

Technische Universität Darmstadt

Fachbereich 3

Institut für Sportwissenschaft

**"Ein Java-Programm zur individuellen
Körperschwerpunktberechnung unter
Verwendung des Hanavan- und
Saziorski-Modells"**

Projektarbeit

Betreuer: Prof. Dr. J. Wiemeyer

Vorgelegt von Bernd Eisele

Darmstadt, 06.03.00

Gliederung

1	Einleitung.....	3
2	Die Modelle.....	3
2.1	Saziorski	3
2.2	Hanavan.....	4
3	Grundlegende Beschreibung des Programms.....	5
3.1	Anforderungen	5
3.2	Bedienung.....	5
3.3	Darstellung.....	6
4	Funktionalität des Programms	6
4.1	Beispieldaten	6
4.2	Begrenzung der Winkel.....	6
4.3	Berechnung der Positionen der Segmente	6
4.4	Berechnung der Positionen der Teilkörperschwerpunkte.....	7
4.5	Berechnung der Position des Körperschwerpunktes	8
5	Literaturverzeichnis.....	9

Anhang: Quelltext

1 Einleitung

Die Ermittlung des Körperschwerpunkts hat in der Biomechanik eine große Bedeutung, da er für die Lösung vieler biomechanischer Fragestellungen herangezogen wird (WILLIMCZIK 1989, 31).

Hierbei haben sich zwei Modelle des menschlichen Körpers besonders hervor getan: Das von HANAVAN (1964) bzw. das von SAZIORSKI (1984).

Auf deren Grundlage wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Java-Programm zur Berechnung des individuellen sagittalen Körperschwerpunkts geschrieben. Die Position des Körpers und der Gliedmaßen kann auf sagittaler Ebene beliebig verändert werden.

2 Die Modelle

2.1 Saziorski

Das Körpermodell von SAZIORSKI besteht aus 16 Segmenten:

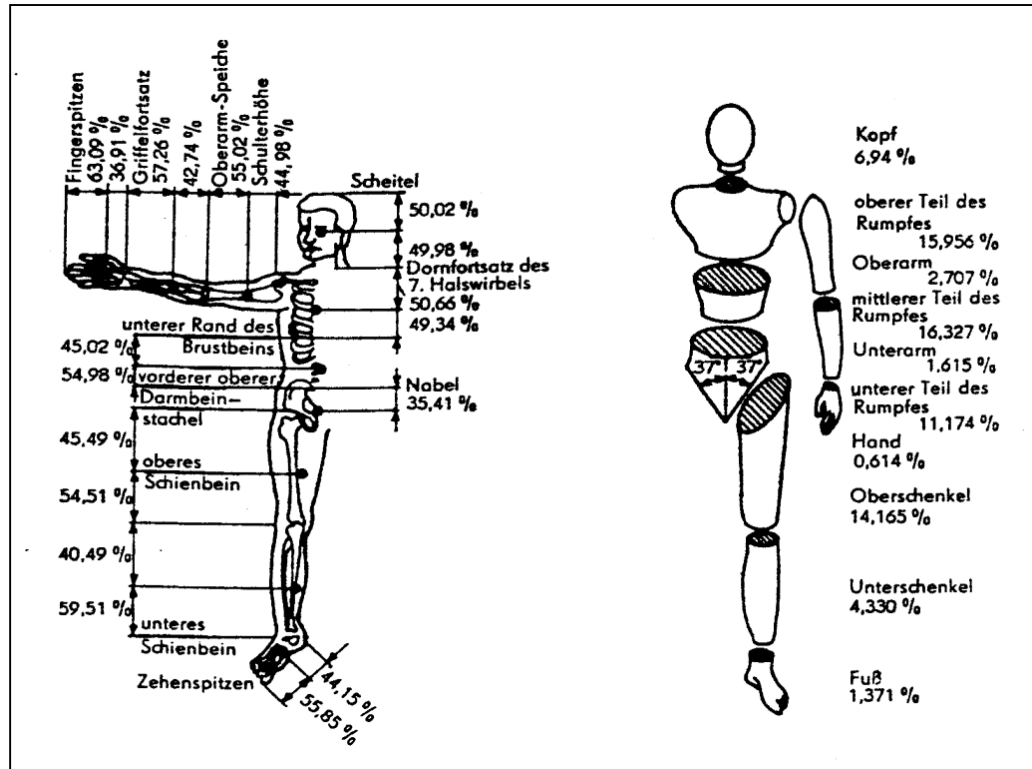


Abb. 1: Das Körpermodell nach SAZIORSKI 1984, 34

Die Lage der Massezentren der Segmente auf ihren Längsachsen und die Segmentgewichte in bezug auf das Gesamtgewicht ermittelte

