

Anja Leimbrock

Bestimmende Faktoren von Veränderungen im Ruheenergieumsatz älterer Menschen im Verlauf des Alters

Eine Untersuchung im Rahmen der Gießener
Senioren Langzeitstudie

Institut für Ernährungswissenschaften

Justus-Liebig-Universität Gießen

**Bestimmende Faktoren von Veränderungen im
Ruheenergieumsatz älterer Menschen im Verlauf des Alterns**

Eine Untersuchung im Rahmen der Gießener Senioren Langzeitstudie

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. oec. troph.)

im Fachbereich Agrarwissenschaften,

Ökotrophologie und Umweltmanagement

Anja Leimbrock

Gießen, 2017

Dissertation im Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen

April 2017

Prüfungskommission

Vorsitzender: Prof. Dr. B. Honermeier
1. Gutachterin: Prof. Dr. M. Neuhäuser-Berthold
2. Gutachter: Prof. Dr. M. Krawinkel
Prüfer: Prof. Dr. G. P. Eckert
Prüfer: Prof. Dr. S. Schubert

Berichte aus der Ernährungswissenschaft

Anja Leimbrock

**Bestimmende Faktoren von Veränderungen
im Ruheenergieumsatz älterer Menschen
im Verlauf des Alterns**

Eine Untersuchung im Rahmen
der Gießener Senioren Langzeitstudie

D 26 (Diss. Universität Giessen)

Shaker Verlag
Aachen 2018

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zagl.: Giessen, Univ., Diss., 2017

Copyright Shaker Verlag 2018

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5778-2

ISSN 0945-0734

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht	4
2.1 Veränderungen des Ruheenergieumsatzes im Verlauf des Alterns	4
2.1.1 Querschnittstudien mit jungen und älteren Probanden im Vergleich	4
2.1.2 Längsschnittstudien	6
2.2 Determinanten des Ruheenergieumsatzes im Verlauf des Alterns	8
2.2.1 Anthropometrie	8
2.2.2 Körperzusammensetzung	10
2.2.3 Weitere potentielle Determinanten	12
2.2.3.1 Erkrankungen	12
2.2.3.2 Rauchen	13
2.2.4 Zusammenfassung zu den Determinanten des Ruheenergieumsatzes	14
3 Fragestellung	16
4 Methoden	17
4.1 Gießener Senioren Langzeitstudie	17
4.2 Probanden	17
4.3 Untersuchungsmethoden	20
4.3.1 Ruheenergieumsatz	20
4.3.2 Anthropometrie	21
4.3.3 Körperzusammensetzung	22
4.3.4 Fragebogen	23
4.3.5 Drei-Tage-Schätzprotokoll	24
4.4 Statistische Auswertung	24
4.4.1 Quer- sowie Längsschnittuntersuchung mit einem Follow-up nach zehn Jahren	24
4.4.2 Längsschnittuntersuchung mit wiederholten Follow-ups	25

5	Ergebnisse	28
5.1	Zuordnung der Probanden zu den Teilkollektiven	28
5.2	Querschnittuntersuchung – Charakteristika anhand der Basiserhebung	29
5.2.1	Alter	29
5.2.2	Ruheenergieumsatz	30
5.2.3	Anthropometrie	30
5.2.4	Körperzusammensetzung	31
5.2.5	Energiezufuhr	32
5.2.6	Körperliche Aktivität	33
5.2.7	Erkrankungen	34
5.2.8	Rauchverhalten	36
5.3	Längsschnittuntersuchung – Veränderungen der Parameter über eine Dekade	37
5.3.1	Ruheenergieumsatz	37
5.3.2	Anthropometrie	37
5.3.3	Körperzusammensetzung	38
5.3.4	Körperliche Aktivität	40
5.3.5	Erkrankungen	41
5.3.6	Rauchverhalten	42
5.4	Längsschnittuntersuchung – Zusammenhänge zwischen den Veränderungen im Ruheenergieumsatz und ausgewählten Parametern	42
5.4.1	Beschreibung der Follow-up-Daten des Ruheenergieumsatzes	43
5.4.2	Alter als Determinante des Ruheenergieumsatzes	44
5.4.3	Anthropometrische Parameter als Determinanten des Ruheenergieumsatzes	47
5.4.3.1	Körpermasse	47
5.4.3.2	Taillenumfang	47
5.4.4	Parameter der Körperzusammensetzung als Determinanten des Ruheenergieumsatzes	48
5.4.4.1	Fettfreie Masse	48
5.4.4.2	Fettmasse	50
5.4.5	Anzahl Erkrankungen als Determinante des Ruheenergieumsatzes	50
5.5	Sensitivitätsanalyse der Längsschnittuntersuchungen	51
5.6	Zusammenfassung der Ergebnisse	55
5.6.1	Querschnittuntersuchung – Charakteristika zur Basiserhebung	55

