

Wachstum und Variabilität im Körperbau und ihre Berücksichtigung bei industriellen Größensystemen

H. Greil

Einleitung

Die Qualität von Industrieprodukten, mit denen der Körper oder Körperteile des Nutzers häufig oder langfristig in Berührung kommen, kann erhöht werden durch eine menschlich maßgerechte und funktionsgerechte Gestaltung. Dies erfordert bei vielen Produkten aus der körpernahen Umwelt des Menschen die Fertigung in unterschiedlichen Größen oder die Berücksichtigung von Verstellbarkeitsbereichen. Die Aufnahme jeder neuen Größe in das Sortiment verursacht jedoch Kosten sowohl bei der Produktion als auch bei der Lagerhaltung. Es ist deshalb das Ziel des Herstellers, mit möglichst wenigen dem Körper gut angepassten Größen oder möglichst geringen zweckmäßigen Verstellbarkeitsbereichen die Bedürfnisse einer maximalen Anzahl von Nutzern bzw. Käufern zufrieden zu stellen.

Eine effektive Größengestaltung erfordert Kenntnisse über die Variabilität einzelner Körpermerkmale, beispielsweise einzelner Körpermaße. Sie erfordert darüber hinaus auch Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Merkmalen. Beispielsweise wissen Anthropologen, dass hochwüchsige Erwachsene trotz ihrer großen Körperhöhe im Durchschnitt weniger wiegen als kleine oder dass Armlängenmaße und Beinlängenmaße sehr hoch miteinander korreliert sind, beide Maßgruppen aber relativ unabhängig von der Rumpflänge variieren. Derartiges Wissen muss erworben, dokumentiert, aktualisiert und dem Konstrukteur und Hersteller in geeigneter Weise zugänglich gemacht werden, damit es bei der Entwicklung von Größensystemen genutzt werden kann. Voraussetzung für diesen Wissenserwerb ist die Messung des menschlichen Körpers und seiner Leistungen und Funktionen nach den Kriterien der wissenschaftlichen Anthropometrie. Industrieanthropologische Körpermessungen und die Entwicklung darauf aufbauender Größensysteme müssen bestimmten Kriterien genügen, wenn die oben gestellten Ziele erreicht werden sollen.

Qualitätskriterien für Größensysteme körpernaher Industrieprodukte

Qualitätskriterien für anthropometrisch fundierte Größensysteme körpernaher Industrieprodukte sind:

Stichprobenumfang und Stichprobenzusammensetzung:

Da die anthropometrischen Merkmale niemals an allen Personen bestimmt werden können, die als potentielle Nutzer des Produkts in Frage kommen, werden die Merkmale, beispielsweise die

Körpermaße, an den Personen einer Stichprobe bestimmt. Diese Stichprobe muss für die potentielle Nutzerpopulation im Rahmen der erforderlichen Genauigkeit repräsentativ sein. Es ist nicht immer notwendig, für die Gestaltung eines Produktes spezielle Messungen durchzuführen. Nicht selten sind Problemlösungen in Zusammenarbeit mit Industrieanthropologen unter Nutzung der in anthropometrischen Datenbanken gespeicherten individuellen Datensätze und deren Spezialauswertung möglich oder es können mit Hilfe dieser Datensätze wichtige Vorentscheidungen getroffen werden.

Körpermessungen und Messdatenkontrolle:

Unabhängig davon, ob neue Körpermessungen notwendig sind oder nicht, kann in gegenseitiger Beratung zwischen Produktgestaltern und Anthropologen erarbeitet werden, welche Körpermaße produktrelevant sind und damit unbedingt mit ausreichender Zuverlässigkeit bekannt sein müssen.

Stehen keine oder nur ein Teil der zur Problemlösung nutzbaren Individualdaten zur Verfügung, so kann – wiederum in gegenseitiger Beratung zwischen Produktgestaltern und Industrieanthropologen – entschieden werden, ob vollständige Neuuntersuchungen notwendig sind, oder ob in einer anthropologischen Datenbank gespeicherte Individualdaten aktuell genug sind, um mitgenutzt zu werden. Da eine gezielte Neuauswertung vorhandener Daten unter speziellen industriellen Zielstellungen häufig bereits eine große Hilfe bei der Produktgestaltung ist, soll an dieser Stelle an alle Untersucher und Verantwortlichen für anthropometrische Daten appelliert werden, Individualdatensätze generell in abrufbarer Form zu konservieren. Wenn neue Körpermessungen notwendig sind, so sind eine gründliche anthropometrische Ausbildung der Untersucher und die Kontrolle ihrer Messergebnisse unerlässlich. Fehlersuche und Fehlerbereinigung sind wichtige Bestandteile einer anthropometrischen Studie. Die Fehlersuche erfolgt zunächst anhand der Variabilität von Einzelwerten. Es hat sich bewährt, grundsätzlich sämtliche Messwerte manuell zu überprüfen, die außerhalb eines Bereichs von $\xi \pm 4 s$ liegen. Im Anschluss an diese Filterung empfiehlt sich eine Messwertüberprüfung anhand logischer Ketten. Da bei einem Menschen beispielsweise die Unterarmlänge kürzer ist als die Oberarmlänge oder die Brustkorbtiefe geringer als die Brustkorbbreite, können diese Proportionen als Prüfkriterien eingesetzt werden. Eine statistische Grundauswertung und erforderliche Spezialauswertungen sollten grundsätzlich nur an fehlerbereinigten Daten durchgeführt werden, da grobe Fehler zu völligen Fehlinterpretationen führen können.

