

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Else Kröner Fresenius Zentrum für Ernährungsmedizin
der Technischen Universität München

**Bedeutung von Tag-zu-Tag-Schwankungen, Energiedichte,
Zwischenmahlzeiten und Frühstückskalorien
für die tägliche Energieaufnahme Normalgewichtiger**

Johanna Mittermeier

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. V. H. Schusdziarra

2. Univ.-Prof. Dr. M. Halle

Die Dissertation wurde am 06.12.2011 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 23.05.2012 angenommen.

Danksagung

Allen voran möchte ich meinem Doktorvater Prof. Dr. Volker Schusdziarra danken. Sein Interesse für die Ergebnisse meiner Arbeit war eine hohe Motivation für mich. Er hatte immer sehr kurzfristig Termine für mich frei, um mir bei der Lösung von Problemen zu helfen und die nächsten Schritte zu besprechen. Seine unkomplizierte Art ermöglichte mir eine eigenständige Arbeitseinteilung. Zudem trugen die oft humorvollen Treffen dazu bei, dass ich mit viel Freude an dem Thema arbeiten konnte.

Außerdem möchte ich allen Mitarbeitern des Else-Kröner-Fresenius Zentrum für Ernährung der TU München für die Bereitstellung von Computern, technischen Geräten und Räumen danken, insbesondere Frau Margit Hausmann für ihre Hilfsbereitschaft in technischen und inhaltlichen Fragen. Sie war trotz ihres vollen Terminkalenders immer äußerst zuvorkommend.

Des Weiteren danke ich allen Probanden, die in mühevoller Arbeit 14 Tage lang alle verzehrten Nahrungsmittel und Getränke sorgfältig für mich aufgezeichnet hatten und ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Nicht zuletzt danke ich meinen Freunden, die mir bei der Akquirierung von Probanden geholfen haben, meiner Lehrstuhlkollegin Marietta Kellner, mit der ich mich über unser Thema austauschen konnte, und meinem Freund, Dr. Martin Strumpler für die geduldige Hilfe mit den Office-Programmen.

Vor allem danke ich meiner Familie, die mich nicht nur bei meiner Doktorarbeit, sondern das ganze Studium über unterstützt und motiviert hat. Als Dank widme ich diese Arbeit meinen Eltern.

Johanna Mittermeier

München, den 25.11.2011

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Verzeichnis der Abkürzungen	IV
Tabellenverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	IX
1. Einleitung	1
2. Material und Methoden	4
2.1. Teilnehmer	4
2.2. Ernährungsprotokoll	4
2.3. Digitalisierung der Ernährungsprotokolle	5
2.4. Erstellung einer EXCEL [®] -Liste	6
2.5. Datenanalyse / Datenauswertung	7
2.5.1. Durchschnittliche und tatsächlich verzehrte Energie.....	7
2.5.2. Unterschied nach Geschlechtern	7
2.5.3. Variationskoeffizient	8
2.5.4. Schwankung der Kalorienaufnahme.....	8
2.5.5. Einfluss der Energiedichte	8
2.5.6. Anzahl der Zwischenmahlzeiten	9
2.5.7. Einfluss des Frühstücks.....	9
2.5.8. Makronährstoffe	9
2.5.9. Statistische Auswertung.....	9
3. Ergebnisse.....	10
3.1. Durchschnittliche Energieaufnahme bei allen Teilnehmern.....	10
3.1.1. Ganzer Tag	10
3.1.2. Frühstück	11
3.1.3. Erste Zwischenmahlzeit	11
3.1.4. Mittagessen.....	12
3.1.5. Zweite Zwischenmahlzeit	12
3.1.6. Abendessen.....	12
3.1.7. Dritte Zwischenmahlzeit.....	12

3.1.8. Hauptmahlzeiten.....	14
3.2. Abhängigkeit vom Geschlecht.....	15
3.2.1. Ganzer Tag.....	15
3.2.2. Frühstück.....	15
3.2.3. Mittagessen.....	15
3.2.4. Abendessen.....	15
3.2.5. Zwischenmahlzeiten.....	17
3.2.6. Prozentualer Anteil der Mahlzeiten an der täglichen Energie.....	17
3.3. Chronologische Energieaufnahme.....	17
3.4. Variationskoeffizient.....	20
3.4.1. Ganzer Tag.....	20
3.4.2. Einzelne Mahlzeiten.....	21
- Energie.....	21
- Menge.....	22
- Energiedichte.....	22
3.5. Schwankung der Kalorienaufnahme von Tag zu Tag.....	23
3.5.1. Alle Mahlzeiten.....	23
- Energie.....	23
- Menge.....	25
- Energiedichte.....	26
3.5.2. Hauptmahlzeiten.....	27
- Energie.....	27
- Menge.....	28
- Energiedichte.....	28
3.6. Energieaufnahme in Abhängigkeit von der Energiedichte.....	30
3.6.1. Ganzer Tag.....	30
- Energiedichte.....	30
- Energie.....	32
- Menge.....	32
3.6.2. Einzelne Mahlzeiten.....	33
- Frühstück.....	34
- Erste Zwischenmahlzeit.....	34
- Mittagessen.....	34

- Zweite Zwischenmahlzeit.....	35
- Abendessen.....	35
- Dritte Zwischenmahlzeit.....	36
3.7. Anzahl der Zwischenmahlzeiten.....	43
3.8. Tägliche Energieaufnahme abhängig von der Energie des Frühstücks.....	45
3.8.1. Gesamter Tag.....	45
3.8.2. Frühstück.....	48
3.8.3. Mittagessen.....	48
3.8.4. Abendessen.....	48
3.8.5. Zwischenmahlzeiten.....	53
3.9. Makronährstoffe.....	58
3.9.1. Absolute Werte.....	59
3.9.2. Prozentualer Anteil an Menge und Energie.....	59
- Kohlenhydrate.....	63
- Eiweiß.....	63
- Fett.....	63
- Ballaststoffe.....	63
4. Diskussion.....	65
4.1. Vergleich zur Nationalen Verzehrsstudie II.....	65
4.1.1. Vergleich der Methodik.....	65
4.1.2. Vergleich der Ergebnisse.....	66
4.2. Vergleich zum Kollektiv der adipösen Patienten.....	67
4.3. Schwankungen der täglichen Energieaufnahme.....	69
4.4. Einfluss der Energiedichte.....	70
4.5. Einfluss der Zwischenmahlzeiten.....	72
4.6. Einfluss des Frühstücks.....	73
5. Zusammenfassung.....	75
Literaturverzeichnis.....	77

Verzeichnis der Abkürzungen

A	Abendessen
Abb.	Abbildung
BMI	Body-Mass-Index [kg/m^2]
Bst	Ballaststoffe
ca.	circa
D-A-CH	Referenzwerte für Nährstoffzufuhr von wissenschaftlichen Fachgesellschaften aus Deutschland, Österreich und der Schweiz
ED	Energiedichte [kcal/g]
e. V.	eingetragener Verein
EW	Eiweiß
F	Frühstück
F	Fett
g	Gramm
g%	Grammprozent
ID	Identifikationsnummer
kcal	Kilokalorien
kcal%	Kilokalorienprozent
kg	Kilogramm
KH	Kohlenhydrate
m	Meter
m	männlich
M	Mittagessen
ml	Milliliter
MW	Mittelwert
n	Anzahl
NVS	Nationale Verzehrsstudie II
SD	Standardabweichung
SEM	Standardfehler der Mittelwerte (engl. standard error of the mean)
Tab.	Tabelle
VK	Variationskoeffizient

vs.	versus
VT	Verzehrstage
w	weiblich
WHO	Weltgesundheitsorganisation (engl. World Health Organization)
ZWM	Zwischenmahlzeit(en)
Z1	erste Zwischenmahlzeit
Z2	zweite Zwischenmahlzeit
Z3	dritte Zwischenmahlzeit

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Energieaufnahme im Durchschnitt, basierend auf dem 14-tägigen, protokollierten Zeitraum (n=1400 Ernährungsprotokolle) und Energieaufnahme der tatsächlich verzehrten Mahlzeiten im 14-tägigen, protokollierten Zeitraum mit Angabe der Anzahl der Verzehrstage.....	10
Tab. 2: Energieaufnahme (kcal), Essensmenge (g) und Energiedichte (ED) (kcal/g) bei 100 Teilnehmern.....	16
Tab. 3: Chronologische Auflistung der durchschnittlichen Energieaufnahme, der Mengenaufnahme und der Energiedichte an den Tagen 1 bis 14, basierend auf den Protokollen des 14-tägigen Zeitraums.....	18
Tab. 4: Variationskoeffizient der durchschnittlich aufgenommenen Energie und Menge, sowie Variationskoeffizient der tatsächlich verzehrten Energie, Menge und Energiedichte, basierend auf dem 14-tägigen protokollierten Zeitraum.....	21
Tab. 5: Tägliche, durchschnittliche Energie-, Mengen- und Energiedichteaufnahme von 100 Probanden (n=1400 Ernährungsprotokolle), basierend auf einer intraindividuellen Sortierung vom Tag der geringsten Energieaufnahme (=r1) bis zum Tag mit der größten Energieaufnahme (r14) eines jeden Probanden.....	24
Tab. 6: Tägliche, durchschnittliche Energie-, Mengen- und Energiedichteaufnahme von 100 Probanden (n=1400 Ernährungsprotokolle), basierend auf einer intraindividuellen Sortierung, beginnend vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten (=r1) zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten (=r14).....	29
Tab. 7: Tägliche Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Gesamttagesenergiedichte jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte	31
Tab. 8: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim Frühstück an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Gesamttagesenergiedichte jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte	37
Tab. 9: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 1. ZWM an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Gesamttagesenergiedichte jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte	38

Tab. 10: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim Mittagessen an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Gesamttagesenergiedichte jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte	39
Tab. 11: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 2. ZWM an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Gesamttagesenergiedichte jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte	40
Tab. 12: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim Abendessen an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Gesamttagesenergiedichte jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte	41
Tab. 13: Tägliche Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 3. ZWM an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Gesamttagesenergiedichte jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte	42
Tab.14: Energie- und Mengenaufnahme und ED pro Tag geordnet nach Anzahl der Zwischenmahlzeiten (=ZWM) an jedem der 1400 protokollierten Tage.....	43
Tab. 15: Tägliche Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück.....	46
Tab. 16: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim Frühstück an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück	49
Tab. 17: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim Mittagessen an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück	50
Tab. 18: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim Abendessen an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück	51

Tab. 19: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 1. ZWM an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück	54
Tab. 20: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 2. ZWM an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück	55
Tab. 21: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 3. ZWM an je 14 Tagen, sortiert vom Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück	56
Tab. 22: Durchschnittlicher täglicher Anteil an Makronährstoffen und Anteil der Makronährstoffe bei den jeweiligen Mahlzeiten auf Basis von 1400 Ernährungsprotokollen.....	60

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anteil der Getränke an der gesamten täglich aufgenommenen Energie der 100 Teilnehmer.....	11
Abb. 2: Durchschnittliche Energieaufnahme und Energieaufnahme bei tatsächlich verzehrten Mahlzeiten der 100 Teilnehmer.....	13
Abb. 3: Durchschnittliche Menge und Menge der tatsächlich verzehrten Mahlzeiten der 100 Teilnehmer.....	13
Abb. 4: Anteil der Zwischenmahlzeiten an der gesamten täglich aufgenommenen Energie.	14
Abb. 5: Anteil der Zwischenmahlzeiten an der gesamten täglich aufgenommenen Menge.	14
Abb. 6: Schwankung der Energie von einem Tag zum nächsten bei drei exemplarischen Teilnehmern und Durchschnittswert der Energieaufnahme aller 1400 Protokolle.....	19
Abb. 7: Schwankung der Menge von einem Tag zum nächsten bei drei exemplarischen Teilnehmern und Durchschnittswert der Verzehrsmenge aller 1400 Protokolle.....	19
Abb. 8: Schwankung der Energiedichte von einem Tag zum nächsten bei drei exemplarischen Teilnehmern und Durchschnittswert der Energiedichte aller 1400 Protokolle.....	20
Abb. 9: Energieaufnahme bei Haupt- und Zwischenmahlzeiten, aufsteigend vom Tag mit der geringsten gesamten Energieaufnahme zum Tag mit der höchsten.....	25
Abb. 10: Menge der Haupt- und Zwischenmahlzeiten, aufsteigend vom Tag mit der geringsten gesamten Energieaufnahme zum Tag mit der höchsten.....	26
Abb. 11: Prozentuale Änderung der Energie, Menge und Energiedichte zum Tag mit der geringsten gesamten Energieaufnahme.....	27
Abb. 12: Veränderung der Energieaufnahme abhängig von der Energiedichte.....	33
Abb. 13: Veränderung der Mengenaufnahme abhängig von der Energiedichte.....	33
Abb. 14: Tägliche Energieaufnahme je nach Anzahl der Zwischenmahlzeiten.....	44
Abb. 15: Tägliche Mengenaufnahme je nach Anzahl der Zwischenmahlzeiten.....	44
Abb. 16: Energieaufnahme beim Frühstück und Gesamtenergieaufnahme des Tages, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.....	47

Abb. 17: Prozentuale Änderung der Energieaufnahme beim Frühstück und Gesamtenergie des Tages, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.	47
Abb. 18: Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.....	52
Abb. 19: Mengenaufnahme bei den Hauptmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.....	52
Abb. 20: Energiedichte der Hauptmahlzeiten und des ganzen Tages, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.	53
Abb. 21: Energieaufnahme bei den Zwischenmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.....	57
Abb. 22: Mengenaufnahme bei den Zwischenmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.....	57
Abb. 23: Energiedichte der Zwischenmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.....	58
Abb. 24: Energieaufnahme beim Frühstück und der ersten Zwischenmahlzeit und Summe aus Energie des Frühstücks und Energie der ersten Zwischenmahlzeit, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.	58
Abb. 25: Anteile der Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß und Fett an den täglich verzehrten Lebensmitteln der 100 Teilnehmer..	61
Abb. 26: Anteile der Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß und Fett beim Frühstück..	61
Abb. 27: Anteile der Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß und Fett beim Mittagessen..	62
Abb. 28: Anteile der Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß und Fett beim Abendessen..	62

1. Einleitung

Das weltweite Problem der Adipositas, einer chronischen Erkrankung mit pathologischer Fettgewebsvermehrung, nimmt in seiner Bedeutung weiterhin zu. Die Prävalenz dieser Erkrankung steigt. In Deutschland stieg der Anteil der Übergewichtigen ($\text{BMI} \geq 25 \text{ kg/m}^2$) von 60,60% im Jahre 2001 auf 66,50% im Jahre 2008 (80). Der Anteil der Adipösen ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) betrug im Jahre 2008 21% (10). Mittlerweile leiden auch schon Kinder und Jugendliche zunehmend unter den Folgen wie zum Beispiel dem Diabetes mellitus Typ II. Weitere Folgen der Adipositas, die die Menschen in ihrer Lebensqualität beeinflussen und dem Gesundheitssystem hohe Kosten verursachen, sind das metabolische Syndrom (androide Adipositas, gestörter Kohlenhydratstoffwechsel, Hypertriglyzeridämie und arterielle Hypertonie) (45) sowie Herz- und Gefäßerkrankungen.

Die Ursache für die Entstehung von Adipositas ist eine tägliche positive Energiebilanz über mehrere Jahre hinweg. Diese entsteht sowohl aufgrund der Abnahme von körperlicher Aktivität, als auch wegen des übermäßigen, leicht verfügbaren Nahrungsangebots sowie dem Verzehr von Lebensmitteln mit hoher Energiedichte.

Da kein innerer Regulationsmechanismus besteht, der eine automatische Begrenzung der Energieaufnahme bewirkt (62), besteht die bisher erfolgreichste Therapie der Adipositas aus einer langfristigen Ernährungsumstellung und einer Erhöhung des Energieverbrauchs. Damit Patienten diese durchhalten können, sollte sich diese jedoch so nah wie möglich am bisherigen Ernährungsstil orientieren, um den „Diätcharakter“ zu vermeiden, weil bei bisherigen Diäten zwar kurzfristig das Ziel der Gewichtsreduktion erreicht wurde, allerdings konnte das Gewicht nicht dauerhaft im diesem Bereich gehalten werden (1, 3, 4, 14, 15, 21, 23, 29, 44, 70, 72).

Um im Rahmen einer solchen Ernährungsberatung konkrete Hinweise zur Verbesserung bzw. Veränderung des Essverhaltens geben zu können, ist es hilfreich, die Verzehrsgewohnheiten so genau wie möglich zu kennen und zu analysieren.

Im Gegensatz zu bisherigen Studien, bei denen Populationen mit einem 24-Stunden-recall untersucht wurden (10, 13), wurde bei dieser Studie von jedem der 100 Teilnehmer über 14 Tage hinweg ein Ernährungsprotokoll geführt, um möglichst alle verzehrten Nahrungsmittel zu erfassen und um genaue Mengenangaben zu erhalten. Außerdem wurden in der aktuellen Arbeit die Probanden in ihrer natürlichen Umgebung beobachtet, um alle üblichen Einflussfaktoren und Reize miteinzubeziehen, die in kontrollierten

Studien (36, 73, 74, 76, 77), die vornehmlich Laborcharakter haben, möglicherweise nicht wirken konnten. Des Weiteren wurden in der aktuellen Studie nur Teilnehmer mit einem BMI im Normalbereich, das heißt zwischen 19 und 25 kg/m² untersucht, um beurteilen zu können, inwieweit Ergebnisse einer bisherigen Studie für ein Kollektiv mit hohem Körpergewicht und ähnlichem Alters- und Geschlechterverhältnis (65, 67) spezifisch sind. Ein Faktor, dessen Einfluss auf die Energieaufnahme kontrovers diskutiert wird, ist die Energiedichte. In einigen Studien konnte festgestellt werden, dass bei Mahlzeiten mit hoher Energiedichte mehr Energie aufgenommen wird als bei Mahlzeiten mit geringer Energiedichte (13, 36, 73, 74, 76, 77), in anderen Studien stellte sich dagegen heraus, dass Lebensmittel mit hoher Energiedichte in geringerer Menge konsumiert werden und somit ein Ausgleich geschaffen wird (37, 79). Für die Adipositastherapie ist von Interesse, wie schon in einigen Studien festgestellt wurde, dass die Energiedichte der Lebensmittel als einfach zu handhabender Parameter angesehen werden kann (25, 38, 52, 63). In der aktuellen Studie wurde deshalb ebenfalls untersucht, inwiefern sich Mengen- und Energieaufnahme abhängig von der Energiedichte der verzehrten Nahrungsmittel verändern. Außerdem wurde dies für die verschiedenen Mahlzeiten des Tages getrennt beobachtet. Um auszuschließen, dass das Ergebnis nur durch interindividuelle Unterschiede bestimmt wird, wurde das Verhalten der Parameter Energiedichte, Energie und Menge intraindividuell über jeweils 14 Tage bei jedem Probanden beobachtet.

Ein weiteres Thema, das im Rahmen der Behandlung von Adipositas häufig diskutiert und untersucht wird, ist der Einfluss des Frühstücks auf die tägliche Energieaufnahme. In einer Studie von Cotton et al. stellte sich heraus, dass ein kalorienreiches Frühstück nicht durch geringere Nahrungsaufnahme bei den folgenden Mahlzeiten kompensiert wird (11, 12). Wie in einer Studie gezeigt werden konnte, wird pro Tag insgesamt weniger Energie aufgenommen, wenn das Frühstück an diesem Tag sogar ganz weggelassen wurde (43). Im Gegensatz dazu stellte sich bei einer Erhebung von De Castro heraus, dass ein höherer Anteil des Frühstücks an der insgesamt aufgenommenen täglichen Energie in einer geringeren täglichen Energieaufnahme resultiert (18, 19). Da die Bedeutung des Frühstücks für die tägliche Energieaufnahme im Rahmen der Ernährungsberatung für adipöse Patienten eine große Rolle spielt, wurde der Einfluss des Frühstücks auch in dieser Arbeit mit Hilfe der 14-tägigen Protokolle der hundert normalgewichtigen Probanden untersucht.

Die Tatsache, dass die Energieaufnahme bei normalgewichtigen Menschen von Tag zu Tag starken Schwankungen unterliegt, ist schon seit einiger Zeit bekannt (2, 5, 6, 7, 24, 31, 41, 68, 69, 78, 81). Allerdings bestanden bei diesen Studien experimentelle Bedingungen. Um dies auszuschließen und Ergebnisse zu bekommen, die so nahe wie möglich an der Realität des Alltags liegen, wurden in dieser Arbeit die Teilnehmer in ihrem normalen Umfeld mit Hilfe eines Ernährungsprotokolls beobachtet. Somit wird der Einfluss von kognitiven, sensorischen (Anblick und Geruch von Essen), sozialen und psychologischen Faktoren auf die Nahrungsaufnahme nicht außen vor gelassen. Würde die Energieaufnahme nur durch ein inneres neuroendokrines Regulationssystem gesteuert, wäre zu erwarten, dass sich bei normalgewichtigen Menschen im Alltag jeden Tag und bei jeder Mahlzeit ein ähnliches Muster von Energiedichte, Mengen- und Energieaufnahme ergibt oder sich abhängig von der Veränderung eines Parameters die anderen Größen ausgleichend verändern. Dies konnte jedoch nicht bestätigt werden. Durch intraindividuelle Analysen der 14 Tage jedes Teilnehmers konnte gezeigt werden, dass die Schwankungen im Essverhalten nicht nur darauf zurückzuführen sind, dass verschiedene Menschen sich untereinander im Essverhalten unterscheiden, sondern die Ergebnisse wirklich auf Tag-zu-Tag-Schwankungen innerhalb eines Individuums zurückgeführt werden können.

Des Weiteren besteht die Vermutung, dass sich Zwischenmahlzeiten additiv auf die Energiebilanz auswirken, das heißt, dass mehr Zwischenmahlzeiten eine größere tägliche Energieaufnahme bedeuten. Daneben besteht die Meinung, zum Beispiel von der deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. und der deutschen Krebsgesellschaft, dass 5 Mahlzeiten am Tag optimal wären (20). Deshalb wurde in dieser Arbeit der Einfluss von Zwischenmahlzeiten auf die Energie- und Mengenaufnahme untersucht, indem die Anzahl an abgehaltenen Zwischenmahlzeiten mit der insgesamt pro Tag aufgenommenen Energie eines jeden Probanden verglichen wurde.

Schließlich ist für eine Ernährungsberatung im Rahmen der Adipositasstherapie interessant, in welchem Anteil die Makronährstoffe (Kohlenhydrate, Eiweiß, Fett und Ballaststoffe) in den verschiedenen Mahlzeiten bei normalgewichtigen Menschen im Alltag vorkommen, da viele Diäten daran ansetzen, die Relation der Makronährstoffe zu verschieben (3, 4, 23, 44, 70, 72). Deshalb wurden die 1400 Ernährungsprotokolle, die dieser Arbeit zugrunde liegen, nach Einzelmahlzeiten aufgeschlüsselt analysiert und das Verhältnis der Makronährstoffe wurde untersucht.

2. Material und Methoden

2.1. Teilnehmer

Für die Zusammenstellung des Probandenkollektivs wurden 100 Teilnehmer aus dem Bekanntenkreis rekrutiert. Die Auswahl erfolgte dabei nach Alter, Geschlecht und BMI, um eine größtmögliche Annäherung an ein bereits bestehendes Kollektiv adipöser Patienten zu erreichen. Der mittlere BMI der Probanden betrug $22,5 \pm 0,1$ (MW \pm SEM). Die Probanden wogen im Schnitt $65 \pm 1,0$ kg. Der Altersdurchschnitt lag bei $42 \pm 0,2$ Jahren. 67% waren Frauen und 33% Männer.

Anzahl	100
Geschlecht [w/m]	67/33
Alter [Jahre]	$42 \pm 0,2$
Gewicht [kg]	$65 \pm 1,0$
BMI [kg/m²]	$22,5 \pm 0,1$

Des Weiteren wurden Probanden ausgeschlossen, die eine spezielle Diät einhielten oder schwanger waren.

2.2. Ernährungsprotokoll

Die Teilnehmer wurden darum gebeten, 14 Tage lang detailliert Protokoll über ihre Essgewohnheiten zu führen. Es wurden Vordrucke verteilt, mit Feldern für Frühstück, Zwischenmahlzeit vor dem Mittagessen, Mittagessen, Zwischenmahlzeit nach dem Mittagessen, Abendessen und eine späte Mahlzeit. Wenn möglich sollte das Essen auf dem Teller abgewogen oder in verständlichen Portionsgrößen angegeben werden (z.B. Esslöffel, Teelöffel) und zeitnah auf dem Bogen vermerkt werden, um Ungenauigkeiten oder Fehler zu vermeiden. Außerdem wurden die Probanden angehalten, die Uhrzeit, zu der gegessen wurde und gegebenenfalls die Art der Zubereitung (z.B. gebraten, paniert) anzugeben.

Kalorienhaltige Getränke sollten ebenfalls vermerkt werden.

Die Probanden bekamen vor der Erhebung keine Ernährungstipps und wurden angewiesen, ihr Essverhalten für die Studie weder zu verändern noch die Menge einzuschränken.

Um die Motivation der freiwilligen Teilnehmer zu erhöhen, bekamen sie danach eine genaue Auflistung der Nahrungsmittel, die sie verzehrt hatten, mit Kalorienangabe und

Makronährstoffen (Kohlenhydrate, Fett, Eiweiß und Ballaststoffe) sowie eine kurze Erklärung der Werte.

2.3. Digitalisierung der Ernährungsprotokolle

Mit dem Programm PRODI[®] 5.4 expert (Kluthe, Freiburg) konnten die Ernährungsprotokolle der Teilnehmer digitalisiert werden. Dabei wurde für jeden der 14 protokollierten Tage eine Seite angefertigt, wobei ein extra Block für jede der sechs Mahlzeiten angelegt wurde, um jede Mahlzeit einzeln auswerten zu können. Getränke wurden gesondert am Ende der Seite vermerkt und ausgewertet. Dabei wurde Milch in Getränken, zum Beispiel in Kaffee, zu den Getränken aufgenommen, wohingegen Milch in Nahrungsmitteln, zum Beispiel in Verbindung mit Müsli oder Trinkjoghurt, zu den festen Nahrungsmitteln gezählt wurde.

Insgesamt konnten 1400 Protokolle mit Hilfe des Programms ausgewertet werden, das entspricht 100 Teilnehmern mit je 14 Tagen.

Jedes Nahrungsmittel wurde im digitalen Protokoll mit Menge (in g, bzw. ml bei Getränken) und Art angegeben und einer Mahlzeit zugeordnet.

Reis und Nudeln wurden von den Probanden hauptsächlich in gekochter Form angegeben. Wurde dennoch das Rohgewicht vermerkt, so wurde das Gewicht der Nudeln mit dem Faktor 2,5 und Reis mit dem Faktor 3,2 multipliziert, um es in das entsprechende gekochte Gewicht umzurechnen. Dies war nötig, um von der richtigen Energiedichte auszugehen. Diese unterscheidet sich bei diesen Nahrungsmitteln in der gekochten und der ungekochten Form, da beim Kochen Wasser aufgenommen wird, was die Energiedichte verringert.

Um die verzehrten Nahrungsmittel den Mahlzeiten zuzuordnen, wurden sowohl die Einteilung des Teilnehmers selbst zu den sechs Mahlzeiten, die Art der Lebensmittel, als auch die Uhrzeit berücksichtigt. Bei Unklarheiten wurden auch die übrigen Protokolle des jeweiligen Teilnehmers evaluiert, um Gewohnheiten und Tagesrhythmen zu erkennen und diese dementsprechend in das digitalisierte Protokoll aufzunehmen. Wurden zwischen dem Frühstück und dem Mittagessen mehrere Zwischenmahlzeiten zu sich genommen (zum Beispiel um 9 Uhr Schokolade und um 11 Uhr Obst), so wurden diese beiden Zwischenmahlzeiten zu einer zusammengefasst. Ebenso wurde mit zwei Zwischenmahlzeiten zwischen Mittag- und Abendessen bzw. zwei Mahlzeiten nach dem Abendessen verfahren. Wurde eine Mahlzeit vom Teilnehmer ausgelassen, so blieben die entsprechenden Zeilen im digitalisierten Protokoll frei.

Für die protokollierten Nahrungsmittel kann im Programm PRODI® ein entsprechendes Lebensmittel aus der Datenbank NutriBase® ausgewählt werden, für das verschiedene Parameter, wie zum Beispiel enthaltene Energie, Ballaststoffe, Makronährstoffe, Vitamine und Spurenelemente hinterlegt sind. Die Informationen für die Datenbank NutriBase® stammen aus dem Bundeslebensmittelschlüssel II.3, der Souci-Fachmann-Kraut-Nährwerttabelle, der „großen Energie- und Nährwerttabelle“ von H. und B. HESEKER sowie Schweizer Lebensmitteldaten. Sie sind zusätzlich mit Produktdaten aus Analysen der Lebensmittelindustrie ergänzt.

Für die vorliegende Arbeit waren Energie (kcal), Menge (g), Kohlenhydrate, Fett, Eiweiß und Ballaststoffe von Interesse.

Somit erhielt man für jeden protokollierten Tag folgende Daten: Menge in g, Energie in kcal, Kohlenhydrate, Fett, Eiweiß und Ballaststoffe (jeweils in g) und den prozentualen Anteil dieser Makronährstoffe an der täglichen Energieaufnahme. Diese Daten wurden sowohl für jede einzelne Mahlzeit sowie die Getränke, als auch insgesamt für den ganzen Tag berechnet.

2.4. Erstellung einer EXCEL®-Liste

Um die vom Programm PRODI® ausgegebenen Daten statistisch auswerten zu können, wurden im Anschluss alle Werte in eine EXCEL®-Liste übertragen. Die Liste war dabei so aufgebaut, dass die erste Spalte die ID des Probanden, also die Zahlen 1 bis 100, die zweite Spalte die Initialen und Spalte 3 den jeweiligen protokollierten Tag 1-14 beinhaltet. Zu jedem Patienten wurden außerdem Spalten mit folgenden Informationen angefertigt: BMI (Body-Mass-Index), Alter und Geschlecht. In die folgenden Spalten wurden die Daten zu den sechs Mahlzeiten Frühstück, Mittagessen, Abendessen und den 3 Zwischenmahlzeiten eingefügt, mit jeweils folgenden Parametern: Masse, Energie und Energiedichte, die Makronährstoffe Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate jeweils in Gramm, Grammprozent und Kilokalorienprozent und Ballaststoffe in Gramm. Die Menge und Energie der Getränke wurde extra in zwei Spalten aufgeführt und schließlich folgte noch eine Auflistung derselben Parameter wie bei den Mahlzeiten für den ganzen Tag. In eigenen Spalten wurden nur die Menge, die Energie und die Energiedichte der Hauptmahlzeiten dargestellt. Bei jeder der sechs Mahlzeiten wurde hinter der Spalte für Masse, Energie und Energiedichte jeweils eine Spalte eingezogen, in der nur die Tage aufgeführt waren, bei denen tatsächlich Lebensmittel verzehrt wurden, das heißt, die Menge größer als Null war,

um eine Aussage über die tatsächliche Größe, Energie und Energiedichte dieser Mahlzeiten, im Falle ihres Verzehrs, zu erlangen.

2.5. Datenanalyse / Datenauswertung

Mit Hilfe eben beschriebener Liste war es möglich, die Daten auf bestimmte Kriterien zu untersuchen. Zuerst wurden der Mittelwert (MW), die Standardabweichung (SD) und der Standardfehler der Mittelwerte (SEM) für alle protokollierten Tage mit Hilfe des Programms Microsoft® Excel® 2004 for Mac, Version 11.3 bestimmt. Danach wurden diese Parameter in der chronologischen Berechnung für jeden Tag aller Probanden jeweils einzeln berechnet (zuerst für Tag 1 aller 100 Teilnehmer, dann für Tag 2 aller 100 Teilnehmer, usw.) (Tab. 3). Zuletzt wurden sie nach bestimmten Kriterien sortiert, wie in folgenden Kapiteln beschrieben.

Alle Ergebnisse wurden mit Mittelwert \pm SEM (Standardfehler der Mittelwerte) angegeben.

2.5.1. Durchschnittliche und tatsächlich verzehrte Energie

Bei der Auswertung wurden entweder alle erfassten Tage berücksichtigt (arithmetisches Mittel von 1400 Protokollen) oder nur die Tage, an denen tatsächlich verzehrt wurde, um eine Aussage darüber zu erlangen, wie die jeweilige Mahlzeit, wenn sie denn eingenommen wird, tatsächlich zusammengesetzt ist. Es wurden dabei Menge, Energie und Energiedichte des ganzen Tages, sowie der einzelnen Mahlzeiten (Frühstück, erste Zwischenmahlzeit, usw.) ausgewertet. Außerdem wurden die Menge der kalorienhaltigen Getränke sowie die Energie derselben aufgelistet (Tab. 1).

2.5.2. Unterschied nach Geschlechtern

Danach erfolgte eine Auflistung der Menge, Energie und Energiedichte für den ganzen Tag, sowie alle Mahlzeiten nach Geschlecht getrennt (Tab. 2). Hier wurde in der ersten Spalte der Durchschnittswert beider Geschlechter zusammen angegeben, in den beiden Spalten danach jeweils der Durchschnittswert der Frauen, bzw. der Männer. Bei jeder Mahlzeit wurde der Anteil der Menge und der Energie an der Tagesgesamtmenge bzw. –energie angegeben.

2.5.3. Variationskoeffizient

Des Weiteren wurde der Variationskoeffizient für die Energie und die Menge, die an einem Tag aufgenommen wurde, sowie für jede der sechs Mahlzeiten bei jedem der 100 Teilnehmer bestimmt. Dadurch konnte intraindividuell für jeden Probanden ein Variationskoeffizient errechnet werden, um das Überdecken gegenläufiger Tendenzen unter den Teilnehmern zu vermeiden. Daraufhin wurde der Mittelwert der Variationskoeffizienten aller Probanden für jede Mahlzeit berechnet. Außerdem wurde der Variationskoeffizient für Energie, Menge und Energiedichte der Mahlzeiten, deren Menge größer als 0 war, das heißt, nur für die Mahlzeiten, die tatsächlich stattfanden, berechnet. Die Energiedichte wurde nur in letztere Betrachtung aufgenommen, weil sie nur für eine tatsächlich verzehrte Mahlzeit interessant ist (Tab. 4).

Der Variationskoeffizient wurde mit folgender Formel berechnet:

$$(SD/MW)*100$$

2.5.4. Schwankung der Kalorienaufnahme

Um die intraindividuellen Schwankungen des Essverhaltens der Teilnehmer, die sich in der Mittelwertberechnung aller Probanden gegenseitig aufheben, transparent zu machen, wurde folgendermaßen sortiert: in Tab. 5 und 6 sollte die Schwankung der Energieaufnahme dargestellt werden, also wurde bei jedem Teilnehmer der Tag mit der geringsten Energieaufnahme als Tag r1 definiert, der Tag mit der zweitniedrigsten Energieaufnahme als Tag r2 usw., bis zu dem Tag mit der größten Energieaufnahme, der folglich als Tag r14 bezeichnet wurde. Nun konnte der Mittelwert aller individuellen Tage r1, r2 usw. berechnet werden. Nach diesem Schema wurde außerdem für die Parameter Energiedichte, Energieaufnahme beim Frühstück und Energie der Hauptmahlzeiten verfahren.

