





## INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	V
TABELLENVERZEICHNIS .....	VII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	XI
DANKSAGUNG .....	1
1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG .....	3
2 LITERATURÜBERBLICK .....	5
2.1 Energieverbrauch und körperliche Aktivität .....	5
2.1.1 Komponenten des Energieverbrauchs .....	6
2.1.1.1 Grundumsatz (Basal metabolic rate, BMR).....	6
2.1.1.2 Induzierte Thermogenese durch Nahrungsaufnahme .....	7
2.1.1.3 Körperliche Aktivität .....	7
2.1.2 Methoden zur Quantifizierung des Energieverbrauchs.....	8
2.2 Methoden zur Messung der körperlichen Aktivität.....	10
2.2.1 Metabolische Methoden .....	10
2.2.1.1 Doppelt markiertes Wasser (doubly-labeled water method, DLW) ..	10
2.2.1.2 Direkte Kalorimetrie .....	11
2.2.1.3 Indirekte Kalorimetrie .....	12
2.2.2 Tragbare „physical activity“ - Messgeräte .....	13
2.2.2.1 Herzfrequenzmessung.....	13
2.2.2.2 Bewegungssensoren (Akzelerometer, Pedometer) .....	15
2.2.3 Fragebogenmethoden .....	18
2.2.3.1 PA-Tagebuchaufzeichnungen (PA records and logs).....	20
2.2.3.2 Kurze Fragebögen (Recall questionnaires).....	21
2.2.3.3 Lange Fragebögen (Quantitative history questionnaires).....	23
2.2.3.4 Global self – report questionnaires .....	23
2.2.4 Direkte Beobachtung.....	25

2.3	Total Energy Expenditure und Physical Activity Level.....	27
2.3.1	Total Energy Expenditure (TEE) .....	27
2.3.2	Physical Activity Level (PAL).....	31
2.3.2.1	Einteilung des PALs .....	31
2.3.2.2	Empfehlungen für regelmäßige körperliche Aktivität (PA) .....	33
2.4	The European Physical Activity Surveillance System (EUPASS) .....	36
2.4.1	Hintergrund .....	36
2.4.2	International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) .....	37
2.4.2.1	Auswertung des IPAQ .....	38
2.4.3	Durchführung des EUPASS.....	40
2.4.4	Ergebnisse des EUPASS.....	40
3	MATERIAL UND METHODEN.....	44
3.1	Validierung – Theorie und Struktur .....	44
3.2	Rekrutierung der Studienteilnehmer .....	46
3.3	Anthropometrische Messungen.....	46
3.3.1	Geschlechterverteilung im Gesamtkollektiv .....	47
3.3.2	Akzelerometer.....	48
3.3.2.1	Grundlagen .....	48
3.3.2.2	Messung.....	49
3.3.2.3	Fehler des Akzelerometers .....	51
3.3.2.4	Berechnungen der Akzelerometerdaten.....	52
3.3.3	Kurzer Physical Activity Questionnaire .....	53
3.3.3.1	Fehler des Kurzen Physical Activity Questionnaires .....	54
3.3.3.2	Berechnungen des Kurzen Physical Activity Questionnaires .....	54
3.3.4	7 – Tage – Aktivitätsprotokoll .....	56
3.3.4.1	Fehler des 7 – Tage - Aktivitätsprotokoll .....	56
3.3.4.2	Berechnungen des 7 – Tage – Aktivitäts – Protokolls.....	60
3.3.5	Statistik .....	61
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	64
4.1	PAL und Gesamtenergieumsatz nach Geschlecht.....	64
4.2	Ergebnisse der Validierungsstudie .....	68
4.2.1	Validierung 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll mittels Akzelerometer .....	68

4.2.2	Validierung kurzer Physical Activity Questionnaire .....	
	mittels Akzelerometer .....	75
4.2.2.1	Protokollierte Sitzzeiten anhand des kurzen PAQ.....	88
4.3	Vorhersage von PAL und Gesamtenergieumsatz.....	91
5	SCHLUSSBETRACHTUNG .....	96
6	ZUSAMMENFASSUNG .....	99
7	ABSTRACT .....	101
8	LITERATUR.....	103
9	ANHANG.....	i
	CURRICULUM VITAE .....	xi



## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>ABB. 1:</b> <i>Akzelerometer</i>	48
<b>ABB. 2:</b> <i>Beispiel einer ActiLife Lifestyle Datei (Summary File)</i>	51
<b>ABB. 3:</b> <i>Durch Akzelerometer ermittelter PAL bei Erwachsenen getrennt nach Geschlecht (n = 102)</i>	66
<b>ABB. 4:</b> <i>Durch Akzelerometer ermittelter Gesamtenergieumsatz bei Erwachsenen nach Geschlecht (n = 102)</i>	67
<b>ABB.5:</b> <i>Regressionsgerade zur TEE von Akzelerometer und 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls (n = 102)</i>	69
<b>ABB. 6:</b> <i>Verteilungskurve der TEE, anhand gemessener Akzelerometerdaten (n = 102)</i>	70
<b>ABB. 7:</b> <i>Verteilungskurve der TEE, anhand der Daten des Aktivitätsprotokolls (n = 102)</i>	71
<b>ABB. 8:</b> <i>Verteilungskurve des PAL, anhand gemessener Akzelerometerdaten (n = 102)=</i>	73
<b>ABB. 9:</b> <i>Verteilungskurve des PAL, anhand der Daten des Aktivitätsprotokolls (n = 102)</i>	74
<b>ABB. 10:</b> <i>Verteilungskurve für wöchentliche selbst berichtete körperliche Aktivität (MET – Mins), (n = 102)</i>	76

- ABB. 11:** *Minuten moderater körperlicher Aktivität an Tagen an denen moderate Aktivität berichtet wurde (Mittelwert – Selbstangaben)*  
*– 30 europäische Länder im Vergleich* 80
- ABB. 12:** *Minuten anstrengender körperlicher Aktivität an Tagen an denen anstrengende Aktivität berichtet wurde*  
*(Mittelwert – Selbstangaben)*  
*– 30 europäische Länder im Vergleich* 81
- ABB. 13:** *Verteilungskurve der TEE, anhand ausgewerteter Daten des kurzen PAQ (n = 102)* 85
- ABB. 14:** *Verteilungskurve des PAL anhand der ausgewerteten Daten des kurzen PAQ (n = 102)* 87
- ABB. 15:** *Berechnung der TEE aus selbst berichteter körperlicher Aktivität und relevanten Einflussfaktoren mittels 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll* 93
- ABB. 16:** *Berechnung des PAL aus selbst berichteter körperlicher Aktivität und relevanten Einflussfaktoren mittels 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll* 94

## TABELLENVERZEICHNIS

<b>TAB. 1:</b> <i>Berechnungen des PAL bei unterschiedlichen Lebensstilen</i>	28
<b>TAB. 2:</b> <i>Klassifizierung des Lebensstils in Beziehung zur Intensität der alltäglichen körperlichen Aktivität oder PAL</i>	31
<b>TAB. 3:</b> <i>Empfehlungen ausgewählter Organisationen für Häufigkeit, Dauer und Intensität an körperlicher Aktivität, die mindestens durchgeführt werden sollen</i>	34
<b>TAB. 4:</b> <i>Mittelwerte, Standardabweichungen und Median der MET - Minutes pro Woche für 8 europäische Länder der europäischen Union</i>	41
<b>TAB. 5:</b> <i>Mittelwerte, Standardabweichungen und Median von anstrengender und moderater körperlicher Aktivität, Gehen und Sitzen als ausgesuchte Variable des deutschen und niederländischen nationalen PA – Fragebogen und IPAQ – S7T (Minuten pro Tag)</i>	43
<b>TAB. 6:</b> <i>Anthropometrische Charakteristika der Validierungsstichprobe nach Geschlecht</i>	47
<b>TAB. 7:</b> <i>Kategorisierung der Akzelerometer - Counts in Activity Levels</i>	49
<b>TAB. 8:</b> <i>Zugeweilte MET – Werte für Aktivitäten im 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll</i>	58
<b>TAB. 9:</b> <i>Zusätzlich eingetragene Aktivitäten und ihre MET – Werte</i>	59

<b>TAB. 10:</b> <i>Interpretation des Korrelationskoeffizienten</i>	62
<b>TAB. 11:</b> <i>Interpretation der Signifikanz</i>	62
<b>TAB. 12:</b> <i>Durch Akzelerometer ermittelter PAL und Gesamtenergieumsatz der Validierungsstudie nach Geschlecht (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))</i>	65
<b>TAB. 13:</b> <i>MET – Mins pro Woche anhand des kurzen PAQ nach Geschlecht (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))</i>	77
<b>TAB. 14:</b> <i>Minuten pro Woche in moderater und anstrengender körperlicher Aktivität anhand des kurzen PAQ (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))</i>	78
<b>TAB. 15:</b> <i>Minuten pro Woche in moderater und anstrengender körperlicher Aktivität anhand gemessener Akzelerometerdaten (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))</i>	78
<b>TAB. 16:</b> <i>Selbst berichtete Minuten in moderater und anstrengender körperlicher Aktivität bei einer repräsentativen Erhebung an österreichischen Erwachsenen mittels IPAQ – Langversion (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))</i>	82
<b>TAB. 17:</b> <i>Korrelationen für Zeiten, die in unterschiedlichen körperlichen Intensitäten verbracht wurden, kurzer PAQ vs. Akzelerometer</i>	83

<b>TAB. 18:</b> <i>Korrelation des TEE zwischen Akzelerometerdaten und des kurzen PAQ</i>	84
<b>TAB. 19:</b> <i>Korrelation des PAL zwischen Akzelerometerdaten und des kurzen PAQ</i>	86
<b>TAB. 20:</b> <i>Selbst berichtete tägliche Sitzzeit anhand des kurzen PAQ (Median/Mittelwert<math>\pm</math>Standardabweichung (Spannbreite))</i>	88
<b>TAB. 21:</b> <i>Korrelation der Sitzzeit der Woche zur selbst berichteten körperlichen Aktivität mittels PAQ</i>	89
<b>TAB. 22:</b> <i>Voraussage der Varianz für TEE</i>	92
<b>TAB. 23:</b> <i>Errechnete und einzusetzende Werte in die Regressionsgleichung für TEE</i>	92
<b>TAB. 24:</b> <i>Voraussage der Varianz für PAL</i>	93
<b>TAB. 25:</b> <i>Errechnete und einzusetzende Werte in die Regressionsgleichung für PAL</i>	94



## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<i>ABB</i>	<i>Abbildung</i>
<i>AEE</i>	<i>Physical Activity Energy Expenditure</i>
<i>BCM</i>	<i>Körperzellmasse, Body Cell Mass</i>
<i>BIA</i>	<i>Bioelektrische Impedanzanalyse</i>
<i>BMR</i>	<i>Basal Metabolic Rate</i>
<i>BWM</i>	<i>Block Walk Method</i>
<i>CATI</i>	<i>Computer-aided telephone interviewing</i>
<i>DLW</i>	<i>Doubly-labeled water method</i>
<i>ECW</i>	<i>Extrazellulärwasser</i>
<i>EE</i>	<i>Energy Expenditure</i>
<i>EUPASS</i>	<i>European Physical Activity Surveillance System</i>
<i>FAO</i>	<i>Food and Agriculture Organisation of the United Nations</i>
<i>FFM</i>	<i>Fettfreie Masse</i>
<i>FM</i>	<i>Fettmasse</i>
<i>FWS</i>	<i>Fußwiderstand</i>
<i>GPAQ</i>	<i>Global Physical Activity Questionnaire</i>
<i>HR</i>	<i>Heart Rate, Herzfrequenz</i>
<i>HWS</i>	<i>Handwiderstand</i>

<i>ICW</i>	<i>Intrazellulärwasser</i>
<i>ID</i>	<i>Identifikationsnummer</i>
<i>IPAQ</i>	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
<i>IPAQ – S7T</i>	<i>kurzer (short, letzten 7 Tage) Telefoninterview – IPAQ</i>
<i>j</i>	<i>Joule</i>
<i>Kap.</i>	<i>Kapitel</i>
<i>kcal</i>	<i>Kilokalorien</i>
<i>K – S – TEST</i>	<i>Kolmogorov – Smirnov - Test</i>
<i>LU</i>	<i>Leistungsumsatz</i>
<i>MET</i>	<i>Metabolic Equivalent</i>
<i>MET-Hours</i>	<i>Metabolische Einheiten-Stunden</i>
<i>MET-Mins</i>	<i>Metabolische Einheiten-Minuten</i>
<i>mod.</i>	<i>modifiziert</i>
<i>P</i>	<i>Signifikanzniveau</i>
<i>PA</i>	<i>Physical Activity</i>
<i>PAL</i>	<i>Physical Activity Level</i>
<i>PAQ</i>	<i>Physical Activity Questionnaire</i>
<i>PAR</i>	<i>Physical Activity Ratio</i>
<i>r</i>	<i>Maßkorrelationskoeffizient</i>
<i>R</i>	<i>Resistance, Ohm'scher Widerstand</i>

<i>Rho</i>	<i>Rangkorrelationskoeffizient</i>
<i>RMR</i>	<i>Resting Metabolic Rate</i>
<i>RQ</i>	<i>Respiratorischer Quotient</i>
<i>s</i>	<i>Prüfsumme</i>
<i>SD</i>	<i>Standard-Deviation, Standardabweichung</i>
<i>TAB</i>	<i>Tabelle</i>
<i>TBW</i>	<i>Total Body Water, Gesamtkörperwasser</i>
<i>TEE</i>	<i>Total Energy Expenditure</i>
<i>vs.</i>	<i>versus</i>
<i>WHO</i>	<i>World Health Organisation</i>
<i>Xc</i>	<i>Reactance, kapazitiver Widerstand</i>



## DANKSAGUNG

Gleich zu Beginn möchte ich mich bei den vielen Menschen bedanken, die mir den Weg zum Ziel gezeigt, aufbereitet und ermöglicht haben, denn der Abschluss eines Studiums ist nicht nur der alleinige Erfolg einer frischgebackenen Magistra.

An erster Stelle kommen meine Eltern Johannes und Maria Schröckenfuchs. Sie haben es mir in all der Zeit in selbstloser und aufopfernder Weise immer wieder ermöglicht, die Ausbildung zu erhalten, die ich mir vorgestellt habe. Sie haben mir mit großer Geduld und seelischer Unterstützung geholfen, den Weg nie aus den Augen zu verlieren und mein Ziel zu erreichen. Ebenfalls möchte ich meinem Bruder Benjamin danken, der mir immer wieder mit Rat und Tat zur Seite stand, besonders in den letzten Monaten, wo ich Aufmunterung und Zuspruch brauchte. Und auch meinen Großeltern möchte ich danken, deren Glauben an mich, mir viel Energie gegeben hat.

Großer Dank gilt auch meinen Probanden und gleichzeitig Freunden, die mir ihre Freizeit geopfert haben, um mir die Durchführung meiner Diplomarbeit überhaupt zu ermöglichen. Leider kann ich nicht jeden einzelnen namentlich danken, aber ihr wisst hoffentlich, ohne euch gäbe es diese Diplomarbeit nicht.

Einen Menschen, mit dem ich sehr intensiv an dieser Arbeit gearbeitet habe, möchte ich jedoch erwähnen. Danke Eveline, dass du mir dies hier ermöglicht hast und ich werde unsere langen Stunden vor dem Computer nicht vergessen.

Ebenso bedanke ich mich bei Dr. Heinz Freisling und Mag. Peter Putz, die mich während der Erarbeitung und Verfassung der Diplomarbeit begleitet und in jeder Hinsicht mit Ratschlägen und Hilfe unterstützt haben, wenn ich wiederum nicht weiter wusste.

Ich möchte mich natürlich auch an dieser Stelle sehr herzlich bei o. Univ. Prof. Dr. I. Elmadfa für sein großes Entgegenkommen zur Anfertigung dieser Arbeit bedanken.

Zum Schluss möchte ich mich bei allen Bekannten und Freunden und auch Studienkollegen bedanken, die mich in diesen Jahren begleitet, moralisch unterstützt und mit vielen Ratschlägen und großer Hilfe weitergeholfen haben und zur Vollendung dieser Diplomarbeit beigetragen haben.

# 1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

In den letzten 30 bis 40 Jahren wurde wiederholt dem Zusammenhang zwischen habitueller körperlicher Aktivität und Gesundheit in vielen epidemiologischen und experimentellen Studien nachgegangen. Dadurch wurde sehr deutlich, dass die Begriffe „körperliche“ und „sportliche“ Aktivität stark voneinander zu unterscheiden sind. Rütten und Abu-Omar (2003) weisen darauf hin, dass diese Unterscheidung wichtige Faktoren für die Bestimmung der Prävalenz von körperlicher Aktivität bzw. Inaktivität in der Bevölkerung beinhalten. Ebenso hat es eine große Bedeutung für die Festlegung von Zielen und Empfehlungen für die allgemeine Gesundheitsförderung. Eine wichtige Voraussetzung für in Zukunft durchgeführte Forschungen stellt die akkurate Messung von körperlicher Aktivität dar. In neuerer Literatur wird zum Problem der Erfassung der körperlichen Aktivität immer dringlicher die Forderung nach einer Kalibrierung<sup>1</sup> der Messverfahren für verschiedene Populationen bzw. Gruppierungen einer Population erhoben [WOOD, 2000].

Wenn Erfassungsmethoden nur sportliche Aktivität und körperliches Training berücksichtigen, besteht die Gefahr, Art und Ausmaß der körperlichen Aktivität in verschiedenen Untergruppen der Bevölkerung unzureichend zu beschreiben und so ungenaue Profile der körperlichen Aktivität zu erstellen.

Derzeitige Probleme im Bereich der Erfassung körperlicher Aktivität liegen vor allem darin, dass eine stärkere Standardisierung der Verfahren und Instrumente nötig ist, um nationale wie auch internationale Daten miteinander vergleichen zu können. Mittlerweile sind schon Messmethoden entwickelt worden (International Physical Activity Questionnaire, IPAQ; Global Physical Activity Questionnaire, GPAQ; siehe Kap. 2.2.3 und 2.4.2), die auch Lebensstil-Aktivitäten (z.B. Beruf, Haushalt, Erziehung,

---

<sup>1</sup> Tätigkeit zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen den ausgegebenen Werten eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung oder den von einer Maßverkörperung oder von einem Referenzmaterial dargestellten Werten und den zugehörigen, durch Normale festgelegten Werten einer Messgröße unter vorgegebenen Bedingungen [www.iat.es, 2004].

Freizeit) erfassen und die Lebensbereiche und Aktivitätsmuster unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen angemessener erfassen.

Es sollte bei der Neuentwicklung von Verfahren stärker als bisher moderne Technologien ausgenutzt werden, um neue Perspektiven einer objektiven Aktivitätserfassung ermöglichen zu können. Wobei Kurzmethoden, wie z.B. ein kurzer Physical Activity Questionnaire (PAQ) oder ein 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll bei groß angelegten Studien von großem Vorteil wären, da es vom Kostenaufwand und der Logistik schwer zu organisieren ist, Akzelerometerdaten bei vielleicht über 2000 Probanden zu erheben. Kurzmethoden wie der PAQ könnten als Teil einer Ernährungserhebung, die ohnehin schon lange Fragebögen enthält, integriert werden und die gleichzeitige Erfassung von Energiezufuhr und –verbrauch wäre gewährleistet.

Mit einem kurzen Physical Activity Questionnaire (PAQ), einem 7 – Tage - Aktivitätsprotokoll und Daten von einem Akzelerometer, der von Probanden in dieser Woche getragen wurde, wurden relativ neue Messinstrumente zur international vergleichenden Messung körperlicher Aktivität angewandt. Während der PAQ als Instrument auf der einen Seite noch stärker in Bezug auf seine Gütekriterien untersucht werden sollte, liefern die aus den drei Messinstrumenten gewonnenen Daten wichtige Erkenntnisse über die Prävalenz körperlicher Aktivität auf Bevölkerungsebene.

Die vorliegende Arbeit dient der Ermittlung der körperlichen Aktivität mittels Akzelerometer und der Validierung zweier Kurzmethoden (PAQ und 7-Tage-Aktivitätsprotokoll) bei Erwachsenen.

Ziel dieser Arbeit ist, die Angaben und aufgenommen Daten der drei Methoden miteinander zu vergleichen und die Gültigkeit des PAQ als Messinstrument zu überprüfen und zu beurteilen.

## 2 LITERATURÜBERBLICK

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Beweise über die zunehmende schützende Rolle physischer Aktivität für die Prävention vieler chronischer Erkrankungen, wie zum Beispiel kardiovaskuläre Erkrankungen, Osteoporose, Diabetes Mellitus Typ II und Krebserkrankungen, angehäuft [U.S. DEPT. OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 1996; LEE und SKERETT, 2001; BAUMAN, 2004].

Bei der Auswahl einer geeigneten Methode für eine spezifische Betrachtung der körperlichen Aktivität (Physical Activity, PA), sollten Kriterien wie der Umfang der Studie, d.h. die Probandenanzahl, die finanziellen Möglichkeiten, die kulturellen und sozialen Umwelteinflüsse, die körperliche Belastung der Probanden sowie die Gültigkeit und Zuverlässigkeit einer gewählten Messmethode berücksichtigt werden.

### 2.1 Energieverbrauch und körperliche Aktivität

Der Begriff körperliche Aktivität wird definiert als jede mittels Skelettmuskeln induzierte Körperbewegung, wobei die dafür aufgewendete Energie, über den Energieverbrauch (Energy Expenditure, EE) quantifizierbar ist [CASPERSEN et al., 1985].

Körperliche Aktivität ist multidimensional und kann daher mit mehreren Dimensionen beschrieben werden:

1. Dauer
2. Häufigkeit
3. Art der körperlichen Aktivität
4. Intensität

5. Soziale, psychologische und emotionale Ebene (unter welchen Umständen, durch welche Einflüsse oder mit welcher Absicht wird körperliche Aktivität durchgeführt?) [MONTTOYE et al., 1996]

Die Kombination von Häufigkeit, Intensität und Dauer ergibt die Activity Energy Expenditure (AEE). Die Höhe des dazu resultierenden Energieverbrauchs hängt sowohl von den oben ersten vier genannten Faktoren ab, als auch vom Körperbau, denn je höher das Körpergewicht, desto höher ist der Verbrauch an Energie [MONTTOYE et al., 1996].

## **2.1.1 Komponenten des Energieverbrauchs**

### **2.1.1.1 Grundumsatz (*Basal metabolic rate, BMR*)**

Der Grundumsatz wird beeinflusst von einer Reihe essentieller Körperfunktionen wie verschiedenste Zellfunktionen und Zellerneuerungen. Diese sind Synthese, Sekretion und Stoffwechsel von Enzymen und Hormonen um Proteine und andere Substanzen oder Moleküle zu transportieren. Ebenso regelt er die Körpertemperatur und ein gleichmäßiges Arbeiten von Herz- und Atemmuskeln und nicht zuletzt die Gehirnfunktion.

BMR wird bei völliger Ruhe und Entspannung (am besten gleich nach dem Aufwachen), mindestens 12 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme und bei einer Umgebungstemperatur von 20-28°C gemessen.

Abhängig von Alter, Geschlecht, Körpergewicht und Lebensstil des Menschen, kann der Grundumsatz ab ungefähr 45% bis je nach Individuum auch mehr des gesamten täglichen Energieverbrauchs (Total Energy Expenditure, TEE) betragen [FAO, 2003].

### ***2.1.1.2 Induzierte Thermogenese durch Nahrungsaufnahme***

Bei der Nahrungsaufnahme wird Energie für die Aufnahme selbst, die Verdauung, die Absorption, den Transport, die Oxidation und für den Um- und Abbau der Nahrungsbestandteile, benötigt. Diese metabolischen Prozesse erhöhen die Hitzeproduktion und den Sauerstoffverbrauch des menschlichen Körpers und werden daher als nahrungsinduzierte Thermogenese bezeichnet.

Bei normaler Mischkost wird die nahrungsinduzierte Thermogenese mit rund 10% des gesamten täglichen Energieumsatzes veranschlagt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

### ***2.1.1.3 Körperliche Aktivität***

Die körperliche Aktivität ist neben der BMR die größte Komponente des täglichen Energieverbrauchs. Sie setzt sich zusammen aus der alltäglichen Bewegung und der willkürlichen Bewegung, wie zum Beispiel Sport. Umwelteinflüsse, soziale und kulturelle Vorgaben beeinflussen sehr stark die alltäglichen Bewegungen, wobei hier auch die berufliche Tätigkeit mit einbezogen wird.

Die willkürliche physische Aktivität ist nun der wichtige Aspekt für Gesundheit, Wohlfühlen und generell gute Lebensqualität. Dies kann wie vorher erwähnt Sport sein, aber auch Haushaltstätigkeiten, die zum Wohlfühlen oder Familienkomfort beitragen oder ebenso individuelle und soziale Aktivitäten für persönliches Vergnügen, soziale Interaktionen oder zur Kommunikation.

Während die beiden ersten genannten Faktoren relativ konstant bleiben, variiert der tägliche Energieverbrauch mehr oder weniger stark aufgrund unterschiedlicher Aktivitätsmuster.

## 2.1.2 Methoden zur Quantifizierung des Energieverbrauchs

Zur Quantifizierung von Aktivitäten können einige Methoden verwendet werden, die den Energieverbrauch über einen bestimmten definierten Zeitraum messen. Es ist wichtig und notwendig Einheiten zu verwenden, deren Größen unabhängig voneinander und daher direkt miteinander vergleichbar sind.

Daraus hat sich ergeben, dass sich körperliche Aktivität mit den Parametern für Leistung und Intensität ( $\text{kcal min}^{-1}$ ,  $\text{kcal}$  oder  $\text{KJ kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ , oder METs) [VALANOU et al., 2006] ausdrücken lässt, wobei METs<sup>1</sup> (metabolic equivalent) das Vielfache des Ruheumsatzes (angenommen mit ca. 1  $\text{kcal/kg}$  Körpergewicht) bei Aktivitäten angeben [AINSWORTH et al. 1993].

Exakte Messungen ergeben sich jedoch mittels Spirometer.

Für jede körperliche Aktivität wurden sogenannte MET-Werte ermittelt, die die Aktivität in ihrer Intensität charakterisieren. 1 MET repräsentiert den Ruheenergieverbrauch oder ungefähr den Sauerstoffverbrauch von  $3,5 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ . Der Ruheumsatz liegt etwa bei 6 - 10% über dem Grundumsatz [NOACK, 1995].

Die MET-Einheiten werden gerne zur Auswertung von Fragebögen zur physischen Aktivität verwendet [AINSWORTH et al. 1993].

Als Alternative kann körperliche Aktivität mittels Zeitperioden der Aktivität (Stunden oder Minuten) oder in einer eigenen Einheit der Bewegung (z.B. summierte Beschleunigungen in der Akzelerometrie - Counts) angegeben und berechnet werden.

Eine weitere Methode um körperliche Aktivität zu berechnen empfahl ein Komitee der FAO/WHO/UNU. Hier wird der Energiebedarf als das Verhältnis des Gesamtenergieumsatzes zum Grundumsatz festgelegt. Der Gesamtenergieumsatz

---

<sup>1</sup> Dient zur Messung der Belastung (Leistung) über den Sauerstoffverbrauch.

1 MET entspricht dem Sauerstoffverbrauch in vollkommener Ruhe, bei einem gesunden Erwachsenen etwa  $3,5 \text{ ml pro kg/KG}$  in der Minute oder

1 MET entspricht einem Kalorienverbrauch von ca. 1  $\text{kcal je Kilogramm Körpergewicht pro Stunde}$

besteht nur noch aus zwei Komponenten (Grundumsatz und körperliche Aktivität) und berücksichtigt auch alle individuellen Punkte, wie Alter, Geschlecht, Gewicht und auch die Körperzusammensetzung. Ebenso ist die Thermogenese in der Komponente der körperlichen Aktivität bereits inkludiert. 1988 wurde daher erstmals der Begriff Physical Activity Level (PAL) geprägt, mit dem bestimmt wird, das Wievielfache des Grundumsatzes bei physischer Aktivität aufgewendet wird.

