

## 4. BIACORPUS RX 4000: Segmentale Impedanzmessungen

Der Begriff „segmentale BIA-Messung“ umfasst einen weiten Bereich der Impedanzmessungen. Im Prinzip können alle BIA-Messungen als segmentale Messung bezeichnet werden, denn auch die sogenannte Ganzkörpermessung ist genau genommen nur eine segmentale Messung der rechten Körperhälfte. Die sogenannte Ganzkörpermessung wird meist zur Berechnung der Körperzusammensetzung eingesetzt. Zur sogenannten Ganzkörpermessung existieren weltweit tausende Publikationen, weshalb man diese Messung durchaus als klassische BIA-Messung bezeichnen kann.

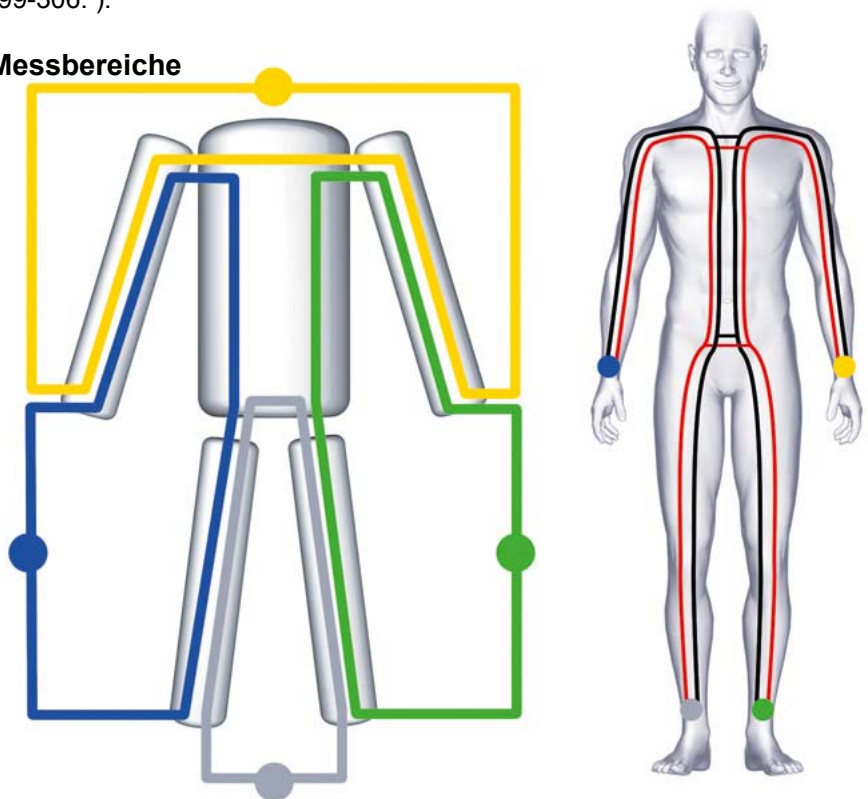
Im Gegensatz zu den „Ganzkörpermessungen“ gibt es auch segmentale Messungen, die in der Medizin dazu eingesetzt werden, eine charakteristische Strecke im Körper zu messen, um eine bestimmte Information zu erhalten. Als Beispiel sei die Messung der Arm/Bein-Segmente zur Bestimmung der Hydratationsverhältnisse bei Dialysepatienten aufgeführt (Zhu et al., *Kidney Int.* 2000 Jan;57(1):299-306. ).

### 4.1 BIACORPUS: Segmentale Messbereiche

- an allen 4 Extremitäten werden Messelektroden angebracht:

Die klassische BIA-Messung ist hier als blaue Linie zu erkennen. Hierbei werden die Körperwiderstände der rechten Körperhälfte gemessen.

Zusätzlich können die Widerstände der Arme (gelb), Beine (grau) und der linken Körperhälfte (grün) automatisch mit dem BIACORPUS gemessen werden.



