



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Untersuchung der Energiebilanz von
österreichischen Erwachsenen (18-64 Jahre) mittels
IPAQ, Accelerometer, Aktivitäts- und
Ernährungsprotokoll

Verfasserin
Sarah Strak

Zur Erlangung des Magistergrades der Naturwissenschaften am Institut für
Ernährungswissenschaften der Universität Wien

Wien 2009

Kennzahl und Studienrichtung: A 474 Ernährungswissenschaften

Betreut von o. Univ.-Prof. Dr. Ibrahim ELMADFA

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung + Fragestellung	4
2. Literaturübersicht	5
2.1 Grundbegriffe	5
2.1.1 Energiebilanz	5
2.1.1.1 <i>Folgen einer negativen Energiebilanz</i>	<i>6</i>
2.1.1.2 <i>Folgen einer positiven Energiebilanz</i>	<i>7</i>
2.1.2 Grundumsatz (GU)	9
2.1.3 Leistungsumsatz (LU)	13
2.1.4 Nahrungsenergie	15
2.2 Messung der Körpermaße und deren Relevanz für die Primärprävention von nicht übertragbaren Krankheiten	16
2.2.1 BMI	17
2.3 Grundlagen der Accelerometrie PA- Assessment	20
2.3.1 Reliabilität, Validität und Sensitivität von Messinstrumenten ...	22
2.3.2 Studie zum Vergleich 24-h-Recall vs. Ernährungsprotokoll	24
2.3.3 Problematiken in der Messung von körperlicher Aktivität	24
2.4 PAL (Physical Activity Level)	26
2.5 MET (Metabolic Equivalent, Metabolische Einheit)	27
3. Material und Methode	30
3.1 Studiendesign	30
3.2 Verwendete Messinstrumente	30
3.2.1 Beschleunigungsmesser (Accelerometer)	30
3.2.2 Aktivitätsprotokoll	32
3.2.3 International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)	34
3.2.4 Ernährungsprotokoll	35
3.2.4.1 <i>BLS-Datenbank Auswertung der Ernährungsprotokolle</i>	<i>36</i>
3.2.5 Anthropometrische Messinstrumente	39
3.2.6 Statistische Auswertung	39
4. Ergebnisse und Diskussion	40

4.1 Stichprobeneigenschaften	40
4.1.1 Alter + Geschlecht	40
4.1.2 Anthropometrie	40
4.1.3 Grundumsatz	43
4.2 Energiehaushalt	45
4.2.1 Energieaufnahme	45
4.2.1.1 <i>Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung</i>	46
4.2.2 Energieverbrauch	48
4.2.2.1 <i>Energieverbrauch über Accelerometer</i>	49
4.2.2.2 <i>Berechnung des Energieverbrauchs mittels</i> <i>Aktivitätsprotokoll</i>	50
4.2.2.3 <i>Berechnung des Energieverbrauchs mittels IPAQ</i>	50
4.2.3 Vergleich der Energieverbrauchs- Messungen	51
4.2.3.1 <i>Berechnung in Kilokalorien</i>	51
4.2.3.1.1 <i>Korrelationen Aktivitätsprotokoll- Energieaufnahme</i>	52
4.2.3.1.2 <i>Korrelationen Accelerometer- Energieaufnahme</i>	53
4.2.3.1.3 <i>Korrelationen IPAQ- Energieaufnahme</i>	54
4.2.3.2 <i>Berechnung über den PAL</i>	56
4.2.3.2.1 <i>Korrelation zwischen IPAQ- PAL und Ern.- PAL</i>	59
4.2.3.2.2 <i>Korrelation zwischen Accelerometer- PAL und Ern.- PAL</i> ...	60
4.2.3.2.3 <i>Korrelation zwischen Akt.prot.- PAL und Ern.- PAL</i>	61
5. Schlussbetrachtung	63
6. Zusammenfassung	67
6a. Abstract	68
7. Literaturverzeichnis	69
8. Abbildungsverzeichnis	75
9. Tabellenverzeichnis	76
10. Anhang: Fragebögen	
11. CV	

1. Einleitung + Fragestellung

Immer wieder werden im Zuge der Diskussionen über „richtige“ Ernährung und Bewegung die Begriffe Energiebilanz, Grundumsatz, Leistungsumsatz, Kalorienverbrauch bzw. -aufnahme und Ähnliches erwähnt, da diese Maßzahlen je nach Verhältnis die Ursache für Gewichtszu- oder -abnahme oder dessen Halten sind.

Um jemanden bei Gewichtsfragen beraten zu können, muss es geeignete Methoden geben, sowohl Aufnahme als auch Verbrauch von Nahrungsenergie mit möglichst geringen Mitteln und Einschränkungen der betroffenen Person messen zu können.

Bevor die Frage der Eignung der Methoden untersucht wird, müssen aus zahlreichen vorliegenden Möglichkeiten geeignete Instrumente ausgewählt werden, die in einer Studie mit Probanden eingesetzt werden können, ohne diese im Alltag wesentlich einzuschränken.

Die Studie wurde im Rahmen der Studie ÖSES.pal07 zur Datenerhebung für den Österreichischen Ernährungsbericht durchgeführt.

Die Wahl fiel auf ein 3- Tage- Ernährungsprotokoll als bewährte Methode zur Erhebung der Energieaufnahme sowie das Tragen eines Beschleunigungsmessers, das Führen eines Aktivitätsprotokolls und das anschließende Ausfüllen der langen Version des IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) zur Ermittlung des Energieverbrauchs.

In der Untersuchung soll nun eruiert werden, welche der drei Methoden zur Energieverbrauchsmessung am effizientesten ist, also den tatsächlichen Verbrauch am ehesten und mit welcher Abweichung darstellt. Dazu wird einerseits von einer ausgeglichenen Energiebilanz der Probanden- also kein Ab- oder Zunehmen- und andererseits von einer notwendigen Zuverlässigkeit der Ernährungserhebung ausgegangen.

2. Literaturübersicht

2.1 Grundbegriffe

Um die in der Studie erhobenen Daten interpretieren zu können ist es wichtig, einige grundlegende Begriffe zu erklären.

2.1.1 Energiebilanz

Eine *Bilanz* beschreibt das Verhältnis von Abweichungen eines zu berechnenden Wertes (im behandelten Fall die Energieversorgung des menschlichen Körpers) ins Positive und Negative. Im Fall der durchgeführten Studie wird die Aufnahme mit dem Verbrauch von Nahrungsenergie verglichen, wodurch man im Falle eines Aufnahmeüberschusses eine positive, bei überwiegendem Verbrauch eine negative Bilanz erhält. Eine positive Bilanz führt zu Vermehrung der Körpermasse, eine negative führt zu deren Schwund. Bei der Berechnung der Energieaufnahme wird jede Zufuhr von Nährstoffen mit Einbezug der jeweiligen Verwertbarkeit berücksichtigt. Dieser Miteinbezug ist wichtig, da es Nährstoffe gibt, die zwar physiologische und oder metabolische Wirksamkeit besitzen (z.B. Ballaststoffe), aber nicht zu den Energie liefernden Nährstoffen zählen. Des Weiteren wird nicht jede aufgenommene Energieeinheit zu hundert Prozent zu metabolischer Energie verstoffwechselt, was unter Umständen auch zur Gewichtsabnahme in umstrittenen Diäten (z.B. Atkins- Diät, bei der so wenig Kohlehydrate aufgenommen werden, dass das aufgenommene Eiweiß und Fett nicht mehr vollständig in zur Verfügung stehende Energie umgewandelt werden) führt.

Energie wird in der Einheit Kalorie (cal) angegeben, welche die Wärmeenergie ausdrückt:

„1 cal ist jene Wärmemenge, die 1 cm³ Wasser von 14,5°C auf 15,5°C erwärmt.“ [HABER, 2005]

Im Allgemeinen wird eine Energieangabe in Kilokalorien (kcal) gemacht.

Mit dieser Einheit kann sowohl die aufgenommene, als auch die verbrauchte Energie beziffert werden. Dazu muss es möglich sein, die Ergebnisse der Messungen mit den angewendeten Methoden in der Einheit Kalorie (bzw. Kilokalorie) beziffern zu können. Dafür bedarf es teilweise eines oder mehrerer Umrechnungsschritte, die im nächsten Kapitel im Zuge der Methodenbeschreibung erläutert werden.

Auch die Angabe von verbrauchter oder aufgenommener Energie in Joule ist möglich. Sowohl in der Wissenschaft als auch im Alltag (z.B. auf Lebensmittelverpackungen) werden häufig beide Einheiten verwendet.

Laut *Löffler* (1997) hat „das Joule die Kalorie ersetzt“. Davon ist allerdings heute, elf Jahre nach dieser Aussage, nichts zu bemerken. Der Durchschnittsbürger kann immer noch eher mit dem Begriff Kalorie als Joule etwas anfangen.

Auch hier werden Kilojoule (kJ) als übliche Einheit verwendet.

Die Umrechnung von Kilokalorien auf Kilojoule wird wie folgt durchgeführt:

$$1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$$

bzw.

$$1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kcal}$$

2.1.1.1 Folgen einer negativen Energiebilanz

Im Allgemeinen wird mit einer negativen Energiebilanz eine Gewichtsabnahme- vorzugsweise Abbau von Körperfettmasse- angestrebt. Diese wird erreicht, wenn weniger Energie mit der Nahrung zugeführt als durch den Grundumsatz und darüber hinaus gehende Aktivitäten verbraucht wird.

Strasser (2007) et al haben in einer Studie zum Vergleich der Reduktion von Körperfettmasse mittels zweier Diäten mit und ohne gleichzeitige gesteigerte körperliche Aktivität festgestellt, dass alleine eine negative Energiebilanz notwendig ist und körperliche Aktivität keine signifikante Rolle spielt.

Hierzu ist jedoch anzumerken, dass gesteigerte körperliche Aktivität zwar keine Steigerung der Fettverbrennung verursacht, aber sehr wohl einen Beitrag zur Energiebilanz leistet- wie diese ins negative rückt ist jedoch tatsächlich irrelevant.

Biochemisch gesehen findet der Fettabbau in den Mitochondrien statt. Bei langsamer Dauerbelastung geschieht dies vorm allem im Herz und in den Muskeln, im Hungerzustand in Niere und Leber. Bei längerem Hungern werden Ketonkörper gebildet [Goldenberg 2004].

Bereits 1919 gab es Experimente (durchgeführt von Benedict et al) um den Grundumsatz von Menschen zu untersuchen. Hierbei wurde festgestellt, dass dieser sinkt, wenn die Energiebilanz über längere Zeit negativ ist, und schnell wieder steigt, wenn diese wieder ausgeglichen oder sogar positiv wird [Garrow 1998].

2.1.1.2 Folgen einer positiven Energiebilanz

Die schwerwiegendste Folge einer dauerhaft positiven Energiebilanz – meist verursacht durch fehlende körperliche Aktivität – ist die Adipositas, also eine krankhafte Fettsucht. Kriterium hierfür ist ein BMI (Body Mass Index, s.u.) über 30kg/m^2 .

Laut *Elmadfa (2004)* stellt Übergewicht an sich bereits einen Risikofaktor für Herz- Kreislauf- Krankheiten dar und begünstigt außerdem weitere Komplikationen, die zu diesen Krankheiten führen können.

Damit verbunden ist das so genannte metabolische Syndrom, welches den entscheidenden Risikofaktor für koronare Herzkrankheiten darstellt.

Laut *WHO* (1999) gelten folgende Kriterien für die Diagnose des metabolischen Syndroms:

Diabetes mellitus, verminderte Glucosetoleranz, verminderte Nüchtern-glucose oder Insulinresistenz und zwei der folgenden Symptome:

- Blutdruck $\geq 140/90$ mmHg
- Dyslipidämie: TG $\geq 1,695$ mmol/l und HDL $\leq 0,9$ mmol/l (Männer), $\leq 1,0$ mmol/l (Frauen)
- Abdominale Fettverteilung: WHR (waist:hip ratio) $> 0,90$ bei Männern, $> 0,85$ bei Frauen und/oder BMI > 30 kg/m²
- Mikroalbuminurie: Harnalbuminausscheidung ≥ 20 mg/min oder Albumin: Kreatinin ratio ≥ 30 mg/g

Vor allem die Messung der abdominalen Fettverteilung (WHR, waist- to- hip-ratio, Verhältnis Taille- Hüfte) ist eine schnell anzuwendende und sicheres Methode um das Risiko für Herz- Kreislauf- Erkrankungen abzuschätzen.

Laut *Elmadfa* (2004) sollte das WHR bei Frauen unter 0,85 liegen, bei Männern unter 1,0. Bei einem sehr niedrigen WHR spricht man von gynoidem bzw. glutealfemoralem Fettverteilungsmuster.

Auch genetische Faktoren können eine Rolle bei der Entstehung von Fettsucht spielen- diese machen jedoch einen geringen Prozentsatz aus bzw. treten gehäuft in kleinen, genetisch verwandten Bevölkerungsgruppen auf.

Es gab nicht nur Experimente zur Untersuchung der Regulationsmechanismen bei Unterernährung- *Garrow* (1998) berichtet von einer Studie („Endocrine and metabolic effects of experimental obesity in man“, 1973) über den Einfluss von Überernährung auf die Insulinresistenz. 19 jungen Männern ohne Diabetes oder

Übergewicht in der Familiengeschichte wurden 250 Tage lang mit 7000 statt den benötigten 4000 kcal pro Tag „überfüttert“. Die Männer nahmen im Durchschnitt 21% ihres Körpergewichtes zu (davon 73% Fett). Daraus berechnete Garrow, dass durchschnittlich 440kcal pro Tag als Fettspeicher angelegt wurden, was nur etwa 15% der Mehr- Aufnahme an Energie entsprach. Daraus schloss er, dass es im menschlichen Körper große thermogenetische Anpassungsmechanismen im Falle einer Überernährung geben muss.

Garrow (1998) beschreibt weitere Studien aus den Jahren 1990 und 1991, in denen in geringerem Ausmaß überfüttert wurde. In diesen Untersuchungen konnten die Erwartungen bezüglich großer Zunahmen im Energieaufwand nicht erfüllen. Der Grundumsatz stieg zwar signifikant bei einer zu hohen Energieaufnahme, doch nur 14% der überschüssigen Energie wurden für den erhöhten Grundumsatz verwendet – der restliche Überschuss wurde in Energiedepots angelegt.

2.1.2 Grundumsatz (GU)

Um die grundsätzlichen physiologischen Funktionen, nämlich den Ruhestoffwechsel im Gewebe, die Herzarbeit, Atmungstätigkeit, Leistung der glatten Muskulatur und Leistung der Drüsen, im menschlichen Körper aufrecht zu erhalten ist ein Minimum an von außen zugeführter Energie notwendig. Der Grundumsatz ist „die geringste Energiemenge, die [...] bei völliger Ruhe und Entspannung (gleich nach dem Aufwachen), mindestens zwölf Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme und bei der für den unbedeckten Menschen indifferente Umgebungstemperatur von 20-28°C ermöglicht ...“ den menschlichen Organismus auf Dauer am Leben zu erhalten [ELMADFA, 2004].

Da der Grundumsatz je nach Umweltbedingungen, aber auch durch Unregelmäßigkeiten im Körper stark schwanken kann (erhebliche Streuung bei

mehreren Messungen an derselben Person) gibt es auch die Möglichkeit, den so genannten *Ruheumsatz* (RU) zu bestimmen, welcher unter weniger strengen Messbedingungen erhoben wird. Dabei wird die abgestrahlte Wärmemenge im Sitzen bei Raumtemperatur, aber auch zwölf Stunden nach der letzten Mahlzeit gemessen. Der Ruheumsatz liegt 6-10% höher als der Grundumsatz, wird aber oft gleichwertig verwendet.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Grundumsatz zu messen:

- Direkte Kalorimetrie: In eine geschlossene Kammer (Kalorimeter) wird Luft gepumpt, wie abgegebene Wärme wird kalorimetrisch gemessen. Hierbei kann sowohl ein ruhender, als auch ein aktiver Körper gemessen werden.
- Indirekte Kalorimetrie: Diese basiert auf der Messung des O₂-Verbrauchs und des ausgeatmeten CO₂, wodurch der respiratorische Quotient ($RQ = \frac{\text{ausgeatmetes CO}_2}{\text{eingeatmetes O}_2}$) berechnet werden kann. Außerdem wird die Ausscheidung von Harn- N als Funktion des Proteinabbaus beobachtet. Diese Methode wird heute häufiger verwendet da sie weniger aufwändig ist.
- Herzfrequenzmethode: Die Herzfrequenz der Person wird über einen ganzen Tag mittels eines kleinen tragbaren Herzfrequenzmessers gemessen. Die Methode ist nicht sehr genau, aber kostengünstig.
- Doppelt markiertes Wasser (doubly labelled water): durch die unterschiedlichen Stoffwechselwege von ²H₂O und H₂¹⁸O kann der CO₂-Verbrauch berechnet werden durch welchen der Energieumsatz bestimmt werden kann. Die Genauigkeit dieser Methode ist sehr hoch und wird als Optimum akzeptiert. Mit Kosten von bis zu 600 US- Dollar pro Messung kann die DLW- Methode allerdings nicht auf größere Kollektive angewendet werden [SHEPARD, 2003].

Da diese Methoden meistens mit großen Zeit-, Personal-, Material- und Kostenaufwand verbunden sind bedient man sich wissenschaftlich errechneten Formeln, um den Grundumsatz zu ermitteln.

Prinzipiell ist der Grundumsatz vom Körpergewicht (KG) sowie von Alter und Geschlecht abhängig. Auch die Körperzusammensetzung (Körperfettanteil) spielt eine wesentliche Rolle, kann jedoch bei normalgewichtigen Personen außer Acht gelassen werden.

Daraus ergeben sich folgende Formeln [Elmadfa 2004]:

$$GU = 24h \times KG \times 1 \text{ für Männer}$$

$$GU = 24h \times KG \times 0,9 \text{ für Frauen}$$

Der Unterschied in der beiden Formeln ergibt sich aus der Tatsache, dass Frauen einen höheren Körperfettanteil und somit einen geringeren Anteil aktiver Zellmasse haben, welche die Höhe des Grundumsatzes bestimmt.

Tab.1: Standardwerte für den Grundumsatz und den Gesamtenergieverbrauch in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht [JUNGERMANN und BARTH 1996]

Alter (J)	Gewicht (Kg)	Größe (cm)	BMR			Gesamtenergieumsatz	
			(kcal/min)	(kcal/24h)	(kJ/24h)	(kcal/24h)	(kJ/24h)
Männlich							
20	70	178	1,24	1780	7440	Sehr variabel aufgrund unterschiedlicher körperlicher Betätigung; mit steigendem Alter sinkend aufgrund abnehmender Aktivität	
30	70	178	1,19	1710	7150		
40	70	178	1,14	1640	6850		
50	70	178	1,10	1580	6600		
60	70	178	1,05	1510	6310		
70	70	178	1,00	1440	6020		
Weiblich							
20	58	166	0,99	1420	5940	Sehr variabel aufgrund unterschiedlicher körperlicher Betätigung; mit steigendem Alter sinkend aufgrund abnehmender Aktivität	
30	58	166	0,95	1370	5730		
40	58	166	0,92	1320	5520		
50	58	166	0,89	1280	5350		
60	58	166	0,85	1230	5140		
70	58	166	0,82	1180	4930		

Eine weitere Möglichkeit, die BMR (basic metabolic rate = GU) zu berechnen ist die Methode nach Schofield (1985):

Tab.2: Formeln zur Abschätzung der BMR anhand des Körpergewichtes (Gewicht in kg) modifiziert nach Schofield 1985

Alter	BMR: MJ/Tag	BMR: kcal/Tag
Männer		
18-30 J.	$0.063\text{kg} + 2.896$	$15.057\text{kg} + 692.2$
30-60 J.	$0.048\text{kg} + 3.653$	$11.472\text{kg} + 873.1$
Frauen		
18-30	$0.062\text{kg} + 2.036$	$14.818\text{kg} + 486.6$
30-60	$0.034\text{kg} + 3.538$	$8.126\text{kg} + 845.6$

Diese Berechnungsmethode wurde auch als Grundlage der Berechnungen des Grundumsatzes in der durchgeführten Studie verwendet.

Eine weitere, von *Ramirez-Zea* 2005 als bestes Instrument genannte Methode ist jene nach Henry.

Ramirez-Zea verglich diese Methode mit jener von *Schofield* und jener nach *Cole*. Dazu verglich er die verfügbare Literatur von 1985 – 2002 und fand insgesamt 175 passende Studien zu dem Thema. Es stellte sich heraus, dass die drei Methoden für Frauen gleich gut geeignet sind, die Berechnung nach *Henry* allerdings bei Männern die akkuratesten Ergebnisse brachte.

2.1.3 Leistungsumsatz (LU)

Der Leistungsumsatz beschreibt jene Energiemenge, die zur Abdeckung des Energiebedarfs sämtlicher Energie benötigenden Tätigkeiten aufgenommen bzw. aus Speichern bereitgestellt werden muss. Es gibt verschiedene Ursachen für über den Grundumsatz hinausgehenden Energieverbrauch (Elmadfa, Leitzmann 2004):

Nahrungsinduzierte Thermogenese Diet- induced Thermogenesis (DIT): hierbei handelt es sich um eine durch Nahrungsaufnahme hervorgerufene Steigerung des Energieumsatzes. Je nach Menge und Zusammensetzung der zugeführten Nahrungsmittel benötigen die Abbauvorgänge, die diese zu verfügbarer Energie machen, selbst Energie. Besonders für den Ab- und Umbau von Proteinen liegt diese so genannte „spezifisch- dynamische Wirkung“ bei 18-25%- es wird also bis zu $\frac{1}{4}$ der durch Proteine aufgenommenen Energie für deren Abbau verbraucht.. Diese beschreibt jene Energieverluste, die innerhalb sechs Stunden nach einer normalen Mischkost- Mahlzeit durch den Aufwand für die Verwertung des jeweiligen Substrats auftreten.

Die DIT beträgt für Kohlehydrate 2-4%, für Fett 4-7% und für Eiweiß 18-25% [JUNGERMANN K., BARTH C.A. 1996].