Eine weitere Bezeichnung für den Energieaufwand, der jedoch individuelle Aktivitäten besser beschreibt ist Physical Activity Ratio (PAR) und wird wie PAL als Verhältnis zum Grundumsatz ausgedrückt.

## 2.2 Methoden zur Messung der körperlichen Aktivität

Mehr als 30 verschiedene Techniken gibt es mittlerweile um körperliche Aktivität zu ermitteln [LAPORTE et al., 1985].

Um die ideale Methode zu wählen, sollten Punkte wie Präzision, Genauigkeit, minimale Störung der täglichen Aktivitätsgewohnheiten, Objektivität, Einfachheit der Methode und der Zeitaufwand beachtet werden. Ebenso ist es wichtig eine andauernde und detaillierte Protokollierung der körperlichen Aktivitäten zu ermöglichen und es sollte möglich sein, die Methode an einer großen Populationsgruppe anwenden zu können [LIVINGSTONE et al., 2003].

Trotz der Fülle an Literatur und einer Vielzahl verschiedenster Feldmethoden, die verwendet wurden, konnte noch kein optimales Instrument zur Messung der körperlichen Aktivität gefunden werden [VALANOU et al., 2006].

Nachfolgend werden die zurzeit gängigsten Methoden, mit all ihren Vor- und Nachteilen, zur Messung der physischen Aktivität vorgestellt, wobei genauer die Fragebogenuntersuchungen und Bewegungssensoren veranschaulicht werden.

### 2.2.1 Metabolische Methoden

#### 2.2.1.1 *Doppelt markiertes Wasser (doubly-labeled water method, DLW)*

Bei dieser nicht-invasiven Methode wird der Energieverbrauch über einen Zeitraum von 10 - 20 Tagen unter Labor- und Versuchsbedingungen an Probanden gemessen [MONTTOYE et al., 1996].

Es wird eine festgesetzte, standardisierte Mischung zweier stabiler Isotopen ( $^2\text{H}$  und  $^{18}\text{O}$ ) als Wasser ( $^2\text{H}_2\ ^{18}\text{O}$ ) den Versuchspersonen verabreicht [LEVINE, 2005].

Die Isotope vermischen sich mit dem normalen Wasserstoff und Sauerstoff im Körperwasser. Verbraucht der Körper Energie entstehen Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Der Wasserstoff ( $^2\text{H}$ ) wird in Form von Wasser ( $^2\text{H}_2\text{O}$ ) mit dem Urin aus dem Körper ausgeschieden. Der markierte Sauerstoff ( $^{18}\text{O}$ ) verlässt den Körper ebenfalls in Form von Wasser und auch als Kohlendioxid ( $\text{C}^{18}\text{O}_2$ ), wobei für die Verluste über Haut und Atemluft Korrekturfaktoren eingesetzt werden. Die Ausscheidungsraten werden mittels Spektrometer gemessen, wobei die  $\text{CO}_2$ -Produktionsrate aus der Differenz der Ausscheidungsrate beider Isotope berechnet und mit Hilfe der Anwendung kalorimetrischer Gleichungen der Energieumsatz (EE) ermittelt werden kann [SPEAKMAN, 1998].

Die DLW-Methode ist zurzeit die meist akzeptierte und beste Technik um den Energieverbrauch zu messen, da sie vom Zeitaufwand relativ kurz gehalten ist und die Probanden in ihren normalen körperlichen Aktivitäten nicht beeinflusst werden [SCHOELLER und RACETTE, 1990].

Mittels zweier Messungen vor und nach einer Beobachtungsperiode kann der Energieumsatz über einen Zeitraum von 7 bis 21 Tagen mit einem Standardfehler von 6 – 8% bestimmt werden. Dieser Fehler kann jedoch verringert werden, wenn mehrmals Messungen innerhalb dieser Beobachtungsperiode durchgeführt werden [LEVINE, 2005].

Der Nachteil dieser Methode liegt darin, dass die Isotopen relativ teuer sind und eine Anwendung in einer großen Probandenzahl kaum durchführbar ist. Ebenso können Aktivitätsmuster und Art der Aktivität nicht dokumentiert werden.

#### **2.2.1.2 Direkte Kalorimetrie**

Diese Methode misst den Energieverbrauch einer Person anhand ihrer Wärmeabgabe über einen bestimmten Zeitraum. Es gibt verschiedenste Methoden die Wärmeabgabe zu messen, wobei es sich immer um eine Ganzkörpermessung handelt, die in einem dafür speziell adaptierten Raum durchgeführt wird. Die geschlossene Kammer (Kalorimeter) wird mit Luft gefüllt und die abgegebene Wärme des Probanden, in Ruhe und/oder Belastung, kann gemessen werden.

Mittlerweile gibt es eine neuere Methode, wo die Versuchsperson ein Kleidungsstück, gefüllt mit gekühltem Wasser, trägt und die Temperaturen des einströmenden und ausströmenden Wassers des Kleidungsstückes misst und so die Wärmeproduktion des Probanden messen kann [WEBB, 1980].

Direkte Kalorimetrie ist eine sehr genaue und präzise Methode, mit einer Fehlerquote von 1%, um den Energieverbrauch zu messen, dennoch ist das System sehr kostenaufwendig und schwierig zu kalibrieren [VALANOU et al, 2006].

Nachteile der Methode sind weiters, dass die Anwendung an einer großen Population nicht möglich ist. Außerdem können Alltagsaktivitäten nicht erfasst werden, sondern nur körperliche Aktivität unter Laborbedingungen.

Die direkten Messungen der Wärmeabstrahlung wurden im Laufe der Jahre zunehmend von der Methode der indirekten Kalorimetrie in geschlossenen Systemen und später mittels Spirometer abgelöst [HENRY, 2005].

### **2.2.1.3 Indirekte Kalorimetrie**

Indirekte Kalorimetrie basiert auf dem Prinzip, dass der Metabolismus von Kohlenhydraten, Fett, Protein oder Alkohol durch Nahrungsaufnahme unterschiedlich viel Wärme im Körper produziert, da bei der Verstoffwechslung verschieden viel O<sub>2</sub> verbraucht und CO<sub>2</sub> ausgeschieden wird, wobei dieses Verhältnis als respiratorischer Quotient (RQ) bezeichnet wird. Diese Beziehung kann anhand einer Formel (Nahrungsaufnahme + O<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub> + Wärme) erklärt werden.

Zur Messung indirekter Kalorimetrie können verschiedene Methoden angewendet werden, wie zum Beispiel die Ganzkörperkalorimetrie. Hier wird in einem speziellen Raum der respiratorische Gasaustausch durch ständige Analyse der Luftzusammensetzung des Raumes gemessen.

Auf ähnliche Art und Weise funktionieren zwei andere, aber einfachere Messmethoden. Die erste bezeichnet man als „closed-circuit“-Methode, wobei hier der Proband mittels einer Gesichtsmaske oder Mundstück keine Außenluft einatmet, sondern ein exakt definiertes Gasgemisch aus O<sub>2</sub>. Die Versuchsperson atmet Gasgemisch aus O<sub>2</sub> ein und

CO<sub>2</sub> aus. Das sich ändernde O<sub>2</sub>-Volumen wird als Maß für den O<sub>2</sub>-Verbrauch zur Berechnung genommen. Diese Methode eignet sich hervorragend zur Messung der BMR oder des Ruheumsatzes (Resting metabolic rate, RMR), kann jedoch nicht den Energieverbrauch körperlicher Aktivität im Alltag messen.

Die „open-circuit“-Methode umfasst eine Nasenklammer und ein Mundstück oder Gesichtsmaske, die die Versuchsperson tragen muss. Der O<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft wird vor der Messung analysiert. Durch ein Ventil wird nun die eingeatmete und ausgeatmete Luft getrennt, wobei die ausgeatmete Luft in einem Plastikbehälter geleitet wird. Das Volumen der ausgeatmeten Luft und die Konzentration an O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> werden zur Ermittlung des Sauerstoffverbrauchs, CO<sub>2</sub> und folglich zur Berechnung des Energieumsatzes herangezogen. Ein tragbares System ermöglicht es, diese Messungen auch während physischer Aktivitäten durchzuführen, jedoch ist die Messung auf einen Zeitrahmen von 1 - 5 Stunden limitiert [MACFARLANE, 2001].

Indirekte Kalorimetrie ist für Messungen körperlicher Aktivität nur begrenzt einsetzbar und wegen der sehr hohen Kosten für große epidemiologische Studien kaum einsetzbar. Auch ergibt sich bei einigen dieser Methoden das Problem die alltäglichen Aktivitätsmuster der Probanden nicht dokumentieren zu können.

## **2.2.2 Tragbare „physical activity“ - Messgeräte**

### ***2.2.2.1 Herzfrequenzmessung***

Die Einschätzung der körperlichen Aktivität mittels der Herzfrequenz (heart-rate, HR) wird seit den neunziger Jahren genutzt, da sie eine gute Methode ist um den Energieverbrauch eines Menschen zu ermitteln [JANZ, 2002].

Die Herzfrequenz ist eine individuelle Antwort auf körperliche Aktivität und liefert gute Hinweise in Bezug auf den linearen Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und O<sub>2</sub>-Verbrauch während körperlicher Aktivität, wodurch auf den Energieverbrauch geschlossen werden kann [BASSETT, 2000].

HR-Messgeräte sind klein und leicht, relativ günstig, einfach zu handhaben und werden entweder um die Brust als Band getragen oder in Form einer Uhr am Handgelenk. Die Speicherkapazitäten reichen für Aufzeichnungen bis zu mehreren Tagen.

Die HR-VO<sub>2</sub> – Beziehung zieht sich linear über einen großen Bereich an Aktivitätsintensitäten, jedoch bei körperlich nicht anstrengenden Tätigkeiten oder im Ruhezustand kann keine Korrelation zwischen Herzfrequenz und Energieverbrauch hergestellt werden [FREEDSON und MILLER, 2000].

Der Grund dafür liegt in verschiedenen beeinflussenden Faktoren bei physischer Aktivität wie emotionaler Stress, hohe Umgebungstemperatur, hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Dehydration, Ermüdung, körperliche Fitness, Koffein, die Anzahl der Muskel, die Art der Muskelbewegung, die Körperhaltung und Krankheiten, welche die Herzfrequenz ändern können ohne den Sauerstoffverbrauch zu beeinflussen [MELANSON und FREEDSON, 1996].

Aus dieser Kritik, keine Korrelation der Herzfrequenz und dem Energieverbrauch über jenen Bereich herstellen zu können, schlägt man vor, eine gleichzeitige Messung der Herzfrequenz und VO<sub>2</sub> mittels indirekter Kalorimetrie individuell für verschiedenste körperliche Aktivitäten durchzuführen [AINSLIE et al., 2003].

Die Herzrate sollte jede einzelne Minute gemessen und eine individuelle Kalibrierung erstellt werden, um so für jede Person die Linearbeziehung zwischen Herzfrequenz und Energieverbrauch definieren zu können [LI et al., 1993].

Die optimale Methode in diesem Bereich um den Energieumsatz zu ermitteln, wurde mit der FLEX HR- Methode gefunden. Hier erfolgt die, wie schon oben erwähnte individuelle Kalibrierung sowie die Bestimmung des Ruheumsatzes. Mittels einem Flex-Punkt, welcher definiert ist als Mittelwert der höchsten Herzfrequenz im Ruhezustand und der Niedrigsten bei körperlicher Aktivität, bestimmt er als empirischer Wert jene Herzrate, unter der die Linearität zwischen Herzfrequenz und Energieverbrauch endet.

Mit dieser Methode können alltägliche Aktivitätsmuster gut ermittelt werden, wobei diese Messung wieder ihre Nachteile, nämlich in der Anwendung an einer größeren Populationsstudie, hat.

Kombinationen der Herzfrequenzmessung mit Akzelerometrie [CROUTER et al., 2008] und GPS – Monitoring [DUNCAN et al., 2008] zeigten verblüffend kleine Messfehler, wobei dies nur möglich ist, da die Fehler der beiden Systeme nicht miteinander korrelieren.

#### ***2.2.2.2 Bewegungssensoren (Akzelerometer, Pedometer)***

Die Theorie auf der Bewegungssensoren allgemein basieren, besteht darin, dass wenn sich eine Person bewegt, die aufgewendete Muskelkraft für die Körperbeschleunigung im Allgemeinen verantwortlich ist und diese andererseits in Relation mit den Energieverbrauch gesetzt werden kann.

Mittlerweile gibt es mehrere Arten von Bewegungssensoren. Angefangen von Pedometern, die einfache Schrittzähler sind, vertikale Bewegungen messen und um die Hüfte oder Knöchel getragen werden, wodurch sie jedoch in ihrer Aussagekraft sehr eingeschränkt sind, da sie nur Schritte aufzeichnen und andere physische Aktivitäten nicht registrieren. Jedoch konnte aufgezeigt werden, dass das Tragen eines Pedometers ein guter Weg ist, um die Bewusstheit und den Umfang der körperlichen Aktivität nachhaltig zu verbessern [ROONEY et al., 2003].

Weiters gibt es komplexere elektronische Bewegungssensoren, wie den uniaxialen und triaxialen Akzelerometern. Die Technik der Akzelerometer beruht auf Piezoelektrik („piezein“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet Drücken oder Pressen). Durch ein piezoelektrisches Element wird die körperliche Beschleunigung gemessen und mechanische Belastung ausgeübt. Diese wird in Elektrizität umgewandelt, worauf ein Keramikelement im Akzelerometer reagiert und elektrische Spannung wird induziert. Diese Spannung wird nun in Counts (Einheit der Akzelerometerdaten) umgewandelt

und aufgezeichnet. Je mehr Spannung erzeugt wird, desto mehr Counts zeichnet der Akzelerometer auf.

Der uniaxiale Akzelerometer misst vertikale Beschleunigung. Er ist sehr klein und kann um die Hüfte, Taille oder Fußknöchel, oder in Kombination aller drei Möglichkeiten, getragen werden [WELK, 2002].

Da er beim Tragen kaum auffällt und eine große Speicherkapazität besitzt, kann er über eine längere Zeitperiode von 1 bis zu 30 Tagen eingesetzt werden. Akzelerometer registrieren körperliche Aktivität in sehr kurzen Intervallen (60 Sekunden und weniger) und geben Aufschluss über die Intensität, Dauer und Häufigkeit der Bewegungen.

Die Beziehung zwischen Counts und Energieverbrauch hängt von der Art und der Intensität der durchgeführten Aktivitäten ab.

Eine Vielzahl an Studien hat die Gültigkeit der Ergebnisse mittels Akzelerometer mit anderen ermittelten Daten verschiedenster Methoden, wie DLW-Methode oder tragbaren Kalorimeter verglichen. Es stellte sich heraus, dass uniaxiale Akzelerometer dazu tendieren, den Energieverbrauch bei normalen täglichen Aktivitäten zu unterschätzen oder kaum aufzeichnen [WELK et al., 2000; HENDELMAN et al., 2000].

Die Erfassung des Energieverbrauchs wird bei der uniaxialen Akzelerometrie dadurch stark beeinträchtigt, da Bewegungen wie Stufensteigen, Gewichtheben, Radfahren oder Wasseraktivitäten nicht wahrgenommen werden, da er nur vertikale und keine horizontalen Bewegungen registriert [BOUTEN et al., 1996].

Triaxiale Akzelerometer messen die Beschleunigung des Körpers der vertikalen, horizontalen und seitlichen Bewegung. Dadurch können verschiedenste Formen von körperlichen Aktivitäten aufgezeichnet werden, die wiederum in Counts umgewandelt werden.

Akzelerometer werden gerne mit anderen Methoden kombiniert, wobei mittlerweile ein neues dreidimensionales Akzelerometersystem entwickelt wurde, mit dem der Energieumsatz bei routinemäßigen Alltagsaktivitäten mit einem minimalen Standardfehler von ca. 1 MJ pro Tag errechnet werden konnte [CARTER et al., 2008].

Da sie in der Anschaffung jedoch sehr teuer sind, werden sie in Studien mit großer Populationsgröße kaum verwendet.

### 2.2.3 Fragebogenmethoden

Eine Vielzahl verschiedenster Methoden zur Datenerhebung im Bereich körperlicher Aktivität steht mittlerweile zur Verfügung. Die Aufzeichnungen erfolgen entweder durch Beobachter oder durch die Probanden selbst. Dafür stehen Möglichkeiten wie persönliche oder telefonische Interviews, Fragebögen zum Selbst ausfüllen oder auch Umfragen per Post oder e-Mails zur Verfügung. Aktivitätsaufzeichnungen können sehr stark in ihrem Inhalt variieren, indem man entweder einen gewissen Zeitraum sämtlicher körperlicher Aktivitäten befragt, wie gestrigen Tag, vorige Woche, letztes Monat oder Jahr, oder auch nach Art, Intensität, Häufigkeit und Dauer der körperlichen Aktivität. Um übliche Aktivitätsmuster einschätzen und den Energieverbrauch der einzelnen Tätigkeiten ermitteln zu können, orientiert man sich meistens an Tabellenwerten der Literatur (METs), die zumeist auf Messungen mittels indirekter Kalorimetrie zurückzuführen sind. Eine ausführliche Zusammenfassung aller METs sind im *The Compendium of Physical Activities Tracking Guide* zu finden [AINSWORTH et al., 2000].

Dabei ist jedoch bei der Auswertung zu beachten, dass die Referenzpopulation der Literatur mit der zu untersuchenden Gruppe übereinstimmt, da sonst die Ergebnisse verzerrt werden könnten.

Als eine sehr kostengünstige Messmethode wird sie oft für Untersuchungen an großen Populationen eingesetzt, wobei zu berücksichtigen ist, dass eine hohe Kooperationsbereitschaft von Seiten der Probanden erforderlich ist, um genaue Daten zu ermitteln und es besteht die Gefahr, dass es bei länger andauernden Aktivitätsaufzeichnungen zu einer Veränderung bzw. Beeinflussung der Aktivitätsmuster der Probanden kommt. Ebenso treten häufig Probleme mit dem Verstehen der gestellten Fragen auf. Auch das Wiedergeben verschiedener Aktivitätszeitpunkte, Intensitäten oder Dauer der Bewegungen können Schwierigkeiten beim Beantworten auslösen [VALANOU et al., 2006].

In der direkten Validierung von Fragebögen gegen andere objektive Methoden, wie der DLW- Methode oder Akzelerometer - Aufzeichnungen zeigt sich eine sehr niedrige Korrelation ( $r = 0,14 - 0,36$ ) [SALLIS und SAELENS, 2000].

Weiters stellte sich heraus, dass sich die Validität signifikant verbesserte ( $P = 0,0035$ ), je kürzer der Befragungszeitraum wurde. Bei langen umfassenden Befragungsmethoden zeigte sich kaum eine Korrelation ( $Rho = 0,12$ ), wogegen bei einem Befragungszeitraum von einem Monat ( $Rho = 0,19$ ), für sieben Tage ( $Rho = 0,35$ ), für drei Tage ( $Rho = 0,46$ ) und für einen Tag ( $Rho = 0,50$ ) sich gute Ergebnisse einstellten. Ebenso zeigte sich, wenn gegen Herzfrequenzmessung, als objektiv gewählte Methode validiert wurde ( $Rho = 0,51$ ), bessere Ergebnisse erzielt werden, als wenn gegen Akzelerometer – Daten ( $Rho = 0,39$ ) validiert wurde [RIDLEY, 2005].

Da diese Studien mit Kindern durchgeführt wurden, zeigte sich sehr deutlich, dass je älter die Kinder waren und je kürzer der Befragungszeitraum war, umso besser die Ergebnisse gewesen sind.

In einer großen Zusammenfassung wurden 20 Publikationen veröffentlicht, die einen Vergleich zwischen Fragebogen und DLW – Methode zur Ermittlung des Aktivitätsumsatzes anstellten, wobei auffällig war, dass weder ein Over – noch Underreporting auf Gruppenebene überwog [NEILSON et al., 2008].

Jedoch ist es allgemein wichtig, eine Standardisierung der Fragebogenmethoden in der Planung, Durchführung und Auswertung voranzutreiben, um Ergebnisse untereinander vergleichbar zu machen. Zu diesem Zweck wurden der IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) (siehe Kap. 2.4.2) und der GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire) entwickelt, um länderübergreifend die Prävalenz körperlicher Aktivität zu erfassen [ABU-OMAR und RÜTTEN, 2008].

Der IPAQ wurde mittlerweile in zahlreichen Studien verwendet, wobei einige Studienleiter das Instrument an soziokulturelle Voraussetzungen, für eine landesspezifische Validierung [BOON et al., 2008] oder den IPAQ an spezielle Altersgruppen anpassten [ARVIDSON et al., 2005; RANGUL et al.; 2008].

Basierend auf den oben genannten Punkten, teilt man Aktivitätsaufzeichnungen in 4 große Gruppen ein:

1. Aufzeichnungen in Form eines Tagebuches (PA records and logs)
2. Kurze Fragebögen mit 5 - 15 Fragen (Recall questionnaires)
3. Lange Fragebögen mit 15 - 60 Fragen (Quantitative history questionnaires)
4. Fragebögen, die mit 1 - 4 Fragen nur bestimmte Aktivitäten, wie Freizeit oder Haushalt und hierfür einen gewissen Zeitpunkt abfragen ( Global self-report questionnaires) [LaPORTE et al.,1985; KEIM et al., 2004]

### ***2.2.3.1 PA-Tagebuchaufzeichnungen (PA records and logs)***

Diese Methode der Aktivitätsaufzeichnung beruht darauf, alle Aktivitäten über einen festgelegten Zeitraum mit zu protokollieren [HASKELL und KIERNAN, 2000].

Eine andere Möglichkeit, die sich „logs“ nennt, weicht insofern von der Tagebuch-Methode ab, indem hier Aktivitäten wie Sitzen, Stehen oder Gehen vorgegeben sind und nur noch die Dauer der jeweiligen Tätigkeiten eingetragen werden müssen [HASKELL und KIERNAN, 2000].

Die Zeitspanne der beiden Möglichkeiten von Aufzeichnungen erfolgt normalerweise zwischen 1 und 7 Tagen, kann jedoch auch bis zu einem Jahr dauern. Die Intervalle die mitgeschrieben werden, können jede Minute oder auch nur alle 4 Stunden sein. Die gesammelten Daten werden nun entweder minutenweise verschiedenen Kategorien der körperlichen Aktivität zugeteilt, wie zum Beispiel leichter, moderater oder schwerer körperlicher Tätigkeit, oder als Energieumsatz in kcal oder MET - Hours, wobei hier der Energieverbrauch mit der Zeit, welcher für eine bestimmte physische Aktivität aufgebracht wurde, multipliziert wird. Zusammenfassend können alle Aktivitäten eines Tages quantifiziert werden und das Problem, vergangene Aktivitäten wiederzugeben stellt sich den Probanden nicht, da die körperlichen Aktivitäten gleich mit protokolliert werden [MATTHEWS, 2002].

Nachteile dieser Methode sind die hohe Anforderung, Kooperation und Motivation an die Probanden. Ebenso der äußerst kurze Zeitrahmen der Aufzeichnungen körperlicher Aktivität, wenn nur 1 bis 7 Tage protokolliert wird und die Möglichkeit, dass die Teilnehmer während dieser Zeit ihr normales Aktivitätsverhalten ändern, stellt die Gültigkeit und Genauigkeit der Studienmethode in Frage [MATTHEWS, 2002].

Tagebuchaufzeichnungen erfordern auch mehr Anstrengung als „logs“ von den Probanden und es wird oft Hilfestellung vom Leitungsteam der Studie benötigt, um die jeweiligen Aufzeichnungen in die richtige Form zu bringen und dementsprechend zu reduzieren, um die Daten anschließend auswerten zu können. Ein weiterer Problempunkt zeigt sich bei der Anwendung an älteren Personen und Kindern, da hier oft die kognitiven Fähigkeiten eine detaillierte Aufzeichnung nicht zulassen [PATE, 1993].

Zusammenfassend kann man sagen, dass diese zwei Methoden der Aktivitätsaufzeichnungen zum Großteil keine genauen Messungen zum Energieverbrauch liefern, jedoch können Individuen gesamt in verschiedene PALs zugeteilt werden [LaPORTE et al., 1985].

### **2.2.3.2 Kurze Fragebögen (Recall questionnaires)**

Diese Form der Fragebögen sind kurz und einfach gehalten und beinhalten etwa 5 – 15 zu beantwortende Punkte, für die der Teilnehmer im Normalfall nur maximal 15 Minuten benötigt. Die retrospektive Methode zur Erhebung körperlicher Aktivität erlaubt die Quantifizierung von körperlicher Aktivität in bestimmten Zeiträumen, wie zum Beispiel vergangene Woche oder Monat. Die Fragebögen werden entweder durch telefonische Interviews, per e-Mails oder durch den Studienteilnehmer selbst ausgefüllt.

Abhängig von der Studienzielsetzung wird nach bestimmten Tätigkeiten, ihrer Dauer, Häufigkeit und Intensität gefragt, wobei man Ergebnisse erhält, die spezifische Details des PAL der Teilnehmer aufzeigt oder eine generelle Quantifizierung ihrer üblichen körperlichen Aktivitäten liefert.

Die Bewertungssysteme, welche für das Berechnen der körperlichen Aktivität herangezogen werden, können sehr verschieden sein, wie von normaler Punktevergabe (1 – 5, niedriger bis schwerer körperlicher Aktivität), oder physische Aktivität wird in verschiedene Übungseinheiten eingeteilt, aber auch eine Summierung aller Daten eines Tages (in MET – Mins pro Tag) sind möglich [LAMONTE und AINSWORTH, 2001].

Im Großen und Ganzen entsprechen die Vor- und Nachteile denen der Tagebuchaufzeichnungen und „logs“, wobei hier noch eine weitere Einschränkung in der Erfassung der saisonalen körperlichen Aktivität besteht, da nur ein sehr kurzer aktueller Zeitraum abgefragt wird. Weiters können die Befragten oft keine genauen Angaben über die Dauer, Häufigkeit und Intensität von Aktivitäten machen, da sie diese unter- oder überschätzen. Außerdem muss bei der Erstellung der Fragen genau auf das Alter und auch das Bildungsniveau der Zielgruppe geachtet werden, um Missverständnisse oder Probleme beim Ausfüllen zu vermeiden. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass sich solche Fragebögen oft nur auf einen Aspekt der körperlichen Aktivität beschränken, wie zum Beispiel Arbeit, Sport oder Freizeit und andere alltägliche Aktivitäten außer Acht lassen. Dadurch wird durch gezielte Fragenstellung häufig ein bestimmter Bereich der körperlichen Aktivität, wie leichte oder moderate Aktivität vernachlässigt [JACOBS et al., 1993].

Da jedoch der Großteil des Aktivitätsspektrums aus diesen Tätigkeiten gebildet wird, ist die Aussagekraft, bezüglich des TEE bzw. der Gesamtaktivität, in diesen Fällen sehr gering [RENNIE und WAREHAM, 1998].

Vorteile der retrospektiven Methode bestehen darin, dass die Fragebögen an großen Populationsgruppen gut anwendbar sind, dass eine sehr gute Beschreibung von Aktivitätsmuster der Teilnehmer geliefert werden kann und dass die alltäglichen Tätigkeiten der Probanden nicht beeinflusst werden und dadurch Verzerrungen der Ergebnisse weitgehend vermieden werden können.

In großen epidemiologischen Studien hat sich die Methode insgesamt, als ein nützliches Werkzeug zur Erfassung der offensichtlich häufigsten Bewegungsmustern in verschiedenen Populationen herausgestellt [MACERA et al., 2000].

### **2.2.3.3 Lange Fragebögen (*Quantitative history questionnaires*)**

Diese Form der retrospektiven Fragebogenmethode ist wohl die umfassendste Form mit 15 – 60 Fragen, welche die physische Aktivität eines Teilnehmers erfassen soll. Zur Beantwortung wird ungefähr ein Zeitrahmen von 15 – 60 Minuten benötigt. Durch eine sehr detaillierte Fragestellung in Bezug auf Häufigkeit, Intensität und Dauer der ausgeführten körperlichen Aktivitäten, wobei auch die unterschiedlichen Umgebungsbedingungen abgefragt werden und ebenso Beruf, Haushaltstätigkeiten, Freizeitaktivitäten usw., ist es sinnvoll, den Fragebogen in Form eines Interviews auszufüllen. Auf diesem Weg können sehr genaue Informationen über den Energieverbrauch durch körperliche Aktivität und Aktivitätsmuster der Teilnehmer erlangt werden [LaPORTE et al., 1985].

