

Kalorimetrie – Praktisches zur Einschätzung des Energiebedarfes

Dr. rer. nat. Luzia Valentini

Med. Klinik Gastroenterologie und
Hepatologie, CCM
Sektion Ernährungsmedizin

Charité-Universitätsmedizin Berlin

Gliederung

- **Formeln**
- **Faustregeln**
- **Zusätzliche Faktoren**

Formeln zur Abschätzung des Grundumsatzes

- ca. 200 Formeln veröffentlicht
- **die in der klinischen Ernährung relevantesten:**
 - **Harris Benedict (HB), 1919**
 - **Mifflin St Jeor, 1990**
 - **Müller, 2004**

Harris & Benedict (HB), 1919

Harris JA, Benedict FG, Carnegie Institute of Washington 212:1111-22:542-552

Grundumsatz bei Frauen (kcal/Tag):

$655,1 + (9,6 \times \text{Körpergewicht [kg]}) + (1,85 \times \text{Körpergröße [cm]}) - (4,68 \times \text{Alter [Jahre]})$

Grundumsatz bei Männern (kcal/Tag):

$66,47 + (13,75 \times \text{Körpergewicht [kg]}) + (5 \times \text{Körpergröße [cm]}) - (6,76 \times \text{Alter [Jahre]})$

plus

- gut validiert
- validiert bis zum 90. Lebensjahr
- für deutsche Bevölkerung akzeptable Schätzung in allen BMI Bereichen.

minus

- kleine Grundpopulation
- systematische Überschätzung bei Frauen von ca. 5%
- Grundpopulation war normalgewichtig

Mifflin St Jeor, 1990

Mifflin MD et al, AJCN 1990. 51:241-247

Grundumsatz bei Frauen (kcal/Tag):

$(10 \times \text{Körpergewicht [kg]}) + (6,25 \times \text{Körpergröße [cm]}) - (5 \times \text{Alter [Jahre]}) - 161$

Grundumsatz bei Männern (kcal/Tag):

$(10 \times \text{Körpergewicht [kg]}) + (6,25 \times \text{Körpergröße [cm]}) - (5 \times \text{Alter [Jahre]}) + 5$

plus

- größeres Studienkollektiv (n = 498)
- ca. 25% der Population war adipös

minus

- bei Älteren nicht ausreichend validiert
- nicht bei deutschen adipösen Personen evaluiert

Müller, 2004

Müller et al, AJCN 1990. 51:241-247

Wenn BMI: $\leq 18,5 \text{ kg/m}^2$

Grundumsatz (MJ/Tag): $(0,07122 \text{ Körpergewicht [kg]}) - (0,02149 \text{ Alter [Jahre]}) + 0,82$
(Geschlecht [0 = Frau; 1 = Mann]) + 0,731

Wenn BMI: $> 18,5 \text{ bis } 25 \text{ kg/m}^2$

Grundumsatz (MJ/Tag): $(0,02219 \text{ Körpergewicht [kg]}) + 0,02118 \times \text{Körpergröße [cm]}$
+ 0,884 (Geschlecht [0 = Frau; 1 = Mann]) - 0,01191 Alter [Jahre] + 1,233

Wenn BMI: $>25 \text{ bis } <30 \text{ kg/m}^2$

Grundumsatz (MJ/Tag): $(0,04507 \text{ Körpergewicht [kg]}) + 1,006$ (Geschlecht [0 = Frau; 1 = Mann]) - 0,01553 Alter [Jahre] + 3,407

Wenn BMI: $\geq 30 \text{ kg/m}^2$

Grundumsatz (MJ/Tag): $(0,05 \text{ Körpergewicht [kg]}) + 1,103$ (Geschlecht [0 = Frau; 1 = Mann]) - 0,01586 Alter [Jahre] + 2,924

plus

- BMI adaptierte Erfassung
- deutsche Grundpopulation

minus

- aufwändig
- mangelnde Validierung bei Erkrankten

Schätzformeln - Genauigkeit

EFSA, RDV for energy, EFSA Journal 2013. 11(1):3005

in Relation zur indirekte Kalorimetrie in der GISELA* Studie

Frauen (n=386)	Genauigkeit $\pm 10\%$
Harris & Benedict, 1919	67%
Mifflin St Jeor, 2000	33%
Müller, 2004	74%

* Gießener Senioren Langzeitstudie, Alter 61-96 J, BMI 15.9 – 43.6

Schätzformeln - Zusammenfassung

- ✓ Entwicklung bei gesunden Populationen → Vorteil der breiten Anwendbarkeit bei erkrankten Kollektiven.
- ✓ arbeitsintensiv
- ✓ in der Praxis nur Akzeptanz bei automatisierter Berechnung (Integration in KH-Software)
- ✓ Harris Benedict Formel (1919) und Formel nach Müller können bei deutschen Patienten verwendet werden.