2.5.5. Einfluss der Energiedichte

Tab. 7 bis 13 stellen den Einfluss der Energiedichte dar. Um diese Tabellen zu erstellen, wurde jeweils so sortiert, dass der Tag mit der geringsten Energiedichtebilanz des Tages eines jedem Probanden als Tag r1 bezeichnet wurde, der mit der insgesamt höchsten Energiedichte als Tag r14.

2.5.6. Anzahl der Zwischenmahlzeiten

Der Einfluss der Zwischenmahlzeiten wurde in einer eigenen Tabelle (Tab. 14) gezeigt, in der verfolgt werden kann, wie sich Menge, Energie und Energiedichte in Abhängigkeit von der Zahl der Zwischenmahlzeiten bei jeder Mahlzeit und insgesamt über den ganzen Tag gesehen verändern. Dazu wurden die Daten so sortiert, dass erst die Durchschnittswerte für alle Tage mit keiner Zwischenmahlzeit berechnet wurden, dann die Durchschnittswerte für alle Tage mit einer Zwischenmahlzeit und so weiter, zuletzt die Werte für die Tage mit drei Zwischenmahlzeiten.

2.5.7. Einfluss des Frühstücks

Für die Tab. 15 bis 21 wurden die Daten folgendermaßen sortiert: Tag r1 entspricht jeweils dem Tag eines jeden Probanden, an dem er beim Frühstück die wenigsten Kalorien aufgenommen hat, Tag r14 ist dementsprechend derjenige Tag, an dem er das energetisch größte Frühstück verzehrt hat.

2.5.8. Makronährstoffe

Um eine Aussage über die Zusammensetzung der einzelnen Mahlzeiten machen zu können, wurde eine Tabelle (Tab. 22) gefertigt, in der Kohlenhydrate, Eiweiß, Fett und Ballaststoffe mit ihrer absoluten Menge und ihrem prozentualen Anteil an der Menge sowie der Energie, dargestellt wurden.

2.5.9. Statistische Auswertung

Als signifikant werden Ergebnisse betrachtet, bei denen der p-Wert des Student-t-Tests kleiner als 0,05 war. Es wurde entweder der zweiseitige t-Test für gepaarte oder der für ungepaarte Daten verwendet, je nach Grundkonstellation der zugrunde liegenden Daten.

3. Ergebnisse

3.1. Durchschnittliche Energieaufnahme bei allen Teilnehmern

In Tab. 1 werden die durchschnittliche Energieaufnahme sowie die Energieaufnahme der tatsächlich verzehrten Mahlzeiten dargestellt.

Tab.1: Energieaufnahme im Durchschnitt, basierend auf dem 14-tägigen, protokollierten Zeitraum (n=1400 Ernährungsprotokolle) und Energieaufnahme der tatsächlich verzehrten Mahlzeiten im 14-tägigen, protokollierten Zeitraum mit Angabe der Anzahl der Verzehrstage (Mittelwert \pm SEM); F=Frühstück, Z1=1. Zwischenmahlzeit, M=Mittagessen, 2. Zwischenmahlzeit, A=Abendessen, 3. Zwischenmahlzeit, VT=Verzehrstage, ED=Energiedichte; Anteil ZWM%: Anteil der Zwischenmahlzeiten an der Gesamtmenge bzw. -energie des Tages

	Durchschnitt			
	Menge [g]	Energie [kcal]	Getränke [ml]	Getränke [kcal]
ganzer Tag	1083 \pm 10,05	1783 \pm 16,13	931 \pm 21,69	282 \pm 7,89
F	159 \pm 3,13	351 \pm 5,73		
Z1	77 \pm 3,20	120 \pm 4,98		
M	390 \pm 5,87	518 \pm 8,12		
Z2	91 \pm 3,04	196 \pm 6,04		
A	316 \pm 5,29	505 \pm 8,01		
Z3	49 \pm 2,42	93 \pm 4,35		
Hauptmahlzeiten	865 \pm 8,73	1374 \pm 13,85		

	tatsächlich verzehrt			
	Menge [g]	Energie [kcal]	ED [kcal/g]	VT
ganzer Tag	1083 \pm 10,05	1783 \pm 16,13	1,71 \pm 0,01	1400
F	171 \pm 3,12	376 \pm 5,52	2,51 \pm 0,02	1306
Z1	166 \pm 4,97	259 \pm 7,75	2,08 \pm 0,05	649
M	413 \pm 5,61	549 \pm 7,82	1,48 \pm 0,02	1322
Z2	145 \pm 3,81	311 \pm 7,16	2,80 \pm 0,05	883
A	328 \pm 5,21	525 \pm 7,85	1,83 \pm 0,02	1346
Z3	122 \pm 4,50	230 \pm 7,81	2,84 \pm 0,08	563

3.1.1. Ganzer Tag

Je protokolliertem Tag wurden 1783 kcal, bei einer Menge von 1083 g in Form von festen Nahrungsmitteln aufgenommen. 20% der Menge und 23% der Energie entstammen aus

Zwischenmahlzeiten. Zusätzlich dazu wurden 282 kcal in Form von Getränken verzehrt. Das heißt, dass 13,6% der aufgenommenen Energie aus Flüssigkeiten stammen (Tab. 1). Die Energiedichte der festen Nahrungsmittel betrug durchschnittlich 1,71 kcal/g.

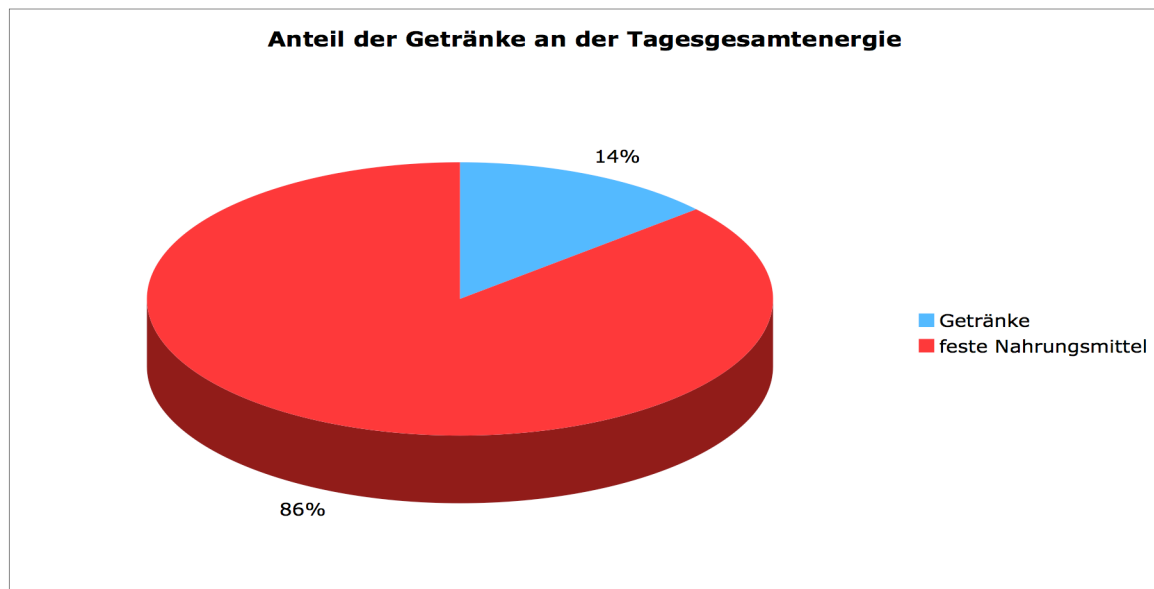


Abb. 1: Anteil der Getränke an der gesamten täglich aufgenommenen Energie der 100 Teilnehmer.

3.1.2. Frühstück

Zum Frühstück wurden 351 kcal bei einer Menge von 159 g aufgenommen. Wenn man ausschließlich die tatsächlichen Verzehrstage berücksichtigt, fällt lediglich ein geringer Unterschied zum Mittelwert über 1400 Tage auf, da nur an 94 protokollierten Tagen nicht gefrühstückt wurde. Die Energiedichte beim Frühstück betrug 2,51 kcal/g (Tab. 1).

3.1.3. Erste Zwischenmahlzeit

Bei der ersten Zwischenmahlzeit (zwischen Frühstück und Mittagessen) wurden im Durchschnitt an 1400 Tagen 77 g mit einer Energie von 120 kcal aufgenommen. Es besteht ein großer Unterschied zu der Betrachtung nach Verzehrstage, in diesem Fall 649 Tage, bei der auffällt, dass wenn eine Z1 verzehrt wurde, die Menge 166 g und die Energie 259 kcal betrug. Dies entspricht einer Energiedichte von 2,08 kcal/g. Die Energiedichte bei der Z1 ist also niedriger als die des Frühstücks. Anhand der Verzehrstage lässt sich erkennen, dass an fast der Hälfte der Tage eine Z1 eingenommen wurde (Tab. 1).

3.1.4. Mittagessen

Das Mittagessen ist die Mahlzeit mit der geringsten Energiedichte des Tages (1,48 kcal/g). Es wurde an 1322 protokollierten Tagen wahrgenommen, bei einer Masse von 413 g und 549 kcal Energie. Das Mittagessen ist die kalorienreichste und mengenmäßig größte Mahlzeit des Tages (Tab. 1).

3.1.5. Zweite Zwischenmahlzeit

Die zweite Zwischenmahlzeit wird von allen Zwischenmahlzeiten am häufigsten eingehalten. Dabei wurden im Durchschnitt an den 1400 Protokolltagen 91 g und eine Energie von 196 kcal aufgenommen. Bei der alleinigen Betrachtung der 883 Verzehrstage, kann der Umfang der Mahlzeit als eine Menge von 145 g, eine Energie von 311 kcal und eine Energiedichte von 2,80 kcal/g ermittelt werden. Die Zwischenmahlzeit zwischen Mittagessen und Abendessen weist die zweithöchste Energiedichte am Tag auf.

3.1.6. Abendessen

Das Abendessen wurde nur an 54 protokollierten Tagen nicht eingenommen. Es fällt als diejenige Mahlzeit auf, die die meisten Teilnehmer zu sich nehmen. Die Energiedichte ist mit 1,83 kcal/g nach dem Mittagessen die niedrigste. Die Menge des Abendessens betrug an den Verzehrstagen 328 g und die Energie 525 kcal (Tab. 1).

3.1.7. Dritte Zwischenmahlzeit

Nur an 40% der protokollierten Tage wurde eine dritte Zwischenmahlzeit (nach dem Abendessen) eingenommen. Somit ist Z3 die am seltensten eingehaltene Mahlzeit. Wenn diese wahrgenommen wurde, beinhaltete sie allerdings mit 2,84 kcal/g die höchste Energiedichte.

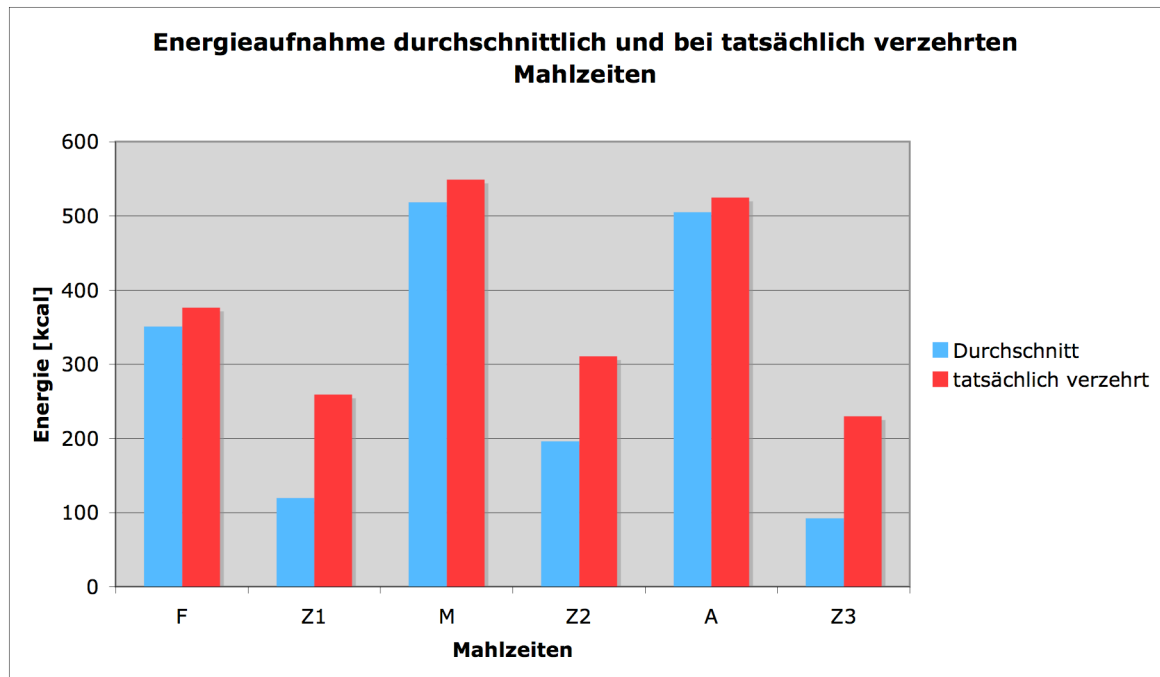


Abb. 2: Durchschnittliche Energieaufnahme und Energieaufnahme bei tatsächlich verzehrten Mahlzeiten der 100 Teilnehmer. (F=Frühstück, Z1=erste Zwischenmahlzeit, M=Mittagessen, Z2=zweite Zwischenmahlzeit, A=Abendessen, Z3=dritte Zwischenmahlzeit).

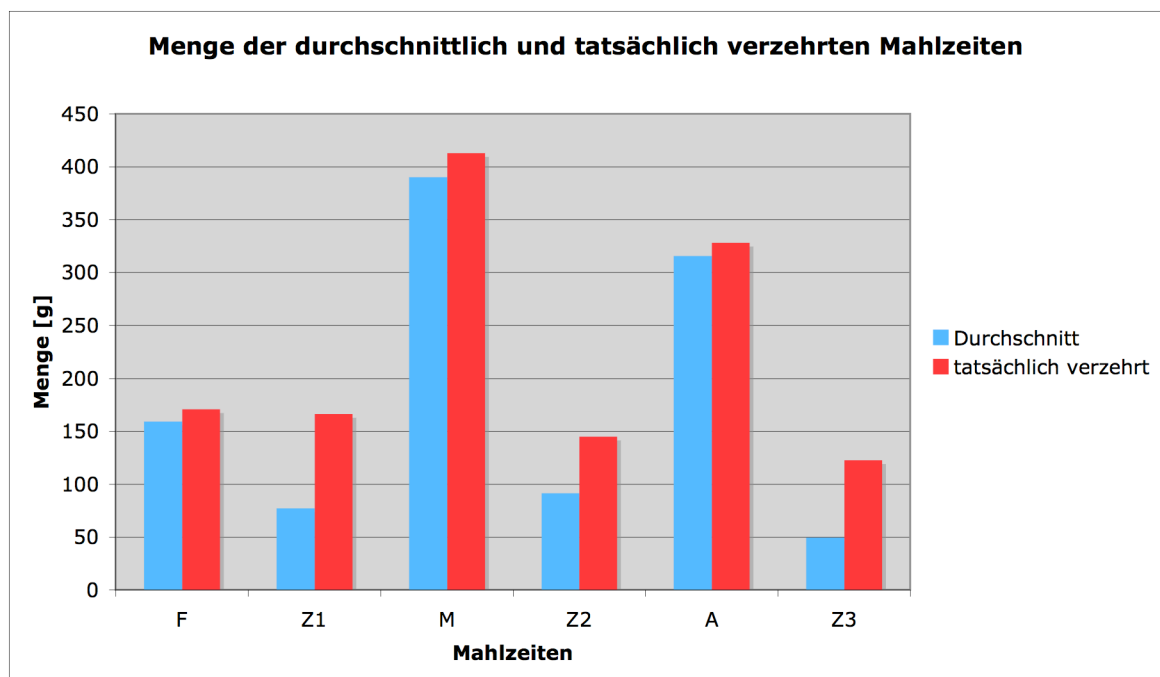


Abb. 3: Durchschnittliche Menge und Menge der tatsächlich verzehrten Mahlzeiten der 100 Teilnehmer. (F=Frühstück, Z1=erste Zwischenmahlzeit, M=Mittagessen, Z2=zweite Zwischenmahlzeit, A=Abendessen, Z3=dritte Zwischenmahlzeit).

3.1.8. Hauptmahlzeiten

Betrachtet man nur die Hauptmahlzeiten, ergibt sich eine Menge von 865 g und eine Energieaufnahme von 1374 kcal. Daraus folgt, dass 20% der Menge und 23% der Kilokalorien den Zwischenmahlzeiten zuzuschreiben sind. Außerdem fällt auf, dass die Energiedichte (1,65 kcal/g) ohne Zwischenmahlzeiten im Vergleich zu 1,71 kcal/g inklusive aller Mahlzeiten niedriger ist.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die Zwischenmahlzeiten, wenn sie abgehalten werden, sehr hohe Energiedichten aufweisen, die Hauptmahlzeiten aber den Hauptanteil an der Menge ausmachen und die größte Energiequelle des Tages sind.

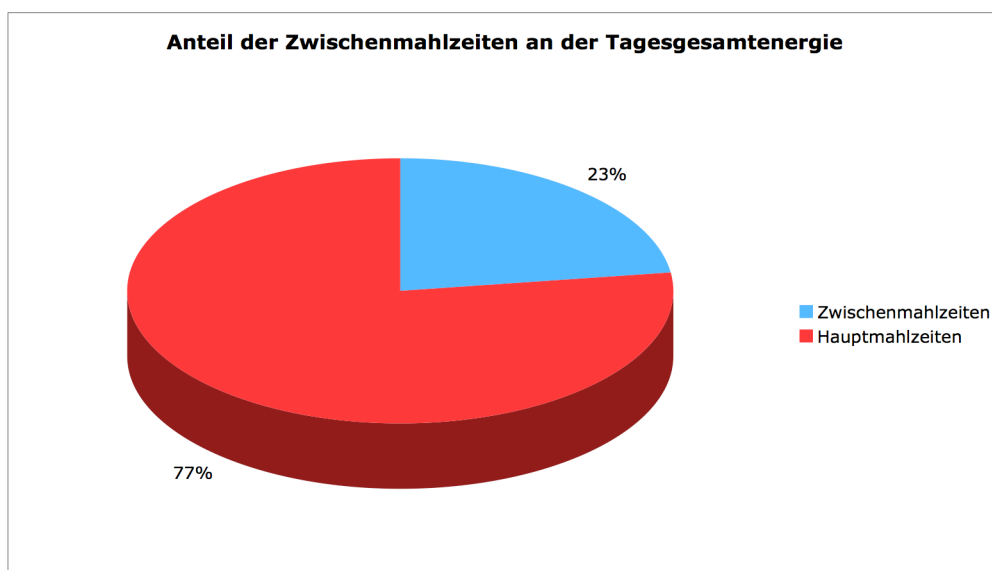


Abb. 4: Anteil der Zwischenmahlzeiten an der gesamten täglich aufgenommenen Energie.

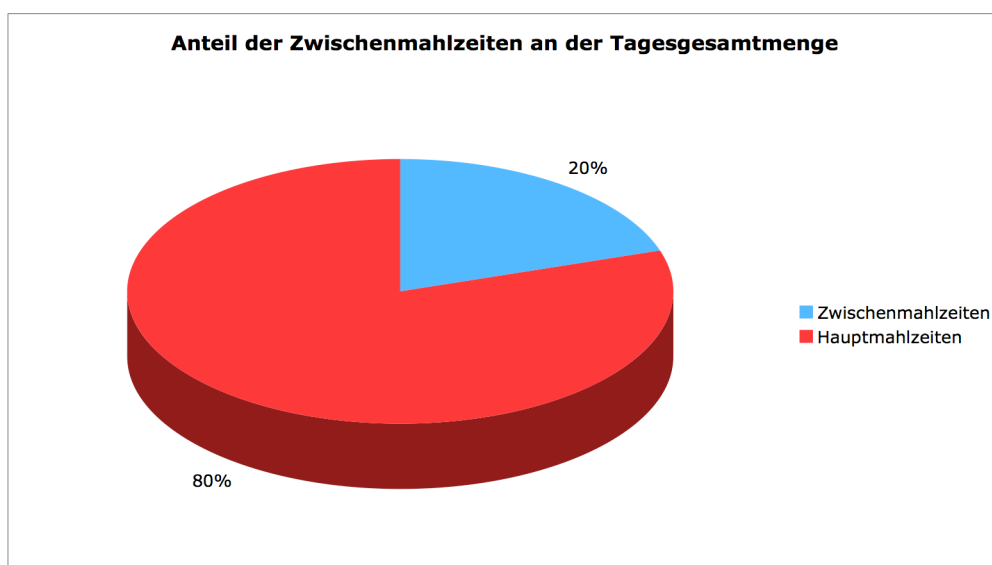


Abb. 5: Anteil der Zwischenmahlzeiten an der gesamten täglich aufgenommenen Menge.

3.2. Abhängigkeit vom Geschlecht

3.2.1. Ganzer Tag

Wertet man die Energieaufnahme nach Geschlecht getrennt aus, so fällt auf, dass die weiblichen Teilnehmer, die in dieser Studie zwei Drittel ausmachen, signifikant weniger Energie aufnahmen als die Männer (1629 kcal im Gegensatz zu 1974 kcal). Ebenso fällt die aufgenommene Menge bei den Frauen mit 1024 g signifikant niedriger aus als die der Männer (1172 g). Außerdem war die durchschnittliche Energiedichte der Lebensmittel der Frauen nur 1,66 kcal/g, im Gegensatz zu den Männern, bei denen sie 1,73 kcal/g beträgt und damit signifikant höher ist. Des Weiteren fällt bei den Männern ein höherer Verzehr an flüssigen Kalorien auf, das heißt, die Energie, die in Form von Getränken aufgenommen wurde, beträgt 437 kcal, wohingegen die Frauen nur 212 kcal pro Tag durch Getränke zu sich nahmen (Tab. 2).

3.2.2. Frühstück

Beim Blick auf die einzelnen Mahlzeiten lässt sich dies ebenfalls erkennen. Beim Frühstück nahmen die Männer signifikant mehr Kalorien zu sich als die Frauen (362 kcal im Vergleich zu 328 kcal), was an einer höheren Energiedichte der gewählten Nahrungsmittel liegt (2,68 kcal/g bei den Männern), nicht jedoch an der Menge, die bei Männern und Frauen beim Frühstück ca. 150 g betrug und somit nicht signifikant unterschiedlich ist (Tab. 2).

3.2.3. Mittagessen

Das Mittagessen der Männer besteht aus Nahrungsmitteln mit höheren Energiedichten (1,53 kcal/g) und größeren Mengen (ca. 430 g) als das der Frauen, bei denen die Energiedichte nur 1,40 kcal/g und die Menge 374 g beträgt, woraus eine insgesamt signifikant höhere Energieaufnahme resultiert (Tab. 2).

3.2.4. Abendessen

Wie schon bei den eben besprochenen Hauptmahlzeiten nahmen auch beim Abendessen die männlichen Teilnehmer mit 615 kcal mehr Energie zu sich als die Frauen, deren Kalorienaufnahme 433 kcal betrug. Bei dieser Mahlzeit liegt es aber nicht an einer höheren Energiedichte der verzehrten Lebensmittel der Männer, sondern lediglich an der signifikant größeren Menge (382 g). Die Frauen nahmen im Gegensatz dazu nur 282 g zu sich.

Tab.2: Energieaufnahme (kcal), Essensmenge (g) und Energiedichte (ED) (kcal/g) bei 100 Teilnehmern (Mittelwert \pm SEM); In Klammern der prozentuale Anteil an der täglichen Energieaufnahme bzw. Verzehrsmenge. * = signifikanter Unterschied von $p < 0,05$ zwischen Männern und Frauen. Jeder Wert ist von jedem anderen unterschiedlich innerhalb der Spalten mit Ausnahme von ^{a, b, c, d}. F=Frühstück, M=Mittagessen, A=Abendessen, Z1=1. Zwischenmahlzeit, Z2=2. Zwischenmahlzeit, Z3=3. Zwischenmahlzeit

Anzahl	alle		Frauen		Männer	
	Protokolle	1400	924	476		
Tag	Energie [kcal]	1746 \pm 16,1	1629 \pm 16,4	1974 \pm 32,8	*	
	Menge [g]	1074 \pm 9,8	1024 \pm 10,8	1172 \pm 18,9	*	
	ED [kcal/g]	1,68 \pm 0,01	1,66 \pm 0,01	1,73 \pm 0,02	*	
F	Energie [kcal]	339 \pm 5,4	328 \pm 6,1	362 \pm 10,4	*	18,3%
	Menge [g]	150 \pm 2,9	152 \pm 3,6	146 \pm 5,0	*	12,5%
	ED [kcal/g]	2,57 \pm 0,03	2,52 \pm 0,04	2,68 \pm 0,04	*	
Z1	Energie [kcal]	116 \pm 4,9	107 \pm 5,4	132 \pm 9,6	^{a, c}	6,7%
	Menge [g]	75 \pm 3,1	70 \pm 3,6	87 \pm 6,0	^{a, d}	7,4%
	ED [kcal/g]	2,00 \pm 0,05	2,11 \pm 0,07	1,76 \pm 0,08	*	
M	Energie [kcal]	507 \pm 8,0	471 \pm 8,6	576 \pm 16,0	^{a, b}	29,2%
	Menge [g]	393 \pm 5,9	374 \pm 6,4	429 \pm 12,1	*	36,6%
	ED [kcal/g]	1,44 \pm 0,02	1,40 \pm 0,02	1,53 \pm 0,04	*	
Z2	Energie [kcal]	197 \pm 6,4	205 \pm 7,6	182 \pm 11,6		9,2%
	Menge [g]	92 \pm 3,0	98 \pm 3,8	79 \pm 4,8	^{a, d}	6,7%
	ED [kcal/g]	2,69 \pm 0,05	2,70 \pm 0,06	2,65 \pm 0,08		
A	Energie [kcal]	495 \pm 8,4	433 \pm 8,7	615 \pm 16,5	^{a, b}	31,2%
	Menge [g]	316 \pm 5,3	282 \pm 5,7	382 \pm 10,4	*	32,6%
	ED [kcal/g]	1,78 \pm 0,02	1,78 \pm 0,03	1,79 \pm 0,03		
Z3	Energie [kcal]	92 \pm 4,4	84 \pm 4,6	107 \pm 9,1	^{a, c}	5,4%
	Menge [g]	49 \pm 2,4	48 \pm 2,8	50 \pm 4,5		4,3%
	ED [kcal/g]	2,80 \pm 0,07	2,77 \pm 0,09	2,86 \pm 0,13		

3.2.5. Zwischenmahlzeiten

Signifikante Unterschiede der Zwischenmahlzeiten bei den Geschlechtern können bei der ersten und der letzten Zwischenmahlzeit festgestellt werden. Bei diesen nahmen wieder die Männer mehr Energie zu sich als die weiblichen Probanden. Im Gegensatz dazu kann bei der zweiten Zwischenmahlzeit eine signifikant größere Verzehrsmenge bei den Frauen festgestellt werden. Die Energieaufnahme der Frauen bei der nachmittäglichen Zwischenmahlzeit ist jedoch nicht signifikant gegenüber der der Männer erhöht (Tab. 2).

3.2.6. Prozentualer Anteil der Mahlzeiten an der täglichen Energie

Die beiden Mahlzeiten, die am meisten zur täglichen Energieaufnahme beitragen, sind das Mittag- und Abendessen, die jeweils ca. 29% der täglich aufgenommenen Energie ausmachen. Dies ist bei Männern und Frauen der Fall. Als Unterschied zwischen den Geschlechtern kann man lediglich erkennen, dass die Männer einen etwas größeren Anteil an den täglich aufgenommenen Kalorien beim Abendessen aufweisen (31,2%), die Frauen mit 26,6% einen etwas geringeren Anteil. Groß war jedoch der Unterschied im Anteil der Menge des Abendessens an der täglichen Verzehrsmenge: bei den Frauen wird nur 17,5% der Menge bei Abendessen aufgenommen, bei den Männern hingegen 32,6%.

Das Frühstück trägt zu ca. einem Fünftel zur täglichen Energieaufnahme bei, allerdings nur 14,8% bei den Frauen und sogar nur 12,5% bei den Männern zur täglich verzehrten Menge. Das liegt an der hohen Energiedichte des Frühstücks.

Jede einzelne Zwischenmahlzeit trägt nur zu ca. 5-13% zur täglichen Energieaufnahme bei, wobei die zweite Zwischenmahlzeit den größten Beitrag liefert, vor allem bei den Frauen mit 12,6%.

3.3. Chronologische Energieaufnahme

In diesem Abschnitt werden die Tage chronologisch betrachtet, also in der Reihenfolge, in der die Probanden die Tage protokollierten (Tab. 3).

Bei der Auswertung der 1400 Protokolle kann weder eine signifikante Änderung zum Vortag, noch zum ersten Tag erkannt werden. Es ergibt sich keine signifikante Erhöhung oder Verringerung von Energie, Menge oder Energiedichte. Dies gilt sowohl bei der Betrachtung der Durchschnittswerte aller Mahlzeiten, als auch bei der alleinigen Betrachtung der Hauptmahlzeiten in allen drei Parametern.

Tab. 3: **Chronologische Auflistung** der durchschnittlichen Energieaufnahme, der Mengenaufnahme und der Energiedichte an den Tagen 1 bis 14, basierend auf den Protokollen des 14-tägigen Zeitraums (n=1400 Ernährungsprotokolle), (Mittelwert \pm SEM); ZWM=Zwischenmahlzeit, ED=Energiedichte; alle Mahlzeiten: Durchschnitt aller Mahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittagessen, Abendessen, 1., 2., 3. Zwischenmahlzeit; ohne ZWM: Durchschnitt der Hauptmahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittag- und Abendessen

Tag		Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
1	alle Mahlzeiten	1832 \pm 61,33	1146 \pm 39,00	1,64 \pm 0,04
	ohne ZWM	1402 \pm 51,28	914 \pm 34,91	1,59 \pm 0,04
2	alle Mahlzeiten	1766 \pm 55,07	1117 \pm 36,94	1,65 \pm 0,05
	ohne ZWM	1390 \pm 46,76	893 \pm 30,58	1,64 \pm 0,05
3	alle Mahlzeiten	1805 \pm 59,84	1142 \pm 39,40	1,62 \pm 0,04
	ohne ZWM	1425 \pm 49,56	929 \pm 31,11	1,57 \pm 0,04
4	alle Mahlzeiten	1801 \pm 55,81	1069 \pm 34,03	1,76 \pm 0,05
	ohne ZWM	1434 \pm 51,52	851 \pm 30,16	1,75 \pm 0,05
5	alle Mahlzeiten	1837 \pm 64,85	1094 \pm 38,32	1,76 \pm 0,05
	ohne ZWM	1435 \pm 63,63	883 \pm 34,09	1,69 \pm 0,05
6	alle Mahlzeiten	1815 \pm 70,45	1077 \pm 41,56	1,74 \pm 0,04
	ohne ZWM	1342 \pm 53,96	835 \pm 33,78	1,67 \pm 0,05
7	alle Mahlzeiten	1803 \pm 60,35	1090 \pm 36,44	1,70 \pm 0,04
	ohne ZWM	1388 \pm 51,25	874 \pm 32,89	1,64 \pm 0,04
8	alle Mahlzeiten	1853 \pm 58,02	1073 \pm 36,97	1,81 \pm 0,05
	ohne ZWM	1402 \pm 48,19	846 \pm 34,41	1,76 \pm 0,05
9	alle Mahlzeiten	1761 \pm 55,88	1079 \pm 38,59	1,71 \pm 0,05
	ohne ZWM	1362 \pm 51,62	861 \pm 33,39	1,65 \pm 0,05
10	alle Mahlzeiten	1702 \pm 55,19	1049 \pm 36,36	1,68 \pm 0,04
	ohne ZWM	1294 \pm 48,04	823 \pm 30,92	1,63 \pm 0,04
11	alle Mahlzeiten	1681 \pm 61,83	1016 \pm 34,41	1,68 \pm 0,05
	ohne ZWM	1302 \pm 52,19	811 \pm 29,34	1,65 \pm 0,05
12	alle Mahlzeiten	1721 \pm 54,18	1021 \pm 32,70	1,74 \pm 0,05
	ohne ZWM	1387 \pm 51,87	862 \pm 32,58	1,68 \pm 0,05
13	alle Mahlzeiten	1790 \pm 64,37	1091 \pm 39,39	1,71 \pm 0,05
	ohne ZWM	1327 \pm 53,57	852 \pm 32,80	1,61 \pm 0,05
14	alle Mahlzeiten	1789 \pm 66,41	1096 \pm 41,15	1,68 \pm 0,04
	ohne ZWM	1349 \pm 50,82	877 \pm 35,62	1,60 \pm 0,04

Zum Beispiel wurde am ersten Tag Energie in Höhe von 1832 kcal verzehrt, am Tag 14 waren es 1789 kcal. Wählt man einen beliebigen Tag innerhalb der zwei protokollierten Wochen aus, so wurden zum Beispiel 1803 kcal (Tag 7) aufgenommen. Betrachtet man die Menge, so ergibt sich zwischen Tag 1 und Tag 14 eine Differenz von nur 50 kcal. Bei der Energiedichte kann ebenfalls keine signifikante Steigerung oder Verringerung erkannt werden. Sie beträgt am ersten Tag 1,64 kcal/g und am Tag 14 1,68 kcal/g. Bei keinem der drei Parameter kann eine signifikante Änderung zum Vortag oder im Vergleich zum Tag 1 festgestellt werden (Tab. 3).

Betrachtet man allerdings die aufgenommene Energie, Menge oder Energiedichte an jedem einzelnen der 14 protokollierten Tages eines beliebigen Teilnehmers, so kann eine starke Veränderung zwischen den Tagen beobachtet werden, wie in folgenden Diagrammen dargestellt.