- Thermoregulation: Der Mensch benötigt eine konstante Körpertemperatur. Um den Körper vor Fieber oder Hypothermie zu schützen bedient sich thermoregulatorischer Prozesse. Je nach Abweichung von der Normaltemperatur muss Energie aufgebracht werden, um den Körper zu kühlen oder zu erwärmen. Diese so genannte fakultative Thermogenese wird u.a. auch durch Koffein, Nikotin und Kälte stimuliert, wobei die entstandene Mehrenergie durch die Haut abgestrahlt bzw. bei höherer Wärmebildung durch Schweißbildung abgegeben wird. Ist die Außentemperatur zu kalt, wird die Körpertemperatur durch zitterfreie Thermogenese bzw. schnelle Muskelkontraktionen aufrecht erhalten.

- Umsatzsteigerung durch Muskeltätigkeit: Die Skelettmuskulatur macht ca. 40-50% des Körpergewichts aus. Je nach Leistung ist ihr Energiebedarf bis zum 20fachen erhöht. Mit der Umsatzsteigerung sind stärkere Wärmebildung, größerer O₂-Verbrauch und vermehrte CO₂-Bildung verbunden. Der so genannte PAL (Physical Activity Level, siehe PA-Assessment/PAL) gibt hierbei an, um das wie vielfache der GU durch die körperliche Aktivität erhöht ist.

Energieumsatz von Kranken (Kreymann et. al 2007)

Nachdem Kranke oft bettlägerig sind und/ oder die nahrungsinduzierte Thermogenese durch parenterale Ernährung deutlich geringer ist, liegt der Leistungsumsatz oft nur 0-7% über dem Grundumsatz.

Ein entscheidender Faktor des Energieumsatzes von Kranken ist, dass durch Krankheit selbst metabolische Veränderungen im hormonellen System auftreten können, die den Grundumsatz in beide Richtungen verändern können.

Aber auch Fieber oder Kälte sowie Schmerzen oder psychische Veränderungen können zu einer Steigerung des Energieumsatzes führen.

Da bei Kranken größere Schwankungen des Energiestoffwechsels durch körperliche Aktivität wegfallen, ist dieser über den Tag relativ konstant und kann daher zu einem beliebigen Zeitpunkt gemessen werden. Durch Berechnung des normalen Grundumsatzes einer Person dieses Gewichtes, Geschlechts und Alters können die Unterschiede im Energieverbrauch der kranken Person ermittelt werden.

Bis auf einige Erkrankungen wie Sepsis, Traumata und Verbrennungen (Steigerung bis zu 80%) bleibt der Energieverbrauch von Kranken im normalen Bereich.

Da der Energieumsatz von kranken Menschen sehr stark schwanken kann, gibt es keine geeignete Formel, um diesen zu berechnen.

2.1.4 Nahrungsenergie

Im Gegensatz zu Pflanzen, die die zur Aufrechterhaltung ihrer Stoffwechselprozesse benötigte Energie selbst aus Sonnenlicht und CO₂ synthetisieren können, ist der Mensch auf Energiezufuhr von außen in Form der Energie liefernden Nährstoffe Fett, Kohlenhydrate und Eiweiß angewiesen.

Tab.3: Physikalische (EA) und physiologische (UE) Brennwerte (BW) der Hauptnährstoffe (McNEILL 1993)

NS	EA(physikal. BW)		Abs.rate (%)	VE (verdaul.E.) (kJ/g)	HE (Harn-energie) (kJ/g)	UE (physiolog. BW)		ATWATER -Faktoren (kcal/g)
	(kJ/g)	(kcal/g)				(kJ/g)	(kcal/g)	
Stärke	17,5	4,2	99	17,3	-	17,3	4,1	4
Glucose	15,6	3,7	99	15,4	-	15,4	3,7	4
Fett	39,1	9,3	95	37,1	-	37,1	8,9	9
Protein	22,9	5,5	92	21,1	5,2	15,9	3,8	4
Alkohol	29,8	7,1	100	29,8	Spuren	29,8	7,1	7

Eine vollständige Umwandlung der Nährstoffe der aufgenommenen (chemischen) in mechanische Energie ist allerdings nicht möglich, da bei dieser Transformation ein großer Teil der Energie als Wärme verloren geht. Abgesehen davon wird der Hauptteil der aufgenommenen Nahrungsenergie für den Grundumsatz benötigt (s.o.).

2.2 Messung der Körpermaße und deren Relevanz für die Primärprävention von nicht übertragbaren Krankheiten

Unter „nicht übertragbare Krankheiten“ versteht man jene Erkrankungen, die nicht durch Bakterien, Viren oder andere Mikroorganismen verursacht werden. Dazu zählen Erkrankungen des Gefäßsystems wie Atherosklerose, koronare Herzkrankheit, Diabetes, Osteoporose, Krebs und Adipositas.

Dilba et al (2006) haben in einer Studie zum anteiligen „Einfluss eines achtwöchigen Sport- und Diätprogramms auf Körpergewicht, Risikofaktoren und Fitness adipöser Patientinnen“ untersucht, wie wichtig eine Reduktion des Körpergewichts und eine Steigerung der körperlichen Aktivität für die Risikoreduktion ernährungsbedingter Krankheiten sind.

Im Rahmen der Studie wurden 20 Frauen in zwei Gruppen eingeteilt, wobei die erste Gruppe erst vier Wochen Sport, dann vier Wochen Diät und Sport machte, die zweite Gruppe erst vier Wochen Diät, dann vier Wochen Diät und Sport.

Die Ergebnisse fielen wie folgt aus:

- Sport steigerte die aerobe Fitness, hatte keinen Einfluss auf Ernährungszustand und Risiko
- Diät verbesserte Ernährungszustand, kein Einfluss auf Risiko und Fitness
- Sport und Diät nach Sport verbesserten Ernährungszustand und verminderten Risiko, kein Einfluss auf Fitness
- Diät und Sport nach Diät verbesserten Ernährungszustand, kein Einfluss auf Risiko und Fitness.
- Der Energieverbrauch beim Sport war in Gruppe eins größer als in Gruppe 2.

Zusammenfassend zogen die Autoren den Schluss, dass eine Verhaltensänderung mit einem Sportprogramm beginnen sollte, gefolgt von einer Ernährungsumstellung.

2.2.1 BMI

Der so genannte Body Mass Index (BMI) ist hier das am einfachsten anzuwendende und unter normalen Umständen sicherste Mittel, das Erkrankungsrisiko einzuschätzen [Volkert, D. 2006]. Nachdem die Mortalitätsrate übergewichtiger Krankenversicherter nach dem zweiten Weltkrieg ihren Höchststand erreicht hatte, wurden vermehrt Studien zum Zusammenhang von Körpergewicht und kardiovaskulären Erkrankungen angestellt [Eknoyan, G. 2008]. Hier ergab sich, dass der erstmals 1832 beschriebene BMI, auch nach seinem Entwickler, dem Belgier *Adolphe Quételet* (1786-1874) „*Quételet- Index*“ genannt, das am besten geeignete Mittel war um das Erkrankungsrisiko abzuschätzen. Zur Berechnung müssen lediglich Körpergröße und Körpergewicht bekannt sein. Eigenangaben der zu Messenden sind zu vermeiden, da diese Werte nicht aktuell, ungenau oder falsch angegeben sein können. Von älteren Menschen wird häufig die Körpergröße überschätzt, Untergewichtige schätzen sich schwerer, Übergewichtige leichter ein [Schneider, 1997]. Besonders bei wissenschaftlichen Studien ist eine einheitliche Messung unumgänglich.

Folgende Punkte sollten bei der Messung beachtet werden [Volkert 2006]:

Standardisierte Messung der Körpergröße

- In aufrecht stehender, gestreckter Körperhaltung.
- Die Arme hängen entspannt, die Schultern sind nicht angehoben.
- Ohne Schuhe, auf ebenem, festem Untergrund.
- Fersen zusammen und am Boden.

- Blick geradeaus (Frankfort-Linie: Mitte Ohr und Mitte Nase auf einer Linie)
- Bei starker Rückenkrümmung kann nicht gemessen werden.

Standardisierte Messung des Körpergewichts

- mit geeichter Waage auf ebenem, festem Untergrund
- in leichter Hauskleidung
- morgens nüchtern
- nach Entleerung der Blase
- ausgeglichener Wasserhaushalt

Die Formel zur Berechnung des BMI lautet wie folgt:

$$\text{BMI (kg/m}^2\text{)} = \text{Körpergewicht (kg)} / \text{Körpergröße (m)}^2$$

Tab.4: Klassifizierung zur Beurteilung des BMI bei Erwachsenen [ELMADFA, I., LEITZMANN C. 2004]

Kategorie	BMI in kg/m ²
Untergewicht	< 18,5
Normalgewicht	18,5-24,9
Übergewicht	25,0-29,9
Adipositas Grad I	30,0-34,9
Adipositas Grad II	35,0-39,9
Adipositas Grad III	>40,0

Diese Werte gelten ausschließlich für Erwachsene. Die Kategorisierung für Kinder und Jugendliche erfolgt über so genannte Perzentillenkurven und für ältere Menschen (>65 Jahre) gelten auf Grund der veränderten Körperzusammensetzung (weniger Muskeln, mehr Fett) Werte von 22-30kg/m² als Normalgewicht.

McCarthy et al (2007) haben in einer Langzeitstudie in England untersucht, ob dicke Kinder tatsächlich häufiger dicke Erwachsene werden als normalgewichtige Kinder. Dazu wurden in zwei südenenglischen Städten Daten von Kindern bis zum 5. Lebensjahr, und 20 Jahre später ein Follow-Up erhoben.

Vor allem das Körpergewicht mit 5 Jahre und die Schnelligkeit der Gewichtszunahme zwischen 21. und 60. Lebensmonat hatten die stärkste Voraussagekraft für den späteren BMI. Zwischen der Geschwindigkeit der Gewichtszunahme in den ersten Lebensmonaten und dem BMI gab es keinen erkennbaren Zusammenhang.

Zum BMI von Senioren wurde im Ernährungsbericht 2003 beschrieben, dass in höherem Alter im Gegensatz zu jüngeren Personen ein höherer BMI mit einem geringeren Mortalitätsrisiko verbunden ist [DGE, 2000].

Tab.5: Bei der für den Ernährungsbericht 2003 nach Gewicht und Alter befragten Studienpopulation ergaben sich folgende BMI- Werte (dargestellt im Vergleich zu den vom NRC (national research council) empfohlenen Werten [österreichischer Ernährungsbericht 2003]):

	BMI			
	(MW +- SD)	Untergewicht	Normalgewicht	Übergewicht/ Adipositas
		(<23 für 55-64J, <24 ab 65J)	(23-28 für 55-64J, 24-29 ab 65J)	(>28 für 55-64J, >29 ab 65J)
55-64J (n=194)	27,3 +- 4,2	10 %	59%	31%
65-74J (n=142)	27,1 +- 4,2	18 %	57%	25%
75-84J (n=180)	26,6 +- 4,2	25 %	58%	17%
>84J (n=107)	25,4 +- 3,5	29%	60%	11%
Gesamt (n=627)	26,7 +- 4,1	22%	57%	21%

Nachtigal (2007) stellt in der Ausgabe 32 der „aktuellen Ernährungsmedizin“ (2007) eine in Amerika durchgeführte Studie (Al Snith et al) vor, in der der Zusammenhang zwischen BMI und Invalidität untersucht wurde. Hierbei wurden die Daten (BMI) von 12.725 Personen (verschiedene ethnische Gruppen) die an

der EPESE (Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly) teilgenommen hatten ausgewertet. Die Probanden waren 65 Jahre oder älter und zu Beginn der Studie nicht körperlich eingeschränkt. Anschließend an die anthropometrischen Messungen wurde im Jahresabstand der körperliche Allgemeinzustand erfragt und mittels Cox- proportionaler Risiko- Regressionsanalyse die Hazard- Ratios (HR) für Invalidität und Mortalität während der 7- jährigen Nachbeobachtungszeit errechnet. Die niedrigste HR lag demnach bei einem BMI zwischen 25 und <30 (von der Autorin als Übergewicht bezeichnet- laut NRC gilt jedoch ein BMI von 24-29 für Personen > 65 Jahre als Normalgewicht). Auch die Mortalitätsrate war in diesem BMI- Bereich am geringsten, aber auch Personen mit einem BMI von 30-35 hatten ein geringeres Sterberisiko als Personen mit einem BMI < 25 oder über 35. Weder Frauen und Männer noch verschiedene ethnische Gruppen unterschieden sich signifikant voneinander.

2.3 Grundlagen der Messung der körperlichen Aktivität

In vielen Bereichen stoßen wissenschaftliche Messungen auf Grund ungenauer oder zu komplizierter Messmethoden an Grenzen. Dadurch ist es schwierig oder sogar unmöglich, gültige Aussagen zur Zuverlässigkeit von Methoden zu machen. Da wissenschaftlich fundierte Studien aber ohne diese Zuverlässigkeit nicht durchgeführt werden können ist es wichtig, stets nach dem besten Mittel zum Zweck zu suchen.

Auf dem Gebiet der Messung von körperlicher Aktivität und dem damit verbundenen Energieverbrauch gibt es zahlreiche Methoden, wobei die erhobenen Daten jedoch teilweise sehr stark von den tatsächlichen Werten abweichen.

Ein wesentlicher Grund dafür ist unter anderem, dass Methoden, die auf Fragebögen zurückgreifen, vom subjektiven Empfinden der Probanden bei der

Angabe der Intensität einer Aktivität eingeschränkt werden. Intensitätslevels werden unterschiedlich wahrgenommen. Auch gibt es Schwierigkeiten bei Zeitangaben und im Verständnis der gestellten Fragen, vor allem bei älteren Personen oder Kindern.

Weiters wird bei den Fragestellungen meist nach Aktivitäten ab einem bestimmten Aktivitätsgrad, z.B. „schnelles Gehen“ oder ab einer gewissen Zeitspanne „länger als 10 Minuten am Stück“ gefragt. Dieses Problem bei Fragebögen wird auch floor- effect genannt- eine statistische Beschreibung dafür, dass ein gewisser Wert bei einer Angabe nicht unterschritten werden kann, die Angabe als stufenförmig und nicht kontinuierlich erfolgt. Eine Folge davon ist, dass sehr geringe Aktivitäten, die aber in Summe doch signifikante Unterschiede ergeben können, nicht gemessen werden können und es dadurch zu Fehlern kommt [SHEPARD, 2002].

Auch stoßen Angaben wie „Aktivität führt zu leichtem Schwitzen“ oder „Kann auf Grund schneller Atmung während der Aktivität nur noch schwer ein Gespräch führen“ an ihre Grenzen, wenn Aktivitäten z. B. zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten (Außentemperatur beeinflusst Schweißproduktion) ausgeführt werden. Man kann hier zwar grob intensive von leichten Aktivitäten unterscheiden, das Errechnen des Energieverbrauches ist so aber kaum bis gar nicht möglich.

Bei der Angabe der Frequenz einer bestimmten Aktivität, also der Häufigkeit der ausgeführten Aktivitäten kann es ebenfalls zu Problemen kommen. So wird nicht jede Aktivität regelmäßig ausgeführt- etwas bei Wintersportarten. Wenn die Befragung zum Beispiel in der Woche nach den Semesterferien statt findet wird die Angabe „ich bin letzte Woche täglich Ski gefahren“ kaum dem Jahresdurchschnitt entsprechen. Auch wird bei der Frage nach dem Durchschnitt oft die obere Grenze der üblichen Aktivität gewählt. Auch beim Schulsport oder dem Besuch eines Fitnessstudios kann es zu Overreporting

kommen, da es eine „Brutto- Zeit“ gibt, in der auch Erklärungen von Lehrern, Umziehen, soziale Kontakte, Duschen etc. enthalten sind.

Shepard (2002) meint auch, dass in keinem der existierenden Fragebögen zur persönlichen Aktivität die Art der Umgebung, in der eine Aktivität ausgeführt wird, erfragt wird. Seiner Meinung nach wäre es aber von besonderer Wichtigkeit, da hier der Zusammenhang von Umwelt, Psyche und körperlicher Aktivität zum Tragen komme.

2.3.1 Reliabilität, Validität und Sensitivität von Messinstrumenten (Shepard 2002)

Die Reliabilität einer wissenschaftlichen Untersuchungsmethode gibt an, wie genau diese die gemessenen Gegebenheiten darstellen kann. Ein Fragebogen mit hoher Zuverlässigkeit liefert also bei einer Wiederholung der Untersuchung dasselbe Ergebnis wie im ersten Durchlauf. In diesem Fall ist die Zuverlässigkeit (Reliabilität) der Messmethode gleich 1 oder 100%. Es gibt verschiedene statistische Testmethoden und Darstellungsmöglichkeiten, die diese Genauigkeit in Zahlen ausdrücken.

Hier spielen einige Faktoren eine Rolle, wie zum Beispiel der zeitliche Abstand zwischen den Testdurchläufen. *Godin* und *Shepard* haben schon 1985 herausgefunden, dass die Zuverlässigkeit vor allem bei moderaten (5 METs) und leichten (3 METs) Aktivitäten unter 0,5 liegt, bei anstrengenden Aktivitäten (9 METs) bei 0,94.

Auch besteht der in mehreren Studien bestätigte Hemmfaktor, dass die Reliabilität mit der Länge der Befragungsperiode sinkt. Weiters gibt es saisonale und zeitliche Unterschiede im Aktivitätsmuster, aber auch Erinnerungslücken sind ein Problem. Aus diesem Gründen zeigen Fragebögen Unterschiede bis zu 50% [Shepard 2002].

Einige Forscher limitieren die Evaluation ihrer Fragebögen lediglich auf die Prüfung der Reliabilität, ignorieren dabei die weitaus wichtigere Validität und Sensitivität einer Methode.

Die Validität setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen: Inhalt, Vorhersagbarkeit, Übereinstimmung und Konstrukt.

Um die Validität eines Fragebogens zu testen, muss dieser mit einer bereits vorhandenen Methode am selben Objekt (bzw. der selben Probandengruppe) unter denselben Bedingungen mit ausreichender Probandenanzahl verglichen werden.

Da die DLW- Methode wie schon erwähnt sehr kostspielig ist, wird häufig auf die Accelerometrie zurückgegriffen.

Andere Ansätze zur Validierung verglichen die Fragebögen mit Pulsmessern, Tagebüchern, 24-h-Aktivitätsprotokollen, Fitness- Scores oder der Nahrungsaufnahme.

Da intensive körperliche Aktivitäten meist bewusst, über einen begrenzten Zeitraum und zu einem bestimmten Zweck (z.B. Muskel- oder Konditionstraining) ausgeführt werden und sich so von Alltagsbewegungen und -tätigkeiten unterscheiden lassen, ist in der Messung dieser Aktivitäten die Korrelation zwischen verschiedenen Methoden am größten.

Die Sensitivität eines Messinstruments soll im Fall der Fragebögen erklären, ob und wie sehr dieser auf wichtige Faktoren wie die Umwelt des Probanden und andere äußere Einflussfaktoren Rücksicht nimmt, da diese ja z.B. beim Tragen eines Accelerometers überhaupt nicht beachtet werden (Shepard 2002).

2.3.2 Studie zum Vergleich 24-h-Recall – Ernährungsprotokoll

In der Adipositasambulanz der technischen Universität München wurde von *Hausmann et al* (2007) eine Studie zum „Stellenwert des 24-h-Recalls im Vergleich zum Ernährungsprotokoll in der Adipositasambulanz“ durchgeführt. In dieser Studie wurde ein detailliert geführtes Ernährungsprotokoll mit einem 24-h-Recall verglichen um die Genauigkeit des weniger aufwändigen Recalls zu untersuchen.

Der 24-h-Recall wurde den Patienten beim Erstbesuch in der Ambulanz vorgelegt, anschließend sollten die Patienten zu Hause zehn Tage lang ein detailliertes Ernährungsprotokoll führen.

Es stellte sich heraus, dass die mittels 24-h-Recall ermittelten Mengen 20-30% unter jenen im Ernährungsprotokoll lagen.

Daraus ergab sich für die Untersuchungsgruppe folgendes Fazit: Die Vorteile des Ernährungsprotokolls liegen sowohl in der Genauigkeit, als auch in der Zeitersparnis (30 min. für das Recall- Gespräch) der Ernährungsberater und der Konfrontation der Patienten mit ihren eigenen Essgewohnheiten.

2.3.3 Problematiken in der Messung von körperlicher Aktivität

Auch die Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Methoden wird schwierig, wenn zur Auswertung gleichen Aktivitäten unterschiedliche Einheiten verwendet werden. So kann die Angabe zum Beispiel Energieaufwand in kJ/min angegeben werden, aber auch in metabolischen Einheiten oder über die Sauerstoffaufnahme in ml/min per kg.

Vor allem bei der Angabe in METs besteht das Problem, dass diese nicht immer gleich definiert sind. Meistens wird von einem Standardwert von 4,19 kJ/min (1 kcal/min) ausgegangen, welcher den GU darstellt (Shepard 2002).

Natürlich kann man über andere Methoden ein halbwegs realistisches Bild von der körperlichen Fitness einer Person bekommen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass bei diesen Berechnungen die Konfidenzintervalle so groß sind, dass es schwierig ist, den Fitness-Status einer Person zu kategorisieren.

Nachdem es jedoch bis jetzt keine brauchbaren Alternativen zur Fragebogenmethode gibt, mit der große Kollektive mit kleinem finanziellen und organisatorischem Aufwand befragt werden können, sind Fragebögen heute noch immer das Mittel der Wahl.

Für kleinere zu untersuchende Gruppen können Messmethoden verwendet werden, die mit „objektiven“ Geräten zu tun haben, wie zum Beispiel die direkte oder indirekte Kalorimetrie, die DLW- Methode oder die Herzfrequenzmethode, da unabhängig vom Empfinden des Probanden gemessen wird und so ein – innerhalb der Methode – gültiger Vergleich angestellt werden kann. Der damit verbundene finanzielle, organisatorische und personelle Aufwand und die notwendige hohe Compliance der Probanden sind die größten Probleme bei derartigen Untersuchungen.

Diese „Hemmfaktoren“ gelten auch für die - auch in dieser Studie gewählte - Möglichkeit, durch Schrittzähler und/ oder Beschleunigungsmesser, die direkt an der zu vermessenden Person angebracht werden, objektive Informationen über das Bewegungsverhalten zu bekommen. Diese Methode ist, auf größere Gruppen angewandt oder längere Zeit gesehen, relativ kostengünstig und einfach zu erklären und anzuwenden. Außerdem werden die Aktivitäten der Person ohne große Einschränkungen durchgehend bei allen Aktivitäten gemessen. Probleme bei der Anwendung ergeben sich durch zwei Punkte:

- Das Gerät kann nicht bei allen Aktivitäten getragen werden, da es nicht wasserfest ist. Es muss also beim Duschen, Baden und vor allem Schwimmen abgenommen werden.