5.6.2	Längsschnittuntersuchung – Veränderungen der Parameter über eine Dekade	56
5.6.3	Längsschnittuntersuchung – Zusammenhänge zwischen den Veränderungen im Ruheenergieumsatz und ausgewählten Parametern	57
6	Diskussion	61
6.1	Zusammenhänge zwischen dem Ruheenergieumsatz und ausgewählten Parametern .	61
6.1.1	Alter	61
6.1.2	Anthropometrie.....	66
6.1.2.1	Körpermasse	66
6.1.2.2	Taillenumfang.....	68
6.1.3	Körperzusammensetzung.....	69
6.1.3.1	Fettfreie Masse	69
6.1.3.2	Fettmasse	71
6.1.4	Erkrankungen.....	73
6.1.5	Geschlecht.....	77
6.2	Weitere im Zusammenhang mit dem Ruheenergieumsatz diskutierte Parameter.....	79
6.2.1	Rauchverhalten	79
6.2.2	Energiezufuhr	80
6.2.3	Körperliche Aktivität.....	81
6.3	Methoden.....	82
6.3.1	Einteilung der Teilkollektive	83
6.3.2	Validität der Längsschnittdaten des Ruheenergieumsatzes	84
6.3.3	Statistik	85
6.3.4	Vergleich des Kollektivs mit der Durchschnittsbevölkerung.....	86
7	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	89
8	Zusammenfassung.....	94
9	Summary.....	97
10	Literaturverzeichnis.....	100
11	Anhang.....	122

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1:	Anzahl der Probanden der jeweiligen Erhebungsintervalle	19
Tabelle 4.2:	Probandenanteil von Basiserhebung und zehnjährigem Follow-up ausgewählter Untersuchungsmethoden (abs. (%))	19
Tabelle 5.1:	Aufteilung der Probanden in die Teilkollektive (abs. (%))	28
Tabelle 5.2:	Probandenübersicht zur Längsschnittuntersuchung mit wiederholtem Follow-up (abs. (% Probanden bezogen auf den REU an t_0))	29
Tabelle 5.3:	Alter (Jahre) zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	29
Tabelle 5.4:	Ruheenergieumsatz (kJ/d) zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	30
Tabelle 5.5:	Körpermasse, Body Mass Index und Taillenumfang zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	31
Tabelle 5.6:	Körperzusammensetzung zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	32
Tabelle 5.7:	Energiezufuhr zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	33
Tabelle 5.8:	Körperliche Aktivität zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	34
Tabelle 5.9:	Veränderungen des Ruheenergieumsatzes (kJ/d) über eine Dekade, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	37
Tabelle 5.10:	Veränderungen von Körpermasse und Taillenumfang über eine Dekade, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	38
Tabelle 5.11:	Veränderungen der Körperzusammensetzung über eine Dekade, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	39
Tabelle 5.12:	Veränderungen von körperlicher Aktivität über eine Dekade, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	40
Tabelle 5.13:	Ruheenergieumsatz zu den Messzeitpunkten t_0 bis t_5 , eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	44
Tabelle 5.14:	Alter als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d), eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient \pm Standardfehler)	46
Tabelle 5.15:	Körpermasse als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d), eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient \pm Standardfehler)	47