Die Auswertungsergebnisse werden üblicherweise in einer kontinuierlichen Variablen (zum Beispiel  $\text{kcal kg}^{-1} \text{Woche}^{-1}$ ) dargestellt, welche eine kategorische Beurteilung der Dosis – Wirkung – Beziehung auf Gesundheitsparameter erlaubt, die auf empfohlenen Energieumsatz – Werten basiert [VALANOU et al., 2006].

Große Nachteile dieser Methode sind der Kostenaufwand bei der Durchführung, die Bearbeitung und die qualitative Sicherheit der gesammelten Daten. Ein weiteres großes Problem stellt die enorme Belastung an die Probanden dar, die sich sehr detailliert an sämtliche Aktivitäten der Vergangenheit erinnern müssen [SHEPARD, 2003].

Trotz dieser Einschränkungen ist die Methode der langen Fragebögen ein angemessenes Instrument zur Ermittlung der Dosis – Wirkung – Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und Gesundheit und ebenso zur Überprüfung von PALs von Bevölkerungsgruppen.

### **2.2.3.4 Global self – report questionnaires**

Alte Formen solcher Fragebögen befragen den Teilnehmer über ein spezielles Aktivitätsverhalten (zum Beispiel im Beruf oder in der Freizeit) über einen festgelegten Zeitrahmen, wie ein Jahr. Sie umfassen nur 1 – 4 Fragepunkte und liefern deshalb nur sehr wenige Details über körperliches Aktivitätsverhalten, als andere Aktivitätsaufzeichnungen. Auf Grund ihres geringen Umfangs können sie nur

allgemeine Aktivitätsmuster, wie aktiv – nicht aktiv oder niedrige, moderate oder schwere körperliche Aktivität erfassen und beschreiben [LAMONTE und AINSWORTH, 2001].

Mittlerweile gibt es durch den IPAQ – Long und GPAQ neue Methoden zur Erfassung der Prävalenz von körperlicher Aktivität, die Art, Muster und Intensität der körperlichen Aktivität erfassen [ABU – OMAR und RÜTTEN, 2008].

Hier wird über sieben Tage retrospektiv befragt und das Instrument kann an spezielle Gegebenheiten, wie soziokulturelle Voraussetzungen, spezielle Altersgruppen oder spezielle Personengruppen, wie Schwangere angepasst werden.

In einer in Neuseeland durchgeführten Studie zeigte sich bei einer Validierung des langen IPAQ und des für Neuseeland angepassten IPAQ (NZPAQ) gegen Akzelerometer – Aufzeichnungen, als objektive Messmethode in Summe eine mittlere Korrelation ( $Rho = 0,30 - 0,32$ ) [BOON et al., 2008].

## 2.2.4 Direkte Beobachtung

Die Methode der direkten Beobachtung erfolgt während einer Studie an einer bestimmten Populationsgruppe, wobei die Probanden z.B. Arbeiter oder auch Schulkinder sein können. Diese Methode wird gerne angewandt um die Leistungsfähigkeit und Schnelligkeit der Ermüdung zu erfassen und ebenso zur Erstellung anderer Techniken zur Ermittlung der körperlichen Aktivität oder des Energieumsatzes [MONTROYE et al., 1996].

Da sich die Methode sehr gut mit anderen Techniken zur Ermittlung der körperlichen Aktivität verbinden lässt, können spezielle Aktivitätsmuster besser kategorisiert und detaillierter analysiert werden. Geschulte Beobachter protokollieren die Tätigkeiten der Teilnehmer in gewissen Zeitintervallen mit und tragbare Computer erlauben eine sofortige Eingabe, Speicherung und Analysierung der Aktivitäten. Ein weiterer großer Vorteil ist, dass die physische Tätigkeit sofort in ihrer Art, Häufigkeit, Dauer und Intensität festgestellt werden kann und zusätzlich erhält man Informationen darüber wann, wo und in welchem Umfeld körperliche Aktivität durchgeführt wird.

Nachteile der direkten Beobachtung stellen die Dauer und auch die Beeinflussung der Probanden durch einen Beobachter dar, der zu einer Änderung der üblichen Aktivitätsmuster führen kann. Ebenso sind die Kosten einer solchen Studie enorm hoch, da für jeden Teilnehmer ein Beobachter zur Verfügung gestellt werden muss und es führt oft zu Verzerrungen und Fehlern bei der Auswertung, wenn Literaturwerte zur Einschätzung des Energieverbrauchs herangezogen werden [McKENZIE, 2002].

Direkte Beobachtung lässt gute Rückschlüsse und Interpretationen auf Aktivitätsmuster zu. Dadurch ergibt sich eine hohe Gültigkeit und Zuverlässigkeit der Methode. Aber auch Antworten über den Zusammenhang körperlicher und sozialer Umgebung in Bezug auf körperliche Aktivität konnten durch diese Methode gewonnen werden [LaPORTE et al., 1985].

Die *Block Walk Method* (BWM) ist eine neue Beobachtungsmethode und kam 2008 erstmals zum Einsatz. Ausgebildete Beobachter legten hier eine standardisierte Wegstrecke hinsichtlich ihrer Distanz und Geschwindigkeit in einem festgesetzten suburbanen Raum zurück. Dabei notierten sie die Anzahl an Personen, die sie beim Gehen, Radfahren oder Joggen beobachteten, sowie die dazugehörigen Adressen. Die Autoren, welche die Beobachtungsmethode publizierten, bezeichneten die BWM als zuverlässig für die Einschätzung der körperlichen Aktivität in suburbanen Wohngebieten [SUMINSKI et al., 2008].

Der Fehler von Befragungsinstrumenten, die zumeist nicht auf das geografische Umfeld achten und validiert sind, fällt hier weg.

## **2.3 Total Energy Expenditure und Physical Activity Level**

### **2.3.1 Total Energy Expenditure (TEE)**

Unterschiede in Körpergewicht, Körperzusammensetzung und alltäglicher körperlicher Aktivität, mit verschiedenen geografischen, kulturellen und sozialen Einflüssen, speziell bei Erwachsenen, erlauben keine einheitliche Anwendung bei Berechnungen des gesamten Energieverbrauchs. Um nun diese verschiedenen Einflüsse zu beachten und in die Erfassungen mit einzubeziehen, wurde aus einer Kombination von Zeitspannen (zum Beispiel Stunden oder Minuten) für gewisse Tätigkeiten der Energieverbrauch dieser Aktivitäten ermittelt (vgl. Tabelle 1). Die Unterschiede in Körpergewicht und – Zusammensetzung wurden in der Erfassung des Energieverbrauchs dadurch ausgedrückt, indem man das Mehrfache der BMR pro Minute, wobei auch im Zusammenhang das PAR gesehen werden muss und den 24 – Stunden – Energiebedarf als ein Vielfaches der BMR pro 24 Stunden mit Hilfe von PAL – Werten berechnete [JAMES und SCHOFIELD, 1990].

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht, wie sich bei unterschiedlichen Lebensstilen der Energieumsatz zusammensetzt und errechnet werden kann. Ebenso ist die Berechnung der dazugehörigen PALs dokumentiert.

Der Energiebedarf für Aktivitäten, als Vielfaches des BMR oder PAR, wird für Frauen und Männer einheitlich zur Berechnung genommen. Unterschiede bei den Geschlechtern wird in den Ermittlungen erst bemerkbar, wenn PAR – Werte in Energieeinheiten umgewandelt werden, da Männer ein höheres Körpergewicht haben, als Frauen. Der aufgelistete Energieverbrauch in Tabelle 1 kann jedoch für beide Geschlechter zur Berechnung angewendet werden.

**TAB. 1:** Berechnungen des PAL bei unterschiedlichen Lebensstilen

<b>Tägliche Aktivitäten</b>	<b>Zeit – Zuteilung</b> Stunden	<b>Energie – Einheit<sup>1</sup></b> PAR	<b>Zeit x Energie – Einheit</b>	<b>Durchschnitts PAL<sup>2</sup></b> Vielfaches des 24 – Stunden BMR
<b>Sitzender oder leicht aktiver Lebensstil</b>				
Schlafen	8	1	8.0	
Körperpflege (Anziehen, Duschen)	1	2.3	2.3	
Essen	1	1.5	1.5	
Kochen	1	2.1	2.1	
Sitzen (in der Arbeit, z.B. Büroarbeiten)	8	1.5	12.0	
Generelle Haushaltstätigkeiten	1	2.8	2.8	
Autofahren zu/ von der Arbeit	1	2.0	2.0	
Gehen, ohne eine Last zu Tragen	1	3.2	3.2	
Leicht liegende Aktivitäten (Fernsehen, Chatten)	2	1.4	2.8	
<b>Total</b>	<b>24</b>		<b>36.7</b>	<b>36.7/24 = 1.53</b>

<sup>1</sup> Energieverbrauch der Aktivitäten, als ein Vielfaches der BMR oder PAR

<sup>2</sup> PAL = Physical Activity Level oder auch Energiebedarf, als ein Vielfaches der 24 – Stunden – BMR oder PAL = TEE/BMR

**TAB. 1:** Berechnungen des PAL bei unterschiedlichen Lebensstilen (Fortsetzung)

<b>Aktiver oder moderater Lebensstil</b>				
Schlafen	8	1	8.0	
Körperpflege (Anziehen, Duschen)	1	2.3	2.3	
Essen	1	1.5	1.5	
Stehen, Tragen leichter Lasten <sup>1</sup>	8	2.2	17.6	
Benutzen öffentlicher Verkehrsmittel zu/ von der Arbeit	1	1.2	1.2	
Gehen, ohne eine Last zu tragen	1	3.2	3.2	
Aerobic – Übungen mit niedriger Intensität	1	4.2	4.2	
Leicht liegende Aktivitäten (Fernsehen, Chatten)	3	1.4	1.4	
<b>Total</b>	<b>24</b>		<b>42.2</b>	<b>42.2/24 = 1.76</b>

<sup>1</sup> Energiebedarf aus Stehen, langsam Gehen und Tragen einer leichten Last zusammengesetzt

**TAB. 1:** Berechnungen des PAL bei unterschiedlichen Lebensstilen (Fortsetzung)

<b>Kraftvoller oder anstrengender Lebensstil</b>				
Schlafen	8	1	8.0	
Körperpflege (Anziehen, Duschen)	1	2.3	2.3	
Essen	1	1.5	1.5	
Kochen	1	2.1	2.1	
Gartenarbeit (Pflanzen einsetzen, Unkraut jäten)	6	4.1	24.6	
Wasser oder Holz holen	1	4.4	4.4	
Haushaltstätigkeiten (wie Abwaschen des Geschirrs, Wäsche waschen)	1	2.3	2.3	
Gehen, ohne eine Last zu tragen	1	3.2	3.2	
Verschiedene leichte Aktivitäten	4	1.4	5.6	
<b>Total</b>	<b>24</b>		<b>53.9</b>	<b>53.9/24 = 2.25</b>

(mod. nach [FAO, 2003])

## 2.3.2 Physical Activity Level (PAL)

PAL wurde anhand vieler Studien aus den Messungen des Gesamtenergieumsatzes und BMR ermittelt, wobei die meisten existierenden Daten des Gesamtenergieverbrauchs von Erwachsenen aus Studien von Industrieländer stammen. Studien zum PAL in Entwicklungsländern, wiesen immer wieder starke methodische Schwächen auf und hatten somit eine limitierte Aussagekraft [COWARD, 1998].

### 2.3.2.1 Einteilung des PALs

Energiebedarf im Allgemeinen hängt, wie schon erwähnt, sehr stark von alltäglichen physischen Aktivitäten ab und dadurch veranlasste ein Expertenkomitee der FAO/WHO/UNU 1981, den PAL in 3 Kategorien einzuteilen (vgl. Tabelle 2).

Aus simplen Berechnungen wird der PAL von Erwachsenen nun in drei PAL-Gruppen, abhängig von ihrer Arbeit oder anderen Tätigkeiten eingeteilt und mit dem korrespondierenden BMR multipliziert um den entsprechenden Energiebedarf abschätzen zu können [WHO, 1985].

**TAB. 2:** *Klassifizierung des Lebensstils in Beziehung zur Intensität der alltäglichen körperlichen Aktivität oder PAL*

Kategorien	PAL Faktor
Sitzender oder leicht aktiver Lebensstil	1,40-1,69
Aktiver oder moderater Lebensstil	1,70-1,99
Kraftvoller oder anstrengender Lebensstil	2,00-2,40 <sup>1</sup>

(mod. nach [FAO, 2003])

<sup>1</sup> PAL-Werte > 2.40 sind über längere Zeit kaum durchführbar

Die Bezeichnung Lebensstil ersetzt in den letzten Jahren die Bezeichnung berufliche Tätigkeit/Arbeit, da Populationsgruppen mit sitzender beruflicher Tätigkeit ebenso moderate oder schwere Aktivitäten zum Beispiel in ihrer Freizeit durchführen können und ganze Populationsgruppen können starke periodische Lebensstiländerungen erfahren, durch wirtschaftliche oder auch saisonale Bedingungen (wie sehr heiße Sommer und kalte Winter). Dadurch ändern sich natürlich körperliche Aktivitäten dieser Populationsgruppen und somit der Energieverbrauch.

- **Sitzende oder leichte Aktivität:**

In dieser Gruppe betreiben die Menschen Arbeiten, in denen es kaum nach physischer Anstrengung verlangt. Es müssen keine langen Strecken zu Fuß gegangen werden oder es werden Transportmittel zur Fortbewegung benutzt. Ebenso werden kaum bis keine sportlichen Aktivitäten ausgeführt und die Freizeit sitzend oder stehend verbracht mit passiven Tätigkeiten zusätzlich wie Lesen, Fernsehen oder Radiohören.

Durchschnittliche PAL–Werte für sitzende oder leichte Aktivität ergeben in einer weiblichen Population, zwischen 30 und 50 Jahren, mit einem Durchschnittsgewicht von 55 kg und durchschnittlichen BMR von 5.40 MJ/Tag (1 290 kcal/Tag) einen Gesamtenergieverbrauch von  $(1.53 \times 5.40)$  8.26 MJ (1 975 kcal) oder 150 kJ (36 kcal)/kg/Tag [FAO, 2003]

- **Moderate Aktivität:**

In diese Gruppe werden Menschen mit leichter bis mittlerer körperlicher Aktivität in Beruf und Freizeit eingeteilt. Zum Beispiel betrifft es jene, die eine sitzende Arbeit ausführen, jedoch regelmäßig moderate bis mittlere anstrengende körperliche Aktivität in ihrer Freizeit durch Sport ausführen.

Schon durch ein tägliches 30 minütiges Betreiben von Laufen, Radfahren, Aerobic oder anderen Sportaktivitäten, kann der durchschnittliche PAL von 1.55 auf 1.75 angehoben werden.

Durchschnittliche PAL–Werte für moderate Aktivität ergeben in einer weiblichen Population, zwischen 20 und 25 Jahren, mit einem Durchschnittsgewicht von 57 kg und durchschnittlichen BMR von 5.60 MJ/Tag (1 338 kcal/Tag) einen Gesamtenergieverbrauch von  $(1.76 \times 5.60)$  9.86 MJ (2 355kcal) oder 173 kJ (41 kcal)/kg/Tag [FAO, 2003]

- **Anstrengende, schwere Aktivität:**

Diese Gruppe betreibt regelmäßig schwere, anstrengende Arbeit oder übt in der Freizeit körperlich anstrengenden Sport für mehrere Stunden aus. Einige Beispiele sind Bauarbeiter oder Profisportler wie Schwimmer oder Tänzer, die jeden Tag im Durchschnitt zwei Stunden trainieren.

Durchschnittliche PAL–Werte für anstrengende schwere Aktivität ergeben in einer männlichen Population, zwischen 20 und 25 Jahren, mit einem Durchschnittsgewicht von 70 kg und durchschnittlichen BMR von 7.30 MJ/Tag (1 745 kcal/Tag) einen Gesamtenergieverbrauch von  $(2.25 \times 7.30)$  16.42 MJ (3 925 kcal) oder 235 kJ (56 kcal)/kg/Tag [FAO, 2003]

### **2.3.2.2 Empfehlungen für regelmäßige körperliche Aktivität (PA)**

Das Praktizieren regelmäßiger körperlicher Aktivität in Verbindung mit Ernährung und generellen Lebensstil geht einher mit der Beibehaltung eines adäquaten Körpergewichts, kardiovaskulärer und respiratorischer Gesundheit, Fitness und einem niedrigeren Risiko chronisch nicht übertragbare Krankheiten zu entwickeln [ERLICHMAN, KERBEY und JAMES, 2001].

Dadurch ist es wichtig geworden den Bedarf an regelmäßiger physischer Aktivität bei Bevölkerungsgruppen mit einem hauptsächlich sitzenden und leicht körperlich aktiven Lebensstil, näherzubringen (vgl. Tabelle 3), wobei die generelle Empfehlung des PAL – Faktors bei  $> 1.70$  liegt [FAO/WHO/UNU, 2001].

**TAB. 3:** Empfehlungen ausgewählter Organisationen für Häufigkeit, Dauer und Intensität an körperlicher Aktivität, die mindestens durchgeführt werden sollen

Organisation	Empfehlungen
<b>World Health Organization (WHO, 2002)</b>	30 Minuten moderate Aktivität jeden Tag
<b>World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research (1997)</b>	30 Minuten anstrengende oder 60 Minuten moderate Aktivität täglich, plus 30 bis 60 Minuten anstrengende Aktivität pro Woche zusätzlich.
<b>United States Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 1996)</b>	30 Minuten moderate Aktivität an allen oder den meisten Tagen der Woche
<b>American Heart Association (2007)</b>	Mindestens 30 Minuten moderate Aktivität an zumindest 5 Tagen der Woche, oder mindestens 20 Minuten anstrengende Aktivität an zumindest 3 Tagen der Woche. Zusätzliches Krafttraining an zumindest 2 Tagen der Woche [HASKELL et al. 2007]
<b>American College of Sports Medicine (Pollock et al., 1998)</b>	Für <i>kardio-respiratorische Fitness und Körperzusammensetzung</i> : 20 bis 60 Minuten von anhaltenden, nicht unterbrochenen Aerobicübungen auf 55 bis 90% der maximalen Herzrate, oder zu 40 bis 85% der maximalen Sauerstoffaufnahme, 3 bis 5 mal pro Woche
	<i>Für Muskeltraining und Ausdauer, Körperzusammensetzung und Beweglichkeit</i> : Eine Einheit von 8 bis 10 Übungen, mit 8 bis 12 Wiederholungen jeder Übung, 2 bis 3 Mal pro Woche.

**TAB. 3:** Empfehlungen ausgewählter Organisationen für Häufigkeit, Dauer und Intensität an körperlicher Aktivität, die mindestens durchgeführt werden sollen (Fortsetzung)

<b>International Agency for Research on Cancer (IARC, 2002)</b>	<i>Zur Aufrechterhaltung des gesunden Körpergewichtes:</i> 60 Minuten moderate Aktivität an allen oder den meisten Tagen der Woche <sup>1</sup>
	<i>Zur Krebsprävention:</i> moderate bis anstrengende Aktivität einige Male in der Woche.
<b>International Association for the Study of Obesity (Saris et al., 2002)</b>	<i>Zur Prävention erneuter Gewichtszunahme bei früher Übergewichtigen:</i> 60 bis 90 Minuten moderate Aktivität täglich, oder kürzere Perioden an anstrengender Aktivität.
	<i>Zur Prävention Gefährdeter Übergewicht zu bekommen:</i> 45 bis 60 Minuten moderate Aktivität täglich, oder 1.7 PAL. Für Kinder ist noch mehr Zeit an moderater Aktivität empfohlen.

(mod. nach [FAO, 2003])

<sup>1</sup> unterstützt durch die Expertenkommission der WHO/FAO für Ernährung und Prävention chronischer Erkrankungen [FAO/WHO, 2002]

## **2.4 The European Physical Activity Surveillance System (EUPASS)**

European Physical Activity Surveillance System (EUPASS) ist ein europaweites Projekt, welches versucht, verschiedene Möglichkeiten zur Messung körperlicher Aktivität (mit Hilfe des International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)), in regelmäßigen Zeitabständen zu untersuchen und zu vergleichen [RÜTTEN et al., 2003].

Daran beteiligt sind 8 europäische Länder: Belgien, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, die Niederlande, Spanien und Großbritannien.

### **2.4.1 Hintergrund**

In den letzten zwei Jahrzehnten hat eine Vielzahl an Studien den Zusammenhang zwischen physischer Aktivität und Gesundheit bewiesen [BLAIR et al., 1996].

Deshalb wurde die Wichtigkeit und der dringende Bedarf klar, körperliche Aktivität der Population näherbringen zu müssen und ein spezielles Projekt zur Erhöhung der körperlichen Aktivität in Bevölkerungsgruppen wurde gestartet [VUORI, OJA und STAHL, 1996].

Dennoch ergab sich das Problem, dass keine einheitlichen Konzepte und Messungen in allen Ländern durchgeführt werden konnten und dadurch wurde der verwendete IPAQ in den acht europäischen Ländern für jeden Staat modifiziert und auf soziale und umweltbedingte Einflüsse der verschiedenen Bevölkerungsgruppen zugeschnitten. Zum Beispiel wurde mehr nach sportlichen Aktivitäten, Treppensteigen oder Haushaltsaktivitäten gefragt. Ebenso wurde der befragte Zeitraum in den teilnehmenden Ländern verändert, wobei es die letzte Woche, die letzten 12 Monate oder die Angabe einer üblichen Woche sein konnte.

## 2.4.2 International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)

In Genf im Jahr 1988 begann die Entwicklung eines internationalen Messinstruments zur Erhebung der physischen Aktivität in Bevölkerungsgruppen und wurde durch extensive Reliabilitäts- und Validitätstests im Jahr 2000 in 12 unterschiedlichen Ländern fortgesetzt. Die bisher erzielten Ergebnisse weisen darauf hin, dass es für landesweite bevölkerungsbezogene Untersuchungen für die Prävalenz der Partizipation in physischer Aktivität geeignet ist und es annehmbare Messeigenschaften für den Einsatz an vielen Orten und in unterschiedlichen Sprachen besitzt [CRAIG et al., 2003].

Der IPAQ umfasst 4 verschiedene Fragebögen. Lange, in denen 4 Aktivitätsbereiche unabhängig voneinander befragt werden und kurze Versionen, mit 4 allgemeinen Fragepunkten, stehen zur Durchführung von Telefoninterviews als auch für die selbst zu verwaltende Methode zur Verfügung. Da es die Absicht dieses Questionnaires ist, einfache Instrumente zur Verfügung zu stellen, um internationale vergleichbare Daten für die gesundheitsfördernde physische Aktivität zu erhalten, sollten die Anordnung der Fragen und Satzstellungen möglichst unverändert bleiben. Somit wird die psychometrische Eigenschaft des Instruments nicht beeinflusst.

Der IPAQ wurde primär für die Befragung Erwachsener, von 15 – 69 Jahren entwickelt. Zusammenfassend werden in der langen Version folgende Bereiche als charakteristische Hauptgruppen der körperlichen Aktivität befragt:

1. Körperliche Aktivität in der Freizeit
2. Haushalts- und Gartenarbeiten
3. Körperliche Aktivität in der Arbeitszeit
4. körperliche Aktivität in Bezug auf die Benützung von Transportmittel

Die kurze Form des IPAQ hinterfragt die 4 Hauptgruppen, indem 3 Arten der Aktivität anzugeben sind, mit denen sie ausgeführt werden, welche Gehen, moderate oder anstrengende Aktivität sind. Zur Auswertung wird die Dauer (in Minuten) des Gehens, der moderaten oder anstrengenden Aktivität und die Häufigkeit (in Tage) summiert und

analysiert. Genauere Angaben in Hinsicht auf ihre Intensität, z.B. der einzelnen sportlichen Aktivitäten oder Haushaltsaktivitäten sind im kurzen IPAQ nicht vorgesehen.

Die lange Form des IPAQ ist ähnlich aufgebaut, nur wird bei dieser Version genauer nach den vier oben genannten Kategorien gefragt. Die Auswertung erfolgt gleich, wie bei der kurzen Form, wobei die Hauptgruppen oder die spezifischen Aktivitätsuntergruppen eigens ausgewertet werden können.

#### ***2.4.2.1 Auswertung des IPAQ***

Die ausgewählten MET – Werte sind auf die Arbeiten während der IPAQ – Reliabilitäts- und Validitätsstudien in den Jahren 2000 – 20001 zurückzuführen [CRAIG et al., 2003].

Unter der Verwendung der Literatur von Ainsworth et al. (2000), wurde für jede körperliche Aktivität ein durchschnittlicher MET – Wert zu Berechnung herangezogen. Zum Beispiel: Alle Arten des Gehens wurden in ihren MET – Werten zusammengefasst und ein Durchschnittswert für Gehen wurde errechnet, ebenso wurde dies für alle anderen Aktivitäten durchgeführt, woraus sich folgende MET – Werte zur Analysierung des IPAQ ergaben:

- Gehen = 3.3 METs
- Moderate Aktivität = 4.0 METs
- Anstrengende Aktivität = 8.0 METs

Unter Verwendung dieser MET – Werte, wurden nun folgende Formeln zur Berechnung aufgestellt:

- MET-Mins/Woche gehend =  $3.3 * \text{Minuten gehend} * \text{Tage gehend}$
- MET-Mins/Woche moderater Aktivität =  $4.0 * \text{moderate Aktivitätsminuten} * \text{moderate Aktivitätstage}$
- MET-Mins/Woche anstrengender Aktivität =  $8.0 * \text{anstrengende Aktivitätsminuten} * \text{anstrengende Aktivitätstage}$

- MET-Mins/Woche der gesamten körperlichen Aktivität = Summe der MET-Mins/Woche (– Werte von Gehen, moderater und anstrengender Aktivität)

Diese vereinfachte Berechnungsformel wird für die kurze Version des IPAQ angewandt. Die lange Form des IPAQ unterscheidet sich, wie schon erwähnt, spezifischer in den 4 Hauptgruppen, wie zum Beispiel bei der Auswertung der Fragen bezüglich der Arbeit zu sehen ist:

- MET-Mins/Woche gehend in der Arbeit =  $3.3 * \text{Minuten gehend} * \text{Tage gehend in der Arbeit}$
- MET-Mins/Woche moderater Aktivität in der Arbeit =  $4.0 * \text{moderate Aktivitätsminuten} * \text{moderate Aktivitätstage in der Arbeit}$
- MET-Mins/Woche anstrengender Aktivität =  $8.0 * \text{anstrengende Aktivitätsminuten} * \text{anstrengende Aktivitätstage in der Arbeit}$
- MET-Mins/Woche der gesamten Arbeitszeit = Summe der MET-Mins/Woche (– Werten von Gehen, moderater und anstrengender Aktivität in der Arbeit)  
[www.ipaq.ki.se, 2005]

### **2.4.3 Durchführung des EUPASS**

Durch computerunterstützte Telefoninterviews (computer-aided telephone interviewing, CATI), wurde in 8 europäischen Ländern über einen Zeitrahmen von sechs Monaten, Befragungen der körperlichen Aktivität durchgeführt. Die Studie umfasste 100 Interviews pro Monat und pro Land, wodurch insgesamt eine Summe von 600 Interviews pro Staat entstand. Der EUPASS – Fragebogen enthielt Indikatoren des körperlichen Aktivitätsverhaltens von relevanten nationalen Gesundheitsstudien und ebenso wurden Indikatoren durch IPAQ – Experten entwickelt [RÜTTEN et al., 2003].

Die kurze Version des eingesetzten IPAQ (IPAQ – S7T) umfasste einen Zeitrahmen von sieben Tagen, der die körperliche Aktivität der Teilnehmer ermitteln sollte. Für die Auswertung wurden auch hier MET – Werte von 8 METs für anstrengende Tätigkeiten, 4 METs für moderate Aktivität und 3.3 Mets für gehende Aktivitäten festgelegt. Für die Kalkulation der gesamten MET – Aktivitäten wurde jede Aktivitätskategorie mit ihrem speziell ermittelten MET – Wert multipliziert. Beschreibende statistische Messungen (Durchschnittswerte, Standardabweichung,) und Korrelationsanalysen wurden zur Erklärung und zum Vergleichen der gefundenen Aktivitätsmuster, die durch verschiedene Messungen in den 8 europäischen Ländern erhalten wurden, angewendet [RÜTTEN et al., 2003].