- Eine vollständige Aufzeichnung aller Aktivitäten (bis auf jene die mit Wasser verbunden sind) ist nur möglich, wenn das Gerät ausnahmslos immer getragen und nicht vergessen wird, da sonst wichtige, oft nur schwer nachvollziehbare Informationen über Aktivitäten verloren gehen. Für diese Fälle müssen für Studien Ausschlusskriterien festgelegt werden, die „zu vergessliche Probanden“ aus der Studie ausschließt.

Shepard (2002) fasst die Problematik der Fragebogenmethoden wie folgt zusammen: obwohl Fragebögen zur körperlichen Aktivität nun schon seit über 40 Jahren im wissenschaftlichen Einsatz sind, ist ihre Reliabilität und Validität noch immer limitiert. Die Messungen haben einen gewissen Wert wenn es darum geht zu zeigen, wo erhöhte körperliche Aktivität nützlich wäre und um Veränderungen in der körperlichen Aktivität in Populationen darzustellen. Um allerdings detaillierte Interpretationen zur Höhe der Dosierung von körperlicher Aktivität und das Ausmaß der damit verbundenen gesundheitlichen Vorteile zuzulassen scheinen die vorhandenen allerdings noch zu unreif bzw. deren Einsatz zu verfrüht zu sein. Diese Art der Verwendung könnte möglich werden durch die Entwicklung von standardisierten Instrumenten welche die geringen Aktivitäten der großteils sitzenden Gesellschaft erfassen und den Begriffen „leichte“, „moderate“ und „schwere“ Arbeit gleich bleibende biologische Bedeutung zuschreiben.

2.4 PAL (Physical Activity Level)

Das PAL ist ein Multiplikator, das die verbrauchte Energiemenge eines Tages als ein Vielfaches des GU (siehe oben) darstellt. Der PAL ist deshalb unabhängig von Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht, was allgemeine Werte für bestimmte Aktivitäten zulässt:

Tab.6: Energieumsatz für Aktivitäten verschiedener Intensität, als Mehrfaches des Ruheumsatzes [MAHAN und ARLIN 1992]:

Aktivitätskategorie	Energieverbrauch als ein Vielfaches des RU (kcal/min) = PAL
Ruhen	RU x 1,0 (1-1,2)
Sehr leicht (Sitzen und Stehen, Schreiben, Fahren, Nähen, Bügeln, Kochen, Musikinstrument spielen, u.a.)	RU x 1,5 (bis 2,5)
Leicht (langsam gehen, Tischlerei, Hausputz, Mechaniker, Golf, Segeln, u.a.)	RU x 2,5 (2,5-4,9)
Mittel (schnelles Gehen, Gehen mit schwerer Last, Unkraut jäten, Radfahren, Schifahren, Tennis, Tanzen, u.a.)	RU x 5,0 (5-7,4)
Schwer (Gehen bergauf mit schwerer Last, Baumfällen, Basketball, Klettern, Fußball, u.a.)	RU x 7,0 (12,0)

Im aktuellen Bericht des WCRF (World Cancer Research Fund) und AICR (American Institute for Cancer Research) „Ernährung, körperliche Aktivität und Krebsprävention“ [WCRF 2007] sollte der PAL bei mindestens 1,6 liegen. Als Begründung wird angegeben, dass sich die meisten Bevölkerungsgruppen weniger bewegen als sie es naturgemäß tun sollten, da jegliche Art von körperlicher Aktivität sowohl vor Gewichtszunahme, Übergewicht und Adipositas, als auch vor – teilweise damit zusammenhängenden - bestimmten Krebserkrankungen schützt. Eine Person mit einem PAL unter 1,4 gilt als „bewegungsarm“. Es wird empfohlen, mindestens 30 Minuten am Tag moderat körperlich aktiv zu sein bzw. sich bei einem Wunsch nach Leistungsverbesserung mindestens 60 Minuten täglich moderat oder 30 Minuten intensiv zu bewegen.

2.5 MET (Metabolic Equivalent, Metabolische Einheit)

Eine MET ist das Verhältnis des Arbeitsumsatzes zum Ruheumsatz. Eine MET ist definiert als 1 kcal/kg/Stunde und ist annähernd äquivalent zum

Grundumsatz. Weiters ist eine MET definiert als die Sauerstoffaufnahme in ml/kg/min, wobei eine MET bei ruhigem Sitzen einer Aufnahme von 3,5 ml/kg/min entspricht.

Die umfangreichste Sammlung an Angaben zu metabolischen Einheiten verschiedenster körperlicher Aktivitäten findet sich im so genannten „Compendium of Physical Activities“ (deutsch: Leitfaden der körperlichen Aktivität). Das Konzept dazu stammt von Dr. Bill HASKELL an der Stanford Universität. Der Leitfaden wurde zum ersten Mal in der SAFE- Studie (Survey of Activity, Fitness, and Exercise 1987-1989) eingesetzt um Aufzeichnungen zur körperlichen Aktivität zu kodieren und berechnen. Seitdem wurde der Leitfaden weltweit in zahlreichen Studien verwendet um Intensitätseinheiten in Fragebögen zur körperlichen Aktivität zu bestimmen und innovative Wege zu entwickeln um den Energieaufwand zu berechnen. Die erste Version des Leitfadens wurde 1993 von AINSWORTH et al publiziert, ein Update folgte im Jahr 2000 [AINS WORTH et al].

Der „Compendium of Physical Activities Tracking Guide“ ist jene Tabelle, die die detaillierten MET- Angaben für die einzelnen körperlichen Aktivitäten enthält und somit Kernstück des Leitfadens.

Die Aktivitäten wurden wie folgt eingeteilt:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| - Radfahren | - Berufliches |
| - Konditionstraining | - Laufen |
| - Tanzen | - Körperpflege, Essen |
| - Fischen und Jagen | - Sexuelle Aktivitäten |
| - Häusliche Aktivitäten | - Sport |
| - Heimwerken | - Motorisierte Fortbewegung |
| - Inaktivität (quiet und light) | - Gehen |
| - Gartenarbeit | - Wassersport |
| - Diverses | - Religiöse Aktivitäten |
| - Musizieren | - Ehrenamtliche Tätigkeiten |

Zu jeder dieser Kategorien gibt es zahlreiche, detaillierte Arten der jeweiligen Aktivitäten. Jeder Aktivität ist eine bestimmte Anzahl an METs zugewiesen. Z.B. 4 METs für Radfahren zur Arbeit, 16 METs für Radrennen mit durchschnittlich 20km/h.

3. Material und Methode

3.1 Studiendesign

Im Frühjahr und Herbst 2007 nahmen insgesamt 96 Personen an der vorliegenden Querschnitt- Studie teil.

Die Probanden wurden aus dem Bekanntenkreis (Familie, Freunde, Studienkollegen) rekrutiert. Diese wurden per e-mail über den genauen Ablauf, die verwendeten Methoden, den Zeitraum und Ziel der Studie informiert.

Um die Messungen von Gewicht und Körpergröße zu vereinheitlichen und die Materialien (Accelerometer, Fragebögen, Protokolle) genau erklären zu können, wurden die Studienteilnehmer vor dem Frühstück persönlich aufgesucht. Eine Woche später erfolgte ein erneuter Besuch, um das Gewicht zu kontrollieren um unerwünschte Zu- oder Abnahme auszuschließen, die Accelerometer, Aktivitätsprotokolle und Ernährungsprotokolle abzuholen sowie den Fragebogen IPAQ ausfüllen zu lassen.

3.2 Verwendete Messinstrumente

3.2.1 Beschleunigungsmesser (Accelerometer)

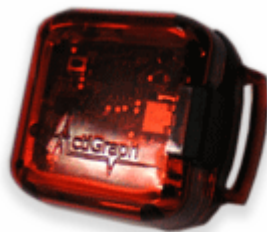


Abb.1: In der Studie eingesetzter Beschleunigungsmesser „Actigraph GT1M“

Zur Messung des Energieverbrauchs wurde unter anderem der Beschleunigungsmesser GT1M von ActiGraph, LLC (709 Anchors Street, NW, Fort Walton Beach, Florida 32548 USA. www.theactigraph.com) verwendet. Das Gerät wiegt 27 Gramm und misst 3,8 x 3,7 x 1,8 cm (Herstellerangaben).

Funktionsprinzip: Der GT1M misst und zeichnet Beschleunigung im Ausmaß von 0.05 bis 2 G auf. Das Beschleunigungssignal in Form einer analogen Spannung wird von einem analog- zu- digital- Konverter (30 Hertz) erfasst und digitalisiert. Dann passiert das Signal einen digitalen Filter, der den Accelerometer auf eine Frequenzweite von 0.25 bis 2.5 Hz einschränkt. Dieser Bereich wurde gewählt, um normale menschliche Bewegung von Bewegungen anderer Herkunft zu selektieren. Der digitale Filter gibt ein Ausgangssignal ab, das linear zu den wechselnden Beschleunigungen innerhalb der Bandbreite anspricht. Jede Aufzeichnung wird über ein benutzerspezifisches Zeitintervall summiert, das „Epoche“ genannt wird. [Quelle: www.theactigraph.com]

Initialisierung: Der Beschleunigungsmesser wird über die mitgelieferte ActiLife-Software (Updates werden auf der Homepage gratis zum Download angeboten) – über einen USB- Anschluss mit dem PC verbunden- initialisiert. Ab der eingetragenen Startzeit laufen die Aufzeichnungen so lange, bis die Batterie leer ist, die aufgezeichneten Daten herunter geladen werden oder das Gerät erneut initialisiert wird.

Anwendung: Das Gerät wird seitlich an der Hüfte am eigenen Gürtel oder mitgelieferten elastischen Band getragen. Zur vollständigen Aufzeichnung ist es notwendig, den GT1M außer beim Kontakt mit Wasser (Duschen, Baden, Schwimmen) immer zu tragen. Zur Erfassung des Schlafrhythmus´ kann er auch in der Nacht, hier allerdings am Handgelenk mit einem dafür vorgesehenen Armband, getragen werden.

Auswertung: Um die gesammelten Daten einsehen und auswerten zu können wird der Accelerometer erneut über USB mit dem PC verbunden und die

Information durch anklicken des „Download“ -Buttons auf den PC übertragen. Anschließend kann – je nach Verwendungszweck- aus verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten gewählt werden.

Die Ausgabe erfolgt als Excel- Datei. Dies hat den großen Vorteil, dass die Ergebnisse gleich im Dokument bearbeitet, benannt oder markiert werden können, aber auch z.B. der als Tageskalorienmenge dargestellte Energieverbrauch zu einem Durchschnittswert zusammengefasst werden kann.

3.2.2 Aktivitätsprotokoll

Das Aktivitätsprotokoll dient der groben Erfassung aller an einem Tag verbrauchten Energie. Dazu sollen vor dem zu Bett gehen auf eine viertel Stunde genau folgende Aktivitäten protokolliert werden: Schlafen, Sitzen, Stehen, langsames Gehen, Gehen, Laufen/Joggen, Radfahren, Autofahren, Gartenarbeit, Gymnastik, Schwimmen, Ballsport, Tennis, Leichtathletik, Krafttraining, Tanzen, Ergometer/ Laufband. Weiters können andere (nicht angeführte) Aktivitäten zusätzlich eingetragen werden. Das Protokoll soll vor allem dazu dienen Aktivitäten zu erfassen, die vom Beschleunigungsmesser erfahrungsgemäß (z.B. Rad fahren, Klettern, Kraftsport) oder aus technischen Gründen (Schwimmen) nicht oder nur unvollständig gemessen werden können. Die Summe der eingetragenen Zeitabschnitte muss 24 Stunden ergeben.

Auswertung des Protokolls:

Nachdem unterschiedliche Aktivitäten unterschiedlich anstrengend sind, werden die in das Protokoll eingetragenen körperlichen Betätigungen mit Hilfe der METs in kcal umgerechnet- die Summe aller Energiebeträge über 24 Stunden ergibt so den gesamten Energieverbrauch des protokollierten Tages.

Zur Veranschaulichung ein Beispiel:

Eine 35jährige Frau, 1,65m groß und 60kg schwer, ist also mit einem BMI von 22 normalgewichtig was auf eine normale Körperzusammensetzung schließen lässt und so die einfache Berechnung eines GU von ca. 1300kcal zulässt.

Diese Frau schläft 8h, arbeitet sitzend 7h, fährt 1h Auto, geht 1,5h mit ca. 8km/h Laufen, steht beim Kochen 1h, isst und plaudert 1h mit ihrer Familie, verbringt 1h im Bad und setzt sich anschließend auf die Couch um zuerst zu lesen und dann fern zu sehen (3,5h).

Daraus ergeben sich folgende Berechnungen:

Schlafen: $8h \times 0.9 \text{ METs} = 7,2$

Sitzend arbeiten: $7h \times 1,5 \text{ METs} = 10,5$

Auto fahren: $1h \times 2,0 \text{ METs} = 2,0$

Laufen: $1,5h \times 8,0 \text{ METs} = 12,0$

Kochen: $1h \times 2,0 \text{ METs} = 2,0$

Sitzend lesen: $1,5h \times 1,3 \text{ METs} = 1,95$

Sitzend fernsehen: $2h \times 1,0 \text{ METs} = 2$

Körperpflege: $1h \times 2,0 \text{ METs} = 2$

Essen: $1h \times 2,0 \text{ METs} = 2$

In Summe ergeben sich also 41,65 MET- Stunden. Durch 24h dividiert ergeben diese den PAL der Frau an diesem Tag: 1,76, was laut MAHAN und ARLIN einer sehr leichten Tagesaktivität entspricht. Weiters liegt die Beispielperson mit diesem Wert über dem von der WCRF empfohlenen Mindestwert von 1,6. Daraus ergibt sich, mit dem GU multipliziert, die verbrauchte Energiemenge innerhalb der beschriebenen 24h: $1,76 \times 1300\text{kcal} = 2230 \text{ kcal}$.

Bei den Berechnungen des PAL in der vorliegenden Studie wurde der GU nach Schofield errechnet und eine Pauschalwert für die nahrungsinduzierte Thermogenese (10% des TEE) verwendet.

3.2.3 International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Quelle : www.ipaq.ki.se)

Der Zweck des International Physical Activity Questionnaire ist es, eine Sammlung gut entwickelter Instrumente bereitzustellen, die international genutzt werden können um passende Schätzungen der körperlichen Aktivität zu erhalten.

Es gibt zwei Versionen des Fragebogens- eine kurze Version für nationale und regionale Überwachungssysteme (wird auch international eingesetzt) und eine lange Version für detailliertere Informationen, die z.B. für Forschungsarbeiten oder Evaluierungszwecke erforderlich sind.

Nachdem ein guter Fragebogen unter anderem auch so gestaltet sein sollte, dass er nicht nur in einem Land eingesetzt werden kann sondern in allen Kulturen, zum Beispiel auch, um Vergleiche anstellen zu können, ist eine kulturelle Anpassung notwendig. Bei dieser Adaptation wird sowohl auf die Sprache als auch Kultur der angesprochenen Bevölkerung eingegangen.

Kulturelle Unterschiede ergeben sich zum Beispiel zwischen Entwicklungsländern und Industrieländern, da die Art der körperlichen Betätigung stark voneinander abweicht. So werden in Entwicklungsländern wesentlich mehr Arbeitsschritte und Transporttätigkeiten ohne Hilfsmittel mit reiner Körperkraft bewerkstelligt. Diese Unterschiede sind vor allem bei der Auswahl der Beispiele bedeutend.

Besonders bei der Übersetzung wurde größter Wert darauf gelegt, dass Interpretationsfehler ausgeschlossen werden. Dies wird durch Übersetzung und Rückübersetzung durch Native Speaker sichergestellt.

- Bei allen Übersetzungen wird von der englischen Version ausgegangen.
- Weiters soll das Instrument von mindestens zwei unanhängigen Übersetzern bearbeitet werden.

- Weiters sollten die Übersetzer den Fragebogen einer bilingualen Gruppe theoretischer Zielpersonen vorgeben, um missverständliche Phrasen auszuschließen.
- Die anschließende Rückübersetzung ins Englische dient als anschließende Kontrolle der Übersetzung.
- Einer bilingualen Gruppe wird die Rückübersetzung vorgelegt und diese bestätigt.

Am wichtigsten ist, dass die Bedeutung der verschiedensprachigen Versionen identisch ist. Der exakte Wortlaut ist dazu nicht notwendig.

In einem Pilottest werden einige Personen mit möglichst unterschiedlichem kulturellem Hintergrund, eventuell sogar verschiedenen Dialekten, gebeten, den Fragebogen auszufüllen. Anschließend werden diese befragt, ob der Wortlaut verständlich war, die Fragestellung klar, ob irgendwelche Fragen aufgetaucht sind und ob der Wortlaut klarer sein könnte. Außerdem wird gefragt, ob unangenehme Fragen dabei waren und Aktivitäten gefehlt haben.

Falls die Testgruppe auf Fehler aufmerksam machen konnte, werden diese ausgebessert, ohne jedoch die Bedeutung zu verändern.

3.2.4 Ernährungsprotokoll

Um die Energieaufnahme der an der Studie teilnehmenden Personen erfassen zu können, wurde ein 3- Tage- Ernährungsprotokoll (sh. Anhang) ausgeteilt, in dem sämtliche aufgenommenen Speisen und Getränke so genau wie möglich eingetragen werden sollen.

Hierbei wäre die ideale Angabemöglichkeit, die Menge jedes tatsächlich aufgenommenen Lebensmittels in der Einheit Gramm so genau wie möglich anzugeben. Dies ist aber nur in den seltensten Fällen der Fall, zum Beispiel wenn ein abgepacktes Lebensmittel mit Inhaltsangaben verzehrt wird. Deshalb

sind auf den ersten Seiten des Fragebogens Abbildungen von Lebensmitteln und Speisen in verschiedenen Portionsgrößen zu finden. Diese sollen helfen, eine Portion als klein, mittel oder groß einzuschätzen. Für die Ermittlung der Portionsgrößen der verzehrten Speisen wurden ausgewählte Bilder des EPIC-SOFT Fotobuchs verwendet (Slimani und Valsta, 2002). Für die Ermittlung der Trinkmengen bei Getränken wurden ausgewählte Bilder der 2. Bayerischen Verzehrsstudie (BVS II) verwendet (Himmerich et al., 2004).

Auch die möglichst präzise Beschreibung der Lebensmittel ist förderlich für die Genauigkeit, da von vielen im Handel erhältlichen Produkten Zutatenlisten oder sogar genaue Inhaltsstoff-Analysen existieren. Unter genauer Beschreibung wird im Idealfall die Nennung eines Markennamens verstanden, aber auch der Fettgehalt von Milchprodukten oder Fleisch- und Wurstwaren kann wertvolle Informationen liefern, ebenso wie spezifische Angaben zu Brot und Backwaren wie zum Beispiel „Roggenmischbrot“, „Vollkornbrot mit Sonnenblumenkernen“ etc.

3.2.4.1 BLS-Datenbank- Auswertung der Ernährungsprotokolle

Zur Berechnung der Energieaufnahme werden die Angaben der Probanden über die BLS (Bundeslebensmittelschlüssel)- Access- Datenbank ausgewertet. Der BLS ist eine elektronische Lebensmittelnährwerttabelle. Er wurde in Deutschland entwickelt und dient als Standardinstrument zur Auswertung von ernährungsepidemiologischen Studien.

Der BLS besteht aus drei Teilen:

- ein Schlüsselsystem, um die Lebensmittel eindeutig zu bestimmen, zu klassifizieren, schnell zu identifizieren und die Verarbeitung, Zubereitung und den Gewichtsbezug festzulegen.

- Eine Datenbank mit analysierten und berechneten Inhaltsstoffen der Lebensmittel
- Eine Zusammenstellung von Gerichten und Menükomponenten aus Haushalt, Gastronomie und Gemeinschaftsverpflegung mit Standardportionsgrößen [HARTMANN et al, 2005].

Weiters sind für die wichtigsten Lebensmittel am Markt die durchschnittlichen Nährwerte (138 Inhaltsstoffe) erfasst. Diese können zum Beispiel mittels speziellen Syntaxen mit den Referenzwerten für die entsprechende Person verglichen werden und so eventuelle Mängel in der Ernährung erkannt werden. Für die Zusammenstellung einer strengen, Nährstoff bezogenen Diät wie z.B. ein Ernährungsplan für PKU Patienten ist die Information aus dem BLS jedoch nicht sicher genug- in solchen Fällen sollten eine separate Berechnung stattfinden.

Jedes Lebensmittel wird im BLS mit einem siebenstelligen Code benannt, der dieses eindeutig

- einer Hauptgruppe (1. Stelle),
- Untergruppe (2. Stelle),
- Lebensmittelverschlüsselung (3. und 4. Stelle),
- industrielle Verarbeitung *oder* bei Milchprodukten, Getränken, und Rezepten die Spezifizierung des Einzellebensmittels oder bei dem Rest der Lebensmittel werden in der 5.Stelle Zusätze zum Lebensmittel verschlüsselt, oder sie werden näher spezifiziert
- Garverfahren der Küchenzubereitung des Lebensmittels im Haushalt (6. Stelle)

Unterteilung der Lebensmittel in Hauptgruppen, mit Großbuchstaben gekennzeichnet:

B ... Brot und Kleingebäck	L ... Lebensmittel für spezielle Ernährung
C ... Cerealien und Getreide	M ... Milch und Käse
D ... Backwaren	N, P ... Getränke
E ... Eier und Teigwaren	Q ... Öle, Fette, Butter, Schmalz
F ... Früchte und Obst	R ... Rezeptzutaten
G ... Gemüse	S ... Süßwaren, Zucker
H ... Hülsenfrüchte, Schalenobst und Samen	T ... Fisch und Meeresfrüchte
J ... Vegetarische Lebensmittel	U, V ... Fleisch
K ... Kartoffeln und Pilze	W ... Wurst und Fleischwaren

Praktische Handhabung des BLS

Zunächst wird jedem Proband eine ID zugeteilt, mit der die eingegebenen Tage später wieder gefunden und die Protokolle ausgewählt werden können um alle Daten einer Studie gemeinsam auswerten zu können. Weiters wird das Protokollierungsdatum angegeben. Es gibt also pro Proband drei Dateien mit identischer ID und dazu passendem Datum.