Gliederung

- **Formeln**
- **Faustregeln**
- **Zusätzliche Faktoren**

FAUSTREGEL

- üblichste Art der Energiebedarfsschätzung
- Angabe der kcal pro kg Körpergewicht zu leichterem *bed-side* Berechnung des Energiebedarfs

zum Beispiel

20 - 25 kcal / kgKG / d

25 - 30 kcal / kgKG / d

Faustregeln unterscheiden sich in Publikationen

Faustregeln funktionieren (?)

**Cheng CH et al 2002; 21(2):165-72*

ITS-Patienten

Leitlinienempfehlungen:	25	kcal/kgKG/Tag
Gemessener Grundumsatz:	24,5 ± 8.6	kcal/kgKG/Tag*

Faustregeln sind genau (?)

**Cheng CH et al. Clin Nutrition 2002; 21(2):165-72*

*** Barak N et al. Nutrition 2002; 26:231-8*

ITS Patienten:

Leitlinienempfehlungen:	25	kcal/kgKG/Tag
Gemessener Grundumsatz:	24,5 ± 8.6	kcal/kgKG/Tag*

Hohe Standardabweichung!

Tatsächliche Werte liegen zwischen 10 kcal/kgKG/d und 50 kcal/kgKG/d**

BASAROTs = BMR-Faktoren

Valentini Nutrition 2012. 28:773-778

BMI

Age

Sex

Aadjusted

Rule

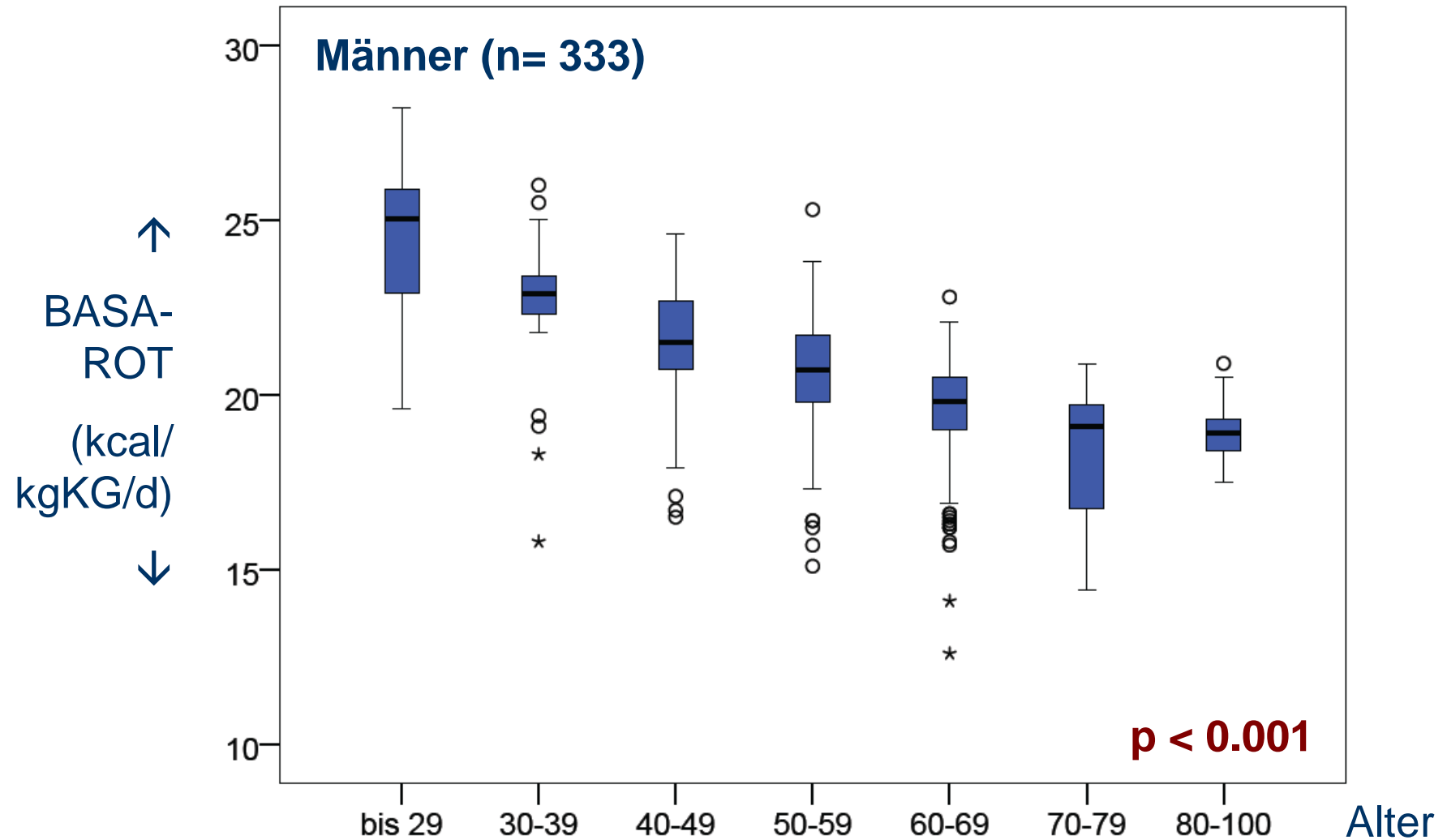
Of

Thumbs

erstellt anhand:

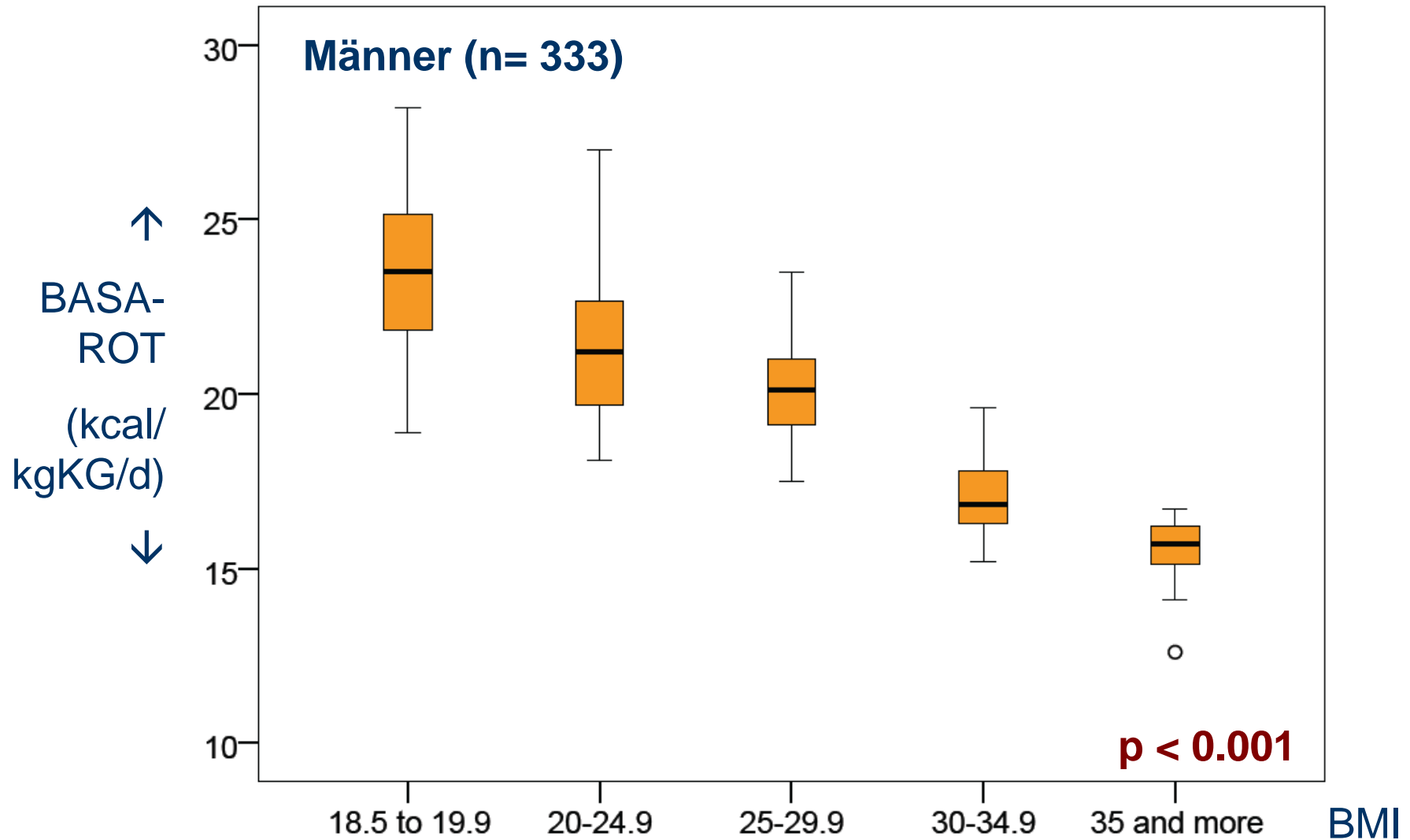
- Grunddaten von 676 Patienten.
- Korrektur der Überschätzung bei adipösen durch Verwendung eines korrigierten Gewicht ab einem BMI von 30 kg/m²
- Grundumsatzberechnung nach Harris Benedict
- Korrektur des systematischen Fehlers bei Frauen (Grundumsatz minus 5%)
- Division durch aktuelles Körpergewicht.
- = BASAROT = arithmetisch-hypothetisches Konzept für eine einfache und semi-individualisierte Schätzung des Grundumsatzes.

