittelübergruppen

Die Analyse der Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen zeigt, dass in den meisten Fällen (außer für Wasser und Obst) der Wert b_1 kleiner als 1 ist. (**Tabelle 8**) Da in allen Fällen $b_0 > 0$ ist, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die FFQ-Werte generell kleiner als die 24HR-Werte sind. b_1 reicht von 0,1 (Fisch) bis 1,02 (Wasser). Die Werte für b_0 sind zwischen den Lebensmittelgruppen sehr unterschiedlich. Sie reichen von 3,0 bei Snacks und Butter/Margarine bis 520,0 bei Wasser und sind bei den Getränken (im Durchschnitt mit ca. 200) generell höher als bei den restlichen Lebensmittelgruppen. Für Kaffee, Obst, Gemüse und Süßes liegen die Messpunkte in der Nähe der Regressionsgeraden. Für die übrigen Lebensmittelübergruppen wurden zwar Regressionsgleichungen berechnet, die Messpunkte verteilen sich aber meist sehr großflächig, in einiger Entfernung zur Regressionsgeraden.

Tabelle 8: Regressionskoeffizienten der Lebensmittelübergruppen

Lebensmittel	FFQ =	b_1	* 24HR +	b_0
Milch/Milchprodukte		0,68		248,6
Wasser		1,02		520,0
Tee		0,65		95,6
Kaffee		0,56		139,1
alkoholfreie Getränke		0,88		141,1
alkoholische Getränke		0,51		38,2
Brot/Cerealien		0,55		64,3
Butter/Margarine		0,30		3,0
süßer Brotaufstrich		0,25		5,1
Eier		0,10		11,2
Fleisch		0,18		43,3
Fastfood		0,15		7,8
herzhafter Brotbelag		0,24		19,1
Fisch		0,09		15,0
Obst		1,01		66,0
Gemüse		0,42		97,7
Reis/Nudeln/Kartoffeln		0,24		100,7
Pizza		0,40		14,0
Süßes		0,24		27,5
Snacks		0,26		3,0

Die graphische Abbildung der Regressionsanalyse wird hier beispielhaft für Kaffee dargestellt. (Abb.3) Eine Auswahl der Abbildungen der übrigen Lebensmittel findet sich im Anhang. Die Regressionsgleichung für die Analyse von Kaffee zeigt, dass der FFQ in diesem Fall nicht nur systematisch um ca. 139 ml überschätzt (b_0) sondern abhängig von der Verzehrsmenge auch eine tendenzielle Überschätzung durch die 24HR auftreten kann ($b_1=0,56$). Die Art der Verschätzung hängt demzufolge von der Verzehrsmenge ab. Dies gilt jedoch nicht nur für Kaffee.

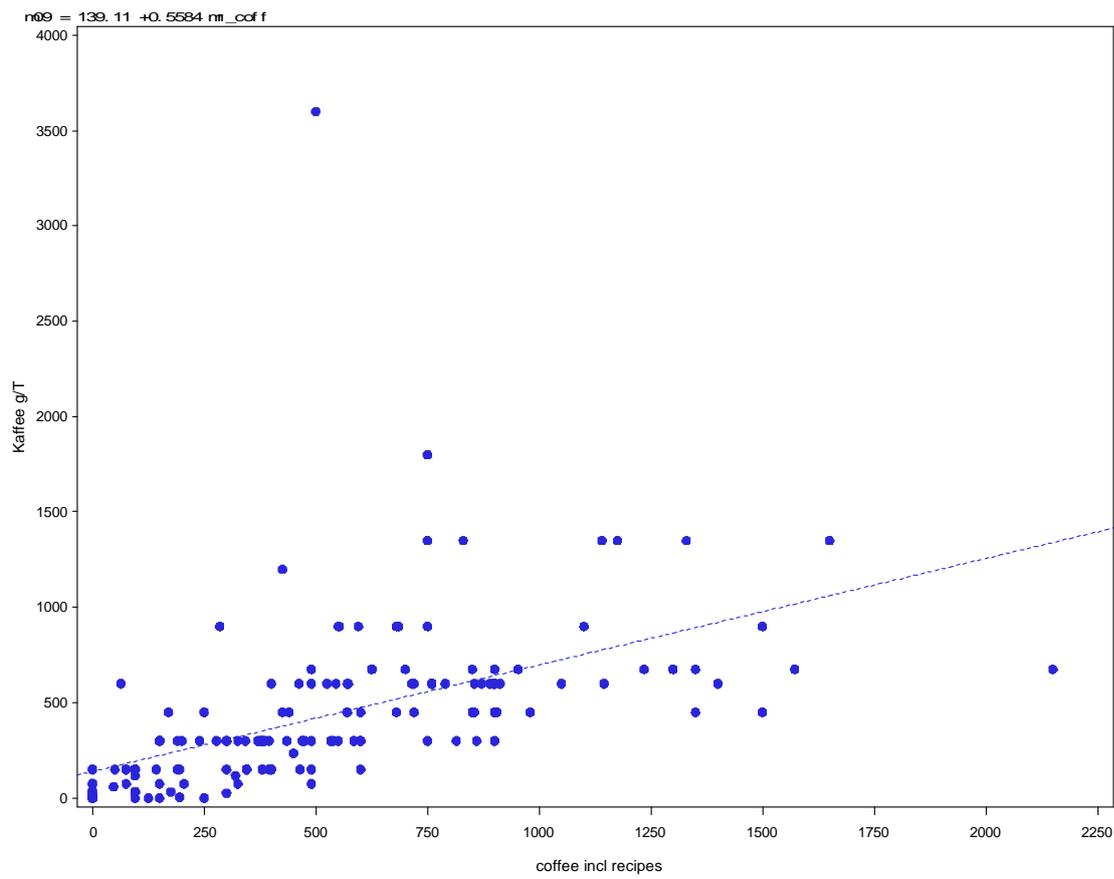


Abbildung 3: Regressionsanalyse für Kaffee

Die Analyse der Ergebnisse zeigte, dass sich für fast alle Lebensmittel (außer für Obst, Wasser und alkoholische Getränke) anhand der Regressionsanalysen keine generellen Aussagen bzgl. Über- oder Unterschätzung durch den FFQ treffen lassen. Es existieren vielmehr Grenzwerte, die den Aufnahmebereich der Überschätzung von dem Bereich der Unterschätzung trennen. Diese Grenzwerte wurden berechnet und in **Tabelle 9** dargestellt. Dabei gilt, Aufnahmemengen unterhalb des Grenzwertes führen zu einer *Überschätzung* durch den FFQ, Aufnahmemengen über dem Grenzwert führen zu einer *Unterschätzung*.

Für Obst und Wasser *überschätzt* der FFQ die Aufnahme unabhängig von der Aufnahmemenge. Für alkoholische Getränke liefert der FFQ generell kleinere Werte als der 24HR. Sowohl für Milch/ Milchprodukten als auch für nicht-alkoholische Getränke scheint der ermittelte Grenzwert für die Aufnahmen der meisten Teilnehmer keine Relevanz zu haben. (siehe Mittelwert der Verzehrsmengen zum Vergleich, **Tabelle 9**). Der FFQ hat wohl auch in diesen beiden Fällen eher die Tendenz zur *Überschätzung*.

Tabelle 9: Grenzwerte im Vergleich mit Mittelwert (MW) und STD

Lebensmittel	Grenzwert	MW für FFQ	± STD
Milch/Milchprodukte	780	378,9	408,3
Tee	273	324,6	479,2
Kaffee	316	423,5	425,3
alkoholfreie Getränke	1175	402,2	607,1
Brot/ Cerealien	140	147,2	98
Butter/Margarine	4	8,3	9,4
süßer Brotaufstrich	6	9,8	10,2
Eier	12	12,5	10,9
Fleisch	53	52,7	46,4
Fastfood	9	10,5	15,7
herzhafter Brotbelag	25	29,7	28
Fisch	16	16,9	19
Gemüse	168	141,8	123,4
Reis/Nudeln/Kartoffeln	132	128,3	69,2
Pizza	23	14,6	19,4
Süßes	36	42,5	41,5
Snacks	4	4,6	9

4.2.4 Ranking

Die Betrachtung der Ranking-Ergebnisse zeigt, dass die Einteilung in die gleiche oder benachbarte Quartile von 65% (gekochte Kartoffeln) bis 94% (Kaffee) reicht. Die Einteilung in gegensätzliche Quartile reicht von 0% (Kaffee) bis 13% (gekochte Kartoffeln). Im Durchschnitt wurden 79,2% mit beiden Methoden in die gleiche oder angrenzende Quartile und knapp 4% in die gegenüberliegenden Quartile eingeordnet. (**Tabelle 10**) Es konnten nicht für alle Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen ausgewogene Quartile gebildet werden. Diese Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen wurden aus der Analyse ausgeschlossen und in Tabelle 10 nicht angeführt.

Tabelle 10: Übereinstimmung bei FFQ und 24HR bzgl. der Einteilung in Quartile

Lebensmittel	% gleiche Quartile	% benachbarte Quartile	% gegenüberliegende Quartile	% gleiche+benachbarte Quartile	gewichteter kappa - Wert	95% Konfidenzintervall für kappa
Milch	45,0	41,2	1,9	86,2	0,45	0,35 – 0,54*
Fruchtsaft	36,6	42,9	6,8	79,5	0,35	0,26 – 0,45* ²
Wasser	36,9	46,3	1,9	83,2	0,34	0,24 – 0,44
Kaffee	51,9	41,9	0,0	93,8	0,55	0,47 – 0,63 ²
Vollkornbrot	37,1	37,1	8,2	74,2	0,25	0,13 – 0,36*
Grau-/Mischbrot	37,2	35,9	6,4	73,1	0,27	0,16 – 0,38* ²
Weißbrot	31,3	42,5	8,1	73,8	0,19	0,08 – 0,31*
Butter/Margarine	50,3	40,4	0,6	90,7	0,51	0,42 – 0,60 ²
Käse	41,0	36,0	6,2	77,0	0,30	0,19 – 0,41* ²
Honig/ Marmelade	46,9	42,5	1,9	89,4	0,50	0,41 – 0,59* ²
Wurst	42,9	42,2	4,3	85,1	0,40	0,30 – 0,50
frisches Obst	39,8	37,9	5,0	77,7	0,34	0,23 – 0,44 ²
rohes Gemüse, Salat	29,8	45,0	10,1	74,8	0,18	0,07 – 0,29* ²
gekochtes Gemüse	31,0	37,3	7,0	68,3	0,09	-0,03 – 0,20 ²
gekochte Kartoffeln	34,8	30,4	13,0	65,2	0,17	0,05 – 0,28* ²

* mehr als 25% der Teilnehmer konsumierten dieses Lebensmittel nicht am Tag des 24HR

² ungleichmäßige Quartileinteilung

Tabelle 11: Übereinstimmung bei FFQ und 24HR bzgl. der Einteilung in Quartile für die Lebensmittelübergruppen

Lebensmittel	% gleiche Quartile	% benachbarte Quartile	% gegenüberliegende Quartile	% gleiche+benachbarte Quartile	gewichteter kappa - Wert	95% Konfidenzintervall für kappa
Milch + Milchprodukte	38,4	39,6	3,2	78,0	0,30	0,20 – 0,41
Milchprodukte	42,5	40,7	3,8	83,2	0,37	0,27 – 0,48
Kaffee	51,9	41,9	0,0	93,8	0,55	0,47 – 0,63 ²
alkoholfreie Getränke	47,6	35,7	3,3	83,3	0,45	0,34 – 0,55*
Wasser	36,9	46,3	1,9	83,2	0,34	0,24 – 0,44
Brot/Cerealien	43,8	36,6	5,9	80,4	0,35	0,23 – 0,46
Butter/Margarine	50,3	40,4	0,6	90,7	0,51	0,42 – 0,60 ²
süßer Brotaufstrich	48,4	39,0	1,3	87,4	0,49	0,40 – 0,59
Fleisch	29,4	40,6	10,0	70,0	0,15	0,04 – 0,26
herzhafter Brotbelag	40,4	44,7	1,9	85,1	0,39	0,29 – 0,49
Obst	36,3	50,0	2,5	86,3	0,35	0,26 – 0,45
Gemüse	31,7	41,8	8,2	73,5	0,17	0,06 – 0,29
Nudeln/Reis/Kartoffeln	34,4	36,3	8,1	70,7	0,18	0,06 – 0,29
Süßes	39,4	38,8	5,0	78,2	0,30	0,19 – 0,41

* mehr als 25% der Teilnehmer konsumierten dieses Lebensmittel nicht am Tag des 24HR

² ungleichmäßige Quartileinteilung

Der gewichtete kappa – Wert liegt zwischen 0,2 (gekochte Kartoffeln) und 0,6 (Kaffee). Für gekochtes Gemüse schließt das 95% - Konfidenzintervall den Wert 0 mit ein. Für Milch, Käse, Kaffee, Fruchtsaft, Brot, Butter, Honig/Marmelade, frisches Obst, Gemüse und gekochte Kartoffeln sind die kappa – Werte unter Vorbehalt zu interpretieren, da hier mehr als 25% der Teilnehmer in den Interviews keine Verzehrsmengen angaben oder nicht annähernd gleich große Quartile gebildet werden konnten.

In **Tabelle 12** finden sich die Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen, bei denen eine Einteilung in Quartile vorgenommen werden konnte, nach ihrem gewichteten kappa – Wert unterschieden. Er reicht von schwach ($<0,2$) für Weißbrot, Fleisch, rohes und gekochtes Gemüse und gekochte Kartoffeln bis zu moderat (0,41 – 0,6) für Milch, Kaffee, nicht-alkoholische Getränke, Butter/Margarine und süßer Brotaufstrich. Die meisten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen wie Fruchtsaft, Brot und Cerealien, Vollkornbrot, Graubrot, Milchprodukte, Käse, Fleischprodukte, Wurst, Obst, frische Früchte und Süßigkeiten lassen sich in die Gruppe ausreichend (0,21 - 0,4) einordnen.

Tabelle 12: Gruppierung der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen (kursiv die Lebensmittelübergruppen) nach gewichtetem kappa - Wert

Gewichteter Kappa-Wert	Lebensmittel
$< 0,2$ schwach	Weißbrot Fleisch Rohes und gekochtes Gemüse <i>Reis/ Nudeln/ Kartoffeln</i> Gekochte Kartoffeln
0,21 – 0,4 ausreichend	<i>Milch und Milchprodukte</i> Fruchtsaft <i>Brot und Cerealien</i> Vollkornbrot Graubrot <i>Milchprodukte</i> Käse <i>Herzhafter Brotbelag</i> Wurst Obst Frisches Obst Süßes
0,41 – 0,6 moderat	Milch Kaffee <i>Alkoholfreie Getränke</i> Butter/ Margarine <i>Süßer Brotaufstrich</i> Honig/ Marmelade

4.2.5 Bland-Altman-Plots

Während sich in den Bland-Altman-Plots bei den meisten Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen die kleineren Messwerte noch dicht an der Mittelwert-Linie befinden, nimmt die Streuung mit Größerwerden des Messwertes zu. (Abb. 4 – 7 bilden stellvertretend für die übrigen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen die auftretenden vier Verteilungsformen ab.)

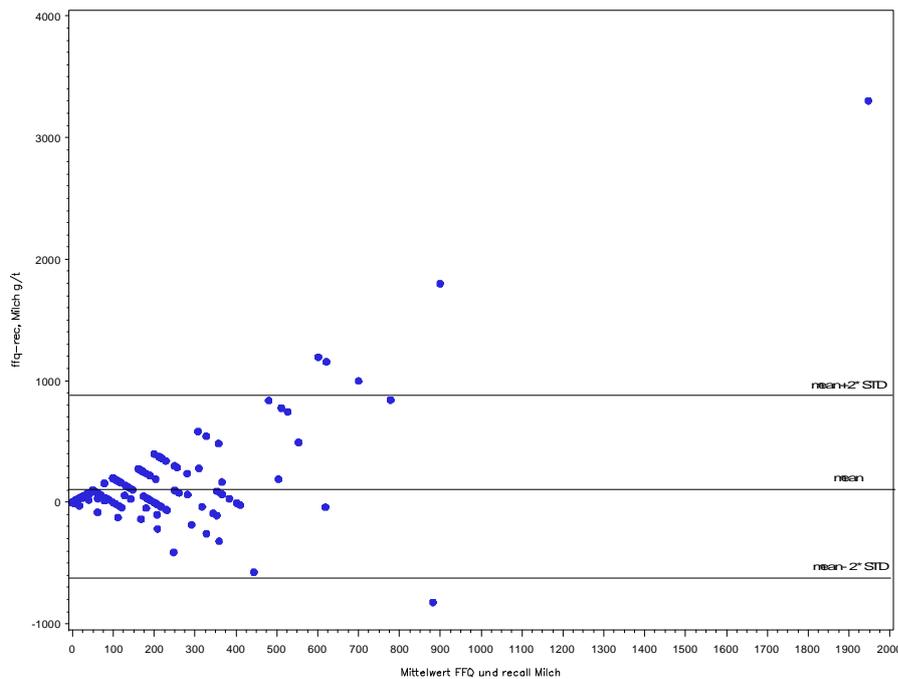


Abbildung 4: Bland-Altman-Plot für Milch, Mittelwert auf der x-Achse, Differenz auf der y-Achse

Für Milch nimmt die Streuung bei Werten > 200 ml stärker zu. Bei Werten ab ca. 500 ml überschätzt der FFQ gegenüber dem 24HR den Milchverzehr. Dies findet sich in ähnlicher Weise für Milch/ Milchprodukte und für nicht alkoholische Getränke.

