

## Bodymassindex und das Christkind

### Kurzfassung

Zunächst wird der Bodymassindex unter mathematischen Gesichtspunkten betrachtet; der Bodymassindex erweist sich als nicht ähnlichkeitsinvariant. Bei konstantem oder annähernd konstantem Bodymassindex ergeben sich daher Formveränderungen wie bei der Entwicklung vom Kleinkind zum Erwachsenen. In der frühmittelalterlichen Kunst wurde das aber anders gesehen. Somit ergeben sich unterrichtliche Querbeziehungen zwischen Biologie, Kunst, Mathematik und Religionskunde.

### 1 Der Bodymassindex

Der Bodymassindex ( $BMI$ ) wird aus dem Gewicht  $G$  [in Kilogramm] und der Größe  $h$  [in Metern] berechnet durch:

$$BMI = \frac{G}{h^2}$$

Gemäß WHO gilt ein Bodymassindex zwischen 20 und 25 als normal.

Aus zwei der drei Variablen  $G$ ,  $h$ ,  $BMI$  kann jeweils die dritte berechnet werden.

#### 1.1 Beispiele

Aus  $G = 80$  kg und  $h = 1.8$  m ergibt sich  $BMI = \frac{G}{h^2} \approx 24.69$ .

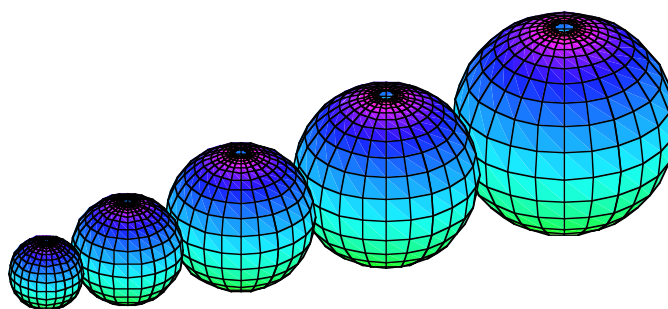
Aus  $BMI = 25$  und  $G = 90$  kg ergibt sich  $h = \sqrt{\frac{G}{BMI}} \approx 1.90$  m.

Aus  $h = 1.6$  m und  $BMI = 22$  ergibt sich  $G = h^2 BMI = 56.32$  kg.

## 2 Kugeln und Menschen

### 2.1 Maßstabgetreues Wachstum

Ein maßstabgetreues oder kürzer *maßstäbliches* Modell hat dieselben Maßverhältnisse wie das Original.



#### Maßstäbliche Modelle, Strichbreite nicht maßstäblich

Im Alltag gibt es da allerdings Schwierigkeiten: Ein Spielzeug-Auto im Maßstab 1:100 eines Originals mit 0.8 mm Blechdicke hätte eine Blechdicke von 0.008 mm – ein derart filigranes Machwerk würde wohl nicht lange halten. Vor allem Funktionsteile sind in Modellen in der Regel überproportional groß. Selbst obige Figur ist fehlerhaft: Die Strichbreite ist nicht maßstäblich nachgeführt worden.

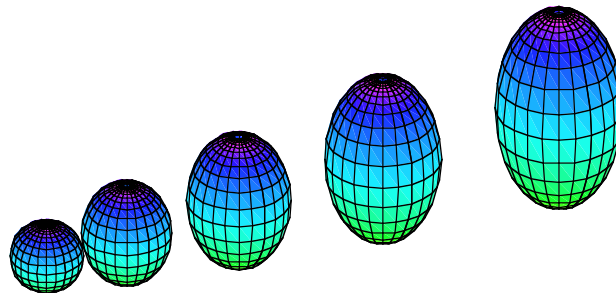
Wir haben in der Schule gelernt und versuchen unseren Schülerinnen und Schülern in der Volumenberechnung (bei Jeremias Gotthelf, 1797-1854, heißt das noch anwendungsbezogen *Heustockrechnung*) weiterzugeben: Wenn die Längen linear wachsen,

wachsen die Volumina zur dritten Potenz. Bei der Annahme einer homogenen Massenverteilung bedeutet das, dass auch das Gewicht zur dritten Potenz wächst.

Wegen  $BMI = \frac{G}{h^2}$  wächst dann der Bodymassindex linear. Eine Kugel mit dreifachem Radius hat dreifachen Bodymassindex, obwohl sie dieselbe Form wie die Ausgangskugel hat. Der Bodymassindex ist also kein Ähnlichkeitsinvarianter Formparameter; er hängt wesentlich auch von der aktuellen Größe ab.