### 4.2 Berechnung der Körperzusammensetzung (Body Composition Analysis) :

Die Grundlagen der Berechnung der Körperzusammensetzung sind schon in Kapitel 3 (Körperkompartimente) erläutert worden. Dort wurde als Basis die klassische Impedanzmessung der rechten Seite vorausgesetzt. Worin besteht nun der Unterschied der segmentalen zur klassischen Auswertung?

a.) die klassische Impedanzmessung liefert als Messergebnis die Summe der Widerstände von Rumpf, rechtem Arm und rechtem Bein. Es ist nicht möglich, die Anteile der Widerstände von Arm oder Bein am Gesamtkörperwiderstand zu ermitteln.

b.) die 4-Segmentmessung liefert zusätzlich die Messergebnisse der Arme incl. Oberkörper und der Beine incl. Unterkörper. Zudem kann die Körpersymmetrie über die Messung der linken Körperhälfte angeschätzt werden.

Da der Einfluss der Arme und Beine auf die Impedanzmessung besonders groß ausfällt, ist es besonders wichtig, diese Widerstände zu kennen.

Schon 1996 haben Foster und Lukaski den Anteil der Extremitäten an der Ganzkörpermessung wie folgt publiziert: [Foster KF, Lukaski HC. Am J Clin Nutr 1996; 64: 388-396]

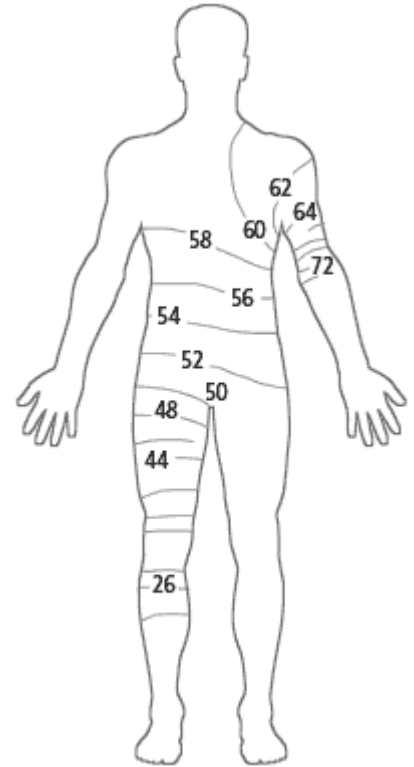
Die Querlinien geben den prozentualen Anteil des Widerstandes am Ganzkörperwiderstand an - beginnend vom Bein nach oben wachsend. Die Skizze verdeutlicht, dass an der Beinbeuge schon ca. 50% des Gesamtkörperwiderstandes erreicht sind.

Das Bein liefert demzufolge ca. 50% des Gesamtkörperwiderstandes.

Der Rumpf liefert nur ca. 12% des Gesamtkörperwiderstandes.

Die Arme liefern demzufolge die restlichen ca. 40% des Gesamtkörperwiderstandes.

Zusammen liefern Arme und Beine fast 90% des Gesamtkörperwiderstandes. Der Rumpf dagegen liefert wegen seines großen Durchmessers nur ca. 10-12% des Gesamtkörperwiderstandes.



**Weshalb liefert der Rumpf so wenig Widerstand im Vergleich zu den Armen/Beinen?**

Der Durchmesser der Arme/Beine ist meist deutlich geringer, als der Durchmesser des Rumpfes.