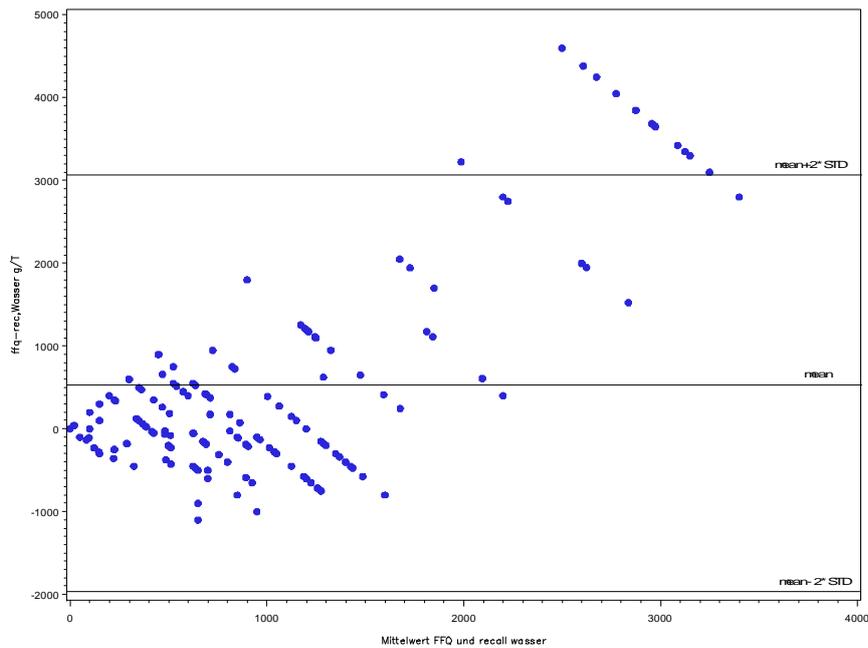


Abbildung 5: Bland-Altman-Plot für Wasser, Mittelwert auf der x-Achse, Differenz auf der y-Achse

Für Wasser findet sich bei Werten ab ca. 1500 ml eine Überschätzung durch den FFQ. Die im Plot für Wasser charakteristischen, diagonalen Linien spiegeln die Kombination der Häufigkeitskategorien mit den Portionsgrößen wieder. Bei einigen der übrigen Plots ist dies teilweise auch sichtbar (z.B. für Butter/Margarine bzw. Eier), aber nicht ganz so deutlich zu erkennen.

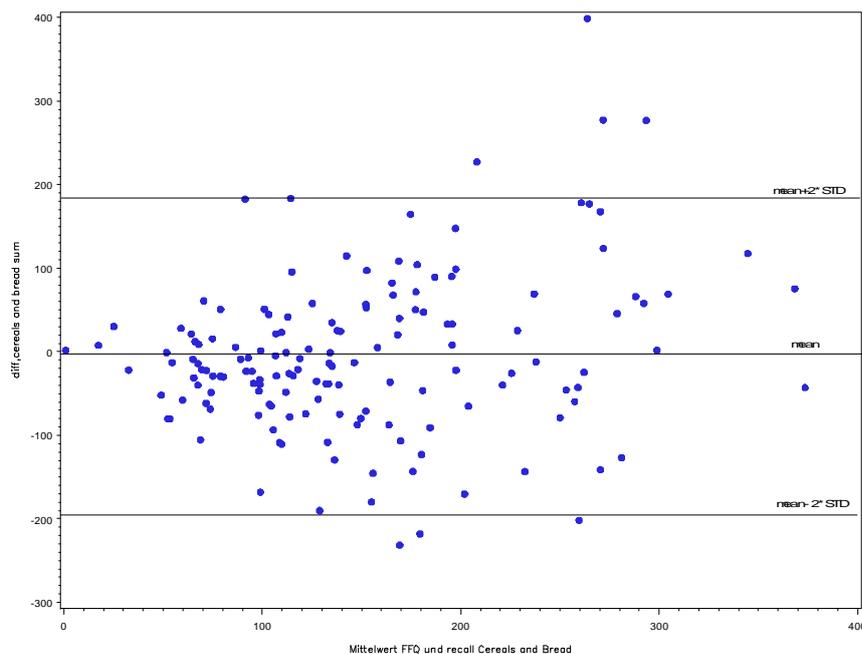


Abbildung 6: Bland-Altman-Plot für Brot/Cerealien, Mittelwert auf der x-Achse, Differenz auf der y-Achse

Für Brot/ Cerealien genauso wie für Tee, Kaffee, Gemüse und Pasta/ Reis/ Kartoffeln streuen die Werte auch bei kleinen Verzehrsmengen stark. Es zeigt sich zusätzlich eine Zunahme der Streuung mit größer werdenden Aufnahmemengen. So kann auch für diese Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen keine klare Aussage zur Über- oder Unterschätzung durch den FFQ gemacht werden. Die Übereinstimmung der beiden Methoden ist auf individueller Ebene sehr unterschiedlich.

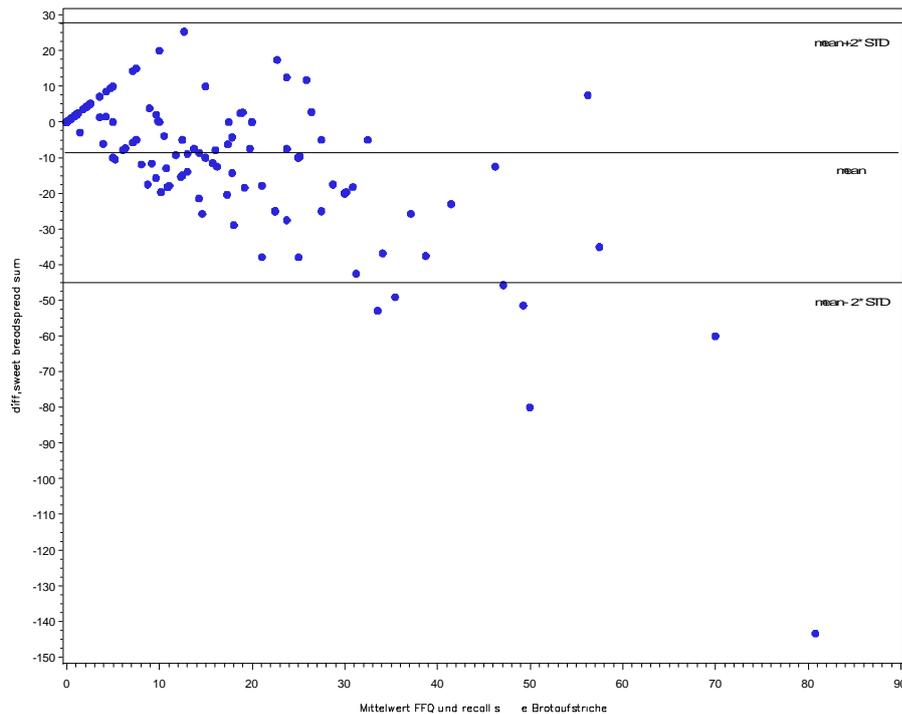


Abbildung 7: Bland-Altman-Plot für süßer Brotaufstrich Mittelwert auf der x-Achse, Differenz auf der y-Achse

Für süßen Brotaufstrich ähnlich wie bei alkoholischen Getränke, Eiern, Fleisch, Fastfood, herzhaftem Brotbelag, Fisch, Pizza, Süßem und Snacks streuen die Werte ebenfalls stark. Mit zunehmender Aufnahmemenge zeigt sich hier jedoch tendenziell eine Unterschätzung durch den FFQ.

Die Visualisierung der Ergebnisse durch die Bland-Altman-Plots unterstreicht, dass die Verzehrsmengen mit dem FFQ nicht generell über- oder unterschätzt werden.

4.3 Speziellere Untersuchungsaspekte

Geschlechtsspezifische Analyse

Die Analyse der geschlechtsspezifischen Korrelationskoeffizienten (siehe Abb.3) zeigt, dass die Korrelation zwischen den beiden Methoden teilweise bei Frauen, teilweise bei Männern größer ist, d.h. die Korrelation ist Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen – spezifisch. Die Korrelationskoeffizienten reichen bei den Männern von 0,2 (Eis) bis 0,7 (schwarzer Tee) und bei den Frauen von 0,2 (Graubrot oder Nüsse) bis 0,8 (Kaffee). Sie sind im Einzelnen etwas besser als die Werte, die für die Gesamt-Studienpopulation berechnet wurden. Die Werte für Milch und Käse korrelieren, im Gegensatz zu allen anderen Lebensmitteln, bei den Männern etwas besser als bei den Frauen. Die Korrelation für nicht-alkoholische und alkoholische Getränke ähnelt sich für beide Geschlechter. Die Ausnahme ist alkoholfreies Bier, welches für Männer einen mehr als doppelt so großen Korrelationskoeffizienten zeigt. Die Werte beider Methoden für Cornflakes und Graubrot haben bei den Frauen ebenfalls nur eine halb so gute Korrelation wie bei den Männern. Für Fastfood korrelieren die Werte bei den Frauen doppelt so gut, für Kartoffelchips und alle anderen Knabbereien ist es umgekehrt. Viele der Werte zeigen für beide Geschlechter eine annähernd gleiche Korrelation in den Ergebnissen der beiden Methoden (Abb. 8). All jene Korrelationskoeffizienten, die sehr stark zwischen den Geschlechtern differieren, sind meist nicht signifikant. Die geschlechtsspezifischen Korrelationskoeffizienten der einzelnen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen stimmen im Großen gut mit den Korrelationskoeffizienten der Gesamt-Studienpopulation überein.

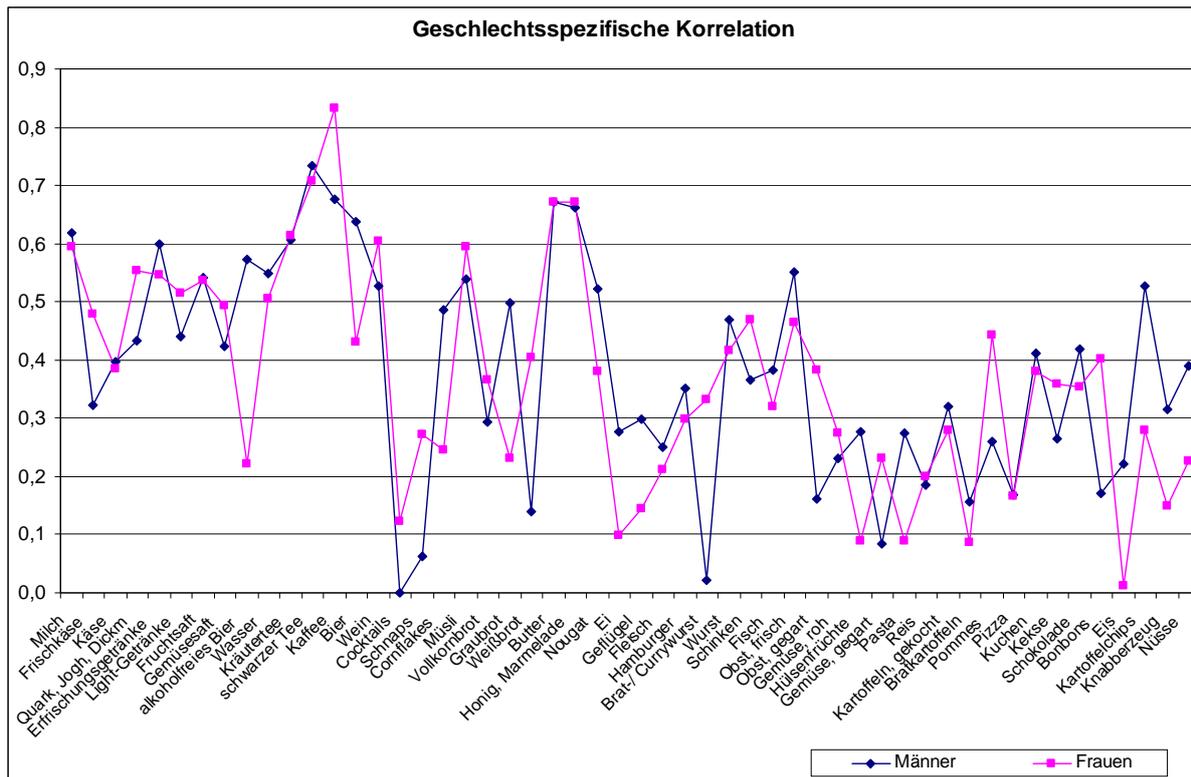


Abbildung 8: Darstellung der geschlechtsspezifischen Korrelation für die einzelnen Lebensmittelgruppen

Von den 51 Lebensmitteln, die im FFQ abgefragt wurden, waren die Differenzen zwischen den Methoden in 30 Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen bei den Frauen und 23 Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen bei den Männern nicht signifikant von Null verschieden. Das bedeutet in 30 bzw. 23 der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen unterscheiden sich die Ergebnisse der beiden Methoden nicht signifikant voneinander. Für die Frauen stimmen somit 59 % und für die Männer 45 % der Angaben im Food Frequency Questionnaire mit den Angaben aus den Recalls überein. Bei den Frauen sind es vor allem Milchprodukte (außer Frischkäse), Kaffee, Erfrischungsgetränke, Wasser, Cornflakes, Butter/Margarine, Honig/Marmelade, Hamburger/Döner und Bratwurst, frisches Obst, rohes Gemüse, Reis, gekochte und gebratene Kartoffeln, Pizza, Kekse, Süßes, Eiscreme und Salzgebäck/Cracker, bei denen die Ergebnisse der beiden Methoden sich signifikant unterscheiden. Bei den Männern sieht es ähnlich aus, nur kommen noch hinzu: Frischkäse, Bier, Cocktails, Hochprozentiges, Grau- und Weißbrot, Geflügel, Wurst (Brotbelag), verarbeitetes Obst anstelle von Frischobst, Pommes anstelle der gekochten Kartoffeln. Es zeigt sich, dass die Lebensmittel, die von den beiden Methoden unterschiedlich erfasst werden, bei Männern und Frauen ähnlich sind. Auf der Ebene der zwischengeschlechtlichen Unterschiede in den Differenzen der Aufnahmemengen wird ersichtlich, dass sich nur für fünf Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen signifikante Unterschiede präsentieren. Dazu gehören Cornflakes, Graubrot, Butter/Margarine, Bratwurst und Pommes. Für

Frauen unterschätzt der FFQ für alle diese Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen etwas (außer für Cornflakes). Bei den Männern hingegen überschätzt der FFQ die Aufnahme von Graubrot, Bratwurst und Pommes und unterschätzt die Aufnahme von Cornflakes und Butter/Margarine. (**Tabelle 15** im Anhang)

Analyse nach Altersgruppen

Wie aus der **Tabelle 16** (im Anhang) hervorgeht hängt die Übereinstimmung der Korrelationskoeffizienten in den einzelnen Altersgruppen vom betrachteten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppe ab. Ein hervorstechendes Beispiel ist die Korrelation von Milch, die in der jüngsten Altersgruppe bei nur $r = 0,21$ und in der ältesten Altersgruppe bei $r = 0,7$ liegt. Berücksichtigt man dabei den p-Wert, so zeigt sich allerdings, dass die Korrelation in der jüngsten Altersgruppe nicht signifikant ist. Bei den alkoholischen Getränken zeigt sich, dass gerade bei der jüngsten Altersgruppe die Ergebnisse der beiden Methoden schlecht korrelieren, während für die Älteren der Konsum scheinbar mit beiden Methoden gleichgut eingeschätzt werden kann. Für die jüngste Altersgruppe ist die Korrelation nicht signifikant. Bei nicht-alkoholischen Getränken ist die Stärke der Korrelation im Vergleich der Altersgruppen invers zu der von alkoholischen Getränken. Für Fastfood korrelieren die beiden Methoden bei den Älteren schlechter, während sich für die Jüngeren relativ gute Korrelationen zeigen, wobei auch hier die Korrelationskoeffizienten der Älteren nicht signifikant sind. Bei allen übrigen Lebensmitteln/ Lebensmittelgruppen können zwischen den Altersgruppen keine besonders großen Unterschiede in der Korrelation der beiden Methoden gefunden werden.

In den vier Altersgruppen stimmen die Mittelwerte der Differenzen beider Methoden in Abhängigkeit der einzelnen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen unterschiedlich gut überein. (**Tabelle 17** im Anhang) Die Anzahl der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen, deren Verzehrsmengen mit beiden Methoden signifikant unterschiedlich gemessen wurden, liegt zwischen 21 (für die jüngste Altersgruppe) und 30 (für die älteste Altersgruppe). Betrachtet man die berechneten Mittelwerte der Differenzen und ihre Signifikanz innerhalb einer Altersgruppe genauer, so zeigt sich, dass besonders die Differenzen für Milchprodukte, teilweise für nicht-alkoholische Getränke, in der jüngsten Altersgruppe auch alkoholische Getränke, Butter/Margarine, Brotaufstrich (außer für die jüngste Altersgruppe), Fastfood, teilweise für Gemüse, für einzelne Komponenten von Reis/Nudeln/Kartoffeln, Süßigkeiten und Eiscreme und teilweise für Snacks signifikant von Null verschieden sind.

Die Aufnahmemengen unterscheiden sich kaum signifikant zwischen den Altersgruppen. Nur für wenige Lebensmittel wie alkoholische Getränke gesamt, Bier und Cocktails im speziellen, Butter/Margarine, Müsli und Graubrot, Hamburger/Döner, Kekse und Schokolade konnten teilweise altersgruppenbezogen signifikante Unterschiede in der Aufnahme ermittelt werden. Bei gesamt-alkoholischen Getränken überschätzt der FFQ die Aufnahme in der jüngsten Altersgruppe leicht, während er bei den drei übrigen Altersgruppen die Aufnahme unterschätzt. Das gleiche Ergebnis findet sich für den Bierkonsum. Bei den Cocktails hingegen unterschätzt der FFQ den Konsum in der Gruppe der 50-59jährigen leicht und überschätzt ihn etwas in den übrigen Altersgruppen. Für Müsli variiert nur die Höhe der Unterschätzung durch den FFQ. Graubrot wird durch den FFQ in der jüngsten und der ältesten Altersgruppe minimal unterschätzt und in den übrigen zwei Altersgruppen etwas überschätzt. Die Aufnahme von Butter/Margarine wird in allen Altersgruppen unterschätzt. Der Konsum von Hamburger/Döner kann in der jüngsten Altersgruppe am besten mit übereinstimmenden Werten von FFQ und 24HR bestimmt werden. Für Kekse unterschätzt der FFQ in allen Altersgruppen und für Schokolade überschätzt er den Konsum etwas in allen bis auf der dritten Altersgruppe.