### **2.4.4 Ergebnisse des EUPASS**

Die Antwortraten der einzelnen Länder waren unterschiedlich hoch. Zum Beispiel hatte Finnland mit 54.5% und Deutschland mit 50.5% eine große Teilnehmerzahl, dagegen Frankreich mit 29.1% und Großbritannien mit 25.5% nur eine sehr geringe Antwortrate [RÜTTEN et al., 2003].

Die Auswertung des IPAQs aller Länder ergab ein sehr unterschiedliches Bewegungsverhalten der einzelnen Nationen zueinander, zum Beispiel wird in Deutschland an durchschnittlich 3.5 Tagen pro Woche moderate Aktivität durchgeführt, wogegen in Spanien dies nur an 2.04 Tagen pro Woche der Fall ist. Es konnte somit jedes Land in jeder Bewegungskategorie gut miteinander verglichen werden (vgl. Tabelle 4).

Die höchsten MET – Durchschnittswerte wurden für Deutschland ermittelt, gefolgt von Belgien und Finnland. Die niedrigsten Werte ergaben sich in Italien und Großbritannien. Ebenso verhält es sich bei den Mittelwerten der errechneten Summen von der MET – Aktivität.

**TAB. 4:** Mittelwerte, Standardabweichungen und Median der MET – Minutes pro Woche für 8 europäische Länder der europäischen Union

<b>Summe MET – Physical Activity</b>									
	<b>Alle Nationen (n=4995)</b>	<b>BEL (n=611)</b>	<b>FIN (n=603)</b>	<b>FRA (n=599)</b>	<b>DEU (n=653)</b>	<b>ITA (n=600)</b>	<b>NLD (n=606)</b>	<b>ESP (n=600)</b>	<b>UK (n=723)</b>
<b>Mittelwert</b>	5605,94	7105,80	6999,52	6686,05	8534,21	2617,33	5543,95	4175,91	3238,31
<b>SD<sup>1</sup></b>	7332,54	8475,00	7610,44	8376,14	9024,51	4363,71	6931,69	5665,65	4524,17
<b>Median</b>	2970,00	4021,00	4212,00	3826,00	5070,00	1173,00	3384,75	2359,50	1653,00

(mod. nach [RÜTTEN et al., 2003a])

<sup>1</sup> Standard deviation, Standardabweichung

Durch die verschiedenen Messungsmöglichkeiten für körperliche Aktivität, die in den europäischen Ländern angewendet wird, ergibt sich eine enorm hohe Problematik, die Ergebnisse miteinander vergleichen zu können. Betrachtet man die verwendeten nationalen Indikatoren des EUPASS, zeigen einige Punkte eine Ähnlichkeit mit den Antworten des IPAQ. Um dies zu verdeutlichen verglich man zwei gestellte Fragen der deutschen und niederländischen Gesundheitsumfrage mit Fragen des IPAQ (vgl. Tabelle 5). In der deutschen Umfrage wurde nach durchschnittlich verbrachter Zeit für anstrengende, moderate und leichte PA gefragt und nach der Zeit, die im Sitzen verbracht wurde. Im Fall der niederländischen Umfrage wurde die Häufigkeit und Dauer an körperlicher Aktivität der letzten 14 Tage ermittelt [RÜTTEN et al., 2003].

In allen verglichenen Punkten ergab sich keine Signifikanz. Die Umfrage aus Deutschland ergab höhere Werte als der IPAQ. Dies verdeutlicht, dass eine genauere Differenzierung der einzelnen körperlichen Aktivitäten in der Fragestellung nötig ist. Ebenso war dies bei der niederländischen Umfrage der Fall, die jedoch im Vergleich niedrigere Ergebnisse lieferte, als zum IPAQ.

**TAB. 5:** Mittelwerte, Standardabweichungen und Median von anstrengender und moderater körperlicher Aktivität, Gehen und Sitzen als ausgesuchte Variable des deutschen und niederländischen nationalen PA – Fragebogen und IPAQ – S7T (Minuten pro Tag)

	National questionnaire			IPAQ – S7T		
	Mittelwert	SD	Median	Mittelwert	SD	Median
<b>Deutschland</b>						
<b>Anstrengende PA</b>	124,13	180,15	60,00	71,47	113,24	25,71
<b>Moderate PA</b>	170,28	125,46	150,00	75,26	107,00	30,00
<b>Leichte PA/Gehen</b>	268,18	143,41	240,00	99,77	140,95	45,00
<b>Niederlande</b>						
<b>PA</b>	23,00	47,97	4,29	25,30	26,63	17,76

(mod. nach [RÜTTEN et al., 2003b])

Aus all diesen ermittelten Ergebnissen ergeben sich zwei Punkte, die noch weiter diskutiert werden sollten. Erstens ob der IPAQ imstande ist, mit den vorhandenen Fragen von körperlich anstrengender bis zu sitzender Aktivität alle relevanten Tätigkeiten des täglichen Bewegungsverhaltens erfassen zu können und zweitens sollten noch weitere Analysen folgen, um den Zusammenhang der Gesundheit in Verbindung mit allen körperlichen Aktivitäten verdeutlichen zu können.

## 3 MATERIAL UND METHODEN

### 3.1 Validierung – Theorie und Struktur

Die Validität einer Methode beschreibt, wie genau ein Messinstrument – in der vorliegenden Arbeit ein Fragebogen über das Bewegungsverhalten und ein 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll - , das misst, was es beabsichtigt zu messen [NELSON, 1991].

Der kurze Physical Activity Questionnaire und das 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll wurden gegen mittels mit Akzelerometer objektiv gemessene Daten validiert. Validität beschreibt also die Fähigkeit verschiedener Instrumente, Messwerte zu den jeweiligen Untersuchungsparametern zu ermitteln, die mit denen der Vergleichsmethoden übereinstimmen.

Die Existenz eines „golden standards“, bei der die zu validierende Methode mit einer anderen verglichen wird, ist Voraussetzung bei Validierungsstudien dieser Art. Da jedoch in dieser Arbeit keine „golden standard“ – Methode eingesetzt wurde, wie z.B. die Doubly Labeled Water – Methode, besteht die Möglichkeit eine relative Validierung oder auch komparative Validierung durchzuführen, wobei eine Methode gegen eine Referenzmethode verglichen wird, unter der Annahme, dass sie die „wahre Bewegung“ relativ genau misst.

Ein Design von Validierungsstudien sollte folgende Bedingungen erfüllen:

- Die eingesetzte Referenzmethode sollte bezüglich ihrer Qualität allgemein anerkannt sein
- Die Referenzmethode, als auch die zu validierende Methode, sollten an derselben Studienpopulation angewendet werden und möglichst Informationen über denselben Zeitraum ermitteln

- Erhobene Fehler beider Methoden sollten möglichst unabhängig voneinander sein [WILLETT, 1990]

Es gibt zwei Möglichkeiten einer Validierung, wobei eine interne Validierung eine Methode in sich selbst vergleicht, z.B. bei einer Fragebogenmethode mit Kontrollfragen innerhalb desselben Instruments, oder die externe Validierung von Bewegungserhebungsmethoden, die man grundsätzlich auf zwei Arten unterscheiden kann:

1. Eine Bewegungserhebungsmethode wird mit der zu validierenden Methode verglichen, beide beurteilen die gleichen Messgrößen
2. Eine Bewegungserhebungsmethode wird in Bezug zu einer externen Größe validiert [ACKERMANN – LIEBRICH et al., 1986]

Die Genauigkeit und Präzision von Messungen im Rahmen von Bewegungserhebungen wird durch verschiedene Fehler und Abweichungen beeinflusst, die die Qualität des Endergebnisses der Studie beeinträchtigen. Die Validität kann von zufälligen Fehlern (random errors), die die Reproduzierbarkeit oder Reliabilität beeinträchtigen oder von systematischen Fehlern (systemativ errors, bias) abhängen. Ziel einer jeden Validierungsstudie sollte sein, die Gültigkeit der Methode auf Individualebene abzuschätzen [BUREMA et al., 1988].

### **3.2 Rekrutierung der Studienteilnehmer**

Die Studienpopulation setzte sich aus insgesamt 102 freiwilligen Teilnehmern (n=102) im Alter von 19 bis 60 Jahren zusammen, welche im Zeitraum von März 2008 bis Juli 2008 an dem Projekt mitwirkten. Die Probanden setzten sich aus 53 weiblichen und 49 männlichen Berufstätigen bzw. StudentInnen zusammen, welche aus dem Freundes- oder Bekanntenkreis stammten. Nur gesunde Probanden (nach eigenen Angaben der Teilnehmer) durften bei der Studie teilnehmen. Die Studienteilnehmer wurden mündlich über die Ziele und Inhalte der Studie informiert und stimmten mündlich dem Studienprotokoll zu. Außerdem wurde während der gesamten Untersuchung auf eine strenge Einhaltung des Datenschutzes geachtet. Sämtliche Daten wurden anonym verwendet.

### **3.3 Anthropometrische Messungen**

Mittels eines Stadiometers (Marke: Seca 214) wurde die Körpergröße der Probanden gemessen (Messgenauigkeit: 0,1 cm). Die Vorrichtung zur Messung bestand aus einem Fußteil, auf dem die Teilnehmer mit dem Rücken zur Messstange standen und einem verschiebbaren Kopfteil, der bis zum Scheitel der Probanden bewegt wurde, um so die Körpergröße genau ablesen zu können. Die zu messenden Personen wurden vor der Messung gebeten, ihre Schuhe auszuziehen, um eine genaue Größe ermitteln zu können.

Eine geeichte Personenwaage (Marke: Seca bella 840) wurde zur Ermittlung des Körpergewichts der Probanden verwendet (Messgenauigkeit: 0,1 kg). Dazu mussten die Teilnehmer Schuhe und/oder Überkleidung ablegen um ein genaues Ergebnis zu erhalten. Für die restliche anbehaltene Kleidung wurde 1 kg vom Messwert abgezogen.

### 3.3.1 Geschlechterverteilung im Gesamtkollektiv

Die vorliegende Studie wurde von 102 Probanden durchgeführt, wobei 52% weibliche Teilnehmer waren. Tabelle 6 zeigt alle anthropometrischen Charakteristika aufgeteilt nach Geschlecht.

**TAB. 6:** *Anthropometrische Charakteristika der Validierungsstichprobe nach Geschlecht*

	<b>Männlich, n = 49,</b>	<b>Weiblich, n = 53,</b>
	<b>Mittelwert (SD<sub>1</sub>)</b>	<b>Mittelwert (SD<sub>1</sub>)</b>
<b>Alter (Jahre)</b>	27,3 (±6,3)	29 (±8,6)
<b>Gewicht (kg)<sub>2</sub></b>	74,1 (±9,5)	59,9 (±9,8)
<b>Größe (cm)<sub>2</sub></b>	177,7 (±7,1)	164,7 (±5,7)
<b>Body Mass Index (kg/m<sup>2</sup>)<sub>3</sub></b>	23,4 (±2,6)	21,9 (±3,2)

<sub>1</sub> Standardabweichung

<sub>2</sub> Gemessene Daten

<sub>3</sub> Berechnete Daten

### 3.3.2 Akzelerometer

Die Studienteilnehmer bekamen eine kurze Einschulung für das korrekte Tragen des Akzelerometers. Dieser wurde für jeweils Mitternacht initialisiert und von da an war er für die Probanden ständig, außer beim Schlafen und bei Wasseraktivitäten (Duschen, Schwimmen) zu tragen.

#### 3.3.2.1 Grundlagen

**ABB. 1:** *Akzelerometer* [www.actigraph.com, 2009]



Wie schon erwähnt ist der Akzelerometer Actigraph GT1M ein Beschleunigungsmesser, welcher mit einem Piezoelement funktioniert. Das Piezoelement wird als eine elektrische Polarisierung beschrieben, wenn mechanische Spannung angelegt wird. Misst das Element Druck von einer Seite (gerichteter Druck), kommt es zur Verformung, wodurch wiederum elektrische Spannung messbar ist. Somit können Druckveränderungen in elektrische Signale, durch den piezokeramischen Sensor umgewandelt werden, die als Counts ausgewertet werden.

Je mehr elektrische Signale registriert werden, desto mehr Counts werden aufgezeichnet, wobei ein Count mit 4 mG pro Sekunde äquivalent ist. Dadurch repräsentieren die Counts eine quantitative Aktivitätsmessung während bestimmter Zeitperioden und stehen im linearen Zusammenhang mit der Intensität der Bewegung der Probanden [ACTIGRAPH, LLC, 2007].

Weiters misst der Akzelerometer nicht nur die Beschleunigung, sondern auch die Intensität, Dauer und Häufigkeit der körperlichen Bewegung des Probanden [VALANOU et al., 2006].

Die gemessenen Counts werden nach folgender Tabelle eingeteilt in:

**TAB. 7:** *Kategorisierung der Akzelerometer - Counts in Activity Levels*

Leicht	Bis zu inklusive 1952 Counts (< 2,99 METs)
Moderat	1953 bis 5724 Counts (3,0 bis 5,99 METs)
Schwer	5725 bis 9498 Counts (6,0 bis 8,99 METs)
Sehr schwer	> 9498 Counts (> 9,0 METs)

(mod. nach [ACTIGRAPH, LLC, 2007])

### 3.3.2.2 *Messung*

Bei dem von den Studienteilnehmern getragenen Gerät handelte es sich um den „Actigraph GT1M“ und die Initialisierung und die Auswertung der Daten erfolgte mit der „ActiLife Lifestyle Software“. Der genaue Zeitpunkt zum Start der Messung wurde immer mit Mitternacht festgelegt und jeder Proband bekam eine eigene Identifikationsnummer (ID).

Die Probanden bekamen eine genaue Einweisung zur richtigen Handhabung und Tragweise des Akzelerometers, um verwertbare Ergebnisse zu erhalten. Dabei mussten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Das Gerät in einer schwarzen Schutztasche entweder an einem dafür vorgesehenen elastischen Band oder am eigenen Gürtel seitlich an der Hüfte tragen
- Der Akzelerometer soll gut an der Hüfte fixiert sein und darf nicht locker hin und her rutschen
- Der Actigraph GT1M ist nicht wasserfest und sollte daher auf keinen Fall beim Duschen, Baden oder Schwimmen getragen werden

- Das Gerät muss jedoch außer beim Duschen, Baden, Schwimmen und Schlafen über den Beobachtungszeitraum (7 Tage) ständig getragen werden
- Es ist egal ob der Akzelerometer über, oder unter der Kleidung getragen wird und falls ein Kleid getragen wird, sollte das Gerät am elastischen Gürtel unter diesem getragen werden
- Das Öffnen des Gerätes bzw. ein Versuch es zu reparieren oder zu modifizieren ist nicht erlaubt
- Auf den Akzelerometer darf keine äußere Gewalt angewendet werden

Nach dem Beobachtungszeitraum von 7 Tagen wurden die Daten mittels der ActiLife Lifestyle Software heruntergeladen und gespeichert. Studienteilnehmer, die das Tragen des Akzelerometers an einem Tag in diesem Zeitraum vergessen hatten, wurden gebeten einen Tag zu verlängern.

Pro Studienteilnehmer wurden ein so genanntes *Activity File* und *Summary File* erstellt, wobei beim Activity File jede Minute eines Tages genau aufgelistet wurde und diese lediglich nur zur Überprüfung der Tragezeit diente. Im Summary File hingegen wurden alle Informationen und Daten über die Anzahl der Counts, die Intensität der Laufzeit jeden Tages, die Anzahl der Schritte von jedem Tag und auch durch die Bewegung verbrauchter kcal (LU) ausgewertet. Zur Berechnung des LU wurde ein 2 – Regressionsmodell bestehend aus *Work Energy Theorem* und *Freedson Equation* gewählt [ACTIGRAPH, LLC, 2007].

Wobei sämtliche Werte nicht nur pro Tag, sondern auch in Stunden zusammengefasst ersichtlich wurden.

**ABB. 2:** Beispiel einer ActiLife Lifestyle Datei (Summary File)

Option 3 was used to estimate kcals							
A body mass of 78kg was used to estimate kcals							
Daily Activity Summary							
Date	Light	Moderate	Hard	Very Hard	Counts	Steps	KCALs
-----							
4/28/2008	1	0	0	0	0	2	0
4/29/2008	1352	74	14	0	635016	15779	1033.75427
4/30/2008	1350	71	19	0	604701	15630	985.951709
5/1/2008	1369	68	1	2	471673	11975	770.307213
5/2/2008	1347	82	11	0	549480	12885	915.736942
5/3/2008	1360	69	11	0	425150	11072	727.363866
5/4/2008	1322	112	6	0	564057	13449	970.987074
5/5/2008	1370	52	18	0	437483	9888	711.18982
5/6/2008	1357	61	22	0	513292	10993	827.430254
5/7/2008	881	61	0	0	332165	7590	590.991852
Date	Light	Moderate	Hard	Very Hard	Counts	Steps	KCALs
4/28/2008	1	0	0	0	0	2	0
4/29/2008	60	0	0	0	0	0	0
4/29/2008	60	0	0	0	0	0	0
4/29/2008	60	0	0	0	0	0	0
4/29/2008	60	0	0	0	0	0	0
4/29/2008	60	0	0	0	0	0	0
4/29/2008	56	4	0	0	17893	443	32.5325806
4/29/2008	50	9	1	0	56097	1237	93.0694226
4/29/2008	39	9	12	0	124278	2349	189.128306
4/29/2008	57	3	0	0	25690	618	40.529661
4/29/2008	60	0	0	0	3397	107	5.0608506

### 3.3.2.3 Fehler des Akzelerometers

Da der Akzelerometer Bewegungen, die nur der Oberkörper macht, nicht misst, sofern er an der Hüfte getragen wird, unterschätzt das Gerät teilweise den Energieumsatz. Horizontale Bewegungen wie Stiegen steigen, Gewichte heben und tragen, Wassersportarten (da hier der Akzelerometer nicht getragen werden darf) und Rad fahren, werden vom Gerät ebenfalls nicht registriert und aufgezeichnet. Aus diesem Grund scheint eine Kombination mit anderen Möglichkeiten zur Messung der

körperlichen Aktivität nur allzu sinnvoll. Deshalb wurden in dieser Studie die Akzelerometer – Daten auch mit den Daten des 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll ergänzt um eine lückenlose Erfassung zu gewährleisten.

#### **3.3.2.4 Berechnungen der Akzelerometerdaten**

Um mit den aufgezeichneten Daten des Akzelerometers mittels SPSS 15 rechnen zu können, mussten zuvor einige Berechnungen angestellt werden.

Zunächst wurden alle vom Akzelerometer aufgezeichneten Aktivitäten vollständig zusammengefasst, wobei dies den Aktivitätsumsatz plus den Grundumsatz (gemessen durch die BIA) beinhaltet. Aktivitäten, die vom Akzelerometer nicht erfasst werden konnten, wurden ebenfalls zusammengefasst (z.B. Krafttraining, Schwimmen, Inline – Skating, Radfahren).

Für den gesamten Leistungsumsatz (kcal) wurden die Ergebnisse aus beiden Methoden addiert (Messdaten vom Akzelerometer plus Daten aus dem Aktivitätsprotokoll für Aktivitäten, die vom Beschleunigungsmesser nicht erfasst werden können).

Die Total Energy Expenditure (TEE) wurde danach, unter Berücksichtigung des Grundumsatzes (gemessen durch die BIA) und unter Berücksichtigung der postprandialen Thermogenese, folgendermaßen berechnet:

$$\mathbf{TEE = (AEE + BMR) * 1,11}$$

Die postprandiale, d.h. nahrung induzierte Thermogenese wurde als Pauschalwert von 10% der TEE angenommen [FAO/WHO/UNO, 2001].

Dadurch ergibt sich ein Multiplikations – Wert von 1,11.

Der Physical Activity Level wurde zuletzt durch folgende Formel berechnet:

$$\mathbf{PAL = TEE / BMR}$$

### 3.3.3 Kurzer Physical Activity Questionnaire

Der Kurze Physical Activity Questionnaire (kurzer PAQ) diente dazu, bei den Probanden Art und Umfang ihrer körperlichen Aktivität im alltäglichen Leben zu erfassen.

Dazu sollten die Studienteilnehmer an eine für sie typische Woche innerhalb der letzten drei Monate denken und die vorgegebenen Fragen so genau wie möglich beantworten. Es wurde darum gebeten die Anzahl der Tage pro Woche für leichte, moderate und anstrengende körperliche Aktivität anzukreuzen und die jeweilige Dauer der Aktivität in Stunden und Minuten pro Tag einzutragen.

Als Hilfestellung wurden auf dem Fragebogen Beispiele für leichte, moderate und anstrengende körperliche Aktivität angegeben (siehe Anhang).

Um weitere Informationen zu erhalten wurden zusätzlich die tägliche Sitzdauer im Rahmen der Arbeit (inklusive Wegstrecken von/zur Arbeit) in Stunden, die durchschnittlich tägliche Sitzdauer an freien Tagen und nach der Arbeit in Stunden und die durchschnittliche tägliche Schlafdauer in Stunden gefragt.

Ebenfalls mussten Angaben zur Person, wie Alter, Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht und berufliche Tätigkeit eingetragen werden.

Wichtig war es, den kurzen Physical Activity Questionnaire vor der Studienlaufzeit von den Probanden ausfüllen zu lassen, da durch die Studie viele Probanden ihre Aktivitäten viel bewusster wahrnahmen und dadurch die Ergebnisse des Fragebogens verfälschen konnten.

Ziel des Fragebogens ist es, ausreichende Daten über das Bewegungsverhalten der Befragten zu erhalten, ohne sie vorher zu sehr mit ihrer körperlichen Aktivität konfrontiert zu haben, um eventuell in Zukunft auf aufwendigere Methoden wie das Tragen des Akzelerometers oder das Führen eines Aktivitätsprotokolls über einen längeren Zeitraum verzichten zu können.

### 3.3.3.1 Fehler des Kurzen Physical Activity Questionnaires

Einige Probanden hatten große Schwierigkeiten ihren normalen täglichen Ablauf aus dem Gedächtnis abzurufen, da viele Aktivitäten unbewusst und in Routine verlaufen. Dadurch konnten oft keine genauen Zeitangaben getroffen werden.

Weiters ergibt sich das Problem, dass sich bei solchen Fragebögen die Probanden in ihren Aktivitäten über- oder unterschätzen. Und somit ein sogenanntes Over – oder Underreporting stattfindet.

### 3.3.3.2 Berechnungen des Kurzen Physical Activity Questionnaires

Zuerst wurden die MET - Mins der Fragebögen ausgewertet, indem die berichteten Minuten für moderate Aktivität mit 3 METs (vgl. [www.ipaq.ki.se, 2005]) multipliziert wurden und diese mit den Zeitangaben anstrengender Aktivität mit 7 multipliziert (vgl. [www.ipaq.ki.se, 2005]) addiert wurden.

**MET - Mins = (Minuten moderate Aktivität \* 3) + (Minuten anstrengende Aktivität \*7)**

Die Ergebnisse (MET – Mins) sind vergleichbar mit dem Energieumsatz einer 60kg schweren Person.

Daher wurde der Aktivitätsumsatz folgendermaßen berechnet, für die postprandiale Thermogenese wurde wieder ein Pauschalwert von 10% der TEE inkludiert:

**AEE = MET – Mins \* (Körpergewicht / 60) \* 1,11**

Um die TEE zu erhalten wurde folgendermaßen vorgegangen:

**TEE= AEE + BMR**

Zum Abschluss wurde wieder der PAL ermittelt:

**PAL = TEE / BMR**

Der Vergleich zwischen den kurzen PAQ – Ergebnissen multipliziert mit dem dazugehörigen metabolischen Äquivalent und die durch Messung erworbenen Daten ermöglicht nun die Berechnung der Kriteriumsvalidität des Fragebogens anhand einer nicht - parametrischen Korrelation nach Spearman.

### **3.3.4 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll**

Das konstruierte Aktivitätsprotokoll, welches an die Probanden ausgehändigt wurde, umfasste eine ausführliche Liste verschiedenster Aktivitäten. Jeder Aktivität wurde ein MET – Wert zugeteilt (vgl. Tabelle 8). Der Studienteilnehmer musste lediglich die Dauer der jeweiligen Aktivitäten eines Tages in Stunden und Minuten eintragen. Um die Genauigkeit der Auswertung zu verbessern, wurde eine zusätzliche „Netto – Belastungszeit“ – Spalte hinzugefügt, in die der Proband die reine aktive Zeit einer körperlichen Aktivität einzutragen hatte. Dies wurde den Teilnehmern so erklärt, dass z.B. bei einem Wohnungsputz meistens Pausen eingelegt werden und bei einer Putzzeit von z.B. 3 Stunden eventuell nur netto 2 Stunden aktiv geputzt wird. Den Probanden wurde nahe gelegt, dass Protokoll jeden Abend vor dem Schlafengehen auszufüllen und während des Tages kurz mitzuschreiben, welche Aktivitäten gerade gemacht wurden, um keine körperlichen Tätigkeiten zu vergessen. Für jeden Tag gab es eine eigene Tabelle um die Art, Dauer und Häufigkeit von Bewegung zu erfassen (siehe Anhang). Neben der zu den Aktivitäten gehörenden metabolischen Einheiten konnten wie beim kurzen PAQ – Fragebogen auch MET – Mins bzw. MET – Hours errechnet werden.

Zusätzlich wurden den Probanden leere Spalten zu Verfügung gestellt um Aktivitäten einzutragen, die nicht vorgegeben waren (vgl. Tabelle 9).

#### ***3.3.4.1 Fehler des 7 – Tage - Aktivitätsprotokoll***

Ein Aktivitätsprotokoll ist im Allgemeinen einfach zu handhaben und belastet den Probanden kaum, jedoch kommt es bei dieser Methode auf das Gedächtnis der Versuchsperson an und dadurch kann es geschehen, dass vergessen wird, Aktivitäten einzutragen. Zur Eigenkontrolle der Probanden und bei der Datenauswertung sollte daher überprüft werden, ob jeder ausgefüllte Tag tatsächlich in Summe 24 Stunden hatte.

Ein weiterer Nachteil von Protokollen und auch Bewegungstagebüchern kann oft sein, dass der Ausfüllaufwand die Probanden dazu veranlasst, verschiedene Aktivitäten zu unterlassen. Besonders ist dies der Fall, je länger die Laufzeit einer Studie ist, da hier die Angaben gegen Ende immer ungenauer werden [VALANOU et al., 2006].

**TAB. 8:** *Zugeweilte MET – Werte für Aktivitäten im 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll*

<b>Aktivität</b>	<b>MET - Werte</b>	<b>Aktivität</b>	<b>MET - Werte</b>
Schlafen	<b>1</b>	Schwimmen	<b>7</b>
Sitzen	<b>1,5</b>	Ballsport	<b>8</b>
Stehen	<b>2</b>	Tennis	<b>7</b>
Gehen langsam	<b>2,5</b>	Squash	<b>12</b>
Gehen moderat	<b>3,8</b>	Klettern	<b>10</b>
Autofahren	<b>2</b>	Wandern	<b>8</b>
Gartenarbeit	<b>4</b>	In – Line Skating	<b>7</b>
Hausarbeit leicht	<b>2,5</b>	Laufen moderat	<b>7</b>
Hausarbeit moderat	<b>3,3</b>	Laufen sportlich	<b>9</b>
Gymnastik	<b>4</b>	Radfahren moderat	<b>8</b>
Krafttraining	<b>6</b>	Radfahren sportlich	<b>11</b>
Kampfsport	<b>10</b>	Tanzen	<b>4,5</b>

(mod. nach [AINSWORTH et al., 2000])

**TAB. 9:** *Zusätzlich eingetragene Aktivitäten und ihre MET – Werte*

<b>Aktivität</b>	<b>MET - Werte</b>	<b>Aktivität</b>	<b>MET - Werte</b>
Sit – ups	<b>8</b>	Fußball	<b>9</b>
Heben/Tragen	<b>8</b>	Spielen mit Kind	<b>3</b>
Schlagzeug spielen	<b>4</b>	Radservice	<b>2</b>
Set aufbauen	<b>3,5</b>	Rudern	<b>5</b>
Auto waschen	<b>3</b>	Einkaufen	<b>2,3</b>
Skateboard fahren	<b>5</b>	Fotografieren	<b>2,5</b>
Liegen	<b>1</b>	Step – Aerobic	<b>8,5</b>
Headbängen	<b>1,5</b>	Boden verlegen	<b>4,5</b>
Holzarbeit	<b>6</b>	Ausmalen	<b>4,5</b>
Moped fahren	<b>2,5</b>	WII spielen	<b>4</b>
Wohnung umräumen	<b>6</b>	Gitarre spielen	<b>2</b>
Nordic walking	<b>3,3</b>		

(mod. nach [AINSWORTH et al., 2000])

### 3.3.4.2 Berechnungen des 7 – Tage – Aktivitäts – Protokolls

Um die gesammelten Daten des Aktivitätsprotokolls allgemein und mittels SPSS 15 auswerten zu können, mussten ebenfalls einige Berechnungen zuvor erfolgen.