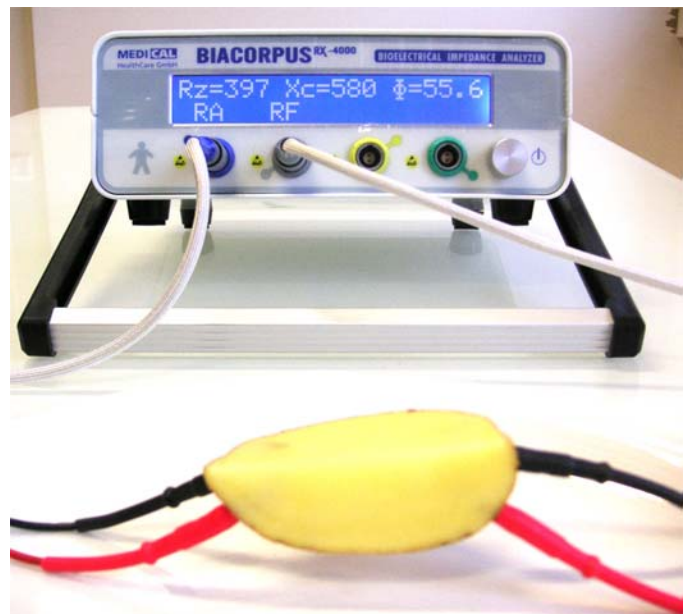
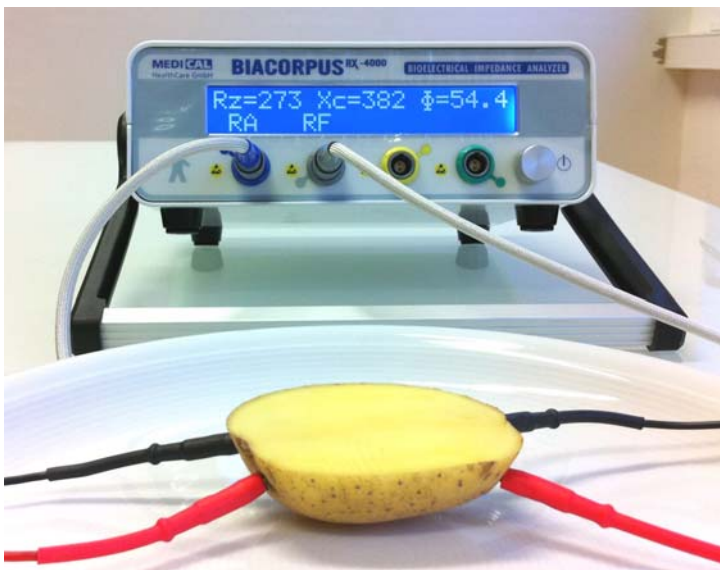
In der Formel für den elektr. Widerstand steht der Durchmesser im Nenner. Je kleiner der Durchmesser, desto größer wird der Widerstand.

$$\text{Elektr. Widerstand } R = \frac{\text{Spez. Widerstand } (\rho) \times \text{Länge } (l)}{\text{Leiterquerschnitt } A}$$

Dieser Effekt kann sehr anschaulich mit einer Kartoffel getestet werden:

a.) halbe Kartoffel: Rz 273 Ω ; Xc = 382 Ω

b.) Viertel Kartoffel: Rz = 397 Ω ; Xc = 580 Ω

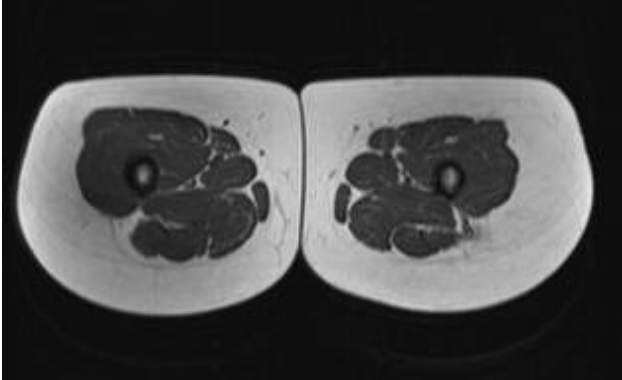


Überträgt man dieses Modell auf den Menschen, so bedeutet dies z.B. für den Vergleich der Widerstände zweier Oberschenkel:

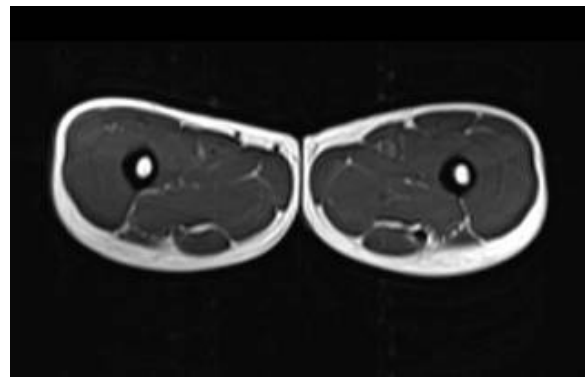
- a.) Die Fettschicht leitet den Strom nicht und muss vom Querschnitt abgezogen werden.
- b.) der linke Oberschenkel weist zwar den deutlich größeren Umfang (Querschnitt) auf, aber die leitfähige Zone im Kern ist dünner als beim „schlankeren“ Oberschenkel rechts.
- c.) Fazit: der „dickere“ Oberschenkel wird eher die niedrigeren Widerstände aufweisen.

MRT-Querschnitte zweier weiblicher Oberschenkel:

BMI 36



BMI 24



### Körpersymetrie:

Mit der segmentalen Impedanzmessung können unterschiedliche Körpersymetrien erkannt und dazu passend die Berechnungen angepasst werden.



### Gewebeeigenschaften:

Der Widerstand von Gewebe hängt zudem nicht nur vom seinem Durchmesser, sondern auch sehr stark vom Wassergehalt ab. Im Gegensatz zur Muskulatur können die Wassergehalte im Krankheitsfall sehr schnell und stark schwanken. Häufig treten Wassereinlagerungen dabei in den Beinen auf. Da die Beine den Großteil des Widerstandes ausmachen, wird der Einfluss auf den Gesamtkörperwiderstand durch Wassereinlagerungen erheblich.