Zeitaspekt

Die Korrelationskoeffizienten waren in dieser Analyse nicht für alle Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen in allen Zeitgruppen signifikant ($p < 0,05$) (siehe **Tabelle 18** im Anhang). Nicht auswertbar waren Cocktails, Hochprozentiges, Ei, Geflügel, Fleisch, Brat-/Currywurst, Fisch, gegartes Obst, Hülsenfrüchte, gegartes Gemüse, Pasta, Reis, Kartoffeln, Pizza, Kekse, Eis, Salzgebäck/Cracker und Nüsse. Für Milch, Erfrischungsgetränke, alkoholfreies Bier, Wasser, Vollkornbrot, Butter, Nuss-Nougatcreme, Schinken, Schokolade und Bonbons nimmt die Korrelation mit zeitlicher Entfernung zwischen Interview und FFQ ab. Für kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke, Fruchtsaft, Gemüsesaft, schwarzen Tee, Frischkäse, Hamburger/Döner, Wurst, frisches Obst, rohes Gemüse und Kuchen nimmt die Korrelation hingegen mit zeitlicher Entfernung zwischen Interview und FFQ zu. Für Kräutertee, Kaffee, Bier, Wein, Cornflakes, Müsli, Graubrot, Honig/Marmelade, Käse, Quark/Joghurt/Dickmilch und Kartoffelchips ist kein Trend erkennbar.

In **Tabelle 19** (Anhang) sind Unterschiede für Mittelwerte, STD und Mediane in den einzelnen Lebensmittelgruppen für die jeweiligen Zeitgruppen sichtbar. Aber nur im Fall von alkoholischen Getränken und Kartoffeln sind diese Unterschiede signifikant.

5 Diskussion

5.1 **Bewertung der Ergebnisse**

Die Ergebnisse einer Validierungsstudie sind von fundamentaler Bedeutung für die Einschätzung der Güte des untersuchten Messinstrumentes. Sie geben Auskunft darüber, inwiefern die eingesetzte Erhebungsmethode in der Lage ist zu messen, was sie erfassen soll. Die Analyse der vorliegenden Ergebnisse zeigt, dass der hier validierte Ernährungsfragebogen eingesetzt werden kann, um die Ernährung der in Deutschland lebenden Erwachsenen zu ermitteln. Die Kombination der verschiedenen statistischen Verfahren ermöglichte es, die Validität dieses FFQs relativ umfassend einzuschätzen.

In den meisten Publikationen zu Validierungsstudien werden Korrelationskoeffizienten angegeben, welche für einzelne Nutrienten meist zwischen 0,4 - 0,7 und für Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen oft zwischen 0,3 - 0,8 liegen. [10, 35] Auch in unserer Studie liegen die Korrelationskoeffizienten im Rahmen von 0,2 – 0,8 und damit vergleichbar zu denen anderer Validierungsstudien (ca. 87% der signifikanten Korrelationskoeffizienten liegen zwischen 0,3- 0,8 und 41% sind $\geq 0,5$). Täglich verzehrte Lebensmittel (z.B. Tee oder Kaffee) zeigen in der Regel eine größere Korrelation zwischen den Werten der beiden Messmethoden als seltener verzehrte Lebensmittel (z.B. Eis oder Eier). Dieses Ergebnis bestätigt die Annahme, dass es wahrscheinlicher ist ein täglich verzehrtes Lebensmittel mit den 24HR zu erfassen als ein nur wöchentlich oder noch seltener verzehrtes Lebensmittel. Es zeigt auch, dass niedrige Korrelationskoeffizienten wahrscheinlich eher auf die Wahl des Vergleichsinstrumentes zurückzuführen sind als auf die Güte des FFQ.

Das Ranking durch die beiden Methoden ist relativ schwierig zu vergleichen, da mit den zwei 24HR wirklich nur ein minimaler Ausschnitt der üblichen Ernährungsweise getroffen werden kann. So ließen sich für mehrere Lebensmittel aufgrund der niedrigen Verzehrmenngen in den 24HR keine ausbalancierten Quartile bilden. Ein Vergleich mit den Quartilen der FFQ war deshalb nicht für alle Lebensmittel möglich. Die tägliche Variation in der Nahrungsaufnahme ist doch relativ hoch. Mit einem einzelnen 24HR je Teilnehmer ist ein verlässliches Ranking schwer möglich. [55] Für die Lebensmittel, bei denen die Einteilung in Quartile durchgeführt werden konnte, stimmten die Zuordnung zwischen beiden Methoden jedoch meist gut überein. Der Prozentsatz für die Zuordnung in die gleiche oder benachbarte Quartile lag bei fast allen Lebensmitteln über 70%. Ähnliche Ergebnisse finden sich auch in anderen Validie-

rungsstudien. [53, 56, 57] Es zeigt sich auch hier, dass regelmäßig verzehrte Lebensmittel (z.B. Wasser, Kaffee, Butter/Margarine, Wurst) bessere Werte zeigen als seltener verzehrte. Für die Lebensmittel, bei denen ein Ranking möglich war, ist der FFQ gut in der Lage die Teilnehmer nach ihrem Verzehr zu ranken.

Masson et al. [51] finden in ihrer Untersuchung Zusammenhänge zwischen Korrelationskoeffizienten und Einteilung der Teilnehmer in Tertile, die darauf gegründet sind, dass eine Missklassifikation von mehr als 10% immer auch mit einem Korrelationskoeffizienten $<0,5$ und Missklassifikationen von mehr als 20% mit Korrelationskoeffizienten $<0,3$ einhergehen. Die Übertragung auf unsere Daten ist nicht so einfach, da Masson et al. Nutrienten untersuchten, als Referenzmethoden 4-Tages- Wiegeprotokolle zur Verfügung hatten und im Gegensatz zu uns Tertile anstelle von Quartilen untersuchten. Dennoch ist auch aus unseren Ergebnissen sichtbar, dass für diejenigen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen mit großen Korrelationskoeffizienten prozentual Missklassifikationen kleiner und die Einordnung in gleiche/ benachbarte Quartile größer sind. Hätten wir ebenfalls Tertile gebildet, wäre dieser Effekt wahrscheinlich noch deutlicher. Für die Bestimmung der Validität eines Messinstrumentes wird die Bildung von Quartilen jedoch der Bildung von Tertilen wegen einer höheren Aussagekraft der Ergebnisse bevorzugt.

Die Größe in den Differenzen beider Methoden bzgl. des Mittelwertvergleiches ist Lebensmittel-spezifisch. Es zeigt sich, dass für ca. 28% der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen kein signifikanter Unterschied in den Ergebnissen beider Methoden besteht. Für 29% der abgefragten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen unterschätzt der FFQ die Aufnahme und für 43% überschätzt er den Verzehr (ausgehend davon, dass mit den 24HR die reale Aufnahme besser gemessen wird). Die Ergebnisse anderer Studien zeigten, dass der Einsatz von FFQ oftmals zu relativen Überschätzungen des Verzehrs führt. [35] Der Vergleich der Mittelwerte in unserer Studie lässt hier keine generelle Aussage zu. Tendenziell zeigt sich aber wenn, dann eher eine Überschätzung der Aufnahme durch den FFQ.

Dass für knapp ein Drittel der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen keine signifikanten Unterschiede in den Verzehrsmengen zwischen beiden Methoden gefunden werden konnten, ist ein positives Ergebnis. Es ist auch deshalb positiv, da sich die Übereinstimmungen in den Ergebnissen nicht auf bestimmte Lebensmittelgruppen konzentrieren, sondern Lebensmittel aus allen Bereichen betreffen (eine Ausnahme bilden hierbei die Milchprodukte). Wie schon im

Ergebnisteil erwähnt, fallen die Ergebnisse für den Milchkonsum beim Vergleich von Mittelwerte/Mediane beider Methoden besonders auf. Diese Unterschiede (FFQ: $251,2 \pm 381,7$ mit Median 200,0 und 24HR: $112,2 \pm 169,6$ mit Median 38,7) sind wahrscheinlich auf unterschiedliche Portionsgrößen (in FFQ und 24HR) zurück zu führen. So legt der Median der 24HR die Vermutung nahe, dass es sich hierbei nur um die Milch handelt, die dem Kaffee zugefügt wurde. Der Median der FFQ- Erfassung lässt hingegen annehmen, dass es sich um ein ganzes Glas Milch handelt. Während im FFQ für den Milchkonsum bei einer Portion ein Glas (200ml) voraus gesetzt wird, ergeben die Mengenangaben der 24HR, dass dabei wahrscheinlich vor allem die dem Kaffee zugefügte Milch angegeben wurde. Wir gehen daher mittlerweile davon aus, dass sich die den Berechnungen zugrunde liegenden Portionsgrößen für die Getränke teilweise unterscheiden. Das fällt vor allem bei Getränken ins Gewicht, die mehrmals am Tag verzehrt werden. Im Fall von Wasser und anderen häufig verzehrten Getränken, liegt außerdem die Annahme nahe, dass die Teilnehmer durch die getrennte Befragung zu *Verzehrhäufigkeit* und *Verzehrmenge* irritiert wurden. Die Nennung von „4-5 mal am Tag“ und „4 Gläser oder mehr“ war keine Seltenheit. 22 Teilnehmer gaben im FFQ an „4-5-mal/ Tag“ bzw. „mehr als 5 mal/ Tag“ „mehr als 4 Gläser“ Wasser zu trinken. Die dadurch entstehenden Extremwerte und Verzerrungen liefern möglicherweise eine Erklärung für die relativ schwache Übereinstimmung der Ergebnisse. (Diese Annahme wird durch die Ergebnisse der Regressionsanalyse bestätigt.) Schließt man all jene Teilnehmer aus der Analyse aus, deren Wasserkonsum über 2 Liter pro Tag lag, so sind die Unterschiede zwischen beiden Methoden nicht mehr signifikant und der Korrelationskoeffizient erhöht sich etwas (auf 0,54). Im weiteren Sinne gilt dies auch für die übrigen Getränke, so liegt die Standardabweichung der Differenzwerte beispielsweise bei Tee im Bereich von 2 Tassen (400 ml). Für die Mehrzahl der regelmäßig verzehrten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen wie nicht-alkoholische Getränke, Milchprodukte, frisches Obst, Gemüse, Reis, Kartoffeln, Schokolade überschätzt der FFQ die Aufnahme leicht (Ausnahmen sind hier: Kaffee, grüner/schwarzer Tee, Vollkornbrot, Weißbrot, Müsli, Butter/Margarine, herzhafter Brotbelag). Für Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen, die nur an bestimmten Tagen verzehrt werden oder generell weniger regelmäßig konsumierte Produkte wie Bier, Wein, Schnaps, süßer Brotaufstrich, Bratwurst, Fisch, Bratkartoffeln, Pizza, Kuchen, Kekse und salzige Snacks unterschätzt der FFQ die Aufnahme etwas.

Regressionsanalysen werden nicht so häufig wie andere Analysemethoden verwendet, liefern aber in Kombination mit Bland-Altman-Plots gute Einschätzungen der jeweils analysierten/

validierten Methode. [11] Eine genauere Analyse der Regressionskoeffizienten zeigte, dass sich Grenzwerte für fast jedes Lebensmittel/ Lebensmittelgruppe finden. Diese berechneten Grenzwerte, welche einzuschätzen helfen, ab welchem Wert der FFQ über- oder unterschätzt, sollten mit der Menge verglichen werden, die üblicherweise für eine Portion angegeben wird. So sind 15g (als Grenzwert) für die Pizza- oder Fastfood-Aufnahme vernachlässigbar, bei Snacks oder Süßigkeiten hingegen, fallen sie möglicherweise ins Gewicht. Außerdem ist zu beachten, ob die auftretende Grenze für den gemessenen Konsum generell von Bedeutung ist oder wie bei Milch/Milchprodukte beispielsweise oberhalb der gemessenen Aufnahmewerte liegt. (Nur einige extreme Aufnahmewerte für Milch/Milchprodukte liegen über dem Grenzwert von 800ml.) Da für die meisten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen der Mittelwert der Messwerte über dem berechneten Grenzwert liegt, kann für diese Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen auf Basis der Regressionsanalysen keine generelle Aussage zu Unter- oder Überschätzung durch den FFQ gemacht werden. Zusätzlich gehen in die Berechnung der Regressionsgeraden auch die Nullwerte der 24HR-Messungen ein und führen so möglicherweise zu etwas anderen Interpretationen als die Interpretationen der Bland-Altman-Plots. Berücksichtigt man diese Einschränkungen, so finden sich dennoch die hier gemachten Aussagen für die meisten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen in der Auswertung der Bland-Altman-Plots bestätigt.

Sowohl für Frauen als auch für Männer liefert der FFQ gute Ergebnisse. Die Korrelationskoeffizienten und Mittelwertsvergleiche stimmen in etwa mit denen der Gesamtanalyse überein. Bei den Frauen ist die Anzahl der Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen, bei denen sich die Methoden nicht signifikant unterschieden etwas größer als bei Männern. Möglicherweise liegt hier eine geschlechterspezifische Komponente zugrunde, die auch in anderen Studien gefunden wurde, nach der Frauen sich mehr mit ihrer Ernährung beschäftigen als Männer und deshalb in der Lage sind, genauer darüber Auskunft zu geben. [51, 52, 58]

Um einen möglichen Effekt des Alters bei der Beantwortung der FFQ-Fragen auszuschließen, wurden die Teilnehmer in vier annähernd gleich große Altersgruppen eingeteilt. Für die meisten Lebensmittel stimmen die in den einzelnen Altersgruppen berechneten Korrelationskoeffizienten gut mit den Korrelationskoeffizienten für die Gesamtpopulation überein. Die Korrelationskoeffizienten, die zwischen den Altersgruppen Unterschiede zeigen, sind meist nicht signifikant. Dies ist möglicherweise Teil der Erklärung, warum die in dieser Studie erhaltenen Gesamt-Korrelationskoeffizienten teilweise niedriger als in anderen Publikationen sind. Ein

Beispiel ist Alkohol. Die Korrelation für alkoholische Getränke ist in der jüngsten Altersgruppe relativ schlecht. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte in dem besonders bei Jugendlichen und jüngeren Erwachsenen vermehrt auftretenden „binge drinking“ gefunden werden. Bei den übrigen Altersgruppen liegt die Korrelation für alkoholische Getränke zwischen 0,63 und 0,85. Das entspricht den Werten, die andere Studien gefunden haben. [35, 53] Für die meisten anderen Lebensmittelgruppen scheint das Alter keinen Einfluss auf die Höhe der Korrelation zu haben. Auch bei den Mittelwertsvergleichen scheint das Alter keine Rolle zu spielen. Die Anzahl der mit beiden Methoden signifikant unterschiedlich gemessenen Aufnahmemengen für die einzelnen Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen liegt zwischen 21 (für die jüngste Altersgruppe) und 30 (für die älteste Altersgruppe). Dies zeigt, dass die Ergebnisse der beiden Methoden in den verschiedenen Altersgruppen teilweise unterschiedlich gut übereinstimmen. Es könnte ein Hinweis darauf sein, dass der FFQ von Menschen verschiedenen Alters unterschiedlich gut verstanden bzw. ausgefüllt wird. Da es sich hierbei aber vor allem um nicht regelmäßig verzehrte Lebensmittel handelt, unterstützt es eher die Annahme, dass die Unterschiede in der Übereinstimmung der Ergebnisse vor allem auf die unterschiedliche Struktur der beiden Messmethoden (z.B. bzgl. des Erfassungszeitraums) zurückzuführen sind.

Die Unterschiede, die sich in den nach Geschlecht bzw. Alter getrennten Analysen zeigen, sind Lebensmittel-spezifisch und nicht sehr ausgeprägt. Man kann davon ausgehen, dass der FFQ in beiden Geschlechtern und in den verschiedenen Altersklassen im Durchschnitt gleich gute Ergebnisse liefert.

Um Verfälschungen der Ergebnisse auf Grund unterschiedlicher Zeitstruktur der Datenerhebung auszuschließen, wurden die Ergebnisse aller 24HR separat mit den Ergebnissen der FFQs verglichen. Für die Analysen des Effektes des zeitlichen Abstandes zwischen durchgeführten Interviews und Ausfüllmoment des Fragebogens wurden Zeitgruppen gewählt, bei denen das Interview < 4 Wochen, 4-6 Wochen, 6-8 Wochen oder > 8 Wochen vor dem Ausfüllen des FFQ lag. Im Vergleich mit der Korrelation, die für die gesamte Studienpopulation berechnet wurden zeigt sich, dass die Korrelationskoeffizienten in den Zeitgruppen relativ gut übereinstimmen. Für alle Lebensmittelgruppen außer alkoholische Getränke und Kartoffeln sind die Unterschiede im Mittelwertsvergleich in den Zeitgruppen nicht signifikant. Die Bestätigung, dass die zeitliche Entfernung zwischen Interview und Ausfüllen des FFQs so geringen Einfluss auf die Güte der Ergebnisse (sowohl der Korrelationskoeffizienten als auch der Mittelwertsvergleiche) hat, ist für den Kontext dieser und andere Studien von großer Bedeu-

tung. Der technische und auch methodische Aufwand einer Studie führen manchmal dazu, dass FFQ und 24HR nicht exakt im geplanten, idealen Abstand durchgeführt werden können. Mit den Ergebnissen der Zeitanalyse dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die „Verfälschung“ der Ergebnisse minimal und akzeptabel ist.