Da das Programm unter anderem auch einen Vergleich zwischen der aufgenommenen Menge an Mikronährstoffen, Mineralien, Ballaststoffen etc. und den Referenzwerten anstellen kann, ist die Eingabe von Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht notwendig. Der Body Mass Index wird automatisch berechnet (kg/m^2).

Um auch eine Auswertung nach Mahlzeiten machen zu können, muss man auswählen um welche Mahlzeit (Frühstück, Vormittagsjause, Mittagessen,

Nachmittagsjause, Abendessen, Spätmahlzeit) es sich gehandelt hat. Weiters gibt es Angaben zum Ort der Einnahme.

Die Zuteilung jedes Lebensmittels zu einer bestimmten Gruppe (z.B. Brot- und Backwaren, Milchprodukte etc.) sowie eine Suchfunktion erleichtern die Eingabe.

Da (Ernährungs-) Wissenschaftler ständig an der wissenschaftlichen Erforschung der Lebensmittel und deren Inhaltsstoffe arbeiten, wird die Datenbank laufend sowohl im Bereich der einzelnen Lebensmittel, aber auch der im Handel erhältlichen Markenprodukte und zubereiteten Speisen erneuert, erweitert und vervollständigt.

3.2.5 Anthropometrische Messinstrumente

Zur Erhebung des Körpergewichtes wurde die Waage *seca bella 840* (Messung auf 100 g genau) verwendet, zur Messung der Körpergröße das Stadiometer *seca 214* (Messung auf 0,1cm genau).

3.2.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit den Statistikprogrammen SPSS 15.0 (deutsche Version) und 16.0 (englische Version).

Vergleiche von Gruppen wurden unter Erfüllung der Voraussetzungen (Normalverteilung, Homogenität von Varianzen) mittels T- Test (2-seitig) oder einfaktorieller Varianzanalyse ausgewertet. Wurden die Voraussetzungen nicht erfüllt, wurde auf parameterfreie Auswertungsverfahren ausgewichen, wobei für Gruppenvergleiche der Kruskal- Wallis- Test verwendet wurde.

Es wurde stets zweiseitig bei einem Signifikanzniveau von 5% getestet.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Stichprobeneigenschaften

An der Studie zum Bewegungsverhalten von österreichischen Erwachsenen nahmen im Zeitraum Mai/Juni 2007 und Oktober/November 2007 insgesamt 96 Probanden im Alter von 18- 60 Jahren teil. Diese wurden aus dem Freundes-Familien- und Bekanntenkreis rekrutiert.

20 Personen mussten aus folgenden Gründen aus der Endauswertung ausgeschlossen werden: Krankheit, zu großer Gewichtsverlust (>2kg/Woche), zu häufiges Vergessen/ unregelmäßiges Tragen des Accelerometers (Hauptgrund).

4.1.1 Alter und Geschlecht

Die Probanden waren im Durchschnitt $32,1 \pm 12,4$ Jahre alt.

Die Geschlechterverteilung war sehr gleichmäßig (52,77% Frauen, 47,32% Männer), wobei die teilnehmenden Frauen im Durchschnitt 2,3 Jahre älter waren als die Männer.

4.1.2 Anthropometrie

Von jedem Probanden wurde Körpergewicht und Körpergröße mit denselben Instrumenten gemessen. Hierbei ergaben sich in beiden Werten signifikante Unterschiede ($p < 0,00$):

Die männlichen Probanden wogen im Durchschnitt $76,9 \pm 10,5$ kg, das waren im Durchschnitt 16,0 kg mehr als bei den Frauen ($60,9 \pm 9,3$ kg). Bei der Messung

der Körpergröße ergab sich ein durchschnittlicher Unterschied von 14,6cm (Männer $180 \pm 5,6$ cm, Frauen $165,5 \pm 5,2$ cm).

Die aus diesen Werten errechneten BMI- Werte ergaben, dass die untersuchte Gruppe mit einem Durchschnittswert von $22,96 \pm 3,24$ kg/m² im Normalbereich (19-25 kg/m²) liegt.

Von den 76 teilnehmenden Personen waren 7 (9,2%) als untergewichtig, 52 (68,4%) als normalgewichtig, 14 (18,4%) als übergewichtig und 3 (3,9%) als adipös einzustufen (sh. Abb.)

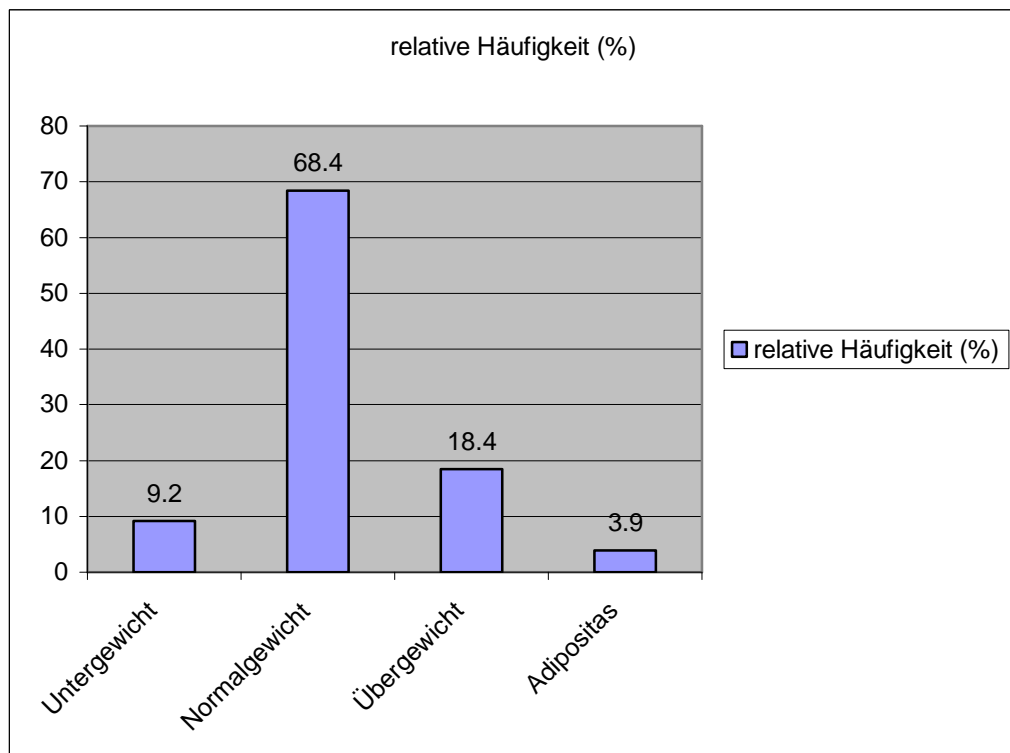


Abb.1: BMI- Verteilung der Probanden (relative Häufigkeit)

Tab.7: Unterschiede zu den für den österreichischen Ernährungsbericht 2003 erhobenen Daten:

	Untergewicht	Normalgewicht	Übergewicht	Adipositas
Studie	9,2%	68,4%	18,4%	3,9%
Ern.bericht 2003	6%	60,5%	27,5%	6%
Differenz	3,2% -	7,9% -	9,1% +	2,1% +

Die hier erkennbaren Differenzen zeigen, dass die im Ernährungsbericht untersuchte Population eher zu Übergewicht und Adipositas und weniger zu Untergewicht bzw. Normalgewicht neigt als die Studienpopulation.

Als mögliche Erklärung hierfür lassen sich folgende Gründe nennen:

- Die Probandenanzahl ist kleiner
- Die Studienteilnehmer sind im Durchschnitt jünger
- Auf das Thema „Bewegung“ oder „körperliche Aktivität“ sprechen eher aktivere Personen an
- Eher untypisch ist, dass noch immer deutliche Unterschiede bei Normal- und Übergewicht zu erkennen sind (Personen im Ernährungsbericht häufiger als Studienprobanden), obwohl die Daten im Ernährungsbericht Eigenangaben der Probanden sind, und das Gewicht (bis auf Angaben von Untergewichtigen) dabei eher unterschätzt wird.

Weiters neigten die Männer im Ernährungsbericht häufiger zu Übergewicht als die Frauen. Es wurde angenommen dass dieser Unterschied auf Grund der kleinen Stichprobengröße nicht eindeutig zu erkennen ist.

Beim direkten Vergleich der BMI- Mittelwerte von Männern und Frauen lassen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen.

4.1.3 Grundumsatz

Die sich daraus ergebenden Unterschiede sind so groß, dass es wichtig ist, Überlegungen anzustellen, welcher Wert dem tatsächlichen GU näher kommt. Nachdem das Mehrgewicht bei einem sehr hohen Prozentsatz der übergewichtigen und adipösen Menschen auf gespeicherte Fettmasse zurückzuführen ist, welche kaum Anteil am GU hat, wird der niedrigere Wert als realistischer angenommen. Dieser ergibt sich aus den Berechnungen nach *Schofield* (1985), was die Wahl dieser Methode untermauert.

Bei der Berechnung wird nicht nur (wie bei *Jungermann* und *Barth* 1996) das Körpergewicht sondern auch das Alter berücksichtigt.

Tab.8: Beschreibung des Grundumsatzes der Studienteilnehmer (BMR1 = Berechnung nach Jungermann und Barth; BMR2 = Berechnung nach Schofield)

	Anzahl Probanden	Min. BMR	Max. BMR	Mittelwert	Standardabw.
BMR1	76	972	2448	1569	347.90088
BMR2	76	1210	1673	1401	102.70666

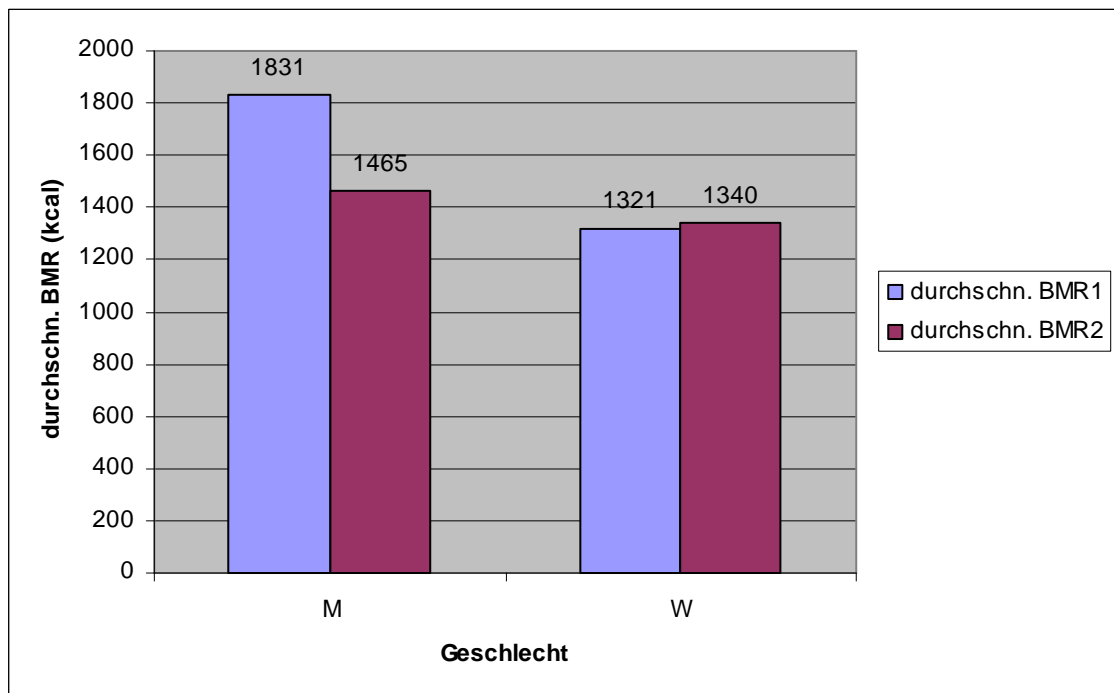


Abb.2: Unterschied zwischen den Berechnungsmethoden für die BMR

Tab.9: Vergleich BMR Normal- und Übergewicht

BMI	N	Mittelwert	Standardabw.	Standardfehler
BMR1 >= 25.00	12	2111	250.43857	72.29539
< 25.00	64	1468	258.42333	32.30292
BMR2 >= 25.00	12	1574	63.95465	18.46212
< 25.00	64	1368	71.23631	8.90454

BMR1 ... Berechnung nach *Jugermann* und *Barth* 1996

BMR2 ... Berechnung des GU nach *Schofield* 1985

Wie hier deutlich zu erkennen ist liegt der Unterschied zwischen den beiden Berechnungsmethoden bei einem BMI über 25, also Übergewicht oder (ab einem Wert von 30) Adipositas, bei 25,0%. Der Unterschied bei einem BMI unter 25, also Normal- oder Untergewicht, liegt lediglich bei 6,8%. Auch Standardabweichung und Standardfehler sind bei der Berechnung nach *Schofield* wesentlich geringer, was ebenfalls für die Methode spricht.

Der Grundumsatz lag im Durchschnitt bei 1401 ± 103 kcal (1340 ± 75 kcal bei den Frauen, 1465 ± 89 kcal bei den Männern) (Abb.)

Bei den Männern lag der GU zwischen 1324 und 1673 kcal, bei den Frauen zwischen 1210 und 1592 kcal.

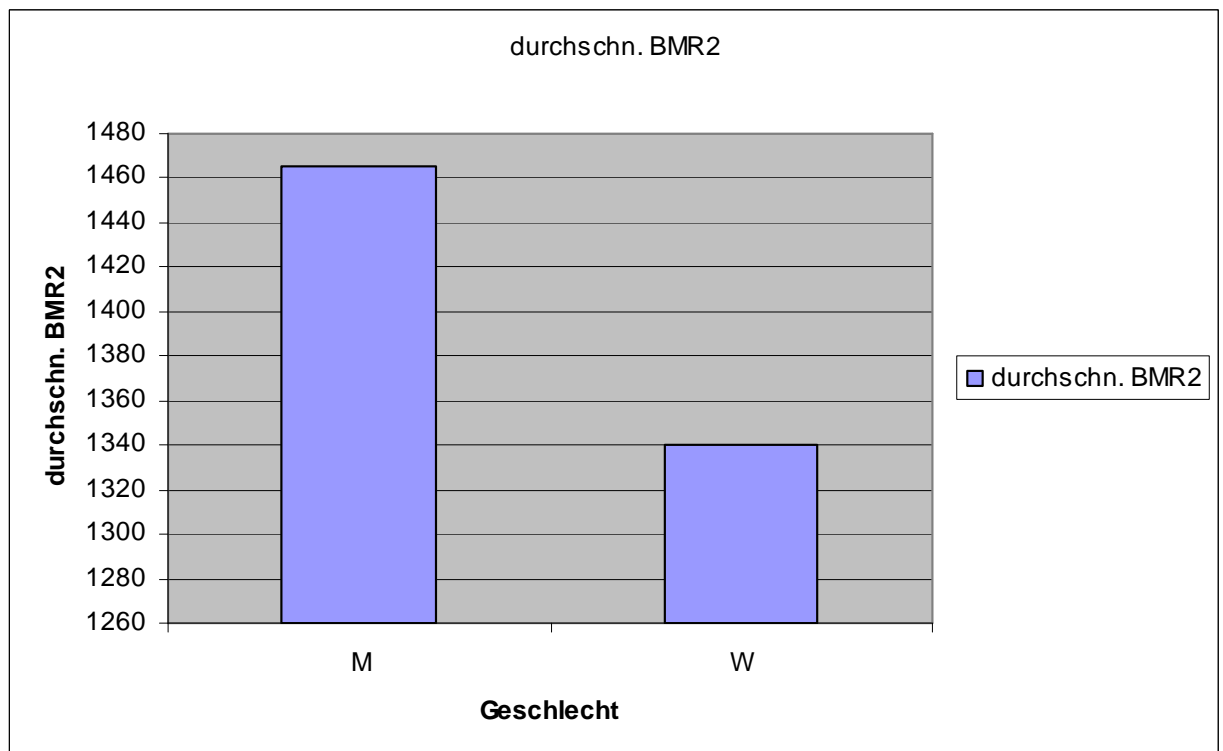


Abb.3: Berechnung der Basal Metabolic Rate (in kcal) für Männer und Frauen nach Schofield.

4.2 Energiehaushalt

Wie schon beschrieben ist der Energiehaushalt eines Menschen dann ausgeglichen, wenn Aufnahme und Verbrauch gleich groß sind.

4.2.1 Energieaufnahme

Zur Ermittlung der Energieaufnahme wurden 3- Tage- Ernährungsprotokolle gewählt.

Die durchschnittliche Energieaufnahme der 76 Probanden lag bei 2110 ± 630 kcal pro Tag, wobei das Minimum bei 460 kcal pro Tag (3- Tages- Durchschnitt) lag, das Maximum bei 3980 kcal pro Tag (3- Tages- Durchschnitt).

Die durchschnittliche Energieaufnahme der Männer lag bei 2353 ± 590 kcal pro Tag (460 - 3980 kcal), jene der Frauen bei 1879 ± 585 kcal pro Tag.

Dieser signifikante Unterschied lässt sich durch die (ebenfalls signifikanten) Unterschiede im Körpergewicht erklären.

Hierbei lässt sich sogar eine starke Korrelation feststellen: die weiblichen Probanden wogen ca. 80% des Körpergewichtes der Männer und nahmen ca. 80% der Energiemenge der Männer zu sich:

Tab.10: Vergleich Körpergewicht (KG) und Energieaufnahme (gesamt)

	KG (Ø)	Energie (Ø)
M	76,9 kg	2353 kcal
W	60,9 kg	1879 kcal
W/M	0,79 (= 79%)	0,80 (=80%)

4.2.1.1 Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung

Wie schon beschrieben spielt nicht nur die richtige Menge sondern vor allem die Zusammensetzung der Ernährung eine wichtige Rolle.

Das Verhältnis von Kohlenhydraten, Eiweiß und Fett stellt sich nun in der Studienpopulation wie folgt dar:

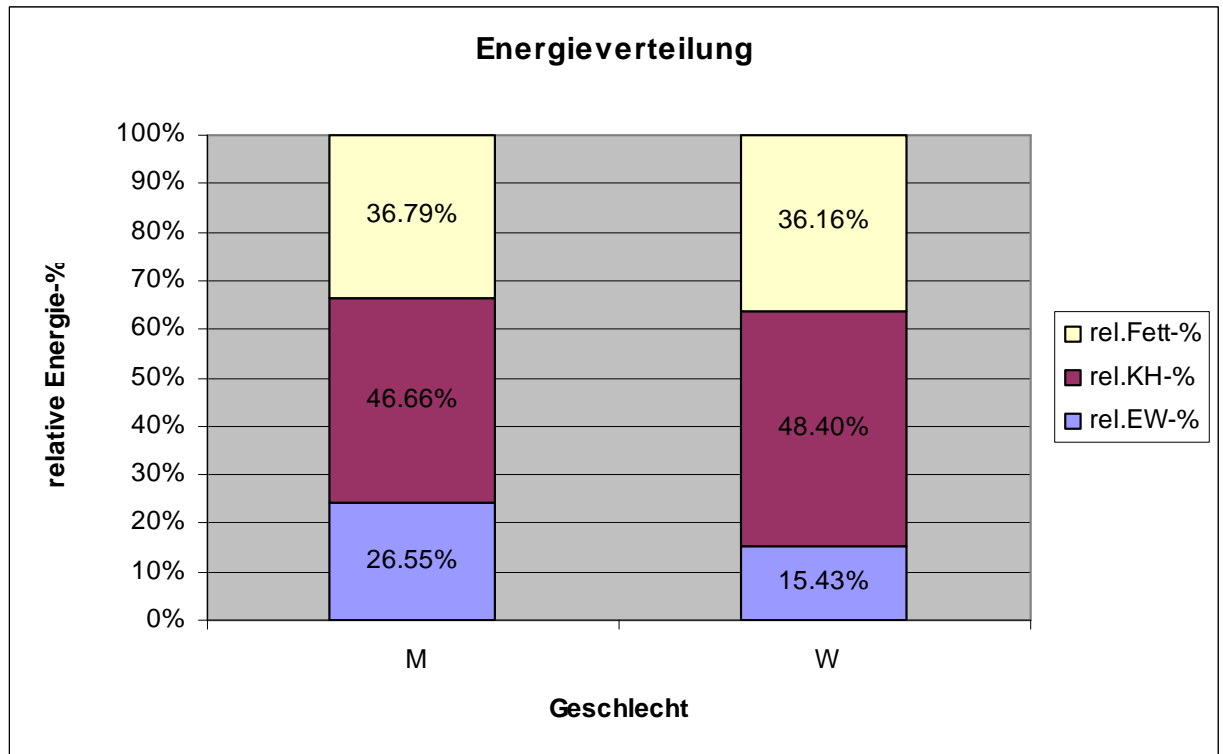


Abb.4: Energieverteilung (gesamt) auf Eiweiß, Fett und Kohlehydrate als prozentuelle Anteile der Gesamtenergie nach Auswertung der Ernährungsprotokolle

Wie in Abb.6 erkennbar liegt die Aufnahme von Protein (Eiweiß) im wünschenswerten Bereich (15% empfohlen nach Elmadfa 2004), jene von Kohlenhydraten darunter (55% empfohlen nach Elmadfa 2004), von Fett (< 30% empfohlen nach Elmadfa 2004) darüber.

Tab.11: Ist- Soll Vergleich von Eiweiß, Fett und Kohlehydraten

	KHist	KHsoll	KHDiff	EWist	EWsoll	EWDiff	Fist	Fsoll	FDiff
M+W	47,53%	> 55%	-7,47%	15,99%	15	0,99%	36,48%	< 30	+6,48%
M	46,66%	> 55%	-8,34%	16,55%	15	1,55%	36,79%	< 30	+6,79%
W	48,40%	> 55%	-6,60%	15,43%	15	0,43%	36,16%	< 30	+6,16%

4.2.2 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch wurde über den Accelerometer, das Aktivitätsprotokoll und den Fragebogen IPAQ ermittelt.

Tab.12: Durchschnittlicher erhobener Energieverbrauch (gesamt, in kcal)

	Minimum	Maximum	Mittelwert
IPAQ	1403 kcal	4904 kcal	2211 kcal
Akt.prot.	1438 kcal	2861 kcal	1954 kcal
Accelerero	1448 kcal	3181 kcal	1978 kcal

Der durchschnittliche Energieverbrauch in Kilokalorien von Männern und Frauen lag laut IPAQ bei 2211 kcal/d, laut Aktivitätsprotokoll bei 1954 kcal/d und laut Accelerometermessung bei 1978 kcal/d.