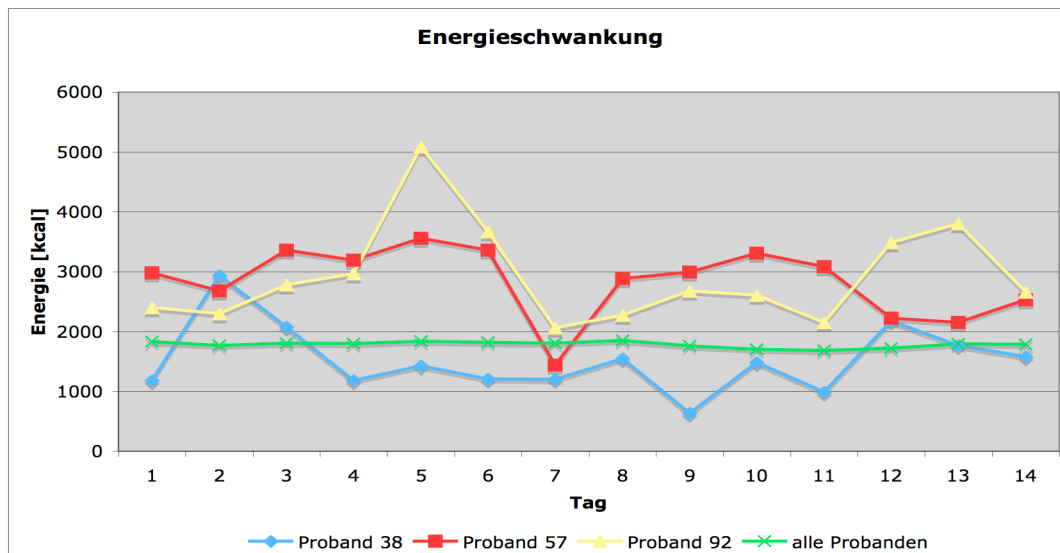


Abb. 6: Schwankung der Energie von einem Tag zum nächsten bei drei exemplarischen Teilnehmern und Durchschnittswert der Energieaufnahme aller 1400 Protokolle.

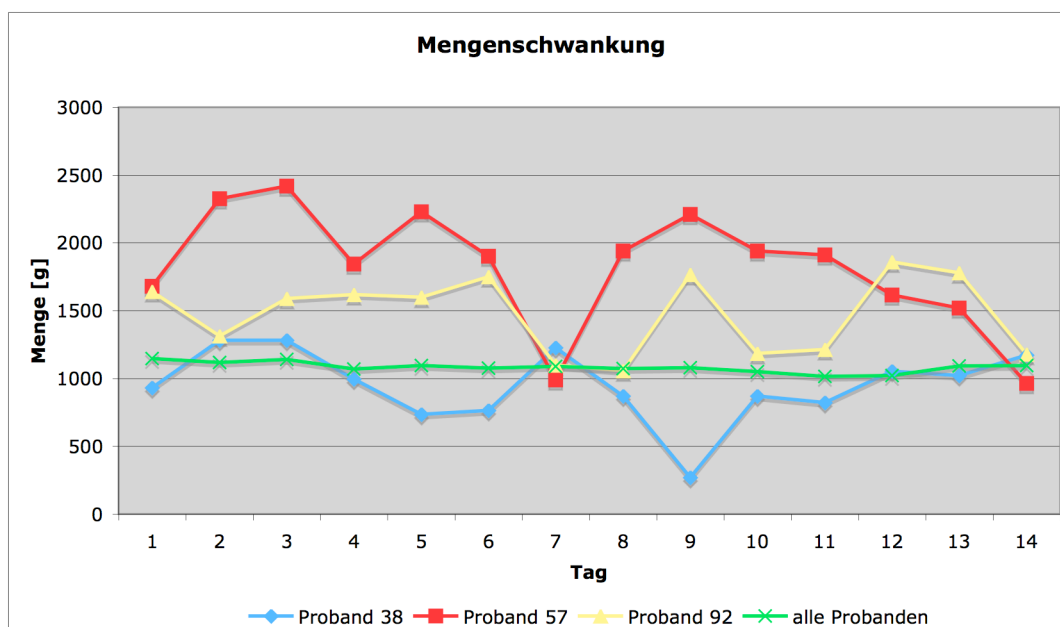


Abb. 7: Schwankung der Menge von einem Tag zum nächsten bei drei exemplarischen Teilnehmern und Durchschnittswert der Verzehrsmenge aller 1400 Protokolle.

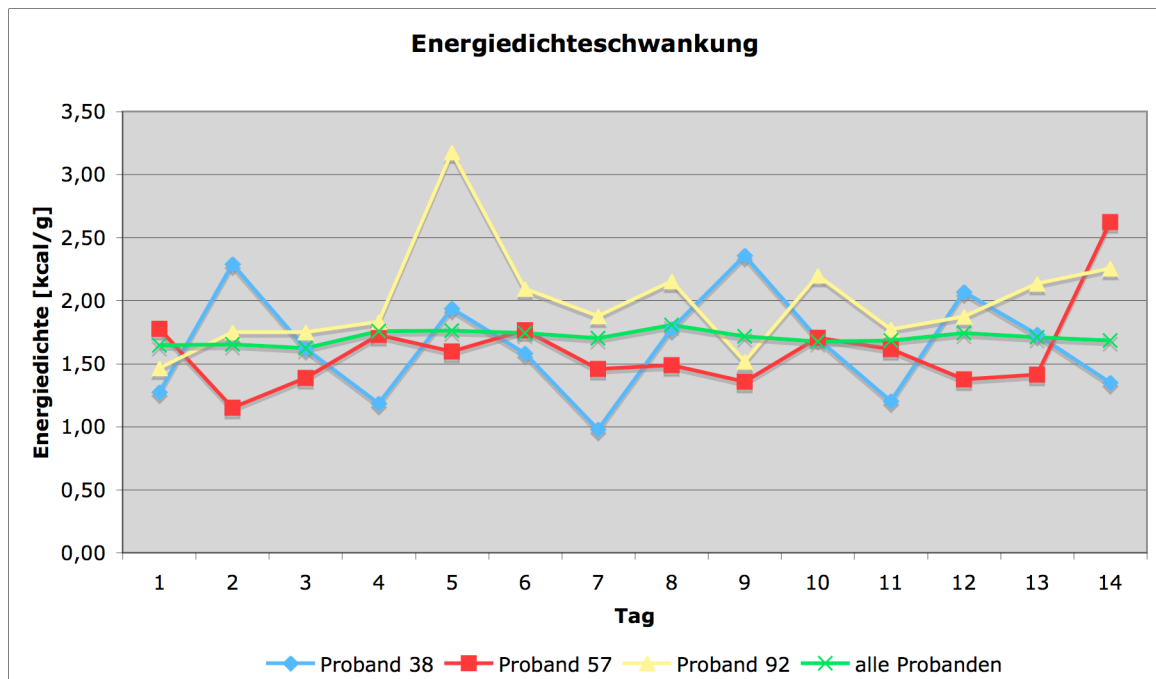


Abb. 8: Schwankung der Energiedichte von einem Tag zum nächsten bei drei exemplarischen Teilnehmern und Durchschnittswert der Energiedichte aller 1400 Protokolle.

3.4. Variationskoeffizient

Die folgende Tabelle stellt das Ausmaß der Schwankung der Nahrungsaufnahme von Tag zu Tag dar. Hierzu wurde für jeden Probanden und innerhalb jedes Probanden wiederum für jede Mahlzeit (Frühstück bis Z3) der Variationskoeffizient berechnet. Der Variationskoeffizient wurde für die drei Parameter Menge, Energie und Energiedichte einer jeden Mahlzeit ermittelt. Die Variationskoeffizienten wurden sowohl für alle 1400 protokollierten Tage, als auch für die tatsächlichen Verzehrstage ausgewertet.

3.4.1. Ganzer Tag

Der Variationskoeffizient beträgt 23,84% für die Energieaufnahme, 24,10% für die Menge und von 20,88% für die Energiedichte (Tab. 4).

Tab. 4: **Variationskoeffizient** der durchschnittlich aufgenommenen Energie und Menge, sowie Variationskoeffizient der tatsächlich verzehrten Energie, Menge und Energiedichte, basierend auf dem 14-tägigen, protokollierten Zeitraum (n=1400 Ernährungsprotokolle), (Mittelwert \pm SEM); VT=Verzehrstage, ED=Energiedichte, F=Frühstück, Z1=1. Zwischenmahlzeit, M=Mittagessen, 2. Zwischenmahlzeit, A=Abendessen, 3. Zwischenmahlzeit

	Durchschnitt		VT	tatsächlich verzehrt		
	Energie [kcal]	Menge [g]		Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
Tag	23,8 \pm 0,78	24,1 \pm 0,81	1400			20,88 \pm 0,61
F	50,9 \pm 3,24	59,1 \pm 3,33	1306	40,4 \pm 1,59	48,7 \pm 2,13	25,79 \pm 1,57
Z1	146,0 \pm 10,67	144,8 \pm 10,49	649	56,5 \pm 2,80	54,6 \pm 2,94	50,66 \pm 2,88
M	51,0 \pm 1,89	48,6 \pm 2,00	1322	43,3 \pm 1,29	40,8 \pm 1,38	41,73 \pm 1,51
Z2	110,6 \pm 5,49	113,6 \pm 5,38	883	59,7 \pm 1,99	62,9 \pm 2,09	50,62 \pm 2,25
A	49,2 \pm 1,86	51,7 \pm 1,87	1346	43,8 \pm 1,58	46,4 \pm 1,51	41,51 \pm 1,78
Z3	158,8 \pm 9,45	168,9 \pm 9,31	563	58,9 \pm 2,57	70,6 \pm 3,54	57,92 \pm 2,78

3.4.2. Einzelne Mahlzeiten

- Energie

Hinsichtlich der Energieaufnahme werden die stärksten Schwankungen bei den Zwischenmahlzeiten verzeichnet. Dieses Phänomen ist zum einen der Tatsache zuzuschreiben, dass oft keine Zwischenmahlzeit verzehrt wird, was mit der rechten Spalte der Tabelle bewiesen wird (in der nur die tatsächlich verzehrten Mahlzeiten aufgelistet werden). Die durchschnittliche Schwankung der dritten Zwischenmahlzeit, zum Beispiel, beträgt 158,76% im Vergleich zur rechten Spalte, aus der ersichtlich wird, dass die tatsächliche Schwankung, wenn eine solche Zwischenmahlzeit eingenommen wird, nur 58,93% ausmacht. Zum anderen liegt die Ursache der hohen Variationskoeffizienten der Zwischenmahlzeiten auch in der Art der Mahlzeit, in der sehr verschiedene Lebensmittel und Mengen verzehrt werden, zum Beispiel Lebensmittel mit hoher Energiedichte in kleinen Mengen, wie Schokolade, oder aber Obst, in größeren Mengen als Süßigkeiten aber mit niedrigerer Energiedichte. Einen Hinweis auf diese Vermutung gibt wieder der Blick auf die rechte Spalte der Tabelle, aus der ersichtlich wird, dass auch wenn nur die tatsächlich verzehrten Mahlzeiten betrachtet werden, die Schwankungen der Energieaufnahme der Zwischenmahlzeiten viel höher sind als die der Hauptmahlzeiten.

Die zweite Zwischenmahlzeit, die am häufigsten abgehaltene Zwischenmahlzeit, erscheint relativ zu den anderen Zwischenmahlzeiten im Durchschnitt aller 1400 protokollierten Tagen am konstantesten, wobei aus der Tabelle der tatsächlich verzehrten Mahlzeiten ersichtlich wird, dass diese Annahme nicht richtig und nur durch die hohen Verzehrzahlen

bedingt ist, denn Z2 zeigte mit 59,66% den höchsten Variationskoeffizienten aller Mahlzeiten am Tag (Tab. 4).

Unanfälliger gegenüber Schwankungen sind dagegen die Hauptmahlzeiten, ersichtlich durch geringere Variationskoeffizienten, am niedrigsten beim Abendessen mit 49,23%. Wenn man nur die tatsächlich verzehrten Hauptmahlzeiten betrachtet, stellt das Frühstück mit 40,35% diejenige Mahlzeit mit der geringsten Schwankung dar.

Zusammenfassend erkennt man, dass die Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten am konstantesten ist, die Zwischenmahlzeiten jedoch von Tag zu Tag sehr verschieden zur Energiebilanz beitragen (Tab. 4).

- Menge

Betrachtet man die Menge der einzelnen Mahlzeiten, fällt ebenfalls auf, dass die größten Variationskoeffizienten bei den Zwischenmahlzeiten zu finden sind, ebenfalls bei Z3 am höchsten, gefolgt von Z1 und Z2. Wenn man wiederum nur auf die tatsächlich verzehrten Mengen blickt, stellt sich heraus, dass Z3 in Wirklichkeit am stärksten von Schwankungen betroffen ist, aber dass Z2 größere Mengenunterschiede als Z1 zeigt (Tab. 4).

Mengenmäßig die am konstantesten abgehaltene tägliche Mahlzeit ist das Mittagessen mit 48,62% Schwankung im Durchschnitt. Bei der Betrachtung der verzehrten Mengen, stellt - mit einem Variationskoeffizienten von 40,78% - ebenfalls das Mittagessen die konstanteste Mahlzeit dar. Im Vergleich dazu ist das Mittagessen die Hauptmahlzeit mit dem energetisch betrachtet größten Variationskoeffizienten.

Insgesamt konnte bei der Menge, ebenso wie bei der Energieaufnahme, festgestellt werden, dass die Hauptmahlzeiten geringeren Schwankungen unterliegen als die Zwischenmahlzeiten, bei denen die Mengenaufnahme von Tag zu Tag sehr stark variiert.

- Energiedichte

Die Energiedichte wird nur bei den tatsächlich verzehrten Mahlzeiten aufgelistet, da eine Berücksichtigung der Mahlzeiten mit einer Menge und Energie von 0 bei den durchschnittlichen Werten auf der linken Seite der Tabelle die Werte zu sehr verzerrt und damit möglicherweise zu falschen Schlussfolgerungen führen würde. Es ist sinnvoller und aussagekräftiger, sie nur für die tatsächlich verzehrten Mahlzeiten anzugeben, bei denen die Energiedichte folglich von Interesse ist, da sie die Art der Nahrungsmittel beschreibt.

Bei der dritten Zwischenmahlzeit hat die Energiedichte die größten Schwankungen zu verzeichnen. Dort beträgt der Variationskoeffizient 57,92%. Das Frühstück unterliegt mit einem Variationskoeffizienten von 25,79% den geringsten Schwankungen.

Insgesamt ist der Variationskoeffizient bei den Zwischenmahlzeiten höher als bei den Hauptmahlzeiten. Dieses Phänomen wurde bei den Energie- und Mengenschwankungen ebenso beschrieben (Tab. 4).

3.5. Schwankung der Kalorienaufnahme von Tag zu Tag

Für Tabelle 5 wird der Tag mit der geringsten Kalorienaufnahme jedes Probanden als Tag r1 bezeichnet, der Tag mit der zweitniedrigsten als Tag r2 und so weiter bis zum Tag r14, als derjenige mit der höchsten Kalorienaufnahme. Dazu wurden jeweils die dazugehörige Menge und die Energiedichte aufgelistet. Dies erfolgte jeweils für alle Mahlzeiten des Tages sowie für die Hauptmahlzeiten. Diese Darstellung erfolgt, um Tag-zu-Tag-Schwankungen aufzudecken, die bei den 100 Teilnehmern unterschiedlich und zum Teil gegensätzlich verlaufen und sich somit nicht im arithmetischen Mittel erkennen lassen.

3.5.1. Alle Mahlzeiten

- Energie

Nachdem Tabelle 5 aufsteigend nach den aufgenommenen Kilokalorien bei allen Mahlzeiten sortiert wurde, wobei Tag r1 dem Tag mit der geringsten Energieaufnahme, nämlich 1079 kcal, und Tag r14 dem Tag mit der höchsten Energieaufnahme (2563 kcal) entspricht, kann erwartungsgemäß eine signifikante Steigerung der Energie gegenüber dem jeweils vorherigen Tag und auch gegenüber Tag r1 beobachtet werden. Betrachtet man nur die Hauptmahlzeiten, zeigt sich an jedem Tag eine signifikante Erhöhung der Energie gegenüber Tag r1, jedoch nur an den Tagen r3, r5, r6, r7 und r14 eine signifikante Steigerung zum Tag davor.

Die Spanne aller Mahlzeiten von Tag r1 bis r14 beträgt 1466 kcal. Nur die Hauptmahlzeiten gesehen, ergibt sich eine Differenz von 1027 kcal. Außerdem fällt auf, dass die Energie der Zwischenmahlzeiten an den Tagen mit der insgesamt geringeren Energieaufnahme kleiner war, als an den Tagen mit insgesamt hoher Energieaufnahme, bei denen die Energie der Zwischenmahlzeiten bis zu 658 kcal beträgt (Tab. 5).

Tab. 5: **Tägliche, durchschnittliche** Energie-, Mengen- und Energiedichteaufnahme von 100 Probanden (n=1400 Ernährungsprotokolle), basierend auf einer intraindividuellen Sortierung vom Tag der geringsten Energieaufnahme (=r1) bis zum Tag mit der größten Energieaufnahme (r14) eines jeden Probanden (Mittelwert±SEM). Signifikanter Unterschied auf dem 5%-Niveau *= gegenüber dem Vortag, a=gegenüber Tag r1, ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit; alle Mahlzeiten: Durchschnitt aller Mahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittagessen, Abendessen, 1., 2., 3. Zwischenmahlzeit; ohne ZWM: Durchschnitt der Hauptmahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittag- und Abendessen

Tag		Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Mahlzeiten	1097 ± 39,27	792 ± 31,87	1,46 ± 0,05
	ohne ZWM	878 ± 35,14	642 ± 28,01	1,47 ± 0,05
r2	alle Mahlzeiten	1281 ± 37,67 *	876 ± 31,34 *	1,56 ± 0,05
	ohne ZWM	1026 ± 33,30 *	720 ± 27,80 *	1,54 ± 0,05
r3	alle Mahlzeiten	1407 ± 40,66 *a	956 ± 32,71 *a	1,55 ± 0,04
	ohne ZWM	1117 ± 35,44 *a	771 ± 28,24 a	1,52 ± 0,04
r4	alle Mahlzeiten	1515 ± 42,42 *a	939 ± 31,43 a	1,71 ± 0,05 *a
	ohne ZWM	1154 ± 37,58 a	736 ± 26,38 a	1,67 ± 0,05 *a
r5	alle Mahlzeiten	1591 ± 41,62 *a	1030 ± 32,56 *a	1,61 ± 0,04 a
	ohne ZWM	1238 ± 39,52 *a	821 ± 30,13 *a	1,56 ± 0,04 *
r6	alle Mahlzeiten	1667 ± 42,38 *a	1047 ± 30,56 a	1,66 ± 0,04 a
	ohne ZWM	1309 ± 40,55 *a	854 ± 28,13 a	1,59 ± 0,04
r7	alle Mahlzeiten	1734 ± 43,53 *a	1065 ± 32,59 a	1,70 ± 0,04 a
	ohne ZWM	1378 ± 40,85 *a	872 ± 28,39 a	1,64 ± 0,04 a
r8	alle Mahlzeiten	1799 ± 43,83 *a	1140 ± 35,97 *a	1,65 ± 0,04 a
	ohne ZWM	1391 ± 41,49 a	916 ± 31,96 a	1,59 ± 0,04 a
r9	alle Mahlzeiten	1859 ± 44,79 *a	1104 ± 29,47 a	1,74 ± 0,04 *a
	ohne ZWM	1425 ± 38,43 a	887 ± 27,13 a	1,69 ± 0,05 *a
r10	alle Mahlzeiten	1939 ± 45,82 *a	1145 ± 39,49 a	1,81 ± 0,05 a
	ohne ZWM	1446 ± 43,93 a	878 ± 32,37 a	1,76 ± 0,06 a
r11	alle Mahlzeiten	2034 ± 49,13 *a	1163 ± 34,50 a	1,82 ± 0,04 a
	ohne ZWM	1573 ± 52,25 a	929 ± 33,01 a	1,75 ± 0,04 a
r12	alle Mahlzeiten	2151 ± 52,16 *a	1227 ± 37,93 a	1,84 ± 0,05 a
	ohne ZWM	1657 ± 54,79 a	988 ± 35,14 a	1,74 ± 0,05 a
r13	alle Mahlzeiten	2320 ± 54,64 *a	1309 ± 37,91 *a	1,84 ± 0,04 a
	ohne ZWM	1741 ± 50,68 a	1032 ± 33,25 a	1,75 ± 0,04 a
r14	alle Mahlzeiten	2563 ± 64,44 *a	1367 ± 41,27 a	1,96 ± 0,05 *a
	ohne ZWM	1905 ± 63,57 *a	1066 ± 37,17 a	1,86 ± 0,05 *a

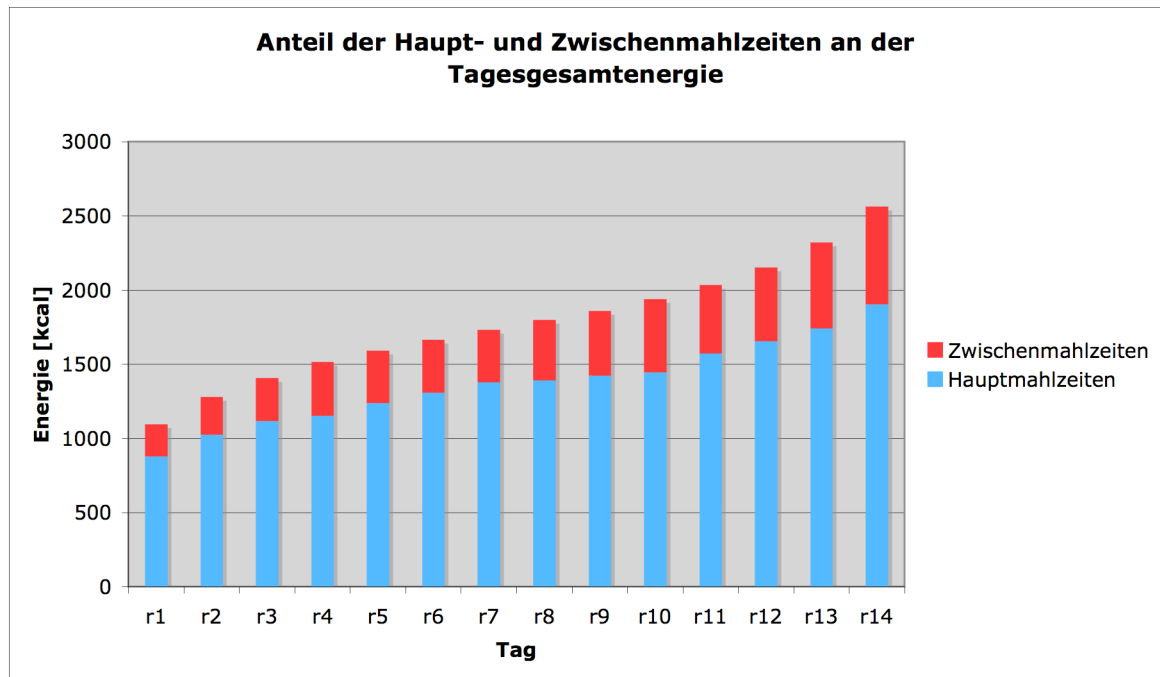


Abb. 9: Energieaufnahme bei Haupt- und Zwischenmahlzeiten, aufsteigend vom Tag mit der geringsten gesamten Energieaufnahme zum Tag mit der höchsten.

- Menge

Sortiert nach der Energieaufnahme an einem Tag, zeichnet sich zwar eine signifikante Steigerung der Menge gegenüber Tag r1 mit 792 g ab, die jedoch nur an wenigen Tagen eine Tag-zu-Tag-Steigerung über dem Signifikanzniveau erreicht (Tab. 5).

Am Tag mit der höchsten Energieaufnahme (r14) beträgt die Menge 1367 g, am Tag mit der geringsten Energieaufnahme (r1) 792 g, womit sich eine Schwankung von 757 g ergibt. Schließt man die Zwischenmahlzeiten von der Berechnung aus, so wird am Tag r1 eine Menge von 642 g verzehrt, am Tag r14 eine Menge von 1066 g. Dadurch ergibt sich hier eine weitaus geringere Spanne (424 g) als bei der Betrachtung aller Mahlzeiten (Tab. 5).

Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die signifikante Erhöhung der Energieaufnahme gegenüber dem Tag zuvor nicht nur durch die Steigerung der Menge begründet sein kann, sondern noch weitere Ursachen vorhanden sein müssen.

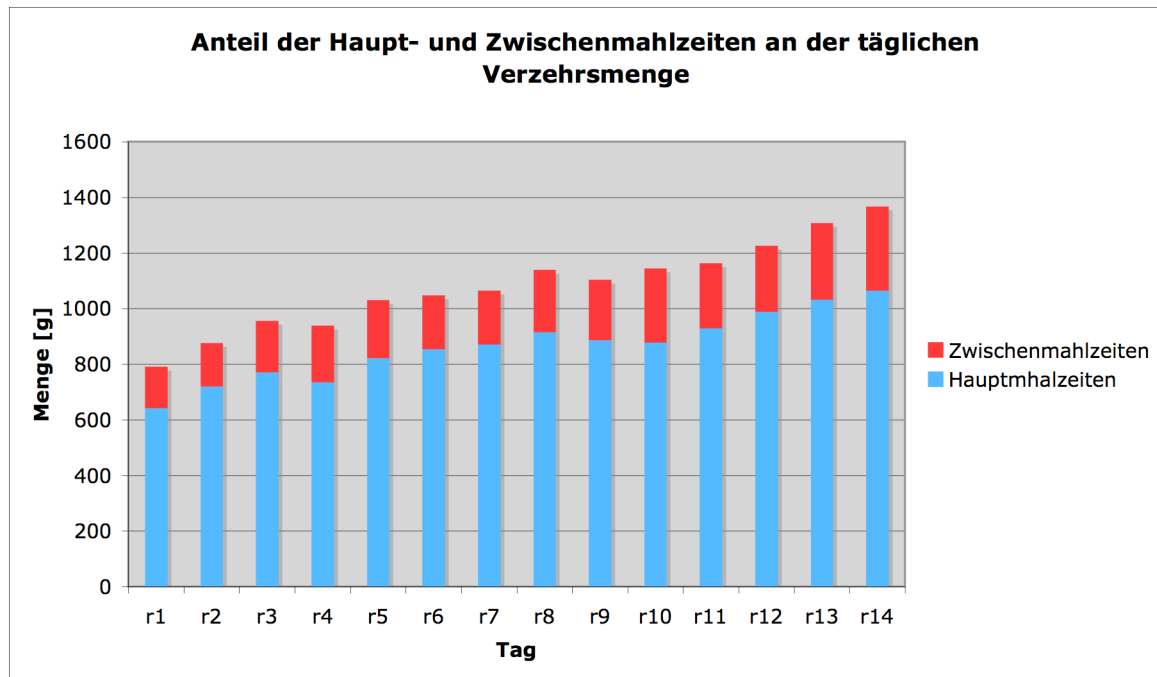


Abb. 10: Menge der Haupt- und Zwischenmahlzeiten, aufsteigend vom Tag mit der geringsten gesamten Energieaufnahme zum Tag mit der höchsten.

- Energiedichte

Sortiert man die Daten aufsteigend nach den insgesamt an einem Tag aufgenommenen Kilokalorien, zeigt sich eine signifikant höhere Energiedichte gegenüber Tag r1 mit 1,46 kcal/g ab Tag r4. Dies fällt sowohl bei der Betrachtung aller Mahlzeiten als auch bei den Hauptmahlzeiten auf (hier mit Ausnahme der Tage r5 und r6). Eine signifikant höhere Energiedichte als am Vortag lässt sich, wenn man alle Mahlzeiten berücksichtigt, an den Tagen r4, r9 und r14 erkennen und bei der Evaluation der Hauptmahlzeiten an den Tagen r4, r5, r9 und r14. Es stellt sich heraus, dass Tag r1 (der Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme) auch der Tag mit der niedrigsten Energiedichte war, sowohl alle Mahlzeiten betrachtet (1,46 kcal/g), als auch nur bei den Hauptmahlzeiten (1,47 kcal/g). Am Tag mit der höchsten Energieaufnahme, Tag r14, ist auch die Energiedichte am größten. Bei allen Mahlzeiten beträgt sie durchschnittlich 1,96 kcal/g, nur die Hauptmahlzeiten betrachtet, wird eine Energiedichte von 1,86 kcal/g ermittelt (Tab. 5).

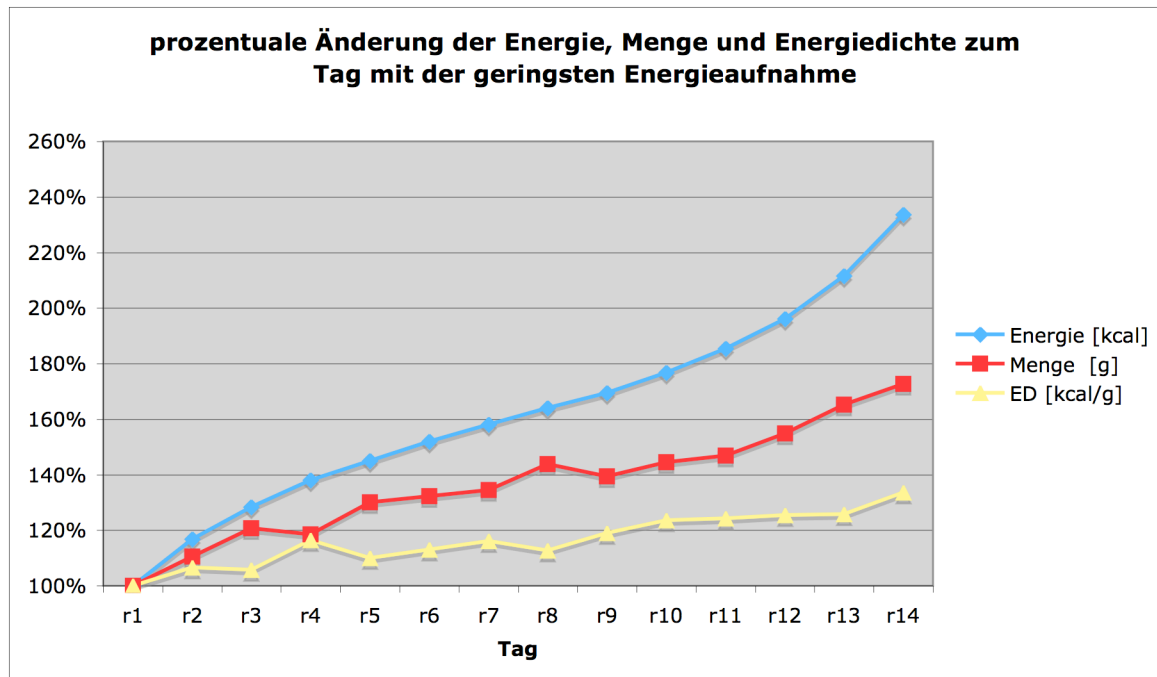


Abb. 11: Prozentuale Änderung der Energie, Menge und Energiedichte zum Tag mit der geringsten gesamten Energieaufnahme. (ED=Energiedichte)

3.5.2. Hauptmahlzeiten

Für diese Darstellung (Tab. 6) wird der Tag mit der jeweils geringsten Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten eines jeden Probanden als Tag r1 definiert, der mit der höchsten Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten als Tag r14. Dazu werden jeweils dazugehörige Menge und Energiedichte aufgelistet. In der Tabelle 6 sind wieder die Werte für alle Mahlzeiten, sowie nur die Werte der Hauptmahlzeiten aufgelistet. Der Unterschied zu der Sortierung nach der Gesamtenergieaufnahme des Tages besteht darin, dass die Spannweite der Gesamtenergie bei der Sortierung nach Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten geringer ist, nämlich 1073 kcal, im Gegensatz zu der Sortierung nach Gesamtenergieaufnahme, bei der die Spannweite 1466 kcal beträgt.

- Energie

Bei der aufsteigenden Auflistung der Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten besteht, wie definitionsgemäß bei dieser Sortierung erwartet, eine signifikante Steigerung der Kalorien der Hauptmahlzeiten von jedem Tag zu dem jeweils vorherigen, mit Ausnahme von Tag r10. Außerdem sind die Kalorien an jedem Tag signifikant zu Tag r1 erhöht.

Am Tag mit der bei den Hauptmahlzeiten geringsten Energieaufnahme wurden 751 kcal verzehrt, bei einer Menge von 558 g und einer Energiedichte von 1,45 kcal/g. 2078 kcal

bei einer Menge von 1149 g und einer Energiedichte von 1,86 kcal/g wurden am Tag r14, dem Tag mit der höchsten Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten, verzehrt. Die Spanne von Tag r1 bis Tag r14 beträgt 1327 kcal bei den Hauptmahlzeiten, jedoch nur 1073 kcal, betrachtet man alle Mahlzeiten an diesen Tagen. Der Grund dafür besteht darin, dass am Tag r1 mehr Energie durch Zwischenmahlzeiten (ca. 553 kcal) aufgenommen wird als am Tag r14, an dem ca. 300 kcal durch Zwischenmahlzeiten bedingt sind. Aber trotz der höheren Energieaufnahme bei den Zwischenmahlzeiten am Tag r1 ist dies immer noch der Tag, an dem auch insgesamt am wenigsten Energie aufgenommen wird und der Tag r14, bei dem zum Ausgleich zu der hohen Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten etwas weniger Kalorien zwischendurch verzehrt werden, ist dennoch der Tag mit der höchsten Energieaufnahme (nur die Hauptmahlzeiten als auch alle Mahlzeiten des Tages betrachtet). Die Energiesteigerung, alle Mahlzeiten beurteilt, ist ab Tag r3 signifikant über Tag r1 erhöht, und an den Tagen r5, r11, r13 und r14 signifikant gegenüber dem Vortag erhöht.

- Menge

Bezüglich der Menge aller Mahlzeiten, aufsteigend sortiert nach der Energie der Hauptmahlzeiten (Tab. 6), fällt eine Steigerung von Tag r1 (829 g) bis Tag r14 (1309 g) auf, die aber nur an den Tagen r3, r11 und r13 das Signifikanzniveau gegenüber dem Vortag erreicht. An den anderen Tagen kann nur eine signifikante Erhöhung gegenüber Tag r1 beobachtet werden. Die Menge der Hauptmahlzeiten allein betrachtet, zeigt sich ebenfalls jeden Tag eine signifikante Erhöhung gegenüber Tag r1 (mit 558 g), erreicht jedoch nur an den Tagen r3, r6, r11 und r13 das Signifikanzniveau gegenüber dem Vortag.

- Energiedichte

Beim Blick auf die Energiedichte (entsprechend der aufsteigenden Sortierung nach der Energieaufnahme zu den Hauptmahlzeiten) ist eine steigende Tendenz der Energiedichte der Hauptmahlzeiten zu erkennen, vom Tag r1 mit 1,45 kcal/g bis zum Tag r14 mit 1,86 kcal/g, die jedoch gegenüber dem Vortag nur am Tag r12 das Signifikanzniveau erreicht. Ab Tag 5 kann eine signifikante Erhöhung gegenüber Tag r1 erkannt werden. Berücksichtigt man alle Mahlzeiten dieser Tage, so ist sie an Tag r1 1,64 kcal/g und am Tag r14 1,87 kcal/g. Erst ab Tag r12 ist eine Erhöhung über dem Signifikanzniveau gegenüber Tag r1 erkennbar, sowie eine signifikant größere Energiedichte an Tag r12 gegenüber dem Vortag (Tab. 6).