## 2.2 Wachstum mit konstantem Bodymassindex

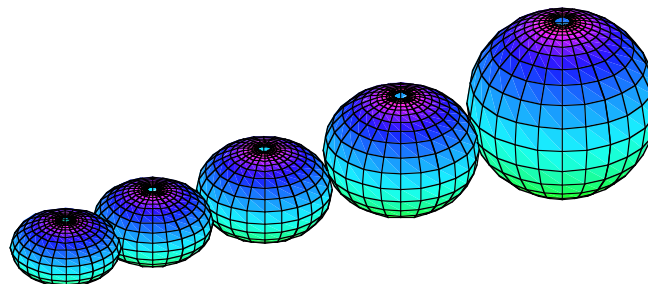
Bei einem Wachstum mit konstantem Bodymassindex müssen die großen „Kugeln“ relativ schlanker werden.



### Konstanter Bodymassindex

Wir erhalten Rotationsellipsoide, deren Äquatordurchmesser wächst nicht mehr linear, sondern nur noch wie die Quadratwurzel.

Wenn wir umgekehrt von oben runter gehen, müssen die Rotationsellipsoide bei konstantem Bodymassindex relativ dicker werden.



### Konstanter Bodymassindex

## 2.3 Kinder und Jugendliche

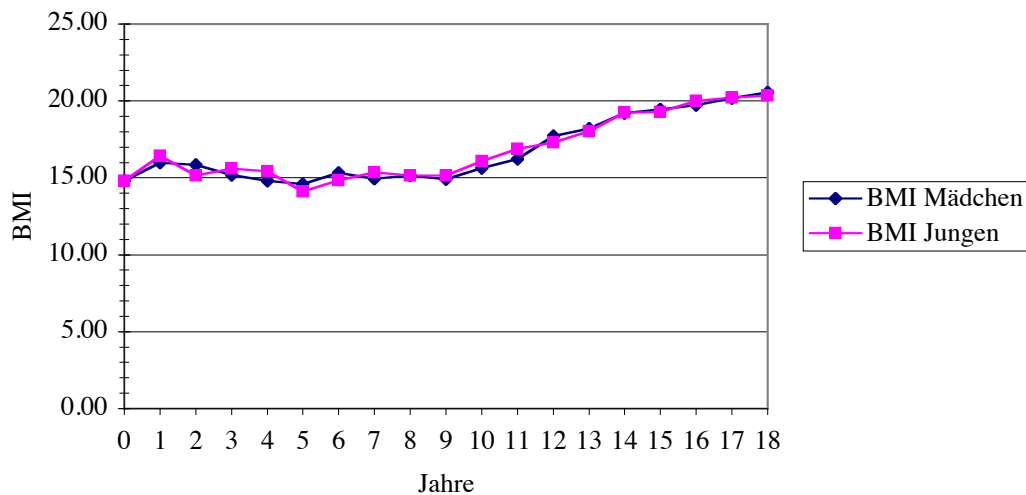
Der Bodymassindex und die Grenzen für „Normalität“ gelten nur für Erwachsene und dürfen nicht auf Heranwachsende übertragen werden.

Wie ist das beim Wachstum der Kinder und Jugendlichen?

Die Tabelle für Kinder und Jugendliche bis zum 18. Altersjahr zeigt aber, dass der Bodymassindex beim Heranwachsen nicht allzu stark variiert (Gewichts- und Größenangaben aus [Brandt 1986] und [Brandt/Reinken 1988]). Jedenfalls haben wir keine lineare Zunahme wie bei den formgleichen Kugeln; in grober Näherung ist der Bodymassindex konstant.