Tab.13: Durchschnittlicher erhobener Energieverbrauch (Männer)

	Minimum	Maximum	Mittelwert
IPAQ	1403 kcal	4659 kcal	2232 kcal
Akt.prot.	1520 kcal	2861 kcal	2089 kcal
Accelerero	1448 kcal	3181 kcal	2190 kcal

Der durchschnittliche Energieverbrauch in Kilokalorien von Männern lag laut IPAQ bei 2232 kcal/d, laut Aktivitätsprotokoll bei 2089 kcal/d und laut Accelerometermessung bei 2190 kcal/d.

Tab.14: Durchschnittlicher erhobener Energieverbrauch (Frauen)

	Minimum	Maximum	Mittelwert
IPAQ	1421 kcal	4904 kcal	2190 kcal
Akt.prot.	1438 kcal	2297 kcal	1826 kcal
Accelerero	1459 kcal	2551 kcal	1776 kcal

Der durchschnittliche Energieverbrauch in Kilokalorien Frauen lag laut IPAQ bei 2190 kcal/d, laut Aktivitätsprotokoll bei 1826 kcal/d und laut Accelerometermessung bei 1776 kcal/d.

4.2.2.1 Energieverbrauch über Accelerometer

Der durchschnittliche von den Accelerometermessungen berechnete Energieverbrauch pro Tag betrug 1978 ± 372 kcal pro Tag (2189 ± 377 kcal/d bei den Männern, 1776 ± 231 kcal/d bei den Frauen).

Im Vergleich zur erhobenen Aufnahmemenge stellen sich diese Zahlen wie folgt dar:

Tab.15: Vergleich Ernährungsprotokoll- Accelerometer

	Ern.prot. (kcal)	Acc. (kcal)	Differenz (kcal)	Differenz
Gesamt	2110	1978	122	6,3%
Männer	2353	2189	164	7,0%
Frauen	1879	1776	103	5,5%

Es zeigt sich also beim Vergleich von Energieaufnahme und Ermittlung des Verbrauchs durch den Beschleunigungsmesser, dass dieser durchschnittlich 6,3% weniger Kilokalorien gemessen hat als das Ernährungsprotokoll. Nachdem wie schon erwähnt von einer ausgeglichenen Energiebilanz der Probanden ausgegangen wird, muss also nach einer Erklärung für den „fehlenden“ Energieverbrauch gesucht werden, welche sich in dem oben beschriebenen Nachteil des GT1M finden lässt: der Beschleunigungsmesser kann sämtliche Aktivitäten, die mit Wasser zu tun haben nicht, sowie kraftintensive und beschleunigungsarme Aktivitäten (Krafttraining, Klettern, Rad fahren u.ä.) nur teilweise erfassen. So liegt der gemessene Energieverbrauch also erwartungsgemäß unter der errechneten Energieaufnahme.

4.2.2.2 Berechnung des Energieverbrauchs mittels Aktivitätsprotokoll

Der durchschnittliche in den Aktivitätsprotokollen angegebene Energieverbrauch pro Tag betrug 1954 ± 302 kcal pro Tag (2089 ± 312 kcal/d bei den Männern, 1826 ± 231 kcal/d bei den Frauen).

Tab.16: Vergleich Ernährungsprotokoll- Aktivitätsprotokoll

	Ern.prot. (kcal)	Akt.prot. (kcal)	Differenz (kcal)	Differenz
gesamt	2110	1954	156	7,4%
Männer	2353	2089	264	11,2%
Frauen	1879	1826	53	2,8%

Der aus den Aktivitätsprotokollen errechnete Verbrauch an Energie lag im Durchschnitt bei 7,4%, wobei die Abweichung bei den Frauen mit 2,8% sehr gering, bei den Männern mit 11,2% deutlich größer war.

4.2.2.3 Berechnung des Energieverbrauchs mittels IPAQ

Der durchschnittliche im IPAQ angegebene Energieverbrauch pro Tag betrug 2211 ± 755 kcal pro Tag (2232 ± 770 kcal/d bei den Männern, 2190 ± 750 kcal/d bei den Frauen).

Tab.17: Vergleich Ernährungsprotokoll- IPAQ

	Ern.prot. (kcal)	IPAQ (kcal)	Differenz (kcal)	Differenz
gesamt	2110	2211	101	4,8%
Männer	2353	2232	121	5,1%
Frauen	1879	2190	311	14,2%

Die durchschnittliche Abweichung vom Ernährungsprotokoll lag bei den IPAQs bei 4,6%, wobei hier die Abweichungen für Männer und Frauen sehr stark sind (19,3%), was bei Accelerometer (1,5%) und Aktivitätsprotokoll (8,4%) nicht der Fall ist.

4.2.3 Vergleich der Energieverbrauchs- Messungen

4.2.3.1 Berechnungen in Kilokalorien

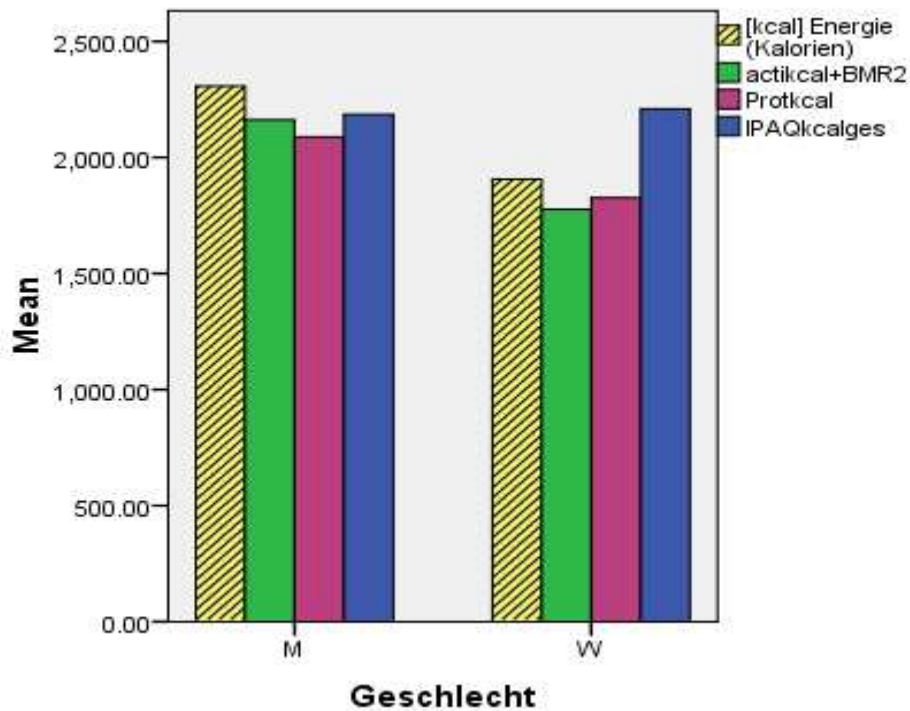


Abb.5: Zusammenfassender Vergleich Energieaufnahme- Energieverbrauch (in kcal)

Um festzustellen, welche Methode am besten geeignet ist um den Energieverbrauch zu ermitteln werden die oben errechneten Differenzen (in %) der Methoden zur Energieaufnahme verglichen:

Tab.18: Prozentuelle Abweichung von Accelerometer, Aktivitätsprotokoll und IPAQ zum Ernährungsprotokoll

	Differenz gesamt	Differenz Männer	Differenz Frauen
Akt.prot.	7,4%	11,2%	2,8%
Accelero	6,3%	7%	5,5%
IPAQ	4,6%	5,1%	14,2%

Nach dieser Auflistung sieht es zunächst danach aus, als wäre der IPAQ das am besten geeignete Instrument zur Darstellung des Energieverbrauchs. Wenn man jedoch das statistische Mittel der Korrelation anwendet, bietet sich ein anderes Bild:

4.2.3.1.1 Korrelationen Aktivitätsprotokoll- Energieaufnahme

Tab.19: Korrelation Energieaufnahme- Aktivitätsprotokoll (gesamt)

		[kcal] Energie (Kalorien)	Protkcal
[kcal] Energie (Kalorien)	Korrelation nach Pearson	1	.362(**)
	Signifikanz (2-seitig)		.002
	N	76	74

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Es besteht eine auf einem Niveau von 0,01 (zweiseitig) signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch das Aktivitätsprotokoll errechneten Energieverbrauch von Männern und Frauen zusammen mit einer Korrelation nach Pearson von $r=0,362$.

Tab.20: Korrelation Energieaufnahme- Aktivitätsprotokoll (Männer)

Korrelation			
		[kcal] Energie (Kalorien)	Protkcal
[kcal] Energie (Kalorien)	Pearson Correlation	1.000	.115
	Sig. (2-tailed)		.506
	N	37.000	36

Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch das Aktivitätsprotokoll errechneten Energieverbrauch bei Männern (Korrelation nach Pearson: $r=0,115$).

Tab.21: Korrelation Energieaufnahme- Aktivitätsprotokoll (Frauen)

		[kcal] Energie (Kalorien)	Protkcal
[kcal] Energie (Kalorien)	Pearson Korrelation	1.000	.418**
	Sig. (2-tailed)		.009
	N	39	38

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Es besteht eine auf einem Niveau von 0,01 (zweiseitig) signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch das Aktivitätsprotokoll errechneten Energieverbrauch von Frauen mit einer Korrelation nach Pearson von $r=0,418$.

4.2.3.1.2 Korrelationen Accelerometer- Energieaufnahme

Tab.22: Korrelation Energieaufnahme- Accelerometer (gesamt)

		[kcal] Energie (Kalorien)	actikcal+BMR2
[kcal] Energie (Kalorien)	Korrelation nach Pearson	1	.470(**)
	Signifikanz (2-seitig)		.000
	N	76	76

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Es besteht eine auf einem Niveau von 0,01 (zweiseitig) signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch den Beschleunigungsmesser errechneten Energieverbrauch von Männern und Frauen zusammen mit einer Korrelation nach Pearson von $r=0,470$.

Tab.23: Korrelation Energieaufnahme- Accelerometer (Männer)

		[kcal] Energie (Kalorien)	actikcal
[kcal] Energie (Kalorien)	Pearson Korrelation	1.000	.471**
	Sig. (2-tailed)		.003
	N	37.000	37

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Es besteht eine auf einem Niveau von 0,01 (zweiseitig) signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch den Accelerometer errechneten Energieverbrauch von Männern mit einer Korrelation nach Pearson von $r=0,471$.

Tab.24: Korrelation Energieaufnahme- Accelerometer (Frauen)

Korrelationen ^a			
		[kcal] Energie (Kalorien)	actikcal
[kcal] Energie (Kalorien)	Pearson Correlation	1.000	.144
	Sig. (2-tailed)		.382
	N	39.000	39
a. Geschlecht = W			

Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch den Accelerometer errechneten Energieverbrauch bei Frauen (Korrelation nach Pearson: $r=0,144$).

4.2.3.1.3 Korrelationen IPAQ- Energieaufnahme

Tab.25: Korrelation Energieaufnahme- IPAQ (gesamt)

		IPAQ	[kcal] Energie (Kalorien)
IPAQkcalges	Korrelation nach Pearson	1	.199
	Signifikanz (2-seitig)		.085
	N	76	76

Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch den IPAQ errechneten Energieverbrauch bei Männern und Frauen (Korrelation nach Pearson: $r=0,199$).

Tab.26: Korrelation Energieaufnahme- IPAQ (Männer)

Correlations ^a			
		[kcal] Energie (Kalorien)	IPAQkcalges
[kcal] Energie (Kalorien)	Pearson Correlation	1.000	.222
	Sig. (2-tailed)		.187
	N	37.000	37
a. Geschlecht = M			

Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch den IPAQ errechneten Energieverbrauch bei Männern (Korrelation nach Pearson: $r=0,222$).

Tab.27: Korrelation Energieaufnahme- IPAQ (Frauen)

Correlations ^a			
		[kcal] Energie (Kalorien)	IPAQkcalges
[kcal] Energie (Kalorien)	Pearson Correlation	1.000	.185
	Sig. (2-tailed)		.259
	N	39.000	39
a. Geschlecht = W			

Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme und dem durch das Aktivitätsprotokoll errechneten Energieverbrauch bei Frauen (Korrelation nach Pearson: $r=0,185$).

In einer von Boon et al. (2008) veröffentlichten Studie zur Validität des New Zealand Physical Activity Questionnaire (NZPAQ) sowie des International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) im direkten Vergleich zum Accelerometer ActiGraph GT1M stellte sich heraus, dass die Fragebögen nur schwache bis moderate Korrelationen zur Accelerometermessung aufweisen konnten. Die von Boon erhobenen Daten korrelierten gut miteinander ($r = 0,79$), die Erhebungen mittels IPAQ bzw. NZPAQ zeigten jedoch um 65% höhere Aktivitätslevels als die Erhebung mittels Accelerometrie.

Mäder et al. (2008) verglichen die in den vorliegenden Studie verwendete Version des IPAQ mit drei Kurzformen von selbst geführten Aktivitätsprotokollen

sowie Accelerometermessungen und stellten fest, dass die Ergebnisse der Fragebögen vor allem bei starker körperlicher Beanspruchung overreporting aufwiesen und schlussfolgern daraus, dass die Messung von körperlicher Aktivität nur mittels Self-Reporting auch weiterhin eine Herausforderung sein wird.

Eine positive Stimme zur Messung von Aktivität mittels Fragebögen geben Rosenberg et al. (2008) ab, indem sie darauf aufmerksam machen, dass accelerometrische Messungen sitzende Tätigkeiten vernachlässigen würden, welche mehr Energie verbrauchen als z.B. Schlafen.

4.2.3.2 Berechnung über den PAL

Um dem PAL der Probanden aus den drei angewendeten Methoden zur Ermittlung des Energieverbrauchs zu errechnen wurden die erhaltenen Werte (in kcal) jeweils durch den GU dividiert.

Zum Vergleich mit der Energieaufnahme werden die aus den Ernährungsprotokollen errechneten Werte durch den jeweiligen GU dividiert. Hieraus ergibt sich also ein aus dem Ernährungsverhalten rück gerechneter Wert ($PAL_{Ern} = \text{Energie (Ern)} / \text{GU}$).

Tab.28: Deskriptive Statistik zum PAL mittels Ernährungsprotokoll, Accelerometer, Aktivitätsprotokoll und IPAQ (gesamt)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
PAL _{Ern}	76	.35	2.68	1.50	.428901
actipal	76	1.06	1.90	1.41	.20227
ProtPAL	74	1.09	1.79	1.40	.17476
ipaqp _{al2}	76	1.01	3.13	1.50	.49257

Tab.29: Deskriptive Statistik zum PAL mittels Ernährungsprotokoll, Accelerometer, Aktivitätsprotokoll und IPAQ (Männer)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std. Deviation
PALErn	37	.35	2.43	1.61	.391384
actipal	37	1.09	1.90	1.49	.20622
ProtPAL	36	1.09	1.79	1.43	.17665
ipaqp2	37	1.01	3.13	1.55	.57041

Tab.30: Deskriptive Statistik zum PAL mittels Ernährungsprotokoll, Accelerometer, Aktivitätsprotokoll und IPAQ (Frauen)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std. Deviation
PALErn	39	.67	2.68	1.40	.444696
actipal	39	1.06	1.90	1.33	.16473
ProtPAL	38	1.16	1.79	1.36	.16897
ipaqp2	39	1.07	2.78	1.46	.40809

Der durchschnittliche aus den Ernährungserhebungen errechnete PAL lag bei 1,50 +- 0,429 für Männer und Frauen zusammen, 1,61 +- 0,391 für Männer und 1,40 +- 0,445 für Frauen.

Üblicherweise liegt ein PAL nie unter 0,9 (für die Tätigkeit „Schlafen“ werden 0.9 METs berechnet- wenn man also den ganzen Tag schläft liegt der PAL bei 0,9), durch die Rückrechnung sind Werte unter 0,9 dennoch möglich, nämlich dann, wenn eine Person weniger Energie (kcal) als ihren GU zu sich genommen hat. Im Prinzip kann der PAL nicht unter 1,0 liegen, da er ein Vielfaches einer fixen Zahl (GU) darstellt, durch Berechnungen können sich aber auch Zahlen unter 1,0 vorkommen.

Nach Berechnung des cut- off- point mittels Excel (Formeln erstellt nach Goldberg et al. [1991]) sind PALs unter 0,782 als underreporting zu definieren und somit von den Berechnungen auszuschließen. Dieser Wert wurde mit Hilfe des ursprünglichen, also die underreporting- Werte enthaltenden Mittelwertes berechnet.

In dieser Untersuchung war es bei drei Probanden der Fall, dass der PAL unter 0,782 lag (0,347; 0,678; 0,699).

Daraus ergeben sich neue Mittelwerte:

Tab.31: PAL (gesamt) nach underreporting- Ausschluss

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
PALErneu	73	.85	2.68	1.54	.390526
actipal	76	1.06	1.90	1.41	.20227
ProtPAL	74	1.09	1.79	1.40	.17476
ipaqp2	76	1.01	3.13	1.50	.49257

Tab.32: PAL (Männer) nach underreporting- Ausschluss

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
PALErn	36	1.01	2.43	1.64	.333296
actipal	37	1.09	1.90	1.49	.20622
ProtPAL	36	1.09	1.79	1.43	.17665
ipaqp2	37	1.01	3.13	1.55	.57041

Tab.33: PAL (Frauen) nach underreporting- Ausschluss

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
PALErn	37	.85	2.68	1.44	.421250
actipal	39	1.06	1.90	1.33	.16473
ProtPAL	38	1.16	1.79	1.36	.16897
ipaqp2	39	1.07	2.78	1.46	.40809

Der durchschnittliche aus den Ernährungserhebungen (nach Ausschluss der underreporting- Daten) errechnete PAL lag bei 1,54 +- 0,390 für Männer und Frauen zusammen, 1,64 +- 0,333 für Männer und 1,44 +- 0,421 für Frauen.

Im Vergleich zum Mittelwert aller 76 Probanden lässt sich hier ein deutlicher Unterschied von 0,13641 bzw. einer Differenz von 8,85% erkennen.

Daraus ergeben sich – zu berücksichtigende – veränderte Bedingungen zur Berechnung der Differenzen und Korrelationen.

Tab.34: Differenzen zwischen ErnPAL und PALs aus Verbrauchserhebungen

	Differenz* M+W	Differenz* M	Differenz* W
ProtPAL	9,4%	12,9%	5,6%
actiPAL	8,8%	9,2%	8,1%
IPAQPAL	2,4%	5,5%	1,1%

*Differenz = PALErn – PAL (Prot od. acti od. IPAQ)

Wie schon beim Vergleich der Energieaufnahme und des Energieverbrauchs in kcal stellt es sich hier zunächst so dar, als wäre der IPAQ das Mittel der Wahl um den Energieverbrauch möglichst genau zu ermitteln. Wenn man nun aber wieder die Korrelationen der Methoden betrachtet, ergibt sich wie vorher schon ein anderes Bild:

4.2.3.2.1 Korrelation zwischen IPAQ- PAL und Ern.- PAL

Tab.35: Korrelation zwischen IPAQ- PAL und Ern.- PAL (gesamt)

Correlations			
		PALErn	ipaqp2
PALErn	Pearson Correlation	1.000	.151
	Sig. (2-tailed)		.203
	N	73.000	73

Es lässt sich keine statistische Korrelation nach Pearson zwischen IPAQ und Ernährungsprotokoll für Männer und Frauen zusammen nach Ausschluss der underreporting- Daten nachweisen (Korrelation nach Pearson: $r=0,151$).

Tab.36: Korrelation zwischen IPAQ- PAL und Ern.- PAL (Männer)

Correlations ^a			
		PALErn	ipaqp2
PALErn	Pearson Correlation	1.000	.152
	Sig. (2-tailed)		.375
	N	36.000	36
a. Geschlecht = M			

Es lässt sich keine statistische Korrelation nach Pearson zwischen IPAQ und Ernährungsprotokoll für Männer nach Ausschluss der underreporting- Daten nachweisen (Korrelation nach Pearson: $r=0,152$).

Tab.37: Korrelation zwischen IPAQ- PAL und Ern.- PAL (Frauen)

Correlations ^a			
		PALErn	ipaqp2
PALErn	Pearson Correlation	1.000	.121
	Sig. (2-tailed)		.477
	N	37.000	37
a. Geschlecht = W			

Es lässt sich keine statistische Korrelation nach Pearson zwischen IPAQ und Ernährungsprotokoll für Frauen nach Ausschluss der underreporting- Daten nachweisen (Korrelation nach Pearson: $r=0,121$).

4.2.3.2.2 Korrelation zwischen Accelerometer- PAL und Ern.- PAL

Tab.38: Korrelation zwischen Accelerometer- PAL und Ern.- PAL (gesamt)

Correlations			
		PALErn	actipal
PALErn	Pearson Correlation	1.000	.283*
	Sig. (2-tailed)		.015
	N	73.000	73
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).			

Nach Ausschluss der underreporting- Daten besteht ein signifikanter Zusammenhang (Korrelation nach Pearson: $r=0,283$) auf einem Signifikanzniveau von 0,05 (zweiseitige Testung) zwischen den PALs der Ernährungserhebung und jenen der Accelerometermessung für Männer und Frauen zusammen.

Tab.39: Korrelation zwischen Accelerometer- PAL und Ern.- PAL (Männer)

Correlations ^a			
		PALErn	actipal
PALErn	Pearson Correlation	1.000	.279
	Sig. (2-tailed)		.099
	N	36.000	36
a. Geschlecht = M			

Es lässt sich keine statistische Korrelation nach Pearson zwischen Accelerometermessung und Ernährungsprotokoll für Männer nach Ausschluss der underreporting- Daten nachweisen (Korrelation nach Pearson: $r=0,279$).

Tab.40: Korrelation zwischen Accelerometer- PAL und Ern.- PAL (Frauen)

Correlations ^a			
		PALErn	actipal
PALErn	Pearson Correlation	1.000	.135
	Sig. (2-tailed)		.424
	N	37.000	37
a. Geschlecht = W			

Es lässt sich keine statistische Korrelation nach Pearson zwischen Accelerometermessung und Ernährungsprotokoll für Frauen nach Ausschluss der underreporting- Daten nachweisen (Korrelation nach Pearson: $r=0,135$).