Bestimmung von Perzentilwerten der untersuchten Merkmale:

In der Regel werden Produkte nicht allein an einen „mittleren Menschen“ angepasst, sondern an männliche und/oder weibliche Personen eines mehr oder weniger streng definierten Altersbereichs. Wichtig für jede maßlich am Nutzer orientierte Produktgestaltung sind deshalb Kenntnisse über die Variabilität der produktrelevanten Körpermaße. Die Variabilität von Körpermaßen ist sehr unterschiedlich. Rumpfdurchmesser und Rumpfumfänge variieren stärker als die Körperhöhe und Körperteillängen. Es kommt hinzu, dass bei vielen Körpermaßen, insbesondere bei Maßen der Korpulenz, die Bandbreite der Einzelwerte nicht symmetrisch um den Mittelwert verteilt ist und damit keine Normalverteilung im mathematischen Sinn vorliegt. In einem solchen Fall geben das arithmetische Mittel (ξ) und die Standardabweichung (s) nicht die wahre Verteilung der Einzelwerte an. Verteilungsunabhängige statistische Größen sind deshalb zur Berechnung von Mittelwerten und Variabilitätskriterien von Körpermaßen besser geeignet. Sie entsprechen stets der Realität, wenn sie aus genügend tragfähigen Stichproben stammen. Bewährt hat sich die Berechnung von Häufigkeitswerten, d.h. von empirischen Perzentilwerten. Sie zeigen jeweils den Messwert an, der von einem definierten Prozentsatz der gemessenen Menschen maximal erreicht wird: Um 1989 waren nach den Ergebnissen einer gesamtdeutschen Stichprobe (Stichprobe D 89 bei Greil 2001) in Deutschland 1 % der Frauen im Alter zwischen 18 – 64 Jahre 149,1 cm groß oder kleiner, 5 % waren 152,9 cm groß oder kleiner, 50 % waren 166,7 cm groß oder kleiner, 95 % waren 174,8 cm groß oder kleiner

und 99 % waren 178,3 cm groß oder kleiner. Die Perzentilwerte 1, 5, 50, 95, 99 einzelner Körpermaße werden mit der Zielstellung ihrer Nutzung in der Industrie häufig zur Kennzeichnung der Größenbereiche sehr klein, klein, mittel, groß und sehr groß benutzt und gemeinsam mit einer Abbildung, der Messstreckendefinition, der Messmethode und dem zu verwendenden Messinstrument publiziert (Abb. 1).