Tabelle 5.16:	Taillenumfang als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d), eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient ± Standardfehler).....	48
Tabelle 5.17:	Fettfreie Masse als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d), eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient ± Standardfehler).....	49
Tabelle 5.18:	Fettmasse als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d), eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient ± Standardfehler).....	50
Tabelle 5.19:	Anzahl an Erkrankungen als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d), eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient ± Standardfehler).....	51
Tabelle 5.20:	Anzahl Probanden ohne fehlende Werte, eingeteilt in Teilkollektive (abs. (% Anteil Frauen/Männer/Gesamt)).....	52
Tabelle 5.21:	Fettfreie Masse als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d) der Teilkollektive ohne fehlende Werte, eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient ± Standardfehler).....	54
Tabelle 5.22:	Anzahl Probanden ohne Raucher, hypo- und hyperthyreote Probanden oder fehlende Angaben hierzu, eingeteilt in Teilkollektive (abs. (% Anteil Frauen/Männer/Gesamt)).....	54
Tabelle 5.23:	Fettfreie Masse als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d) der Teilkollektive ohne Raucher, hypo- und hyperthyreote Probanden oder fehlende Angaben hierzu, eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient ± Standardfehler).....	55
Tabelle 5.24:	Zusammenfassung der linearen gemischten Modelle mit unterschiedlichen Prädiktoren des Ruheenergieumsatzes.....	59
Tabelle 11.1:	Überprüfung des O ₂ -Verbrauchs und der CO ₂ -Produktion der Jahre 2000 und 2010 anhand des Variationskoeffizienten (%) (Median / Mittelwert).....	122
Tabelle 11.2:	Normalverteilung mit dem Shapiro-Wilk Test zur Basiserhebung und für die Veränderungen über zehn Jahre der Frauen, eingeteilt in Teilkollektive (p-Werte).....	123
Tabelle 11.3:	Normalverteilung mit dem Shapiro-Wilk Test zur Basiserhebung und für die Veränderungen über zehn Jahre der Männer, eingeteilt in Teilkollektive (p-Werte).....	124
Tabelle 11.4:	Levene-Test zur Homogenität der Varianzen zur Basiserhebung und für die Veränderungen über zehn Jahre der Frauen und Männer, eingeteilt in Teilkollektive (p-Werte).....	125
Tabelle 11.5:	Körpergröße zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile).....	125

Tabelle 11.6:	Veränderungen von Körpergröße, Body Mass Index und Energiezufuhr über eine Dekade, eingeteilt in Teilkollektive (Median, 5 – 95er Perzentile)	126
Tabelle 11.7:	Längsschnitt - Alter und Geschlecht als Prädiktoren des Ruheenergieumsatzes im Gesamtkollektiv (kJ/d) (geschätzte Regressionskoeffizient \pm Standardfehler)	129
Tabelle 11.8	Längsschnitt - Alter als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d) adjustiert um Geschlecht und Body Mass Index, eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient \pm Standardfehler).....	130
Tabelle 11.9:	Längsschnitt - Taillenumfang als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d) adjustiert um Geschlecht, Alter und Body Mass Index, eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient \pm Standardfehler)	130
Tabelle 11.10:	Längsschnitt - Body Mass Index als Prädiktor des Ruheenergieumsatzes (kJ/d), eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient \pm Standardfehler)	131
Tabelle 11.11:	Längsschnitt - Fettmasse als Prädiktor des REU (kJ/d) adjustiert um Geschlecht, Alter und fettfreie Masse, eingeteilt in Teilkollektive (geschätzte Regressionskoeffizient \pm Standardfehler)	131
Tabelle 11.12:	Vergleich von Geschlecht und Bildungshintergrund des GISELA-Kollektivs mit den Daten des Zensus 2011, eingeteilt nach Geschlecht (Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hg.) 2014)	132
Tabelle 11.13:	Vergleich von anthropometrischen Daten des GISELA-Kollektivs mit den Daten der NVSII, eingeteilt nach Geschlecht und Alter (Max Rubner- Institut (Hg.) 2008a).....	132
Tabelle 11.14:	Vergleich des Auftretens ausgewählter Erkrankungen im GISELA-Kollektiv mit der DEGS1, eingeteilt nach Geschlecht und Alter (Göbwald et al. 2013; Heidemann et al. 2013; Neuhauser et al. 2013)	133
Tabelle 11.15:	Vergleich des Auftretens ausgewählter Erkrankungen im GISELA-Kollektiv mit der DEGS1, eingeteilt nach Alter und Geschlecht (Scheidt- Nave et al. 2013; Fuchs et al. 2013)	133
Tabelle 11.16:	Literaturübersicht zum Ruheenergieumsatz mit einem Vergleich von jungen und älteren Probanden (Querschnitt).....	134
Tabelle 11.17:	Literaturübersicht zum Ruheenergieumsatz im Altersverlauf bei älteren Probanden (Längsschnitt).....	136
Tabelle 11.18:	Literaturübersicht zu anthropometrischen Parametern im Altersverlauf bei älteren Probanden (Längsschnitt).....	138
Tabelle 11.19:	Literaturübersicht zur Körperzusammensetzung im Altersverlauf bei älteren Probanden (Längsschnitt).....	141