Tab. 6: **Tägliche, durchschnittliche** Energie-, Mengen- und Energiedichteaufnahme von 100 Probanden (n=1400 Ernährungsprotokolle), basierend auf einer intraindividuellen Sortierung, beginnend vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten (=r1) zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten (=r14) (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied auf dem 5%-Niveau *= gegenüber dem Vortag, a=gegenüber Tag r1, ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit; alle Mahlzeiten: Durchschnitt aller Mahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittagessen, Abendessen, 1., 2., 3. Zwischenmahlzeit; ohne ZWM: Durchschnitt der Hauptmahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittag- und Abendessen

Tag		Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Mahlzeiten	1304 \pm 54,33	829 \pm 32,21	1,64 \pm 0,06
	ohne ZWM	751 \pm 31,63	558 \pm 24,99	1,45 \pm 0,05
r2	alle Mahlzeiten	1410 \pm 45,72	909 \pm 31,27 *	1,63 \pm 0,05
	ohne ZWM	923 \pm 29,32 *	661 \pm 25,61 *	1,52 \pm 0,06
r3	alle Mahlzeiten	1493 \pm 49,06 ^a	984 \pm 28,33 ^a	1,55 \pm 0,04
	ohne ZWM	1047 \pm 31,68 ^a	729 \pm 24,56 ^a	1,51 \pm 0,04
r4	alle Mahlzeiten	1520 \pm 53,23 ^a	971 \pm 37,65 ^a	1,64 \pm 0,04
	ohne ZWM	1126 \pm 32,94 ^a	760 \pm 28,80 ^a	1,57 \pm 0,04
r5	alle Mahlzeiten	1628 \pm 49,20 ^a	1008 \pm 37,06 ^a	1,70 \pm 0,04
	ohne ZWM	1187 \pm 33,05 ^a	772 \pm 28,04 ^a	1,64 \pm 0,05 ^a
r6	alle Mahlzeiten	1671 \pm 47,01 ^a	1059 \pm 34,36 ^a	1,64 \pm 0,04
	ohne ZWM	1255 \pm 33,28 ^a	831 \pm 26,24 ^a	1,59 \pm 0,04 ^a
r7	alle Mahlzeiten	1733 \pm 50,22 ^a	1085 \pm 31,21 ^a	1,65 \pm 0,04
	ohne ZWM	1319 \pm 33,90 ^a	870 \pm 26,19 ^a	1,58 \pm 0,04 ^a
r8	alle Mahlzeiten	1793 \pm 46,77 ^a	1104 \pm 37,36 ^a	1,70 \pm 0,04
	ohne ZWM	1382 \pm 34,51 ^a	873 \pm 28,63 ^a	1,67 \pm 0,04 ^a
r9	alle Mahlzeiten	1846 \pm 49,49 ^a	1129 \pm 33,35 ^a	1,69 \pm 0,04
	ohne ZWM	1447 \pm 35,73 ^a	907 \pm 27,86 ^a	1,67 \pm 0,04 ^a
r10	alle Mahlzeiten	1877 \pm 54,09 ^a	1124 \pm 38,27 ^a	1,75 \pm 0,05
	ohne ZWM	1531 \pm 36,88 ^a	931 \pm 30,01 ^a	1,74 \pm 0,05 ^a
r11	alle Mahlzeiten	2011 \pm 54,31 ^a	1192 \pm 33,77 ^a	1,73 \pm 0,04
	ohne ZWM	1624 \pm 42,50 ^a	1003 \pm 29,41 ^a	1,67 \pm 0,04 ^a
r12	alle Mahlzeiten	2064 \pm 53,64 ^a	1156 \pm 37,70 ^a	1,89 \pm 0,06 ^a
	ohne ZWM	1711 \pm 44,40 ^a	975 \pm 31,36 ^a	1,86 \pm 0,05 ^a
r13	alle Mahlzeiten	2231 \pm 60,73 ^a	1299 \pm 41,18 ^a	1,79 \pm 0,04 ^a
	ohne ZWM	1859 \pm 46,65 ^a	1092 \pm 36,13 ^a	1,80 \pm 0,05 ^a
r14	alle Mahlzeiten	2377 \pm 65,33 ^a	1309 \pm 39,27 ^a	1,87 \pm 0,04 ^a
	ohne ZWM	2078 \pm 56,59 ^a	1149 \pm 32,85 ^a	1,86 \pm 0,04 ^a

Das bedeutet, dass die steigenden Energieaufnahmen sowohl durch eine größere Menge als auch durch energiedichere Lebensmittel bei den Hauptmahlzeiten bedingt sind. Jedoch verhindern verschiedene hohe Energiedichten der Zwischenmahlzeiten, dass sich die steigende Tendenz der Hauptmahlzeiten auf die Energiedichte im Tagesdurchschnitt auswirkt. Nur die sehr hohen Energiedichten der Tage r12 bis r14 schlagen auf den Tagesdurchschnitt durch.

3.6. Energieaufnahme in Abhängigkeit von der Energiedichte

In diesen Tabellen (Tab. 7-13) wird das Augenmerk auf die Energiedichte gelegt. Dazu wird Tag r1 als der Tag definiert, an dem über den ganzen Tag gesehen die niedrigste Energiedichtebilanz erzielt wird. r14 ist folglich der Tag, an dem der Mittelwert aller verzehrten Mahlzeiten am größten ist. Der Energiedichte wurden in zwei Spalten daneben die Energie und die Menge gegenübergestellt, um beurteilen zu können, wie sich eine veränderte Energiedichte der Mahlzeit auf die beiden anderen Parameter auswirkt, da die Energiedichte den Quotienten aus Energie und Menge bezeichnet. Für jeden Tag r1 bis r14 wird außerdem die Energiedichte aller verzehrten Mahlzeiten mit den verzehrten Hauptmahlzeiten verglichen.

3.6.1. Ganzer Tag

- Energiedichte

Am Tag mit der geringsten Energiedichte, Tag r1, beträgt diese 1,16 kcal/g. Betrachtet man an diesem Tag nur die Hauptmahlzeiten, so beträgt die Energiedichte 1,14 kcal/g. Der Unterschied der Energiedichte zwischen Hauptmahlzeiten und allen verzehrten Mahlzeiten ist hier gering (Tab. 7).

Die Energiedichte beträgt 2,42 kcal/g am Tag r14, dem Tag mit der größten Energiedichte. Es besteht eine größere Differenz zwischen der Energiedichte aller verzehrten Mahlzeiten (2,42 kcal/g inklusive Zwischenmahlzeiten) dieses Tages und der Energiedichte der Hauptmahlzeiten (ohne Zwischenmahlzeiten!), die 2,28 kcal/g beträgt (Tab. 7).

Zwischen Tag r1 und r14 steigert sich die Energiedichte signifikant von einem Tag zum anderen (und sie ist jeden Tag signifikant gegenüber Tag r1 erhöht). Betrachtet man nur die Hauptmahlzeiten, erkennt man an den meisten Tagen eine signifikante Steigerung der Energiedichte von Tag zu Tag und gegenüber Tag r1, außer an den Tagen r5, r7, r10 und r11, an denen die Energiedichte nur gegenüber Tag r1 erhöht ist, nicht jedoch gegenüber

dem Vortag. Die Spanne der Energiedichte von Tag r1 bis r14 beträgt 1,26 bei allen Mahlzeiten, jedoch nur 1,14 bei den Hauptmahlzeiten.

Tab. 7: **Tägliche** Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Gesamttagesenergiedichte** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte (Mittelwert \pm SEM); Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, a= vs. Tag r1; ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit; alle Mahlzeiten: Durchschnitt aller Mahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittagessen, Abendessen, 1., 2., 3. Zwischenmahlzeit, ohne ZWM: Durchschnitt der Hauptmahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittag- und Abendessen

ganzer Tag		ED [kcal/g]	Energie [kcal]	Menge [g]
r1	alle Mahlzeiten	1,16 \pm 0,03	1412 \pm 56,87	1205 \pm 43,64
	ohne ZWM	1,14 \pm 0,03	1142 \pm 46,61	999 \pm 34,61
r2	alle Mahlzeiten	1,30 \pm 0,02 *	1596 \pm 59,16 *	1233 \pm 41,59
	ohne ZWM	1,30 \pm 0,03 *	1237 \pm 48,52	976 \pm 37,22
r3	alle Mahlzeiten	1,39 \pm 0,02 *a	1606 \pm 52,09 a	1177 \pm 36,53
	ohne ZWM	1,36 \pm 0,03 *a	1264 \pm 45,93 a	942 \pm 31,79
r4	alle Mahlzeiten	1,46 \pm 0,02 *a	1699 \pm 51,54 a	1178 \pm 34,60
	ohne ZWM	1,47 \pm 0,03 *a	1358 \pm 49,90 a	935 \pm 31,46
r5	alle Mahlzeiten	1,52 \pm 0,02 *a	1718 \pm 53,66 a	1148 \pm 36,32
	ohne ZWM	1,47 \pm 0,03 a	1323 \pm 44,94 a	917 \pm 31,75 a
r6	alle Mahlzeiten	1,59 \pm 0,03 *a	1735 \pm 61,11 a	1103 \pm 39,51 a
	ohne ZWM	1,61 \pm 0,03 *a	1378 \pm 51,54 a	881 \pm 34,16 a
r7	alle Mahlzeiten	1,64 \pm 0,03 *a	1855 \pm 53,59 *a	1149 \pm 35,70
	ohne ZWM	1,58 \pm 0,03 a	1458 \pm 51,70 a	936 \pm 32,03
r8	alle Mahlzeiten	1,71 \pm 0,03 *a	1767 \pm 55,80 a	1050 \pm 34,83 *a
	ohne ZWM	1,64 \pm 0,04 *a	1336 \pm 49,66 *a	827 \pm 30,65 *a
r9	alle Mahlzeiten	1,76 \pm 0,03 *a	1869 \pm 63,92 a	1077 \pm 37,75 a
	ohne ZWM	1,73 \pm 0,04 *a	1474 \pm 57,34 *a	876 \pm 34,36 a
r10	alle Mahlzeiten	1,83 \pm 0,03 *a	1919 \pm 64,73 a	1061 \pm 35,40 a
	ohne ZWM	1,79 \pm 0,04 a	1462 \pm 51,25 a	837 \pm 29,71 a
r11	alle Mahlzeiten	1,92 \pm 0,03 *a	1913 \pm 57,68 a	1013 \pm 31,82 a
	ohne ZWM	1,83 \pm 0,04 a	1430 \pm 43,78 a	799 \pm 25,47 a
r12	alle Mahlzeiten	2,01 \pm 0,03 *a	1914 \pm 59,40 a	979 \pm 34,86 a
	ohne ZWM	1,90 \pm 0,04 *a	1462 \pm 53,07 a	786 \pm 30,44 a
r13	alle Mahlzeiten	2,17 \pm 0,04 *a	1956 \pm 54,36 a	932 \pm 30,51 a
	ohne ZWM	2,03 \pm 0,04 *a	1425 \pm 48,28 a	718 \pm 25,28 *a
r14	alle Mahlzeiten	2,42 \pm 0,05 *a	2000 \pm 71,22 a	854 \pm 32,16 *a
	ohne ZWM	2,28 \pm 0,06 *a	1489 \pm 67,95 a	683 \pm 30,03 a

- Energie

Die Energieaufnahme lässt eine steigende Tendenz in Richtung Tag r14 erkennen, allerdings erreicht sie nur an den Tagen r2 und r7 das Signifikanzniveau gegenüber dem Vortag. Die Energie ist jedoch an allen Tagen signifikant höher als an Tag r1. Betrachtet man nur die Hauptmahlzeiten, ist eine tendenzielle Steigung bis zu Tag r7 auffällig, die jedoch nie das Signifikanzniveau zum Vortag erreicht. An allen Tagen ab r3 ist die Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten signifikant zum Tag r1 erhöht.

- Menge

Betrachtet man im Vergleich dazu die Entwicklung der Menge, so kann hier eine Verminderung verzeichnet werden. Beträgt die Menge am Tag r1 1205 g, so sinkt sie bis Tag r14 auf 854 g ab, erreicht aber nur an den Tagen r8 und r14 das Signifikanzniveau zum Vortag. Ab Tag r6 besteht (mit Ausnahme von r7) eine signifikante Verminderung der Menge gegenüber Tag r1. Wenn man nur die Menge der Hauptmahlzeiten evaluiert, so lässt sich ebenfalls eine sinkende Tendenz erkennen, bei der ab Tag r5, mit Ausnahme von Tag r7, signifikant niedrigere Werte angenommen werden als an Tag r1. An den Tagen r8 und r13 ist die Verminderung der Menge signifikant gegenüber dem Vortag.

Da sowohl die Energieaufnahmesteigerung, als auch die Reduktion der Menge zum Vortag nur an wenigen Tagen das Signifikanzniveau erreicht und deshalb lediglich Tendenzen erkennbar sind, kann gefolgert werden, dass sich durch eine höhere Energiedichte der Mahlzeit nicht nur einer der Parameter verändert, sondern sich ein Zusammenspiel aus Energiesteigerung und Mengenverminderung ergibt.

Da an den Tagen r5, r7, r10 und r11 die Energiedichte zwar insgesamt, alle verzehrten Mahlzeiten betrachtet, signifikant höher als am Vortag ist, die Hauptmahlzeiten betrachtet aber keine signifikante Steigerung zum Vortag erkennbar ist, lässt sich die Energiedichteerhöhung an diesen Tagen nur durch höhere Energiedichten bei den Zwischenmahlzeiten erklären, nicht aber bei den Hauptmahlzeiten.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Energiedichte bei den Zwischenmahlzeiten größeren Schwankungen unterliegt als bei den Hauptmahlzeiten. Außerdem ist eine höhere Energiedichte von einer erhöhten Energieaufnahme begleitet, wohingegen sich die Menge gegenläufig verhält.

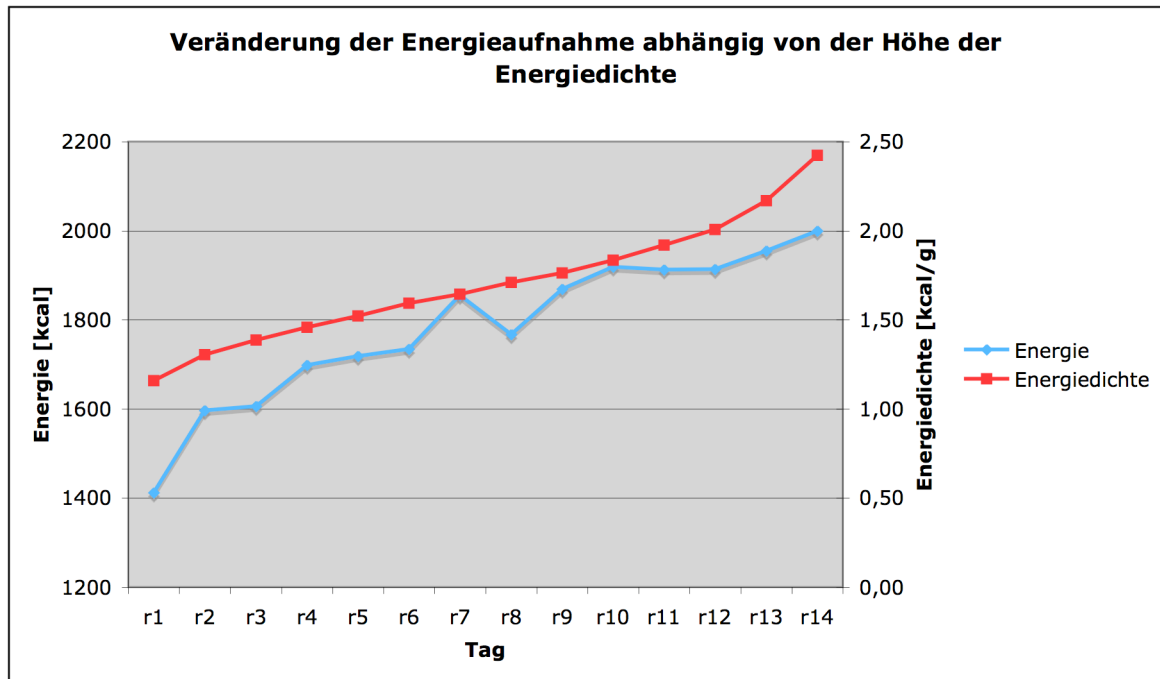


Abb. 12: Veränderung der Energieaufnahme abhängig von der Energiedichte.

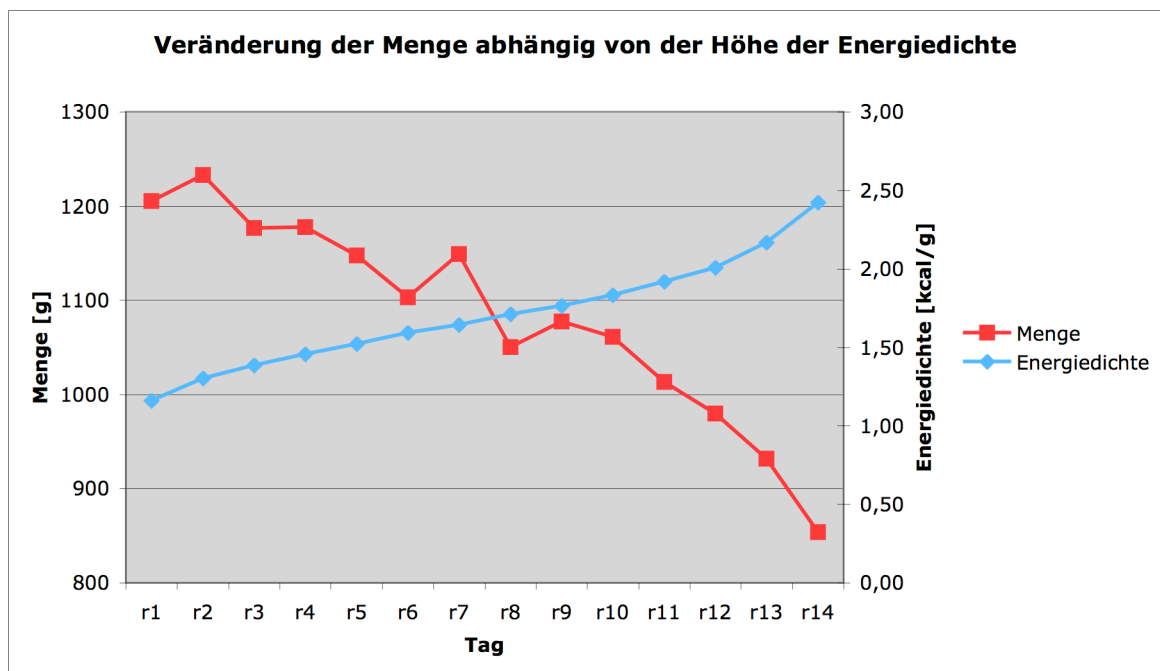


Abb. 13: Veränderung der Mengenaufnahme abhängig von der Energiedichte.

3.6.2. Einzelne Mahlzeiten

Die Basis der folgenden Unterkapitel ist ebenfalls die Sortierung nach der Gesamttagesenergiedichte, bei der Tag r1 der Tag mit der insgesamt niedrigsten Energiedichte und Tag r14 derjenige mit der höchsten ist.

- Frühstück

Betrachtet man in Tabelle 8 den Verlauf der Energiedichte beim Frühstück von Tag r1 bis r14, so kann eine steigende Tendenz zum Tag r14, dem Tag mit der insgesamt höchsten Energiedichte erkannt werden, wobei beim Frühstück allein keine signifikante Erhöhung zwischen den einzelnen Tagen erkennbar ist, wohl aber eine Erhöhung dem Tag r1 gegenüber. Die Energie folgt keiner linearen Steigung, ist jedoch am Tag r6 signifikant höher als an Tag r1. Eine eindeutige Verminderung der Menge ist beim Frühstück nicht erkennbar. Hier resultiert aus der Steigerung der Energiedichte eine Erhöhung der Energieaufnahme bei nahezu gleich bleibender Menge.

- Erste Zwischenmahlzeit

Verfolgt man die Entwicklung der Energiedichte bei der ersten Zwischenmahlzeit, so ist keine Steigerung zu verzeichnen. Lediglich der Tag r7 bietet eine signifikante Erhöhung der Energiedichte zum Vortag und an Tag r11 und r14 kann man eine signifikante Steigerung gegenüber Tag r1 erkennen. Betrachtet man nur die Verzehrstage, ist Tag r14 signifikant zum Vortag und zu Tag 1 erhöht und Tag r7 signifikant höher als r6. Die Steigerung der Energie erreicht ebenfalls nur an wenigen Tagen das Signifikanzniveau, was vor allem an den Tagen mit insgesamt größerer Energiedichte (r10 bis r14) beobachtet werden kann. Die Menge ist nur am letzten Tag signifikant niedriger als am Tag r1 (Tab. 9).

- Mittagessen

Beim Mittagessen (Tab. 10) kann man eine Steigerung der Energiedichte zum Tag r14 hin erkennen, die jedoch nicht konstant größer wird. Ab Tag r4 ist die Energiedichte jeden Tag signifikant höher als am Tag r1, an den Tagen r4 und r13 ist sie außerdem signifikant zum Vortag gestiegen. Betrachtet man nur die Verzehrstage, so sieht man, zusätzlich zu den vorher genannten Tagen, an den Tagen r2 und r9 eine Steigerung zum Vortag, die über dem Signifikanzniveau liegt. Die Energieaufnahme steigt nicht konstant von Tag zu Tag an. Ab Tag r4 zeigt sich, mit einigen Ausnahmen, eine signifikante Erhöhung gegenüber Tag r1, an den Tagen r4, r7 und r8 eine Steigerung zum Vortag über dem Signifikanzniveau. Wirft man einen Blick auf die Veränderung der Menge, so kann eine signifikante Erniedrigung ab Tag r8 gegenüber Tag r1 und an den Tagen r8, r11 und r13 eine signifikante Steigerung zum Vortag erkannt werden. Hier lässt sich erkennen, dass eine Steigerung der Energiedichte im niedrigeren Bereich (ab Tag r4) in einer höheren

Energieaufnahme und im höheren Bereich (ab Tag r8) zusätzlich in einer Senkung der Mengenaufnahme resultiert. Beim Mittagessen fällt außerdem auf, dass an den Tagen mit insgesamt niedrigerer Energiedichte mehr Teilnehmer zu Mittag essen, als an den Tagen mit insgesamt hoher Energiedichte (Tab. 10).

- Zweite Zwischenmahlzeit

Bei der zweiten Zwischenmahlzeit fällt, ähnlich wie schon bei Z1, auf, dass sich nur wenige Tage signifikant zum Vortag beziehungsweise zum Tag r1 verändern. Die Energiedichte weist nur eine sehr unkontinuierlich steigende Tendenz auf. An den Tagen r8, r11, r13 und r14 ist die Energiedichte signifikant höher als an Tag r1. Wenn man nur die tatsächlichen Verzehrstage betrachtet, erkennt man eine signifikante Erhöhung zum Vortag an den Tagen r5 und r6, und am Tag r14 eine signifikant höhere Energiedichte als an Tag r1. Bei der Energieaufnahme fällt eine steigende Tendenz auf, sowohl im Durchschnitt an allen protokollierten Tagen, als auch bei den Verzehrstagen. Ab Tag r5 wird, mit Ausnahme von r6, mehr Energie aufgenommen als an Tag r1, betrachtet man den Durchschnitt aller protokollierten Tage. An den Tagen r7 und r13 zeigt sich eine signifikante Erhöhung zum Vortag. Legt man das Augenmerk nur auf die tatsächlichen Verzehrstage, so findet man an den Tagen r5, r7, r8, r11, r13 und r14 eine signifikant höhere Energieaufnahme als an Tag r1, am Tag r7 außerdem eine signifikant höhere Energie als am Vortag. Die Menge bei der zweiten Zwischenmahlzeit beeinflusst die Energiedichtebilanz des Tages anscheinend nicht, denn hier kann keine Tendenz festgestellt werden (Tab. 11).

- Abendessen

Ähnlich wie beim Mittagessen sieht das Bild beim Abendessen in Tabelle 12 aus. Die Energiedichte steigt zum Tag r14 hin an, und ist jeden Tag signifikant höher als am Tag r1, am Tag r14 außerdem signifikant zum Vortag erhöht, sowohl im Durchschnitt aller protokollierten Tage, als auch bei der Betrachtung der Verzehrstage. Die Werte aller protokollierten Tage unterscheiden sich nur wenig von denen der Verzehrstage, weil von den meisten Teilnehmern zu Abend gegessen wird. Die Energie zeigt hier eine steigende Tendenz, die an allen Tagen das Signifikanzniveau gegenüber Tag r1 erreicht und am Tag r14 auch signifikant höher als am Vortag ist. Die Menge weist eine sinkende Tendenz auf, die ab Tag r6, mit Ausnahme von r7 und r9, signifikant gegenüber Tag r1 ist. Am Tag r9 erkennt man einen Unterschied zwischen dem Durchschnitt an allen protokollierten Tagen

und den 98 Verzehrstagen, denn nur die Verzehrstage lassen eine signifikante Erhöhung zum Tag r1 erkennen (Tab. 12).

- Dritte Zwischenmahlzeit

Die Aussage der Tabelle über die dritte Zwischenmahlzeit ist denen der beiden vorangehenden Zwischenmahlzeiten ähnlich. Die Energiedichte steigt sehr unkontinuierlich bis hin zu Tag r14 an, erreicht jedoch nur an den Tagen r9, r11, r13 und r14 das Signifikanzniveau. Wenn man die Verzehrstage betrachtet, die bei der Zwischenmahlzeit 3 nicht einmal die Hälfte der protokollierten Tage ausmachen, dann lässt sich nur an zwei Tagen eine signifikante Erhöhung zum Tag r1 feststellen. Die Energieaufnahme ist jedoch ab Tag r5, mit Ausnahme von r7, zum ersten Tag erhöht. Betrachtet man nur die Verzehrstage, so ist die Energieaufnahme am Tag r6 und ab Tag r9 größer als am Tag r1. Die Menge wiederum lässt keine Aussage über eine sinkende Tendenz zu (Tab. 13).

Tab. 8: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim **Frühstück** an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Gesamttagesenergiedichte** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, a= vs. Tag r1; ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit, F=Frühstück; VT= Verzehrstage: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

F		VT	ED [kcal/g]	Energie [kcal]	Menge [g]
r1	alle Tage	100	2,01 \pm 0,11	299 \pm 18,49	168 \pm 13,10
	nur VT	92	2,19 \pm 0,10	325 \pm 17,66	182 \pm 13,18
r2	alle Tage	100	2,01 \pm 0,11	308 \pm 20,53	158 \pm 12,47
	nur VT	88	2,29 \pm 0,09	350 \pm 19,39	180 \pm 12,51
r3	alle Tage	100	2,24 \pm 0,10 ^a	350 \pm 19,83 ^a	167 \pm 12,74
	nur VT	92	2,43 \pm 0,08 ^a	381 \pm 18,37 ^a	182 \pm 12,76
r4	alle Tage	100	2,28 \pm 0,10 ^a	338 \pm 23,84	156 \pm 13,03
	nur VT	93	2,45 \pm 0,09 ^a	363 \pm 23,60	167 \pm 13,24
r5	alle Tage	100	2,34 \pm 0,11 ^a	333 \pm 19,63	161 \pm 11,99
	nur VT	94	2,49 \pm 0,10 ^a	354 \pm 18,86	171 \pm 11,99
r6	alle Tage	100	2,26 \pm 0,11 ^a	372 \pm 21,93 ^a	170 \pm 12,47
	nur VT	91	2,48 \pm 0,09 ^a	409 \pm 20,34 ^a	187 \pm 12,37
r7	alle Tage	100	2,32 \pm 0,10 ^a	353 \pm 21,71 ^a	168 \pm 13,85
	nur VT	95	2,44 \pm 0,09 ^a	372 \pm 21,19 ^a	177 \pm 14,00
r8	alle Tage	100	2,50 \pm 0,10 ^a	349 \pm 18,39 ^a	150 \pm 9,46
	nur VT	95	2,63 \pm 0,09 ^a	367 \pm 17,41 ^a	158 \pm 9,27
r9	alle Tage	100	2,41 \pm 0,09 ^a	386 \pm 24,23 ^a	166 \pm 11,31
	nur VT	95	2,54 \pm 0,08 ^a	406 \pm 23,74 ^a	175 \pm 11,20
r10	alle Tage	100	2,32 \pm 0,11 ^a	350 \pm 24,34 ^a	158 \pm 12,54
	nur VT	92	2,52 \pm 0,09 ^a	381 \pm 23,94 ^a	172 \pm 12,64
r11	alle Tage	100	2,57 \pm 0,10 ^{*a}	373 \pm 20,75 ^a	152 \pm 9,71
	nur VT	96	2,68 \pm 0,08 ^a	389 \pm 20,09 ^a	159 \pm 9,57
r12	alle Tage	100	2,43 \pm 0,10 ^a	360 \pm 20,73 ^a	158 \pm 11,04
	nur VT	94	2,59 \pm 0,08 ^a	383 \pm 19,80 ^a	168 \pm 10,94
r13	alle Tage	100	2,59 \pm 0,09 ^a	375 \pm 20,81 ^a	152 \pm 9,37
	nur VT	97	2,67 \pm 0,08 ^a	386 \pm 20,34 ^a	157 \pm 9,26
r14	alle Tage	100	2,52 \pm 0,11 ^a	369 \pm 23,36 ^a	146 \pm 9,88
	nur VT	92	2,74 \pm 0,08 ^a	401 \pm 22,46 ^a	159 \pm 9,65

Tab. 9: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der **1. ZWM** an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Gesamttagesenergiedichte** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, a= vs. Tag r1; ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit, Z1=1. Zwischenmahlzeit; VT= Verzehrstage: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

Z1		VT	ED [kcal/g]	Energie [kcal]	Menge [g]
r1	alle Tage	100	0,86 \pm 0,14	91 \pm 13,49	79 \pm 12,15
	nur VT	48	1,79 \pm 0,21	189 \pm 20,11	164 \pm 18,70
r2	alle Tage	100	0,78 \pm 0,12	121 \pm 19,75 *	101 \pm 16,77
	nur VT	47	1,66 \pm 0,18	258 \pm 31,96	216 \pm 27,39
r3	alle Tage	100	0,78 \pm 0,12	93 \pm 13,55	85 \pm 12,08
	nur VT	49	1,59 \pm 0,19	191 \pm 19,64 *	173 \pm 17,16
r4	alle Tage	100	0,80 \pm 0,12	103 \pm 15,27	85 \pm 12,30
	nur VT	48	1,66 \pm 0,19	214 \pm 22,70	178 \pm 17,72
r5	alle Tage	100	0,73 \pm 0,11	108 \pm 16,62	95 \pm 14,20
	nur VT	46	1,59 \pm 0,18	234 \pm 25,72	206 \pm 21,38
r6	alle Tage	100	0,76 \pm 0,12	97 \pm 14,20	74 \pm 11,47
	nur VT	45	1,70 \pm 0,17	216 \pm 20,56	165 \pm 17,78
r7	alle Tage	100	1,11 \pm 0,15 *	121 \pm 17,35	69 \pm 11,39
	nur VT	47	2,35 \pm 0,20 *	257 \pm 24,80	148 \pm 18,51
r8	alle Tage	100	1,03 \pm 0,16	128 \pm 19,27	77 \pm 12,47
	nur VT	45	2,29 \pm 0,24	284 \pm 29,11 ^a	172 \pm 20,22
r9	alle Tage	100	0,93 \pm 0,13	121 \pm 20,04	74 \pm 11,37
	nur VT	46	2,02 \pm 0,18	262 \pm 33,09	160 \pm 17,61
r10	alle Tage	100	1,18 \pm 0,15	134 \pm 18,94 ^a	75 \pm 10,28
	nur VT	52	2,27 \pm 0,20	258 \pm 26,69	144 \pm 14,09
r11	alle Tage	100	1,24 \pm 0,16 ^a	158 \pm 21,15 ^a	79 \pm 11,14
	nur VT	49	2,54 \pm 0,20	322 \pm 27,96 ^a	161 \pm 15,73
r12	alle Tage	100	1,01 \pm 0,15	135 \pm 24,33	68 \pm 11,48
	nur VT	41	2,47 \pm 0,22	328 \pm 44,54 ^a	165 \pm 19,85
r13	alle Tage	100	1,02 \pm 0,14	135 \pm 20,84 ^a	68 \pm 10,21
	nur VT	43	2,36 \pm 0,19	315 \pm 32,21 ^a	158 \pm 15,31
r14	alle Tage	100	1,29 \pm 0,17 ^a	136 \pm 22,03	51 \pm 8,11 ^a
	nur VT	43	3,00 \pm 0,21 ^{*a}	316 \pm 36,08	119 \pm 12,96 ^a

Tab. 10: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim **Mittagessen** an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Gesamttagesenergiedichte** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit, M=Mittagessen; VT= Verzehrstage: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

M		VT	ED [kcal/g]	Energie [kcal]	Menge [g]
r1	alle Tage	100	1,00 \pm 0,05	460 \pm 23,56	471 \pm 20,26
	nur VT	97	1,03 \pm 0,05	475 \pm 22,79	485 \pm 19,05
r2	alle Tage	100	1,12 \pm 0,06	459 \pm 24,58	437 \pm 26,36
	nur VT	94	1,19 \pm 0,06 *	488 \pm 23,04	465 \pm 25,44
r3	alle Tage	100	1,12 \pm 0,05	445 \pm 22,34	428 \pm 19,69
	nur VT	100	1,12 \pm 0,05	445 \pm 22,34	428 \pm 19,69 ^a
r4	alle Tage	100	1,31 \pm 0,06 ^a	542 \pm 25,17 ^a	430 \pm 19,15
	nur VT	98	1,34 \pm 0,05 ^a	553 \pm 24,43 ^a	438 \pm 18,51 ^a
r5	alle Tage	100	1,20 \pm 0,05 ^a	524 \pm 27,59 ^a	435 \pm 23,19
	nur VT	94	1,28 \pm 0,05 ^a	558 \pm 25,72 ^a	463 \pm 21,70
r6	alle Tage	100	1,31 \pm 0,08 ^a	518 \pm 33,21	420 \pm 24,60
	nur VT	95	1,38 \pm 0,08 ^a	545 \pm 32,63 ^a	442 \pm 23,82
r7	alle Tage	100	1,39 \pm 0,07 ^a	587 \pm 30,25 ^a	441 \pm 21,71
	nur VT	97	1,43 \pm 0,06 ^a	605 \pm 29,30 ^a	455 \pm 20,89
r8	alle Tage	100	1,28 \pm 0,07 ^a	487 \pm 29,69 *	374 \pm 19,30 ^a
	nur VT	95	1,35 \pm 0,07 ^a	512 \pm 28,94 *	394 \pm 18,18 ^a
r9	alle Tage	100	1,42 \pm 0,08 ^a	529 \pm 31,74 ^a	395 \pm 22,62 ^a
	nur VT	96	1,48 \pm 0,08 ^a	552 \pm 31,07 ^a	411 \pm 22,00 ^a
r10	alle Tage	100	1,54 \pm 0,06 ^a	585 \pm 29,46 ^a	390 \pm 19,30 ^a
	nur VT	97	1,59 \pm 0,06 ^a	603 \pm 28,44 ^a	402 \pm 18,58 ^a
r11	alle Tage	100	1,64 \pm 0,09 ^a	523 \pm 26,55	342 \pm 17,10 ^a
	nur VT	96	1,71 \pm 0,08 ^a	545 \pm 25,31	356 \pm 16,25 ^a
r12	alle Tage	100	1,50 \pm 0,09 ^a	561 \pm 40,97 ^a	345 \pm 24,32 ^a
	nur VT	88	1,71 \pm 0,08 ^a	638 \pm 40,12 ^a	393 \pm 23,50 ^a
r13	alle Tage	100	1,78 \pm 0,09 ^a	536 \pm 30,24 ^a	291 \pm 16,99 ^a
	nur VT	90	1,98 \pm 0,07 ^a	596 \pm 27,05 ^a	323 \pm 15,48 ^a
r14	alle Tage	100	1,90 \pm 0,13 ^a	502 \pm 40,58	264 \pm 20,68 ^a
	nur VT	85	2,24 \pm 0,12 ^a	591 \pm 40,73 ^a	310 \pm 20,52 ^a