5.2 Studienpopulation

Die Responserate war mit 79% im Vergleich zu entsprechend anderen Validierungsstudien gut. [51, 58] Für die Studie konnten ebenso viele Männer wie Frauen gewonnen werden. Der Altersaufbau der Studienpopulation entsprach relativ gut der Altersstruktur der zu untersuchenden Bevölkerung. (Nur die Gruppe der unter 40-jährigen war etwas zu selten vertreten.) Die BMI-Verteilung entspricht im Großen ebenfalls der erwarteten BMI-Verteilung in der zu untersuchenden Bevölkerung. Die gute Übereinstimmung der Studienpopulation mit der Bevölkerung, in der der FFQ eingesetzt werden soll, spricht dafür, dass dieser FFQ gut in der Lage sein wird die übliche Ernährungsweise der in Deutschland lebenden Erwachsenen zu erfassen. Die gute Responserate und die Ähnlichkeit der Studienpopulation mit der Bevölkerung legen außerdem nahe, dass beim Einsatz dieses FFQs in DEGS ebenfalls eine gute Response erwartet werden kann. Für Validierungsstudien wird generell eine etwas kleinere Anzahl von Teilnehmern benötigt, dennoch ist eine gewisse Größe von Bedeutung, um die Power der Studie zu gewährleisten. Eine Studienpopulation mit 161 Teilnehmern ist für statistische Auswertungen nicht sehr groß, kann aber dennoch gute Ergebnisse liefern. Die relativ geringe Teilnehmerzahl führte in der vorliegenden Studie zu den zum Teil verhältnismäßig großen Standardabweichungen bei einigen Lebensmitteln.

5.3 Ernährungserhebungsmethoden

Jedes Erhebungsinstrument besitzt gewisse Vor- und Nachteile. Es liegt im Ermessen der Wissenschaftler das passende und bestmögliche Instrument zu wählen. Die Meinungen darüber, welches Erfassungsinstrument am besten für welche Fragestellung eingesetzt werden sollte, gehen auseinander. [5, 59] Die Bedeutung von Validierungsstudien ist mittlerweile von fast allen Wissenschaftlern anerkannt. Auch hier gilt es, die beste Vergleichsmethode für das zu validierende Instrument, in diesem Fall für einen FFQ, zu finden. Doch die Wahl der Vergleichsmethode wird unter den Wissenschaftler ebenfalls kontrovers diskutiert. [4, 9-11] Im Falle des DEGS- Ernährungsfragebogens wurden zwei 24HR als Vergleichsmethode gewählt.

Es ist verständlich, dass weniger regelmäßig verzehrte Lebensmittel von den zwei 24HR weniger gut erfasst werden als häufiger verzehrte Lebensmittel. Wenn sie jedoch erfasst werden, beeinflussen sie die Mittelwerte und Standardabweichungen für dieses Lebensmittel/ Lebensmittelgruppe stark. Dies führt zur Thematik zurück wie viele 24HR pro Person nötig sind, um diesen Effekt zu umgehen. Das Abfragen eines einzelnen Tages ist nicht repräsentativ. So gibt es Studien darüber, wie viele 24HR nötig sind, um verlässliche Aussagen zur generellen Ernährung eines Menschen machen zu können. Ma et al. finden in ihrer Untersuchung, dass die Energieaufnahme mit einem einzelnen 24HR sehr unterschätzt wird, mit zwei 24HR sich dem realen Wert schon sehr annähert, drei 24HR ein dem realen Wert sehr nahes Ergebnis liefern und mehr als drei 24HR keine zusätzlichen Verbesserungen ergeben und den zusätzlichen Kostenaufwand nicht rechtfertigen. [20] Die tägliche Varianz in der Aufnahme ist bei vielen Lebensmitteln von Bedeutung, die nicht zu den Grundnahrungsmitteln zählen. Wie gezeigt werden konnte, kann auch die inter-individuelle Varianz bzgl. bestimmter Lebensmittel sehr groß ausfallen. Aus diesen Gründen sollte sowohl eine geeignete Anzahl von Interview-Tagen gefunden werden, welche die Teilnehmer und das Budget einer Studie nicht zu stark belasten und dennoch repräsentative Ergebnisse liefern, als auch die Anzahl der Teilnehmer ausreichend groß gewählt werden. In neueren Untersuchungen, wie beispielsweise dem europäischen Projekt EFCOVAL [<http://www.efcoval.eu>], wird davon ausgegangen, dass zwei 24HR durchaus in der Lage sind, die Ernährungsweise eines Teilnehmers gut wiederzugeben. Für die vorliegende Validierungsstudie wurden auf Grund der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten ebenfalls zwei 24HR als akzeptabel angesehen.

Die Wahl der Wochentage, für welche der Verzehr protokolliert wird, kann einen Einfluss auf die Übereinstimmung der Ergebnisse beider Methoden haben. Es ist anzunehmen, dass weniger gesunde Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen wie z.B. Kuchen, Pizza, Fastfood, süßer Brotaufstrich oder Eier in der Regel vermehrt am Wochenende verzehrt werden. Da in der vorliegenden Studie ein größerer Anteil der Interviews in der Woche und weniger am Wochenende durchgeführt wurde, könnte dies möglicherweise zu einer Verzerrung der Ergebnisse geführt haben. Das würde bedeuten, dass diese, vor allem am Wochenende verzehrten Lebensmittel in den Ergebnissen der Recalls unterrepräsentiert sind und zu einer Überschätzung durch den FFQ führen. Betrachtet man Tabelle 7 findet sich diese Annahme nicht bestätigt, da der FFQ für die meisten der seltener verzehrten Lebensmittel/ Lebensmittelgruppen die Aufnahme unterschätzt. Die nicht ausgeglichene Wahl der Interviewtage hat demnach wenig Einfluss auf die Güte der Übereinstimmung.

Aufgrund verschiedener (eingangs beschriebener Aspekte) ist die Frage nach der Einbeziehung von Portionsgrößen umstritten. In dem hier validierten Ernährungsfragebogen gibt es separate Fragen zu den *Verzehrmengen*. Das Ergebnis zeigt, dass dies einigen Teilnehmern (vor allem bei der Einschätzung ihres Wasserverzehrs und ihres Verzehrs anderer Getränke) Schwierigkeiten bereitete. Da dies aber nur einen kleinen Teil der Studienteilnehmer betraf, reicht es möglicherweise das Antwortschema besser verständlich zu machen. Generell scheinen die Fragen zu den Portionsgrößen allerdings dazu beizutragen, die durchschnittlichen Aufnahmemengen gut einzuschätzen. Die scheinbar für einige Lebensmittel bestehenden, unterschiedlichen Portionsgrößen in FFQ und 24HR sind möglicherweise Grund dafür, dass die Ergebnisse der beiden Methoden teilweise weniger gut übereinstimmen. (siehe beispielsweise der Vergleich der Milch-Aufnahmemengen) Könnte man Missinterpretationen der Portionsgrößen-Angaben durch die Teilnehmer vermeiden, würden die Ergebnisse der beiden Methoden wahrscheinlich noch besser übereinstimmen.

5.4 Statistische Analysen

Für Validierungsstudien gibt es keine statistischen Standard-Methoden. Korrelationskoeffizienten, genauso wie Mittelwertsvergleiche, werden fast immer berechnet. [11, 46, 60] In vielen Studien findet sich auch ein Ranking der Teilnehmer, während in weniger Studien Regressionsanalysen oder Bland-Altman-Plots verwendet werden. [56] Für die vorliegende Validierungsstudie wurden alle fünf angeführten Analyseverfahren gewählt, um möglichst unterschiedliche Perspektiven für die Interpretation der Ergebnisse zu erhalten. Wie eingangs beschrieben sind alle statistischen Methoden mit Fehlern behaftet und der Umgang mit solchen Fehlern bzw. die Korrektur dieser beschäftigt die Wissenschaft seit längerem. [32] Die Wahl einer „guten“ statistischen Methode kann großen Einfluss auf die zu ermittelnde Validität haben und will daher überlegt sein. [37] Eine einzelne Analysemethode ist in der Regel nicht aussagekräftig und es gilt mehrere, verschiedene Herangehensweisen zur Überprüfung der Übereinstimmung der beiden Methoden zu finden. [47] Es wurde beschlossen, in dieser Validierungsstudie keine deattenuierten Korrelationskoeffizienten zu präsentieren. Die Deattenuierung führte in den meisten Fällen zu einer Erhöhung der Korrelationskoeffizienten, welche aber aufgrund der Methodik (nur zwei 24HR als Vergleich) als künstliche Schönung eingestuft wurde. Die Mittelwertsvergleiche verdeutlichten teilweise große Unterschiede zwischen den beiden Methoden. Hier muss jedoch die Diskussion zu Portionsgrößen berücksichtigt werden. Die Analyse zeigte aber auch, dass der FFQ nicht generell über- oder unterschätzt. In

der vorliegenden Validierungsstudie konnte mit der Regressionsanalyse gezeigt werden, dass die Überschätzung der Aufnahme durch den FFQ, welche in anderen Studien gefunden wurde, nicht generell sondern für die meisten Lebensmittel mengenabhängig ist. Die Bland-Altman-Plots dienten vorrangig der Visualisierung und der besseren Einschätzung der Ergebnisse.

5.5 Schlussfolgerungen

Zwei amerikanische Wissenschaftler fanden einst die treffenden Worte: „Validity usually is a matter of degree rather than an all-or-none property, and validation is an unending process“ [17] Aus allen Einzelanalysen geht hervor, dass die Genauigkeit der Übereinstimmung beider Methoden generell gut, aber Lebensmittel-spezifisch ist. Lebensmittel, die täglich verzehrt werden, werden im Durchschnitt von den zwei 24HR besser erfasst als Lebensmittel die selten verzehrt werden, wodurch die Ergebnisse der beiden Methoden in diesen Fällen besser übereinstimmen. Des Weiteren unterstreichen die Ergebnisse, dass eine korrekte Einschätzung der Verzehrsmengen durch die Teilnehmer von fundamentaler Bedeutung für die Güte der Übereinstimmung ist. Dies gelang den Studienteilnehmern für die meisten Lebensmittel/Lebensmittelgruppen gut. Die Ergebnisse aller von uns durchgeführten Analysen bestätigten, dass der eingesetzte FFQ den Verzehr für viele der abgefragten Lebensmittel gut und für die anderen akzeptabel einschätzt. Die relative Validität des Ernährungsfragebogens für DEGS ist zufriedenstellend bis gut.

6 Zusammenfassung:

Erkenntnisse über den Einfluss der Ernährung auf das Krankheitsgeschehen sind für die Wissenschaft von großer Bedeutung. Es gibt eine Reihe verschiedener Methoden, um das Ernährungsverhalten einer Bevölkerung zu erfassen. Die Validierung der eingesetzten Erfassungsinstrumente spielt dabei eine wichtige Rolle.

Die letzten umfassenden, bundesweit repräsentativen Untersuchungen in Deutschland zu Gesundheit und Ernährung von Erwachsenen liegen bereits etwa 10 Jahre zurück. Daher wird 2008-2011 vom Robert Koch-Institut die Studie zur Gesundheit der Erwachsenen in Deutschland (DEGS) durchgeführt. Im Rahmen dieser Studie wird unter anderem ein Ernährungsfragebogen eingesetzt, um aussagekräftige und aktuelle Informationen zur Ernährung der deutschen Bevölkerung (über 18 Jahren) zu erhalten. Dieser Ernährungsfragebogen ist eine Weiterentwicklung des KiGGS-Ernährungsfragebogens, welcher für seinen Einsatz in DEGS modifiziert wurde. Er beinhaltet Fragen zu Verzehrshäufigkeit und Portionsgröße (meist illustriert durch Fotos) von 53 Lebensmittelgruppen. Erfasst werden soll die übliche Ernährung in einem Zeitraum von vier Wochen. Um die Aussagekraft des ausgewählten FFQs besser einschätzen zu können, wurde 2009 eine Validierungsstudie durchgeführt.

Für die Validierung des DEGS-Ernährungsfragebogens dienten zwei 24-hour dietary recalls als Vergleichsinstrument. Die Studienpopulation umfasste 161 Teilnehmer (79 Frauen und 82 Männer), im Alter von 17 - 79 Jahren. Sie stellen einen guten Durchschnitt der deutschen Bevölkerung dar. Am Ende der Erhebungsphase wurden die vorliegenden Interview- und Fragebogendaten ausführlich für die folgenden Analysen aufgearbeitet. Um die Validität des Ernährungsfragebogens einschätzen zu können, wurden die erhobenen Daten der beiden Methoden mit Hilfe verschiedener statistischer Verfahren analysiert und verglichen. Die Analysen lieferten akzeptable Ergebnisse. Die Korrelationskoeffizienten lagen für die meisten Lebensmittel wie in anderen Validierungsstudien im Bereich 0,3 – 0,8. Die Regressionsanalysen, Mittelwertvergleiche und Bland-Altman-Plots lieferten ebenfalls akzeptable Resultate. Der FFQ scheint in der Lage, die übliche Ernährung der befragten Bevölkerung verlässlich wiederzugeben. Ein Ranking der Teilnehmer ist mit diesem FFQ für viele Lebensmittel möglich. Die Ergebnisse aller Analysen bescheinigen dem Ernährungsfragebogen eine vergleichsweise gute relative Validität. So kann der FFQ im Folgenden für die Ernährungserhebungen im Rahmen der geplanten Studie DEGS eingesetzt werden.

7 Summary

We need still more knowledge about the influence of diet on the etiology and prevention of diseases. For this purpose different methods to measure the intake of foods in a population have been developed. There is consensus that for good and comparative scientific work the used method needs to be validated.

The last comprehensive nationwide representative health survey in Germany took place more than ten years ago. In the aim to achieve current information of health and nutrition in the German population the Robert Koch-Institute conducts The German Health Interview and Examination Survey (DEGS) from 2008 – 2011. As part of this survey a self-administered semi-quantitative food frequency questionnaire (FFQ) is used to gain information about people's usual dietary habits. This FFQ is based on an existing FFQ created for The German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS) and was modified for its use in the new survey. It includes questions on frequency and portion sizes (illustrated by photos) for 53 food groups. It is meant to provide information about the usual dietary intake in a period of four weeks. To assess whether this FFQ is measuring what it should measure a validation study was realised in 2009.

For the validation of the new FFQ two 24-hour dietary recalls (24HR) were used as the reference method. The study population included 161 participants (79 women and 81 men) in the age of 17 – 79 years. They represent the German average population very well. In a first step the obtained FFQ and 24HR data were prepared for the analyses. Several statistical methods were used to achieve different perspectives for interpretation of the results. These broad analyses provided acceptable results. The correlation coefficients for most of the food groups were similar as in other validation studies between 0,3 - 0,8. The regression analyses, mean intake comparison and Bland-Altman-Plots showed acceptable findings. In conclusion this FFQ seems to be able to achieve participant's usual diet in an acceptable way. The aim of a FFQ to rank participants according to their food intake seems reliable for lots of the foods asked. The results of all these analyses attest this FFQ a comparatively good relative validity. The validation study showed that the FFQ can be used in The German Health Interview and Examination Survey (DEGS).

8 Literatur:

1. Doak, C., *Large-scale interventions and programmes addressing nutrition-related chronic diseases and obesity: examples from 14 countries*. Public Health Nutr, 2002. **5**(1A): p. 275-7.
2. Lee-Han, H., V. McGuire, and N.F. Boyd, *A review of the methods used by studies of dietary measurement*. J Clin Epidemiol, 1989. **42**(3): p. 269-79.
3. Astrup, A., *Healthy lifestyles in Europe: prevention of obesity and type II diabetes by diet and physical activity*. Public Health Nutr, 2001. **4**(2B): p. 499-515.
4. Molag, M.L., et al., *Design characteristics of food frequency questionnaires in relation to their validity*. Am J Epidemiol, 2007. **166**(12): p. 1468-78.
5. Barrett-Connor, E., *Nutrition epidemiology: how do we know what they ate?* Am J Clin Nutr, 1991. **54**(1 Suppl): p. 182S-187S.
6. Sasaki, S., M. Kobayashi, and S. Tsugane, *Validity of a self-administered food frequency questionnaire used in the 5-year follow-up survey of the JPHC Study Cohort I: comparison with dietary records for food groups*. J Epidemiol, 2003. **13**(1 Suppl): p. S57-63.
7. Thompson, F.E., et al., *Cognitive research enhances accuracy of food frequency questionnaire reports: results of an experimental validation study*. J Am Diet Assoc, 2002. **102**(2): p. 212-25.
8. Hankin, J.H. and L.R. Wilkens, *Development and validation of dietary assessment methods for culturally diverse populations*. Am J Clin Nutr, 1994. **59**(1 Suppl): p. 198S-200S.
9. Margetts, B.M. and P. Pietinen, *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition: validity studies on dietary assessment methods*. Int J Epidemiol, 1997. **26** Suppl 1: p. S1-5.
10. Willett, W., *Nutritional epidemiology*. 2nd ed. Monographs in epidemiology and biostatistics 30. 1998, New York: Oxford University Press. xiv, 514 p.
11. Cade, J., et al., *Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review*. Public Health Nutr, 2002. **5**(4): p. 567-87.
12. Mensink, G.B. and M. Burger, *[What do you eat? Food frequency questionnaire for children and adolescents]*. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2004. **47**(3): p. 219-26.
13. Nothlings, U., et al., *Fitting portion sizes in a self-administered food frequency questionnaire*. J Nutr, 2007. **137**(12): p. 2781-6.
14. Nothlings, U., et al., *Portion size adds limited information on variance in food intake of participants in the EPIC-Potsdam study*. J Nutr, 2003. **133**(2): p. 510-5.
15. Rosner, B. and R. Gore, *Measurement error correction in nutritional epidemiology based on individual foods, with application to the relation of diet to breast cancer*. Am J Epidemiol, 2001. **154**(9): p. 827-35.
16. Willett, W.C. and F.B. Hu, *Not the time to abandon the food frequency questionnaire: point*. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2006. **15**(10): p. 1757-8.
17. Kristal, A.R. and J.D. Potter, *Not the time to abandon the food frequency questionnaire: counterpoint*. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2006. **15**(10): p. 1759-60.
18. Kristal, A.R., U. Peters, and J.D. Potter, *Is it time to abandon the food frequency questionnaire?* Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2005. **14**(12): p. 2826-8.
19. Slimani, N., et al., *Structure of the standardized computerized 24-h diet recall interview used as reference method in the 22 centers participating in the EPIC*