Zuerst wurden alle Aktivitäten der einzelnen sieben Tage mit den dazugehörigen MET – Werten multipliziert (siehe Tabelle 8 und 9), wobei ab der Aktivität „Gartenarbeit“ im Protokoll nur noch die reine Nettozeit in die Berechnung mit einbezogen wurde.

$$\mathbf{AEEProtokoll (kcal) = (MET - Hours/24) * BMR}$$

Um die Berechnungen rund um den Aktivitätsumsatz des Protokolls besser verstehen zu können eine kurze Erklärung dazu:

Wenn z.B. in der Studienzeit 2 Stunden mit Schwimmen protokolliert wurde, wird ein MET – Wert von 7 für Schwimmen angenommen. Beträgt der GU des Probanden 1500 kcal/d (gemessen durch die BIA), wird der stündliche Grundumsatz mit

$$\mathbf{1500 \text{ kcal} / 24 = 62,5 \text{ kcal/h}}$$

ermittelt. Dieser Wert wird mit 2 multipliziert, da 2 Stunden Schwimmen protokolliert wurde und mit einem MET – Wert von 6 multipliziert (da in den MET – Werten der Grundumsatz in Form von 1 MET enthalten ist, werden die 7 METs fürs Schwimmen auf 6 reduziert):

$$\mathbf{AEE (kcal) = 62,5 \text{ kcal/h} * 2 * 6 = 750}$$

Um die tägliche Total Energy Expenditure zu erhalten, wurde der Grundumsatz (mittels BIA gemessen), sowie ein Pauschalwert für die postprandiale Thermogenese (10% des TEE) [FAO/WHO/UNO, 2001] addiert:

$$\mathbf{TEE = (AEE + BMR) * 1,11}$$

Und abschließend wurde der PAL folgendermaßen ermittelt:

$$\mathbf{PAL = TEE / BMR}$$

### 3.3.5 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem SPSS 15 – Programm, wobei im Rahmen der deskriptiven Statistik Mittelwert, Maximum, Minimum, Median und Standardabweichung ermittelt und berechnet wurden.

Bei der vergleichenden Statistik wurde zur Anwendungsvoraussetzung immer zuerst mit dem Kolmogorov – Smirnov – Anpassungstest (K – S – Test) hinsichtlich auf Normalverteilung und Signifikanz getestet, um danach bivariate Korrelationen der vorhandenen Daten durchführen zu können.

Ergab der K – S – Test eine Normalverteilung der Daten wurden Zusammenhänge mittels Korrelationskoeffizienten nach Pearson und bivariate Vergleiche, dem T – Test nach Student überprüft. Erhielt man eine Nicht – Normalverteilung wurde die nichtparametrische Referenzmethode (Korrelationskoeffizient nach Spearman bzw. der U – Test nach Mann & Whitney) angewandt. Diese Methoden arbeiten mit Rangsummen.

Der Korrelationskoeffizient drückt die Stärke des Zusammenhangs mit Hilfe einer Maßzahl zwischen +1 und -1, wobei ein positives Ergebnis auf einen positiven Zusammenhang hinweist, während ein negativer Wert einen negativen linearen Zusammenhang darstellt [BROSIUS, 2006].

**TAB. 10:** *Interpretation des Korrelationskoeffizienten*

<b>Betrag des Korrelationskoeffizienten</b>	<b>Mögliche Interpretation</b>
$r = 0$	Keine Korrelation
$r \leq 0,2$	Sehr schwache Korrelation
$0,2 < r \leq 0,5$	Schwache Korrelation
$0,5 < r \leq 0,7$	Mittlere Korrelation
$0,7 < r \leq 0,9$	Starke Korrelation
$0,9 < r \leq 1$	Sehr starke Korrelation
$r = 1$	Perfekte Korrelation

(mod. nach [BROSIUS, 2006])

Wichtig zu prüfen ist, ob der Zusammenhang auch signifikant ist, wobei man unter Signifikanz die Wahrscheinlichkeit versteht, dass ein beobachteter Zusammenhang oder Unterschied eine vordefinierte Irrtumswahrscheinlichkeit ( $P \leq 0,05$ ) nicht übersteigt und somit nicht als zufällig anzusehen ist.

**TAB. 11:** *Interpretation der Signifikanz*

<b>Irrtumswahrscheinlichkeit p</b>	<b>Bedeutung</b>
$p > 0.05$	nicht signifikant
$0.01 < p < 0.05$	signifikant
$0.001 < p < 0.01$	hoch signifikant
$p < 0.001$	höchst signifikant

(mod. nach [BROSIUS, 2006])

Für ein Vorhersage – Modell wurde eine multiple lineare Regression erstellt, wobei die zwei erstellten Formeln für TEE und PAL (siehe Kap. 4.3) es ermöglichen sollen, in Zukunft anhand einer einfachen Rechenformel TEE und PAL repräsentativ für ein bestimmtes Kollektiv aufzeigen zu können. Dieses Modell wurde anhand der ausgewerteten Daten des 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls und Daten des Akzelerometers erstellt. Mittels einer abhängigen Variablen (objektiv gemessen durch den Akzelerometer) und mehreren unabhängigen Variablen wie den MET - Hours/Tag (errechnet durch das 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls), dem Geschlecht und dem Gewicht wurden signifikante Einflüsse überprüft und beurteilt. Hierfür wurde als Grenzwert für den Einschluss der oben genannten Kriterien in das Modell ein P – Wert von  $< 0,10$  vordefiniert.

Das Vorhersage – Modell ermöglicht PAL und Gesamtenergieumsatz bei österreichischen Erwachsenen durch Anwendung eines einfachen Aktivitätsprotokolls vorherzusagen.

## **4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION**

### **4.1 PAL und Gesamtenergieumsatz nach Geschlecht**

In dieser Validierungsstudie wurde das PAL Erwachsener im Mittel mit 1,53 ermittelt. Das Männer im Schnitt jedoch einen höheren PAL aufweisen als Frauen, konnte schon in vielen Studien bewiesen werden. Die deutliche Differenz des PAL zwischen den Geschlechtern zeigte, dass Frauen (PAL  $1,46 \pm 0,19$ ) durchschnittlich weniger körperliche Aktivität verrichten als Männer (PAL  $1,61 \pm 0,28$ ).

Ebenfalls zeigte sich, bezüglich des Gesamtenergieumsatzes, ein signifikant deutlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern, welcher neben dem unterschiedlichen Aktivitätsniveau auch auf die anatomischen Gegebenheiten zurückzuführen ist. Bei den Männern lag der Gesamtenergieumsatz im Mittel bei 2719 kcal/d und bei den Frauen bei 1930 kcal/d.

**TAB. 12:** *Durch Akzelerometer ermittelter PAL und Gesamtenergieumsatz der Validierungsstudie nach Geschlecht (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))*

	<b>Gesamt (n = 102)</b>	<b>Männlich (n = 49)</b>	<b>Weiblich (n = 53)</b>
<b>PAL<sub>1</sub></b>	1,44/1,53±0,24	1,59/1,61±0,28	1,38/1,46±0,19
<b>(TEE<sub>2</sub>/BMR<sub>3</sub>)***</b>	(1,24-2,71)	(1,26-2,71)	(1,24-2,15)
<b>TEE (kcal/d)***</b>	2153/2308±585 (1484-4720)	2691/2719±541 (1770-4720)	1868/1930±303 (1485-2864)

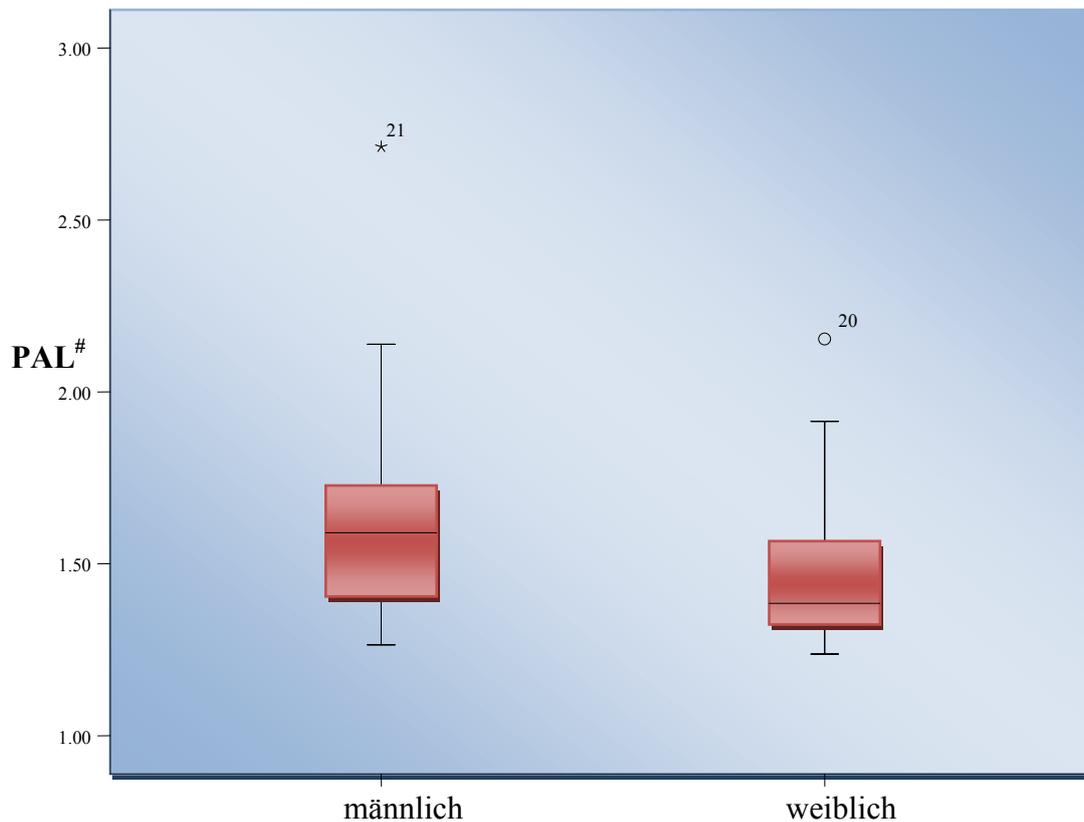
<sub>1</sub> Physical Activity Level

<sub>2</sub> Total Energy Expenditure (Gesamtenergieumsatz)

<sub>3</sub> Basal Metabolic Rate

\*\*\* P < 0,001 Vergleich männlich vs. weiblich

**ABB. 3:** Durch Akzelerometer ermittelter PAL bei Erwachsenen getrennt nach Geschlecht (n = 102)



# Physical Activity Level

Bezüglich PAL lagen die tiefsten Werte beider Geschlechter ziemlich gleich (1,24 vs. 1,26), wobei jedoch die aktivsten weiblichen Probanden mit den aktivsten männlichen Studienteilnehmer nicht mithalten konnten (2,15 vs. 2,71).

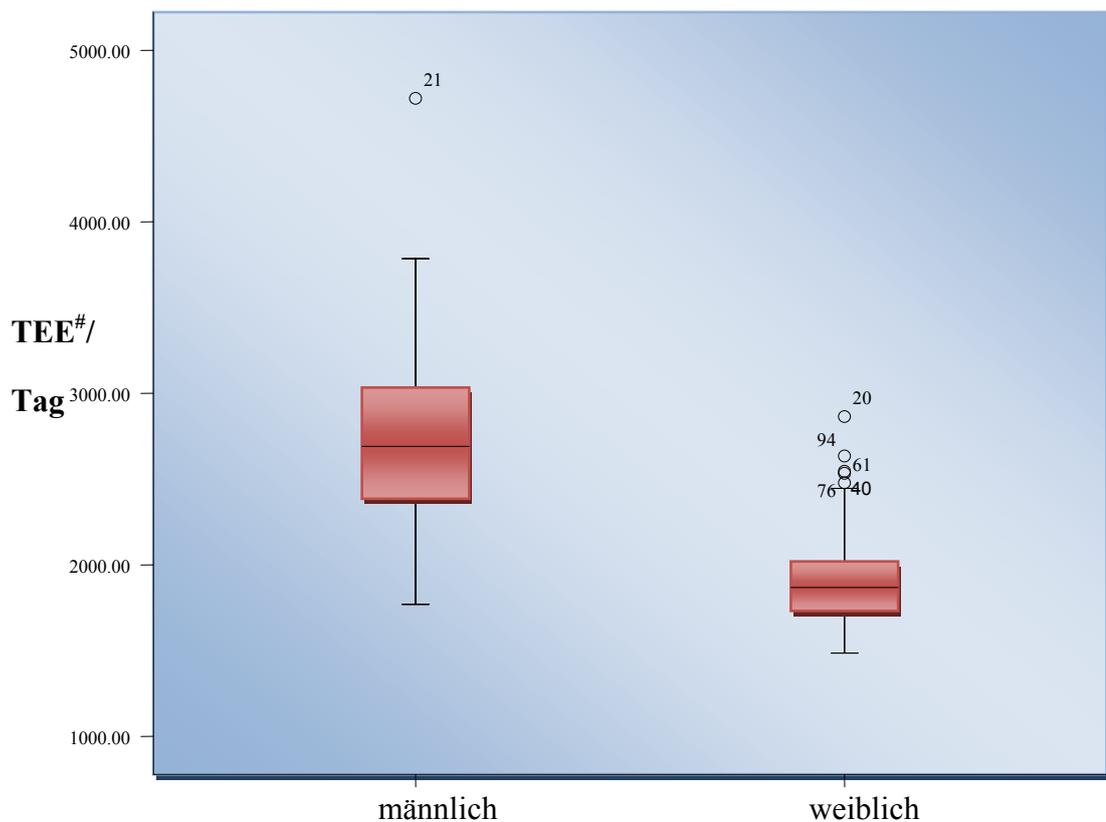
In Anlehnung zahlreicher Forschungsergebnisse der FAO/WHO wird ein PAL von 1,7 oder höher empfohlen, wobei dieser Schwellenwert mit einem reduzierten Risiko von Übergewicht, Adipositas, Herz – Kreislauferkrankungen, Diabetes und einigen Krebserkrankungen einhergeht [FAO/WHO/UNO, 2001].

Die männlichen Probanden dieser Validierungsstudie lagen im Durchschnitt nur knapp unter diesem Schwellenwert. Die weiblichen Studienteilnehmer lagen im Mittel klar unter dieser Vorgabe.

Ein PAL von 1,2 gilt als der niedrigste mögliche Wert und wird bei bettlägerigen Personen beobachtet, ein PAL zwischen 2,0 und 2,4 beziffert Menschen, die körperlich anstrengende Arbeit verrichten oder aktive Freizeitaktivitäten ausführen [BLACK et al., 1996].

Die bei dieser Validierungsstudie gemessenen Werte bewegten sich somit in einer erwartungsgemäßen und erklärbaren Spannbreite.

**ABB. 4:** *Durch Akzelerometer ermittelter Gesamtenergieumsatz bei Erwachsenen nach Geschlecht (n = 102)*



# Total Energy Expenditure

Um eine ausgewogene Energiebilanz zu erreichen, müssen laut dieser Validierungsstudie männliche Erwachsene durchschnittlich täglich rund 2600 kcal/d und Frauen rund 1800 kcal/d zu sich nehmen. Wie schon beim PAL beobachtet, lagen auch hier die höchsten Werte des Gesamtenergieumsatzes bei den Männern mit 4720 kcal/d weit über den der weiblichen Probanden mit dem höchsten Wert von 2864 kcal/d.

## **4.2 Ergebnisse der Validierungsstudie**

Anhand der Validierungsstudie konnten Gleichungen abgeleitet werden, die es ermöglichen das PAL und den Gesamtenergieumsatz aus den Ergebnissen des 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls und des kurzen PAQ zu errechnen. Auf dieses Vorhersagemodell wird in Kapitel 4.3 noch genauer eingegangen.

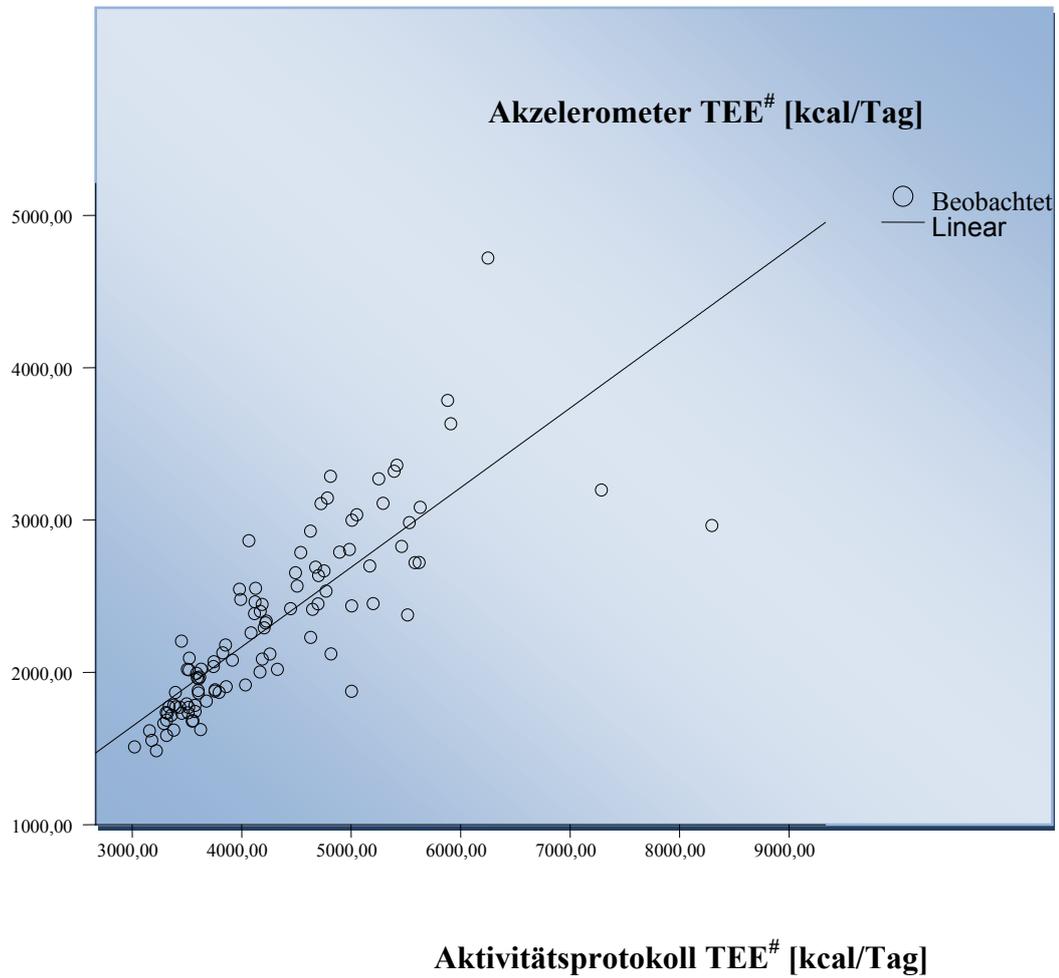
Zunächst wurden PAQ und Aktivitätsprotokoll gegen die objektiv mittels Akzelerometer erhobenen Daten validiert.

### **4.2.1 Validierung 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll mittels Akzelerometer**

Die Berechnung des Energieumsatzes mittels Aktivitätsprotokoll wurde gegen die mittels Akzelerometer objektiv erhobenen Messdaten validiert und ergab eine sehr starke Korrelation ( $Rho = 0,89$ ;  $P < 0,001$ ;  $n = 102$ ).

Der Grund für die starke Korrelation dürfte in erster Linie der sein, dass das Protokoll täglich auszufüllen war und deshalb mit den gemessenen Aktivitäten des Akzelerometers stark einhergeht. Im Vergleich zu Ergebnissen anderer internationaler Studien, die Aktivitätsprotokolle gegen eine objektive Messmethode validierten ( $r = 0,14 - 0,36$ ), liegen die Ergebnisse dieser Validierung erheblich darüber [SALLIS und SAELENS, 2000; PEREIRA et al., 1997].

**ABB. 5:** Regressionsgerade zur TEE von Akzelerometer und 7 - Tage - Aktivitätsprotokolls ( $n = 102$ )

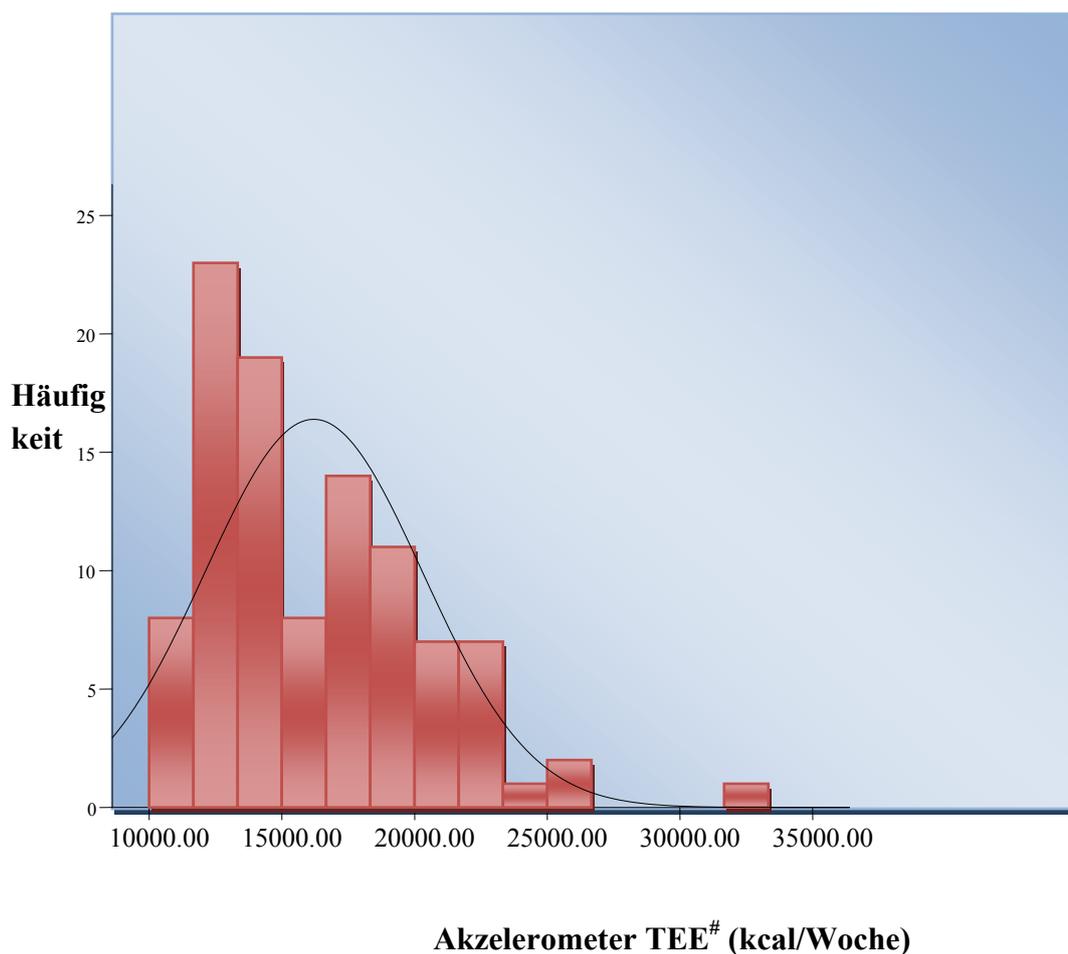


---

# Total Energy Expenditure

Anhand der angeführten Normalverteilungskurven (siehe Abbildung 6 und 7) für den Gesamtenergieumsatz bei beiden Geschlechtern erkennt man die Messwerte des Energieumsatzes von Akzelerometer und Aktivitätsprotokoll nochmals genauer. Gestützt wird die Normalverteilung durch Prüfung mittels Kolmogorov – Smirnov – Anpassungstest. Mit Hilfe der Normalverteilungskurven erkennt man sehr gut eine zweigipflige Verteilung für TEE, die aufgrund der schon vorher erwähnten geschlechtsspezifischen Unterschiede zu erklären ist.

**ABB. 6:** Verteilungskurve der TEE, anhand gemessener Akzelerometerdaten ( $n = 102$ )

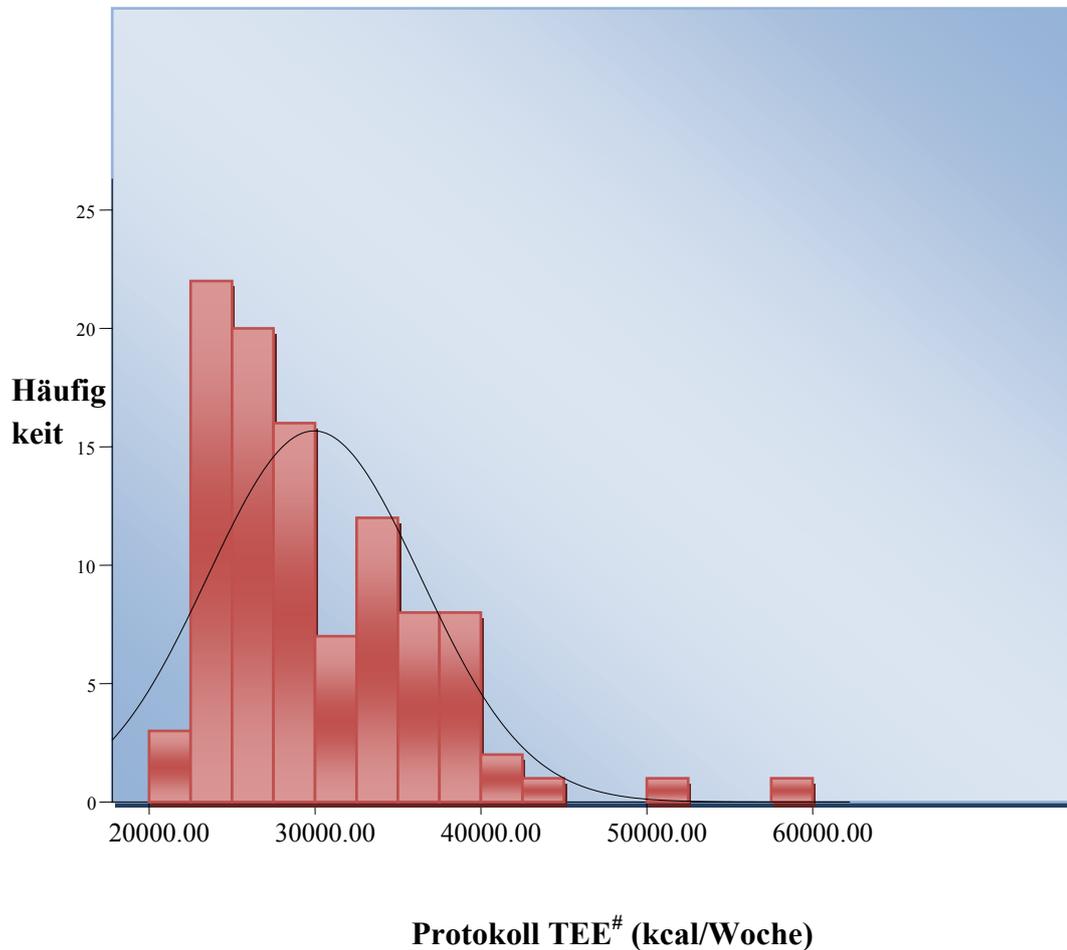


---

# Total Energy Expenditure

**ABB. 7:** Verteilungskurve der TEE, anhand der Daten des Aktivitätsprotokolls

( $n = 102$ )




---

# Total Energy Expenditure

Ebenfalls validiert wurde der PAL beider ausgewerteten Daten, wobei sich hier eine mittlere Korrelation mit eindeutiger Signifikanz ergab ( $Rho = 0,62$ ;  $P < 0,01$ ;  $n = 102$ ).