Alter

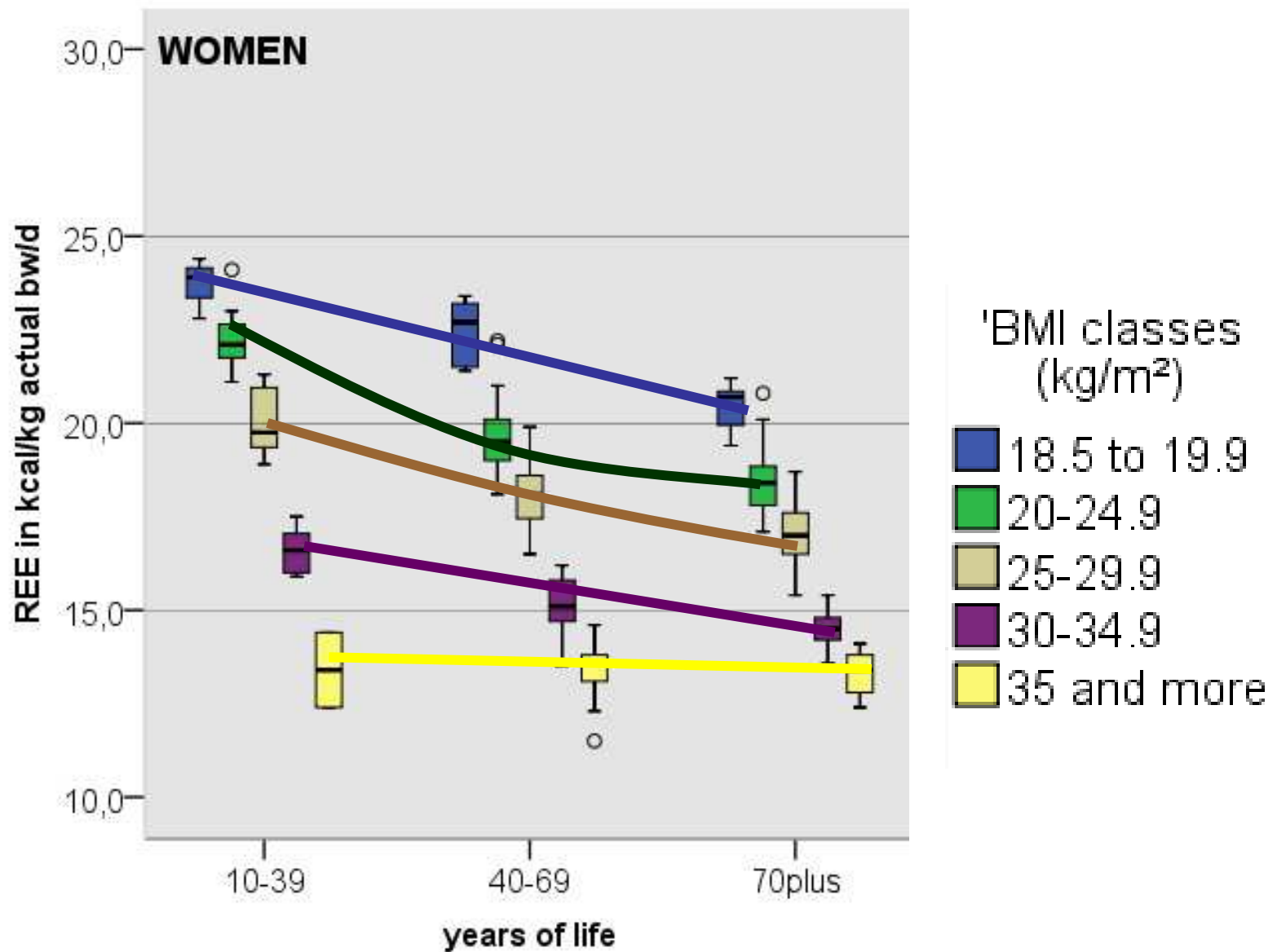


BASAROT nimmt mit steigendem Alter ab

BMI



BASAROT nimmt mit steigendem BMI ab



Signifikante Abhängigkeit von Alter und BMI

BASAROTs = BMR-Faktoren

Ohlrich, Valentini, pp 28-37

in: Ernährungsmedizin, Ernährungsmanagement, Ernährungstherapie, 2013

BMR-Faktoren für Frauen kcal/kgKG (n= 343)

BMI (kg/m ²) →	16,5-	18,5	20-	25-	30-	>
Alter (Jahre) ↓	18,4	19,9	24,9	29,9	34,9*	35,0