- project. *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition*. Comput Methods Programs Biomed, 1999. **58**(3): p. 251-66.
20. Ma, Y., et al., *Number of 24-hour diet recalls needed to estimate energy intake*. Ann Epidemiol, 2009. **19**(8): p. 553-9.
 21. Burke, B.S., *The Dietary History as a Tool in Research*. Journal of the American Dietetic Association, 1947. **23**: p. 1041-1046.
 22. Mensink, G.B., M. Haftenberger, and M. Thamm, *Validity of DISHES 98, a computerised dietary history interview: energy and macronutrient intake*. Eur J Clin Nutr, 2001. **55**(6): p. 409-17.
 23. Sullivan, B.L., P.G. Williams, and B.J. Meyer, *Biomarker validation of a long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acid food frequency questionnaire*. Lipids, 2006. **41**(9): p. 845-50.
 24. Kipnis, V., et al., *Structure of dietary measurement error: results of the OPEN biomarker study*. Am J Epidemiol, 2003. **158**(1): p. 14-21; discussion 22-6.
 25. Willett, W.C., et al., *Validation of a dietary questionnaire with plasma carotenoid and alpha-tocopherol levels*. Am J Clin Nutr, 1983. **38**(4): p. 631-9.
 26. Rothenberg, E., *Validation of the food frequency questionnaire with the 4-day record method and analysis of 24-h urinary nitrogen*. Eur J Clin Nutr, 1994. **48**(10): p. 725-35.
 27. Willett, W.C., *Future directions in the development of food-frequency questionnaires*. Am J Clin Nutr, 1994. **59**(1 Suppl): p. 171S-174S.
 28. Willett, W., *Commentary: Dietary diaries versus food frequency questionnaires-a case of undigestible data*. Int J Epidemiol, 2001. **30**(2): p. 317-9.
 29. Paul, D.R., et al., *Validation of a food frequency questionnaire by direct measurement of habitual ad libitum food intake*. Am J Epidemiol, 2005. **162**(8): p. 806-14.
 30. Koebnick, C., et al., *An easy-to-use semiquantitative food record validated for energy intake by using doubly labelled water technique*. Eur J Clin Nutr, 2005. **59**(9): p. 989-95.
 31. Block, G., *A review of validations of dietary assessment methods*. Am J Epidemiol, 1982. **115**(4): p. 492-505.
 32. Beaton, G.H., *Approaches to analysis of dietary data: relationship between planned analyses and choice of methodology*. Am J Clin Nutr, 1994. **59**(1 Suppl): p. 253S-261S.
 33. Wise, A. and N.M. Birrell, *Design and analysis of food frequency questionnaires--review and novel method*. Int J Food Sci Nutr, 2002. **53**(3): p. 273-9.
 34. Subar, A.F., et al., *Improving food frequency questionnaires: a qualitative approach using cognitive interviewing*. J Am Diet Assoc, 1995. **95**(7): p. 781-8.
 35. Bohlscheid-Thomas, S., et al., *Reproducibility and relative validity of food group intake in a food frequency questionnaire developed for the German part of the EPIC project. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition*. Int J Epidemiol, 1997. **26 Suppl 1**: p. S59-70.
 36. Rosner, B., et al., *Measurement error correction for nutritional exposures with correlated measurement error: use of the method of triads in a longitudinal setting*. Stat Med, 2008. **27**(18): p. 3466-89.
 37. Bland, J.M. and D.G. Altman, *Applying the right statistics: analyses of measurement studies*. Ultrasound Obstet Gynecol, 2003. **22**(1): p. 85-93.
 38. Day, N.E., et al., *Correlated measurement error--implications for nutritional epidemiology*. Int J Epidemiol, 2004. **33**(6): p. 1373-81.
 39. Salvini, S., et al., *Food-based validation of a dietary questionnaire: the effects of week-to-week variation in food consumption*. Int J Epidemiol, 1989. **18**(4): p. 858-67.

40. Bland, J.M. and D.G. Altman, *Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement*. Lancet, 1986. **1**(8476): p. 307-10.
41. Bland, J.M. and D.G. Altman, *Measuring agreement in method comparison studies*. Stat Methods Med Res, 1999. **8**(2): p. 135-60.
42. Hunter, D.J., et al., *Variability in portion sizes of commonly consumed foods among a population of women in the United States*. Am J Epidemiol, 1988. **127**(6): p. 1240-9.
43. Nelson, M. and J. Haraldsdottir, *Food photographs: practical guidelines I. Design and analysis of studies to validate portion size estimates*. Public Health Nutr, 1998. **1**(4): p. 219-30.
44. Cade, J.E., et al., *Food-frequency questionnaires: a review of their design, validation and utilisation*. Nutr Res Rev, 2004. **17**(1): p. 5-22.
45. Haraldsdottir, J., A. Tjonneland, and K. Overvad, *Validity of individual portion size estimates in a food frequency questionnaire*. Int J Epidemiol, 1994. **23**(4): p. 786-96.
46. Subar, A.F., et al., *Comparative validation of the Block, Willett, and National Cancer Institute food frequency questionnaires : the Eating at America's Table Study*. Am J Epidemiol, 2001. **154**(12): p. 1089-99.
47. Grouven, U., et al., [*Comparing methods of measurement*]. Dtsch Med Wochenschr, 2007. **132 Suppl 1**: p. e69-73.
48. Mensink, G.B.M., M. Thamm, and K. Haas, *Die Ernährung in Deutschland 1998*. Das Gesundheitswesen, 1999. **61**(S2): p. S200-S206.
49. Robert Koch-Institut, ed. *DEGS – Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland. Projektbeschreibung*. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes, ed. R. Koch-Institut. 2009, Robert Koch-Institut: Berlin.
50. Mensink, G.B., et al., [*EsKiMo - the nutrition module in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)*]. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2007. **50**(5-6): p. 902-8.
51. Masson, L.F., et al., *Statistical approaches for assessing the relative validity of a food-frequency questionnaire: use of correlation coefficients and the kappa statistic*. Public Health Nutr, 2003. **6**(3): p. 313-21.
52. Paalanen, L., et al., *Validity of a food frequency questionnaire varied by age and body mass index*. J Clin Epidemiol, 2006. **59**(9): p. 994-1001.
53. Marks, G.C., M.C. Hughes, and J.C. van der Pols, *Relative validity of food intake estimates using a food frequency questionnaire is associated with sex, age, and other personal characteristics*. J Nutr, 2006. **136**(2): p. 459-65.
54. Petkeviciene, J., et al., *Validity and reproducibility of the NORBAGREEN food frequency questionnaire*. Eur J Clin Nutr, 2009. **63**(1): p. 141-9.
55. Garn, S.M., F.A. Larkin, and P.E. Cole, *The real problem with 1-day diet records*. Am J Clin Nutr, 1978. **31**(7): p. 1114-6.
56. Huybrechts, I., et al., *Relative validity and reproducibility of a food-frequency questionnaire for estimating food intakes among Flemish preschoolers*. Int J Environ Res Public Health, 2009. **6**(1): p. 382-99.
57. Shu, X.O., et al., *Validity and reproducibility of the food frequency questionnaire used in the Shanghai Women's Health Study*. Eur J Clin Nutr, 2004. **58**(1): p. 17-23.
58. Ocke, M.C., et al., *The Dutch EPIC food frequency questionnaire. I. Description of the questionnaire, and relative validity and reproducibility for food groups*. Int J Epidemiol, 1997. **26 Suppl 1**: p. S37-48.
59. Kushi, L.H., *Gaps in epidemiologic research methods: design considerations for studies that use food-frequency questionnaires*. Am J Clin Nutr, 1994. **59**(1 Suppl): p. 180S-184S.

60. Quandt, S.A., et al., *Comparative validation of standard, picture-sort and meal-based food-frequency questionnaires adapted for an elderly population of low socio-economic status*. Public Health Nutr, 2007. **10**(5): p. 524-32.

9 Anhang:

	<p>1 Wie oft haben Sie <u>in den letzten 4 Wochen</u> Milch (einschließlich Milch für Kaffee, Müsli) getrunken?</p> <p><input type="radio"/> Nie → Bitte weiter mit Frage 2</p> <table><tr><td><input type="radio"/> 1 Mal im Monat</td><td><input type="radio"/> 1 Mal am Tag</td></tr><tr><td><input type="radio"/> 2–3 Mal im Monat</td><td><input type="radio"/> 2 Mal am Tag</td></tr><tr><td><input type="radio"/> 1–2 Mal pro Woche</td><td><input type="radio"/> 3 Mal am Tag</td></tr><tr><td><input type="radio"/> 3–4 Mal pro Woche</td><td><input type="radio"/> 4–5 Mal am Tag</td></tr><tr><td><input type="radio"/> 5–6 Mal pro Woche</td><td><input type="radio"/> Öfter als 5 Mal am Tag</td></tr></table>	<input type="radio"/> 1 Mal im Monat	<input type="radio"/> 1 Mal am Tag	<input type="radio"/> 2–3 Mal im Monat	<input type="radio"/> 2 Mal am Tag	<input type="radio"/> 1–2 Mal pro Woche	<input type="radio"/> 3 Mal am Tag	<input type="radio"/> 3–4 Mal pro Woche	<input type="radio"/> 4–5 Mal am Tag	<input type="radio"/> 5–6 Mal pro Woche	<input type="radio"/> Öfter als 5 Mal am Tag
	<input type="radio"/> 1 Mal im Monat	<input type="radio"/> 1 Mal am Tag									
	<input type="radio"/> 2–3 Mal im Monat	<input type="radio"/> 2 Mal am Tag									
<input type="radio"/> 1–2 Mal pro Woche	<input type="radio"/> 3 Mal am Tag										
<input type="radio"/> 3–4 Mal pro Woche	<input type="radio"/> 4–5 Mal am Tag										
<input type="radio"/> 5–6 Mal pro Woche	<input type="radio"/> Öfter als 5 Mal am Tag										
<p>1a Wenn Sie Milch trinken, wie viel trinken Sie davon meistens?</p> <p><input type="radio"/> ½ Glas (oder weniger)</p> <p><input type="radio"/> 1 Glas (200 ml)</p> <p><input type="radio"/> 2 Gläser</p> <p><input type="radio"/> 3 Gläser</p> <p><input type="radio"/> 4 Gläser (oder mehr)</p>											
<p>1b Welche Art von Milch trinken Sie meistens?</p> <p><input type="radio"/> Vollmilch (mindestens 3,5 % Fett)</p> <p><input type="radio"/> Fettarme Milch (1,5 % Fett)</p> <p><input type="radio"/> Magermilch (max. 0,3 % Fett)</p> <p><input type="radio"/> Sojamilch</p> <p><input type="radio"/> Laktosefreie Milch</p> <p><input type="radio"/> Andere</p>											

Abbildung 9: Beispielfrage aus dem DEGS-Ernährungsfragebogen

Tabelle 13: Portionsangaben für die Lebensmittelgruppen des DEGS-FFQ

FFQ-Frage	Lebensmittel(Gruppe)	Standard	Mittlere Angabe im FFQ	Menge (g) für Standard
1	Milch	1 Glas (200 ml)	2	200
2	Zuckerhaltige Erfrischungsgetränke	1 Glas (200 ml)	2	200
3	Kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke	1 Glas (200 ml)	2	200
4	Fruchtsaft	1 Glas (200 ml)	2	200
5	Gemüsesaft	1 Glas (200 ml)	2	200
6	Mineralwasser, Leitungswasser	1 Glas (200 ml)	2	200
7	Früchte-, Kräutertee	1 Tasse (150 ml)	2	150
8	Schwarzer, grüner Tee	1 Tasse (150 ml)	2	150
9	Kaffee	1 Tasse (150 ml)	2	150
10	Bier	1 Flasche (330 ml)	2	330
11	Alkoholfreies Bier	1 Flasche (330 ml)	2	330
12	Wein, Sekt, Obstwein	1 Glas (125 ml)	1	125
13	Cocktails, alkoholische Mischgetränke	1 Getränk	2	60
14	Hochprozentige alkoholische Getränke	1 Glas (2 cl)	2	2
15	Cornflakes	1 Schale	3	20
16	Müsli	1 Schale	3	20
17	Vollkornbrot, -brötchen	1 Scheibe/ Brötchen	2	50
18	Grau-, Mischbrot	1 Scheibe/ Brötchen	2	50
19	Weißbrot, -brötchen	1 Scheibe/ Brötchen	2	50
20	Butter, Margarine	1 Teelöffel	2	5
21	Frischkäse	1 Esslöffel	2	15
22	Käse	1 Scheibe/ Portion	2	30
23	Quark, Joghurt, Dickmilch	1 Becher	2	200
24	Honig, Marmelade	1 Teelöffel	1	10
25	Nuss-Nougatcreme	1 Teelöffel	1	10
26	Eier	1 Ei	2	60
27	Geflügel	1 Portion	3	150
28	Hamburger, Döner	1 Portion	2	195
		Fleisch aus 1 Portion		85
29	Bratwurst, Currywurst	1 Portion	2	195
		Fleisch aus 1 Portion		85
30	Fleisch	1 Portion	2	120
31	Wurst	1 Scheibe	2	20
32	Schinken	1 Scheibe	2	20
33	Kalter Fisch	1 Portion (Menge Brotbelages)	3	90
34	Fisch als warme Mahlzeit	1 Portion: 1 Fischfilet / 4 Fischstäbchen	3	90
35	Frisches Obst	1 Stück/ Schale	2	150
36	Gegartes Obst, Konservenobst	1 Schale	3	150
37	rohes Gemüse	1 Portion	3	150
38	Hülsenfrüchte	1 Portion	3	150
39	Gegartes Gemüse	1 Portion	3	150
40	Nudeln	1 Teller	3	125
41	Reis	1 Portion	3	150
42	Gekochte Kartoffeln	1 Portion/ 2 Kartoffeln	2	175

FFQ-Frage	Lebensmittel(Gruppe)	Standard	Mittlere Angabe im FFQ	Menge (g) für Standard
43	gebratene Kartoffeln	1 Teller	3	150
44	Pommes Frites	1 Portion	3	150
45	Pizza	1 Portion	3	350
46	Kuchen, Torten, süße Backwaren	1 Stück	2	100
47	Kekse	3 Kekse	2	15
48	Schokolade, Schokoriegel	1 Tafel/ 2 Riegel	4	100
49	Süßigkeiten (z.B. Bonbons, Fruchtgummi)	6-10 Stück	3	16
50	Eis	1 Kugeln	2	75
51	Kartoffelchips	1 Schale	3	40
52	Salzgebäck, Cracker	1 Schale	3	50
53	Nüsse	1 Portion	2	25

Tabelle 14: Schema der verwendeten Verzehrshäufigkeiten bei Mehrfachantwort

Kombination der Mehrfachantwort		DEGS Entscheidung (rechnerisch)
einmal im Monat	einmal am Tag	1 mal im Monat (1/28)
2-3 Mal im Monat	einmal am Tag	2-3 mal im Monat (2,5/28)
1-2 mal pro Woche	einmal am Tag	1-2 mal pro Woche (1,5/7)
3-4 mal pro Woche	einmal am Tag	3-4 mal pro Woche (3,5/7)
5-6 mal pro Woche	einmal am Tag	5-6 mal pro Woche (5,5/7)
einmal im Monat	zweimal am Tag	2-3 mal im Monat (2/28)
2-3 Mal im Monat	zweimal am Tag	1-2 pro Woche (5/28)
1-2 mal pro Woche	zweimal am Tag	3-4 pro Woche (3/7)
3-4 mal pro Woche	zweimal am Tag	einmal am Tag (7/7)
5-6 mal pro Woche	zweimal am Tag	zweimal am Tag (11/7)
einmal im Monat	dreimal am Tag	2-3 mal im Monat (3/28)
2-3 Mal im Monat	dreimal am Tag	1-2 pro Woche (7/28)
1-2 mal pro Woche	dreimal am Tag	5-6 mal pro W (4,5/7)
3-4 mal pro Woche	dreimal am Tag	zweimal pro Tag (10,5/7)
5-6 mal pro Woche	dreimal am Tag	zweimal am Tag (15,5/7)
einmal im Monat	4-5 mal am Tag	1-2 mal pro Woche (4,5/28)
2-3 Mal im Monat	4-5 mal am Tag	3-4 mal pro Woche (11,25/28)
1-2 mal pro Woche	4-5 mal am Tag	einmal am Tag (6,75/7)
3-4 mal pro Woche	4-5 mal am Tag	zweimal am Tag (15,75/7)
5-6 mal pro Woche	4-5 mal am Tag	dreimal am Tag (24,75/7)
einmal im Monat	öfter als fünf mal/Tag	1-2 mal pro Woche (5,5/28)
2-3 Mal im Monat	öfter als fünf mal/Tag	3-4 mal pro Woche (13,75/28)
1-2 mal pro Woche	öfter als fünf mal/Tag	einmal am Tag (8,25/7)
3-4 mal pro Woche	öfter als fünf mal/Tag	dreimal am Tag (19,25/7)
5-6 mal pro Woche	öfter als fünf mal/Tag	vier bis fünf mal am Tag (30,25/7)