Tab. 11: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 2. ZWM an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Gesamttagesenergiedichte** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit, Z2=2. Zwischenmahlzeit; VT= Verzehrstage: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

Z2		VT	ED [kcal/g]	Energie [kcal]	Menge [g]
r1	alle Tage	100	1,46 \pm 0,19	128 \pm 16,81	78 \pm 12,95
	nur VT	54	2,70 \pm 0,23	236 \pm 22,20	145 \pm 19,94
r2	alle Tage	100	1,56 \pm 0,18	158 \pm 17,63	93 \pm 11,33
	nur VT	62	2,51 \pm 0,20	256 \pm 20,16	149 \pm 14,04
r3	alle Tage	100	1,48 \pm 0,17	174 \pm 19,21	107 \pm 12,94
	nur VT	62	2,38 \pm 0,20	280 \pm 21,83	172 \pm 15,93
r4	alle Tage	100	1,53 \pm 0,16	171 \pm 17,32	112 \pm 13,95
	nur VT	67	2,28 \pm 0,18	256 \pm 18,55	167 \pm 17,20 ^a
r5	alle Tage	100	1,74 \pm 0,18	198 \pm 22,95 ^a	88 \pm 10,60
	nur VT	61	2,86 \pm 0,20 [*]	325 \pm 27,13 ^a	145 \pm 12,96
r6	alle Tage	100	1,44 \pm 0,16	152 \pm 18,28	87 \pm 12,33
	nur VT	58	2,48 \pm 0,19 [*]	263 \pm 22,17	149 \pm 17,05
r7	alle Tage	100	1,86 \pm 0,19	204 \pm 21,43 ^{*a}	92 \pm 10,85
	nur VT	63	2,95 \pm 0,20	324 \pm 23,16 ^{*a}	146 \pm 13,10
r8	alle Tage	100	1,97 \pm 0,18 ^a	215 \pm 22,80 ^a	95 \pm 10,73
	nur VT	70	2,82 \pm 0,18	308 \pm 25,58 ^a	135 \pm 12,51
r9	alle Tage	100	1,70 \pm 0,18	180 \pm 21,19 ^a	85 \pm 10,37
	nur VT	63	2,70 \pm 0,20	286 \pm 25,52	135 \pm 12,78
r10	alle Tage	100	1,80 \pm 0,17	215 \pm 23,91 ^a	99 \pm 11,68
	nur VT	66	2,73 \pm 0,16	326 \pm 27,62	150 \pm 14,06
r11	alle Tage	100	1,91 \pm 0,19 ^a	214 \pm 25,35 ^a	84 \pm 10,43
	nur VT	62	3,09 \pm 0,18	345 \pm 30,66 ^a	135 \pm 13,09
r12	alle Tage	100	1,79 \pm 0,18	193 \pm 23,32 ^a	79 \pm 11,01
	nur VT	60	2,98 \pm 0,18	321 \pm 28,68	131 \pm 14,92
r13	alle Tage	100	2,14 \pm 0,19 ^a	282 \pm 31,32 ^{*a}	99 \pm 10,37
	nur VT	68	3,15 \pm 0,18	414 \pm 36,23 ^a	145 \pm 11,55
r14	alle Tage	100	2,36 \pm 0,19 ^a	258 \pm 26,50 ^a	82 \pm 9,04
	nur VT	67	3,53 \pm 0,15 ^a	385 \pm 28,84 ^a	123 \pm 10,37

Tab. 12: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim **Abendessen** an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Gesamttagesenergiedichte** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit, A=Abendessen; VT= Verzehrstage: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

A		VT	ED [kcal/g]	Energie [kcal]	Menge [g]
r1	alle Tage	100	1,18 \pm 0,06	383 \pm 22,97	361 \pm 22,02
	nur VT	96	1,23 \pm 0,06	399 \pm 22,48	376 \pm 21,60
r2	alle Tage	100	1,39 \pm 0,08 *	471 \pm 28,33 *	380 \pm 25,53
	nur VT	95	1,46 \pm 0,07 *	495 \pm 27,55 *	400 \pm 25,24
r3	alle Tage	100	1,41 \pm 0,06 ^a	469 \pm 27,06 ^a	347 \pm 20,02
	nur VT	96	1,47 \pm 0,06 ^a	489 \pm 26,35 ^a	361 \pm 19,50
r4	alle Tage	100	1,48 \pm 0,08 ^a	478 \pm 29,10 ^a	349 \pm 22,65
	nur VT	96	1,55 \pm 0,07 ^a	498 \pm 28,54 ^a	364 \pm 22,39
r5	alle Tage	100	1,56 \pm 0,07 ^a	466 \pm 25,23 ^a	321 \pm 17,31
	nur VT	98	1,59 \pm 0,07 ^a	475 \pm 24,83 ^a	328 \pm 17,02
r6	alle Tage	100	1,74 \pm 0,08 ^a	488 \pm 29,25 ^a	291 \pm 17,68 ^a
	nur VT	95	1,84 \pm 0,07 ^{*a}	514 \pm 28,43 ^a	307 \pm 17,22 ^a
r7	alle Tage	100	1,73 \pm 0,08 ^a	517 \pm 29,78 ^a	326 \pm 20,59
	nur VT	97	1,79 \pm 0,08 ^a	533 \pm 29,22 ^a	336 \pm 20,38
r8	alle Tage	100	1,80 \pm 0,08 ^a	501 \pm 27,71 ^a	303 \pm 18,00 ^a
	nur VT	97	1,85 \pm 0,08 ^a	516 \pm 27,08 ^a	313 \pm 17,72 ^a
r9	alle Tage	100	1,93 \pm 0,09 ^a	559 \pm 32,15 ^a	315 \pm 17,79
	nur VT	98	1,97 \pm 0,08 ^a	571 \pm 31,77 ^a	322 \pm 17,56 ^a
r10	alle Tage	100	1,97 \pm 0,09 ^a	527 \pm 31,40 ^a	288 \pm 17,71 ^a
	nur VT	97	2,03 \pm 0,08 ^a	544 \pm 30,91 ^a	297 \pm 17,49 ^a
r11	alle Tage	100	1,93 \pm 0,08 ^a	534 \pm 29,60 ^a	304 \pm 20,55 ^a
	nur VT	96	2,01 \pm 0,08 ^a	556 \pm 28,65 ^a	317 \pm 20,40 ^a
r12	alle Tage	100	2,04 \pm 0,09 ^a	541 \pm 30,01 ^a	283 \pm 16,79 ^a
	nur VT	97	2,10 \pm 0,08 ^a	558 \pm 29,33 ^a	292 \pm 16,52 ^a
r13	alle Tage	100	1,95 \pm 0,10 ^a	514 \pm 31,70 ^a	275 \pm 18,76 ^a
	nur VT	93	2,10 \pm 0,09 ^a	553 \pm 30,49 ^a	296 \pm 18,46 ^a
r14	alle Tage	100	2,47 \pm 0,17 ^{*a}	618 \pm 38,24 ^{*a}	273 \pm 16,83 ^a
	nur VT	95	2,60 \pm 0,17 ^{*a}	651 \pm 37,36 ^{*a}	288 \pm 16,44 ^a

Tab. 13: Tägliche Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 3. ZWM an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Gesamttagesenergiedichte** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energiedichte (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED= Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit, Z3=3. Zwischenmahlzeit; VT= Verzehrstage: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

Z3		VT	ED [kcal/g]	Energie [kcal]	Menge [g]
r1	alle Tage	100	0,86 \pm 0,16	51 \pm 8,75	49 \pm 9,35
	nur VT	37	2,32 \pm 0,32	138 \pm 15,31	134 \pm 18,38
r2	alle Tage	100	0,85 \pm 0,16	81 \pm 15,92	63 \pm 11,80
	nur VT	40	2,14 \pm 0,29	199 \pm 31,13	157 \pm 22,43
r3	alle Tage	100	1,14 \pm 0,18	75 \pm 11,49	43 \pm 8,30
	nur VT	39	2,92 \pm 0,28	191 \pm 17,17	110 \pm 16,29
r4	alle Tage	100	0,85 \pm 0,15	66 \pm 12,29	46 \pm 9,34
	nur VT	36	2,37 \pm 0,28	184 \pm 23,84	127 \pm 19,41
r5	alle Tage	100	1,13 \pm 0,18	89 \pm 16,22 ^a	48 \pm 8,91
	nur VT	40	2,83 \pm 0,30	223 \pm 30,07	120 \pm 16,87
r6	alle Tage	100	1,15 \pm 0,18	107 \pm 17,80 ^a	61 \pm 10,47
	nur VT	42	2,74 \pm 0,29	254 \pm 30,10 ^a	144 \pm 18,32
r7	alle Tage	100	1,02 \pm 0,16	72 \pm 10,98	52 \pm 10,13
	nur VT	42	2,44 \pm 0,26	172 \pm 16,60	124 \pm 19,27
r8	alle Tage	100	1,06 \pm 0,17	88 \pm 14,43 ^a	51 \pm 9,77
	nur VT	40	2,65 \pm 0,26	220 \pm 24,01	127 \pm 18,88
r9	alle Tage	100	1,27 \pm 0,19 ^a	94 \pm 14,58 ^a	42 \pm 6,92
	nur VT	41	3,11 \pm 0,29 ^a	230 \pm 22,45 ^a	103 \pm 11,54
r10	alle Tage	100	1,05 \pm 0,17	107 \pm 21,45 ^a	50 \pm 9,27
	nur VT	37	2,83 \pm 0,29	290 \pm 44,12 ^a	136 \pm 17,73
r11	alle Tage	100	1,36 \pm 0,19 ^a	111 \pm 17,81 ^a	52 \pm 8,03
	nur VT	45	3,03 \pm 0,27	247 \pm 28,68 ^a	116 \pm 12,46
r12	alle Tage	100	1,28 \pm 0,19	124 \pm 21,92 ^a	47 \pm 8,16
	nur VT	42	3,05 \pm 0,26	295 \pm 39,09 ^a	112 \pm 14,37
r13	alle Tage	100	1,51 \pm 0,21 ^a	114 \pm 18,28 ^a	48 \pm 8,54
	nur VT	44	3,43 \pm 0,26	258 \pm 29,66 ^a	108 \pm 14,91
r14	alle Tage	100	1,43 \pm 0,20 ^a	116 \pm 19,06 ^a	37 \pm 6,70
	nur VT	38	3,75 \pm 0,24 ^a	306 \pm 31,38 ^a	98 \pm 12,41

3.7. Anzahl der Zwischenmahlzeiten

Um den Einfluss der Zwischenmahlzeiten auf die Mengen-, Energie- und Energiedichtebilanz eines Tages zu beschreiben, wurden alle protokollierten Tage der Teilnehmer in verschiedene Gruppen aufgeteilt. Es wurden vier Gruppen eingeführt: eine Gruppe, in der alle protokollierten Tage aufgenommen wurden, an denen keine Zwischenmahlzeit stattfand, eine Gruppe aller Tage, an denen genau eine Zwischenmahlzeit stattfand, wobei unerheblich war, zu welcher Tageszeit diese war, eine dritte Gruppe, in die alle Tage aufgenommen wurden, an denen zwei beliebige Zwischenmahlzeiten verzehrt wurden und zuletzt eine Gruppe mit Tagen, an dem der Teilnehmer drei Zwischenmahlzeiten abhielt. Bei jeder Gruppe wurde die Anzahl der Tage, auf die diese Bedingung zutrifft, vermerkt. Zudem wurden Energie, Menge und Energiedichte jeder Mahlzeit innerhalb der Gruppen aufgelistet (Tab. 14).

Betrachtet man die Energiebilanz des Tages, so fällt auf, dass umso mehr Kilokalorien aufgenommen werden, je mehr Zwischenmahlzeiten stattfinden. Werden im Durchschnitt 1478 kcal an den Tagen ohne eine Zwischenmahlzeit verzehrt, so sind es bei den Tagen mit drei Zwischenmahlzeiten 2052 kcal. Wird eine Zwischenmahlzeit eingenommen, beträgt die Energiedifferenz zu den Tagen ohne eine Zwischenmahlzeit ca. 260 kcal. An Tagen mit zwei Zwischenmahlzeiten werden ca. 370 kcal mehr aufgenommen als an Tagen ohne Zwischenmahlzeit. Die Menge, die insgesamt an einem Tag verzehrt wird, steigt ebenfalls mit der Anzahl der Zwischenmahlzeiten. An einem Tag, an dem nur zu den Hauptmahlzeiten gegessen wird, beträgt die Menge durchschnittlich 891 g, wenn drei Zwischenmahlzeiten eingenommen werden, so werden ca. 345 g mehr aufgenommen. Die Energiedichte bleibt von der Anzahl der Zwischenmahlzeiten weitgehend unbeeinflusst.

Tab.14: Energie- und Mengenaufnahme und ED pro Tag geordnet nach **Anzahl der Zwischenmahlzeiten (=ZWM)** an jedem der 1400 protokollierten Tage (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$; *=zum Tag mit einer ZWM weniger; a= zum Tag mit keiner ZWM; ED=Energiedichte

Anzahl ZWM		keine ZWM (223)	1 ZWM (476)	2 ZWM (484)	3 ZWM (217)
Tag	Energie [kcal]	1478 \pm 44,95	1737 \pm 25,32 *	1847 \pm 23,64 * ^a	2052 \pm 44,98 * ^a
	Menge [g]	891 \pm 25,84	1021 \pm 14,95 *	1163 \pm 16,38 * ^a	1237 \pm 26,64 * ^a
	ED [kcal/g]	1,71 \pm 0,03	1,76 \pm 0,02	1,66 \pm 0,02 *	1,70 \pm 0,03

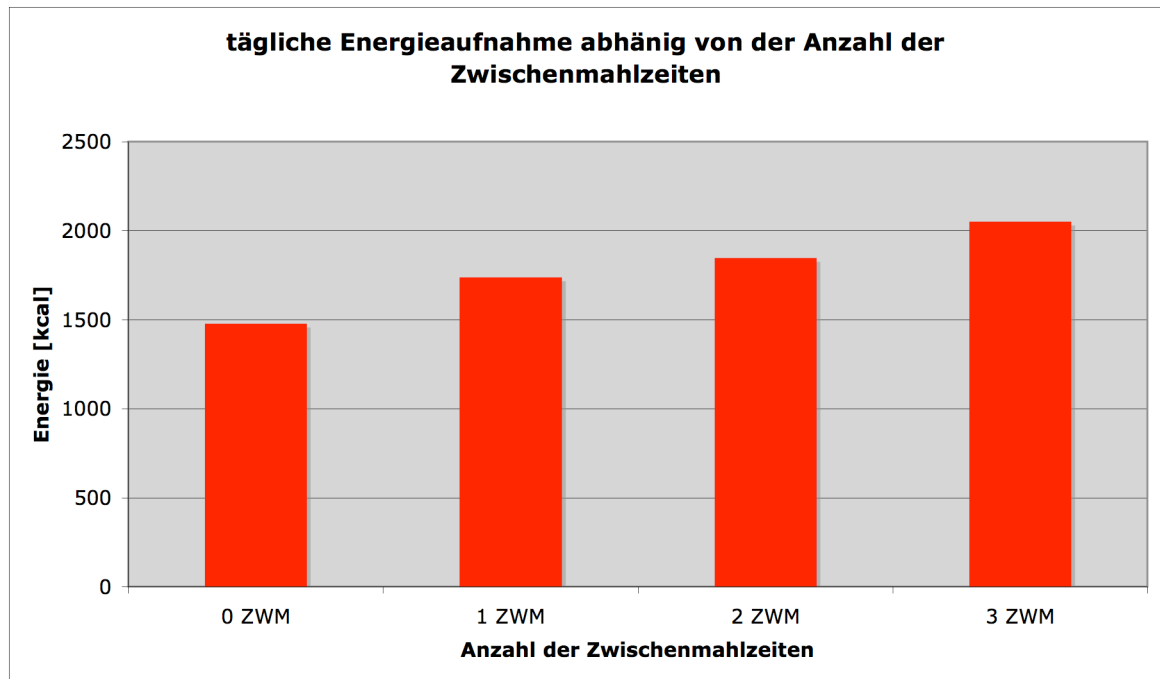


Abb. 14: Tägliche Energieaufnahme je nach Anzahl der Zwischenmahlzeiten.
(ZWM=Zwischenmahlzeiten).

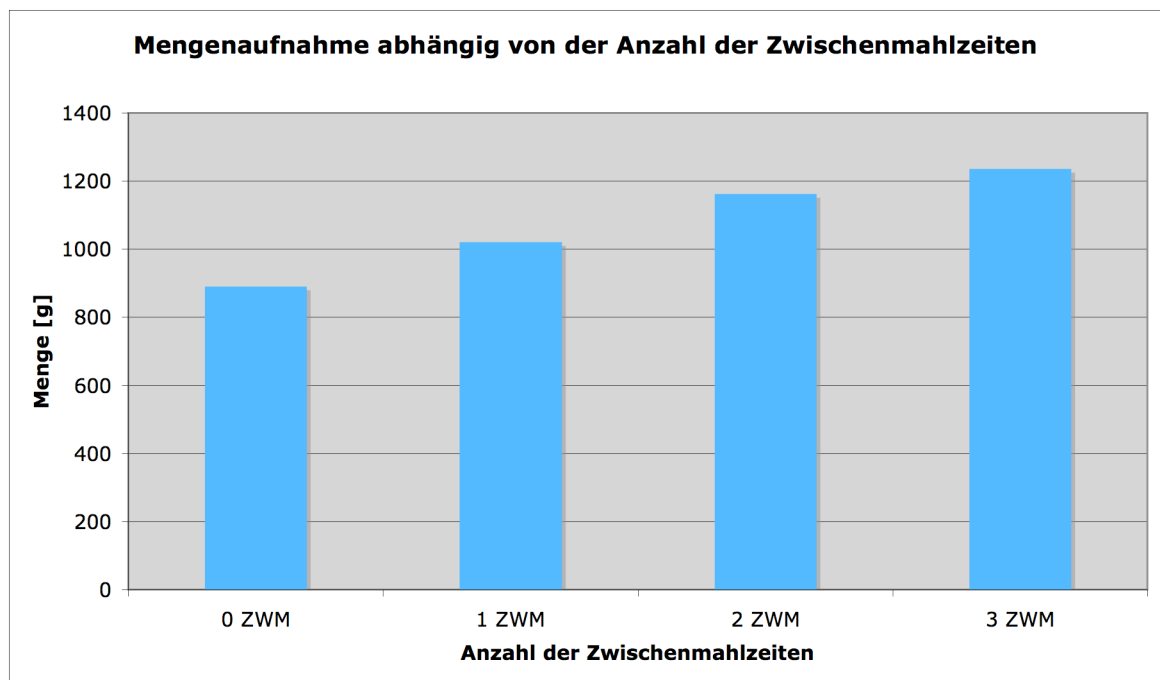


Abb. 15: Tägliche Mengenaufnahme je nach Anzahl der Zwischenmahlzeiten.
(ZWM=Zwischenmahlzeiten).

3.8. Tägliche Energieaufnahme abhängig von der Energie des Frühstücks

In den folgenden Tabellen (Tab. 15-21) wird die Schwankung der Energie, der Menge und der Energiedichte abhängig von der Energieaufnahme beim Frühstück dargestellt. Hier wurden die Tage aufsteigend nach der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück sortiert, das heißt Tag r1 entspricht jeweils dem Tag eines jeden Teilnehmers, an dem er beim Frühstück die wenigsten Kilokalorien aufgenommen hat und Tag r14 ist dementsprechend derjenige Tag jedes Probanden, an dem er beim Frühstück die meiste Energie zu sich genommen hat. Die Werte für jede einzelne Mahlzeit sowie für den gesamten Tag werden jeweils in einer eigenen Tabelle dargestellt.

3.8.1. Gesamter Tag

Betrachtet man die Steigerung der Gesamtenergie von Tag r1, demjenigen Tag mit der niedrigsten Energieaufnahme beim Frühstück, bis Tag r14, so fällt eine Erhöhung der Energieaufnahme auf, die ab Tag r4 (mit Ausnahme von Tag r6) signifikant höher ist als an Tag r1. Die Schwankung der Gesamtenergie des Tages (abhängig von der Energieaufnahme beim Frühstück) beträgt ca. 540 kcal. Betrachtet man nur die Hauptmahlzeiten des jeweiligen Tages, so kann man ebenso diesen steigenden Trend erkennen. Im Vergleich dazu ist die Energieaufnahme, lediglich das Frühstück betrachtet, jeden Tag signifikant höher als am Vortag. Hieraus lässt sich schließen, dass aus einer signifikanten Energieaufnahmesteigerung beim Frühstück zwar keine signifikante Tagesgesamtenergiesteigerung resultiert, jedoch wird an Tagen mit einem energiereichen Frühstück insgesamt mehr Energie aufgenommen als an Tagen mit energiearmem Frühstück, da kein Energieausgleich bei den restlichen Mahlzeiten stattfindet (Tab. 15).

Die Gesamtmenge des Tages liegt zwischen 968 g am Tag mit dem kalorisch niedrigsten Frühstück und 1199 g am Tag mit dem kalorisch höchsten. Wie schon bei der Energie beobachtet, ist die Menge ebenfalls ab Tag r4 signifikant zum Tag r1 erhöht, sowohl wenn alle Mahlzeiten evaluiert werden, als auch wenn nur die Hauptmahlzeiten mit in die Betrachtung einbezogen werden (Tab. 15).

Tab. 15: **Tägliche Energieaufnahme**, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Energieaufnahme beim Frühstück** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED=Energiedichte, ZWM=Zwischenmahlzeit; alle Mahlzeiten: Durchschnitt aller Mahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittagessen, Abendessen, 1., 2., 3. Zwischenmahlzeit; ohne ZWM: Durchschnitt der Hauptmahlzeiten des Tages: Frühstück, Mittag- und Abendessen

Tag		Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Mahlzeiten	1554 \pm 59,09	968 \pm 31,70	1,65 \pm 0,05
	ohne ZWM	1145 \pm 60,92	738 \pm 30,54	1,58 \pm 0,05
r2	alle Mahlzeiten	1643 \pm 60,02	1032 \pm 36,11	1,64 \pm 0,04
	ohne ZWM	1218 \pm 54,15	815 \pm 32,76 *	1,54 \pm 0,04
r3	alle Mahlzeiten	1656 \pm 61,81	1033 \pm 41,68	1,71 \pm 0,06
	ohne ZWM	1216 \pm 49,76	795 \pm 35,71	1,64 \pm 0,05
r4	alle Mahlzeiten	1767 \pm 60,87 ^a	1067 \pm 35,30 ^a	1,70 \pm 0,04
	ohne ZWM	1356 \pm 49,55 ^{*a}	859 \pm 32,18 ^a	1,64 \pm 0,04
r5	alle Mahlzeiten	1717 \pm 61,78 ^a	1058 \pm 38,94 ^a	1,67 \pm 0,04
	ohne ZWM	1311 \pm 50,51 ^a	836 \pm 32,26 ^a	1,63 \pm 0,05
r6	alle Mahlzeiten	1663 \pm 53,18	1046 \pm 35,76 ^a	1,63 \pm 0,04
	ohne ZWM	1290 \pm 46,26 ^a	832 \pm 31,31 ^a	1,60 \pm 0,04
r7	alle Mahlzeiten	1725 \pm 54,08 ^a	1048 \pm 34,33 ^a	1,72 \pm 0,05
	ohne ZWM	1306 \pm 42,61 ^a	810 \pm 27,21 ^a	1,66 \pm 0,04
r8	alle Mahlzeiten	1820 \pm 62,65 ^a	1130 \pm 39,44 ^{*a}	1,66 \pm 0,04
	ohne ZWM	1364 \pm 47,97 ^a	896 \pm 33,95 ^{*a}	1,59 \pm 0,04
r9	alle Mahlzeiten	1728 \pm 56,04 ^a	1050 \pm 34,18 ^{*a}	1,71 \pm 0,05
	ohne ZWM	1358 \pm 46,09 ^a	853 \pm 28,80 ^a	1,66 \pm 0,05
r10	alle Mahlzeiten	1829 \pm 59,19 ^a	1114 \pm 38,34 ^a	1,71 \pm 0,05
	ohne ZWM	1436 \pm 47,44 ^a	892 \pm 30,76 ^a	1,69 \pm 0,05
r11	alle Mahlzeiten	1858 \pm 61,64 ^a	1087 \pm 41,16 ^a	1,79 \pm 0,05 ^a
	ohne ZWM	1461 \pm 51,30 ^a	893 \pm 34,78 ^a	1,73 \pm 0,05 ^a
r12	alle Mahlzeiten	1913 \pm 55,48 ^a	1146 \pm 33,76 ^a	1,73 \pm 0,05
	ohne ZWM	1499 \pm 46,37 ^a	938 \pm 32,21 ^a	1,68 \pm 0,05
r13	alle Mahlzeiten	1995 \pm 56,07 ^a	1182 \pm 41,80 ^a	1,77 \pm 0,04 ^a
	ohne ZWM	1610 \pm 51,99 ^{*a}	970 \pm 35,85 ^a	1,75 \pm 0,05 ^a
r14	alle Mahlzeiten	2090 \pm 62,39 ^a	1199 \pm 37,51 ^a	1,80 \pm 0,04 ^a
	ohne ZWM	1669 \pm 52,92 ^a	985 \pm 30,27 ^a	1,74 \pm 0,04 ^a

Die Energiedichte ist an den Tagen mit hochkalorischem Frühstück in der Tagesbilanz insgesamt signifikant höher als am Tag r1. Dies ist sowohl bei der Betrachtung der Hauptmahlzeiten als auch bei der Untersuchung aller Mahlzeiten erkennbar. Außerdem zeigt sich, dass die Mittelwerte der Energiedichte bei den Hauptmahlzeiten niedrigere Werte annehmen als die aller Mahlzeiten, was wiederum bedeutet, dass die Zwischenmahlzeiten höhere Energiedichten besitzen als die Hauptmahlzeiten (Tab. 15).

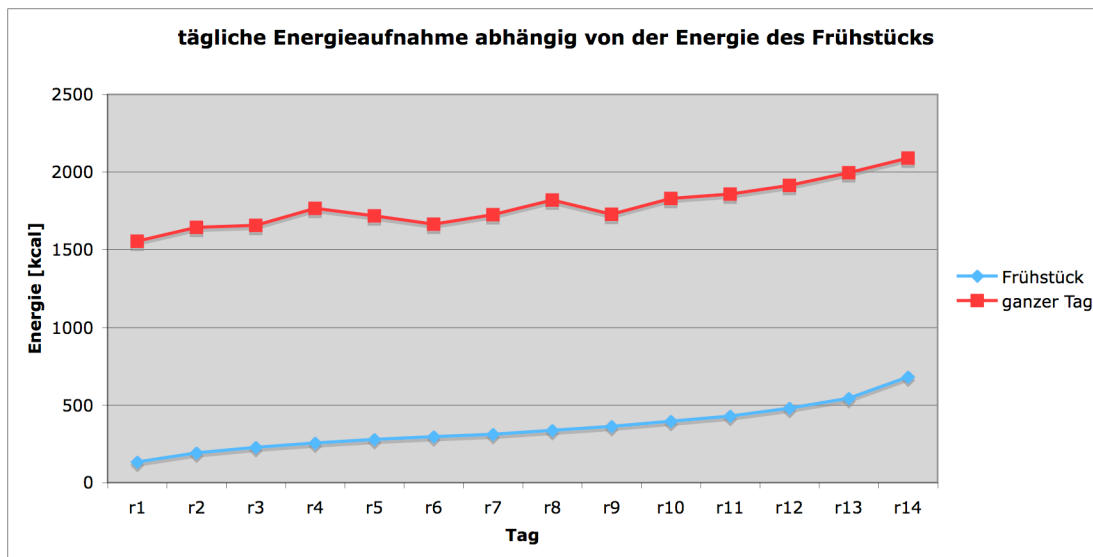


Abb. 16: Energieaufnahme beim Frühstück und Gesamtenergieaufnahme des Tages, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

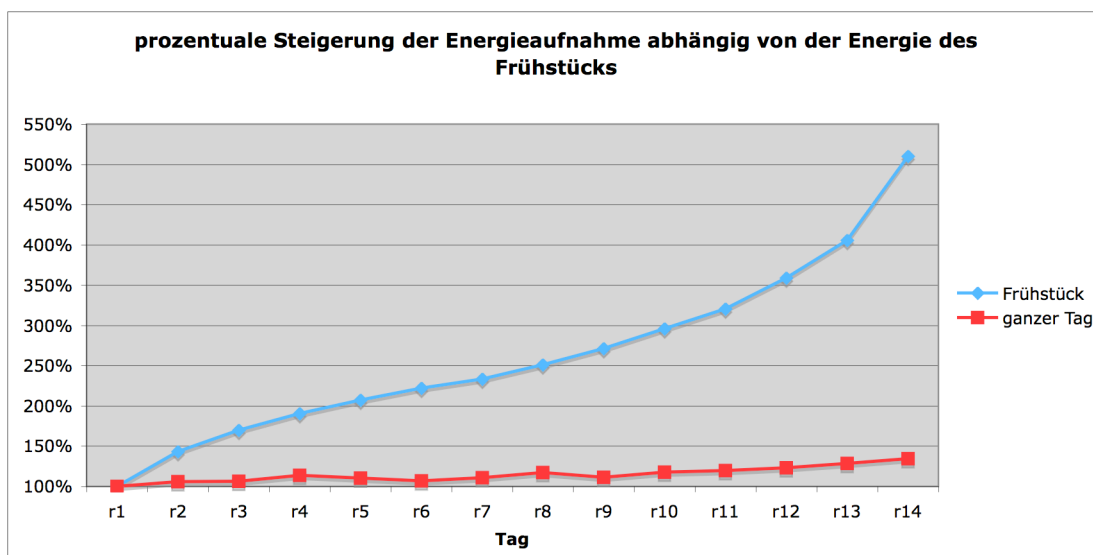


Abb. 17: Prozentuale Änderung der Energieaufnahme beim Frühstück und Gesamtenergie des Tages, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

3.8.2. Frühstück

Da in diesem Kapitel der Einfluss der Energieaufnahme des Frühstücks auf den restlichen Tag untersucht wird, kann bei der Tabelle der Energie-, Mengen-, und Energiedichteaufnahme des Frühstücks (Tab. 16) wie erwartet eine signifikante Steigerung der Energie von Tag r1 bis Tag r14 erkannt werden, sowie jeweils eine signifikante Erhöhung eines jeden Tages gegenüber Tag r1. Im Durchschnitt wurden am Tag mit der geringsten Energieaufnahme zum Frühstück 134 kcal aufgenommen, am Tag r14 waren es 681 kcal. Betrachtet man nur die Energie der tatsächlich stattgefundenen Frühstücke, so beträgt diese mindestens 196 kcal.

Untersucht man den Verlauf der Menge des Frühstücks von Tag r1 bis r14, so ist eine Steigerung erkennbar, die an der Hälfte der Tage signifikant zum Vortag und jeden Tag signifikant höher als an Tag r1 ist. Fand ein Frühstück tatsächlich statt, so schwankt die verzehrte Menge um ca. 215 g (Tab. 16).

Die Energiedichte ist, den Durchschnitt aller 1400 protokollierten Tage betrachtet, jeden Tag signifikant höher als am Tag r1, wenn man jedoch lediglich die Energiedichte der tatsächlich verzehrten Frühstücke betrachtet, so kann keine Veränderung über dem Signifikanzniveau beobachtet werden (Tab. 16).

Daraus lässt sich folgern, dass die Schwankungen der Energie beim Frühstück durch eine Steigerung der Menge, nicht jedoch durch eine Erhöhung der Energiedichte erklärt werden können.

3.8.3. Mittagessen

Beim Mittagessen kann keine signifikante Änderung der Energie, der Menge oder der Energiedichte, abhängig von der Höhe der Energie des Frühstücks, verzeichnet werden (Tab. 17).

3.8.4. Abendessen

Ebenso werden oben genannte Parameter beim Abendessen nicht von der Energieaufnahme beim Frühstück beeinflusst (Tab. 18).

Es kann weder eine steigende Tendenz der Energie, noch ein Ausgleich eines sehr kalorienhaltigen Frühstücks durch geringere Energieaufnahme bei den folgenden Hauptmahlzeiten beobachtet werden.