Wie schon vorher erwähnt, weisen Männer im Durchschnitt einen höheren PAL auf, als Frauen, außerdem fand beim 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll ein leichtes Overreporting statt. Anhand der Ergebnisse beider Korrelationen von Gesamtenergieumsatz und PAL kann festgestellt werden, dass das 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls verglichen mit Akzelerometerdaten einigermaßen gute Ergebnisse liefert. Insgesamt lagen die

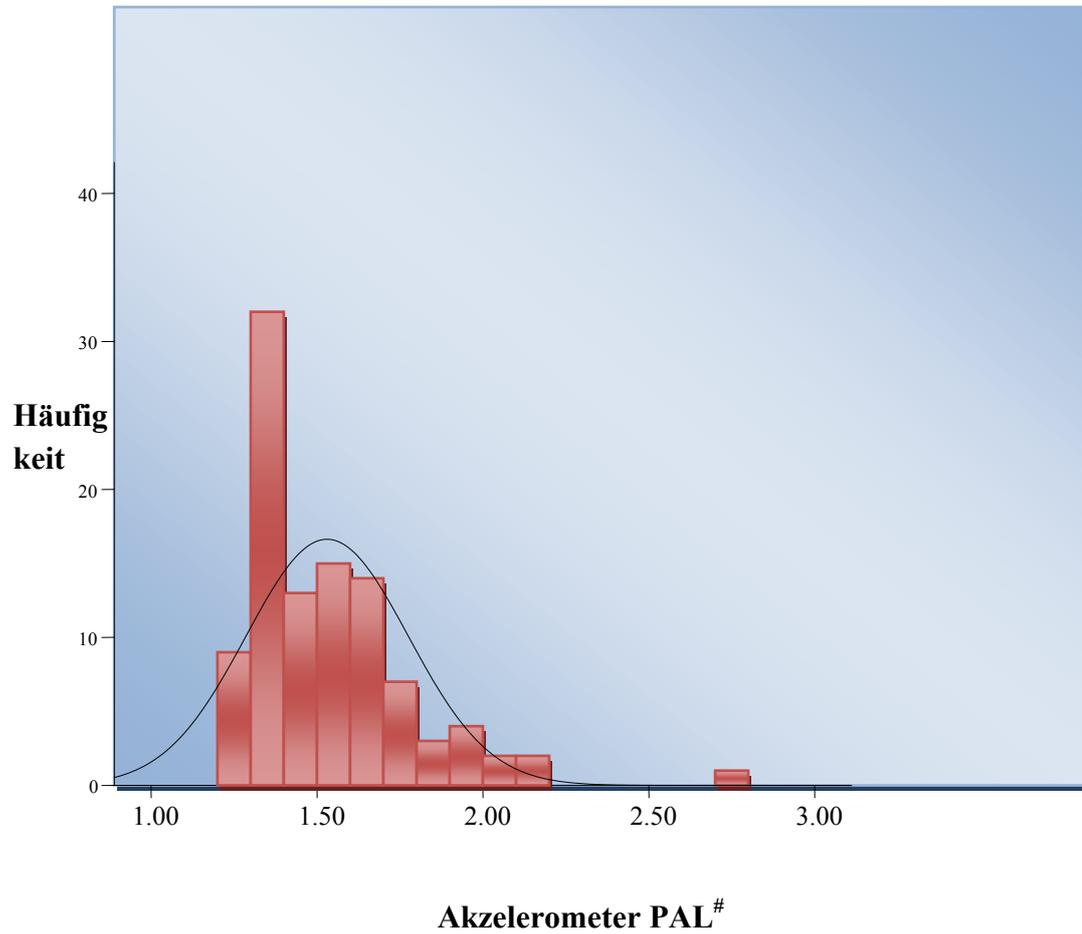
Probanden dieser Studie im Vergleich zu anderen internationalen Studien, in denen Gesamtenergieumsatz und PAL erfasst wurden, unter den Ergebnissen.

So wurde z.B. in einer europäischen Studie mit Hilfe der DLW – Methode bei erwachsenen Männern ein mittleres PAL von 1,75 und bei Frauen von 1,69 ermittelt [BLACK et al., 2005].

Vor allem die ermittelten PAL – Werte der Frauen dieser Validierungsstudie lagen deutlich unter den international ermittelten Werten.

Die Abbildungen 8 und 9 zeigen eine Verteilung von PAL beider Geschlechter. Die Prüfung mittels Kolmogorov – Smirnov – Anpassungstest stützte das Bild einer nicht gegebenen Normalverteilung (Abbildung 8:  $n = 102$ ,  $P = 0,018$  und Abbildung 9:  $n = 102$ ,  $P = 0,014$ ).

**ABB. 8:** Verteilungskurve des PAL, anhand gemessener Akzelerometerdaten ( $n = 102$ )

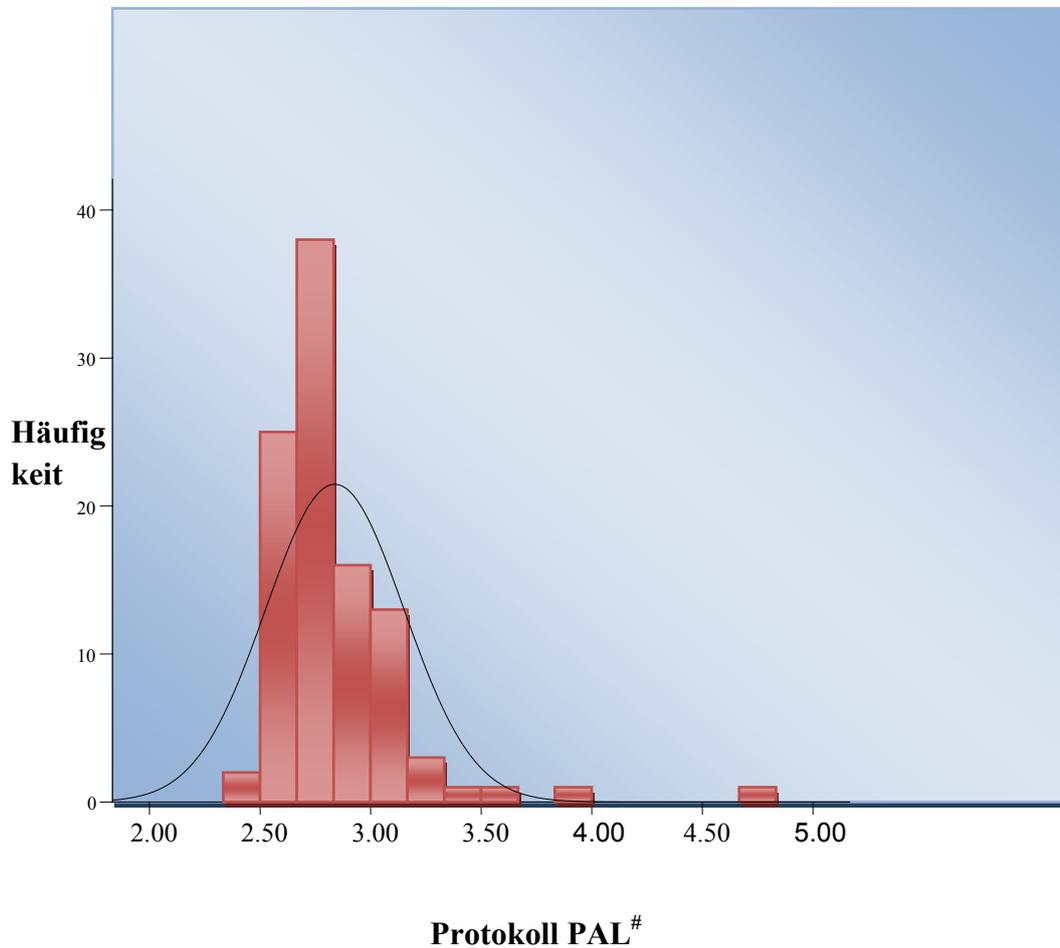


---

# Physical Activity Level

**ABB. 9:** Verteilungskurve des PAL, anhand der Daten des Aktivitätsprotokolls

( $n = 102$ )



---

# Physical Activity Level

Bei allen Tests auf Normalverteilungen, sowohl für TEE und für PAL dieser beider Studienmethoden, konnte keine Normalverteilung aufgezeigt werden. Aus diesem Grund werden im weiteren Verlauf die Ergebnisse der Validierungsstudie in Form von Mittelwert (einschließlich Standardabweichung und Spannweite) und Median dargestellt.

## **4.2.2 Validierung kurzer Physical Activity Questionnaire**

### **mittels Akzelerometer**

Die verwendeten Auswertungsparameter eines IPAQ – Fragebogens sind die Intensitäten körperlicher Aktivität (gemessen in metabolischen Einheiten) und die Zeit (gemessen in Minuten), die mit einer Aktivität verbracht wurden. Dadurch erhält man MET – Mins für den Zeitraum einer Woche oder als Mittelwert für einen Tag angenommen werden können. Oftmals werden MET – Mins auch in MET – Hours umgerechnet, um erhaltene Zahlen übersichtlicher erscheinen zu lassen.

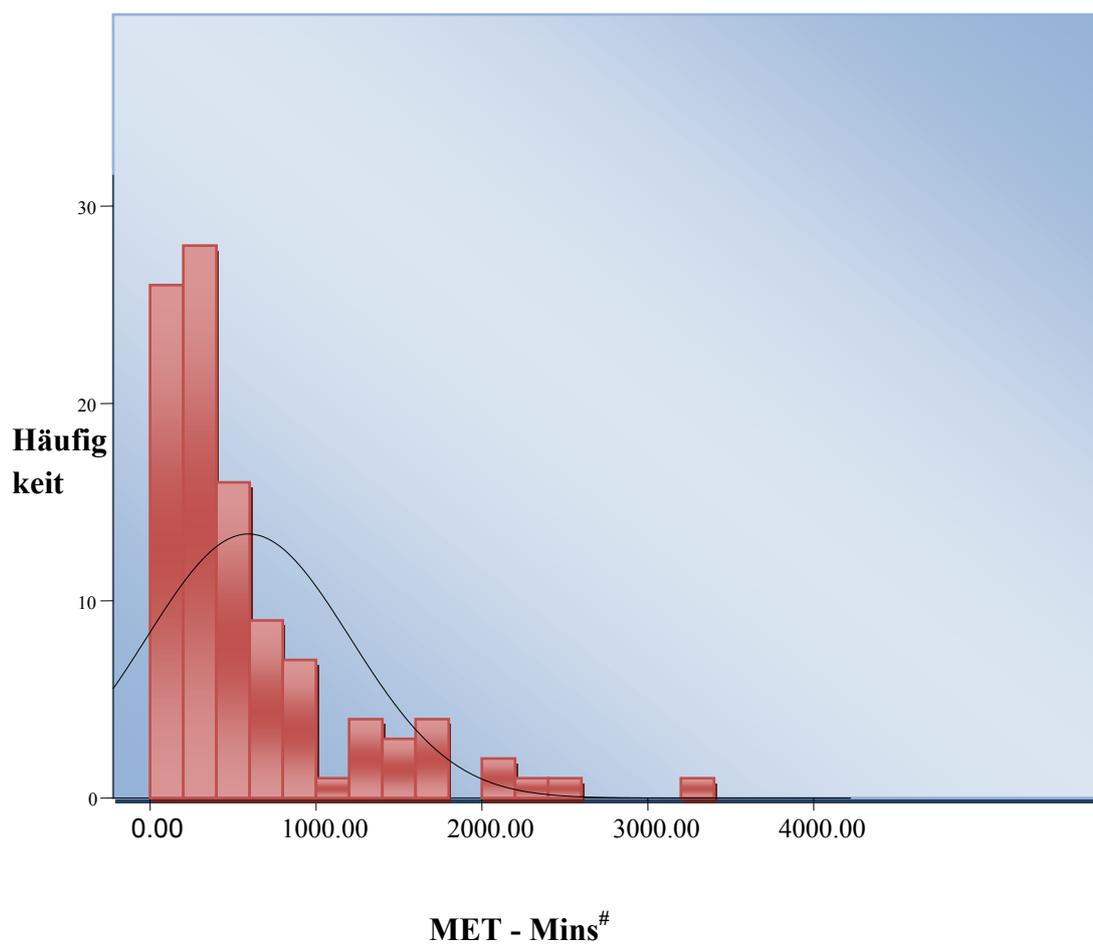
Mittels IPAQ befragte Personen werden in drei Aktivitätsklassen niedrig, mittel und hoch eingeteilt, wobei hoch einen Aktivitätslevel bezeichnet, welcher als gesundheitsfördernd gilt und täglich 12 500 Schritte erfordert oder vergleichbare ähnliche Aktivitätsformen [SJÖSTRÖM et al., 2005].

Ein wesentlicher Unterschied zu der hier verwendeten modifizierten Kurzform eines PAQ, kann in der Langversion des IPAQ, die selbst dokumentierte körperliche Aktivität in vier Bereiche wie Arbeit, Fortbewegung, Haus und Garten sowie Freizeit zusätzlich unterteilt werden.

In diesem Teil der Validierungsstudie zeigten die ausgewerteten MET – Mins des PAQ der Probanden eine leicht rechtsschiefe Verteilung, welche durch eine Prüfung mittels Kolmogorov – Smirnov – Anpassungstest auf Normalverteilung gestützt wurde ( $n = 102$ ,  $P < 0,001$ ) (vgl. Abbildung 10).

Bei der selbst berichteten körperlichen Aktivität mittels PAQ zeigten die Frauen höhere Werte als die Männer (vgl. Tabelle 13). Der Grund dafür war aber keineswegs ein sehr viel höheres Aktivitätslevel der Frauen, sondern ein gewisses Overreporting verglichen mit den männlichen Probanden (siehe Vergleich mit Kapitel 4.1).

**ABB. 10:** Verteilungskurve für wöchentliche selbst berichtete körperliche Aktivität (MET – Mins), (n=102)



---

# MET – Minutes

**TAB. 13:** MET – Mins pro Woche anhand des kurzen PAQ nach Geschlecht (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))

<b>Gesamt (n=102)</b>	<b>Männlich (n=49)</b>	<b>Weiblich (n=53)</b>
367/592±614	322/497±507	413/682±697
(0-3346)	(0-2304)	(0-3306)

Allgemein ist hier zu erwähnen, dass die Werte des kurzen PAQ generell unter den Empfehlungen für moderate oder anstrengende Aktivität liegen, wobei mindestens 600 MET – Mins pro Woche für moderate Aktivität empfohlen werden (vgl. Tabelle 13) [SJÖSTRÖM et al., 2005].

Verglichen mit der EUPASS – Studie zeigen sich keine von der Größenordnung vergleichbaren Ergebnisse. Hier war Deutschland alleine schon bei moderaten Aktivitäten mit einem Durchschnittswertwert von 527, gefolgt von den Finnen mit 406 MET – Mins pro Woche über den Werten dieser Studie. Schlusslicht war Belgien mit 389 MET – Mins pro Woche [RÜTTEN et al, 2003]. (vgl. Tabelle 14)

Dadurch kann hier von einem systematischen Messfehler des Fragebogens ausgegangen werden, welcher bewusst oder unbewusst ein Underreporting beider Geschlechter verursachte, welches im Vergleich mit den Akzelerometerdaten später noch versucht wird zu bestätigen.

Für die Validierung des kurzen PAQ gegen mittels Akzelerometrie erhobener Daten, mussten die Ergebnisse allgemein in Minuten eingeteilt werden, um Werte für moderate und anstrengende Aktivität zu erhalten. Es wurde also hier darauf verzichtet den Aktivitäten ihre dazugehörige MET – Intensitäten zuzuteilen. Stattdessen wurde bei einem Level von sechs metabolischen Einheiten eine Trennlinie zwischen moderater und anstrengender Aktivität gezogen [SJÖSTRÖM et al., 2005].

**TAB. 14:** *Minuten pro Woche in moderater und anstrengender körperlicher Aktivität anhand des kurzen PAQ (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))*

	<b>Gesamt (n=102)</b>	<b>Männlich (n=49)</b>	<b>Weiblich (n=53)</b>
<b>Moderat</b>	180/322±348 (0-1980)	155/282±331 (0-1782)	180/355±365 (0-1980)
<b>Anstrengend</b>	134/270±409 (0-2999)	134/215±274 (0-1201)	181/326±502 (0-2999=)

**TAB. 15:** *Minuten pro Woche in moderater und anstrengender körperlicher Aktivität anhand gemessener Akzelerometerdaten (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))*

	<b>Gesamt (n=102)</b>	<b>Männlich (n=49)</b>	<b>Weiblich (n=53)</b>
<b>Moderat</b>	603/670±413 (0-1908)	564/600±292 (0-1393)	640/759±491 (0-1839)
<b>Anstrengend</b>	14/123±255 (0-1960)	7/111±197 (0-931)	42/136±302 (0-1960)

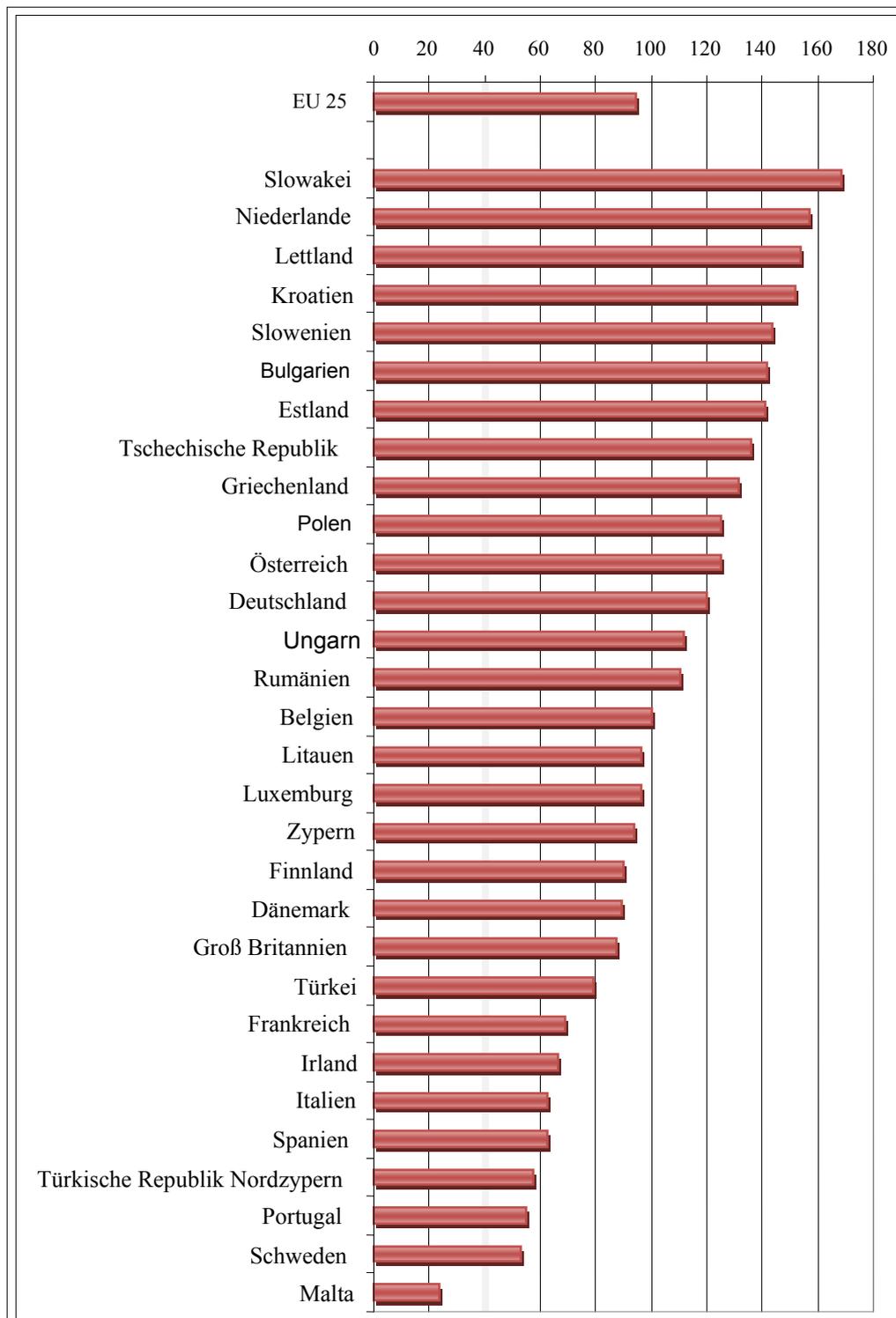
Allgemein waren die Minuten in moderater Aktivität, welche im kurzen PAQ angegeben wurden, sehr niedrig im Vergleich zu den gemessenen Akzelerometerdaten. Daher kann davon ausgegangen werden, dass hier ein sehr starkes Underreporting der Probanden stattgefunden hat. Andererseits gab es ein eindeutiges Overreporting beider Geschlechter bei der Angabe zu anstrengenden Aktivitäten. Somit sind die selbst berichteten Ergebnisse sehr kritisch zu betrachten.

Wie schon in Kapitel 2.4 erwähnt, gibt es einige groß angelegte Studien in der Europäischen Union um die Entwicklung von Erhebungsmethoden voranzutreiben. Neben dem EUPASS – Projekt ist auch die Erhebung zum Eurobarometer 58.2 zu erwähnen, wobei hier mittels Kurzversion des IPAQ, Daten zur körperlichen Aktivität in Österreich und weiteren 15 Ländern erhoben wurden. Hier lag Österreich mit einem Median von 1386 METS – Mins pro Woche im Mittelfeld der teilnehmenden Länder [RÜTTEN und ABU OMAR, 2004].

Im Jahr 2006 wurde aufbauend auf den Eurobarometer 58.2, die Befragung von ursprünglich 15 EU – Mitgliedsstaaten auf 30 europäische Länder im Rahmen des Eurobarometers 64.3, ausgeweitet [EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2006].

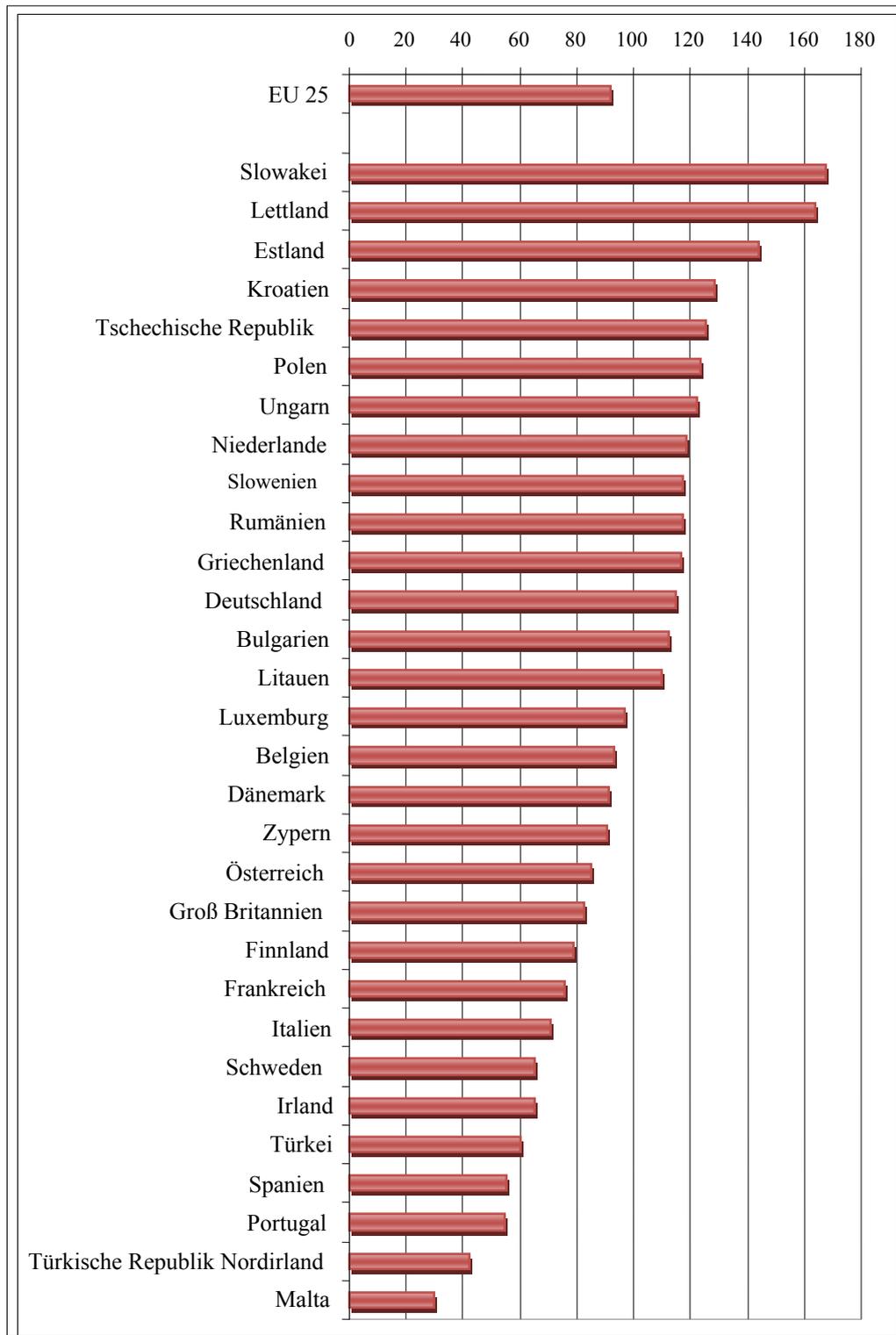
Bei beiden Erhebungen wurden unter anderem die Frequenz und die Dauer von moderater und anstrengender Aktivität erfragt. Um einen Überblick über das allgemeine Bewegungsverhalten europäischer Länder inklusive Österreich zu ermöglichen, werden hier die Resultate kurz zusammengefasst (vgl. Abbildung 11 und 12):

**ABB. 11:** Minuten moderater körperlicher Aktivität an Tagen an denen moderate Aktivität berichtet wurde (Mittelwert – Selbstangaben) – 30 europäische Länder im Vergleich



(mod. nach [EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2006])

**ABB. 12:** *Minuten anstrengender körperlicher Aktivität an Tagen an denen anstrengende Aktivität berichtet wurde (Mittelwert – Selbstangaben) – 30 europäische Länder im Vergleich*



(mod. nach [EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2006])

Vergleicht man die Ergebnisse von selbstberichteten Minuten in moderater und anstrengender Aktivität dieser Validierungsstudie mit den Ergebnissen einer erst vor kurzem durchgeführten Studie in Österreich zur Quantifizierung körperlicher Aktivität österreichischer Erwachsener (Studie ÖSES. pla07), so erkennt man, dass es im Vergleich ebenfalls niedrigere Ergebnisse gab, jedoch aufgrund unterschiedlicher Befragungsinstrumente, der Vergleich nur bedingt zulässig ist (siehe Tabelle 16).

**TAB. 16:** *Selbst berichtete Minuten in moderater und anstrengender körperlicher Aktivität bei einer repräsentativen Erhebung an österreichischen Erwachsenen mittels IPAQ – Langversion (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite)) (vgl. Tabelle 15)*

	<b>Gesamt (n=719)</b>	<b>Männlich (n=337)</b>	<b>Weiblich (n=383)</b>
<b>Moderat</b>	1020/1402±1228 (0-6990)	780/1145±1105 (0-6990)	1338/1627±1287 (0-6990)
<b>Anstrengend</b>	120/344±579 (0-3420)	167/453±696 (0-3360)	90/248±431 (0-3420)

(mod. nach [PUTZ, 2009])

Auch sind aufgrund der mangelnden Validität der selbst berichteten Zeit, die in moderater und anstrengender körperlicher Aktivität verbracht wurde, die Ergebnisse kritisch zu betrachten. In dieser Studie zeigte sich, dass bei den Frauen das Ausmaß an Overreporting mit der Höhe der Selbstangaben zunahm [PUTZ, 2009].