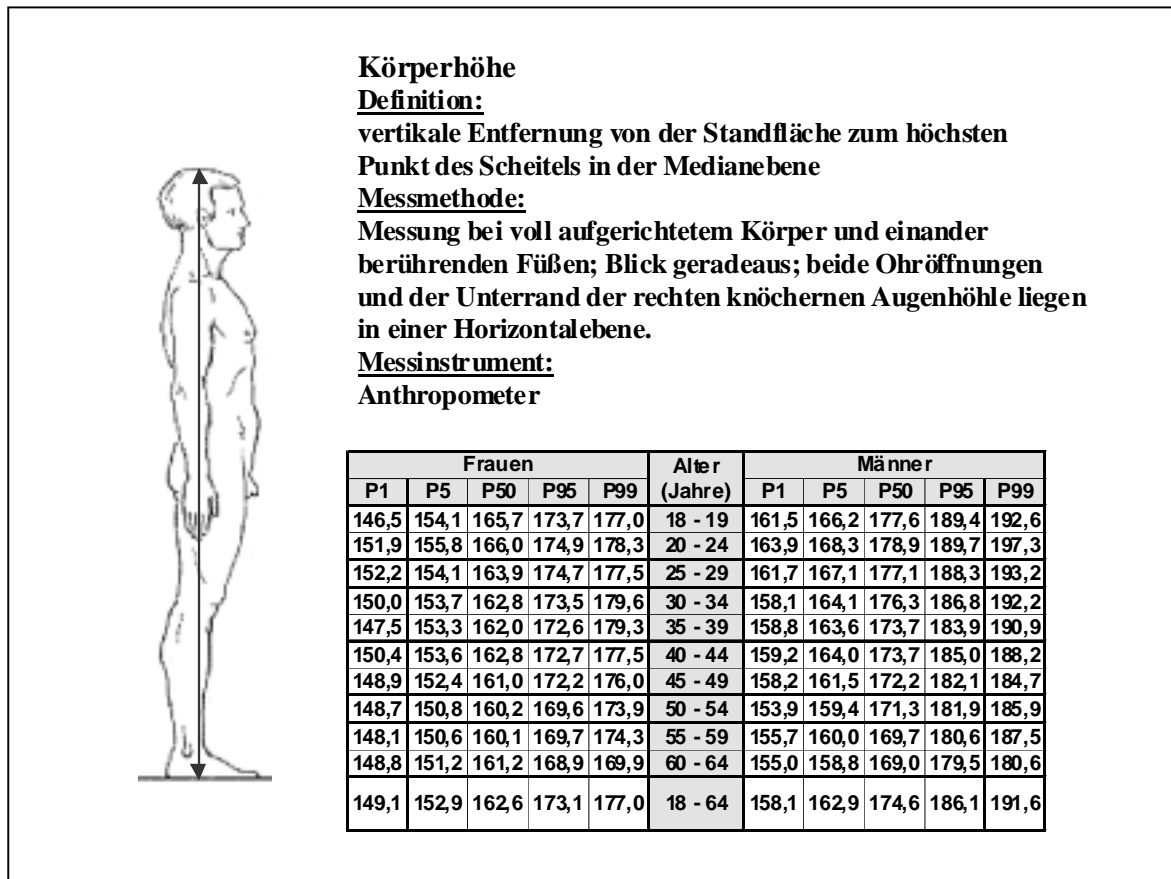


Abb. 1: Definition, Messmethode und Perzentilwerte der Körperhöhe

Bestimmung von Häufigkeiten in definierten Merkmalsbereichen bei einzelnen Körpermaßen:

Auch bei eindimensionalen Größensystemen, d.h. wenn zur Festlegung einer Größe nur Informationen über eine einzige Messstrecke benötigt werden, reichen drei oder fünf Perzentilwerte für ein Konstruktionsvorhaben häufig nicht aus. Wesentlich ist darüber hinaus die Frage, wie viele potentielle Nutzer oder Käufer in einzelnen Größenbereichen vorkommen. Dabei sollen diese Größenbereiche möglichst genau angegeben werden können, beispielsweise für jeden Zentimeter. Es interessiert beispielsweise in der Baufahrzeugindustrie die Frage, auf wieviel Prozent der als Nutzer eines passgerecht produzierten Produktes in Frage kommenden Bevölkerungsgruppe als Käufer verzichtet wird, wenn der Verstellbarkeitsbereich für einen Baufahrzeugsitz um einen oder um drei Zentimeter geringer ist. Dies ist eine Frage der Verteilungsdichte der einzelnen Messwerte von Körpermaßen, die bei der Produktgestaltung wesentlich berücksichtigt werden müssen. Bei dem angeführten Beispiel ist die Verteilungsdichte der Fußreichweite von Bedeutung, d.h. der Entfernung zwischen dem am weitesten nach hinten ausladenden Punkt im Bereich des Gesäßes und der Fußsohle im Fersenbereich bei voll gestrecktem Bein. Besonders häufig wird die Verteilungsdichte der Messwerte der Körperhöhe benötigt.

Die größte Verteilungsdichte der Individualwerte eines Körpermaßes liegt stets in der Mitte der Verteilungskurve. Einen Eindruck von der Normalverteilungskurve der Körperhöhe gibt Abb. 2.