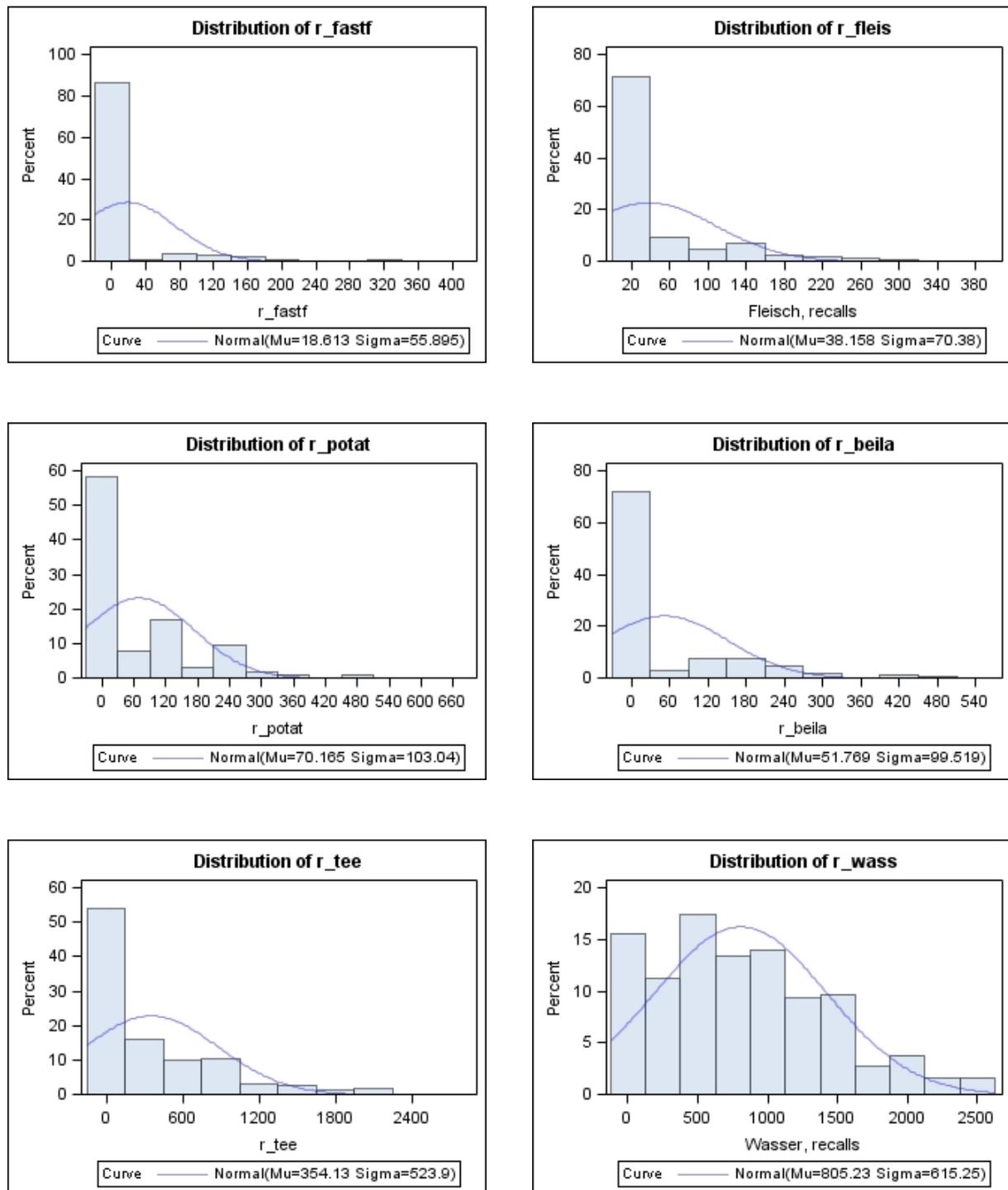


Abbildung 10: Ausgewählte Verteilungskurven der 24HR für Fastfood, Fleisch, Kartoffeln, Reis/Nudeln, Tee und Wasser (respektive) stellvertretend für die übrigen Lebensmittel, bei denen die Werte ähnlich, nicht-normal verteilt sind (MU -Mittelwert, Sigma -STD)

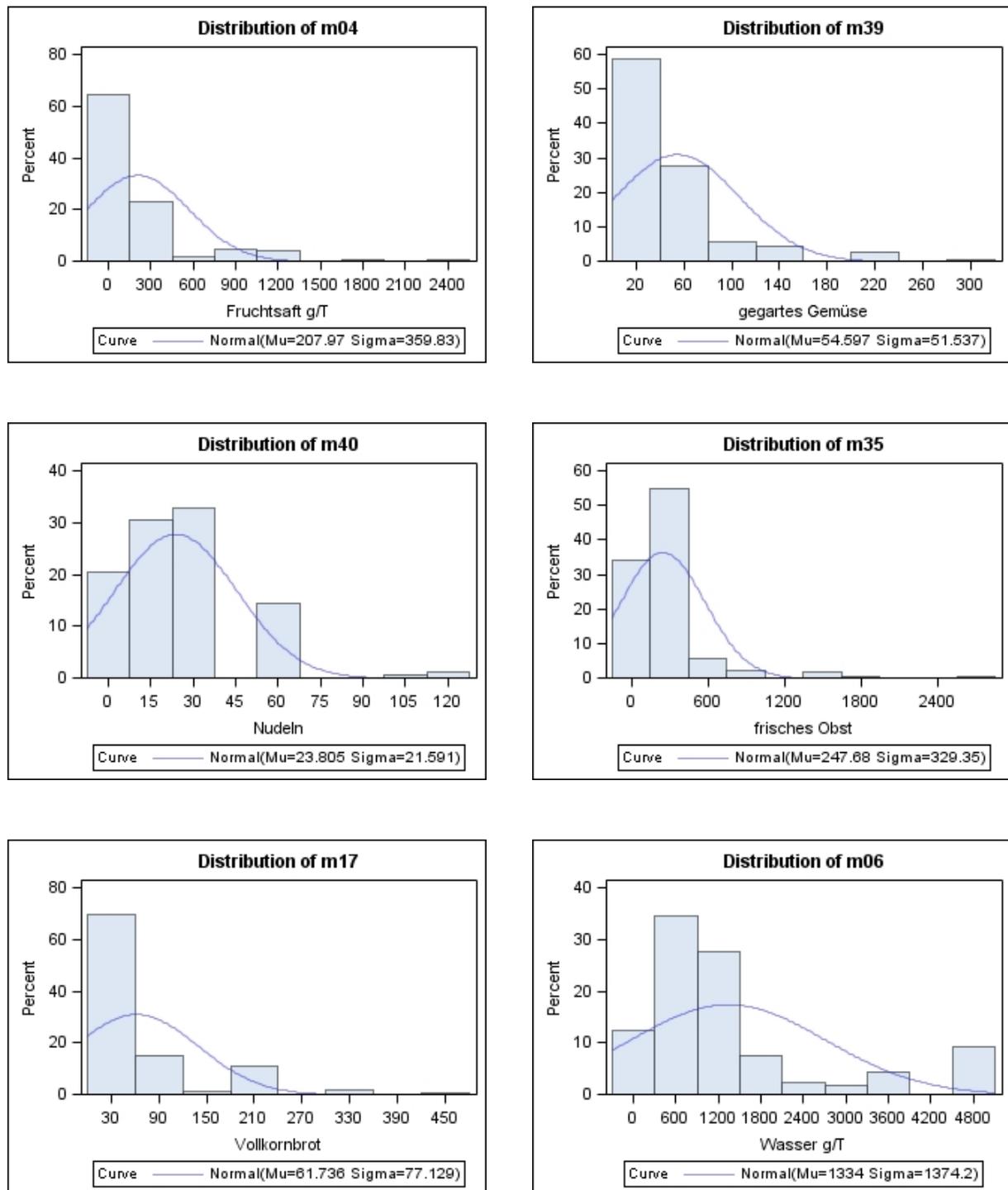


Abbildung 11: Ausgewählte Verteilungskurven der FFQs für Fruchtsaft, gegartes Gemüse, Obst, Vollkornbrot und Wasser (respektive) stellvertretend für die übrigen Lebensmittel, bei denen die Werte ähnlich, nicht-normal verteilt sind (MU -Mittelwert, Sigma -STD)

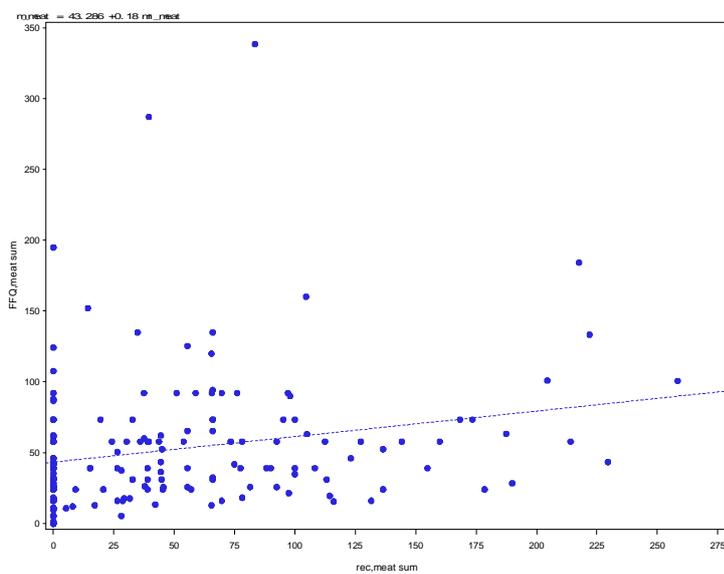
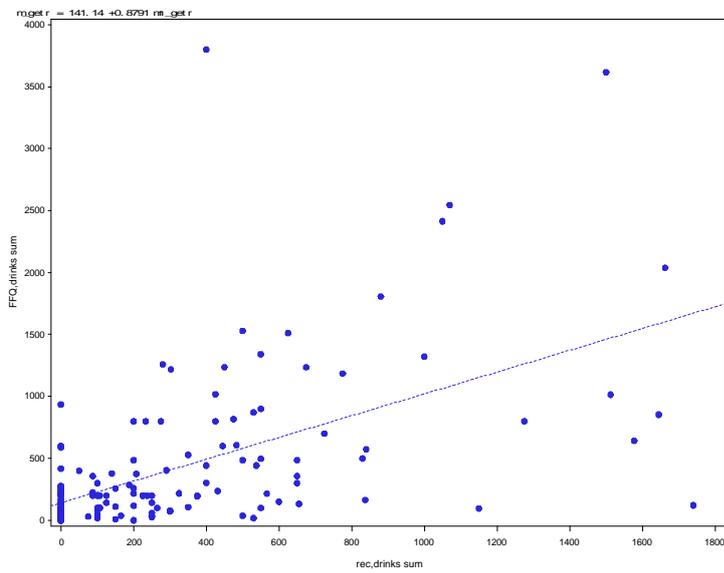
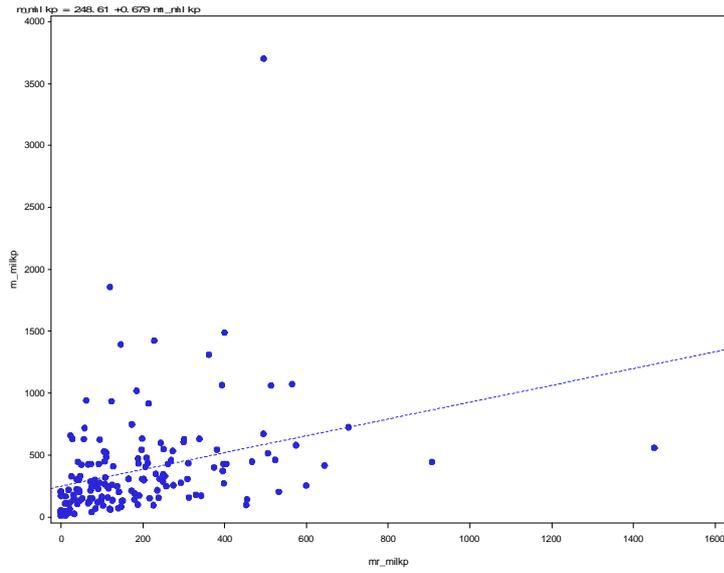


Abbildung 12: Ausgewählte Regressionsgraphen von Milchprodukte, Getränke und Fleisch (respektive)

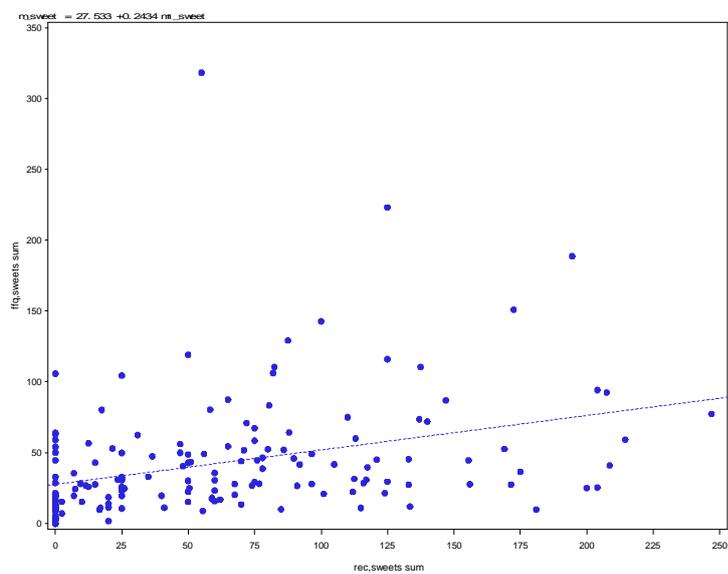
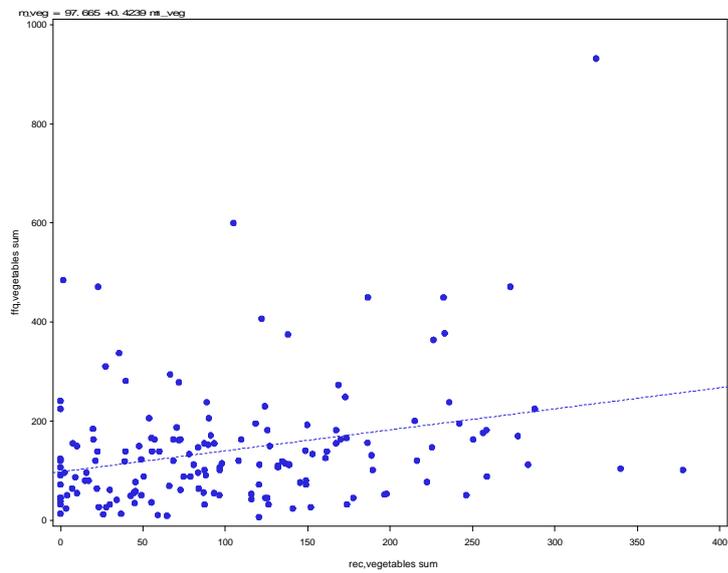
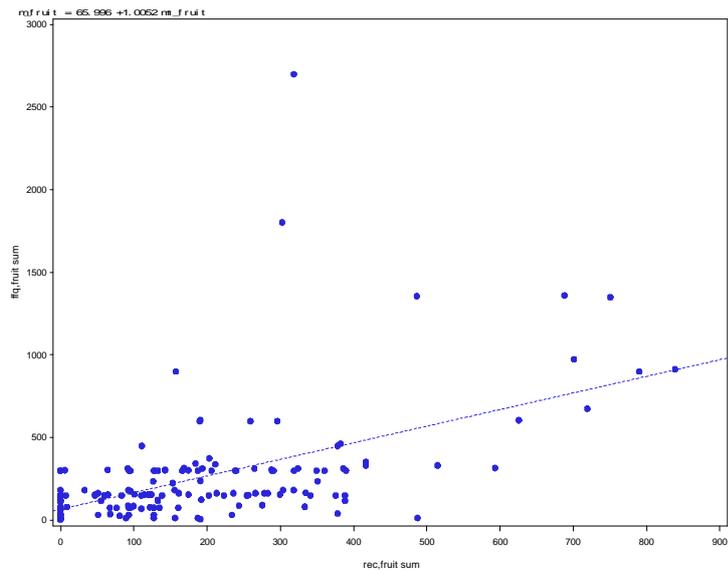


Abbildung 13: Ausgewählte Regressionsgraphen von Obst, Gemüse und Süßes (respektive)

Tabelle 15: Vergleich der Differenzmittelwerte (FFQ - 24HR) mit STD und Median für Männer und Frauen