SAZIORSKI aus Daten von 100 zufällig ausgewählten Männern (56 Sportler aus den Sportarten Eisschnellauf, leichtathletischer Sprint, Fußball, Boxen und Rudern und 44 Nichtsportler) (SAZIORSKI 1984, 37).

2.2 Hanavan

HANAVANS Modell besteht aus 15 Segmenten, der Rumpf wird im Gegensatz zu SAZIORSKI nur in zwei Teile geteilt:

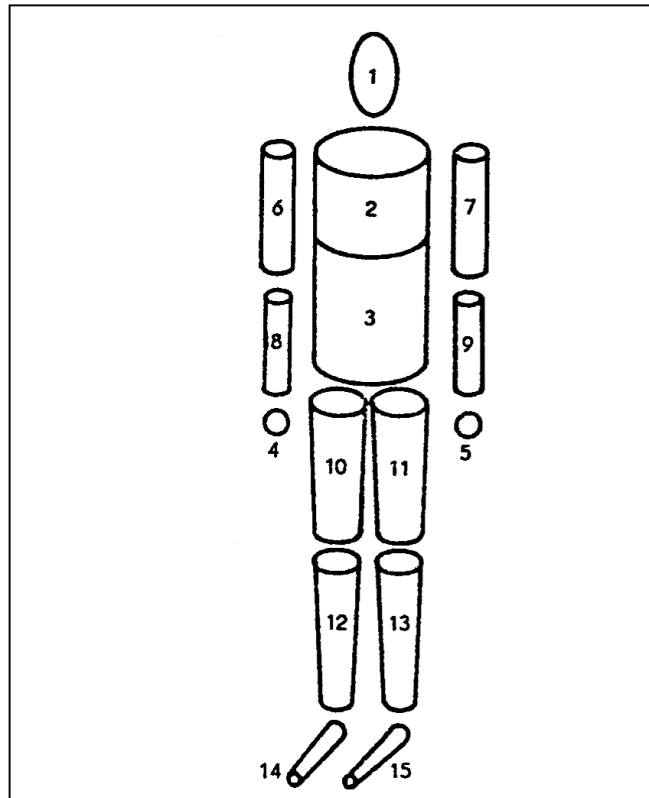


Abb. 2: Das Modell nach HANAVAN 1964, 8

Die Segmente werden durch geometrische Formen wie Kegelstümpfe, Zylinder, Ellipsoide und Kugeln repräsentiert. Daraus errechnete er die Lage der Massezentren (HANAVAN 1964, 37).

HANAVAN verwendete für die Bestimmung der Teilmassen die Regressionsgleichungen von BARTER (1957, 6).

3 Grundlegende Beschreibung des Programms

3.1 Anforderungen

Da das Programm als Java-Applet konzipiert wurde, kann es im WWW unter <http://homepages.tu-darmstadt.de/~st001699/KSP.html> eingesehen werden. Dazu ist ein Java 1.0-fähiger Browser nötig (z.B. Netscape ab Version 3 oder Internet Explorer ab Version 4). Um die gesamte Programmoberfläche ohne Scrollen darstellen zu können, ist eine minimale Auflösung von 1024 x 768 Bildpunkten erforderlich.

3.2 Bedienung

Die Bedienung des Programms erfolgt über Textfelder und Radiobuttons (s. Abb. 3).