18–29	26,2	23,7	22,6	20,2	16,4	14,3
30–39	25,2	23,6	21,8	19,2	16,0	14,3
40–49	24,3	22,9	21,2	18,7	16,0	14,1
50–59	23,3	21,8	19,8	18,4	15,5	13,3
60–69	22,4	21,5	19,2	17,8	14,8	13,2
70–79	21,6	20,8	18,8	17,2	14,5	13,3
80–100	20,5	20,1	18,2	16,8	14,5	12,4

BASAROTs = BMR-Faktoren

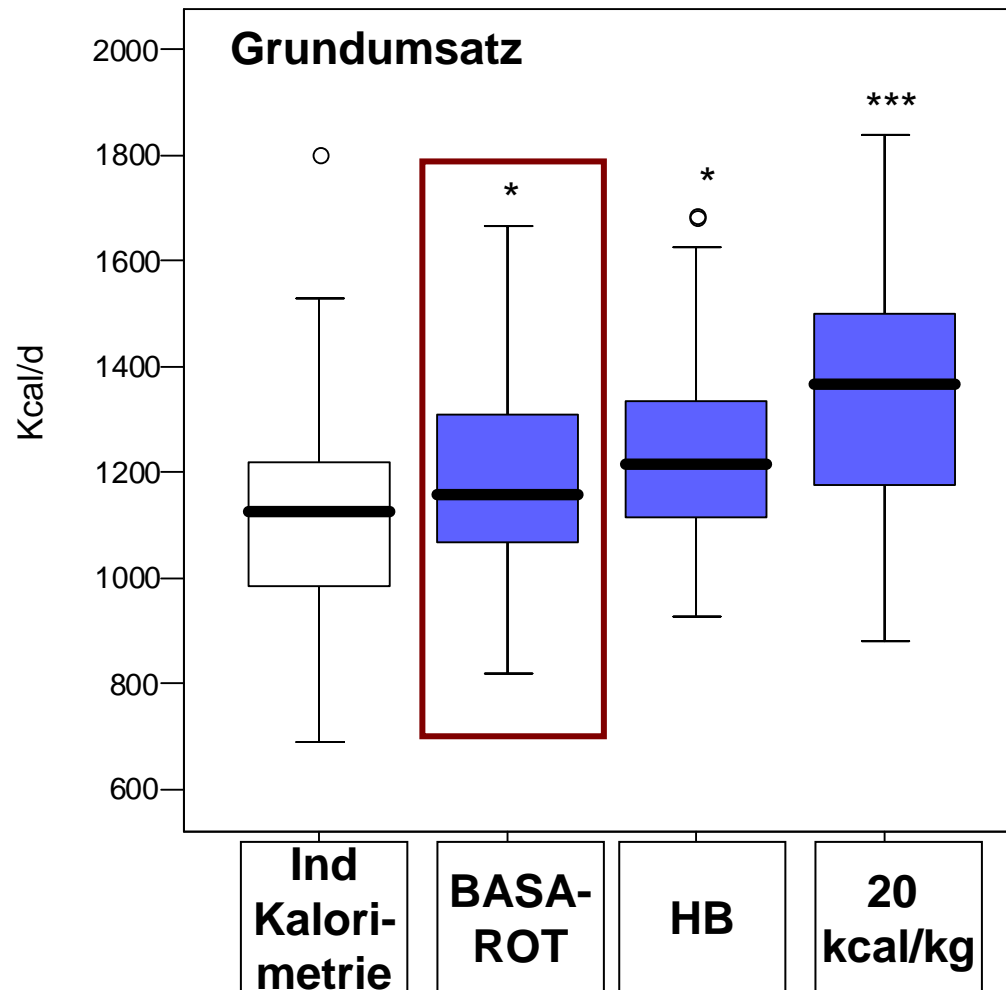
Ohlrich, Valentini, in E-medizin, E-management, E-therapie, 2013, pp 28-37