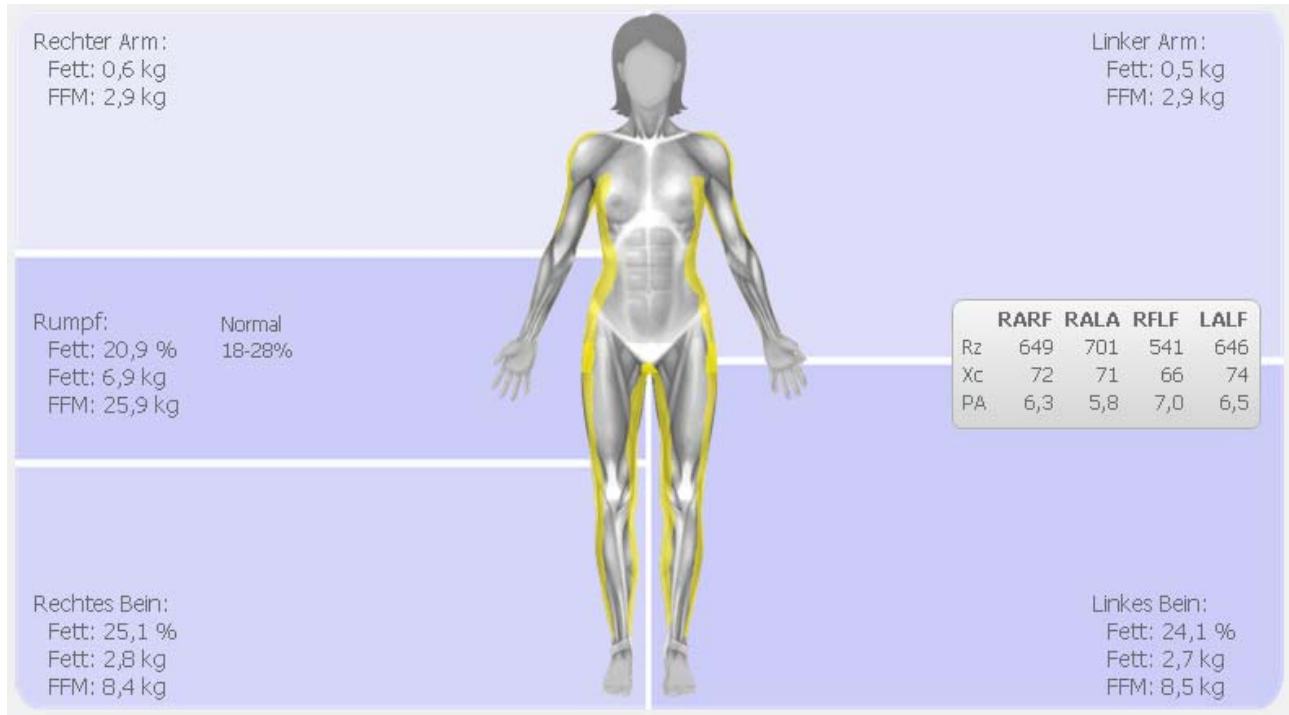


Mit der segmentalen Beinmessung werden lokale Wassereinlagerungen sofort sichtbar und ermöglichen eine segmentale Berechnung der jeweiligen Körperregion. Lokale Wassereinlagerungen können bei der Ganzkörpermessung nur abgeschätzt – aber nicht ausgewertet werden. Im Extremfall führen Beinödeme bei der klassischen BIA zu völlig falschen Messergebnissen wie z.B. zu „negativen“ Fettwerten. Dieser Fehler kann mit der segmentalen BIA wesentlich reduziert werden.

**Anwendungsbeispiele für Segmentalmessungen:**

**Beispiel 1: 10 000m Läuferin (59 kg Gewicht):** die unterschiedlich stark trainierten Körpersegmente können anhand der Rohdaten (Phasenwinkel) erkannt werden:

Der Phasenwinkel der Beine liegt mit 7,0 deutlich über dem der Arme (5,8): Der Querschnitt der Arme kann bei einem Widerstand von 701 Ohm als gering eingeschätzt werden.



Die Software BodyComp V 8.5 zeichnet für Erwachsene ein individuelles Fettverteilungsmuster des menschlichen Körpers. Die „Muskelfigur“ der Fettfreien Masse unterscheidet das Geschlecht m/w. Die gelb gefärbte Fettmasse mit dem Fettvolumen verändert sich analog zur berechneten Fettmasse:

**Hinweis:** die Verteilung des Körperfettes auf die einzelnen Körpersegmente kann mit BIA-Messungen nur abgeschätzt werden. Die berechnete Fettverteilung auf die einzelnen Segmente kann mit erheblichen Schwankungsbreiten versehen sein und sollte als Trend betrachtet werden.

**Beispiel 2: Extreme Anorexie bei Mangelernährung (Ödembildung)**

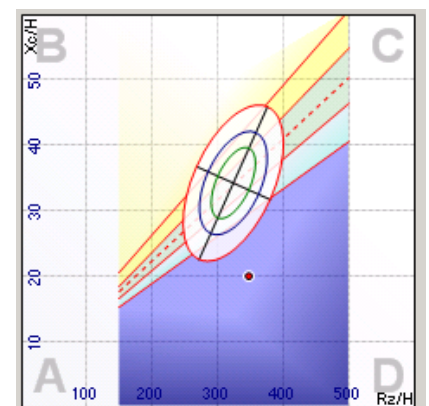
Frau 22 Jahre, Größe 1,76 m, Gewicht 38,2 kg (BMI = 12,3)

Ganzkörpermessung rechte Seite:  
Rz = 614; Ohm Xc = 35 Ohm ; Phasenwinkel 3,3

Ergebnis der Körperfettberechnung nach Sun et al. [20]: **- 5,85 kg**  
Fazit: Proband ist mit herkömmlichen Formeln nicht auswertbar!