Daten	Länge (m)	TKSP (%)	Masse (%)	Winkel (°)	Modell	Zeichnung
Kopf:	<input type="text" value="0.312"/>	<input type="text" value="49.98"/>	<input type="text" value="6.94"/>		<input type="radio"/> Hanavan	<input checked="" type="radio"/> Strichzeichnung
Oberer Rumpf:	<input type="text" value="0.190"/>	<input type="text" value="50.66"/>	<input type="text" value="15.956"/>	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="radio"/> Saziorski	<input type="radio"/> Flächenzeichnung
Mittlerer Rumpf:	<input type="text" value="0.213"/>	<input type="text" value="45.02"/>	<input type="text" value="16.327"/>			
Unterer Rumpf:	<input type="text" value="0.213"/>	<input type="text" value="35.41"/>	<input type="text" value="11.174"/>			
Li. Oberarm:	<input type="text" value="0.364"/>	<input type="text" value="44.98"/>	<input type="text" value="2.707"/>	<input type="text" value="30"/>		
Re. Oberarm:	<input type="text" value="0.364"/>	<input type="text" value="44.98"/>	<input type="text" value="2.707"/>	<input type="text" value="60"/>		
Li. Unterarm:	<input type="text" value="0.299"/>	<input type="text" value="42.74"/>	<input type="text" value="1.615"/>	<input type="text" value="120"/>		
Re. Unterarm:	<input type="text" value="0.299"/>	<input type="text" value="42.74"/>	<input type="text" value="1.615"/>	<input type="text" value="150"/>		
Li. Hand:	<input type="text" value="0.099"/>	<input type="text" value="36.91"/>	<input type="text" value="0.614"/>	<input type="text" value="30"/>		
Re. Hand:	<input type="text" value="0.099"/>	<input type="text" value="36.91"/>	<input type="text" value="0.614"/>	<input type="text" value="30"/>		
Li. Oberschenkel:	<input type="text" value="0.320"/>	<input type="text" value="45.49"/>	<input type="text" value="14.165"/>	<input type="text" value="180"/>		
Re. Oberschenkel:	<input type="text" value="0.320"/>	<input type="text" value="45.49"/>	<input type="text" value="14.165"/>	<input type="text" value="90"/>		
Li. Unterschenkel:	<input type="text" value="0.436"/>	<input type="text" value="40.49"/>	<input type="text" value="4.330"/>	<input type="text" value="110"/>		
Re. Unterschenkel:	<input type="text" value="0.436"/>	<input type="text" value="40.49"/>	<input type="text" value="4.330"/>	<input type="text" value="110"/>		
Li. Fuß:	<input type="text" value="0.278"/>	<input type="text" value="44.15"/>	<input type="text" value="1.371"/>	<input type="text" value="90"/>		
Re. Fuß:	<input type="text" value="0.278"/>	<input type="text" value="44.15"/>	<input type="text" value="1.371"/>	<input type="text" value="90"/>		

Abb. 3: Die Oberfläche

Über die Textfelder können die individuellen Körpermerkmale wie Segmentlängen, Segmentmassen und Segmentschwerpunkte sowie die Segmentwinkel eingegeben werden. Nach einem <RETURN> in einem Textfeld erfolgt die Neuberechnung. Über die Radiobuttons wählt man das Modell (Hanavan oder Saziorski) und die Art der Darstellung (Strich- oder Flächenzeichnung). Die Neuberechnung wird in diesen Fällen sofort durchgeführt.

3.3 Darstellung

Die Darstellung der aktuellen Körperposition erfolgt im rechten unteren Teil der Oberfläche. Je nach Wahl präsentiert sie sich als Strichzeichnung oder als Flächenzeichnung mit Trapezen bzw. Kreisen. Die einzelnen Teilkörperschwerpunkte werden mit blauen Kreuzen, der Körperschwerpunkt mit einem roten Kreuz eingezeichnet.

4 Funktionalität des Programms

4.1 Beispieldaten

Die Beispieldaten für das Programm wurden für beide Modelle einer Untersuchung von BRÜGGEMANN (1984, 295) entnommen. Die untersuchte Person, ein Turner, war 1,76 m groß und wog 69 kg.

4.2 Begrenzung der Winkel

Der Winkel des Rumpfs kann beliebig gewählt werden, also von 0° bis 360° . Die minimal und maximal möglichen Winkel der übrigen Segmente bei passiver Dehnung wurden der Literatur entnommen, wobei jeweils die Innenwinkel gewählt wurden:

Oberarm:	-50° bis 180° (KAPANDJI 1992a, 4f)
Unterarm:	20° bis 170° (KAPANDJI 1992a, 94f)
Hand:	-85° bis 85° (KAPANDJI 1992a, 134f)
Oberschenkel:	35° bis 210° (KAPANDJI 1992b, 4 - 7)
Unterschenkel:	20° bis 190° (KAPANDJI 1992b, 70f)
Fuß:	60° bis 140° (KAPANDJI 1992b, 152f)

Werden diese Minimal- bzw. Maximalwerte der Winkel unter- bzw. überschritten, setzt das Programm den entsprechenden Minimal- bzw. Maximalwert ein.