Tab. 16: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim **Frühstück** an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Energieaufnahme beim Frühstück** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED=Energiedichte, VT=Verzehrstage, F=Frühstück; nur VT: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

F		VT	Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Tage	100	134 \pm 12,75	56 \pm 5,59	1,77 \pm 0,14
	nur VT	68	196 \pm 13,01	83 \pm 5,93	2,60 \pm 0,10
r2	alle Tage	100	191 \pm 13,73 *	87 \pm 7,63 *	2,07 \pm 0,12 *
	nur VT	81	236 \pm 12,47 *	108 \pm 7,83 *	2,55 \pm 0,09
r3	alle Tage	100	227 \pm 14,55 ^a	107 \pm 8,12 ^a	2,23 \pm 0,12 ^a
	nur VT	89	255 \pm 13,65 ^a	120 \pm 8,09 ^a	2,50 \pm 0,10
r4	alle Tage	100	254 \pm 15,14 ^a	123 \pm 8,73 ^a	2,24 \pm 0,10 ^a
	nur VT	93	273 \pm 14,44 ^a	132 \pm 8,73 ^a	2,41 \pm 0,09 ^a
r5	alle Tage	100	277 \pm 15,48 ^a	129 \pm 8,62 ^a	2,32 \pm 0,11 ^a
	nur VT	93	298 \pm 14,49 ^a	138 \pm 8,45 ^a	2,49 \pm 0,10
r6	alle Tage	100	296 \pm 15,39 ^a	136 \pm 8,41 ^a	2,32 \pm 0,09 ^a
	nur VT	95	312 \pm 14,52 ^a	143 \pm 8,22 ^a	2,44 \pm 0,08 ^a
r7	alle Tage	100	312 \pm 15,52 ^a	148 \pm 9,79 ^a	2,31 \pm 0,10 ^a
	nur VT	95	328 \pm 14,49 ^a	155 \pm 9,67 ^a	2,44 \pm 0,08
r8	alle Tage	100	335 \pm 15,00 ^a	167 \pm 10,75 ^a	2,35 \pm 0,10 ^a
	nur VT	97	346 \pm 14,21 ^a	172 \pm 10,66 ^a	2,42 \pm 0,10 ^a
r9	alle Tage	100	362 \pm 15,31 ^a	164 \pm 9,89 ^a	2,50 \pm 0,09 ^a
	nur VT	98	370 \pm 14,70 ^a	167 \pm 9,80 ^a	2,55 \pm 0,09
r10	alle Tage	100	395 \pm 16,48 ^a	181 \pm 10,83 ^a	2,48 \pm 0,10 ^a
	nur VT	98	403 \pm 15,79 ^a	185 \pm 10,73 ^a	2,53 \pm 0,09
r11	alle Tage	100	428 \pm 17,44 ^a	190 \pm 11,84 ^a	2,57 \pm 0,08 ^a
	nur VT	99	432 \pm 17,06 ^a	191 \pm 11,80 ^a	2,60 \pm 0,08
r12	alle Tage	100	479 \pm 17,11 ^a	218 \pm 11,15 ^a	2,47 \pm 0,08 ^a
	nur VT	100	479 \pm 17,11 ^a	218 \pm 11,15 ^a	2,47 \pm 0,08
r13	alle Tage	100	542 \pm 17,43 ^a	230 \pm 10,81 ^a	2,61 \pm 0,08 ^a
	nur VT	100	542 \pm 17,43 ^a	230 \pm 10,81 ^a	2,61 \pm 0,08
r14	alle Tage	100	681 \pm 23,60 ^a	298 \pm 15,44 ^a	2,57 \pm 0,08 ^a
	nur VT	100	681 \pm 23,60 ^a	298 \pm 15,44 ^a	2,57 \pm 0,08

Tab. 17: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim Mittagessen an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Energieaufnahme beim Frühstück** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED=Energiedichte, VT=Verzehrstage, M=Mittagessen; nur VT: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

M		VT	Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Tage	100	523 \pm 37,14	378 \pm 19,95	1,36 \pm 0,08
	nur VT	94	556 \pm 36,91	403 \pm 18,61	1,45 \pm 0,07
r2	alle Tage	100	528 \pm 33,30	417 \pm 24,51	1,29 \pm 0,07
	nur VT	95	556 \pm 32,63	439 \pm 23,74	1,36 \pm 0,07
r3	alle Tage	100	531 \pm 35,99	395 \pm 24,63	1,40 \pm 0,08
	nur VT	95	559 \pm 35,63	416 \pm 24,09	1,48 \pm 0,08
r4	alle Tage	100	564 \pm 30,39	407 \pm 21,22	1,48 \pm 0,07
	nur VT	97	582 \pm 29,60	420 \pm 20,59	1,53 \pm 0,07
r5	alle Tage	100	545 \pm 32,68	399 \pm 22,09	1,45 \pm 0,08
	nur VT	97	561 \pm 32,20	412 \pm 21,58	1,50 \pm 0,08
r6	alle Tage	100	509 \pm 27,69	398 \pm 20,11	1,28 \pm 0,06
	nur VT	95	536 \pm 26,41	419 \pm 18,83	1,35 \pm 0,05
r7	alle Tage	100	509 \pm 27,88	366 \pm 19,29	1,48 \pm 0,08 *
	nur VT	96	530 \pm 26,93	381 \pm 18,51	1,54 \pm 0,07
r8	alle Tage	100	536 \pm 28,40	412 \pm 21,32	1,38 \pm 0,07
	nur VT	97	552 \pm 27,61	425 \pm 20,66	1,43 \pm 0,06
r9	alle Tage	100	494 \pm 27,79	371 \pm 21,87	1,50 \pm 0,09
	nur VT	96	515 \pm 26,96	387 \pm 21,36	1,56 \pm 0,09
r10	alle Tage	100	523 \pm 25,89	395 \pm 19,83	1,44 \pm 0,07
	nur VT	98	533 \pm 25,29	403 \pm 19,39	1,47 \pm 0,07
r11	alle Tage	100	500 \pm 30,37	387 \pm 23,20	1,26 \pm 0,08
	nur VT	89	562 \pm 27,77	435 \pm 21,06	1,42 \pm 0,07
r12	alle Tage	100	504 \pm 26,84	385 \pm 21,22	1,39 \pm 0,09
	nur VT	94	536 \pm 25,10	410 \pm 20,04	1,47 \pm 0,08
r13	alle Tage	100	509 \pm 25,00	386 \pm 22,80	1,54 \pm 0,10
	nur VT	96	530 \pm 23,67	402 \pm 22,28	1,60 \pm 0,10
r14	alle Tage	100	483 \pm 33,67	363 \pm 24,95	1,24 \pm 0,09 *
	nur VT	83	582 \pm 30,77	438 \pm 22,54	1,49 \pm 0,09

Tab. 18: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer beim **Abendessen** an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Energieaufnahme beim Frühstück** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED=Energiedichte, VT=Verzehrstage, A=Abendessen; nur VT: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

A		VT	Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Tage	100	489 \pm 34,07	303 \pm 20,84	1,78 \pm 0,09
	nur VT	96	509 \pm 33,92	315 \pm 20,72	1,85 \pm 0,09
r2	alle Tage	100	498 \pm 29,38	310 \pm 19,09	1,82 \pm 0,09
	nur VT	98	509 \pm 29,08	316 \pm 18,95	1,86 \pm 0,09
r3	alle Tage	100	457 \pm 28,88	294 \pm 20,10	1,65 \pm 0,09
	nur VT	92	497 \pm 27,74	319 \pm 19,70	1,80 \pm 0,08
r4	alle Tage	100	537 \pm 29,19 *	329 \pm 19,31	1,78 \pm 0,08
	nur VT	96	560 \pm 28,16	343 \pm 18,84	1,85 \pm 0,08
r5	alle Tage	100	490 \pm 28,91	308 \pm 20,34	1,73 \pm 0,09
	nur VT	95	515 \pm 28,02	324 \pm 20,07	1,82 \pm 0,09
r6	alle Tage	100	484 \pm 27,39	298 \pm 17,52	1,77 \pm 0,09
	nur VT	96	504 \pm 26,59	310 \pm 17,11	1,84 \pm 0,08
r7	alle Tage	100	485 \pm 27,40	297 \pm 18,53	1,74 \pm 0,09
	nur VT	95	510 \pm 26,33	313 \pm 18,13	1,83 \pm 0,08
r8	alle Tage	100	493 \pm 25,85	317 \pm 19,10	1,83 \pm 0,10
	nur VT	99	498 \pm 25,62	321 \pm 19,02	1,85 \pm 0,09
r9	alle Tage	100	502 \pm 28,15	319 \pm 20,53	1,82 \pm 0,08
	nur VT	99	507 \pm 27,97	322 \pm 20,48	1,83 \pm 0,08
r10	alle Tage	100	518 \pm 34,23	315 \pm 19,58	1,65 \pm 0,09
	nur VT	93	557 \pm 33,46	339 \pm 18,87	1,78 \pm 0,08
r11	alle Tage	100	534 \pm 30,64	316 \pm 20,24	1,96 \pm 0,17
	nur VT	97	550 \pm 30,06	325 \pm 20,06	2,02 \pm 0,17
r12	alle Tage	100	516 \pm 29,26	335 \pm 20,66	1,72 \pm 0,08
	nur VT	99	521 \pm 29,09	338 \pm 20,59	1,74 \pm 0,08
r13	alle Tage	100	559 \pm 35,76	354 \pm 22,67	1,66 \pm 0,08
	nur VT	95	588 \pm 35,13 ^a	373 \pm 22,27	1,75 \pm 0,08
r14	alle Tage	100	506 \pm 29,42	324 \pm 18,22	1,67 \pm 0,09
	nur VT	96	527 \pm 28,69	338 \pm 17,67	1,74 \pm 0,09

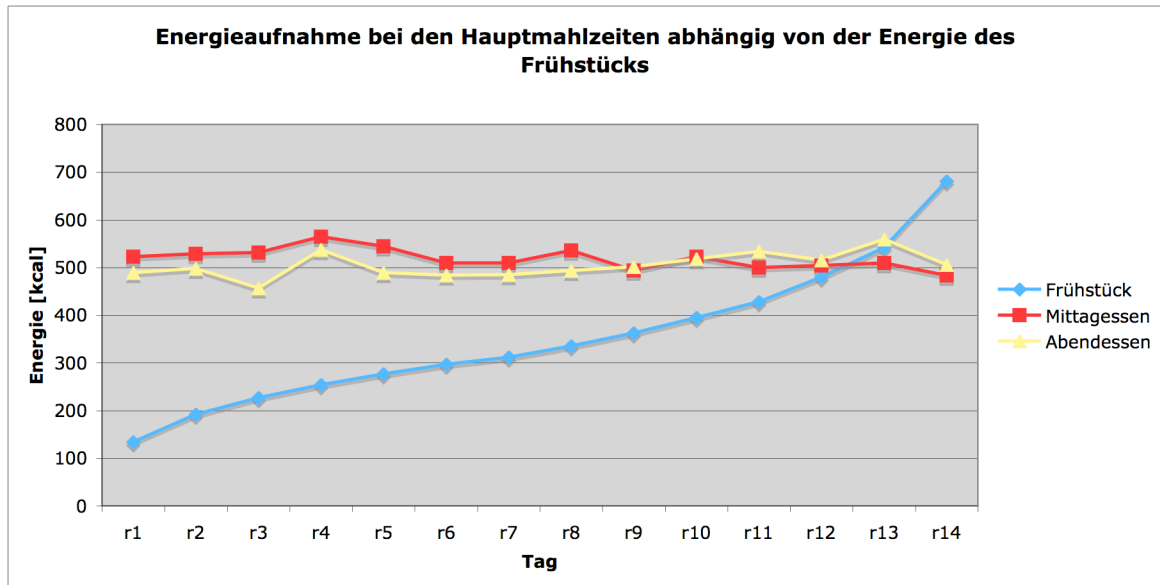


Abb. 18: Energieaufnahme bei den Hauptmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

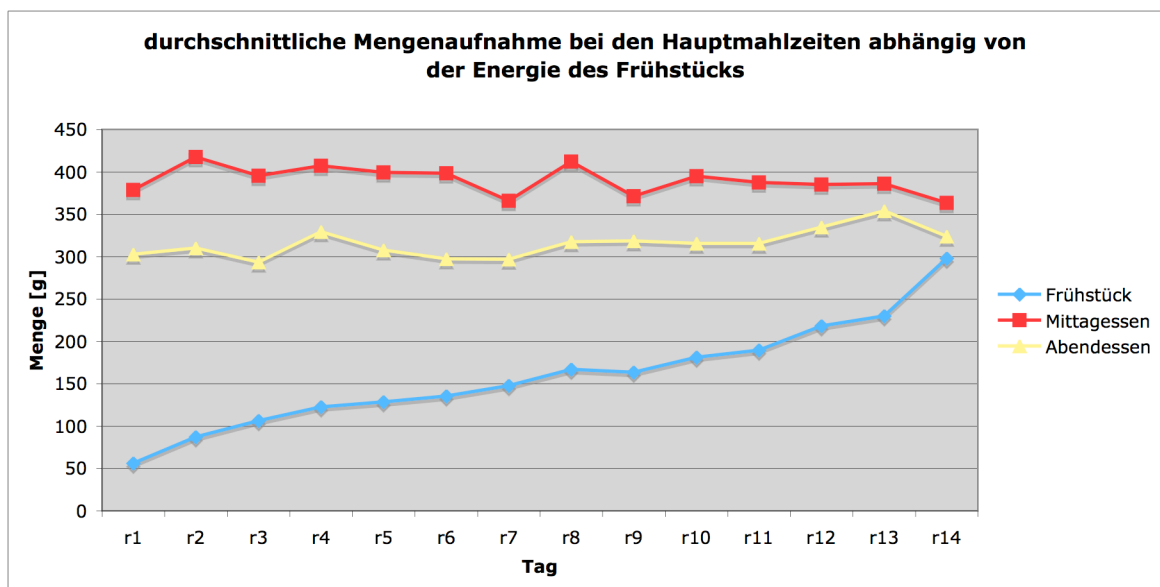


Abb. 19: Mengenaufnahme bei den Hauptmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

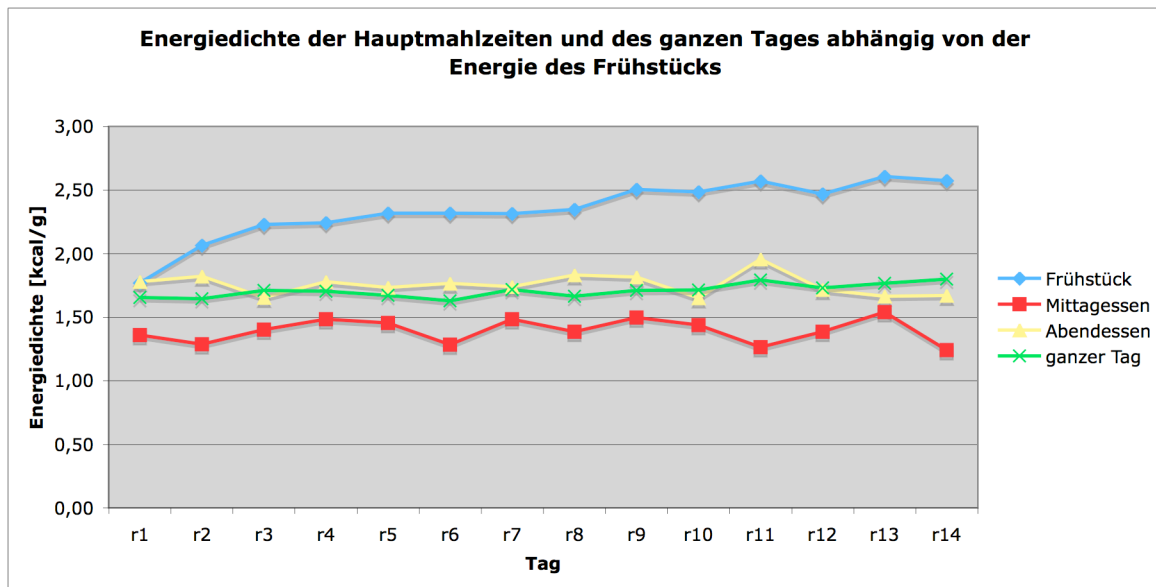


Abb. 20: Energiedichte der Hauptmahlzeiten und des ganzen Tages, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

3.8.5. Zwischenmahlzeiten

Betrachtet man die Energieaufnahme bei der ersten Zwischenmahlzeit (derjenigen, die dem Frühstück direkt folgt), so kann weder eine geringere noch eine höhere Energieaufnahme an den Tagen mit hochkalorischem Frühstück verzeichnet werden. Allerdings fällt auf, dass an letzteren Tagen eine geringere Anzahl an Teilnehmern die erste Zwischenmahlzeit wahrnimmt. Die leicht sinkende Tendenz der Energie an allen protokollierten Tagen liegt an den niedrigen Werten (= 0) der nicht abgehaltenen Mahlzeiten, die in die Mittelwertberechnung mit eingehen. Zudem kann keine Verminderung der Menge an den tatsächlichen Verzehrstagen beobachtet werden. Ebenso bleibt die Energiedichte der auf das Frühstück folgenden Zwischenmahlzeit unbeeinflusst von der Höhe der Energieaufnahme beim Frühstück (Tab. 19).

Die zweite und dritte Zwischenmahlzeit verändern sich hinsichtlich der Energie, der Menge und der Energiedichte unabhängig von der Energieaufnahme beim Frühstück. Im Gegensatz zur ersten Zwischenmahlzeit ändert sich die Zahl der Personen, die diese beiden Zwischenmahlzeiten abhält, nicht von Tag r14 gegenüber Tag r1 (Tab. 20+21).

Das heißt, dass ein großes Frühstück nicht durch eine Verminderung der Energieaufnahme bei der ersten Zwischenmahlzeit ausgeglichen wird. Beim Versuch, die gesamte Energieaufnahme des Tages nach einem großen Frühstück jedoch nicht zu erhöhen, wird, wie bei einigen Teilnehmern beobachtet, die erste Zwischenmahlzeit ausgelassen.

Tab. 19: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der **1. ZWM** an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Energieaufnahme beim Frühstück** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED=Energiedichte, VT=Verzehrstage, Z1=1. Zwischenmahlzeit; nur VT: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

Z1		VT	Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Tage	100	133 \pm 23,38	78 \pm 13,46	1,07 \pm 0,15
	nur VT	48	277 \pm 39,35	163 \pm 22,42	2,24 \pm 0,19
r2	alle Tage	100	138 \pm 20,03	86 \pm 13,40	1,10 \pm 0,15
	nur VT	48	288 \pm 29,03	180 \pm 20,75	2,30 \pm 0,21
r3	alle Tage	100	164 \pm 22,12	99 \pm 12,54	1,29 \pm 0,16
	nur VT	58	282 \pm 29,65	171 \pm 16,00	2,23 \pm 0,20
r4	alle Tage	100	133 \pm 17,32	90 \pm 11,94	1,05 \pm 0,13
	nur VT	55	241 \pm 22,70	164 \pm 15,84	1,91 \pm 0,17
r5	alle Tage	100	140 \pm 20,42	86 \pm 12,28	0,97 \pm 0,13
	nur VT	50	280 \pm 29,76	171 \pm 17,60	1,94 \pm 0,16
r6	alle Tage	100	137 \pm 17,70	85 \pm 11,43	1,22 \pm 0,16
	nur VT	55	249 \pm 23,01	154 \pm 15,43	2,22 \pm 0,20
r7	alle Tage	100	122 \pm 16,91	85 \pm 12,32	1,03 \pm 0,15
	nur VT	49	249 \pm 23,28	173 \pm 17,94	2,11 \pm 0,22
r8	alle Tage	100	119 \pm 18,06	71 \pm 11,22	0,96 \pm 0,14
	nur VT	44	270 \pm 27,52 *	161 \pm 17,88	2,18 \pm 0,22
r9	alle Tage	100	107 \pm 17,59	68 \pm 10,65	0,87 \pm 0,14
	nur VT	43	250 \pm 29,13	158 \pm 16,85	2,03 \pm 0,23
r10	alle Tage	100	114 \pm 18,27	81 \pm 12,45	0,78 \pm 0,12
	nur VT	45	253 \pm 29,44	181 \pm 19,12	1,72 \pm 0,19 ^a
r11	alle Tage	100	88 \pm 15,68	53 \pm 9,21 *	0,93 \pm 0,15
	nur VT	39	226 \pm 28,66	136 \pm 16,45	2,40 \pm 0,24
r12	alle Tage	100	110 \pm 16,66	69 \pm 10,16	0,88 \pm 0,13
	nur VT	44	250 \pm 25,27	157 \pm 14,77	2,00 \pm 0,19
r13	alle Tage	100	86 \pm 17,79	74 \pm 14,14	0,60 \pm 0,11 ^a
	nur VT	37	232 \pm 37,51	199 \pm 28,14	1,61 \pm 0,21
r14	alle Tage	100	90 \pm 16,68	56 \pm 11,26	0,76 \pm 0,14
	nur VT	34	264 \pm 32,62	164 \pm 24,15	2,24 \pm 0,25

Tab. 20: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der 2. ZWM an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Energieaufnahme beim Frühstück** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, ^a= vs. Tag r1; ED=Energiedichte, VT=Verzehrstage, 2. Zwischenmahlzeit; nur VT: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

Z2		VT	Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Tage	100	190 \pm 19,77	100 \pm 11,83	1,60 \pm 0,17
	nur VT	66	288 \pm 21,66	152 \pm 14,23	2,42 \pm 0,19
r2	alle Tage	100	192 \pm 23,05	84 \pm 10,39	1,72 \pm 0,18
	nur VT	59	326 \pm 28,03	142 \pm 13,04	2,91 \pm 0,20
r3	alle Tage	100	203 \pm 22,53	90 \pm 9,69	1,87 \pm 0,18
	nur VT	66	308 \pm 25,98	136 \pm 10,94	2,84 \pm 0,17
r4	alle Tage	100	180 \pm 21,48	81 \pm 11,39	1,95 \pm 0,20
	nur VT	61	295 \pm 26,12	133 \pm 15,35	3,20 \pm 0,20 ^a
r5	alle Tage	100	182 \pm 22,73	91 \pm 13,17	1,59 \pm 0,18
	nur VT	56	325 \pm 28,58	163 \pm 18,60	2,83 \pm 0,21
r6	alle Tage	100	177 \pm 21,65	86 \pm 9,29	1,75 \pm 0,18
	nur VT	67	264 \pm 26,49	129 \pm 10,50 [*]	2,62 \pm 0,20
r7	alle Tage	100	197 \pm 22,35	97 \pm 12,56	1,79 \pm 0,19
	nur VT	65	304 \pm 26,16	150 \pm 15,89	2,75 \pm 0,20
r8	alle Tage	100	236 \pm 26,29	112 \pm 14,04	1,77 \pm 0,17
	nur VT	66	358 \pm 30,41	170 \pm 17,43	2,68 \pm 0,17
r9	alle Tage	100	166 \pm 19,36 [*]	76 \pm 10,97 [*]	1,65 \pm 0,18
	nur VT	58	286 \pm 22,82	131 \pm 15,27	2,84 \pm 0,19
r10	alle Tage	100	191 \pm 22,62	83 \pm 10,68	1,83 \pm 0,18
	nur VT	62	308 \pm 27,34	134 \pm 13,68	2,96 \pm 0,19
r11	alle Tage	100	202 \pm 24,48	94 \pm 11,66	1,67 \pm 0,18
	nur VT	60	337 \pm 30,13	157 \pm 14,60	2,78 \pm 0,19
r12	alle Tage	100	223 \pm 23,44	95 \pm 10,76	2,03 \pm 0,18 ^a
	nur VT	68	328 \pm 26,10	140 \pm 12,56	2,99 \pm 0,18
r13	alle Tage	100	184 \pm 22,46	87 \pm 11,33	1,68 \pm 0,17
	nur VT	63	292 \pm 27,77	139 \pm 14,51	2,67 \pm 0,18
r14	alle Tage	100	220 \pm 23,52	101 \pm 10,96	1,85 \pm 0,18
	nur VT	66	333 \pm 26,40	153 \pm 12,47	2,80 \pm 0,19

Tab. 21: Energieaufnahme, Menge und Energiedichte der 100 Teilnehmer bei der **3. ZWM** an je 14 Tagen, **sortiert** vom Tag mit der niedrigsten **Energieaufnahme beim Frühstück** jedes Teilnehmers zum Tag mit der höchsten Energieaufnahme beim Frühstück (Mittelwert \pm SEM). Signifikanter Unterschied, wenn $p < 0,05$; *=vs. Vortag, a= vs. Tag r1; ED=Energiedichte, VT=Verzehrstage, Z3=3. Zwischenmahlzeit; nur VT: nur Mahlzeiten berechnet, wenn Menge ≥ 0 ; alle Tage: jede Mahlzeit geht in Mittelwert ein, auch wenn Menge = 0

Z3		VT	Energie [kcal]	Menge [g]	ED [kcal/g]
r1	alle Tage	100	85 \pm 14,73	52 \pm 9,07	1,05 \pm 0,17
	nur VT	42	203 \pm 25,74	124 \pm 16,00	2,50 \pm 0,28
r2	alle Tage	100	94 \pm 15,32	47 \pm 8,13	1,19 \pm 0,18
	nur VT	43	219 \pm 25,17	110 \pm 14,03	2,78 \pm 0,29
r3	alle Tage	100	74 \pm 13,16	49 \pm 8,31	0,82 \pm 0,14 *
	nur VT	38	194 \pm 24,35	129 \pm 14,48	2,15 \pm 0,26
r4	alle Tage	100	100 \pm 22,81	36 \pm 8,28	1,24 \pm 0,19
	nur VT	36	274 \pm 51,39	101 \pm 18,77	3,43 \pm 0,27 *
r5	alle Tage	100	84 \pm 16,28	45 \pm 9,69	1,12 \pm 0,19
	nur VT	35	240 \pm 33,26	129 \pm 21,51 *	3,19 \pm 0,30
r6	alle Tage	100	60 \pm 10,56	43 \pm 9,06	0,94 \pm 0,17
	nur VT	36	167 \pm 19,15	121 \pm 19,46	2,60 \pm 0,32
r7	alle Tage	100	99 \pm 16,92 *	55 \pm 9,63	1,25 \pm 0,20
	nur VT	42	237 \pm 29,22	131 \pm 17,05	2,98 \pm 0,31
r8	alle Tage	100	101 \pm 19,07	51 \pm 8,92	1,05 \pm 0,17
	nur VT	40	253 \pm 36,41	127 \pm 16,03	2,62 \pm 0,27
r9	alle Tage	100	97 \pm 16,40	53 \pm 9,27	1,14 \pm 0,19
	nur VT	40	242 \pm 28,41	133 \pm 16,54	2,86 \pm 0,31 *
r10	alle Tage	100	88 \pm 13,12	58 \pm 10,30	1,17 \pm 0,18
	nur VT	45	195 \pm 19,65	128 \pm 18,07	2,60 \pm 0,26
r11	alle Tage	100	106 \pm 16,87	48 \pm 8,12	1,22 \pm 0,18
	nur VT	41	259 \pm 27,05	116 \pm 13,87	2,98 \pm 0,25
r12	alle Tage	100	81 \pm 14,76	43 \pm 8,80	1,16 \pm 0,18
	nur VT	40	202 \pm 27,44	108 \pm 17,66	2,90 \pm 0,28
r13	alle Tage	100	115 \pm 17,18	52 \pm 8,69	1,46 \pm 0,20
	nur VT	45	256 \pm 25,58	114 \pm 14,40	3,25 \pm 0,27
r14	alle Tage	100	111 \pm 17,76	57 \pm 10,41	1,16 \pm 0,18
	nur VT	40	279 \pm 28,41 ^a	143 \pm 19,36	2,90 \pm 0,28

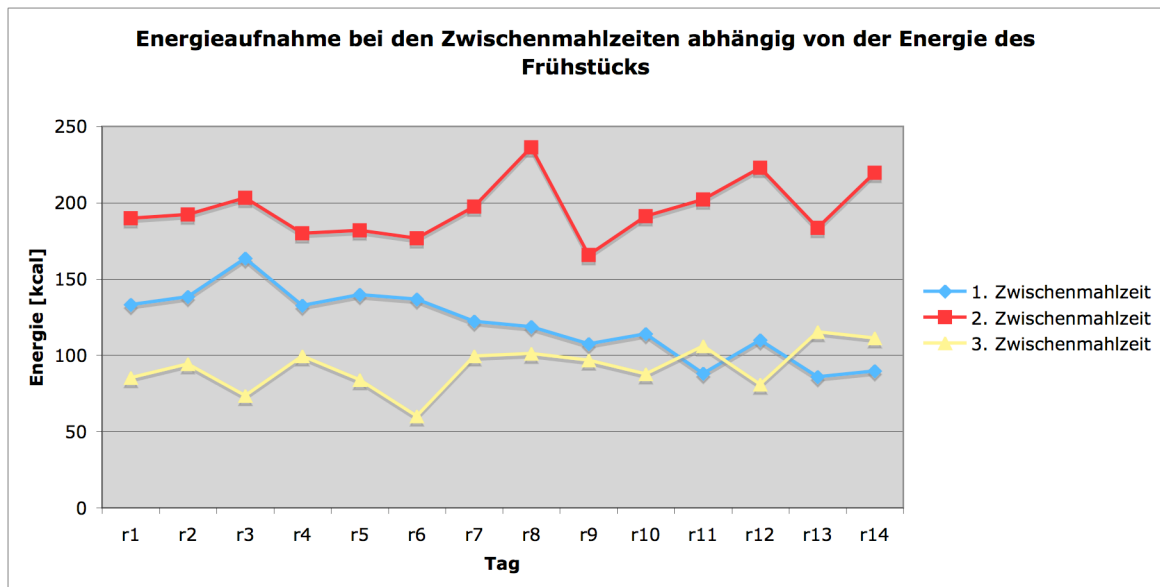


Abb. 21: Energieaufnahme bei den Zwischenmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

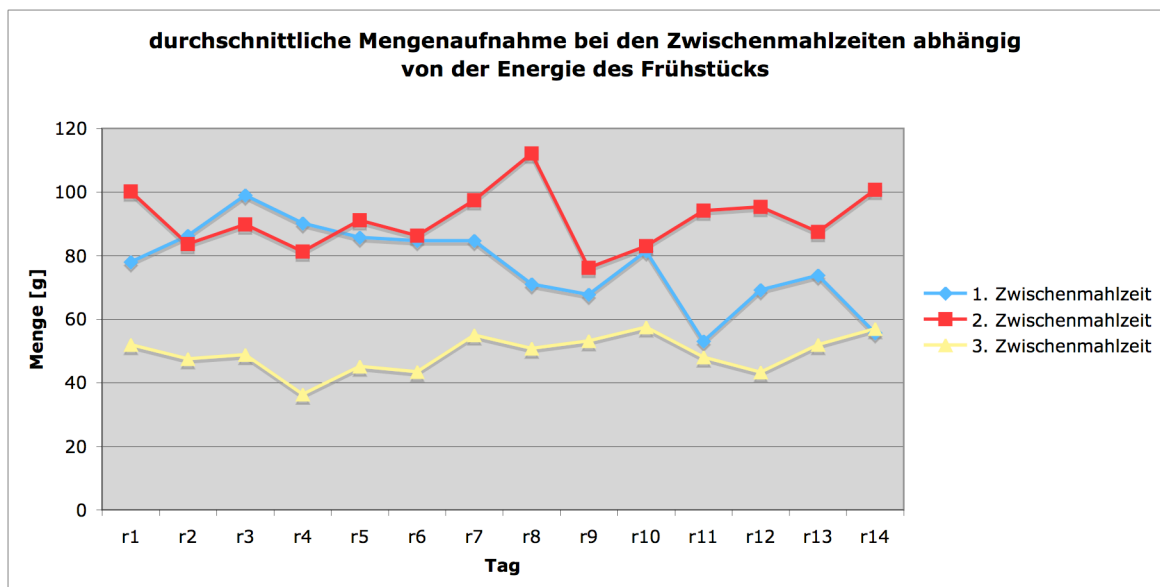


Abb. 22: Mengenaufnahme bei den Zwischenmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

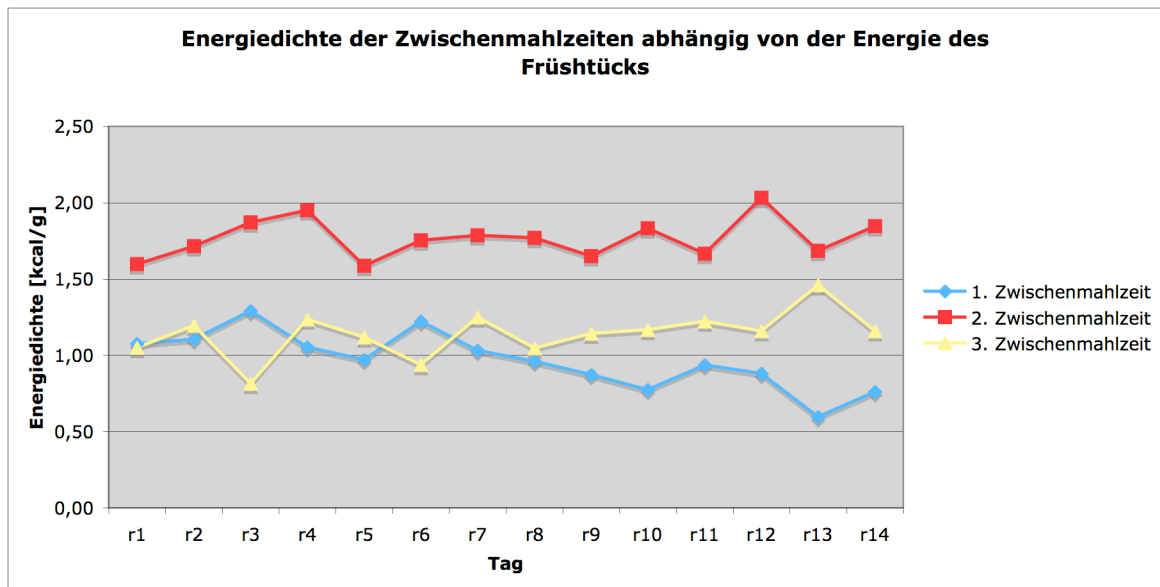


Abb. 23: Energiedichte der Zwischenmahlzeiten, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

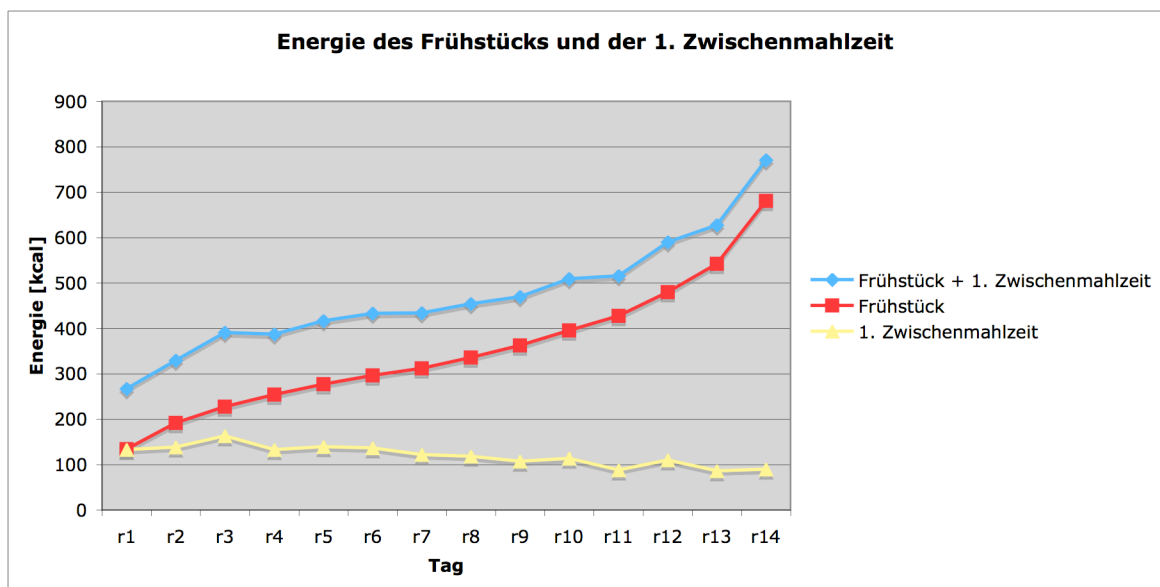


Abb. 24: Energieaufnahme beim Frühstück und der ersten Zwischenmahlzeit und Summe aus Energie des Frühstücks und Energie der ersten Zwischenmahlzeit, aufsteigend sortiert vom Tag mit der geringsten Energieaufnahme beim Frühstück zum Tag mit der höchsten.