4.2.3.2.3 Korrelation zwischen Akt.prot.- PAL und Ern.- PAL

Tab.41: Korrelation zwischen Akt.prot.- PAL und Ern.- PAL (gesamt)

Correlations			
		PALErn	ProtPAL
PALErn	Pearson Correlation	1.000	.225
	Sig. (2-tailed)		.057
	N	73.000	72

Es lässt sich keine statistische Korrelation nach Pearson zwischen Aktivitätsprotokoll und Ernährungsprotokoll für Männer und Frauen zusammen nach Ausschluss der underreporting- Daten nachweisen (Korrelation nach Pearson: $r=0,225$).

Tab.42: Korrelation zwischen Akt.prot.- PAL und Ern.- PAL (Männer)

Correlations ^a			
		PALErn	ProtPAL
PALErn	Pearson Correlation	1.000	-.060
	Sig. (2-tailed)		.734
	N	36.000	35
a. Geschlecht = M			

Es lässt sich keine statistische Korrelation nach Pearson zwischen Aktivitätsprotokoll und Ernährungsprotokoll für Männer nach Ausschluss der underreporting- Daten nachweisen (Korrelation nach Pearson: $r=-0,060$).

Tab.43: Korrelation zwischen Akt.prot.- PAL und Ern.- PAL (Frauen)

Correlations ^a			
		PALErn	ProtPAL
PALErn	Pearson Correlation	1.000	.374*
	Sig. (2-tailed)		.023
	N	37.000	37
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).			
a. Geschlecht = W			

Nach Ausschluss der underreporting- Daten besteht ein signifikanter Zusammenhang (Korrelation nach Pearson: 0,374) auf einem Signifikanzniveau von 0,05 (zweiseitige Testung) zwischen den PALs der Ernährungserhebung und jenen des Aktivitätsprotokolls für Frauen.

5. Schlussbetrachtung

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, welche Methode zur Messung des Energieverbrauches durch körperliche Aktivität diesen am besten darstellt.

Bei der Untersuchung der Korrelationen von Energieaufnahme- und Verbrauch anhand der Angabe in Kilokalorien zeigt sich, dass die Messung mittels Accelerometer die stärkste Korrelation mit der Energieaufnahme bei Männern und Frauen zusammen sowie bei Männern aufweist, gefolgt von der Erhebung durch das Aktivitätsprotokoll bei Männern und Frauen zusammen sowie bei Frauen.

Die Erhebung durch den Fragebogen IPAQ zeigt trotz einer durchschnittlichen Abweichung von nur 4,6% keine Korrelation mit der erhobenen Energieaufnahme. Das bedeutet, dass beim Vergleich der Mittelwerte geringe Unterschiede zu erkennen sind, die Kontrolle der Energiebilanzen der einzelnen Probanden allerdings zeigt, dass es hier keine signifikanten Zusammenhänge gibt.

Bei der Untersuchung der Korrelationen von Energieaufnahme- und verbrauch anhand der Angabe als PAL vor Ausschluss der underreporting- Daten zeigte sich die stärkste Korrelation bei der Messung für Männer und Frauen zusammen mittels Accelerometer.

Auch mittels Aktivitätsprotokoll ließ sich vor dem Ausschluss der underreporting- Daten der Verbrauch statistisch gesehen für Männer und Frauen zusammen darstellen.

Die Erhebung mittels IPAQ zeigt keinen signifikanten Zusammenhang.

Nach Ausschluss der underreporting- Daten stellen sich die Ergebnisse jedoch etwas anders dar:

Lediglich die Verbrauchsmessung mittels Accelerometer von Männern und Frauen gemeinsam sowie die Messung mittels Aktivitätsprotokoll bei Frauen zeigen signifikante Zusammenhänge.

Die negativen Abweichungen der PALs von Accelerometer und Aktivitätsprotokoll vom Ernährungsprotokoll lassen sich erneut mit der eingeschränkten Erhebungsmöglichkeit des Accelerometers (beschleunigungsarme Aktivitäten, fehlende Wasserfestigkeit) und der Unterschätzung von Alltagsbewegung (Fußwege) im Aktivitätsprotokoll erklären.

Nachdem der PAL für die Ernährungserhebung durch einen Zwischenschritt rückgerechnet wurde, sind statistische Auswertungen und Berechnungen mit diesem weniger aussagekräftig als die Berechnung mit den direkt erhobenen Energieaufnahmedaten in Kilokalorien. Deshalb ist diesen mehr Gewicht und Aussagekraft zuzuteilen.

Welche Methode ist den Ergebnissen der vorliegenden Studie nach am besten geeignet, den Energieverbrauch darzustellen?

Tab.44: Eignung der Methoden zur Energieverbrauchserhebung

	Energieaufnahme als kcal			Energieaufnahme als PAL			
	M+W	M	W	M+W n.u.	M n.u.	W n.u.	M+W v.u.
Accelero	+	+	-	+	-	-	+
Akt.prot.	+	-	+	-	-	+	+
IPAQ	-	-	-	-	-	-	-

n.u. ... nach underreporting- Ausschluss

v.u. ... vor underreporting- Ausschluss

Die Zusammenfassung (Tab.44) der vorliegenden Ergebnisse zeigt, dass die Messung mittels Accelerometer die höchste Korrelation mit der berechneten aufgenommenen Energie zeigt, gefolgt von der Erhebung mittels

Aktivitätsprotokoll. Die Erhebung durch den Fragebogen IPAQ zeigt keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Ernährungsprotokoll.

Hier lässt sich erkennen, dass eine Methode umso genauer ist, je intensiver und damit aufwändiger die Messung ist.

Hiermit bestätigt sich die Annahme, dass der ständig getragene Beschleunigungsmesser bessere Ergebnisse bringt als das einmal täglich ausgefüllt Aktivitätsprotokoll und dieses wiederum besser geeignet ist als der IPAQ, der am Ende der Studienwoche über die vergangene Woche befragt.

Da aber keine der angewandten Methoden in allen Gruppen (M+W, M, W) signifikante Ergebnisse zeigt, ist die Aussage von Shepard (2003) zu bestätigen, dass Messungen durch Fragebögen immer Grenzen gesetzt sind.

Diese Aussage trifft im Fall der vorliegenden Studie auch auf die Messung mittels Accelerometer zu, da diese keine Korrelation mit der Ernährungserhebung bei Frauen zeigen konnte.

Positiv anzumerken ist, dass das Aktivitätsprotokoll einen im Vergleich zum Accelerometer sehr geringen Aufwand erfordert und doch ähnlich gute Ergebnisse bringen kann. Diese Erkenntnisse könnten Ansatz zur Überlegung sein, bei zukünftigen Ernährungserhebungen gleichzeitig ein Aktivitätsprotokoll vorzugeben, das mit zehn Minuten Aufwand am Tag wertvolle Informationen zur körperlichen Aktivität und somit zum Energieverbrauch liefern kann.

Auch die Ernährungserhebung selbst, die in dieser Studie als Maßstab verwendet wurde, setzt der Messung von Energiebilanzen Grenzen, da diese – im Fall des 3- Tages- Ernährungsprotokolls – auch nicht unfehlbar sind, z.B. durch under- oder overreporting, Probleme des Auswertungsprogramms oder individuelle Schwankungen in der Ernährung der Probanden. Der letzte Punkt kann durch eine Erhebung über mehr als 3 Tage verbessert werden. Doch auch

hier tritt wieder das Problem auf, dass bei Messungen dieser Art die Genauigkeit mit dem Aufwand steigt und die Studie schwer durchzuführen wäre.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde mittels 7- Tage- Aktivitätsprotokoll, Beschleunigungsmesser (eine Woche) und IPAQ (International Physical Activity Questionnaire, am Ende der Woche) überprüft, welche dieser Methoden am besten zur Darstellung des Energieverbrauchs von österreichischen Erwachsenen geeignet ist.

Hierzu wurden die oben genannten Fragebögen sowie ein 3- Tages- Ernährungsprotokoll zur Erhebung der Energieaufnahme von 76 Personen (18- 64 Jahre) ausgefüllt bzw. getragen (Beschleunigungsmesser).

Zur Feststellung der Eignung der Methoden wurde der berechnete bzw. gemessene Energieverbrauch mit der Energieaufnahme sowohl in Kilokalorien als auch als mit dem PAL (Physical Activity Level) verglichen.

Hierbei stellte sich heraus, dass sich der Energieverbrauch in Kilokalorien sowohl mittels Accelerometer ($p=0,01$) als auch mittels Aktivitätsprotokoll ($p=0,01$) darstellen lässt. Die Erhebung mittels IPAQ konnte keine derartigen (signifikanten) Ergebnisse zeigen.

Die Berechnung über den PAL zeigt ebenfalls eine Darstellbarkeit des Energieverbrauches durch Accelerometer ($p=0,05$) und Aktivitätsprotokoll ($p=0,05$).

Auf Grund ähnlich guter Ergebnisse bei Accelerometer und dem weniger aufwändigen Aktivitätsprotokoll sind Überlegungen anzustellen, letzteres in zukünftige Energieerhebungen mit einzubeziehen.

Diese Ergebnisse zeigen, dass zur Erstellung einer Energiebilanz ein gewisser Aufwand in Form von täglicher Protokollführung bzw. das Tragen von Geräten zur Messung des Energieverbrauches notwendig, aber sinnvoll ist.

6a. Abstract

The aim of this study was to find out which of the 3 different methods: a 7-day-activity protocol, an acceleration measurement instrument (accelerometer, 1 week) or an IPAQ (International Physical Activity Questionnaire, on the last day), is most suitable to display the energy use of Austrian adults.

For this purpose the listed questionnaires and a 3-day-dietary record for measuring the food intake were answered and the accelerometer was worn by 76 persons (18 to 64 years old).

In order to declare the adequacy of the methods the calculated and measured energy use was compared with the energy intake (in kilocalories) and the PAL (Physical Activity Level).

These measurements showed, that the energy use (in kcal) can be measured by the accelerometer ($p=0,01$) and the activity protocol ($p=0,01$). However, the investigation with the IPAQ did not show significant results like the other methods.

In addition, the PAL calculation also showed a presentability of the energy use by the accelerometer ($p=0,05$) and the activity protocol ($p=0,05$).

Due to the good results for the accelerometer and the less extensive activity protocol, it could maybe be possible to use the protocol frequently for energy measurements in the future.

In summary the study showed, that in order to create a representative energy balance it is necessary to do a daily protocol or wear a device for measuring the energy use.

7. Literaturverzeichnis

AARON D.J., JEKAL Y-S., LaPORTE R.E.: Epidemiology of Physical Activity from Adolescence to Young Adulthood, p. 36-41 In: SIMOPOULOS, A.P.: Nutrition and Fitness 1: Obesity, the Metabolic Syndrome, Cardiovascular Disease, and Cancer. Karger Basel Freiburg Paris London New York Bangalore Bangkok Singapore Tokyo Sydney, 2005

AINSWORTH B.E., HASKELL W.L., LEON A.S., JACOBS D.R. Jr., MONTOYE H.J., SALLIS J.F., PFAFFENBERGER R.S.Jr. Compendium of physical activities: Classification of Energy costs of human physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1993; Vol. 25, p. 71-80

AINSWORTH B.E., HASKELL W.L., WHITT M.C., IRWIN M.L., SWARTZ A.M., STRATH S.J., O'BRIEN W.L., BASSETT D.R. Jr., SCHMITZ K.H., EMPLAINCOURT P.O., JACOBS D.R. Jr., LEON A.S. Compendium of Physical Activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2000; Vol. 32, p. S498-S516

BOON R.M., HAMLIN, M.J., STEEL G.D., ROSS, J.J Validation of the New Zealand Physical Activity Questionnaire (NZPAQ-LF) an the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-LF) with Accelerometry. *British Journal of Sports Medicine* Nov. 2008

Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences, National Research Council: Diet and Health. Implications for Reducing Chronic Disease Risk. NATIONAL ACADEMY PRESS Washington, D.C. 1989

DGE, ÖGE, SGE, SVE: Kohlehydrate, Ballaststoffe (Nahrungsfasern), S.59-63. In: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus, Frankfurt am Main 2001

DILBA B., JOHANNSEN M., TRABERT J., BOSY-WESTPHAL A., KIOSZ D., KRAUSE H., RIECKERT H., AMBRECHT A., MÜLLER M.J. : Anteiliger Einfluss eines achtwöchigen Sport- und Diätprogramms auf Körpergewicht, Risikofaktoren und Fitness adipöser Patientinnen. Aktuelle Ernährungsmedizin 2006, 31, p. 328-333

DUBNOV, G., BERRY, E.M.: Managing Obesity after Menopause: The Role of Physical Activity. p.29-34 In: SIMOPOULOS, A.P.: Nutrition and Fitness 2: Mental Health, Aging, and the Implementation of a Healthy Diet and Physical Activity Lifestyle. Karger Basel Freiburg Paris London New York Bangalore Bangkok Singapore Tokyo Sydney, 2005

EKNOYAN, G. Adolphe Quételet (1796-1874)—the average man and indices of obesity. Nephrology Dialysis Transplantation, 2008; Vol. 23; p. 47-51

ELMADFA, I., LEITZMANN C. Ernährung des Menschen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 4. Auflage, 2004

GARROW, J.S. : Energy balance and weight regulation. In: GARROW, J.S. (Hrsg.), JAMES W.P.T.: Human Nutrition and Dietetics. Churchill Livingstone, Edinburgh. 9. Auflage 1998

GOLDBERG G.R., BLACK A.E., JEBB S.A., COLE, T.J., MURGATROYD P.R., COWARD W.A., PRENTICE A.M. (1991) Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. Eur J Clin Nutr. 45, 569-581.

GOLDENBERG, H. : Skriptum zur Vorlesung „Spezielle Biochemie inkl. Pathobiochemie“ für Ernährungswissenschaftler, Wien 2004

HABER, P. Leitfaden zur medizinischen Trainingsberatung. Rehabilitation bis Leistungssport. 2. Auflage 2005. Springer- Verlag Wien New York

HARTMANN, B.M., BELL, S., VÁSQUEZ-CAICEDO, A.L., GÖTZ, A., ERHARDT, J., BROMBACH, C. Der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS). Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe 2005

HAUSMANN, M., HEISTER, J., ERDMANN, J., SCHUSDZIARRA, V.: Stellenwert des 24-h-Recalls im Vergleich zum Ernährungsprotokoll in der Adipositasambulanz. Aktuelle Ernährungsmedizin 2007, Vol. 32, p. 185- 190.

HIMMERICH S, GEDRICH K, HIMMERICH H, POLLMÄCHER T, KARG G (2004): Ernährungssituation in Bayern: Die Bayerische Verzehrsstudie (BVS) II - Methodik und erste Ergebnisse. *Proceedings of the German Nutrition Society* 6, 82

JANZ, K.F.: Physical Activity in Epidemiology: moving from questionnaire to objective measurement. *British Journal of Sports Medicine* 2006; Vol. 40, p. 191-192

JUNGERMANN, K., BARTH, C.A. Energy Metabolism and Nutrition, p.1425-1457. In: GREGER, R., WINDHORST U. (Hrsg): *Comprehensive Human Physiology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1996.

KÖNIG, D., DEIBERT, P., BERG, A. Kohlehydrate als Energieträger im Sport und ihr Einfluss auf die Leistungsfähigkeit. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2006; Vol. 31, p. S89-S95

KREYMANN, G., ADOLPH, M., MÜLLER, M.J.: Energieumsatz und Energiezufuhr. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2007, Vol. 32, p. S8-S12

LEES S.J., BOOTH, F.W.: Physical Inactivity Is a Disease. p.73-79 In: SIMOPOULOS, A.P.: *Nutrition and Fitness 2: Mental Health, Aging, and the Implementation of a Healthy Diet and Physical Activity Lifestyle*. Karger Basel

Freiburg Paris London New York Bangalore Bangkok Singapore Tokyo Sydney, 2005

LÖFFLER, G., PETRIDES PE. Biochemie und Pathobiochemie (Heinrich, PC, Hrsg). Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg, 1997

LÖFFLER, G., PETRIDES P.E. Basiswissen Biochemie mit Pathobiochemie. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg, 5. Auflage, 2003.

MÄDER U., MARTIN B.W., SCHUTZ Y., MARTI B.: Validity of four short physical activity questionnaires in middle-ages persons. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (2006) 38 (7), p.1255-66

MAHAN, L.K., ARLIN, M.T.: Nutritional care in congestive heart disease, 569-578. In: MAHAN, L.K., ARLIN, M.T. (Hrsg.): *Krause's food, nutrition & diet therapy*. WB Saunders, Philadelphia-London-Toronto-Montreal-Sydney-Tokyo, 8. Auflage, 1992.

McCARTHY A. et al: Gewichtsentwicklung vom Kleinkind zum Erwachsenen. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007; Vol 86, p. 907-913

McNEILL, G. Energy, p. 24-37. In: GARROW, J.S., JAMES, W.P.T. (Hrsg): *Human Nutrition and Dietetics*. Churchill Livingstone, Edinburgh-London-Madrid-Melbourne-New York-Tokyo, 9. Auflage, 1993.

MÜLLER M.J., BOSY-WESTPHAL A., DILBA B., BADER N., KORTH O. Energieverbrauch und Energiebedarf gesunder Menschen. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2006; Vol. 31, p. 98-109

NACHTIGAL, R.: Starke Korrelation von BMI und Invalisitätsrate. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2007, Vol. 32, p. 287

RAMIREZ-ZEA, M.: Validation of three predictive equations for basal metabolic rate in adults. *Public Health Nutrition* 2005; Vol. 8, p. 1213-1228

ROSENBERG D.E., BULL F.C., MARSHALL A.L., SALLIS J.F., BAUMANN A.E.: Assessment of endentary behavior with the International Physical Activity Questionnaire. *Journal of Physical Activity and Health* (2008) 5, Suppl.1: S.30-44

SCHNEIDER, R. : Vom Umgang mit Zahlen und Daten : eine praxisnahe Einführung in die Statistik und Ernährungsepidemiologie, Frankfurt am Main, Umschau-Zeitschr.-Verl. Breidenstein , 1997

SHEPARD R.J.: Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *British Journal of Sports Medicine* 2003; Vol. 37, p. 197-206

SLIMANI N., VALSTA L. Perspectives of using the EPIC-SOFT programme in the context of pan-European nutritional monitoring surveys: methodological and practical implications. *European Journal of Clinical Nutrition* (2002) 56, Suppl 2, S63–S74

STRASSER B., SPREITZER A., HABER P.: Fat loss depends on energy deficit only, independently of the method of weight loss. *Annals of Nutrition and Metabolism* 2007, Vol 51, p. 428-432

VOLKERT, D. Der Body-Mass-Index (BMI) – ein wichtiger Parameter zur Beurteilung des Ernährungszustandes. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2006; Vol. 31, p. 126-132

WAHLQUIST, M.L.: Physical Activity for Health: An Overview. p.62-71 In: SIMOPOULOS, A.P.: *Nutrition and Fitness 2: Mental Health, Aging, and the Implementation of a Healthy Diet and Physical Activity Lifestyle*. Karger Basel

Freiburg Paris London New York Bangalore Bangkok Singapore Tokyo Sydney, 2005

WAXMAN A.: Why a Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health? p. 162-166 In: SIMOPOULOS, A.P.: Nutrition and Fitness 2: Mental Health, Aging, and the Implementation of a Healthy Diet and Physical Activity Lifestyle. Karger Basel Freiburg Paris London New York Bangalore Bangkok Singapore Tokyo Sydney, 2005

WCRF/ AICR (World Cancer Research Fund /American Institute for Cancer Research).
Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington, DC: AICR, 2007

WOLFRAM G., BOEING H.: Fettkonsum und Prävention der Adipositas. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Evidenzbasierte Leitlinie: Fettkonsum und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten. Bonn, November 2006. <http://www.dge.de/leitlinie/>

8. Abbildungsverzeichnis

Abb.1: BMI- Verteilung der Probanden (relative Häufigkeit)	41
Abb.2: Unterschied zwischen den Berechnungsmethoden für die BMR	43
Abb.3: Berechnung der Basal Metabolic Rate (in kcal) für Männer und Frauen nach Schofield	45
Abb.4: Energieverteilung (gesamt) auf Eiweiß, Fett und Kohlehydrate als prozentuelle Anteile der Gesamtenergie nach Auswertung der Ernährungsprotokolle	47
Abb.5: Zusammenfassender Vergleich Energieaufnahme- Energieverbrauch (in kcal)	51

9. Tabellenverzeichnis

Tab.1: Standardwerte für den Grundumsatz und den Gesamtenergieverbrauch in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht [JUNGERMANN und BARTH 1996]	11
Tab.2: Formeln zur Abschätzung der BMR anhand des Körpergewichtes (Gewicht in kg) nach Schofield 1985	12
Tab.3: Physikalische (EA) und physiologische (UE) Brennwerte (BW) der Hauptnährstoffe (McNEILL 1993)	15
Tab.4: Klassifizierung zur Beurteilung des BMI bei Erwachsenen [ELMADFA, I., LEITZMANN C. 2004]	18
Tab.5: Bei der für den Ernährungsbericht 2003 nach Gewicht und Alter befragten Studienpopulation ergaben sich folgende BMI- Werte (dargestellt im Vergleich zu den vom NRC empfohlenen Werten)	19
Tab.6: Energieumsatz für Aktivitäten verschiedener Intensität, als Mehrfaches des Ruheumsatzes [MAHAN und ARLIN 1992]	27
Tab.7: Unterschiede zu den für den österreichischen Ernährungsbericht 2003 erhobenen Daten	42
Tab.8: Beschreibung des Grundumsatzes	43
Tab.9: Vergleich Energieaufnahme Normal- und Übergewicht	44
Tab.10: Vergleich KG und Energieaufnahme M-W	46
Tab.11: Ist- Soll Vergleich von Eiweiß, Fett und Kohlehydraten	47

Tab.12: Durchschnittlicher erhobener Energieverbrauch M+W	48
Tab.13: Durchschnittlicher erhobener Energieverbrauch M	48
Tab.14: Durchschnittlicher erhobener Energieverbrauch W	48
Tab.15: Vergleich Ernährungsprotokoll- Accelerometer	48
Tab.16: Vergleich Ernährungsprotokoll- Aktivitätsprotokoll	50
Tab.17: Vergleich Ernährungsprotokoll- IPAQ	50
Tab.18: Prozentuelle Abweichung von Acc., Akt.prot. und IPAQ zum Ern.prot.	51
Tab.19: Korrelation Energieaufnahme- Aktivitätsprotokoll (M+W)	52
Tab.20: Korrelation Energieaufnahme- Aktivitätsprotokoll (M)	52
Tab.21: Korrelation Energieaufnahme- Aktivitätsprotokoll (W)	53
Tab.22: Korrelation Energieaufnahme- Accelerometer (M+W)	53
Tab.23: Korrelation Energieaufnahme- Accelerometer (M)	53
Tab.24: Korrelation Energieaufnahme- Accelerometer (W)	54
Tab.25: Korrelation Energieaufnahme- IPAQ (M+W)	54
Tab.26: Korrelation Energieaufnahme- IPAQ (M)	55

Tab.27: Korrelation Energieaufnahme- IPAQ (W)	55
Tab.28: Deskriptive Statistik zum PAL mittels Ernährungsprotokoll, Accelerometer, Aktivitätsprotokoll und IPAQ (M+W)	56
Tab.29: Deskriptive Statistik zum PAL mittels Ernährungsprotokoll, Accelerometer, Aktivitätsprotokoll und IPAQ (M)	57
Tab.30: Deskriptive Statistik zum PAL mittels Ernährungsprotokoll, Accelerometer, Aktivitätsprotokoll und IPAQ (W)	57
Tab.31: PAL (M+W) nach underreporting- Ausschluss	58
Tab.32: PAL (M) nach underreporting- Ausschluss	58
Tab.33: PAL (W) nach underreporting- Ausschluss	58
Tab.34: Differenzen zwischen ErnPAL und PALs aus Verbrauchserhebungen	59
Tab.35: Korrelation zwischen IPAQ- PAL und Ern.- PAL (M+W)	59
Tab.36: Korrelation zwischen IPAQ- PAL und Ern.- PAL (M)	59
Tab.37: Korrelation zwischen IPAQ- PAL und Ern.- PAL (W)	60
Tab.38: Korrelation zwischen Accelerometer- PAL und Ern.- PAL (M+W)	60
Tab.39: Korrelation zwischen Accelerometer- PAL und Ern.- PAL (M)	61
Tab.40: Korrelation zwischen Accelerometer- PAL und Ern.- PAL (W)	61

Tab.41: Korrelation zwischen Akt.prot.- PAL und Ern.- PAL (M+W)	61
Tab.42: Korrelation zwischen Akt.prot.- PAL und Ern.- PAL (M)	62
Tab.43: Korrelation zwischen Akt.prot.- PAL und Ern.- PAL (W)	62
Tab.44: Eignung der Methoden zur Energieverbrauchserhebung	64

10. Anhang: Fragebögen

- Ernährungsprotokoll
- Aktivitätsprotokoll
- IPAQ

11. CV

ÖSES
pal07

Ihr Ernährungsprotokoll



Liebe Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer!