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1: Zusammenstellung des Kollektivs	18
Abbildung 5.1: Probanden mit Anzahl diagnostizierter Erkrankungen bis zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive	35
Abbildung 5.2: Ausgewählte diagnostizierte Erkrankungen bis zur Basiserhebung, eingeteilt in Teilkollektive	36
Abbildung 5.3: Probanden mit Anzahl neu diagnostizierter Erkrankungen im Verlauf einer Dekade, eingeteilt in Teilkollektive	41
Abbildung 5.4: Ausgewählte neu diagnostizierte Erkrankungen im Verlauf einer Dekade, eingeteilt in Teilkollektive	42
Abbildung 5.5: Verlauf des Ruheenergieumsatzes über zehn Jahre, (a) mit und (b) ohne Probanden mit fehlenden Werten ($t_0 - t_5$), eingeteilt in Teilkollektive	53
Abbildung 11.1: Verlauf der Körpermasse über zehn Jahre ($t_0 - t_5$), eingeteilt in Teilkollektive	127
Abbildung 11.2: Verlauf des Body Mass Index über zehn Jahre ($t_0 - t_5$), eingeteilt in Teilkollektive	127
Abbildung 11.3: Verlauf des Taillenumfangs über zehn Jahre ($t_0 - t_5$), eingeteilt in Teilkollektive	128
Abbildung 11.4: Verlauf der fettfreien Masse (kg) über zehn Jahre ($t_0 - t_5$), eingeteilt in Teilkollektive	128
Abbildung 11.5: Verlauf der Fettmasse (kg) über zehn Jahre ($t_0 - t_5$), eingeteilt in Teilkollektive	129

Abkürzungsverzeichnis

A	Probanden mit einer Abnahme des REU über zehn Jahre (Teilkollektiv)
abs.	Absolute Werte
AU, EA	Aktivitätsumsatz, Energy expenditure of Activity
BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
BLSA	Baltimore Longitudinal Study of Aging
BMI	Body Mass Index
CRP	C-reaktives Protein
D-A-CH	Deutschland-Österreich-Schweiz
DEGS1	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland – Welle 1
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DXA	Dual-energy X-ray Absorptiometry
EFSA	European Food Safety Authority
F	Frauen
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FFM	Fettfreie Masse, Fat-Free Mass
FM	Fettmasse, Fat Mass
G	Geschlecht
GISELA	Gießener Senioren Langzeitstudie
J.	Jahre
k. T.	Keine Teilnahme an dem Messzeitpunkt
M	Männer
MRT	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
n	Stichprobengröße
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
ÖGE	Österreichische Gesellschaft für Ernährung
PAL	Physical Activity Level
R	Resistenz
REML	Restricted Maximum Likelihood
REU, REE	Ruheenergieumsatz, Resting Energy Expenditure
REU _T	Ruheenergieumsatz der Teilkollektive Z, S oder A
S	Probanden mit einem stabilen REU über zehn Jahre (Teilkollektiv)

SGE	Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung
SVE	Schweizerische Vereinigung für Ernährung
VCO ₂	Kohlendioxidproduktion
VO ₂	Sauerstoffverbrauch
WHO	World Health Organization
WHR	Waist-to-Hip Ratio
Xc	Reaktanz
Z	Probanden mit einer Zunahme des REU über zehn Jahre (Teilkollektiv)
β	Steigung