4.3 Berechnung der Positionen der Segmente

Zur Berechnung des distalen Endpunktes eines Segmentes wird für den x-Wert das Produkt aus Länge des Segmentes und Sinus des absolu-

ten Winkels zum schon bekannten x-Wert des proximalen Endpunktes addiert. Entsprechend wird für den y-Wert das Produkt aus Länge des Segmentes und Kosinus des absoluten Winkels vom schon bekannten y-Wert des proximalen Endpunktes subtrahiert.

Das Ganze in Pseudocode:

x-Wert distal = x-Wert proximal + Länge des Segmentes * sin(absoluter Winkel)

y-Wert distal = y-Wert proximal - Länge des Segmentes * cos(absoluter Winkel)

Dieser distale Endpunkt des Segments ist gleichzeitig der proximale Endpunkt des nächsten distaleren Segments (soweit vorhanden).

Der Grund für die Subtraktion beim y-Wert liegt an der Position des Ursprungs des Koordinatensystems in der linken oberen Ecke der Zeichenfläche.

Der absolute Winkel des Segmentes errechnet sich aus dem relativen Winkel des Segmentes und dem absoluten Winkel des (soweit vorhanden) proximaleren Segments.

4.4 Berechnung der Positionen der Teilkörperschwerpunkte

Zur Berechnung der Position des Teilkörperschwerpunktes (TKSP) eines Segmentes wird für den x-Wert das Produkt aus der Länge des Segmentes, dem Hundertsten Teil der prozentualen Position des TKSP und dem Sinus des absoluten Winkels zum x-Wert des proximalen Endpunktes addiert. Entsprechend wird für den y-Wert das Produkt aus Länge des Segmentes, dem Hundertsten Teil der prozentualen Position des TKSP und dem Kosinus des absoluten Winkels vom y-Wert des proximalen Endpunktes subtrahiert.

Pseudocode:

x-Wert TKSP = x-Wert proximal + Länge des Segmentes * TKSP% / 100 * sin(absoluter Winkel)

y-Wert TKSP = y-Wert proximal - Länge des Segmentes * TKSP% / 100
* cos(absoluter Winkel)

4.5 Berechnung der Position des Körperschwerpunktes

Zur Berechnung der Position des Körperschwerpunktes (KSP) werden alle Produkte aus den TKSPs mit den entsprechenden Hundertsten Teilen der prozentualen Teilmassen aufaddiert.

Pseudocode:

x-Wert KSP = x-Wert RumpfUndKopf TKSP * RumpfUndKopf Teilmasse% / 100 + xWert LinkeHand TKSP * LinkeHand Teilmasse% / 100
+ + xWert RechterFuß TKSP * RechterFuß Teilmasse% / 100

y-Wert KSP = y-Wert RumpfUndKopf TKSP * RumpfUndKopf Teilmasse% / 100 + xWert LinkeHand TKSP * LinkeHand Teilmasse% / 100
+ + xWert RechterFuß TKSP * RechterFuß Teilmasse% / 100

5 Literaturverzeichnis

BARTER, J.T.: Estimation of the Mass of Body Segments. WADC-TR-57-260. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio 1957.

BRÜGGEMANN, P.: Biomechanik des Sports. In: CARL, K. / KAYSER, D. / MECHLING, H. / PREISING, W. (Hrsg.): Handbuch Sport. Wissenschaftliche Grundlagen von Unterricht und Training. Band 1. Düsseldorf 1984, 259 - 302.

HANAVAN, E.P.: A Mathematical Model of the Human Body. AMRL-TR-64-102. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio 1964.

KAPANDJI, I.A.: Funktionelle Anatomie der Gelenke. Band 1: Obere Extremität. Stuttgart 1992a.

KAPANDJI, I.A.: Funktionelle Anatomie der Gelenke. Band 2: Untere Extremität. Stuttgart 1992b.

SAZIORSKI, W.M.: Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates. Berlin (Ost) 1984.

WILLIMCZIK, K.: Biomechanik der Sportarten. Reinbek 1989.