Zwischen mittels kurzer PAQ selbst berichteter körperlicher Aktivität (MET – Mins) und objektiv mittels Akzelerometer gemessenem Aktivitätsumsatz (kcal) ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge ( $Rho = 0,12$ ;  $P = 0,23$ ;  $n = 102$ ).

Im internationalen Vergleich bezüglich dieser Beobachtung konnten zum Beispiel in einer in Schweden durchgeführten Studie eine hohe Korrelation ( $Rho = 0.55$ ;  $P < 0,001$ )

zwischen selbstberichteter und mittels Akzelerometer gemessener Aktivität festgestellt werden [HAGSTRÖMER et al., 2005].

In einer zweiten, in Schweden durchgeführten Studie konnte eine Korrelation von immerhin noch  $Rho = 0,34$ ;  $P < 0,001$  ermittelt werden [EKELUND et al., 2005].

Fasst man weitere internationale Studien zur IPAQ-Validierung zusammen, so ergab sich hier immerhin noch ein mittleres  $Rho$  von etwa 0,30 [CRAIG et al., 2003].

Auch in der in Österreich durchgeführten Studie ÖSES pla07 wurde dieser Durchschnittswerts mit einem  $Rho$  von etwa 0,24 nur knapp unterschritten [PUTZ, 2009].

Grund für den hier nicht vorhandenen Zusammenhang ist ein deutliches Underreporting bei der Angabe von moderater Aktivität und ein starkes Overreporting für anstrengende Aktivitäten seitens der Probanden

**TAB. 17:** *Korrelationen für Zeiten, die in unterschiedlichen körperlichen Intensitäten verbraucht wurden, kurzer PAQ vs. Akzelerometer*

	<b>Moderat Akzelerometer</b>	<b>Anstrengend Akzelerometer</b>	<b>Total Akzelerometer</b>
<b>Moderat kPAQ(Rho)</b>	0,004 n.s.	-0,108 n.s.	-0,039 n.s.
<b>Anstrengend kPAQ(Rho)</b>	0,119 n.s.	0,171 n.s.	0,152 n.s.
<b>Total kPAQ (Rho)</b>	0,128 n.s.	0,081 n.s.	0,120 n.s.

n.s. nicht signifikant

Auch hier wird ersichtlich, dass eigentlich keine signifikante Korrelation zwischen dem kurzen PAQ und den Akzelerometerdaten besteht und die klassische IPAQ – Auswertung eingeteilt in die drei Aktivitätsbereiche (niedrig, mittel und hoch) nicht empfohlen werden kann.

Es ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung zur Klassifizierung in die drei Kategorien der körperlichen Aktivität laut den offiziellen IPAQ – Auswertungsrichtlinien, dass eine Validität für Zeiten vorherrscht, die in unterschiedlichen körperlichen Intensitäten verbracht wurde [SJÖSTRÖM et al., 2005].

Ebenso wie bei der Validierung des 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls mit den Akzelerometerdaten wurde auch mit den Daten des kurzen PAQ eine Validierung gegen die ausgewerteten Daten des Akzelerometers für die TEE durchgeführt.

**TAB. 18:** *Korrelation des TEE zwischen Akzelerometerdaten und des kurzen PAQ*

		<b>Akzelerometer PAL</b>
Spearman- Rho	<b>PAQ TEE</b>	Korrelationskoeffizient <b>.381(**)</b>
		Signifikanz (2-seitig) .000
		N 102

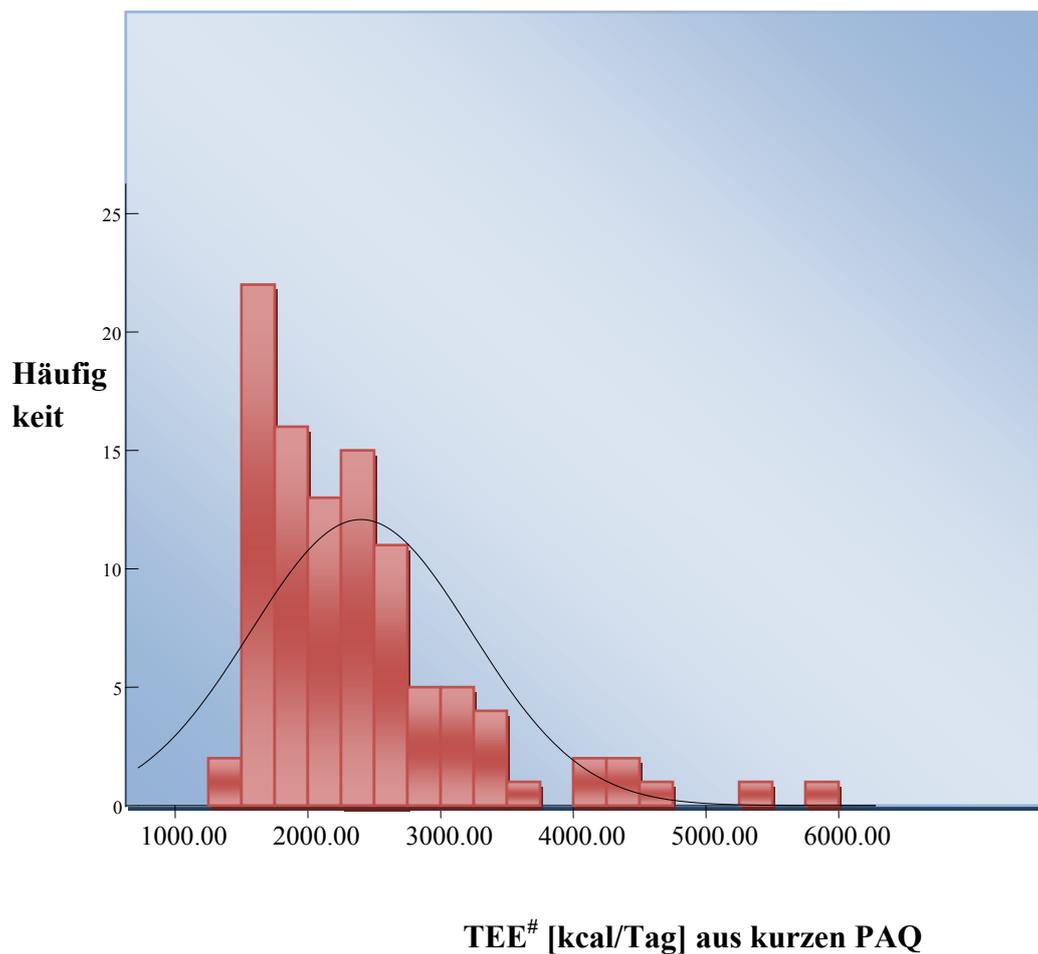
\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Hier zeigte sich eine moderate signifikante Korrelation zwischen den Akzelerometerdaten und dem kurzen PAQ, wobei dies wieder auf das allgemeine Under – bzw. Overreporting der Probanden zurückzuführen ist und dadurch die Werte der TEE des kurzen PAQ unter den gemessenen Werten der Akzelerometerdaten liegt.

Zur optischen Beurteilung wurden die Ergebnisse des TEE und PAL des kurzen PAQ durch eine Normalverteilungskurve dargestellt. Mittels Kolmogorov – Smirnov – Anpassungstest wurde die Beobachtung gestützt, dass es sich nicht um eine Normalverteilung handelt für TEE ( $n = 102$ ,  $P = 0,055$ ) und PAL ( $n = 102$ ,  $P < 0,001$ ).

**ABB. 13:** Verteilungskurve der TEE, anhand ausgewerteter Daten des kurzen PAQ

( $n = 102$ )



---

# Total Energy Expenditure

Weiters gegeneinander validiert wurden wiederum die PAL – Werte aus den gemessenen Akzelerometerdaten mit denen aus dem kurzen PAQ.

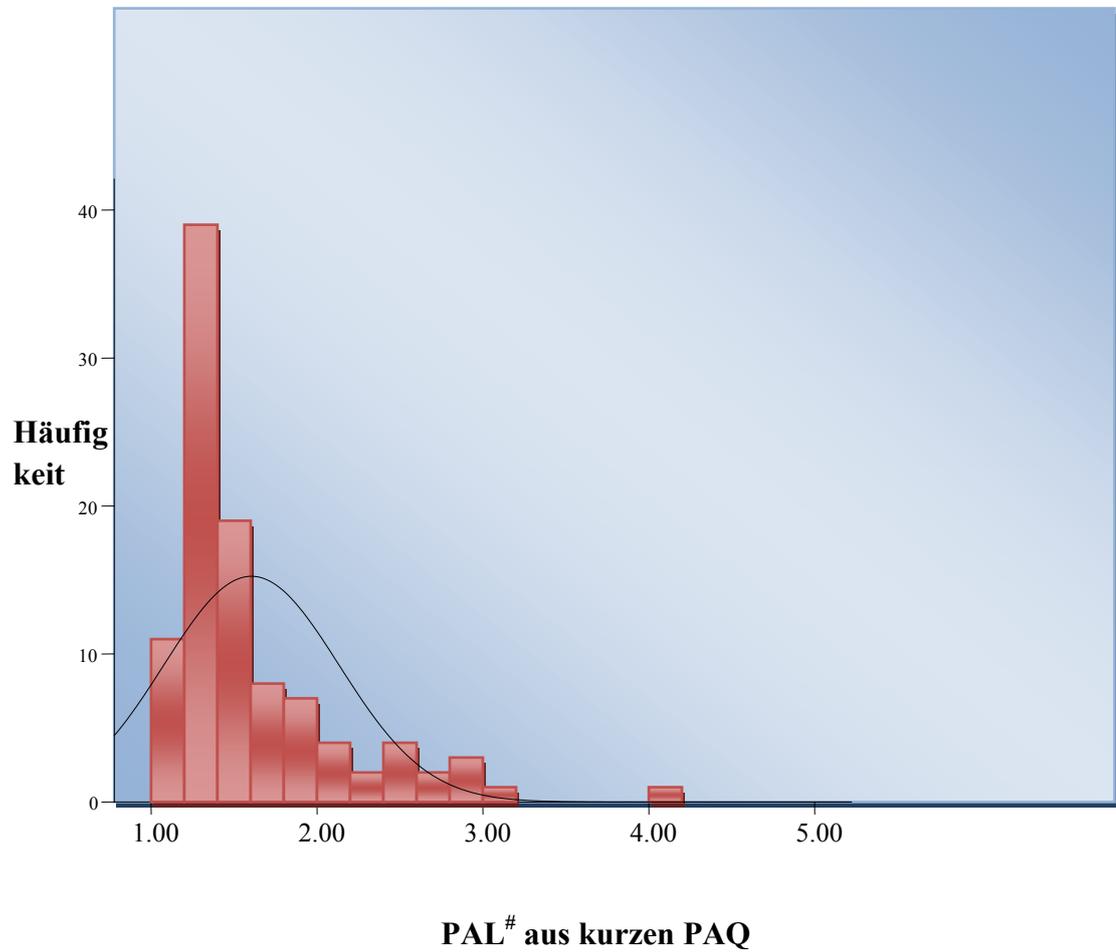
**TAB. 19:** *Korrelation des PAL zwischen Akzelerometerdaten und des kurzen PAQ*

		<b>Akzelerometer PAL</b>
Spearman- Rho	<b>PAQ PAL</b>	Korrelationskoeffizient <b>-.094</b>
		Signifikanz (2-seitig) .351
N		102

Hier ergab sich kein signifikanter Zusammenhang. Anhand der Abbildung 14 ist optisch gut erkennbar, dass der ermittelte PAL aus dem kurzen PAQ nicht mit dem ermittelten PAL aus dem 7-Tage-Aktivitätsprotokoll (vgl. Abbildung 9) und den Akzelerometerdaten (vgl. Abbildung 8) verglichen werden kann. Dies verdeutlicht eben auch die Korrelation (vgl. Tabelle 19).

**ABB. 14:** Verteilungskurve des PAL anhand der ausgewerteten Daten des kurzen PAQ

( $n = 102$ )



---

# Physical Activity Level

#### 4.2.2.1 Protokollierte Sitzzeiten anhand des kurzen PAQ

Zusätzlich zu den körperlichen Aktivitäten wurden im kurzen PAQ auch die Sitzzeiten während der Arbeit unter Woche, sowie in der Freizeit erhoben. Dabei war gut zu erkennen, dass beide Geschlechter unter der Woche während der Arbeit mehr Sitzzeit angaben, als für die Freizeit, wobei der Grund dieser Angaben sicherlich beruflicher Natur war. Weiters fiel auf, dass beide Geschlechter durchschnittlich gleich viel Sitzzeit angaben, sowohl an Werktagen, als auch in der Freizeit.

**TAB. 20:** *Selbst berichtete tägliche Sitzzeit anhand des kurzen PAQ (Median/Mittelwert±Standardabweichung (Spannbreite))*

	<b>Gesamt (n = 102)</b>	<b>Männlich (n = 49)</b>	<b>Weiblich (n = 53)</b>
<b>Gesamt</b>	5,2/5,3±1,9 (0-11,0)	5,3/5,4±1,8 (0-9,5)	5,5/5,2±1,9 (0-11,0)
<b>Woche</b>	4,5/4,5±1,7 (0-8,0)	4,5/4,6±1,7 (0-6,5)	4,5/4,4±1,7 (0-8,0)
<b>Freizeit</b>	3/3,1±1,3 (0-7,5)	3/3,2±1,3 (0-7,0)	3/3,1±1,3 (0-7,5)

Wird nun die Sitzzeit der Woche mit den Angaben zur selbst berichteten moderaten und anstrengenden körperlichen Aktivität verglichen, ergibt sich eine aussagekräftige negative signifikante Korrelation. Dies bedeutet, dass Probanden, die berichteten viel körperliche Aktivitäten zu verrichten, dazu neigten weniger Sitzzeit zu berichten.

**TAB. 21:** *Korrelation der Sitzzeit der Woche zur selbst berichteten körperlichen Aktivität mittels PAQ*

			<b>Sitzzeit/Woche (Minuten/Woche)</b>
Spearman- Rho	<b>körperliche Aktivität PAQ (Minuten/ Woche)</b>	Korrelationskoeffizient	<b>-.440(**)</b>
		Signifikanz (2-seitig)	.000
		N	102

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

Zusammenfassend kann hier gesagt werden, dass die durchschnittlich angegebene Sitzzeit der Probanden relativ hoch war und hier vermutlich ein gewisses Overreporting stattgefunden hat. Dennoch waren die Werte im Rahmen der Erhebung zum Eurobarometer, bei dem die Prävalenz von mehr als sechs Stunden täglicher Sitzzeit per IPAQ ermittelt wurde. Teilnehmende Länder wie Dänemark wiesen mit 56% die höchste und Portugal mit 24% die niedrigste Prävalenz auf. Österreich lag hier mit der selbstberichteten Sitzzeit im Mittelfeld [SJÖSTRÖM et al., 2006].

Dies bestätigte auch die Studie ÖSES. pla07, wo der Anteil derer, die mehr als sechs Stunden tägliche Sitzzeit angaben, bei rund 34% lag [PUTZ, 2009].

In dieser Validierungsstudie gaben rund 33% der Studienteilnehmer eine tägliche Sitzzeit von mehr als 6 Stunden an. Damit können die Ergebnisse des kurzen PAQ mit den Ergebnissen aus europäischen Studien verglichen werden. Jedoch war das Kollektiv dieser Studie sehr klein angelegt und dadurch sind die Ergebnisse mit Vorbehalt zu betrachten.

Insgesamt kann gesagt werden, dass das 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll, trotz Overreportings und die Messung der körperlichen Aktivität mittels Akzelerometer gute Erhebungsmethoden zur Quantifizierung körperlicher Aktivität darstellen. Der kurze PAQ hingegen ist nur mit Vorbehalt zu empfehlen, da es hier oft zu Over- oder Underreportings seitens der Probanden kommen kann. Hätte man vielleicht den kurzen PAQ von den Studienteilnehmern nach der Studienwoche ausfüllen lassen, wäre es eventuell zu besseren Ergebnissen gekommen, da die Probanden mehr auf ihr Bewegungsverhalten sensibilisiert gewesen wären. Auch im Vergleich international validierter Studien bezüglich der Stärke des Zusammenhangs zwischen selbst berichteter und gemessener körperlicher Aktivität herrscht noch eine sehr große Inhomogenität. Eine IPAQ – Validierung einer chinesischen Studie ergab ein  $Rho = 0,33$  [DENG et al., 2008].

In einer vergleichbaren schwedischen Studie aus dem Jahre 2005 ergab sich in dieser Hinsicht ein  $Rho = 0,55$  [EKELUND et al., 2005].

Die österreichische Studie aus dem Jahre 2007 ergab bei der IPAQ – Validierung ein  $Rho = 0,24$  [PUTZ, 2009].

In dieser stichprobenspezifischen Validierung konnte für TEE nur eine moderate signifikante Korrelation und für PAL keine signifikante Korrelation festgestellt werden und somit kann die Anwendung des entwickelten kurzen PAQs nicht empfohlen werden.

Abschließend ist festzuhalten, dass der kurze PAQ in seiner Fragenstellung sehr vereinfacht wurde, um zukünftig lange Fragebögen vermeiden zu können. Anhand der Ergebnisse muss aber festgehalten werden, dass detaillierte Fragen zum Bewegungsverhalten unumgänglich sind, um körperliche Aktivität bei Erwachsenen darstellen zu können.

### 4.3 Vorhersage von PAL und Gesamtenergieumsatz

Mittels der in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Beobachtungen kann festgehalten werden, dass die Berechnungen des Gesamtenergieumsatzes und des PAL mittels kurzem PAQ ohne einhergehende Kalibrierung bei österreichischen Erwachsenen nicht empfohlen werden kann. Die Daten des 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls zeigten hingegen eine gute Kriteriumsvalidität. Um die mittels Aktivitätsprotokoll gesammelten Daten nun bestmöglich verwerten zu können, wurde anhand einer multiplen linearen Regression ein Vorhersagemodell zur Berechnung von PAL und Gesamtenergieumsatz entwickelt.

Für den Einschluss verschiedener Kriterien und Einflussfaktoren wurde ein P – Wert von  $\leq 0,10$  vorausgesetzt. Danach wurde überprüft welche Komponenten Einfluss auf die Vorhersageparameter haben. Als unabhängige Variablen, wurden selbst berichtete körperliche Aktivität (MET – Hours), Geschlecht und Gewicht, herangezogen. Die abhängigen Variablen zur Berechnung wurden aus den objektiven Messungen der Akzelerometerdaten für TEE und PAL genommen.

Die Werte der MET – Hours pro Tag wurden aus dem 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll erhoben. Durch drei endgültige Parameter, MET – Hours pro Tag, Geschlecht und Körpergewicht, welche nun die drei relevanten unabhängigen Variablen darstellten, vermochten diese im Vorhersagemodell für den Gesamtenergieumsatz rund 70% der Varianz im Modell zu beschreiben. Für den PAL traf ein Wert von rund 33% der Varianz ein, wobei die Literatur vorgibt, dass ein Wert ab 30% für akzeptabel zu halten ist [BORTZ und DÖRING, 2006].

Zur Berechnung der MET – Hours wurde folgendermaßen vorgegangen:

Die Werte die man bei der Berechnung des täglichen AEE (Protokoll) (siehe Kap. 3.2.5.2) des 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls erhielt, wurden mit 24 multipliziert um auf die Stundeneinheit zu kommen und durch den Grundumsatz dividiert:

$$\text{MET – Hours} = (\text{AEEProt/d} * 24) / \text{GU}$$

Die abhängigen Variablen aus den gemessenen Akzelerometerdaten und die unabhängigen Parameter wurden nun in die Regressionsgleichung eingesetzt und mittels SPSS 15 berechnet.

**TAB. 22:** *Voraussage der Varianz für TEE*

Model	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers
	,842(a)	,708	,699	2248.06497

a... Einflußvariablen : (Konstante), Gewicht in kg, MET – Hours/Tag, Geschlecht

**TAB. 23:** *Errechnete und einzusetzende Werte in die Regressionsgleichung für TEE*

	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardi- sierte Koeffizien- ten	T	Signifikanz
	B	Standard fehler	Beta	B	Standardfehler
(Konstante)	<b>3312,417</b>	2497,453		1,326	,188
MET – Hours/Tag	<b>228,747</b>	34,643	,375	6,603	,000
Geschlecht	<b>-2887,784</b>	560,266	-,354	-5,154	,000
Gewicht in kg	<b>130,364</b>	23,370	,381	5,578	,000

Abhängige Variable: TEE (Akzelerometer)

Somit wurde anhand einer Regressionsgleichung die Möglichkeit geschaffen, den Gesamtenergieumsatz anhand des Aktivitätsprotokolls (siehe Anhang) verlässlich mit einer Vorhersagewahrscheinlichkeit von 70% und höchster Signifikanz zu berechnen (vgl. Abbildung 15).

**ABB. 15:** Berechnung der TEE aus selbst berichteter körperlicher Aktivität und relevanten Einflussfaktoren mittels 7 – Tage - Aktivitätsprotokoll

$$\text{Gesamtenergieumsatz (kcal Tag}^{-1}\text{)} = 3321,417 + (\text{MET} - \text{Hours pro Tag}^1 * 228,474) - (\text{Geschlecht}^2 * 2887,784) + (\text{kg} * 130,364)$$

n = 102, korrigiertes R<sup>2</sup> = 0,699, P < 0,001

Beim Berechnen des PAL verhielt es sich ein wenig anders. Hier wurde die unabhängige Variable des Geschlechtes weggelassen, da sie keinen wesentlichen Einfluss auf den PAL hat und nur der Parameter des Körpergewichtes wurde in die Gleichung mit einbezogen.

**TAB. 24:** Voraussage der Varianz für PAL

Model	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
	,587(a)	,345	,332	,19999

a... Einflußvariablen : (Konstante), Gewicht in kg, MET – Hours/Tag

<sup>1</sup> Selbst berichtete körperliche Aktivität mittels 7 – Tage - Aktivitätsprotokolls

<sup>2</sup> Geschlecht: 1 = männlich; 2 = weiblich

**TAB. 25:** Errechnete und einzusetzende Werte in die Regressionsgleichung für PAL

	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
	B	Standardfehler	Beta	B	Standardfehler
(Konstante)	<b>,549</b>	,142		3,871	,000
MET – Hours/Tag	<b>,017</b>	,003	,478	5,708	,000
Gewicht in kg	<b>,005</b>	,002	,244	2,910	,004

Abhängige Variable: PAL (Akzelerometer)

**ABB. 16:** Berechnung des PAL aus selbst berichteter körperlicher Aktivität und relevanten Einflussfaktoren mittels 7 – Tage - Aktivitätsprotokoll

$$\text{PAL} = 0,549 + (\text{MET} - \text{Hours pro Tag}^1 * 0,017) + (\text{kg} * 0,05)$$

n = 102, korrigiertes R<sup>2</sup> = 0,33, P < 0,001

<sup>1</sup> Selbst berichtete körperliche Aktivität mittels 7 – Tage - Aktivitätsprotokolls

Hiermit wurde anhand einer Regressionsgleichung die Möglichkeit geschaffen, den PAL anhand des Aktivitätsprotokolls (siehe Anhang) zu berechnen. 33% der Varianz des Modells wird von den unabhängigen Variablen beschrieben (vgl. Abbildung 16).

Als neues Erhebungsinstrument eignet es sich hervorragend als zusätzlicher Anhang zu Verzehrerhebungen, da die Probanden in diesem Fall ohnehin schon mit täglichem Ausfüllen zu tun haben. Es könnte dadurch eine generelle Einteilung der Teilnehmer in Aktivitätsklassen erfolgen und die Datensituation über körperliche Aktivitäten österreichischer Erwachsener erheblich verbessern.

Kombinierte Erhebungen der Energiezufuhr und des Energieverbrauch könnten helfen, die Zusammenhänge, in Anbetracht der steigenden Prävalenz von Übergewicht, Adipositas, Herz – Kreislauf – Erkrankungen und auch Krebs besser zu verstehen und neue Lösungsansätze für den Umgang mit Under- und Overreporting zu liefern. Aktuelle neue Ansätze versuchen schon mit Hilfe von Cutoff – Points zu großem Under- und Overreporting seitens der Studienteilnehmer entgegenzuwirken.

## 5 SCHLUSSBETRACHTUNG

Eine wichtige Voraussetzung für zukünftig durchgeführte Forschungen stellt die akkurate Messung von körperlicher Aktivität dar. In neuerer Literatur wird zum Problem der Erfassung der körperlichen Aktivität immer häufiger die Forderung nach einer Kalibrierung der Messverfahren für verschiedene Populationen bzw. Gruppierungen einer Population erhoben [WOOD, 2000].

Die vorliegende Studie hatte das Ziel, die Quantifizierung der körperlichen Aktivität bei österreichischen Erwachsenen im Alter von 19 – 60 Jahren anhand einfacher und relativ neuer Messinstrumente, wie einem 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll in Verbindung mit Akzelerometermessungen einer Woche zu ermitteln, sowie die Erhebung von Daten zur körperlichen Aktivität mittels eines kurzen Physical Activity Questionnaire.

Die mittels 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll erhobenen Daten wurden gegen die aufgezeichneten Werte des Akzelerometers validiert, wobei eine deutliche Übereinstimmung bei den Werten des Gesamtenergieverbrauchs und ein mittlerer Zusammenhang bei den Werten des PAL zu erkennen war. Allgemein kann gesagt werden, dass die Werte der Frauen und Männer einen großen Unterschied aufwiesen, was allerdings darauf hinweist, dass Frauen körperliche Aktivität im Durchschnitt mit geringerer Intensität ausführen als Männer. Demnach wäre es eine Überlegung, die verwendete MET – Skala zur Auswertung eines Aktivitätsprotokolls spezifischer auf die Geschlechter zu modifizieren. Dass für beide Geschlechtsgruppen idente MET – Werte zur Berechnung verschiedenster Aktivitäten angenommen werden, also in allen Tätigkeitsbereichen bei Männern und Frauen dieselbe Intensität vorausgesetzt wird, sollte aufgrund der Ergebnisse dieser Studie, aber auch anderer Studien [BLACK et al., 1996], kritisch betrachtet werden.

Betrachtet man die Akzelerometerdaten insgesamt für sich alleine sieht man, dass die Probanden im Vergleich zu anderen europäischen Studien, im Mittel sehr schlecht abgeschnitten haben.

Es konnte anhand der Ergebnisse beider Korrelationen von Gesamtenergieumsatz und PAL festgestellt werden, dass das verwendete 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls einigermaßen gute Ergebnisse lieferte. Trotzdem lagen die Probanden dieser Studie im Vergleich zu anderen internationalen Studien, in denen Gesamtenergieumsatz und PAL erfasst wurden, unter den zu erwartenden Ergebnissen. So wurde z.B. in einer europäischen Studie mit Hilfe der DLW – Methode bei erwachsenen Männern ein mittleres PAL von 1,75 und bei Frauen von 1,69 ermittelt [BLACK et al., 2005].

Bei der selbst berichteten körperlichen Aktivität mittels PAQ zeigten die Frauen hingegen höhere Werte als die Männer. Der Grund dafür war aber keineswegs ein sehr viel höheres Aktivitätslevel der Frauen, sondern ein gewisses Overreporting verglichen mit den männlichen Probanden. Allgemein ist zu erwähnen, dass die Werte des kurzen PAQ generell sehr stark unter den Empfehlungen für moderate oder anstrengende Aktivität lagen, wobei mindestens 600 MET – Mins pro Woche für moderate Aktivität empfohlen werden [SJÖSTRÖM et al., 2005].

Zwischen mittels kurzer PAQ selbst berichteter körperlicher Aktivität (MET – Mins) und objektiv mittels Akzelerometer gemessenem Aktivitätsumsatz (kcal) ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge.