Lebensmittel	Frauen					Männer					p _{sex}
	n	MW	± STD	Median	p*	n	MW	± STD	Median	p*	
Milch	78	117,2	330,4	35,7	<0,0001	82	160,2	419,0	63,9	<0,0001	0,5264
Erfrischungsgetränke	79	11,1	213,8	0,0	0,0345	82	29,4	340,8	7,1	0,0876	0,3223
kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke	76	12,0	98,1	0,0	0,2563	82	63,0	276,1	0,0	0,0007	0,1980
Fruchtsaft	79	20,5	205,8	8,9	0,1934	82	78,8	336,1	39,3	0,0104	0,1086
Gemüsesaft	78	0,3	36,6	0,0	0,6001	82	6,3	27,0	0,0	0,0005	0,1975
Wasser	79	657,8	1381,5	175,0	0,0023	81	414,6	1131,1	42,9	0,0309	0,4568
Kräuter-/Früchtetee	79	66,3	456,5	0,0	0,5097	82	-37,3	180,9	0,0	0,6877	0,3346
Grüner/Schwarzer Tee	78	-34,0	234,3	0,0	0,0596	81	-49,7	222,7	0,0	0,2945	0,7145
Kaffee	78	-78,4	285,2	-52,7	0,0025	82	-92,8	490,0	-135,0	0,0005	0,2540
Bier	77	-6,2	118,5	0,0	0,0637	81	-66,9	194,1	0,0	0,0494	0,3944
alkoholfreies Bier	76	-5,1	46,5	0,0	0,5664	79	-8,1	87,0	0,0	0,3288	0,2107
Wein	78	-17,4	87,9	4,0	0,8190	81	-14,1	84,7	0,0	0,4025	0,6974
Cocktails	77	2,7	27,5	0,0	0,0542	81	7,2	28,4	0,0	0,0010	0,9607
Hochprozentiges	78	-0,2	3,3	0,0	0,0803	81	-2,0	19,9	0,0	0,0220	0,1929
Cornflakes	79	1,1	4,1	0,0	<0,0001	82	-0,5	5,2	0,0	0,4512	0,0350
Müsli	79	-3,9	13,5	0,0	0,6961	82	-3,9	18,3	0,0	0,7957	0,9183
Vollkornbrot	79	-0,5	89,7	0,0	0,4382	80	-5,9	88,0	0,0	0,4568	0,8335
Grau-/Mischbrot	78	-3,2	54,7	0,0	0,6476	78	31,3	93,1	19,0	0,0035	0,0029
Weißbrot	79	-1,6	36,5	0,0	0,2313	81	-14,9	50,9	-13,6	0,0051	0,0677
Butter/Margarine	79	-5,0	8,6	-3,5	<0,0001	82	-13,7	17,9	-10,9	<0,0001	0,0016
Frischkäse	79	-1,8	14,5	0,0	0,3744	82	0,9	11,2	1,2	0,0001	0,0756
Käse	79	10,8	25,6	8,5	<0,0001	82	8,8	25,5	6,4	0,0006	0,2753
Quark, Joghurt, Dickmilch	79	50,6	111,2	42,9	<0,0001	81	25,8	110,8	17,9	0,0015	0,3425
Honig/ Marmelade	79	-6,2	12,3	-3,2	<0,0001	81	-10,7	22,9	-5,0	<0,0001	0,6373
Nuss-Nougatcreme	79	-0,4	3,8	0,0	0,3568	80	-0,4	3,5	0,0	0,8462	0,6378
Eier	79	0,4	20,9	5,4	0,5982	82	-2,2	25,8	5,4	0,5930	0,9810
Geflügel	79	0,7	35,3	5,4	0,1468	82	9,1	36,1	5,4	0,0004	0,5398
Hamburger/ Döner Kebab	78	1,0	17,4	0,0	0,0003	81	0,0	37,7	0,0	0,0027	0,1932
Brat-/Currywurst	79	-2,6	17,1	0,0	0,0117	81	2,0	15,5	3,0	<0,0001	<0,0001
Fleisch	79	1,4	40,6	10,7	0,1126	81	-10,1	63,1	4,3	0,3664	0,2076
Wurst (Brotbelag)	79	-6,6	30,2	0,0	0,2566	82	-18,4	47,2	-7,1	0,0021	0,1002
Schinken	79	-0,2	9,0	0,7	0,1721	82	-3,8	18,1	0,4	0,3061	0,1002
Fisch	79	-1,4	40,1	6,0	0,1384	82	-7,8	56,6	5,5	0,0938	0,9743
frisches Obst	79	116,8	362,2	54,4	0,0011	82	30,3	157,7	32,1	0,0405	0,2573
gegartes Obst/ Konserven	78	-7,3	31,3	0,0	0,8136	82	0,1	30,4	0,0	0,0036	0,2573
rohes Gemüse, Salat	78	34,5	84,3	18,8	0,0008	80	32,6	70,4	13,7	<0,0001	0,9792
Hülsenfrüchte	78	1,9	23,2	5,4	0,0021	80	-0,9	52,2	5,4	0,1680	0,7111
gekochtes Gemüse	78	6,8	67,4	11,0	0,5176	80	0,6	70,2	7,4	0,6911	0,9106
Pasta	79	-7,2	59,9	11,2	0,2789	82	-13,4	56,8	11,2	0,4511	0,5664
Reis	79	7,9	31,3	8,0	0,0015	82	12,2	29,3	13,4	<0,0001	0,2002
gekochte Kartoffeln	79	31,0	57,5	37,5	<0,0001	82	5,8	82,0	22,6	0,1181	0,1135
gebratene Kartoffeln	79	-1,4	21,1	2,7	0,0001	82	-9,1	48,5	5,4	0,0445	0,2656
Pommes Frites	79	-1,2	14,7	0,0	0,1115	81	5,9	12,4	5,4	<0,0001	<0,0001
Pizza	79	-0,5	50,0	6,3	0,0005	81	-3,9	74,0	12,5	<0,0001	0,1097
Kuchen/ Torte	79	-17,6	50,9	3,6	0,1310	81	-15,2	56,5	3,6	0,2758	0,7014
Kekse	79	-6,1	16,9	0,0	0,0173	81	-3,5	11,4	0,0	0,3852	0,2152

Lebensmittel	Frauen					Männer					p _{sex}
	n	MW	± STD	Median	p*	n	MW	± STD	Median	p*	
Schokolade/ Schokoriegel	79	-0,5	19,3	2,0	0,0618	82	3,7	35,1	1,8	0,2703	0,7528
Süßigkeiten	79	-0,4	10,4	0,3	0,0007	82	1,2	9,1	0,6	0,0001	0,2752
Eis	79	3,5	14,1	0,0	0,0001	81	6,1	21,1	0,0	<0,0001	0,8894
Kartoffelchips	79	-0,4	4,9	0,0	0,1737	82	-1,4	8,7	0,0	0,3412	0,9165
Salzgebäck/ Cracker	79	-0,8	6,5	0,0	0,0113	82	0,5	7,0	0,0	0,0003	0,0715
Nüsse	79	-0,2	8,6	0,0	0,1329	82	-0,9	8,7	0,2	0,0919	0,7474

* Sign rank test

p_{sex} ... p-Wert aus Kruskal-Wallis-Test für Differenzen zwischen Geschlechtern

Tabelle 16: Korrelationskoeffizienten in den vier Altersgruppen

Lebensmittel	Altersgruppe 1 (<40)			Altersgruppe 2 (40-49)			Altersgruppe 3 (50-59)			Altersgruppe 4 (≥60)		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p
Milch	32	0,21	0,2403	46	0,69	<0,0001	40	0,56	0,0002	44	0,70	<0,0001
Erfrischungsgetränke	32	0,48	0,0054	47	0,66	<0,0001	40	0,57	0,0001	45	0,52	0,0003
kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke	32	0,48	0,0050	46	0,54	0,0002	38	0,48	0,0023	44	0,24	0,1204
Fruchtsaft	32	0,67	<0,0001	47	0,42	0,0045	40	0,63	<0,0001	45	0,42	0,0040
Gemüsesaft	31	-	-	45	-0,05	0,7253	40	0,42	0,0066	45	0,75	<0,0001
Wasser	32	0,05	0,7984	45	0,19	0,2090	40	-0,03	0,8463	44	-0,24	0,1145
Kräuter-/Früchtetee	32	0,61	0,0002	45	0,64	<0,0001	40	0,78	<0,0001	45	0,67	<0,0001
Grüner/Schwarzer Tee	32	0,63	0,0001	46	0,65	<0,0001	39	0,84	<0,0001	45	0,72	<0,0001
Kaffee	32	0,79	<0,0001	47	0,82	<0,0001	39	0,69	<0,0001	45	0,79	<0,0001
Bier	32	0,02	0,9059	47	0,49	0,0007	39	0,64	<0,0001	43	0,82	<0,0001
alkoholfreies Bier	31	-	-	47	0,59	<0,0001	38	0,69	<0,0001	42	0,20	0,2064
Wein	32	0,32	0,0778	47	0,65	<0,0001	39	0,56	0,0002	44	0,62	<0,0001
Cocktails	32	0,10	0,5986	39	-	-	39	-0,03	0,8737	43	-	-
Hochprozentiges	31	-	-	47	0,20	0,1923	40	0,30	0,0629	44	0,14	0,3693
Cornflakes	32	0,32	0,0745	47	0,42	0,0046	40	0,45	0,0039	45	-	-
Müsli	32	0,64	<0,0001	46	0,37	0,0142	40	0,56	0,0002	45	0,71	<0,0001
Vollkornbrot	32	0,23	0,2066	46	0,27	0,0772	40	0,41	0,0081	44	0,31	0,0382
Grau-/Mischbrot	31	0,48	0,0063	45	0,44	0,0033	38	0,58	0,0001	44	0,27	0,0738
Weißbrot	32	0,33	0,0651	47	0,27	0,0748	40	0,45	0,0038	44	0,11	0,4722
Butter/ Margarine	32	0,83	<0,0001	46	0,59	<0,0001	40	0,76	<0,0001	45	0,59	<0,0001
Frischkäse	32	0,46	0,0081	47	0,42	0,0044	40	0,39	0,0128	45	0,31	0,0383
Käse	32	0,40	0,0248	47	0,54	0,0002	40	0,25	0,1174	45	0,28	0,0603
Quark, Joghurt, Dickmilch	32	0,31	0,0814	45	0,60	<0,0001	40	0,55	0,0002	44	0,50	0,0006
Honig/ Marmelade	32	0,72	<0,0001	46	0,69	<0,0001	40	0,47	0,0022	44	0,66	<0,0001
Nuss-Nougatcreme	32	0,51	0,0031	45	0,39	0,0084	39	0,25	0,1189	44	-	-
Eier	32	-0,02	0,9091	47	0,33	0,0304	40	0,05	0,7685	45	0,41	0,0053
Geflügel	32	0,31	0,0827	47	0,08	0,6168	40	0,19	0,2321	45	0,15	0,3248
Hamburger/ Döner Kebab	32	0,35	0,0481	46	0,33	0,0264	39	-	-	44	0,39	0,0094
Brat-/ Currywurst	32	0,16	0,3721	46	0,41	0,0054	40	0,16	0,3248	44	-0,06	0,6930
Fleisch	32	0,08	0,6519	46	0,23	0,1257	40	0,40	0,0113	44	0,38	0,0103
Wurst (Brotbelag)	32	0,51	0,0032	46	0,72	<0,0001	40	0,39	0,0131	45	0,49	0,0007
Schinken	32	0,33	0,0628	45	0,58	<0,0001	40	0,19	0,2517	45	0,56	<0,0001

Lebensmittel	Altersgruppe 1 (<40)			Altersgruppe 2 (40-49)			Altersgruppe 3 (50-59)			Altersgruppe 4 (≥60)		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p
Fisch	32	0,37	0,0387	44	0,36	0,0156	40	0,39	0,0135	45	0,23	0,1292
frisches Obst	32	0,46	0,0081	45	0,58	<0,0001	40	0,64	<0,0001	45	0,35	0,0183
gegartes Obst/ Konserve	32	0,20	0,2718	44	0,15	0,3265	40	0,43	0,0053	44	0,36	0,0155
rohes Gemüse, Salat	32	0,49	0,0047	47	0,28	0,0654	39	0,20	0,2271	43	0,23	0,1450
Hülsenfrüchte	32	0,16	0,3843	46	0,27	0,0808	39	0,23	0,1527	43	0,21	0,1801
gekochtes Gemüse	32	0,07	0,6942	47	0,17	0,2650	39	0,31	0,0577	43	0,00	0,9933
Pasta	32	0,25	0,1609	44	0,15	0,3290	40	0,24	0,1370	45	0,11	0,4860
Reis	32	-0,08	0,6763	44	0,17	0,2684	40	0,36	0,0208	45	0,14	0,3485
gekochte Kartoffeln	32	0,19	0,3095	44	0,24	0,1144	40	0,20	0,2202	45	0,36	0,0165
gebratene Kartoffeln	32	-0,30	0,0939	44	0,17	0,2581	40	0,36	0,0226	45	0,20	0,1957
Pommes Frites	32	0,25	0,1676	45	0,40	0,0077	40	0,31	0,0514	45	0,30	0,0421
Pizza	32	-0,22	0,2297	45	0,36	0,0192	40	0,17	0,2820	45	0,08	0,6202
Kuchen/ Torte	32	0,45	0,0098	45	0,09	0,5713	40	0,35	0,0272	45	0,60	<0,0001
Kekse	32	0,16	0,3827	45	0,58	<0,0001	40	0,34	0,0314	45	0,20	0,1827
Schokolade/ Schokoriegel	32	0,38	0,0306	44	0,43	0,0034	40	0,26	0,1028	45	0,51	0,0003
Süßigkeiten	32	0,41	0,0207	44	0,34	0,0222	40	0,30	0,0584	45	0,01	0,9678
Eis	31	-0,25	0,1754	44	0,08	0,6238	40	0,26	0,1072	45	0,33	0,0275
Kartoffelchips	32	0,37	0,0350	55	0,22	0,1555	40	0,50	0,0011	45	0,35	0,0180
Salzgebäck/ Cracker	32	0,52	0,0021	46	-0,10	0,5318	40	0,30	0,0616	45	0,19	0,2092
Nüsse	32	0,25	0,1745	46	0,17	0,2628	40	0,52	0,0006	45	0,31	0,0386

Tabelle 17: Mittelwerte (MW), STD, Mediane für die Differenzen (FFQ – 24HR) für die einzelnen Altersgruppen

Lebensmittel	Altersgruppe 1 (Alter<40)					Altersgruppe 2 (Alter:40-49)					Altersgruppe 3(Alter:50-59)					Altersgruppe 4(Alter≥60)					p _{ges}
	n	MW	± STD	Median	p*	n	MW	± STD	Median	p*	n	MW	± STD	Median	p*	n	MW	± STD	Median	p*	
Milch	32	169,1	616,9	31,4	0,1319	44	142,6	349,3	79,4	<0,0001	40	177,4	333,7	71,1	<0,0001	44	79,4	157,7	32,4	<0,0001	0,2309
Erfrischungsgetränke	32	-51,2	306	17,9	0,8659	44	50,3	392,5	1,8	0,0964	40	19,6	215,3	0,0	0,1152	45	42,9	180,0	0,0	0,0066	0,7811
kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke	32	59,3	278,5	0,0	0,0774	44	58,1	285,7	0,0	0,1504	38	4,2	34,6	0,0	0,1797	44	33,3	136,7	0,0	0,0781	0,1499
Fruchtsaft	32	32,0	320,9	10,7	0,7309	44	81,0	279,2	17,9	0,0285	40	-0,1	227,3	17,9	0,4074	45	77,7	295,6	17,9	0,0309	0,7386
Gemüsesaft	31	4,1	15,6	0,0	0,0313	44	-0,4	10,1	0,0	0,4375	40	6,3	55,5	0,0	0,4375	45	3,9	26,5	0,0	0,1797	0,6257
Wasser	32	703,8	1417,8	262,5	0,0489	44	462,7	1103,9	162,5	0,0442	40	647,4	1475,8	81,3	0,0668	44	381,1	1091,6	12,5	0,1360	0,9576
Kräuter-/Früchtetee	32	63,9	314,9	8,0	0,1402	44	49,8	509,8	0,0	0,6183	40	20,3	236,9	0,0	0,7924	45	-63,8	237,8	0,0	0,1555	0,1870
Grüner/Schwarzer Tee	32	-20,9	114,5	0,0	0,5850	43	-73,8	231,2	0,0	0,1623	39	-65,1	224,3	0,0	0,2212	45	-6,8	282,3	0,0	0,3930	0,8824
Kaffee	32	14,7	624,4	0,0	0,3306	44	-136,9	282,0	-159,8	0,0007	39	-44,0	408,6	-80,0	0,2539	45	-143,5	270,2	-95,0	0,0008	0,2422
Bier	32	17,9	164,7	29,5	0,0600	44	-21,2	137,6	0,0	0,5261	39	-40,0	163,5	0,0	0,6118	43	-92,5	177,1	0,0	0,0008	0,0004
alkoholfreies Bier	31	4,4	12,4	0,0	0,0625	44	-4,9	75,8	0,0	0,4375	38	-14,4	87,8	0,0	0,8867	42	-9,4	71,5	0,0	0,7188	0,8601
Wein	32	4,0	31,9	6,7	0,0204	44	-56,2	122,3	0,0	0,1170	39	-1,6	64,5	3,6	0,5326	44	-2,1	74,1	0,0	0,6395	0,1056
Cocktails	32	12,3	46,2	0,0	0,0127	44	6,8	33,1	0,0	0,0625	39	-0,8	6,6	0,0	1,0000	43	3,1	10,4	0,0	0,1250	0,0002
Hochprozentiges	31	1,7	2,4	0,7	<0,0001	44	-3,8	26,2	0,0	0,7201	40	0,2	1,7	0,0	0,0370	44	-1,6	7,2	0,0	0,5730	0,0430
Cornflakes	32	1,5	6,7	0,0	0,1289	44	0,6	3,6	0,0	0,0039	40	-0,9	6,2	0,0	0,4316	45	0,2	0,8	0,0	0,2500	0,0589
Müsli	32	-9,3	27,1	0,0	0,0569	44	-0,5	7,1	0,0	0,0393	40	-3,0	13,3	0,0	0,9138	45	-4,1	13,5	0,0	0,3182	0,0348
Vollkornbrot	32	-3,2	85,9	-6,2	0,5267	43	-5,1	90,8	0,0	0,3456	40	-16,3	80,9	-12,8	0,1473	44	10,6	95,9	4,3	0,3673	0,3926
Grau-/Mischbrot	31	-1,6	46,4	8,9	0,9441	43	31,0	83,9	19,1	0,0048	38	28,3	75,3	8,4	0,0142	44	-3,9	87,9	0,0	0,4494	0,0400
Weißbrot	32	2,2	45,7	0,0	0,6513	44	-18,8	36,2	-20,7	0,0009	40	-10,1	55,5	-0,4	0,1942	44	-4,0	39,6	0,0	0,4801	0,1161
Butter/ Margarine	32	-5,3	7,7	-3,3	0,0007	44	-14,6	19,7	-11,1	<0,0001	40	-4,2	8,8	-1,4	0,0049	45	-11,9	15,2	-10,0	<0,0001	0,0047
Frischkäse	32	1,6	8,9	0,3	0,0478	44	-2,7	19,0	0,1	0,3229	40	-1,6	11,7	0,9	0,3446	45	1,4	8,5	1,1	0,0085	0,8600
Käse	32	6,4	24,5	6,4	0,1293	44	10,2	20,4	6,4	0,0015	40	18,3	29,5	13,8	0,0001	45	4,3	25,5	6,0	0,0680	0,1068
Quark, Joghurt, Dickmilch	32	39,9	169,6	42,9	0,0233	44	31,6	74,3	21,4	0,0052	40	66,4	117,5	42,9	0,0001	44	17,3	81,3	17,9	0,0751	0,2796
Honig/ Marmelade	32	-3,8	13,0	0,0	0,3161	44	-12,6	24,3	-10,0	<0,0001	40	-7,0	13,2	-3,6	0,0039	44	-9,1	19,0	0,0	0,0035	0,2706
Nuss-Nougatcreme	32	-2,2	6,7	0,0	0,1157	44	0,0	3,1	0,0	0,1368	39	0,3	2,3	0,0	0,1289	44	0,1	0,2	0,0	0,0625	0,2633
Eier	32	0,2	22,0	8,0	0,2681	44	-7,1	25,2	2,1	0,2262	40	3,8	24,1	8,0	0,1594	45	0,1	21,7	4,3	0,4746	0,0703
Geflügel	32	8,8	56,6	13,4	0,1895	44	5,6	25,6	6,0	0,0601	40	5,0	38,4	6,7	0,0945	45	1,7	21,1	5,4	0,0562	0,5063
Hamburger/ Döner Kebab	32	0,0	57,4	7,0	0,0098	44	-0,7	27,0	0,0	0,0199	39	2,4	5,1	0,0	0,0039	44	0,5	7,8	0,0	0,2188	0,0001
Brat-/ Currywurst	32	-2,7	20,0	3,0	0,0316	44	0,8	15,5	0,0	0,0129	40	-1,3	15,1	2,3	0,0069	44	1,3	15,9	3,0	<,0001	0,1383