3.9. Makronährstoffe

In der Tabelle 22 werden die Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß, Fett und Ballaststoffe dargestellt. Dabei wurden sowohl die Summe des ganzen Tages, als auch die Werte der sechs Mahlzeiten einzeln aufgelistet. Zu Kohlenhydraten, Eiweiß und Fett wurde jeweils die absolute Menge in Gramm angegeben. Zusätzlich dazu wurden für die

eben genannten Parameter die Grammprozent, das heißt der prozentuale Mengenanteil eines Makronährstoffes an der Gesamtmenge der jeweiligen Mahlzeit, und die Kilokalorienprozent, das entspricht dem prozentualen Anteil der Menge eines Makronährstoffes an der Gesamtkalorienzahl der jeweiligen Mahlzeit, berechnet. Bei den Ballaststoffen wurde aufgrund der geringen Menge nur die Menge in Gramm angegeben. In diese Betrachtung gingen die Durchschnittswerte aller Mahlzeiten ein, das heißt auch übersprungene Mahlzeiten gingen (mit einer Null) in die Berechnung mit ein. Deshalb muss bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden, dass Zwischenmahlzeiten seltener abgehalten werden als die Hauptmahlzeiten und daher die Werte der Zwischenmahlzeiten rechnerisch niedriger werden. Aus diesem Grund kann eine Interpretation über die Fetthaltigkeit oder den Kohlenhydrat- und Eiweißanteil der Zwischenmahlzeiten nur bedingt zugelassen werden.

3.9.1. Absolute Werte

An einem Tag wurden im Durchschnitt 205,1 g Kohlenhydrate, 67,1 g Eiweiß, 75,4 g Fett und 17,7 g Ballaststoffe verzehrt (Tab. 22).

Die absolute Menge der Kohlenhydrate ist beim Mittagessen mit 53,4 g am größten, gefolgt vom Frühstück mit nur ca. 4 g weniger. Eiweiß wird ebenso absolut am meisten beim Mittagessen aufgenommen (24,3 g), gefolgt vom Abendessen. Die absolute Fettaufnahme ist beim Abendessen mit 23,7 g am höchsten. Das entspricht ca. einem Drittel der Fettaufnahme des Tages. Die Ballaststoffe werden vor allem zum Mittag- und Abendessen aufgenommen (jeweils ca. 5 g). Bei der absoluten Betrachtung der Makronährstoffe muss natürlich die größere Nahrungsaufnahme bei den Hauptmahlzeiten im Vergleich zu der mengenmäßig niedrigen Nahrungsaufnahme zu den Zwischenmahlzeiten berücksichtigt werden (Tab. 22).

Deshalb wird im Folgenden der prozentuale Anteil der Makronährstoffe an der Menge und der Energie der jeweiligen Mahlzeit betrachtet.

3.9.2. Prozentualer Anteil an Menge und Energie

Evaluiert man die Gesamtmenge des Tages, so fällt auf, dass der größte Anteil an der Gesamtmenge und –energie die Kohlenhydrate sind, deren Anteil 19,6% bzw. 46,2% beträgt. Auffällig ist hier, dass der Anteil des Fettes an der Menge zwar nur wenig höher ist als der Anteil des Eiweißes (die Differenz ist ca. 1%), der Anteil des Fettes an der

Gesamtenergie des Tages ist jedoch ca. 22% höher als der Anteil des Eiweißes an ebendieser (Tab. 22).

Tab.22

Durchschnittlicher täglicher Anteil an **Makronährstoffen** und Anteil der Makronährstoffe bei den jeweiligen Mahlzeiten auf Basis von 1400 Ernährungsprotokollen. (MW \pm SEM); KH=Kohlenhydrate; EW=Eiweiß; Bst=Ballaststoffe; F=Frühstück, Z1=1. Zwischenmahlzeit, M=Mittagessen, Z2=2. Zwischenmahlzeit, A=Abendessen, Z3=3. Zwischenmahlzeit; g%: Anteil der Menge [g] des jeweiligen Makronährstoffs an der Gesamtmenge [g] der jeweiligen Mahlzeit; kcal%: Anteil der Energie [kcal] des jeweiligen Makronährstoffs an der Gesamtenergie [kcal] der jeweiligen Mahlzeit

	KH		EW	
	g	g%	g	kcal%
ganzer Tag	205,1 \pm 2,12	19,6 \pm 0,17	67,1 \pm 0,73	15,3 \pm 0,12
F	49,2 \pm 0,79	33,7 \pm 0,43	9,7 \pm 0,24	9,9 \pm 0,16
Z1	16,5 \pm 0,66	13,3 \pm 0,52	3,5 \pm 0,18	4,9 \pm 0,19
M	53,4 \pm 0,98	14,9 \pm 0,30	24,3 \pm 0,47	18,2 \pm 0,28
Z2	25,6 \pm 0,79	22,6 \pm 0,62	4,0 \pm 0,16	5,0 \pm 0,15
A	48,8 \pm 1,00	17,2 \pm 0,31	23,1 \pm 0,44	17,8 \pm 0,26
Z3	11,5 \pm 0,56	14,0 \pm 0,62	2,5 \pm 0,16	4,1 \pm 0,18

	Fett		Bst	
	g	g%	g	kcal%
ganzer Tag	75,4 \pm 0,89	7,3 \pm 0,08	17,7 \pm 0,25	
F	12,6 \pm 0,30	8,4 \pm 0,17	4,0 \pm 0,10	
Z1	4,3 \pm 0,24	3,7 \pm 0,21	1,5 \pm 0,07	
M	22,5 \pm 0,48	6,0 \pm 0,13	5,0 \pm 0,11	
Z2	8,4 \pm 0,31	8,0 \pm 0,28	1,6 \pm 0,06	
A	23,7 \pm 0,47	8,4 \pm 0,18	4,9 \pm 0,12	
Z3	3,9 \pm 0,25	5,2 \pm 0,30	0,8 \pm 0,05	

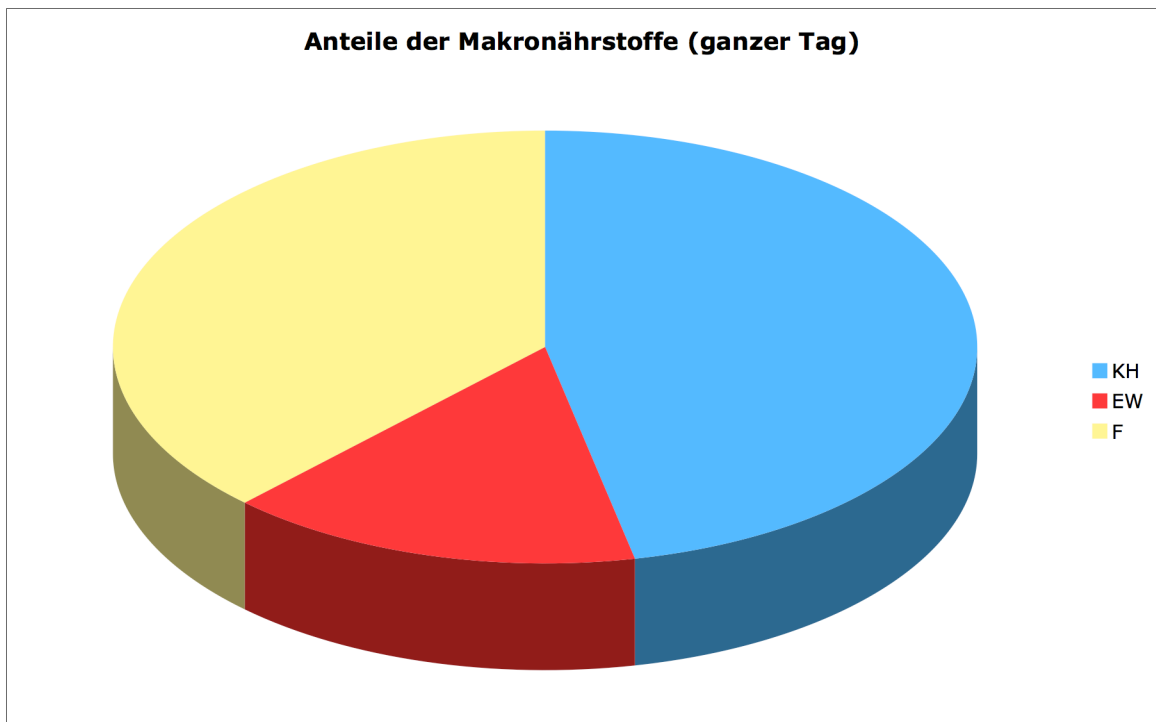


Abb. 25: Anteile der Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß und Fett an den täglich verzehrten Lebensmitteln der 100 Teilnehmer. (KH=Kohlenhydrate, EW=Eiweiß, F=Fett).

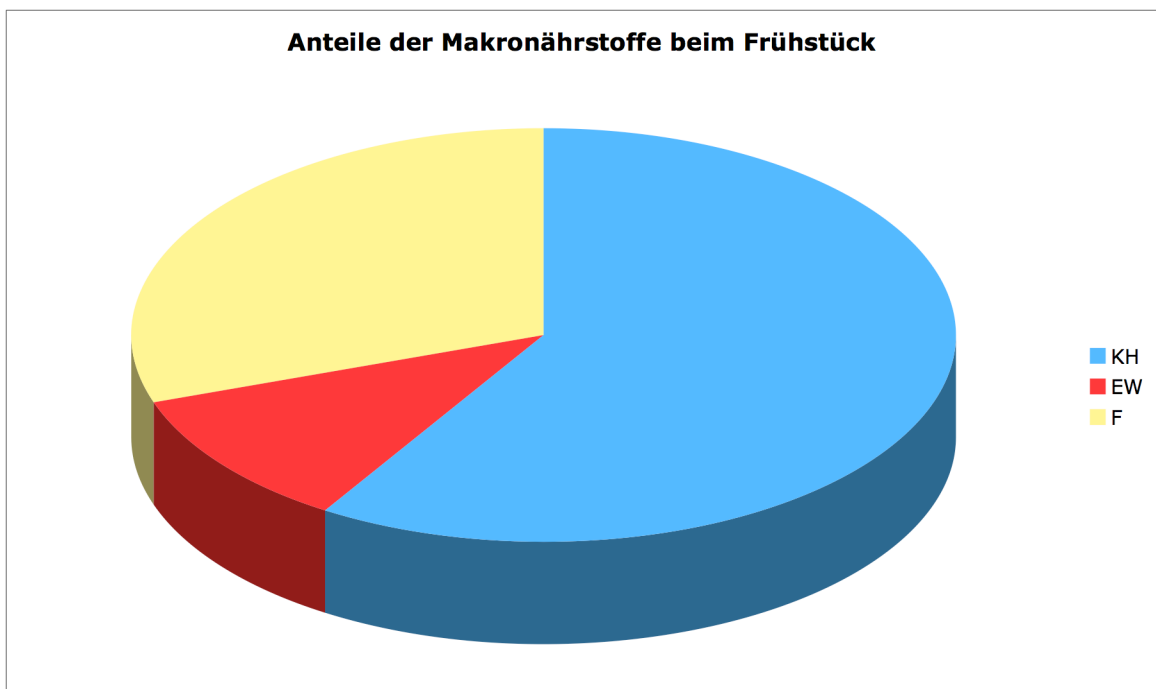


Abb. 26: Anteile der Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß und Fett beim Frühstück. (KH=Kohlenhydrate, EW=Eiweiß, F=Fett).

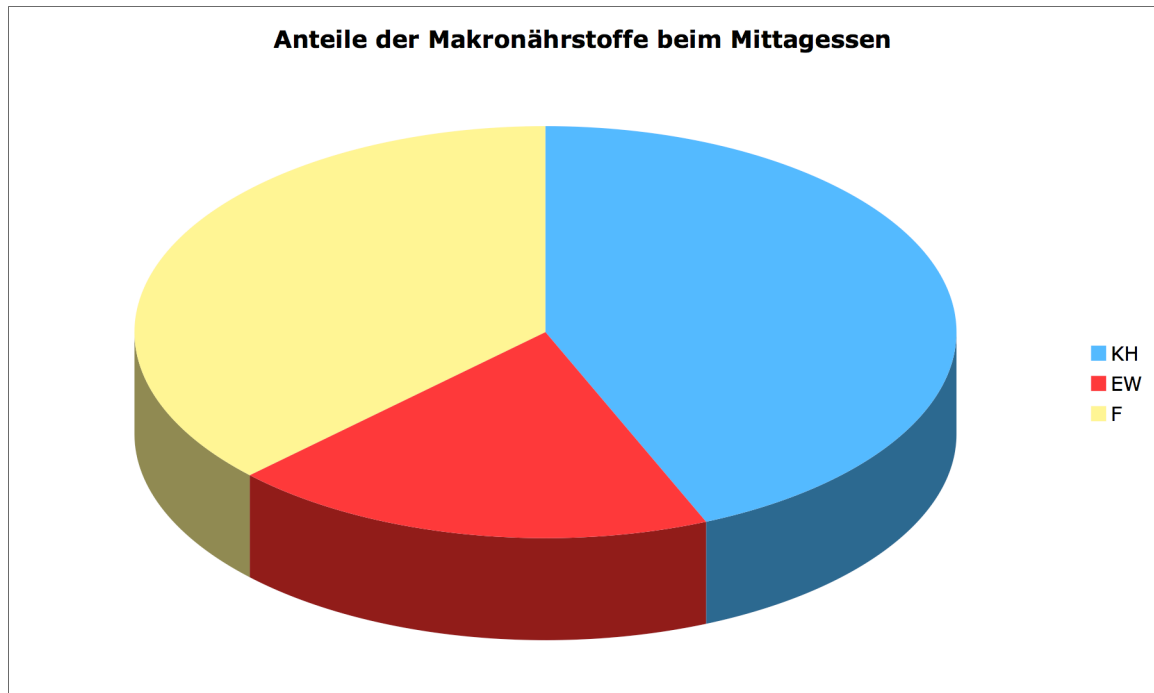


Abb. 27: Anteile der Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß und Fett beim Mittagessen.
(KH=Kohlenhydrate, EW=Eiweiß, F=Fett).

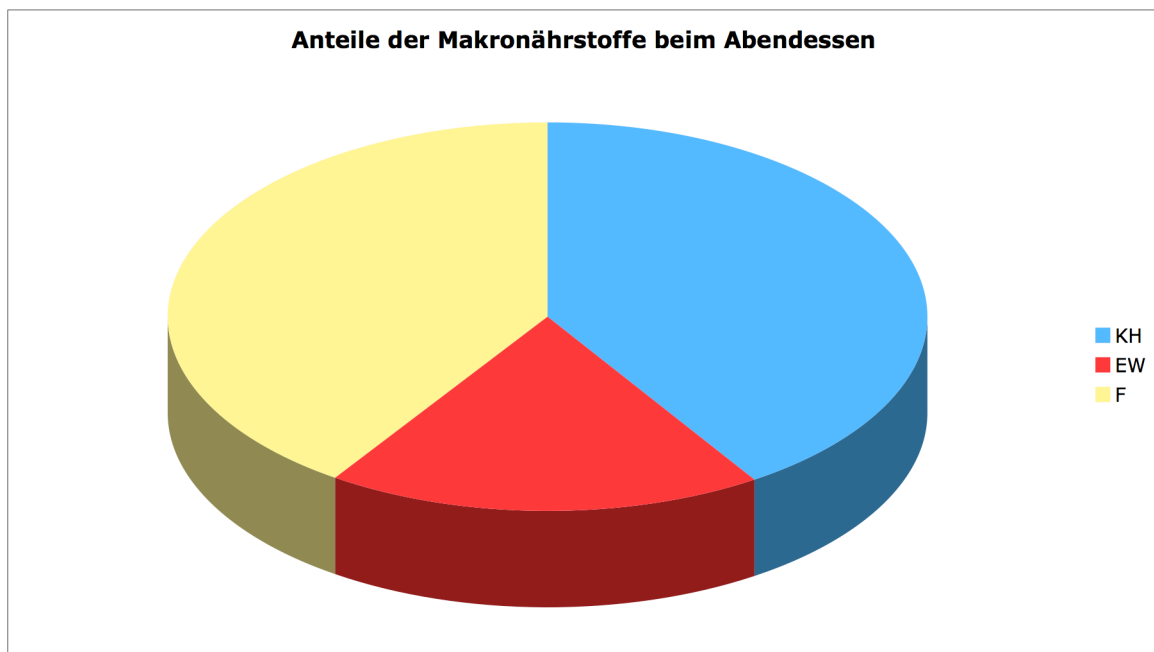


Abb. 28: Anteile der Makronährstoffe Kohlenhydrate, Eiweiß und Fett beim Abendessen.
(KH=Kohlenhydrate, EW=Eiweiß, F=Fett).

- Kohlenhydrate

Insgesamt beträgt der Anteil der Kohlenhydrate an der Menge 19,6% und der Anteil an der Energie 46,2% pro Tag. Die Kohlenhydrate haben den größten Anteil an der Menge beim Frühstück (ca. 34%) und der zweiten Zwischenmahlzeit (22,6%), gefolgt von der dritten Zwischenmahlzeit. Den größten Anteil an der Energie haben die Kohlenhydrate beim Frühstück mit 54,6%, gefolgt von Mittag- und Abendessen (Tab. 22).

- Eiweiß

6,4% der Menge und 15,3% der Energie besteht pro Tag aus Eiweiß. Die Mahlzeit mit dem größten Anteil an Eiweiß an der Gesamtmenge ist das Abendessen mit 7,6%. Der Eiweißanteil an der Gesamtmenge entspricht bei Frühstück und Mittagessen ungefähr dem Tagesdurchschnitt, bei den Zwischenmahlzeiten ist der Eiweißanteil mit ca. 3% niedriger. Berechnet man den Anteil des Eiweißes an der Energie der jeweiligen Mahlzeit, so wird prozentual am meisten Eiweiß beim Mittagessen (18,2%) aufgenommen, gefolgt vom Abendessen mit 17,8%. Die Mahlzeit mit dem geringsten Eiweißanteil an der Energie ist die dritte Zwischenmahlzeit. Bei dieser beträgt er nur 4,1%. Beim Frühstück und den Zwischenmahlzeiten ist der Eiweißanteil mit 4-10% niedriger als der Tagesdurchschnitt, der 15,3% ausmacht (Tab. 22).

- Fett

Der Mengenanteil des Fettes fällt beim Frühstück und beim Abendessen am höchsten (8,4%) aus, gefolgt von der zweiten Zwischenmahlzeit (8%). Die erste Zwischenmahlzeit ist die fettärmste Mahlzeit, wenn man den Anteil an der Menge (in Gramm) betrachtet. Berechnet man allerdings den Anteil des Fettes an der Energie der Mahlzeit (also an den Kilokalorien), so fällt auf, dass die Zwischenmahlzeiten die fettärmsten Mahlzeiten des Tages sind (ca. 13-22%). Das Abendessen liegt als einzige Mahlzeit über dem Tagesdurchschnitt, der 37,5% beträgt (Tab. 22).

- Ballaststoffe

Insgesamt wurden am Tag 17,7 g Ballaststoffe aufgenommen, die meisten davon beim Mittag- und Abendessen (ca. 5%), die wenigsten bei den Zwischenmahlzeiten (ca. 1%). Hier muss aber wiederum die größere Verzehrsmenge bei den Hauptmahlzeiten im Gegensatz zu den Zwischenmahlzeiten berücksichtigt werden (Tab. 22).

Da der Ballaststoffanteil an der Menge sehr niedrig ist, wird auf die Darstellung verzichtet. Die Berechnung des Anteils der Ballaststoffe an der Energie ist irrelevant, da Ballaststoffe ausgeschieden werden ohne einen Beitrag zum Energiehaushalt des Körpers zu leisten.

4. Diskussion

In diesem Kapitel soll zum einen diese Studie mit der Nationalen Verzehrsstudie II (10), einer bevölkerungsrepräsentativen Studie für Deutschland, sowie einer vorher durchgeführten Studie mit adipösen Probanden (65, 67) verglichen werden, zum anderen sollen weitere Ergebnisse dieser Studie erklärt werden.

Die Problematik der Adipositas wurde bereits in einer Vielzahl von Studien untersucht. Adipositas ist ein Risikofaktor für viele Erkrankungen wie zum Beispiel koronare Herzkrankheit, Schlaganfall, Diabetes mellitus Typ 2 und gehört zum Bild des metabolischen Syndroms. Es stellt sich die Frage, welche Methoden zur Prävention und Therapie eingesetzt werden können. Als Ziel sollte aus medizinischer Sicht vor allem die langfristige Gewichtsabnahme verfolgt werden, um chronische Folgeschäden zu vermeiden, die erst nach vielen Jahren entstehen.

Es wurden schon viele Studien durchgeführt, mit dem Ziel, die Entstehung von Adipositas zu erklären, Die Ursache für Übergewicht ist das Missverhältnis zwischen zu hoher Energieaufnahme und zu geringem Energieverbrauch. Besteht diese positive Energiebilanz über mehrere Jahre, so kann auch ein geringer täglicher Überschuss an Kilokalorien bereits mehrere Kilogramm Fettgewebe verursachen. Zum Beispiel verursacht eine positive Energiebilanz von 50 kcal pro Tag über ein Jahr 2,5 kg Fettgewebe. Bei vielen adipösen Patienten besteht sogar ein noch geringerer täglicher Überschuss an Kilokalorien und die Gewichtszunahme entsteht dadurch langsam über mehr als 10 Jahre hinweg.

Diese Arbeit soll das Ernährungsverhalten Normalgewichtiger (BMI 19-25) zeigen. Um einen Vergleich zu einer bereits bestehenden Arbeit mit adipösen Patienten zu ermöglichen, wurden die Probanden nach den gleichen Kriterien ausgesucht: das Alter sollte ca. zwischen 35 und 50 Jahren liegen und es sollten 66% der Teilnehmer weiblich sein.

4.1. Vergleich zur Nationalen Verzehrsstudie II

4.1.1. Vergleich der Methodik

In der kürzlich publizierten Nationalen Verzehrsstudie II (NVS), wurde unter anderem das Essverhalten in dieser Altersgruppe (35-50 Jahre) untersucht (10). Ein wesentlicher

Unterschied zwischen dieser Arbeit und der NVS besteht allerdings in der Datenerhebung. In letzterer erfolgte sie retrospektiv, das heißt die Teilnehmer wurden nachträglich über die Ernährungsgewohnheiten befragt. Diese Art der Befragung birgt das Risiko, dass nicht alle verzehrten Nahrungsmittel genannt werden. Ebenso können die verzehrten Mengen im Nachhinein nur abgeschätzt werden. Daraus resultiert eine Ungenauigkeit in der Erhebung der Daten. In dieser Arbeit wurden die Daten prospektiv erhoben. Die Probanden bekamen hierzu eine Liste, in die sie zeitnah die verzehrten Lebensmittel eintragen sollten, nachdem sie sie, sofern möglich, abgewogen hatten. So konnte die Menge genau erfasst werden und das Risiko, vor allem bei kleinen Zwischenmahlzeiten, sie zu vergessen wurde reduziert. Des Weiteren konnten in der NVS keine Tag-zu-Tag-Schwankungen untersucht werden, da die Daten nicht über mehrere aufeinander folgende Tage erhoben wurden. In dieser Arbeit wurden 14 aufeinander folgende Tage protokolliert, die chronologisch und nach verschiedenen Gesichtspunkten sortiert betrachtet wurden, um intraindividuelle Schwankungen zu erkennen. So wurden auch Verzehrshäufigkeiten bestimmter Nahrungsmittel aufgedeckt. Ein weiterer Unterschied dieser Arbeit zur Nationalen Verzehrsstudie besteht in der Auswahl der Probanden: in letzterer handelt es sich um ein Mischkollektiv hinsichtlich des Gewichts, da keine Unterscheidung in eine Gruppe Übergewichtiger (BMI > 25) und eine Gruppe Normalgewichtiger (BMI zwischen 19 und 25) erfolgte. In dieser Arbeit jedoch wurden nur Probanden untersucht, deren BMI im Normalbereich liegt.

Die Daten dieser Arbeit basieren auf Ernährungsprotokollen, die prospektiv in einer Gruppe erhoben wurden, die ungefähr der Altersgruppe 35-50 Jahre der NVS entsprechen. Daher werden diese Daten mit den Werten lediglich der genannten Altersgruppe verglichen. Das Personenkollektiv in der Gruppe vereint aber trotzdem nicht die gleichen demographischen Kriterien, da der Frauenanteil in dieser Arbeit 67% beträgt, in der Nationalen Verzehrsstudie dagegen 56%.

Die NVS ist repräsentativ für die Bevölkerung, im Gegensatz zu dieser Arbeit. Deshalb wurden die Ergebnisse der vorliegenden Erhebung mit denen des Alterskollektivs zwischen 35 und 50 Jahren der NVS verglichen.

4.1.2. Vergleich der Ergebnisse

In der NVS stellte sich heraus, dass die durchschnittliche tägliche Energieaufnahme bei Männern zwischen 35 und 50 Jahren 2640 kcal (inklusive Getränke) beträgt und bei Frauen in der gleichen Altersgruppe 1948 kcal (ebenfalls inklusive Getränke). In dieser

Studie wurden durchschnittlich mit Getränken 2064 kcal pro Tag verzehrt. Die Männer nahmen (mit Getränken) 2411 kcal pro Tag auf, die Frauen 1841 kcal. Diese Werte entsprechen auch denen anderer Studien (13, 32, 34, 37, 38, 42, 83).

Betrachtet man die Aufnahme der Makronährstoffe, fällt auf, dass die absolute Mengenaufnahme der Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße und Ballaststoffe, höher ist als die dieser Studie. Interessanter ist jedoch der prozentuale Anteil der Makronährstoffe an der Gesamtenergiemenge. In der NVS kann ein Kohlenhydratanteil von 45,1 % bei den Männern bzw. 48,0 % bei den Frauen berechnet werden. Der errechnete Wert dieser Studie beträgt 46,2 %. Der Fettanteil an den Mahlzeiten des ganzen Tages bei den männlichen Teilnehmern der NVS wird mit 36,2 % angegeben, der der Frauen mit 35,4 %. In dieser Arbeit wurde ein Fettanteil von 37,5 % im Durchschnitt (beide Geschlechter zusammen) ermittelt. Es bestehen zwischen den beiden Erhebungen also keine großen Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung. In der NVS werden die ermittelten Daten mit den D-A-CH-Referenzwerten verglichen. Es wurde festgestellt, dass der Kohlenhydratanteil im Vergleich zu diesen Referenzwerten zu niedrig ist (empfohlen über 50 %), der Fettanteil dagegen zu hoch (empfohlen unter 30 %). Dieses Ergebnis konnte in der hier durchgeführten Studie für ein Kollektiv aus Normalgewichtigen in der gleichen Altersgruppe bestätigt werden.

4.2. Vergleich zum Kollektiv der adipösen Patienten

Die durchschnittliche Nahrungsmenge einer Studie mit 280 übergewichtigen bzw. adipösen Patienten (65, 67) betrug 1084 g, die Energieaufnahme in Form von festen Nahrungsmitteln 1668 kcal pro Tag. Die tägliche Energiedichte ergibt somit im Durchschnitt 1,59 kcal/g. Zusätzlich dazu wurden 349 kcal pro Tag in Form von kalorienhaltigen Getränken aufgenommen. Beim normalgewichtigen Vergleichskollektiv dieser Arbeit konnte eine Tagesgesamtmenge von 1083 g festgestellt werden, also ein nahezu identischer Wert und eine durchschnittliche Energieaufnahme in Form von festen Nahrungsmitteln von 1783 kcal. Diese etwas höhere Energiemenge ist folglich durch die Auswahl energiedichterer Lebensmittel der Normalgewichtigen begründet (Energiedichte: 1,71 kcal/g). Die zusätzliche Energieaufnahme in Form von kalorienhaltigen Getränken liegt bei den Normalgewichtigen bei 282 kcal, also niedriger als diejenige der Übergewichtigen.

Die Beobachtung, dass die meiste Energie und Essensmenge des Tages beim Mittag- und Abendessen aufgenommen wird, gilt sowohl für das Kollektiv der Übergewichtigen als auch für das der Normalgewichtigen. Ebenso konnte bei den Normalgewichtigen bestätigt werden, dass die Menge des Abendessens geringer ist als die des Mittagessens, obwohl sich die Energie der beiden Mahlzeiten nicht signifikant voneinander unterscheidet. Dies wurde zuvor auch für die Übergewichtigen festgestellt. Daraus folgt, dass die Energiedichte beim Abendessen höher ist als beim Mittagessen.

Ein großer Unterschied zwischen den beiden Studien wurde bei den Zwischenmahlzeiten erkannt. Es wurde auch hier beobachtet, dass die Energieaufnahme bei den Zwischenmahlzeiten nur einen kleinen Teil (23%) der Tagesgesamtenergie ausmacht. Die Menge der Zwischenmahlzeiten hat sogar einen noch geringeren Anteil an der Tagesgesamtmenge als der Anteil der Energie (20%), was durch die sehr hohen Energiedichten der Zwischenmahlzeiten erklärt werden kann. Bei den adipösen Patienten war der Anteil der Zwischenmahlzeiten an der täglichen Energieaufnahme allerdings noch wesentlich geringer. Er betrug sogar nur 15,2 %, der Anteil an der Menge war mit 12,8 % noch geringer. Ein möglicher Erklärungsansatz dafür, dass die adipösen Teilnehmer weniger Zwischenmahlzeiten zu sich nahmen als die Normalgewichtigen, ist, dass Erstere oft schon langjährige Diäterfahrung haben und deshalb versuchen, weniger Zwischenmahlzeiten zu sich zu nehmen. Bei den Normalgewichtigen war außerdem die Energiedichte der Nahrungsmittel der Zwischenmahlzeiten bei gleicher Menge höher und es wurde eine größere Menge an Zwischenmahlzeiten verzehrt, was zum einen daran liegen kann, dass die Menge bei einer abgehaltenen Zwischenmahlzeit hoch war oder dass Normalgewichtige häufiger Zwischenmahlzeiten einnahmen als adipöse Probanden.

Nur bei der ersten Zwischenmahlzeit ist die Energiedichte kleiner als bei einer Hauptmahlzeit, nämlich kleiner als die Energiedichte des Frühstücks. Dies gilt ebenfalls für beide Studien.

Hieraus kann geschlossen werden, dass das Frühstück aus Nahrungsmitteln mit einer Energiedichte im mittleren Bereich besteht, das Mittag- und Abendessen jedoch aus Nahrungsmitteln aus dem niederenergetischen Bereich. Die erste Zwischenmahlzeit besteht meist aus hoch- oder niedrigenergetischen Speisen (zum Beispiel Kuchen oder Obst), während die Zwischenmahlzeit am Nachmittag und Abend meist aus sehr hochenergetischen Lebensmitteln besteht (zum Beispiel Chips oder Nüsse).

4.3. Schwankungen der täglichen Energieaufnahme

Wie schon in verschiedenen Studien zuvor gezeigt wurde, nehmen Normalgewichtige jeden Tag unterschiedlich hohe Mengen an Energie zu sich (2, 5, 6, 7, 24, 31, 41, 68, 69, 78, 81). Diese Variationen können drei Gründe haben: 1. Unterschiede in der täglichen Mengenaufnahme, 2. höhere oder niedrigere Energiedichten der verzehrten Nahrungsmittel, 3. eine unterschiedliche Anzahl an abgehaltenen Mahlzeiten je Tag.

Um die Schwankungen der Energieaufnahme von einem Tag zum andern darzustellen, muss eine intraindividuelle Sortierung nach den Tagen von der niedrigsten zur höchsten Energieaufnahme vorgenommen werden. Mit dieser Methode konnte die erhebliche Tag-zu-Tag-Schwankung der Energieaufnahme bei den Probanden dieser Studie gezeigt werden (ca. 1400 kcal). Dieser Unterschied kann sowohl auf eine Veränderung der Menge zurückgeführt werden (bis ca. 600 g pro Tag), als auch auf verschiedene Energiedichten der verzehrten Speisen (ca. 0,4 kcal/g).

Unter experimentellen Bedingungen ist die Menge, die zur Aktivierung des Sättigungsgefühls notwendig ist, für den einzelnen Menschen konstant und unterliegt nur geringen Tagesschwankungen (26, 27, 28, 30, 47, 60, 61, 73, 74, 75, 76, 77). Allerdings kann diese Regulation zwischen Magen und Hypothalamus leicht durch kognitive, sensorische und soziale Faktoren unterdrückt werden (wie zum Beispiel ein gemeinsames Essen, verlockende Lebensmittel oder das ständig und überall vorhandene Nahrungsangebot), sodass bis über die Grenzen der Sättigung hinaus gegessen wird (8, 17, 22, 39, 40, 55, 56, 57, 58, 71, 75). Da jedoch nicht gezeigt werden konnte, dass der Mensch über Sensoren für den Energiegehalt der Speisen verfügt, entsteht das Gefühl der Sättigung vor allem durch die Magenfüllung und eine hohe Energiedichte der Speisen führt nicht etwa zu einem früheren Sättigungsgefühl (26, 27, 28, 30, 47, 60, 61, 73, 74, 75, 76, 77). Aus diesem Grund kann die Regulation der Aufnahme von energiearmen oder energiedichten Lebensmitteln nur durch Kognition erfolgen und unterliegt keinem automatischen Regelkreislauf.

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass leichte Zunahmen der Energieaufnahme durch Steigerung der Menge begründet werden und sich der Einfluss der Energiedichte vor allem bei sehr hohen täglichen Energieaufnahmen bemerkbar macht.

Um nun den Einfluss der Zwischenmahlzeiten auf die tägliche Energieaufnahme zu zeigen, wurden die protokollierten Tage nach Anzahl der Zwischenmahlzeiten sortiert. Damit konnte gezeigt werden, dass die Anzahl der täglichen Mahlzeiten eine Rolle spielt: an

Tagen mit vielen Zwischenmahlzeiten zusätzlich zu den Hauptmahlzeiten resultieren insgesamt höhere Energieaufnahmen als an Tagen mit wenigen Mahlzeiten. Diese höheren Energieaufnahmen sind vor allem durch die in den Zwischenmahlzeiten zusätzlich aufgenommene Menge begründet (27, 28, 36, 51, 54, 75). Die insgesamt in dieser Arbeit festgestellte große Anzahl an verzehrten Zwischenmahlzeiten unterscheidet dieses Probandenkollektiv deutlich von der vorangegangenen Studie mit adipösen Teilnehmern, bei denen seltener Zwischenmahlzeiten abgehalten wurden (65, 67). Der Grund dieser Feststellung ist möglicherweise durch die Tatsache begründet, dass viele der adipösen Testpersonen wegen bereits durchgeführter Diäten mit Vorwissen in die Studie gekommen sind.

Außerdem konnte gezeigt werden, dass Zwischenmahlzeiten in den darauf folgenden Hauptmahlzeiten nicht kompensiert werden, da keine signifikante Abnahme weder der Energie noch der Menge zu den Tagen mit jeweils einer Zwischenmahlzeit weniger erkannt werden konnte, wie sich auch schon in anderen Studien zeigte (27, 28, 36, 51, 54, 75). Lediglich beim Abendessen konnte eine signifikant niedrigere Energieaufnahme an den Tagen mit Zwischenmahlzeiten im Vergleich zu Tagen ohne Zwischenmahlzeiten gezeigt werden. Allerdings reicht diese Teilkompensation nicht aus, um alle in der Zwischenmahlzeit aufgenommenen Kilokalorien einzusparen.