BMR-Faktoren für Männer kcal/kgKG

BMI (kg/m ²) →	16,5-	18,5	20-	25-	30-	>
Alter (Jahre) ↓	18,4	19,9	24,9	29,9	34,9*	35,0
18–29	28,4	27,1	25,4	22,8	19,6	17,7
30–39	27,0	25,5	23,6	22,5	18,9	17,1
40–49	25,7	24,6	23,1	21,3	17,8	16,6
50–59	24,4	23,2	21,9	20,5	17,7	15,9
60–69	23,2	22,8	21,1	19,8	16,6	14,6
70–79	22,2	21,2	19,9	18,9	16,1	14,9
80–100	20,2	19,6	19,0	18,3	15,2	14,0

Validierung der BASAROTs

Hengsternann S and Schulz R-J, Ev. Geriatriezentrum Berlin



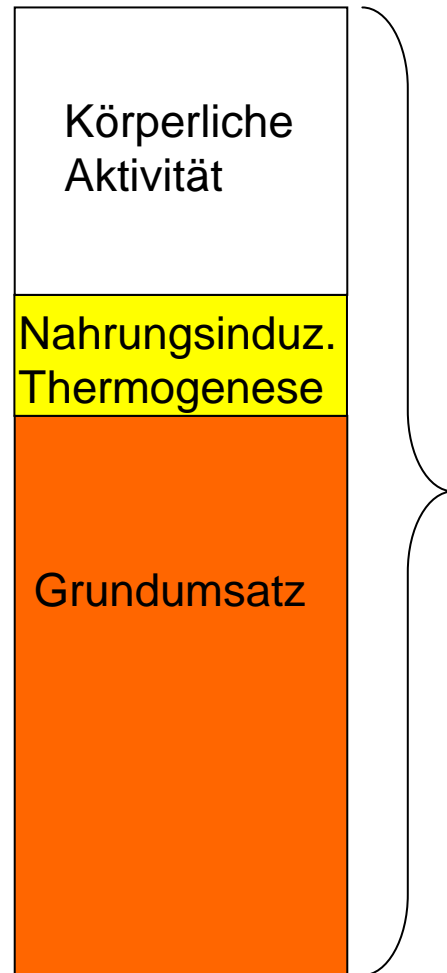
Gesamt n = 110
Alter = 70 - 100 Jahre

Gliederung

- **Formeln**
- **Faustregeln**
- **Zusätzliche Faktoren**

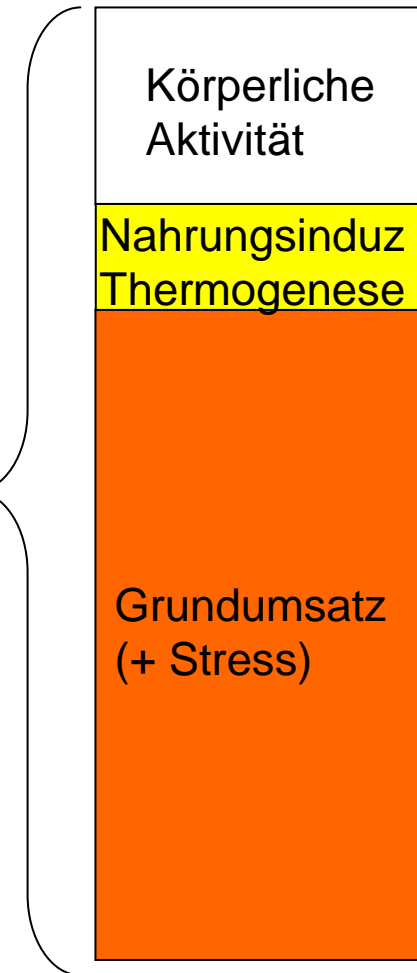
Gesamtenergieumsatz

Gesundheit



**Gesamtenergieumsatz
(TEE)**

Krankheit



Stressfaktoren

Stressfaktoren

stress factors

Faktoren zur **Korrektur krankheitsbedingter Abweichungen** vom prognostizierten Grundumsatz.

Stressfaktoren

Ohlrich, Valentini, in E-medizin, E-management, E-therapie, 2013, pp 28-37
Taylor SJ. Energy and nitrogen requirements in disease states, 2007

	Stressfaktor
Chronisch obstruktive Lungenerkrankung	1.1
Multiples Trauma	1.2-1.3
Tumorerkrankung – Mamma, Zervix-, Ovarial-	Keiner
Tumorerkrankung – Gastro-intestinal, Lunge	1.2

= krankheitsbedingte Erhöhung des Grundumsatzes

PAL Faktoren im stationärem Bereich

Ohlrich, Valentini, in E-medizin, E-management, E-therapie, 2013, pp 28-37

Patienten, die bettlägerig sind	PAL Faktor 1,2
Patienten, die mobil sind	PAL Faktor 1,3
Patienten in Reha-Einrichtungen	PAL Faktor 1,4