Ergebnis der Körperfettberechnung nach MEDI CAL Segmentformel:

	RARF	RALA	RFLF	LALF
Rz	614	763	442	640
Xc	35	38	27	35
Pa	3,3	2,9	3,5	3,1



Auffällig ist insbesondere die Beinmessung. Rz = 442 Ohm, Xc = 27 Ohm = Hinweis auf Beinödeme !

Fettmasse (FM): 6,5%, 2,5kg

**Beispiel 3: Ödeme / Onkologie  
Mangelernährung mit Ödembildung**

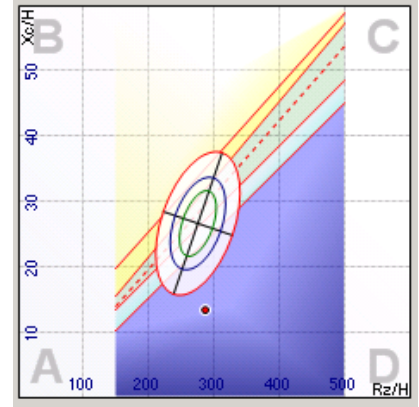
Mann, 77 Jahre, Größe 1,72 m, Gewicht 50,5 kg (BMI 17,1 !!)

Ganzkörpermessung rechte Seite:  
Rz = 493; Ohm Xc = 23 Ohm ; Phasenwinkel 2,7

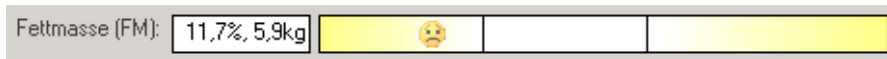
Ergebnis der Körperfettberechnung nach Sun et al. [20]: **- 4,53 kg**  
Fazit: Proband ist mit herkömmlichen Formeln nicht auswertbar!

Ergebnis der Körperfettberechnung nach  
MEDI CAL Segmentformel:

	RARF	RALA	RFLF	LALF
Rz	493	501	437	483
Xc	23	23	20	24
Pa	2,7	2,6	2,6	2,8



Auffällig ist in allen Segmenten Xc < 30 - Hinweis auf Ödembildung im ganzen Körper !



**Beispiel 4: 57 Jahre alte Frau mit Querschnittslähmung:**

Die Ganzkörpermessung liefert bei Lähmungen von Körperbereichen kein echtes Abbild der realen Verhältnisse. Die rechte Seite liefert mit 703 / 28 Ohm das Bild einer sehr dünnen Person mit hohen Rz-Widerständen – bei gleichzeitig sehr niedrigem Xc Wert (Ödeme?)

Die Erfassung der segmentalen Daten zeigt, dass die Arme der Frau mit einem Phasenwinkel von 4,6 sogar fast den normalen Bereich erreichen. Die Beine reduzieren die Ganzkörpermessung mit einem Phasenwinkel von 1,0 extrem.

	RARF	RALA	RFLF	LALF
Rz	703	589	716	652
Xc	28	47	13	31
Pa	2,3	4,6	1,0	2,7

Rechter Arm:  
Fett: 1,3 kg  
FFM: 1,9 kg

Linker Arm:  
Fett: 0,9 kg  
FFM: 2,0 kg

Rumpf:                    Normal  
Fett: 39,1 %            18-30%  
Fett: 15,3 kg  
FFM: 23,9 kg

	RARF	RALA	RFLF	LALF
Rz	703	589	716	652
Xc	28	47	13	31
Pa	2,3	4,6	1,0	2,7

Rechtes Bein:  
Fett: 40,8 %  
Fett: 4,1 kg  
FFM: 6,0 kg

Linkes Bein:  
Fett: 33,3 %  
Fett: 3,2 kg  
FFM: 6,3 kg