Lebensmittel	Altersgruppe 1 (Alter<40)					Altersgruppe 2 (Alter:40-49)					Altersgruppe 3 (Alter:50-59)					Altersgruppe 4 (Alter≥60)					p _{ges}
	n	MW	± STD	Median	p*	n	MW	± STD	Median	p*	n	MW	± STD	Median	p*	n	MW	± STD	Median	p*	
Fleisch	32	-6,9	66,8	10,7	0,7838	44	-10,4	60,6	0,0	0,4113	40	13,8	29,1	10,7	0,0042	44	-13,1	49,3	2,1	0,3131	0,1490
Wurst (Brotbelag)	32	-18,7	45,7	-6,9	0,0482	44	-10,5	34,3	-0,7	0,0904	40	-9,0	46,6	0,0	0,6530	45	-13,5	35,5	0,0	0,0538	0,1490
Schinken	32	-4,4	17,4	0,7	0,8447	44	-4,3	16,4	0,0	0,3456	40	2,6	13,2	3,6	0,0929	45	-2,2	9,8	0,7	0,4263	0,1084
Fisch	32	-4,5	31,8	3,2	0,2876	44	0,4	36,8	4,0	0,0252	40	-15,2	78,9	6,2	0,7167	45	-0,4	33,1	8,0	0,3599	0,6979
frisches Obst	32	115,7	432,1	33,8	0,0456	44	80,1	302,3	9,4	0,3687	40	81,8	200,0	61,5	0,0046	45	27,0	158,8	49,0	0,0852	0,5862
gegartes Obst/ Konserve	32	-5,9	29,7	0,0	0,7258	44	1,8	18,9	0,0	0,0337	40	-16,3	46,5	0,0	0,3433	44	4,6	18,3	2,7	0,0017	0,0606
rohes Gemüse, Salat	32	13,8	68,6	9,4	0,3451	44	46,2	95,5	14,7	0,0016	39	33,2	62,4	32,1	0,0008	43	35,6	74,5	18,8	0,0039	0,3434
Hülsenfrüchte	32	-1,8	39,3	5,4	0,0483	44	5,5	33,2	5,4	0,1714	39	3,9	36,3	5,4	0,0997	43	-6,1	50,8	5,4	0,1686	0,9747
gekochtes Gemüse	32	0,3	58,2	5,1	0,9087	44	14,8	74,5	14,2	0,2108	39	6,1	74,8	13,4	0,4335	43	-7,3	64,3	0,0	0,4266	0,4255
Pasta	32	-7,0	60,9	17,9	0,9708	44	-17,5	75,1	14,2	0,6281	40	-9,2	47,8	5,6	0,7487	45	-6,7	45,9	6,7	0,5353	0,3420
Reis	32	13,1	28,5	14,7	0,0065	44	18,2	32,5	13,4	<0,0001	40	2,7	35,3	7,4	0,0566	45	6,6	22,0	6,7	<0,0001	0,0676
gekochte Kartoffeln	32	4,8	70,2	19,8	0,1175	44	15,4	61,4	23,4	0,0255	40	13,3	73,5	18,9	0,0987	45	34,7	80,2	37,5	0,0024	0,1708
gebratene Kartoffeln	32	2,9	20,1	3,0	0,0018	44	-5,4	28,0	2,7	0,1037	40	-13,9	60,6	2,7	0,0550	45	-3,3	27,4	3,7	0,0806	0,6121
Pommes Frites	32	0,1	17,6	3,0	0,3360	43	0,9	13,2	0,0	0,1519	40	6,3	17,2	2,7	<0,0001	45	1,9	6,6	0,0	0,0055	0,2167
Pizza	32	-6,4	92,0	12,5	0,0583	43	-4,3	61,2	7,8	0,0320	40	0,5	52,2	12,5	0,0019	45	0,2	49,1	6,3	0,0002	0,0857
Kuchen/ Torte	32	-21,5	51,3	0,0	0,1003	43	-14,6	54,9	8,9	0,5718	40	-16,9	56,4	6,3	0,3443	45	-13,8	53,1	3,6	0,4933	0,7351
Kekse	32	-2,8	10,3	0,6	0,7017	43	-5,8	15,9	0,0	0,1478	40	-2,1	11,9	0,3	0,8334	45	-7,8	16,9	0,0	0,0012	0,0436
Schokolade/ Schokoriegel	32	2,5	17,7	2,1	0,2017	44	5,7	39,9	1,5	0,6329	40	-1,9	24,6	1,7	0,3839	45	0,2	24,6	1,8	0,1268	0,0436
Süßigkeiten	32	1,9	13,8	0,8	0,0043	44	0,1	6,6	0,6	0,0027	40	-1,0	11,4	0,1	0,4139	45	0,8	7,1	0,4	<0,0001	0,5863
Eis	31	10,6	27,3	5,4	0,0083	44	2,6	9,8	0,0	0,0026	40	5,9	22,0	0,0	0,0184	45	2,0	9,7	1,3	0,0005	0,5540
Kartoffelchips	32	-2,0	10,3	0,0	0,8620	44	0,1	3,4	0,0	0,0381	40	-2,2	10,1	0,0	0,6210	45	0,1	1,0	0,0	0,0820	0,9113
Salzgebäck/ Cracker	32	-1,5	8,2	0,0	0,2450	44	0,1	6,3	0,0	0,0129	40	0,6	8,4	0,0	0,0106	45	-0,2	3,9	0,0	0,0242	0,9195
Nüsse	32	-1,7	6,4	0,0	0,8444	44	-0,3	11,2	0,2	0,3546	40	-1,8	10,6	0,0	0,5776	45	1,1	3,7	0,2	0,0024	0,4156

* ... sign rank test

p_{ges} ... Kruskal-Wallis-Test

Tabelle 18: Korrelationskoeffizienten in den Zeitgruppen

Lebensmittel	< 4 Wo- chen	p	4-6 Wo- chen	p	6-8 Wo- chen	p	> 8 Wo- chen	p
Milch	0,60	<0,0001	0,54	<0,0001	0,57	<0,0001	0,50	<0,0001
Frischkäse	0,31	0,0169	0,32	0,0007	0,38	0,0002	0,20	0,1015
Käse	0,38	0,0029	0,31	0,0011	0,33	0,0018	0,40	0,0008
Quark, Joghurt, Dick- milch	0,37	0,0039	0,43	<0,0001	0,38	0,0003	0,39	0,0001
Erfrischungsgetränke	0,60	<0,0001	0,53	<0,0001	0,45	<0,0001	0,37	0,0018
kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke	0,38	0,0026	0,37	0,0001	0,39	0,0002	0,42	0,0005
Fruchtsaft	0,41	0,0011	0,44	<0,0001	0,59	<0,0001	0,57	<0,0001
Gemüsesaft	0,28	0,0311	0,44	<0,0001	0,17	0,1127	0,57	<0,0001
alkoholfreies Bier	0,64	<0,0001	0,45	<0,0001	0,43	<0,0001	-	<0,0001
Wasser	0,57	<0,0001	0,44	<0,0001	0,41	<0,0001	0,45	0,0001
Kräuter-/Früchtetee	0,61	<0,0001	0,55	<0,0001	0,65	<0,0001	0,51	<0,0001
Grüner/schwarzer Tee	0,61	<0,0001	0,65	<0,0001	0,64	<0,0001	0,76	<0,0001
Kaffee	0,71	<0,0001	0,64	<0,0001	0,79	<0,0001	0,73	<0,0001
Bier	0,23	0,0765	0,55	<0,0001	0,52	<0,0001	0,58	<0,0001
Wein	0,35	0,0068	0,54	<0,0001	0,43	<0,0001	0,55	<0,0001
Cocktails	-	-	-0,04	0,6675	-	-	0,32	0,0085
Schnaps	0,27	0,0409	-0,03	0,7706	0,20	0,0583	0,29	0,0176
Cornflakes	0,37	0,0034	0,24	0,0136	0,32	0,0028	0,36	0,0029
Müsli	0,37	0,0034	0,56	<0,0001	0,55	<0,0001	0,48	<0,0001
Vollkornbrot	0,45	0,0003	0,31	0,0009	0,22	0,0386	0,20	0,1107
Graubrot	0,52	<0,0001	0,08	0,3995	0,30	0,0059	0,43	0,0006
Weißbrot	0,26	0,041	0,07	0,4917	0,30	0,0047	0,17	0,1575
Butter	0,66	<0,0001	0,69	<0,0001	0,58	<0,0001	0,59	<0,0001
Honig, Marmelade	0,53	<0,0001	0,63	<0,0001	0,54	<0,0001	0,66	<0,0001
Nougat	0,54	<0,0001	0,38	<0,0001	0,26	0,0157	0,19	0,1325
Ei	0,11	0,408	0,11	0,2631	0,20	0,0689	0,13	0,2763
Geflügel	-0,02	0,8859	0,29	0,0026	0,03	0,7713	0,19	0,1142
Fleisch	0,12	0,3807	0,28	0,0033	0,21	0,0552	0,17	0,1707
Hamburger	0,23	0,0714	0,25	0,0093	0,10	0,3691	0,40	0,001
Brat-/ Currywurst	0,21	0,1104	0,09	0,3589	0,24	0,0297	0,02	0,8984
Wurst	0,39	0,0024	0,44	<0,0001	0,49	<0,0001	0,54	<0,0001
Schinken	0,52	<0,0001	0,35	0,0002	0,36	0,0006	0,26	0,0329
Fisch	0,16	0,2096	0,12	0,1999	0,38	0,0003	0,35	0,0034
Obst, frisch	0,45	0,0003	0,28	0,0028	0,51	<0,0001	0,55	<0,0001
Obst, gegart	0,19	0,149	0,29	0,0023	0,03	0,7681	0,34	0,0055
Gemüse, roh	0,29	0,0307	0,28	0,0038	0,13	0,2369	0,33	0,0073
Hülsenfrüchte	0,23	0,0917	0,08	0,4019	0,30	0,0055	-0,05	0,6878
Gemüse, gegart	0,28	0,0369	0,06	0,5085	0,08	0,4511	0,13	0,2807
Pasta	0,07	0,6002	0,21	0,03	-0,02	0,8777	0,28	0,0202
Reis	0,15	0,2581	0,20	0,0354	0,07	0,5098	0,04	0,7721
Kartoffeln, gekocht	0,24	0,0631	0,09	0,3284	0,23	0,0328	0,38	0,0016
Bratkartoffeln	-0,12	0,3536	0,13	0,1929	0,29	0,0071	0,01	0,9292
Pommes Frites	-	-	0,27	0,005	0,25	0,0175	0,30	0,015
Pizza	0,16	0,2112	0,11	0,2688	0,13	0,2378	0,15	0,2337
Kuchen/ Torte	0,27	0,0387	0,34	0,0003	0,42	<0,0001	0,22	0,0762

Lebensmittel	< 4 Wo- chen	p	4-6 Wo- chen	p	6-8 Wo- chen	p	> 8 Wo- chen	p
Kekse	0,24	0,0701	0,36	0,0001	0,28	0,0079	0,15	0,2403
Schokolade/ Schoko- riegel	0,40	0,0016	0,36	0,0001	0,34	0,0012	0,22	0,0737
Süßigkeiten	0,36	0,0046	0,28	0,0038	0,26	0,0154	0,09	0,4924
Eis	-	-	0,00	0,9607	0,14	0,2011	0,34	0,0049
Kartoffelchips	0,43	0,0005	0,18	0,0593	0,23	0,0335	0,43	0,0003
Salzgebäck/ Cracker	0,38	0,0028	0,00	0,9988	0,25	0,019	0,23	0,0593
Nüsse	0,11	0,3979	0,25	0,0103	0,33	0,0019	0,21	0,0927

Tabelle 19: Mittelwerte (MW), STD und Mediane für die Lebensmittelübergruppen der einzelnen Zeitgruppen

Lebensmittel	< 4 Wochen				4 - 6 Wochen				6 - 8 Wochen				> 8 Wochen				p*
	n	MW	± STD	Median	n	MW	± STD	Median	n	MW	± STD	Median	n	MW	± STD	Median	
Milch	60	167,6	574,9	41,4	108	118,0	381,7	45,7	87	117,5	254,8	69,1	65	96,7	349,2	42,9	0,8579
Milchprodukte	60	46,7	228,4	46,0	107	47,7	115,0	49,3	86	43,2	199,0	33,8	67	51,0	135,3	44,9	0,8478
Milch und Milchprodukte	60	232,4	459,9	113,5	107	190,9	385,2	122,4	86	174,9	345,6	102,6	65	154,8	388,3	94,2	0,9761
Tee	59	29,7	466,8	5,4	106	-68,0	427,5	0,0	86	-63,5	432,2	2,7	67	38,2	414,2	0,0	0,5500
Kaffee	59	-66,5	553,0	-96,7	107	-62,1	452,1	-80,0	87	-129,3	331,9	-40,0	67	-84,3	504,6	0,0	0,2660
Wasser	59	737,6	1503,0	200,0	107	550,8	1317,1	200,0	87	374,5	1139,6	150,0	67	538,2	1257,9	200,0	0,8944
nicht-alk. Getränke	55	102,8	402,6	50,0	103	68,5	539,8	29,5	80	106,3	550,6	42,9	64	165,1	609,2	46,4	0,5670
alk. Getränke	56	20,2	141,2	26,8	104	-31,7	208,6	12,4	84	-55,0	256,7	0,5	66	-121,6	337,1	4,5	0,0401
Brot und Cerealien	59	4,0	98,1	-12,3	105	-4,8	129,0	0,7	83	-6,4	107,6	-3,6	59	-10,7	87,0	-9,3	0,9791
Butter	60	-9,4	14,4	-8,0	108	-8,0	14,2	-3,0	87	-8,1	17,1	-1,8	67	-13,5	23,8	-7,0	0,3654
Süßer Brotaufstrich	60	-9,2	18,5	-0,8	105	-7,9	18,6	0,0	86	-10,9	24,0	-5,0	67	-7,7	28,5	0,0	0,3904
Fastfood	60	-2,4	49,3	7,0	107	-0,1	58,7	7,0	86	0,4	41,4	7,0	65	-10,3	64,6	7,0	0,5281
Ei	60	-0,9	31,5	11,8	108	-2,5	33,9	5,4	87	0,3	28,9	5,4	67	0,0	40,0	10,7	0,4622
Fleisch	60	18,1	83,0	31,1	107	-4,4	72,6	10,7	86	-3,8	91,9	22,8	67	-1,7	81,6	17,7	0,2200
herzhafter Brotbelag	60	-4,4	37,9	0,0	108	-13,4	55,6	1,8	87	-20,9	60,3	-3,1	67	-17,6	68,3	0,0	
Fisch	60	1,9	44,0	8,0	108	-4,8	80,4	8,0	87	3,0	42,5	7,2	67	-20,2	76,9	6,4	0,4077
Obst	60	96,6	427,8	68,0	107	60,4	244,8	38,8	86	87,0	311,4	47,2	67	25,3	212,1	22,5	0,5972
Gemüse	57	55,6	149,9	61,6	107	45,6	138,8	41,7	85	55,1	130,8	50,1	67	52,9	130,2	49,0	0,8182
Reis/Nudeln/Kartoffeln	60	20,3	144,5	46,4	107	-4,5	117,5	6,6	87	14,7	128,0	40,7	66	1,7	123,7	17,0	0,3221
Pizza	60	-2,3	73,0	12,5	107	-1,4	76,4	12,5	87	-2,2	97,2	12,5	66	-3,7	99,0	12,5	0,6962
Süßes	60	-21,8	80,5	5,3	107	-33,3	88,6	2,3	87	-8,7	69,6	8,1	66	-7,4	79,8	4,1	0,4855
Snacks	60	-2,9	24,0	0,9	108	0,5	11,0	1,3	87	-2,6	19,7	0,6	67	-2,5	19,5	1,1	0,6574

* aus Kruskal-Wallis-Test

Danksagung:

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die mir durch ihre Mitarbeit und Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit geholfen haben.

Besonders möchte ich mich bedanken bei:

- Dr. Gert Mensink für die Bereitstellung des Themas, die kompetente fachliche und persönliche Betreuung der Arbeit, die Hilfe beim Arbeiten mit SAS und die Bereitschaft die Arbeit als Zweitgutachter zu beurteilen
- Prof. Dr. Heiner Boeing für die Bereitschaft die Arbeit als Gutachter zu beurteilen
- Marjolein Haftenberger für die gute Zusammenarbeit bei der Auf- und Bearbeitung der Daten, die Anregungen und die hilfreichen themenbezogenen Gespräche
- Christin Heidemann für die Beantwortung meiner Fragen, die Anregungen und die kritische Durchsicht der Arbeit

Eidesstattliche Erklärung zur Diplomarbeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne Hilfe Dritter verfasst habe. Andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel wurden nicht verwendet. Die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Abschnitte sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Diplomarbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde auch nicht veröffentlicht.

Berlin, Oktober 2009

Friederike Kube