4.4. Einfluss der Energiedichte

Es besteht schon seit geraumer Zeit die Hypothese, dass die Energiedichte einen entscheidenden Einfluss auf die tägliche Energieaufnahme hat. Um ein Sättigungsgefühl zu erhalten, muss eine gewisse Menge verzehrt werden (16, 26, 27, 28, 36, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 60, 73, 74, 76, 77). Besteht diese Menge aus niedrigenergetischen Lebensmitteln, so ist die Energieaufnahme insgesamt geringer, als wenn in gleicher Menge Speisen mit hoher Energiedichte aufgenommen werden. Als Lebensmittel mit niedriger Energiedichte werden solche definiert, deren Energiedichte nicht höher als 1,5 kcal/g ist. Eine mittlere Energiedichte liegt definitionsgemäß zwischen 1,51 und 2,49 kcal/g und eine hohe Energiedichte beträgt mindestens 2,5 kcal/g (64).

In einer Studie von Ledikwe et al. wurde beobachtet, dass bei hoher Energiedichte eine geringere Menge aufgenommen wird (37). In einer spanischen Studie konnte dieses Phänomen jedoch nicht erkannt werden (13). Möglicherweise ist der Grund für die verschiedenen Ergebnisse, dass bei den genannten Studien im Nachhinein über die

Nahrungsmittel des letzten Tages befragt wurde, in dieser Studie dagegen notierten die Probanden Menge und Nahrungsmittel sofort. Des Weiteren kann es daran liegen, dass in den vorherigen interindividuelle Unterschiede untersucht wurden, in dieser Studie jedoch intraindividuelle. Außerdem kann es auch an der unterschiedlichen demographischen Aufstellung der Versuchspersonen liegen.

In dieser Arbeit konnte festgestellt werden, dass an Tagen mit hoher Energiedichte die insgesamt am Tag aufgenommene Menge zwar signifikant geringer ist, die Energieaufnahme aber trotzdem höher ist. Daraus kann geschlossen werden, dass zwar ein gewisser Mengenausgleich bei sehr energiedichten Speisen besteht, die Mehraufnahme an Energie wird dadurch aber nur teilweise ausgeglichen. Dieses Phänomen wurde nicht nur bei der Tagesgesamtbilanz beobachtet, sondern auch beim Mittag- und Abendessen. Bei den Zwischenmahlzeiten sank zwar die Menge, wenn Nahrungsmittel mit hoher Energiedichte verzehrt wurden, allerdings blieb die Energieaufnahme gleich. Beim Frühstück wurde festgestellt, dass die Menge bei sehr energiedichten Speisen genauso hoch war, wie wenn energieärmere Nahrungsmittel verzehrt werden, woraus eine erhöhte Energieaufnahme folgt. Das bedeutet, dass eine höhere Energiedichte des Frühstücks gleichbedeutend ist mit einer Mehraufnahme an Energie.

Die Beobachtung, dass beim Verzehr von Speisen mit hoher Energiedichte die Menge sinkt, kann zum Teil kognitiven Faktoren im Rahmen eines Ausgleichsversuchs zugeschrieben werden, wenn die Personen wissen, welche Nahrungsmittel welche Energiedichte haben (79). Allerdings lässt sich mit diesem Ansatz nicht erklären, warum dies beim Frühstück nicht der Fall ist. Ein Grund dafür könnte jedoch sein, dass das Frühstück eher ein „Ritual“ ist, als dass es nur der Sättigung dient.

Betrachtet man die einzelnen Mahlzeiten des Tages nun separat, so fällt auf, dass fast zwei Drittel der Energie bei Mittag- und Abendessen aufgenommen werden. Die Energieaufnahme dieser beiden Mahlzeiten ist dabei gleich hoch, während die Menge beim Abendessen niedriger ist. Die Energiedichte des Abendessens ist folglich höher als die des Mittagessens.

Das Frühstück besteht sowohl aus einer geringeren Menge als auch aus weniger Kilokalorien als Mittag- und Abendessen. Die Energiedichte ist jedoch höher.

Bei allen Zwischenmahlzeiten ist die Energiedichte höher als die der Hauptmahlzeiten. Die einzige Ausnahme ist die erste Zwischenmahlzeit, bei der die Energiedichte niedriger ist als beim Frühstück. Die zweite Zwischenmahlzeit ist oft Kuchen, woraus eine hohe

Energiedichte in der nachmittäglichen Zwischenmahlzeit resultiert. Bei der dritten Zwischenmahlzeit konnte ebenfalls eine hohe Energiedichte verzeichnet werden. Die genaue Untersuchung der verzehrten Lebensmittelgruppen ergab, dass sie häufig aus Süßigkeiten besteht.

4.5. Einfluss der Zwischenmahlzeiten

In vielen Zeitschriften werden Diäten vorgestellt, die häufige kleine Zwischenmahlzeiten empfehlen. Dadurch soll ein Heißhunger verhindert werden, der zu einer höheren Nahrungsaufnahme bei den Hauptmahlzeiten führt. In dieser Arbeit wurde untersucht, wie sich die Anzahl der Zwischenmahlzeiten auf die Gesamtenergiebilanz des Tages und die Größe der Mahlzeiten auswirkt. Um auszuschließen, dass falsche Schlüsse aufgrund interindividueller Unterschiede gezogen werden, wurden jeweils 14 Tage eines jeden Teilnehmers intraindividuell verglichen.

Die Annahme, dass häufige Zwischenmahlzeiten das Hungergefühl senken, müsste zu einer geringeren Menge der darauf folgenden Hauptmahlzeit führen, da die Magenfüllung zum Erreichen des Sättigungsgefühls beiträgt. Diese Annahme konnte in dieser Studie jedoch nicht bestätigt werden, da unabhängig davon, wie viele Zwischenmahlzeiten an diesem Tag verzehrt wurden, keine geringere Menge beim Mittag- als auch beim Abendessen gefunden werden konnte. Dieses Ergebnis bestätigt bisherige Experimente, in denen ebenfalls festgestellt wurde, dass kein Ausgleich in nachfolgenden Mahlzeiten stattfindet (27, 28, 36, 51, 54, 75). Es konnte lediglich festgestellt werden, dass die Energieaufnahme beim Abendessen geringer ist, wenn davor Zwischenmahlzeiten eingenommen wurden, allerdings reicht dieser Ausgleichsversuch nicht aus, um insgesamt die Energieaufnahme der Zwischenmahlzeiten wettzumachen. Da aber die Energieaufnahme nicht maßgeblich zum Sattwerden beiträgt, sondern die Menge, kann nicht behauptet werden, dass nach Zwischenmahlzeiten das Hungergefühl bis zur nächsten Hauptmahlzeit niedrig bleibt und die Essensmenge beeinflusst.

Ebenso konnte beobachtet werden, dass an Tagen mit Zwischenmahlzeiten die insgesamt am Tag aufgenommene Menge größer ist als an Tagen ohne Zwischenmahlzeit. Das heißt, dass nicht nur die Energieaufnahme nicht ausgeglichen wird, sondern auch die Mengenaufnahme in der nachfolgenden Hauptmahlzeit unbeeinflusst bleibt. Dieses Ergebnis bestätigt bisherige Studien, in denen der wichtige Beitrag der

Zwischenmahlzeiten auf eine hohe tägliche Energieaufnahme festgestellt wurde (9, 33, 35).

Die beobachtete Unabhängigkeit der Energiedichte von Zwischenmahlzeiten bedeutet, dass die Art der Lebensmittel in den Hauptmahlzeiten nicht verändert wird, je nach dem ob davor eine Zwischenmahlzeit stattfand oder nicht.

Die Tatsache, dass Zwischenmahlzeiten meist aus Lebensmitteln mit mittleren oder hohen Energiedichten bestehen, wie zum Beispiel am Nachmittag der Kuchen oder am Abend Süßigkeiten, ist ein weiterer Grund dafür, dass an einem Tag mit Zwischenmahlzeiten mehr Energie aufgenommen wird, als an einem Tag ohne Zwischenmahlzeiten.

Obwohl in einer Studie von Ruidavets et al. kein Zusammenhang zwischen Zwischenmahlzeiten und der Höhe an täglicher Energieaufnahme festgestellt werden konnte (59), kann die Wirksamkeit der von Zeitschriften empfohlenen Diäten mit mehr Zwischenmahlzeiten aus den Daten dieser Arbeit nicht bestätigt werden.

4.6. Einfluss des Frühstücks

Die Frage, inwiefern sich das Frühstück auf die Tagesenergiebilanz auswirkt, war und ist immer noch ein häufiges Thema von Studien.

In einem Experiment von Cotton et al. (11, 12) stellte sich heraus, dass auch die insgesamt an einem Tag aufgenommenen Kalorien eines Normalgewichtigen an einem Tag mit energiereichem Frühstück höher sind als an einem mit energiearmem Frühstück, weil das große Frühstück in späteren Mahlzeiten nicht durch kleinere Mengen oder energieärmere Lebensmittel ausgeglichen wurde. Dasselbe Ergebnis kam bei einer Studie mit jungen Erwachsenen aus Bogalusa heraus (43). Allerdings handelte es sich bei diesen Studien um Querschnittsstudien und somit konnten nur interindividuelle Unterschiede untersucht werden.

Die Daten dieser Arbeit dagegen basieren auf dem 14-tägigen Protokoll von 100 Teilnehmern. Deshalb konnte hier eine intraindividuelle Auswertung des Einflusses des Frühstücks auf die weitere Aufnahme von Kalorien an diesem Tag erfolgen.

Es stellte sich heraus, dass unabhängig vom Umfang des Frühstücks, das Mittag- und Abendessen in ihrer Menge und Energie weitgehend gleich blieben. Es wurde also nach dem Verzehr eines energiereichen Frühstücks weder weniger zu Mittag gegessen, noch wurde das Abendessen als Ausgleich reduziert.

Interessant war nun, ob die Teilnehmer nach einem großen Frühstück die erste Zwischenmahlzeit weglassen oder nur eine kleinere Mahlzeit zu sich nehmen. Es konnte beobachtet werden, dass an den beiden Tagen mit dem energiereichsten Frühstück weniger Personen eine Zwischenmahlzeit nach dem Frühstück aßen (es waren 11 bzw. 14 Teilnehmer weniger als am Tag mit dem energieärmsten Frühstück, an dem knapp die Hälfte der Probanden diese erste Zwischenmahlzeit abhielten). Allerdings traf dies nur für die zwei Tage mit dem größten Frühstück zu. Dagegen waren es an den Tagen mit etwas energiereicherem Frühstück als an Tag r1 (r3-r7) sogar etwas mehr Probanden, die eine erste Zwischenmahlzeit zu sich nahmen. Wenn man beobachtet, wie sich die Energie der ersten Zwischenmahlzeit im Bezug auf ein energiereicheres Frühstück verhielt, fiel auf, dass die Energie an Tagen mit hohem Energiegehalt des Frühstücks zwar geringer war, als an Tagen mit kleinem Frühstück, allerdings erreichte der Effekt nicht das Signifikanzniveau. Außerdem ist dies auf die geringere Anzahl an Probanden, welche die erste Zwischenmahlzeit abhielten, zurückzuführen, da sich bei der Betrachtung der tatsächlich verzehrten Mahlzeiten keine wesentliche Verminderung der Energie an Tagen mit energiereichem Frühstück verzeichnen ließ. Dasselbe stellte sich bei der Menge und der Energiedichte heraus.

Ebenso wurden die Energie, die Menge und die Energiedichte der zweiten und dritten Zwischenmahlzeit nicht in Abhängigkeit vom Frühstück verändert. Die Anzahl der Probanden, die diese Mahlzeiten abhielten, verminderte sich nicht nach besonders energiereichem Frühstück.

Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass an den Tagen mit geringer Energieaufnahme beim Frühstück weniger Probanden frühstückten und sich somit ein niedrigerer Mittelwert ergab. Das bedeutet, dass bei einem Überspringen des Frühstücks an diesem Tag insgesamt weniger Kalorien aufgenommen wurden, als an Tagen mit Frühstück. Dies wurde auch schon in früheren Studien bemerkt (43, 82).

Eine vorherige Meinung, dass das Frühstück sättigender wäre als die übrigen Mahlzeiten des Tages (18, 19), konnte bereits in einigen Studien widerlegt werden (26, 27, 28, 65, 66). Zusammenfassend konnte also festgestellt werden, dass ein energiereiches Frühstück nicht in späteren Mahlzeiten ausgeglichen wurde und somit eine Erhöhung der Kalorien beim Frühstück in einer Erhöhung der Kalorien insgesamt an diesem Tag resultierte. Für diätetische Beratung würde dies bedeuten, dass man, um die Energieaufnahme an einem Tag zu senken, die Kalorien des Frühstücks reduzieren.

5. Zusammenfassung

In der kürzlich publizierten Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II) wurde das Ernährungsverhalten der Deutschen repräsentativ untersucht. Allerdings kann man mit Hilfe dieser Studie keine Unterschiede zwischen übergewichtigen bzw. adipösen und normalgewichtigen Menschen erkennen, weil sie nicht in verschiedene Gewichtsklassen unterteilt ist. In der vorliegenden Arbeit wurde das Ernährungsverhalten Normalgewichtiger in der Altersklasse zwischen 35 und 50 Jahren analysiert, um ein Vergleichskollektiv zu einer bestehenden Studie mit adipösen Patienten zu erhalten.

Dazu wurde jeweils das 14-tägige Ernährungsprotokoll eines jeden der 100 normalgewichtigen Probanden mit Prodi 5.4 ausgewertet. Die verzehrten Lebensmittel wurden in Einzelmahlzeiten eingeteilt und Getränke gesondert verrechnet. Dann wurden mit Hilfe von Excel verschiedene Analysen durchgeführt, die folgende Ergebnisse lieferten:

1. Durchschnittlich werden 1783 kcal und 1083 g aufgenommen, 282 kcal zusätzlich dazu in Form von Getränken. Die Energiedichte pro Tag beträgt durchschnittlich 1,71 kcal/g. Das Mittagessen ist dabei die Mahlzeit mit der niedrigsten Energiedichte, jedoch mit der umfangreichsten Menge und der höchsten Energie. Hauptmahlzeiten werden nur selten weggelassen. Zwischenmahlzeiten sind durch hohe Energiedichte gekennzeichnet.
2. Männer nehmen mehr Energie und Menge sowie Lebensmittel mit höherer Energiedichte zu sich als Frauen. Ebenso trinken Männer mehr kalorienhaltige Getränke.
3. Im chronologischen Verlauf können keine relevanten Tag-zu-Tag-Schwankungen festgestellt werden. Dies täuscht ein regelmäßiges Essverhalten vor.
4. Mit dem Variationskoeffizienten können jedoch die Schwankungen von Energie, Menge und Energiedichte zwischen den Tagen gezeigt werden. Die Energieaufnahme hat einen VK von 23,84%. Vor allem Zwischenmahlzeiten variieren an den verschiedenen Tagen sehr stark.
5. Es zeigt sich eine Tag-zu-Tag-Schwankung von 1466 kcal, wenn man den Tag mit der geringsten Energieaufnahme mit dem Tag mit der größten Energieaufnahme vergleicht. Eine hohe Energieaufnahme an einem Tag ergibt sich aus einer größeren Menge und höherer Energiedichte der gewählten Lebensmittel. Zwischenmahlzeiten tragen wesentlich zu einer hohen täglichen Energieaufnahme bei.

6. Zwischenmahlzeiten haben meistens hohe Energiedichten, Hauptmahlzeiten dagegen eine niedrige Energiedichte. Wenn an einem Tag Lebensmittel mit hoher Energiedichte verzehrt werden, steigt die Energiebilanz des Tages stark an, die Menge sinkt leicht ab. Mit der etwas geringeren Menge kann jedoch die höhere Energiedichte nicht kompensiert werden.
7. An Tagen mit 3 Zwischenmahlzeiten werden ca. 570 kcal mehr aufgenommen als an Tagen ohne Zwischenmahlzeit. Auch die am Tag verzehrte Menge ist höher. Bei den auf die Zwischenmahlzeiten folgenden Hauptmahlzeiten wird zwar etwas weniger gegessen als an Tagen ohne Zwischenmahlzeit, die zusätzliche Energieaufnahme wird jedoch nicht kompensiert.
8. Aus einer höheren Energieaufnahme beim Frühstück resultiert eine höhere Energieaufnahme am gesamten Tag und wird nicht in den folgenden Mahlzeiten ausgeglichen. Höhere Energieaufnahme beim Frühstück ist durch größere Verzehrsmengen bedingt, nicht durch höhere Energiedichte.
9. Kohlenhydrate haben den größten Anteil an Menge und Energie (46,2%). Fett hat nur einen geringen Anteil an der Menge, aber einen hohen Anteil an der Energie (37,5%). Eiweiß hat den geringsten Anteil an Menge und Energie (15,3%). Durchschnittlich wurden pro Tag 17,7g Ballaststoffe aufgenommen. Das Frühstück ist die Mahlzeit mit den meisten Kohlenhydraten, das Mittagessen die proteinreichste und das Abendessen die fetthaltigste Mahlzeit des Tages.

Diese Ergebnisse entsprechen weitgehend denen der Nationalen Verzehrsstudie II in der entsprechenden Altersgruppe von 35 bis 50 Jahre. Im Vergleich zu der früher entstandenen Studie mit adipösen Patienten ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich Energieaufnahme und Verzehrsmenge (adipöse Patienten 1668 kcal pro Tag, normalgewichtige Probanden 1783 kcal pro Tag). Im Gegensatz zur NVS II charakterisiert die vorliegende Arbeit die Essgewohnheiten bei Normalgewichtigen detaillierter, da in der NVS keine Trennung zwischen Adipösen und Normalgewichtigen vorgenommen wurde. Die Tatsache, dass zwischen Adipösen und Normalgewichtigen kein Unterschied in der Energieaufnahme feststeht, unterstreicht, dass Adipositas ein Problem der individuellen Energiebilanz ist.

Literaturverzeichnis

1. **Anderson JW, Konz EC, Frederich RC, Wood CL.** Long-term weight-loss maintenance: a meta-analysis of US studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 74 (2001) 579-584
2. **Ashworth N, Creedys, Hunt JN, Mahon S, Newland P.** Effect of nightly food supplements on food intake in man. *Lancet* 2 (1962) 685-687
3. **Astrup A, Grunwald GK, Melanson EL, Saris WH, Hill JO.** The role of low-fat diets in body weight control: a meta-analysis of ad libitum dietary intervention studies. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 24 (2000) 1545-1552
4. **Baba NH, Sawaya S, Torbay N, Habbal Z, Azar S, Hashim SA.** High protein vs. high carbohydrate hypoenergetic diet for the treatment of obese hyperinsulinemic subjects. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 23 (1999) 1202-1206
5. **Balogh M, Kahn HA, Medalie JH.** Random repeat 24-hour dietary recalls. *Am. J. Clin. Nutr.* 24 (1971) 304-310
6. **Basiotis PP, Welsh SO, Cronin FJ, Kelsay JL, Mertz W.** Number of days of food intake records required to estimate individual and group nutrient intakes with defined confidence. *J. Nutr.* 117 (1987) 1638-1641
7. **Beaton GH, Milner J, Corey P, McGuire V, Cousins M, Stewart E, de Ramos M, Hewitt D, Grambsch PV, Kassim N, Little JA.** Sources of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *Am. J. Clin. Nutr.* 32 (1979) 2546-2559
8. **Bellisle F.** Human feeding behaviour. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 3 (1979) 163-169
9. **Berteus-Forslund H, Togerson JS, Sjostrom L, Lindroos AK.** Snacking frequency in relation to energy intake and food choices in obese men and women compared to a reference population. *Int. J. Obes. (Lond.)* 29 (2005) 711-719
10. **Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel.** „Nationale Verzehrsstudie II – Ergebnisbericht, Teil 2“. *Max-Rubner-Institut, Karlsruhe*, 2008
11. **Cotton JR, Burley VJ und Blundell JE.** Fat and satiety: effect of fat in combination with either protein or carbohydrate. In: „Obesity in Europe 1993“, **Ditschuneit HH, Gies FA, Hauner H, Schusdziarra V und Wechsler JG (Ed.)**, *J. Libbey, London*, 1994, 349-355

12. **Cotton JR, Burley VJ und Blundell JE.** Fat and satiety: no additional intensification of satiety following a fat supplemented breakfast. *Int. J. Obes.* 16 (Suppl. 1) (1992) 11.
13. **Cuco G, Arija V, Marti-Henneberg C, Fernandez-Ballart J.** Food and nutritional profile of high energy density consumers in an adult Mediterranean population. *Eur. J. Clin. Nutr.* 55 (2001) 192-199
14. **Dansinger ML, Gleason JA, Griffith JL, Selker HP, Schaefer EJ.** Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: a randomized trial. *JAMA* 293 (2005) 43-53
15. **Dansinger ML, Tatsioni A, Wong JB, Chung M, Balk EM.** Meta-analysis: the effect of dietary counseling for weight loss. *Ann. Intern. Med.* 147 (2007) 41-50
16. **De Castro JM.** Dietary energy is associated with increased intake in free-living humans. *J. Nutr.* 134 (2004) 335-341
17. **De Castro JM.** Eating behaviour: lessons from the real world of humans. *Nutrition* 16 (2000) 800-813
18. **De Castro JM.** The time of day and the proportions of macronutrients eaten are related to total daily food intake. *Br. J. Nutr.* 98 (2007) 1077-1083
19. **De Castro JM.** The time of day of food intake influences overall intake in humans. *J. Nutr.* 134 (2004) 104-111
20. **Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (1998).** 5-a-day: 5mal täglich Obst und Gemüse. (<http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=34>), Stand: 19.05.2010
21. **Douketis JD, Macie C, Thabane L, Williamson DF.** Systematic review of long-term weight loss studies in obese adults: clinical significance and applicability to clinical practice. *Int. J. Obes. (Lond.)* 29 (2005) 1153-1167
22. **Drewnowski A.** Taste preferences and food intake. *Annu. Rev. Nutr.* 17 (1997) 237-253
23. **Due A, Toubro S, Skov AR, Astrup A.** Effect of normal-fat diets, either medium or high in protein, on body weight in overweight subjects: a randomised 1-year trial. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 28 (2004) 1283-1290
24. **Edholm OG, Gletscher JG, Widdowson EM, McCance RA.** The energy expenditure and food intake of individual men. *Br. J. Nutr.* 9 (1955) 286-300

25. **Ello-Martin JA, Roe LS, Ledikwe JH, Beach AM, Rolls BJ.** Dietary energy density in the treatment of obesity: a year-long trial comparing 2 weight-loss diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 85 (2007) 1465-1477
26. **Erdmann J, Hebeisen Y, Lippl F, Wagenpfeil S, Schusdziarra V.** Food intake and plasma ghrelin response during potato-, rice- and pasta-rich test meals. *Eur. J. Nutr.* 46 (2007) 196-203
27. **Erdmann J, Leibl M, Wagenpfeil S, Lippl F, Schusdziarra V.** Ghrelin response to protein and carbohydrate meals in relation to food intake and glycerol levels in obese subjects. *Regul. Pept.* 135 (2006) 23-29
28. **Erdmann J, Töpsch R, Lippl F, Gussmann P, Schusdziarra V.** Postprandial response of plasma ghrelin levels to various test meals in relation to food intake, plasma insulin, and glucose. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 89 (2004) 3048-3054
29. **Gardner CD, Kiazand A, Alhassan S, Kim S, Stafford RS, Balise RR, Kraemer HC, King AC.** Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN diets for change in weight and related risk factors among overweight premenopausal women: the A TO Z Weight Loss Study: a randomized trial. *JAMA* 297 (2007) 969-977
30. **Geliebter A.** Gastric distention and gastric capacity in relation to food intake in humans. *Physiol. Behav.* 44 (1988) 665-668
31. **Hankin JH, Reynolds WE, Margen S.** A short dietary method for epidemiologic studies. II. Variability of measured nutrition intakes. *Am. J. Clin. Nutr.* 20 (1967) 935-945
32. **Harrington KE, McGowan MJ, Kiely M, Robson PJ, Livingstone MB, Morrissey PA, Gibney MJ.** Macronutrient intakes and food sources in Irish adults: findings of the North/South Ireland Food Consumption Survey. *Public Health Nutr.* 4 (2001) 1051-1060
33. **Haveman-Nies A, de Groot LP, van Staveren WA.** Snack patterns of older Europeans. *J. Am. Diet. Assoc.* 98 (1998) 1297-1302
34. **Kant AK, Graubard BI.** Energy density of diets reported by American adults: association with food group intake, nutrient intake, and body weight. *Int. J. Obes. (Lond.)* 29 (2005) 950-956

35. **Kerver JM, Yang EJ, Obayashi S, Bianchi L, Song WO.** Meal and snack patterns are associated with dietary intake of energy and nutrients in US adults. *J. Am. Diet. Assoc.* 106 (2006) 46-53
36. **Kral TV, Roe LS, Rolls BJ.** Combined effects of energy density and portion size on energy intake in women. *Am. J. Clin. Nutr.* 79 (2004) 962-968
37. **Ledikwe JH, Blanck HM, Kettel KL, Serdula MK, Seymour JD, Tohill BC, Rolls BJ.** Dietary energy density is associated with energy intake and weight status in US adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 83 (2006) 1362-1368
38. **Ledikwe JH, Rolls BJ, Smiciklas-Wright H, Mitchell DC, Ard JD, Champagne C, Karanja N, Lin PH, Stevens VJ, Appel LJ.** Reductions in dietary energy density are associated with weight loss in overweight and obese participants in the PREMIER trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 85 (2007) 1212-1221
39. **Mela DJ, Sacchetti DA.** Sensory preferences for fats: relationship with diet and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.* 53 (1991) 908-915
40. **Miller DL, Castellanos VH, Shide DJ, Peters JC, Rolls BJ.** Effects of fat-free potato chips with and without nutrition labels on fat and energy intakes. *Am. J. Clin. Nutr.* 68 (1998) 282-290
41. **Morgan KJ, Johnson SR, Goungetas B.** Variability of food intakes. An analysis of a 12-day data series using persistence measures. *Am. J. Epidemiol.* 126 (1987) 326-335
42. **Newby PK, Muller D, Hallfrisch J, Qiao N, Andres R, Tucker KL.** Dietary patterns and changes in body mass index and waist circumference in adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 77 (2003) 1417-1425
43. **Nicklas TA, Myers L, Reger C, Beech B und Berenson GS.** Impact of breakfast consumption on nutritional adequacy of the diets of young adults in Bogalusa, Louisiana: ethnic and gender contrasts. *J. Am. Diet. Assoc.* 98 (1998) 1432-1438
44. **Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, Keller U, Yancy WS Jr, Brehm BJ, Bucher HC.** Effects of low-carbohydrate vs. low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch. Intern. Med.* 166 (2006) 285-293
45. **Pschyrembel®**, „Klinisches Wörterbuch“, *Walter de Gruyter, Berlin*, 2007, 261. Auflage, S. 1872

46. **Rolls BJ, Bell EA, Thorwart ML.** Water incorporated into a food but not served with a food decreases energy intake in lean woman. *Am. J. Clin. Nutr.* 70 (1999) 448-455
47. **Rolls BJ, Castellanos VH, Halford JC, Kilara A, Panyam D, Pelkman CL, Smith GP, Thorwart ML.** Volume of food consumed affects satiety in men. *Am. J. Clin. Nutr.* 67 (1998) 1170-1177
48. **Rolls BJ, Drewnowski A, Ledikwe JH.** Changing the energy density of the diet as a strategy for weight management. *J. Am. Diet. Assoc.* 105 (2005) S98-103
49. **Rolls BJ, Hetherington M, Burley VJ.** The specificity of satiety: the influence of foods of different macronutrient content on the development of satiety. *Physiol. Behav.* 43 (1988) 145-153
50. **Rolls BJ, Kim S, McNelis AL, Fischman MW, Foltin RW, Moran TH.** Time course of effects of preloads high in fat or carbohydrate on food intake and hunger ratings in humans. *Am. J. Physiol.* 260 (1991) R756-R763
51. **Rolls BJ, Morris EL, Roe LS.** Portion size of food affects energy intake in normal-weight and overweight men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 76 (2002) 1207-1213
52. **Rolls BJ, Roe LS, Beach AM, Kris-Etherton PM.** Provision of foods differing in energy density affects long-term weight loss. *Obes. Res.* 13 (2005) 1052-1060
53. **Rolls BJ, Roe LS, Meengs JS.** Reductions in portion size and energy density of foods are additive and lead to sustained decreases in energy intake. *Am. J. Clin. Nutr.* 83 (2006) 11-17
54. **Rolls BJ, Roe LS, Meengs JS, Wall DE.** Increasing the portion size of a sandwich increases energy intake. *J. Am. Diet. Assoc.* 104 (2004) 367-372
55. **Rolls BJ, Rolls ET, Rowe EA, Sweeney K.** Sensory specific satiety in man. *Physiol. Behav.* 27 (1981) 137-142
56. **Rolls BJ, Rowe EA, Rolls ET.** How sensory properties of foods affect human feeding behaviour. *Physiol. Behav.* 29 (1982) 409-417
57. **Rolls BJ, Rowe EA, Rolls ET, Kingston B, Megson A, Gunary R.** Variety in a meal enhances food intake in man. *Physiol. Behav.* 26 (1981) 215-221
58. **Rolls BJ, Van Duijvenvoorde PM, Rolls ET.** Pleasantness changes and food intake in a varied four-course meals. *Appetite* 5(4) (1984) 337-48

59. **Ruidavets JB, Bongard V, Bataille V, Gourdy P, Ferrieres J.** Eating frequency and body fatness in middle-aged men. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 26 (2002) 1476-1483
60. **Schick RR, Schusdziarra V.** Regulations of food intake. In: „Obesity in Europe 1993“, **Ditschuneit H, Gries FA, Hauner H, Schusdziarra V, Wechsler JG (Ed.)**, *John Libbey, London*, 1994; 335-348
61. **Schick RR, Schusdziarra V, Schröder B, Classen M.** Effect of intraduodenal or intragastric nutrient infusion on food intake in man. *Z. Gastroenterol.* 70 (1991) 448-455
62. **Schusdziarra V, Erdmann J, Schick RR.** Die Rolle des Endocannabinoid-Systems bei der Regulation der Nahrungsaufnahme. In: „Das Endocannabinoid-System - Physiologie und klinische Bedeutung“, **Schusdziarra V (Hrsg.)**, *Uni-Med Verlag, Bremen*, 2006; 46-62
63. **Schusdziarra V, Erdmann J, Schick RR.** Neuroendocrine feeding regulation in the perspective of modern food supply – lessons for obesity treatment. In: „New Research on Morbid Obesity“, **Parsons WV, Taylor CM (Ed.)**, *Hauppange NY: Nova Science Pub*, 2008, 45-89
64. **Schusdziarra V, Hausmann M.** „Satt essen und abnehmen – individuelle Ernährungsumstellung ohne Diät“. *MMI Verlag, Neu-Isenburg*, 2008, 2. Auflage
65. **Schusdziarra V, Sassen M, Hausmann M, Barth C, Erdmann J.** Lebensmittelverzehr Übergewichtiger und Adipöser. *Aktuel. Ernährungsmed.* 34 (2009) 19-32
66. **Schusdziarra V, Sassen M, Hausmann M, Erdmann J.** [Contribution of food items to the day-to-day fluctuation of energy intake in obese subjects] (Deutsch). *Aktuel. Ernährungsmed.* 34 (2009) 278-286
67. **Schusdziarra V, Sassen M, Hausmann M, Wittke C, Erdmann J.** Lebensmittelverzehr sowie Energieaufnahme, Essensmenge und Energiedichte bei Haupt- und Zwischenmahlzeiten Übergewichtiger und Adipöser. *Aktuel. Ernährungsmed.* 34 (2009) 186-194
68. **Sempos CT, Johnson NE, Smith EL, Gilligan C.** A two year dietary survey of middle-aged women: repeated dietary records as a measure of usual intake. *J. Am. Diet. Assoc.* 84 (1984) 1008-1013

69. **Sempos CT, Johnson NE, Smith EL, Gilligan C.** Effects of intraindividual and interindividual variation in repeated dietary records. *Am. J. Epidemiol.* 121 (1985) 120-130
70. **Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y, Shahar DR, Witkow S, Greenberg I, Golan R, Fraser D, Bolotin A, Vardi H, Tangi-Rozental O, Zuk-Ramot R, Sarusi B, Brickner D, Katorza E, Thiery J, Fiedler GM, Blüher M, Stumvoll M, Stampfer MJ, Dietary Intervention Randomized Controlled Trial (DIRECT) Group.** Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *N. Engl. J. Med.* 359 (3) (2008) 229-241
71. **Shide DJ, Rolls BJ.** Information about the fat content of preloads influences energy intake in healthy women. *J. Am. Diet. Assoc.* 95 (1995) 993-998
72. **Skov AR, Toubro S, Ronn B, Holm L, Astrup A.** Randomized trial on protein vs. carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for the treatment of obesity. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 23 (1999) 528-536
73. **Stubbs RJ, Harbron CG, Murgatroyd PR, Prentice AM.** Covert manipulation of dietary fat and energy density: effect on substrate flux and food intake in men eating ad libitum. *Am. J. Clin. Nutr.* 62 (1995) 316-329
74. **Stubbs RJ, Johnstone AM, Harbron CG, Reid C.** Covert manipulation of energy density of high carbohydrate diets in `pseudo free-living` humans. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 22 (1998) 885-892
75. **Stubbs RJ, Johnstone AM, Mazlan N, Mbaiwaa SE, Ferris S.** Effect of altering the variety of sensorially distinct foods, of the same macronutrient content, on food intake and body weight in men. *Eur. J. Clin. Nutr.* 55 (2001) 19-28
76. **Stubbs RJ, Johnstone AM, O'Reilly LM, Barton K, Reid C.** The effect of covertly manipulating the energy density of mixed diets on ad libitum food intake in `pseudo free-living` humans. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 22 (1998) 980-987
77. **Stubbs RJ, Ritz P, Coward WA, Prentice AM.** Covert manipulation of the ration of dietary fat to carbohydrate and energy density: effect on food intake and energy balance in free-living men eating ad libitum. *Am. J. Clin. Nutr.* 62 (1995) 330-337
78. **Tarasuk V, Beaton GH.** The nature and individuality of within-subject variation in energy intake. *Am. J. Clin. Nutr.* 54 (1991) 464-470

79. **Westerterp-Plantenga MS.** Analysis of energy density of food in relation to energy intake regulation in human subjects. *Br. J. Nutr.* 85 (2001) 351-361
80. **World Health Organization (2006).** Global Database on Body Mass Index - an interactive surveillance tool for monitoring nutrition transition. (<http://apps.who.int/bmi/index.jsp>), Stand: 19.05.2010
81. **Young CM, Franklin RE, Foster WD, Steele BF.** Weekly variation in nutrient intake of young adults. *J. Am. Diet. Assoc.* 29 (1953) 459-464
82. **Zabik ME.** Impact of ready-to-eat cereal consumption on nutrient intake. *Cereal Foods World* 32 (1987) 234-239
83. **Zhou BF, Stamler J, Dennis B, Moag-Stahlberg A, Okunda N, Robertson C, Zhao L, Chan Q, Elliott P.** Nutrient intakes of middle-aged men and women in China, Japan United Kingdom, and United States in the late 1990s: the INTERMAP study. *J. Hum. Hypertens.* 17 (2003) 623-630