Ausnahme Intensivpatienten:

Verwendung eines Stressfaktors anstelle des PAL

Berechnung in der Klinik

Ohlrich, Valentini, in E-medizin, E-management, E-therapie, 2013, pp 28-37

**Bettlägeriger stationärer Patient mit Lungenkarzinom
männlich, 57 Jahre, BMI 23,3 kg/m², 77 kg:**

BASAROT/BMR Faktor: 21,9

PAL:

Stressfaktor

1,2

1,2

= 21.9 x 77 kg x 1.4 = 2361 kcal/d

BMI (kg/m ²) →	16,5-	18,5	20-	25-	30-	>
Alter (Jahre) ↓	18,4	19,9	24,9	29,9	34,9*	35,0
18-29	28,4	27,1	25,4	22,8	19,6	17,7
30-39	27,0	25,5	23,6	22,5	18,9	17,1
40-49	25,7	24,6	23,1	21,3	17,8	16,6
50-59	24,4	23,2	21,9	20,5	17,7	15,9
60-69	23,2	22,8	21,1	19,8	16,6	14,6
70-79	22,2	21,2	19,9	18,9	16,1	14,9
80-100	20,2	19,6	19,0	18,3	15,2	14,0

Addition von PAL und Stressfaktor vor Multiplikation!

Zusammenfassung

- Formeln zeigen sich nur bei Integration in eine Software als praktikabel
- Die herkömmlichen Faustregeln können zur Überschätzung des Energiebedarfes führen → Vorsicht bei sensiblen Patientengruppen (Intensivpatienten, COPD Patienten)
- Die BASAROTs (BMR Faktoren) erlauben eine BMI-, geschlechts- und altersadaptierte Einschätzung des Grundumsatzes ohne großen Rechenbedarf.

Veröffentlichungen

Die BASAROTS / BMR-Faktoren sind veröffentlicht in:

Ohlrich S, Valentini L. Energie- und Nährstoffbedarf von
Gesunden und Kranken.

In: Weimann, Schütz, Fedders, Grünewald, Ohlrich (eds).

Ernährungsmedizin, Ernährungsmanagement,

Ernährungstherapie. Interdisziplinärer Praxisleitfaden für die
klinische Ernährung. Ecomed Medizin, Heidelberg, 2013, 28-37.