Jahre	Mädchen			Jungen		
	Gewicht [kg]	Größe [m]	BMI	Gewicht [kg]	Größe [m]	BMI
0	4	0.52	14.79	4	0.52	14.79
1	9	0.75	16.00	10	0.78	16.44
2	12	0.87	15.85	12	0.89	15.15
3	14	0.96	15.19	15	0.98	15.62
4	16	1.04	14.79	17	1.05	15.42
5	18	1.11	14.61	18	1.13	14.10
6	21	1.17	15.34	21	1.19	14.83
7	23	1.24	14.96	24	1.25	15.36
8	26	1.31	15.15	26	1.31	15.15
9	28	1.37	14.92	28	1.36	15.14
10	32	1.43	15.65	32	1.41	16.10
11	36	1.49	16.22	36	1.46	16.89
12	42	1.54	17.71	40	1.52	17.31
13	46	1.59	18.20	45	1.58	18.03
14	51	1.63	19.20	53	1.66	19.23
15	53	1.65	19.47	57	1.72	19.27
16	55	1.67	19.72	62	1.76	20.02
17	57	1.68	20.20	64	1.78	20.20
18	58	1.68	20.55	66	1.80	20.37

### Jugendliche



### Somatogramm mit Bodymassindex

Es gibt keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Geschlechtern; im Somatogramm liegen die beiden Kurven für den Bodymassindex praktisch aufeinander. (In einem *Somatogramm* werden Körpermerkmale wie Gewicht, Größe oder eben der Bodymassindex in Abhängigkeit des Lebensalters aufgetragen.)

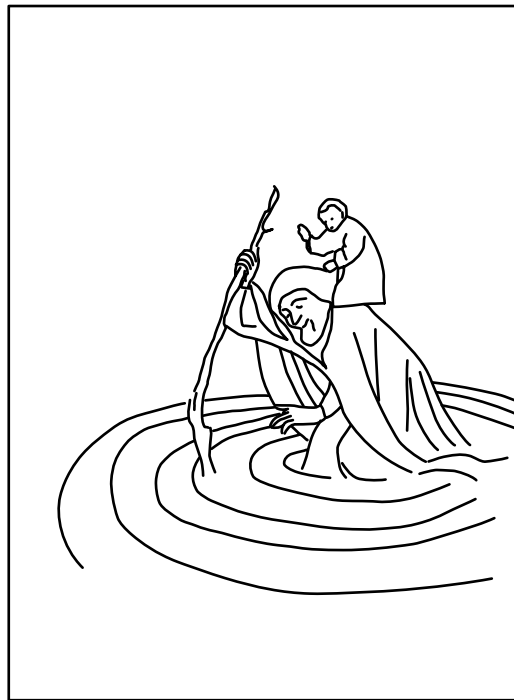
### 3 Was hat das mit dem Christkind zu tun?

Gelegentlich wird in frühmittelalterlichen Darstellungen von Maria mit Kind der Knabe als kleiner Erwachsener, das heißt in den Proportionen eines Erwachsenen dargestellt. Wie steht es in diesem Fall um den Bodymassindex?

Gehen wir dazu von einer Modellrechnung aus:

Erwachsene Person,  $G = 61 \text{ kg}$ ,  $h = 1.65 \text{ m}$ . Das ergibt  $BMI \approx 22.41$ .

Bei proportionaler Reduktion auf einen Drittel muss das Gewicht auf  $\left(\frac{1}{3}\right)^3 = \frac{1}{27}$  reduziert werden. Wir erhalten  $G \approx 2.26 \text{ kg}$ ,  $h = 55 \text{ cm}$  und  $BMI \approx 7.47$ . Der  $BMI$  wird also auch auf einen Drittel reduziert und ist nur noch etwa halb so groß wie in der Tabelle. Das „Kind“ ist krass untergewichtig. Der Leser oder die Leserin ist eingeladen, die eigenen Daten auf das Christkind zu reduzieren.



**Konrad Witz, um 1400-1445: St. Christopher (Nachzeichnung)**  
**Öffentliche Kunstsammlung Basel**

Auch auf dem Bild von Konrad Witz: St. Christopher (wörtlich: der Christusträger) benimmt sich das Kind auf den Schultern des nachmaligen Patrons der Reisenden merkwürdig selbständig. Die Legende will, dass sich dieses Kind für Christopher dann immer schwerer anfühlte. In dieser mittelalterlichen Denkweise ist der Begriff *Gewicht* nicht auf naturwissenschaftliche Fakten reduziert.

#### Literatur

- [Brandt 1986] Brandt, Ingeborg: Human Growth. A Comprehensive Treatise. 2. Ed. Vol. 1, Hrsg. F. Falkner und J. M. Tanner. New York, Plenum Press 1986
- [Brandt/Reinken 1988] Brandt, Ingeborg / Lothar Reinken: Diagramme: Wachstums- und Gewichtskurven in Perzentilen. *Klin. pädiat.* 200, 451-456; 1988