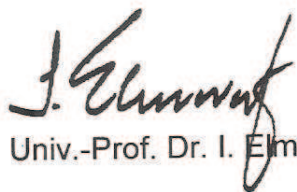
Es ist mittlerweile unumstritten, dass eine ausgewogene Ernährung und ausreichend Bewegung die Gesundheit und das Wohlbefinden während des ganzen Lebens positiv beeinflussen können.

Deshalb wird auch im nächsten österreichischen Ernährungsbericht, der im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, Familie und Jugend durchgeführt wird. Das Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien wurde mit der Durchführung der entsprechenden Studien betraut.

Mit einem so genannten Ernährungsprotokoll möchten wir an **drei aufeinander folgenden Tagen** Ihre **tatsächliche Nahrungsaufnahme** erfassen. Nur **durch Ihre Mithilfe** lassen sich aussagekräftige Ergebnisse erzielen und daher bitten wir Sie, dieses Ernährungsprotokoll so genau wie möglich zu führen.

Wir möchten uns schon jetzt für Ihre Mithilfe bedanken!

Mit freundlichen Grüßen



Univ.-Prof. Dr. I. Elmadfa

Vorstand des Departments für Ernährungswissenschaften
Universität Wien

Die Daten werden streng vertraulich behandelt und werden nicht an Dritte weiter gegeben!

(Bitte unbedingt ausfüllen!)



 **Noch ein paar Daten zu Ihrer Person:**

Größe: ___ cm

Gewicht: ___ kg

Geschlecht: männlich weiblich



Wie führe ich ein Ernährungsprotokoll?

Bitte schreiben Sie **ALLES** auf, was Sie an den jeweiligen Tagen **GEGESSEN** und **GETRUNKEN** haben (auch die kleinen Naschereien und Snacks zwischendurch nicht vergessen!).

Es ist uns sehr **wichtig**, dass Sie Ihre **Ernährungsgewohnheiten** in dieser Zeit **nicht verändern!** Essen Sie an diesen drei Tagen einfach so weiter wie bisher und schreiben Sie nach jeder Mahlzeit auf, welche Lebensmittel oder Getränke Sie konsumiert haben.

Und so wird's gemacht:

1. Füllen Sie Ihr Protokoll nach jeder Mahlzeit aus. Notieren Sie alles, was Sie zu dieser Mahlzeit gegessen oder getrunken haben.
2. Für jedes Lebensmittel bzw. für jedes Getränk ist eine eigene Zeile vorgesehen.
3. Beschreiben Sie die konsumierten Lebensmittel oder Getränke so genau wie möglich, zum Beispiel:
Joghurt 1% Fett, Vollkornbrot mit Sesam, geschälter Apfel, Frankfurter mit Senf, Bananenmilch mit Zucker, Tee mit Zitrone, usw.
Sie können gerne auch den Namen der Marke angeben z.B. Iglo Fischstäbchen, Milka Schokolade, Nöm Kakao, Manner Schnitten
4. Schätzen Sie Ihre Portionsgröße so genau wie möglich!

Erinnern Sie Sich genau, wie viel Sie gegessen oder getrunken haben und schreiben Sie die Menge in die **Spalte „ungefähre Menge“**.

Die beigefügten **Fotos können Ihnen helfen**, Ihre Portionsgrößen besser abzuschätzen. Die Portionsgrößen „klein“, „mittel“ und „groß“ können diesen Bildern entnommen werden.

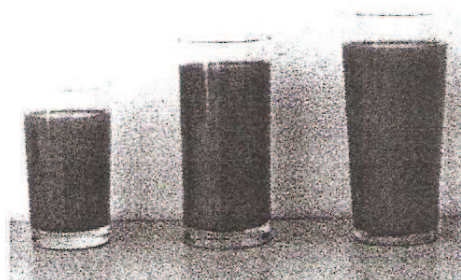
Natürlich können Sie Ihre Verzehrsmengen noch genauer angeben, indem Sie haushaltsübliche Maße verwenden, wie zum Beispiel:

- Teelöffel (TL), Esslöffel (EL)
- Stück z.B. ganzer Apfel
- Tasse (= Häferl), Glas, Schüssel, Teller => **siehe Fotos**
- Falls Sie die Verzehrsmenge genau kennen, können Sie uns Ihre Portionsgröße selbstverständlich auch in Gramm (g) oder Milliliter (ml) angeben.

TIPP: Nehmen Sie Ihr Protokoll überall hin mit, damit Sie alle Speisen und Getränke gleich aufschreiben können!

Was ist eine Portion?

Getränke (Glas)



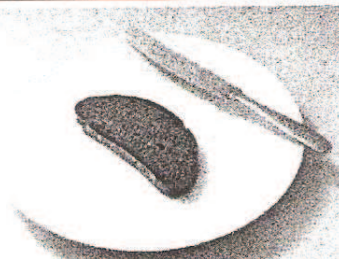
kleines Glas 150ml
mittleres Glas 250 ml
großes Glas 330 ml

Getränke (Häferl)



kleines Häferl 190 ml
mittleres Häferl 200 ml
großes Häferl 300 ml

Brot



kleine Scheibe



mittlere Scheibe



große Scheibe

Butter, Margarine



kleine Portion



mittlere Portion

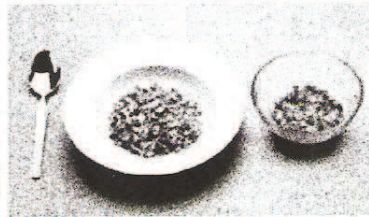


große Portion

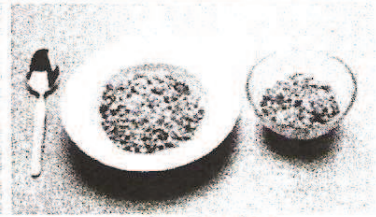
Müsli, Cornflakes



kleine Portion



mittlere Portion



große Portion

Schinken



kleine Portion



mittlere Portion

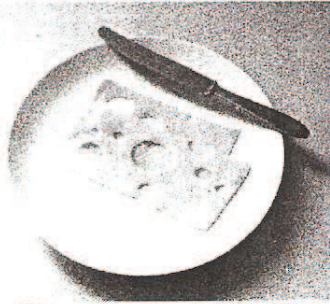


große Portion

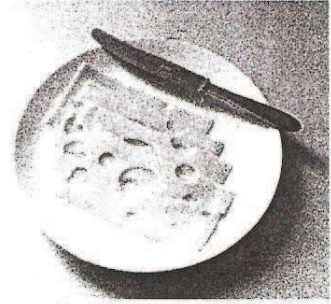
Käse



kleine Portion (1 Blatt)

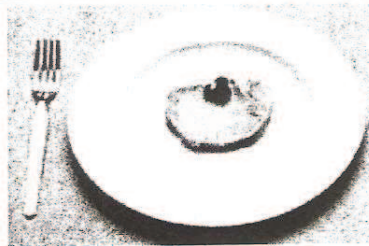


mittlere Portion (2 Blatt)



große Portion (4 Blatt)

Fleisch



kleine Portion



mittlere Portion



große Portion

Fisch



kleine Portion

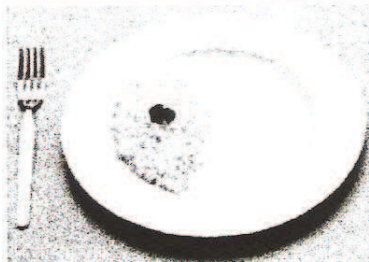


mittlere Portion

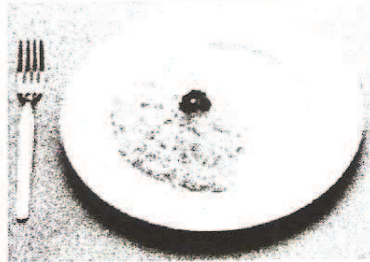


große Portion

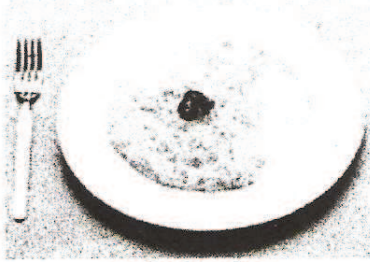
Reis



kleine Portion

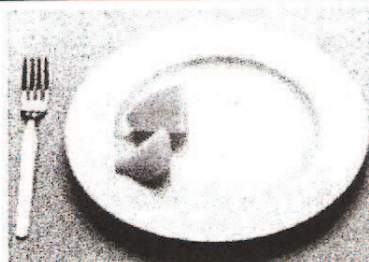


mittlere Portion



große Portion

Kartoffeln



kleine Portion

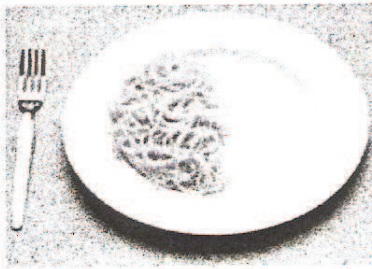


mittlere Portion



große Portion

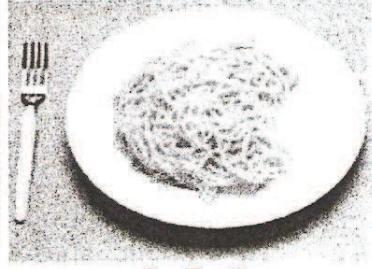
Nudeln



kleine Portion

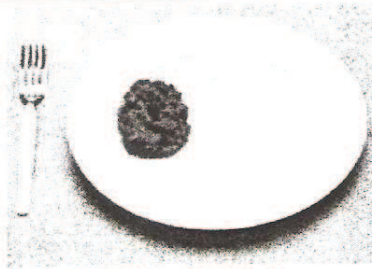


mittlere Portion

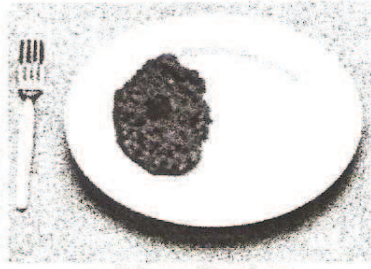


große Portion

Spaghettisoße



kleine Portion



mittlere Portion

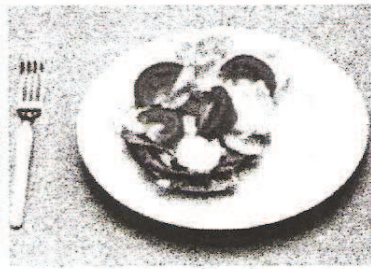


große Portion

Salat, rohes Gemüse



kleine Portion



mittlere Portion

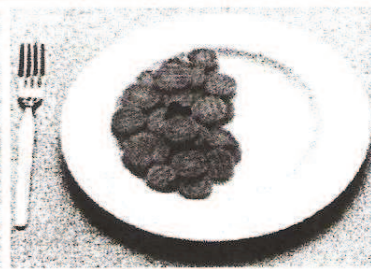


große Portion

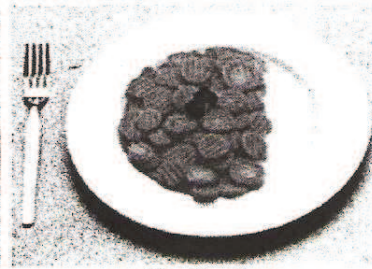
Gekochtes Gemüse



kleine Portion



mittlere Portion



große Portion

Pizza



kleine Portion

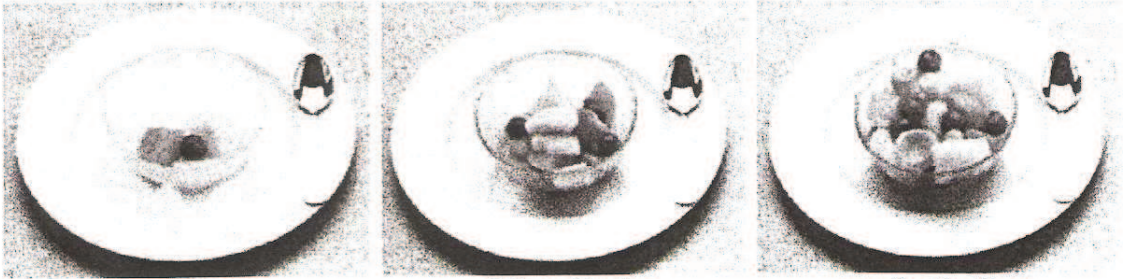


mittlere Portion



große Portion

Obst, Obstsalat



kleine Portion

mittlere Portion

große Portion

Chips

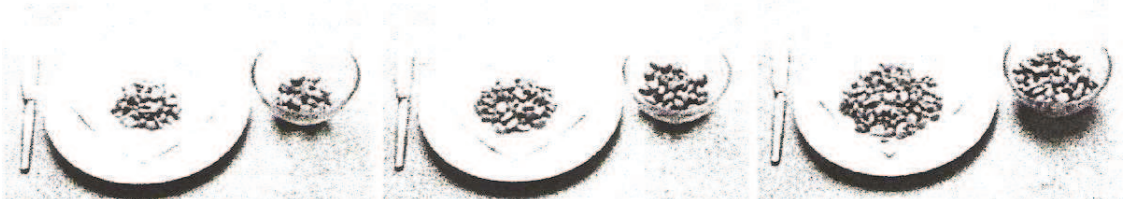


kleine Portion

mittlere Portion

große Portion

Nüsse, Pistazien,...



kleine Portion

mittlere Portion

große Portion

Torte



kleine Portion

mittlere Portion

große Portion

Kuchen



kleine Portion

mittlere Portion

große Portion

Ausfüllhilfe

Das ist nur ein **Übungsbeispiel:**

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
Mittagessen	3 Stück	Fischstäbchen (iglo)
	1 Portion mittel	Kartoffel
	1 Portion klein	Erbsen
	1 Portion mittel	Grüner Salat mit Essig-Öl-Dressing
	1 Schüssel klein	Himbeeren
	2 Gläser mittel (ODER 250ml)	Apfelsaft gespritzt
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input checked="" type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: <u>im Restaurant</u> -----	
Nachmittagsjause	1 Häferl groß (ODER 300ml)	Vanillemilch (Müllermilch)
	1 Scheibe mittel	Schwarzbrot
	1 Portion klein	Schinken
	1 Portion klein	Tilsiter (45% F.i.T)
	1 Glas mittel (ODER 250ml)	Weißwein gespritzt
	Wo? <input checked="" type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: -----	

ACHTUNG:
Vergleichen Sie Ihre Portionen mit den Portionsgrößen auf den Fotos!

Meine Mahlzeiten waren heute *(bitte ankreuzen)*

wie immer anders als sonst

ACHTUNG:
Kreuzen Sie dieses Kästchen an, wenn Ihr Essverhalten heute sehr untypisch war z.B. Feier

Für Anmerkungen und Besonderheiten bezüglich Ihrer Mahlzeiten (alles, was Sie uns im Bezug auf Ihre Mahlzeiten mitteilen wollen) benutzen Sie bitte das Kästchen „Besonderheiten/Bemerkungen/Sonstiges“.

!!! Weitere Tipps finden Sie auf der letzten Seite!!!

Angaben zum 1. Protokoll

TAG 1

Datum: _____

Wochentag: Montag Dienstag Mittwoch Donnerstag Freitag
 Samstag Sonntag

Ist dieser Tag ein Werktag? Ja Nein

Jetzt sind Sie an der Reihe!

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
Frühstück		
		<i>Haben Sie auch nicht auf Getränke vergessen?</i>
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	
Vormittagsjause		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	
Mittagessen		
		<i>Getränke und Naschereien nicht vergessen?</i>
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
Nachmittagsjause		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	
Abendessen		
		<i>Getränke und Naschereien nicht vergessen?</i>
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	
Spätmahlzeit		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	

Meine Mahlzeiten waren heute (*bitte ankreuzen*)

wie immer anders als sonst

Besonderheiten/Bemerkungen/Sonstiges:

.....

.....

.....

.....

✍ Angaben zum 2. Protokoll

TAG 2

Datum: _____

Wochentag: Montag Dienstag Mittwoch Donnerstag Freitag
 Samstag Sonntag

Ist dieser Tag ein Werktag? Ja Nein

✍ Jetzt sind Sie an der Reihe!

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
Frühstück		
		<i>Haben Sie auch nicht auf Getränke vergessen?</i>
		Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____
Vormittagsjause		
		Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____
Mittagessen		
		<i>Getränke und Naschereien nicht vergessen?</i>
		Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
Nachmittagsjause		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	
Abendessen		
		<i>Getränke und Naschereien nicht vergessen?</i>
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	
Spätmahlzeit		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	

Meine Mahlzeiten waren heute (bitte ankreuzen)

wie immer anders als sonst

Besonderheiten/Bemerkungen/Sonstiges:

.....

.....

.....

.....

Angaben zum 3. Protokoll

TAG 3

Datum: _____

Wochentag: Montag Dienstag Mittwoch Donnerstag Freitag
 Samstag Sonntag

Ist dieser Tag ein Werktag? Ja Nein

Jetzt sind Sie an der Reihe!

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
Frühstück		
		<i>Haben Sie auch nicht auf Getränke vergessen?</i>
Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____		
Vormittagsjause		
Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____		
Mittagessen		
		<i>Getränke und Naschereien nicht vergessen?</i>
Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____		

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
Nachmittagsjause		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	
Abendessen		
		<i>Getränke und Naschereien nicht vergessen?</i>
Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____		
Spätmahlzeit		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	

Meine Mahlzeiten waren heute (*bitte ankreuzen*)

wie immer anders als sonst

Besonderheiten/Bemerkungen/Sonstiges:

.....

.....

.....

.....

Hier noch ein paar Tipps zum Ausfüllen des Fragebogens:

Beschreiben Sie Ihre Mahlzeiten **so genau wie möglich!**
Dazu einige **Beispiele:**



statt Brot schreiben Sie Schwarzbrot, Weißbrot, Semmel, Sonnenblumenbrot, Vollkornbrot, Mohnweckerl, Kürbiskernweckerl, Kornspitz, ...



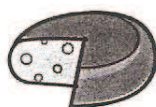
statt Wurst schreiben Sie Extrawurst, Leberstreichwurst, Putenwurst, Frankfurter, Tiroler Schinkenspeck, ...



statt Fleisch schreiben Sie Wiener Schnitzel (vom Kalb), Schweinsbraten, Grillhuhn (Keule), Putenfilet gedünstet,



statt Milch Bei Milch und Milchprodukten (wie Joghurt, Käse) gibt es verschiedene Fettstufen. Wenn möglich geben Sie diese Fettstufe an (steht auf der Verpackung!), z.B. Vollmilch (3,6%), Magermilch (1%), Joghurt natur (1%), Fruchtjoghurt Erdbeere (Fasten nöm)



statt Käse Wenn möglich, geben Sie auch hier die Fettstufe an (steht auf der Verpackung!), z.B. Tilsiter (45% F.i.T.), Frischkäse (17% absolut), ...

Weitere Tipps:

- Obst und Gemüse** Beschreiben Sie Ihre Portionsgrößen so genau wie möglich, z.B. 1 ganzer Apfel, 2 Apfelspalten, 1 Schüssel Himbeeren mittel, 6 Stück große Erdbeeren, 1 Teller Röstgemüse (Iglö) klein, 6 Stück Babykarotten, 2 Stück Cherrytomaten,...
- Fruchtsäfte** Genaue Beschreibung:
100% Apfelsaft, Orangennektar, ...
ODER den Markennamen angeben z.B. Obi Apfelsaft
- Fette und Öle** In haushaltsüblichen Maßen
z.B. 1 EL Butter, 1 TL Halbfettmargarine,
1 EL Olivenöl, 2 EL Essig-Öl-Dressing (Weizenkeimöl), ...
- Kuchen** Sachertorte, Topfentorte (gebacken mit Mürbteig), Streuselkuchen, Marmorkuchen, ...
- Süßigkeiten** Bitte Markenname angeben z.B. Manner Schnitten
- Zubereitungsart** Wenn möglich, geben Sie an, wie die Speisen zubereitet wurden z.B. Bratkartoffeln, gedünstetes Gemüse, gebackene Bananen

Geschafft!



Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Bei weiteren Fragen oder Problemen steht Ihnen unser Team gerne zur Verfügung:

Kontakt:

Mag. Heinz Freisling

E-Mail: heinz.freisling@univie.ac.at

Tel: +43-1-4277-54912

Fax: +43-1-4277-9549

Department für Ernährungswissenschaften

Universität Wien

UZA II - Pharmaziezentrum

Althanstraße 14

1090 Wien

Weitere Ansprechpartner:

Mag. Peter Putz (peter@dynamo.at), Sarah Strak (sarah@strak.at)

7 Tage Aktivitäts-Protokoll

Tag 1

Stunden	Minuten	Aktivität	Stunden	Minuten	Aktivität
		Schlafen			Gymnastik
		Sitzen			Schwimmen
		Stehen			Ballsport
		Langsames Gehen			Tennis
		Gehen			Leichtathletik
		Laufen/Joggen			Krafttraining
		Radfahren			Tanzen
		Autofahren			
		Gartenarbeit			

Tag 2

Stunden	Minuten	Aktivität	Stunden	Minuten	Aktivität
		Schlafen			Gymnastik
		Sitzen			Schwimmen
		Stehen			Ballsport
		Langsames Gehen			Tennis
		Gehen			Leichtathletik
		Laufen/Joggen			Krafttraining
		Radfahren			Tanzen
		Autofahren			
		Gartenarbeit			

Tag 3

Stunden	Minuten	Aktivität	Stunden	Minuten	Aktivität
		Schlafen			Gymnastik
		Sitzen			Schwimmen
		Stehen			Ballsport
		Langsames Gehen			Tennis
		Gehen			Leichtathletik
		Laufen/Joggen			Krafttraining
		Radfahren			Tanzen
		Autofahren			
		Gartenarbeit			

Tag 4

Stunden	Minuten	Aktivität	Stunden	Minuten	Aktivität
		Schlafen			Gymnastik
		Sitzen			Schwimmen
		Stehen			Ballsport
		Langsames Gehen			Tennis
		Gehen			Leichtathletik
		Laufen/Joggen			Krafttraining
		Radfahren			Tanzen
		Autofahren			
		Gartenarbeit			

Tag 5

Stunden	Minuten	Aktivität	Stunden	Minuten	Aktivität
		Schlafen			Gymnastik
		Sitzen			Schwimmen
		Stehen			Ballsport
		Langsames Gehen			Tennis
		Gehen			Leichtathletik
		Laufen/Joggen			Krafttraining
		Radfahren			Tanzen
		Autofahren			
		Gartenarbeit			

Tag 6

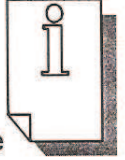
Stunden	Minuten	Aktivität	Stunden	Minuten	Aktivität
		Schlafen			Gymnastik
		Sitzen			Schwimmen
		Stehen			Ballsport
		Langsames Gehen			Tennis
		Gehen			Leichtathletik
		Laufen/Joggen			Krafttraining
		Radfahren			Tanzen
		Autofahren			
		Gartenarbeit			

Tag 7

Stunden	Minuten	Aktivität	Stunden	Minuten	Aktivität
		Schlafen			Gymnastik
		Sitzen			Schwimmen
		Stehen			Ballsport
		Langsames Gehen			Tennis
		Gehen			Leichtathletik
		Laufen/Joggen			Krafttraining
		Radfahren			Tanzen
		Autofahren			
		Gartenarbeit			



INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE



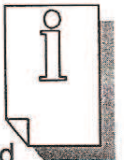
Wir sind daran interessiert herauszufinden, welche Arten von körperlichen Aktivitäten Menschen in ihrem alltäglichen Leben vollziehen. Die Befragung bezieht sich auf die Zeit, die Sie während der **letzten 7 Tage** in körperlicher Aktivität verbracht haben. Bitte beantworten Sie alle Fragen (auch wenn Sie sich selbst nicht als aktive Person ansehen). Bitte berücksichtigen Sie die Aktivitäten im Rahmen Ihrer Arbeit, in Haus und Garten, um von einem Ort zum anderen zu kommen und in Ihrer Freizeit für Erholung, Leibesübungen und Sport.

Denken Sie an all Ihre **anstrengenden** und **moderaten** Aktivitäten in den **vergangenen 7 Tagen**. **Anstrengende** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten, die starke körperliche Anstrengungen erfordern und bei denen Sie deutlich stärker atmen als normal. **Moderate** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten mit moderater körperlicher Anstrengung, bei denen Sie ein wenig stärker atmen als normal.

Alle Ihre Antworten werden streng vertraulich behandelt. Sie dienen ausschließlich wissenschaftlichem Interesse und werden nicht an Dritte weitergegeben!

TEIL 1: KÖRPERLICHE AKTIVITÄT AM ARBEITSPLATZ

Im ersten Abschnitt geht es um Ihre Arbeit. Das beinhaltet bezahlte Arbeit, Landwirtschaft, freiwillige Tätigkeiten, Seminare und alle anderen unbezahlten Tätigkeiten, die Sie **außerhalb von zuhause** verrichtet haben. Geben Sie hier keine unbezahlten Tätigkeiten an, die Sie zuhause verrichtet haben, wie Arbeiten in Haus und Garten, anfallende Instandhaltungsarbeiten und Familienfürsorge. Dies wird in Abschnitt 3 befragt.



1. Haben Sie momentan einen Job oder verrichten Sie irgendwelche unbezahlte Arbeiten außerhalb von zuhause?

Ja

Nein → **Springen Sie weiter zu Teil 2: FORTBEWEGUNG**

Die folgenden Fragen sind über die körperliche Aktivität in den **vergangenen 7 Tagen** im Rahmen Ihrer bezahlten und unbezahlten Arbeit. Dies beinhaltet keine Wegstrecken zur oder von der Arbeit.



2. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie anstrengende körperliche Aktivitäten wie schweres Heben, Graben, schwere Bauarbeit oder Stiegensteigen **während Ihrer Arbeit** verrichtet? Denken Sie dabei nur an körperliche Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben.

_____ **Tage pro Woche**

Keine anstrengenden körperlichen Aktivitäten im Rahmen der Arbeit.

➔ **Springen Sie weiter zu Frage 4**

3. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **anstrengender** körperlicher Aktivität während Ihrer Arbeit verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**

4. Denken Sie erneut nur an die körperlichen Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie moderate körperliche Aktivitäten wie Tragen leichter Lasten **während Ihrer Arbeit** verrichtet? Fußwegstrecken bitte nicht mit einbeziehen.

_____ **Tage pro Woche**

Keine moderaten körperlichen Aktivitäten im Rahmen der Arbeit

➔ **Springen Sie weiter zu Frage 6**

5. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **moderater** körperlicher Aktivität während Ihrer Arbeit verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**

6. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **Fußwegstrecken** von mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung während Ihrer Arbeit zurückgelegt? Bitte keine Wegstrecken zur oder von der Arbeit mit einbeziehen.

_____ **Tage pro Woche**

Keine Fußwegstrecken während der Arbeit

➔ **Springen Sie weiter zu Teil 2: FORTBEWEGUNG**

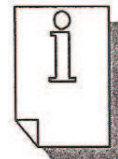


7. Wie viel Zeit haben Sie an einem dieser Tage für gewöhnlich mit **Wegstrecken** während Ihrer Arbeit verbracht?

_____ Stunden pro Tag
_____ Minuten pro Tag

Teil 2: KÖRPERLICHE AKTIVITÄT ZUR FORTBEWEGUNG

Bei diesen Fragen geht es um die Fortbewegung, um von einem Ort zum anderen zu gelangen, wie die Wege zu Arbeit, Geschäften, Kino, usw.



8. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** sind Sie mit einem **motorisierten Verkehrsmittel** wie Zug, Bus, Auto oder Straßenbahn **gefahren**?

_____ Tage pro Woche

Keine Fahrten in motorisierten Verkehrsmitteln

→ **Springen Sie weiter zu Frage 10**

9. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **Fahrten** in Zug, Bus, Auto, Straßenbahn oder irgendeinem motorisierten Verkehrsmittel verbracht?

_____ Stunden pro Tag
_____ Minuten pro Tag

Denken Sie jetzt nur an das **Fahrradfahren** und **zu Fuß Gehen**, bei dem Sie Wege zur und von der Arbeit, für Botenwege, sowie für Wegstrecken, um von einem Ort zum anderen zu gelangen, zurückgelegt haben.

10. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** sind Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung mit dem **Fahrrad** **gefahren**, um von einem Ort zum anderen zu gelangen?

_____ Tage pro Woche

Kein Fahrradfahren von einem Ort zum anderen

→ **Springen Sie weiter zu Frage 12**



11. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage für das **Fahrradfahren** von einem Ort zum anderen verwendet?

_____ **Stunden pro Tag**
_____ **Minuten pro Tag**

12. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** sind Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung **zu Fuß gegangen**, um von einem Ort zum anderen zu gelangen?

_____ **Tage pro Woche**

Kein zu Fuß Gehen von einem Ort zum anderen

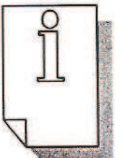
→ **Springen Sie weiter zu Teil 3: HAUSARBEIT,
HAUSINSTANDHALTUNG
UND FAMILIENFÜRSORGE**

13. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage für das **zu Fuß Gehen** von einem Ort zum anderen verwendet?

_____ **Stunden pro Tag**
_____ **Minuten pro Tag**

TEIL 3: HAUSARBEIT, HAUSINSTANDHALTUNG UND FAMILIENFÜRSORGE

In diesem Abschnitt geht es um körperliche Aktivitäten, die Sie in den **vergangenen 7 Tagen** in Ihrem Haus und im Umkreis Ihres Hauses verrichtet haben, wie Hausarbeit, Arbeiten in Hof und Garten, Instandhaltungsarbeiten und Familienfürsorge.



14. Denken Sie nur an die körperlichen Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **anstrengende** körperliche Aktivitäten wie Tragen schwerer Lasten, Holzhacken, Schneeschaufeln oder Graben **im Hof oder im Garten** verrichtet?

_____ **Tage pro Woche**

Keine anstrengenden körperlichen Aktivitäten im Hof oder im Garten

→ **Springen Sie weiter zu Frage 16**



15. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **anstrengender** Aktivität in Garten und Hof verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**
_____ **Minuten pro Tag**

16. Denken Sie erneut nur an die körperlichen Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **moderate** Aktivitäten wie Tragen leichter Lasten, Fegen, Fensterputzen und Rechen **im Hof oder im Garten** verrichtet?

_____ **Tage pro Woche**

Keine moderate Aktivität im Garten oder im Hof

→ **Springen Sie weiter zu Frage 18**

17. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **moderater** körperlicher Aktivität im Garten oder im Hof verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**
_____ **Minuten pro Tag**

18. Denken Sie erneut nur an die körperlichen Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **moderate** Aktivitäten wie Tragen leichter Lasten, Fensterputzen, Bodenaufwaschen und Fegen (Auskehren) **im Haus** verrichtet?

_____ **Tage pro Woche**

Keine moderaten Aktivitäten zuhause

→ **Springen Sie weiter zu Teil 4: KÖRPERLICHE
AKTIVITÄTEN IN
ERHOLUNG, SPORT UND
FREIZEIT**

19. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **moderaten** körperlichen Aktivitäten zuhause verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**
_____ **Minuten pro Tag**



TEIL 4: KÖRPERLICHE AKTIVITÄTEN IN ERHOLUNG, SPORT UND FREIZEIT

In diesem Abschnitt geht es um alle körperlichen Aktivitäten, die Sie in den **vergangenen 7 Tagen** ausschließlich in Erholung, Sport, Leibesübungen und Freizeit verrichtet haben. Bitte keine Aktivitäten mit einbeziehen, die Sie bereits angegeben haben.



20. Ohne die Fußwege, die Sie bereits genannt haben, an wie vielen der **vergangenen 7 Tage** sind Sie in ihrer **Freizeit** für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung **zu Fuß** gegangen?

_____ **Tage pro Woche**

Kein zu Fuß gehen in der Freizeit

→ **Springen Sie weiter zu Frage 22**

21. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **zu Fuß Gehen** in ihrer Freizeit verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**

22. Denken Sie nur an die körperlichen Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **anstrengende** körperliche Aktivitäten wie Aerobic, Laufen, schnelles Fahrradfahren oder schnelles Schwimmen in ihrer **Freizeit** verrichtet?

_____ **Tage pro Woche**

Keine anstrengenden Aktivitäten in der Freizeit

→ **Springen Sie weiter zu Frage 24**

23. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **anstrengender** körperlicher Aktivität in ihrer Freizeit verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**



24. Denken Sie erneut nur an die körperlichen Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **moderate** körperliche Aktivitäten wie Fahrradfahren bei gewöhnlicher Geschwindigkeit, Schwimmen bei gewöhnlicher Geschwindigkeit und Doppel-Tennis in ihrer **Freizeit** verrichtet?

_____ Tage pro Woche

Keine moderaten Aktivitäten in der Freizeit

→ **Springen Sie weiter zu Teil 5: IM SITZEN VERBRACHTE ZEIT**

25. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **moderater** körperlicher Aktivität in ihrer Freizeit verbracht?

_____ Stunden pro Tag

_____ Minuten pro Tag

TEIL 5: IM SITZEN VERBRACHTE ZEIT

Bei diesen Fragen geht es um die Zeit, die Sie bei der Arbeit, zuhause, bei Seminaren und in der Freizeit im Sitzen verbracht haben. Dies kann Zeit beinhalten wie Sitzen am Schreibtisch, Besuchen von Freunden und vor dem Fernseher sitzen oder liegen. Bitte keine Zeit für Sitzen in einem motorisierten Verkehrsmittel mit einbeziehen, von der Sie mir bereits erzählt haben.



26. Wie viel Zeit haben Sie in den **vergangenen 7 Tagen** mit **Sitzen an Wochentagen** verbracht?

_____ Stunden pro Tag

_____ Minuten pro Tag

27. Wie viel Zeit haben Sie an den **vergangenen 7 Tagen** mit **Sitzen an Wochenendtagen** verbracht?

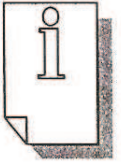
_____ Stunden pro Tag

_____ Minuten pro Tag



TEIL 6: UMWELTPOLITISCHES MODUL

Im folgenden Fragenteil geht es um **Einrichtungen**, die sich in der Gegend Ihrer **Nachbarschaft** und deren nächster Umgebung befinden. Dabei ist jenes Gebiet gemeint, das Sie von Zuhause aus zu Fuß in 10-15 Minuten erreichen können.



28. Welcher Typ Wohnbau ist in Ihrer Nachbarschaft vorherrschend? Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 Freistehende Einfamilienhäuser
- 2 2-3 stöckige Stadthäuser, Reihenhäuser, Apartments oder Genossenschaftswohnungen
- 3 Mischung aus Einfamilienhäusern, Stadthäusern, Reihenhäusern, Apartments und Genossenschaftswohnungen
- 4 4-12 stöckige Apartments oder Genossenschaftswohnungen
- 5 Apartments oder Eigentumswohnungen mit mehr als 12 Stöcken

Im nächsten Abschnitt geht es um Angaben bezüglich zu **Fuß Gehen und Fahrradfahren im Gebiet ihrer Nachbarschaft**.



29. Viele Geschäfte, Läden, Supermärkte oder andere Einkaufsmöglichkeiten, die Sie benötigen, befinden sich in nächster zu Fuß erreichbarer Entfernung von Ihrem Zuhause. Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend

30. Können Sie von Zuhause innerhalb von 10-15 Minuten zu Fuß die Haltestelle eines öffentlichen Verkehrsmittels (z.B. Bus, Bahn, U-Bahn, Straßenbahn) erreichen? Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend



31. Bei den meisten Straßen im Gebiet meiner Nachbarschaft gibt es Gehsteige.
Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend

32. In meiner Nachbarschaft und deren nächster Umgebung gibt es Einrichtungen, die sicheres Fahrradfahren ermöglichen (z.B. Radwege, Fahrspuren oder Wege, die von Radfahrern und Fußgängern gemeinsam benutzt werden können).
Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend

33. In meiner Nachbarschaft und der nächster Umgebung gibt es mehrere kostenfreie oder kostengünstige Freizeitanlagen (z.B. Parks, Wanderwege, Radwege, Erholungszentren, Spielplätze, Schwimmbäder). Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend

34. Aufgrund der Verbrechensrate in meiner Nachbarschaft und deren nächster Umgebung ist es gefährlich, nachts außer Haus zu gehen. Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend



35. In den Straßen meiner Nachbarschaft und deren nächster Umgebung ist so viel Verkehr, dass es schwierig oder unangenehm ist, zu Fuß zu gehen. Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend

36. In meiner Nachbarschaft und deren nächster Umgebung sehe ich viele Leute bei sportlichen körperlichen Aktivitäten (z.B. Walken, Laufen, Fahrradfahren, Sportspiele). Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend

37. Bei einem Spaziergang in meiner Nachbarschaft und deren nächster Umgebung gibt es viele interessante Sachen zu sehen. Zutreffendes bitte ankreuzen:

- 1 keineswegs zutreffend
- 2 eher nicht zutreffend
- 3 eher zutreffend
- 4 vollständig zutreffend

38. Wie viele motorisierte betriebsfähige Fahrzeuge gibt es in Ihrem Haushalt (z.B. PKWs, LKWs, Motorräder, Mopeds)?

___ motorisierte Fahrzeuge

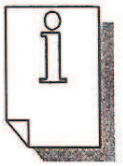
weiß nicht/bin mir nicht sicher



Teil 7: Angaben zur Person

Im letzten Fragenteil geht es um Angaben, die Ihre Person betreffen.

Alle Ihre Antworten werden streng vertraulich behandelt. Sie dienen ausschließlich wissenschaftlichem Interesse und werden nicht an Dritte weitergegeben!



39. Alter: _____ Jahre
40. Geschlecht (Zutreffendes bitte ankreuzen):
 männlich
 weiblich
41. Körpergröße: _____ cm
42. Körpergewicht: _____ kg
43. Familienstand (Zutreffendes bitte ankreuzen):
 verheiratet / in Lebensgemeinschaft lebend
 ledig
 getrennt lebend / geschieden
 verwitwet
44. Wer lebt mit Ihnen in Ihrem Haushalt? Zutreffendes bitte ankreuzen (mehrere Antworten möglich):
 niemand
 PartnerIn
 Kinder/Enkel
 Angehörige (außer Kinder, Enkel)
 Bekannte/Freunde
 andere (bitte angeben): _____



45) Wie viele Personen leben insgesamt in Ihrem Haushalt? _____ Personen

46) Wohngebiet:

- städtisch**
- in Stadtumgebung**
- ländlich**

47) Bundesland: _____

48) Meine höchste abgeschlossene Ausbildung ist (Zutreffendes bitte ankreuzen):

- Volksschule**
- Hauptschule / AHS-Unterstufe**
- Berufsschule (Lehre) / Berufsbildende mittlere Schule (ohne Matura)**
- Berufsbildende höhere Schule / AHS-Oberstufe (mit Matura)**
- Universität / Fachhochschule**
- andere (bitte angeben): _____**

49) Monatliches Nettoeinkommen in Ihrem Haushalt: _____ €

50) Welchen Beruf üben Sie derzeit aus, oder haben Sie zuletzt bzw. am längsten ausgeübt (Zutreffendes bitte ankreuzen):

- Angestellte/r, Beamte/r**
- Angestellte/r, Beamte/r in leitender Position**
- Arbeiter/in (angelernt), Hilfsarbeiter/in**
- Facharbeiter/in, Handwerker/in**
- Landwirt/in**
- Selbstständige/r Unternehmer/in**
- anderer Beruf (bitte angeben): _____**



51a) Rauchen Sie derzeit? Zutreffendes bitte ankreuzen:

- Ja**
- Nein** Wenn nein, dann **springen Sie** bitte weiter zu **Frage 13a**

51b) Wenn ja, wie viel rauchen Sie pro Tag für gewöhnlich?

Zigaretten: _____ **Stück pro Tag**

Sonstige Tabakwaren: _____ **Stück pro Tag**

Seit wie vielen Jahren rauchen Sie? Seit _____ **Jahren**

52a) Haben Sie jemals regelmäßig geraucht und damit aufgehört? Zutreffendes bitte ankreuzen:

- Ja**
- Nein** Wenn nein, dann ist das das **Ende der Befragung**

53b) Wenn ja, wie viel haben Sie pro Tag für gewöhnlich geraucht?

Zigaretten: _____ **Stück pro Tag**

Sonstige Tabakwaren: _____ **Stück pro Tag**

53c) In welchem Jahr haben sie mit dem Rauchen aufgehört? _____

Herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!!!

Bei Fragen oder Problemen beim Ausfüllen dieses Fragebogens steht Ihnen unser Team gerne zur Verfügung:

Mag. Heinz Freisling
Universität Wien
Department für Ernährungswissenschaften
Althanstraße 14
A-1090 Wien

T +43 (1) 4277-549 12
F +43 (1) 4277-95 49
heinz.freisling@univie.ac.at

Weiterer Ansprechpartner: Mag. Peter Putz (peter@dynamo.at)



Curriculum Vitae

Angaben zur Person

Name	Strak Sarah
Adresse	Oswald-Redlich-Straße 22/38/11 A-1210 Wien (Österreich)
Telefon	0650/8527585
E-Mail	sarah@strak.at
Staatsangehörigkeit	Österreichisch
Geburtsdatum	25. September 1982
Geschlecht	Weiblich

Schul- und Berufsbildung

Seit 10/2001

Studentin der Ernährungswissenschaften

Universität Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1

1010 Wien

09/1993 - 06/2001

AHS- Matura

Realgymnasium

Bundesrealgymnasium 21, Franklinstraße 26

1210 Wien

09/1989 - 06/1993

Volksschule

Öffentliche Volksschule der Republik Österreich
1210 Wien, Berzeliusgasse 2

Sprachen

Englisch, Russisch

Praktika

8- wöchige Mitarbeit in der Produktion der Firma
Altmann und Kühne im Sommer 2006

6- wöchiges Labor- Praktikum am Institut für
organische Chemie der Universität Wien bei
Prof. Lorbeer im Sommer 2007

Führerschein(e)

B