Bei der Validierung zur TEE zeigte sich nur eine moderate signifikante Korrelation zwischen den Akzelerometerdaten und des kurzen PAQ. Dies war auf das allgemeine Underreporting der Probanden zurückzuführen und dadurch lagen allgemein die Werte des kurzen PAQ weit unter den gemessenen Werten der Akzelerometerdaten. Die PAL – Werte zeigten überhaupt keinen signifikanten Zusammenhang. Im internationalen Vergleich bezüglich dieser Beobachtung konnten zum Beispiel in einer in Schweden durchgeführten Studie eine sehr hohe Korrelation zwischen MET – Mins und Akzelerometer – Counts festgestellt werden [HAGSTRÖMER et al., 2005].

Zusätzlich zu den körperlichen Aktivitäten wurden im kurzen PAQ auch die Sitzzeiten während der Arbeit, sowie in der Freizeit erhoben. Dabei war gut erkennbar, dass Männer und Frauen unter der Woche mehr Sitzzeit angaben, als in der Freizeit, wobei der Grund dieser Angaben sicherlich beruflicher Natur war. Als Ergebnis dieser Studie war zu sehen, dass rund 33% der Studienteilnehmer eine tägliche Sitzzeit von mehr als 6 Stunden hatten. Damit können die Ergebnisse des kurzen PAQ mit Ergebnissen aus europäischen Studien verglichen werden. Dies bestätigte auch die Studie ÖSES. pla07, wo der Anteil derer, die mehr als sechs Stunden tägliche Sitzzeit angaben, bei rund 34% lag [PUTZ, 2009].

Anhand der Ergebnisse dieser Validierungsstudie konnte festgestellt werden, dass das 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll für sich alleine als Instrument zur Erhebung körperlicher Aktivität eingesetzt werden kann, jedoch nicht der kurze PAQ, da er zu unvalid ist und systematische Messfehler aufweist, welche zu bewusstem oder unbewusstem Under – bzw. Overreportings seitens der Probanden geführt hat.

Schließlich wurde anhand einer Regressionsgleichung die Möglichkeit geschaffen, den Gesamtenergieumsatz und auch den PAL mittels des Aktivitätsprotokoll verlässlich zu berechnen, da es die erstellte Regressionsgleichung schafft, den Gesamtenergieumsatz mit guten und den PAL mit immerhin noch akzeptablen Anwendungsvoraussetzungen vorherzusagen.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Validierungsstudie sollte die Quantifizierung körperlicher Aktivität bei Erwachsenen mittels zweier einfacher Messmethoden erhoben und die gewonnenen Daten gegen Akzelerometrie validiert werden, um so die Gültigkeit und Genauigkeit beider Kurzmethoden (kurzer Physical Activity Questionnaire und 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll) zu überprüfen.

Das Studienkollektiv umfasste 102 Probanden, im Alter von 19 bis 60 Jahren. Zuerst wurden die anthropometrischen Daten erfasst und mittels BIA wurden Körperzusammensetzung und GU ermittelt. Ein kurzer Physical Activity Questionnaire über das Bewegungsverhalten wurde ausgefüllt und mit Hilfe eines Akzelerometers, und einem 7 – Tage – Aktivitätsprotokolls, wurden die Daten vervollständigt. Aus diesen drei Erhebungsmethoden wurden anschließend der TEE und der PAL berechnet und die selbst berichteten gegen die gemessenen Daten validiert. Weiters wurden Geschlechterspezifisch die Sitzzeiten während einer Woche ausgewertet.

Die durchschnittlich ermittelte TEE der Probanden, erhoben durch die Referenzmethode lag bei 2308 kcal/d und beim PAL ergab sich ein Durchschnittswert von 1,53, wobei in Anlehnung zahlreicher Forschungsergebnisse der FAO/WHO ein PAL von 1,7 oder höher empfohlen wird. Die Validierung des Aktivitätsprotokolls gegen die Akzelerometerdaten ergab für den PAL eine mittlere ( $Rho = 0,62$ ;  $P < 0,001$ ) und für den TEE eine starke ( $Rho = 0,89$ ;  $P < 0,001$ ) Korrelation. Schlechter fiel die Validierung in moderater und anstrengender Aktivität der Akzelerometerdaten gegen den kurzen PAQ aus (moderat signifikante Korrelation für TEE und keine signifikante Korrelation für PAL). Grund hierfür war ein deutliches Underreporting der Probanden bei der Angabe von körperlicher Aktivität. Zusätzlich wurde in dieser Validierungsstudie die durchschnittliche Sitzzeit der Probanden berechnet, wobei rund 33% der Studienteilnehmer eine tägliche Sitzzeit von mehr als 6 Stunden angaben.

Anhand der Ergebnisse dieser Validierungsstudie konnte festgestellt werden, dass das 7 – Tage – Aktivitätsprotokoll für sich alleine als Instrument zur Erhebung körperlicher Aktivität eingesetzt werden kann, jedoch liefert der kurze PAQ keine objektiven Ergebnisse für sich alleine.

Abschließend wurde anhand einer Regressionsgleichung die Möglichkeit geschaffen, den Gesamtenergieumsatz und auch den PAL mittels Aktivitätsprotokoll zu berechnen.

## 7 ABSTRACT

The aim of this study was the quantification of physical activities of adults by two simple methods and registered data was compared to show validity and accuracy of both simple methods (short Physical Activity Questionnaire and activity journal).

The study enclosed 102 test persons in the age between 19 to 60 years. Body composition and basal metabolic rate was measured with BIA and anthropometric measuring methods. A short physical activity questionnaire was completed by the volunteers and bodily movement was registered with an accelerometer and the data, which could not or not in total be collected from the accelerometer, could be amended by the activity journal, which the probands filled out themselves. From all this three data the TEE and PAL was calculated and the results examined in validity and accuracy. As well sitting – time during the week for men and women was calculated.

The average TEE of the test persons, obtained by the reference method, was 2308 kcal per day, PAL was 1.53 on average. But in comparison with other studies, the FAO/WHO advised a PAL of 1.7 or higher. The validation between the activity journal and the accelerometer data shows a middle correlation ( $Rho = 0.62$ ;  $P < 0,001$ ) for PAL. Validation for TEE offers a high correlation ( $Rho = 0.89$ ;  $P < 0,001$ ). For moderate and strenuous bodily movement validation between accelerometer data and short physical activity questionnaire the result was clearly inferior (moderate significant for TEE and not significant for PAL). The reason why was a revealing of underreporting by the probands. Additionally sitting – time during the week was calculated, whereas 33% of the volunteers reported a sitting – time over 6 hours per day.

The results of this study show that the activity journal is a good instrument to quantification physical activities of adults, but the short Physical Activity Questionnaire has too much measuring errors to provide objective evidences.

Finally a regression equation was created to calculate the TEE and PAL by means of the activity journal.

## 8 LITERATUR

ABU-OMAR, K.; RÜTTEN, A. (2008): Relation of leisure time, occupational, domestic and commuting physical activity to health indicators in Europe. *Preventive Medicine* 47, 319-323.

ACKERMANN – LIEBRICH, U.; GUTZWILLER, F.; KEIL, U.; KUNZE, M. (1986): Epidemiologie. Medication Verlagsges.m.b.H., Wien.

Actigraph GT1M/ActiTrainer and ActiLife Lifestyle Monitor Software – Users Manual. Actigraph, LLC. Version: August 2007.

Internet: <http://www.actigraph.com> (eingesehen am 18.März 2009).

AINSLIE, P. N.; REILLY, T.; WESTERTERP, K. R. (2003): Estimating energy expenditure. A review of techniques with particular reference to double labeled water. *Sports Medicine* 33, 683-698.

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

AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; WHITT, M. C.; IRWIN, M. L.; SWARTZ, A. M.; SRATH, S. J.; O'BRIEN, W. L.; BASSETT, D. R. Jr.; SCHMITZ, K. H.; EMPLAINCOURT, P. O.; JACOBS, D. R. Jr.; LEON, A. S. (2000): Compendium of Physical Activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32, 498-516.

ARVIDSON, D.; SLINDE, F.; HULTHON, L. (2005): Physical Activity Questionnaire for adolescents validated against doubly labeled water. *European Journal of Clinical Nutrition* 59, 376-383.

- BASSETT, D. R. (2000): Validity and reliability issues in objective monitoring of physical activity. *Research Quarterly* 71, 30-36.
- BAUMAN, A. E. (2004): Updating the evidence that physical activity is good for health: An epidemiological review 2000-2003. *Journal of Science and Medicine in Sport* 1, 6-19.
- BLACK, A. E., COWARD, W. A., COLE, T. S., PRENTICE, A. M. (1996). Human energy expenditure in affluent societies: analysis of 574 doubly labelled water measurements. *European Journal of Clinical Nutrition* 50, 72-92.
- BLAIR, S. N.; BOOTH, M.; GYARFAS, I.; IWANE, H.; MARTI, B.; MATSUDO, V.; MORROW, M. S.; NOAKES, T.; SHEPARD, R. (1996): Development of public policy and physical activity initiatives internationally. *Sports Medicine*, 157-163.
- BOON, R. M.; HAMKIN, M. J.; STEEL, G. D.; ROSS, J. J. (2008): Validation of the New Zealand Physical Activity Questionnaire (NZPAQ – LF) and the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ – LF) with Accerlometry. *British Journal of Sports Medicine*, published online
- BORTZ, J.; DÖRING, N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler*. Verlag Springer, Berlin.
- BOUTEN, C. V. C.; VERBOEKET van de VENNE, W. P. H. G.; WESTERTERP, K. R.; VERDUIN, M.; JANSSEN, J. D. (1996): Daily physical activity assesement: Comparison between movement registration and doubly labeled water. *Journal of Applied Physiology* 81, 1019-1026.
- BROSIUS, F. (2006): SPSS 14. Das mitp – Standardwerk. 1. Auflage mitp. REDLINE GMBH, Heidelberg.
- BUREMA, J.; VAN STAVEREN, W. A.; VAN DEN BRANDT, P. A. (1988): Validity and reproducibility. In: *Manual on Methodology for Food Consumption Studies* (Cameron, M. E.; van Staveren, W. A.; HRSG.). *Oxford University Press*, Oxford, New York, 171-181.

CARTER, J.; WILKINSON, D.; BLACKER, S.; RAYSON, M.; BILZON, J.; IZARD, R.; COWARD, A.; WRIGHT, A.; NEVILL, A.; RENNIE, K.; McCAFFREY, T.; LIVINGSTONE, B. (2008): An investigation of a novel three-dimensional activity monitor to predict free-living energy expenditure. *Journal of Sports Sciences* 26(6), 553-561.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. (1985): Physical activity exercise and physical fitness: Definitions and distinctions for health related research. *Public health reports* 100, 126-130.

COWARD, A. (1998): Contributions of the doubly labelled water method to studies of energy balance in the Third World. *American Journal of Clinical Nutrition* 68, 962-969.

CRAIG, C. L.; MARSHALL, A. L.; SJÖSTRÖM, M.; BAUMAN, A.; BOOTH, M. L.; AINSWORTH, B. E.; PRATT, M.; EKELUND, U.; YNGVE, A.; SALLIS, J. F.; OJA, P. (2003): International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35, 1381-1395.

CROUTER, S. E.; CHURILLA, J. R.; BASSETT, D. R. (2008): Accuracy of the Actiheart assessment of energy expenditure in adults. *European Journal of Clinical Nutrition* 6, 704-711.

DENG, H. B.; MACCLARFANE, D. J.; THOMAS, G. N.; LAO, X. O.; CHENG, K. K.; LAM, T. H. (2008): Reliability and validity of the IPAQ-Chinese: The Guangzhou Biobank Cohort Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 40, 303-307.

DUNCAN, J. S.; BADLAND, H. M.; SCHOFIELD, G. (2008): Combining GPS with heart rate monitoring to measure physical activity in children: A feasibility study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, article in press

EKELUND, U.; SEPP, H.; BRAGE, S.; BECKER, W.; JAKES, R.; HENNINGS, M.; WAREHAM, N. J. (2005): Criterion-related validity from the last 7-day short form of the International Physical activity Questionnaire in Swedish adults. *Public Health Nutrition* 9, 259-65.

ELMADFA, I.; LEITZMANN, C. (2004): Ernährung des Menschen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

ERLICHMAN, J.; KERBEY, A.; JAMES, P. (2001): Are current physical activity guidelines adequate to prevent unhealthy weight gain? A scientific appraisal for consideration by an Expert Panel of the International Obesity Task Force (IOTF). London, IOTF, 113.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006). Special Eurobarometer 246 / Wave 64.3 – TNS Opinion & Social.

FAO (2003): Food energy- methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. *FAO Food and Nutrition Paper No. 77*, Rome.

FAO/WHO/UNO (2001): Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNO Expert Consultation. Rome.

FREEDSON, P. S.; MILLER, K. (2000): Objective monitoring of physical activity using motion sensors and heart rate. *Research Quarterly* 71, 21-29.

Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – Short and Long Forms. November 2005.

Internet: <http://www.ipaq.ki.se/scoring.pdf> (eingesehen am 10.März 2009)

HAGSTRÖMER, M.; OJA, P.; SJÖSTRÖM, M. (2005): The international physical activity questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutrition* 9: 755-762

HASKELL, W. L.; KIERNAN, M. (2000): Methodologic issues in measuring physical activity and physical fitness when evaluating the role of dietary supplements for physically active people. *American Journal of Clinical Nutrition* 72, 541-550.

HASKELL, W. L.; LEE, I. M.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C. A.; HEATH, G. W.; THOMPSON, P. D.; BAUMAN, A. (2007): Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39, 1423-1434.

HENDELMAN, D.; MILLER, K.; BAGGETT, C.; DEBOLD, E.; FREEDSON, P. (2000): Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32, 442-449.

HENRY, C. J. (2005): Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutrition* 8, 1133-1152.

International vocabulary of basic and general terms in metrology (VIM). April 2004. Internet: <http://www.iat.es/simce/html/subidas/descarga> (eingesehen am 8.September 2009)

JACOBS, D. R.; AINSWORTH, B. E.; HARTMAN, T. J.; LEON, A. S. (1993): A simultaneous evaluation of 10 commonly used physical activity questionnaires. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25, 81-91.

JAMES, W. P. T.; SCHOFIELD, E. C. (1990): Human energy requirements. A manual for planners and nutritionists. *Oxford Medical Publications under arrangement with FAO*, Oxford, UK.

JANZ, K. F. (2002): Heart rate monitors to assess physical activity. In: Welk GJ (ed): Physical activity assessment for health-related research. Human Kinetics. Champaign, USA, 143-162.

KEIM, n. L.; BLANTON, C. A.; KRETCH, M. J. (2004): America`s obesity epidemic: Measuring physical activity to promote an active lifestyle. *Journal of the American Dietetic Association* 104, 1398-1409.

LAMONTE, M. J.; AINSWORTH, B. E. (2001): Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33, 370-378.

LaPORTE, R. E.; MONTOYE, H. J.; CASPERSEN, C. J. (1985): Assessment of physical activity in epidemiologic research: Problems and prospects. *Public health reports* 100, 1310-1346.

LEE, I. M.; SKERRETT, P. J. (2001): Physical activity and all-cause mortality: What is the dose response relation? *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33, 459-471.

- LEVINE, J. A. (2005): Measurement of energy expenditure. *Public Health Nutrition* 8(7A), 1123-1132.
- LI, R.; DEURENBERG, P.; HAUTVAST, J. G. A. J. (1993): A critical evaluation of heart rate monitoring to assess energy expenditure in individuals. *American Journal of Clinical Nutrition* 58, 602-607.-
- LIVINGSTONE, M. B.; ROBSON, P. J.; WALLACE, J. M.; MCKINLEY, M. C. (2003): How active are we? Levels of routine physical activity in children and adults. *Proceedings of the Nutrition Society* 62, 681-701.
- MACERA, C. A.; JHONES, D. A.; KIMSEY, C. D.; HAM, S.; PRATT, M. (2000): New directions in surveillance of physical activity among U.S. adults: A pilot study. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32, 260.
- MACFARLANE, D. J. (2001): Automated metabolic gas analysis systems: A review. *Sports Medicine* 31, 841-861.
- MATTHEWS, C. E. (2002): Techniques for physical activity assessment. In: Welk GJ (ed) *Physical activity assessment for health-related research*. Human Kinetics Publisher. Champaign, USA, 105-123.
- McKENZIE, T. L. (2002): Use of direct observation to assess physical activity. In: Wek GJ (ed) *Physical activity assessment for health-related research*. Human Kinetics. Champaign, USA, 179-195.
- MELANSON, E. L.; FREEDSON, P. S. (1996): Physical activity assessment: A review of methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36, 385-396.
- MONTOYE, H. J.; KEMPER, H. C. G.; SARRIS, W. H. M.; WASHBURN, R. A. (1996): *Measuring physical activity and energy expenditure*. Human Kinetics. Champaign, USA.
- NEILSON, H. K.; ROBSON, P. J.; FRIEDENREICH, C. M.; CSIZMADI, I. (2008): Estimating activity energy expenditure: how valid are physical activity questionnaires? *American Journal of Clinical Nutrition* 87, 279-291.

NELSON, M. (1991): The validation of dietary questionnaires. In: Design concepts in nutritional epidemiology (Margetts, B. M.; Nelson, M.; Hrsg.). *Oxford University Press*, Oxford, New York, 266-296.

NOACK, R. (1995): Energiehaushalt. In: Ernährungsmethoden (Biesalski, H.-K.; Fürst, P.; Kasper, H.; Kluthe, R.; Pöler, W.; Puchstein, C.; Stähelin, H.B.; Hrsg.). Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 19-29.

PATE, R. R. (1993): Physical activity assessment in children and adolescents. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 33, 321-326.

PEREIRA, M. A.; FITZGERALD, S. J.; GREGG, E. W.; JOSWIAK, M. L.; RYAN, W. J.; SUMINSKI, R. R.; UTTER, A. C.; ZMUDA, J. M. (1997): A collection of physical activity questionnaires for health-related research. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29, 1-203.

PUTZ, P. (2009): Quantifizierung der körperlichen Aktivität bei österreichischen Erwachsenen. *Dissertation zur Studie ÖSES pal07*.

RANGUL, U.; HOLMEN, T. L.; KURTZE, N.; CUYPERS, K.; MIDTHJELL, K. (2008): Reliability and validity of two frequently used self – administered physical activity questionnaires in adolescents. *BioMed Central*, 8-47.

RENNIE, K. L.; WAREHAM, N. J. (1998): The validation of physical activity instruments for measuring energy expenditure: Problems and pitfalls. *Public Health Nutrition* 1, 265-271.

RIDLEY, K. (2005): The multimedia activity recall for children and adolescents. Development and Validation. PhD thesis. University of South Australia, *School of Health Sciences*, 60-67.

ROONEY, B.; SMALLEY, K.; LARSON, J.; HAVENS, S. (2003): Is knowing enough? Increasing physical activity by wearing a pedometer. *Wisconsin Medical Journal* 4, 31-36.

RÜTTEN, A.; ABU-OMAR, K. (2003): Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Körperliche Aktivität. Berlin: Robert-Koch-Institut.

RÜTTEN, A.; ABU-OMAR, K. (2004). Prevalence of physical activity in the European Union. *Soc Prevmed*, 49: 281-289.

RÜTTEN, A.; ZIEMAINZ, H.; SCHENA, F.; STAHL, T.; STIGGELBOUT, M.; VANDEN AUWEELE, Y.; VUILLEMIN, A.; WELSHMAN, J. (2003a): Using different physical activity measurements in eight European countries. Results of the European Physical Activity Surveillance System (EUPASS) time series survey. *Public Health Nutrition* 6, 371-376.

RÜTTEN, A.; VUILLEMIN, A.; OOIJENDIJK, W. T. M.; SCHENA, F.; SJÖSTRÖM, M.; STAHL, T.; VANDEN AUWEELE, Y.; VUILLEMIN, A.; WELSHMAN, J.; ZIEMAINZ, H. (2003b): Physical activity monitoring in Europe. The European Physical Activity Surveillance System (EUPASS) approach and indicator testing. *Public Health Nutrition* 6, 377-384.

SALLIS, J. F.; SAELENS, B. E. (2000): Assessment of physical activity by self-reports: Status limitations and future directions. *Research Quarterly* 71, 1-14.

SCHOELLER, D. A.; RACETTE, S. B. (1990): A review of field techniques for the assessment of energy expenditure. *Journal of Nutrition* 120, 1492-1495.

SHEPARD, R. J. (2003): Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires: Review. *British Journal of sports medicine* 37, 197-206.

SJÖSTRÖM, M.; AINSWORTH, B.; BAUMAN, A.; BULL, F.C.L.; CRAIG, C.; SALLIS, J. (2005): Scoring protocol for short and long version of IPAQ.

Internet: <http://www.ipaq.ki.si>, (eingesehen am 24. April 2009)

SJÖSTRÖM, M.; OJA, P.; HAGSTRÖMER, M.; SMITH, B.J.; BAUMAN, A. (2006): Health-enhancing physical activity across European countries. The Eurobarometer study. *Journal of Public Health* 14: 291-300.

SPEAKMAN, J. R. (1998): The history and theory of the doubly labeled water technique. *American Journal of Clinical Nutrition* 68, 932-938.

SUMINSKI, R. R.; FRITZSINGER, J.; LECK, T.; HYDER, M. M. (2008): Observing physical activity in suburbs. *Health place* 14, 894-899.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (1996): Physical activity and health: A report of the Surgeon General. Centers of Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Control and Prevention. Atlanta, GA

VALANOU, E. M.; BAMIA, C.; TRICHOPOULOU, A. (2006): Methodology of physical-activity and energy-expenditure assesment: A review. *Journal of Public Health* 14, 58-65.

VUORI, I.; OJA, P.; STAHL, T. (1996): Promotion of health-enhancing physical activity. A preparatory european meeting. Tampere, Finland: UKK Institute.

WEBB, P. (1980): The measurement of energy exchange in man: An analysis. *American Journal of Clinical Nutrition* 33, 1299-1310.

WELK, G. J. (2002): Use of the accelerometry-based activity monitors to assess physical activity. In: Welk GJ (ed): Physical activity assesment for health-related research. Human Kinetics. Champaign, USA, 125-142.

WELK, G. J.; BLAIR, S. N.; WOOD, K.; JONES, S.; THOMPSON, R. W. (2000): A comparative evaluation of three accelerometry-based physical activity monitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32, 489-497.

WHO (1985): Energy and protein requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. *WHO Technical Report series No. 724*, Geneva.

WHO/FAO (2002): Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Draft 28 March 2002, Geneva.

WILLETT, W. C. (1990): Nutritional Epidemiology. *Oxford University Press*, New York, Oxford.

WOOD, T. M. (2000): Issues and future directions in assessing physical activity: An introduction to the conference proceedings. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71 (Suppl. 2), II – VI.



## **9 ANHANG**

### **ANHANG I**

*Kurzer Physical Activity Questionnaire* *ii*

*7 Tage Aktivitäts – Protokoll* *iii*

### **ANHANG II**

*Lebenslauf* *xi*

## Kurzer Physical Activity Questionnaire

Ziel dieses Fragebogens ist es, Art und Umfang Ihrer körperlichen Aktivität im alltäglichen Leben zu erfassen.

Denken Sie an eine **typische Woche innerhalb der letzten drei Monate** und versuchen Sie, die Fragen so genau wie möglich zu beantworten. Kreuzen Sie dazu die Anzahl der Tage pro Woche an und geben Sie die jeweilige Dauer der Aktivität in Stunden und Minuten pro Tag an.

Zur Erklärung:

- **Leichte körperliche Aktivitäten** sind Tätigkeiten, bei denen Sie nicht heftiger atmen als normal. Bsp.: Sitzen, Stehen, Autofahren, langsames Gehen, leichte Hausarbeit wie Bügeln, Abwaschen, Kochen, Staubwischen.
- **Moderate körperliche Aktivitäten** sind Tätigkeiten, bei denen Sie ein wenig stärker atmen als normal. Bsp.: Hausarbeiten wie Staubsaugen, Bodenaufwischen, Fensterputzen, Gartenarbeit, moderates Gehen, Gymnastik, Tanzen, moderates Laufen/Joggen und Radfahren.
- **Anstrengende körperliche Aktivitäten** sind Tätigkeiten, bei denen Sie deutlich stärker atmen als normal. Bsp.: sportliches Laufen und Radfahren, Schwimmen, Ballsport, Tennis, Wandern, Klettern, In-Line Skating, Squash.

Aktivität	Wie viele Tage pro Woche							Durchschnittliche Dauer pro Tag		
	0	1	2	3	4	5	6	7	Stunden	Minuten
Leichte körperliche Aktivitäten										
Moderate körperliche Aktivitäten										
Anstrengende körperliche Aktivitäten										

Durchschnittliche tägliche Sitzdauer im Rahmen der Arbeit (inklusive Wegstrecken von/zur Arbeit): \_\_\_\_\_ Stunden.

Durchschnittliche tägliche Sitzdauer an freien Tagen: \_\_\_\_\_ Stunden.

Durchschnittliche tägliche Sitzdauer nach der Arbeit: \_\_\_\_\_ Stunden.

Durchschnittliche tägliche Schlafdauer: \_\_\_\_\_ Stunden.

### Angaben zur Person:

Alter: \_\_\_\_\_ Jahre

Geschlecht: m  w

Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm

Körpergewicht: \_\_\_\_\_ kg

Berufliche Tätigkeit: \_\_\_\_\_

ID \_\_\_\_\_

### 7 Tage Aktivitäts-Protokoll

Ziel dieses Aktivitätsprotokolls ist es, Art und Umfang Ihrer körperlichen Aktivität im alltäglichen Leben zu erfassen.

1. Tragen Sie die Dauer Ihrer verschiedenen körperlichen Aktivitäten des ganzen Tages (von 00.00 Uhr bis 24.00 Uhr) in die entsprechenden Zeilen der Tabellen ein.
2. Falls eine Ihrer Aktivitäten nicht aufgeführt sein sollte, bitte einfach in die dafür vorgesehenen leeren Zeilen eintragen.
3. Besonders wichtig ist es, dass Sie auch die reine Netto-Belastungszeit OHNE Pausen eintragen. D.h. in die zwei linken Spalten („Dauer der Aktivität“) tragen Sie bitte die Gesamtdauer der jeweiligen Aktivität ein (z.B. 2 Stunden im Schwimmbad); in die beiden rechten Spalten („Davon Netto-Belastungszeit“) tragen Sie nur die reine Schwimmzeit ein.
4. Bitte beachten Sie, dass der Tag 24 Stunden hat!

**BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!**

Tag 1

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen				
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

ID: \_\_\_\_\_

BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!

Tag 2

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballspiel				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

**BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!**

Tag 3

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen				
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

**BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!**

**Tag 4**

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

**BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!**

Tag 5

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

**BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!**

Tag 6

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballspiel				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

**BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!**

Tag 7

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen				
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

War diese Woche eine für Sie typische Woche? ja  nein

**Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!**



## CURRICULUM VITAE

**Persönliche Daten:**

Jasmin Schröckenfuchs

Geboren am 17. Mai 1979 in Lilienfeld

Wohnhaft in Wien

E – Mail: [j.schroeckenfuchs@gmx.at](mailto:j.schroeckenfuchs@gmx.at)

**Ausbildung:**

Bundesbildungsanstalt für Kindergartenpädagogik

1993 – 1998 mit abgeschlossener Reifeprüfung

Seit WS 2002 Studium der

Ernährungswissenschaften an der Universität

Wien

**Berufliche Tätigkeiten:**

September 1998 bis September 2002

Kinderbetreuung bei Familie Fries, Kaumberg

Niederösterreich

Oktober 2002 bis Juni 2005 geringfügig

beschäftigter Call – Center – Agent bei Schütz

Marketing Services, 1180 Wien

Seit September 2005 Ladnerin bei „Der Mann“ –

GmbH, 1230 Wien

**Praktika:**

Juli und August 2006 in der Produktion der Firma

„Der Mann“ – GmbH, 1230 Wien

September 2007 in der Produktion der Firma

Labonca – Biohof, 8291 Burgau

**Besondere Kenntnisse:** EDV (Windows Office, SPSS, Internetnutzung)  
Sprachen (Englisch nach Schulkenntnissen)