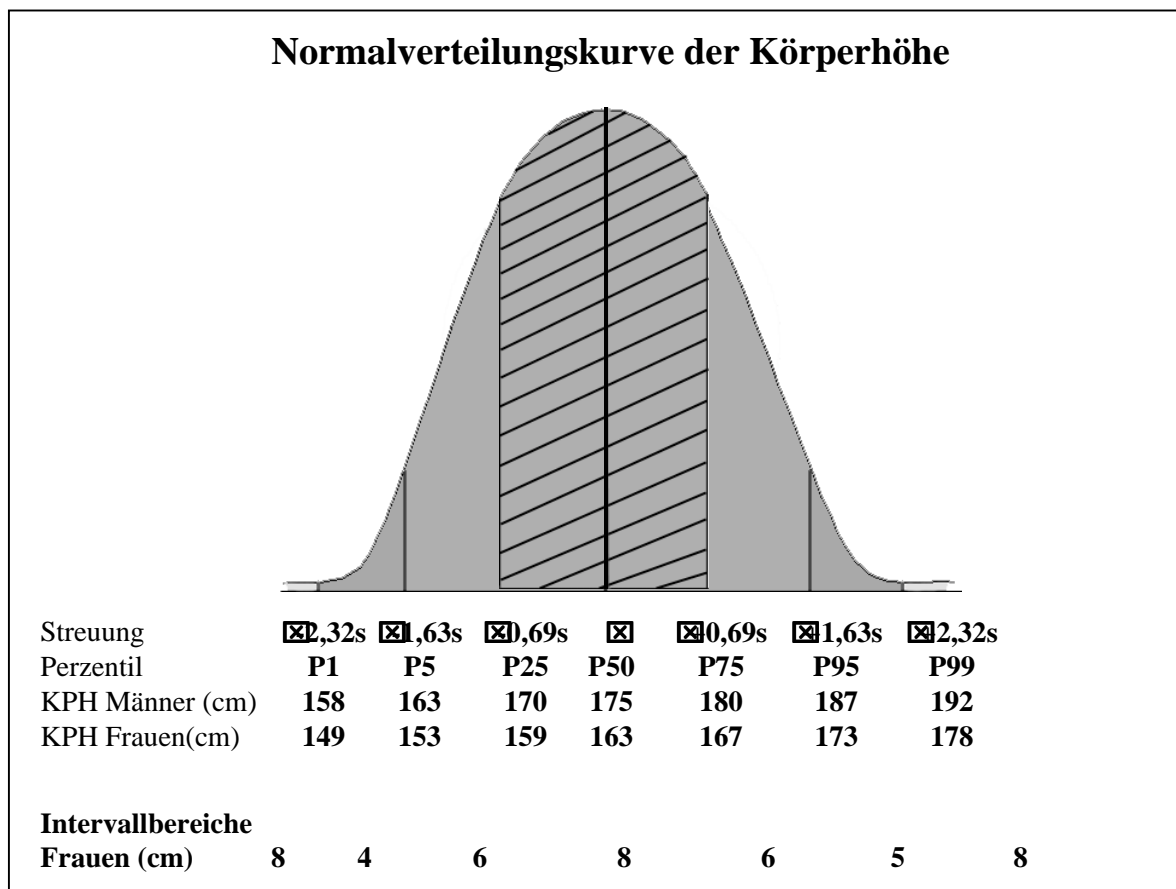


Abb. 2: Verteilungskurve (Dichtekurve) der Körperhöhe

Die Hälfte der Frauen (P25 – P75) hat eine Körperhöhe innerhalb des Achtzentimeterintervalls zwischen 159 cm und 167 cm. Bei Männern liegt dieser Hälftenspielraum zwischen 170 cm (P25) und 180 cm (P75). An den Verteilungsrändern werden mit einem Intervallbereich von 8 cm aber nur jeweils 1 % der Personen erfasst, die im weiblichen Geschlecht noch kleiner sind als 149 cm bzw. noch größer als 178 cm und im männlichen Geschlecht noch kleiner als 158 cm bzw. noch größer als 192 cm. Bei normalverteilten Körpermaßen wie der Körperhöhe, bei denen das arithmetische Mittel \bar{x} und das Häufigkeitsmittel P50 identisch sind und die Verteilungsdichte unter der Kurve und damit die Verteilungskurve selbst symmetrisch sind, kann man mit parametrischen statistischen Verfahren definierte kumulative Häufigkeiten berechnen. In Abb. 3 wird dies für die Körperhöhen von Männern und Frauen in den Altersbereichen 18 – 64 Jahre, 18 – 39 Jahre und 40 – 64 Jahre gezeigt. Zur Erklärung der Handhabung kumulativer Häufigkeitstabellen ist die Körperhöhenmarke 170 cm herausgegriffen. 87,6 % der Frauen im Altersbereich 18 – 64 Jahre, aber nur 25,6 % der Männer im selben Altersbereich sind 170 cm groß oder kleiner bzw. nur 12,4 % der Frauen aber 74,4 % der Männer sind größer als 170 cm. Bei einer getrennten Betrachtung von jüngeren (18 – 39 Jahre) und älteren (40 – 64 Jahre) Erwachsenen wird deutlich, dass für eine jüngere Zielgruppe mit größeren Häufigkeiten im Bereich größerer Körperhöhen gerechnet werden muß, Produkte für ältere Käufer jedoch mit kleineren Körperhöhen passgerechter gestaltet werden können. Diese Erkenntnis ist nicht neu. Von praktischem Interesse ist jedoch die Möglichkeit, mit Hilfe von kumulativen Häufigkeiten relativ genau kalkulieren zu können, wie sich die Häufigkeiten einzelner bei der Produktgestaltung zu berücksichtigender Körpermaße in beliebigen Größenbereichen verhalten. Besonders wichtig sind

dabei in der Regel die Randbereiche der Verteilung. Während sich im gesamten untersuchten Altersbereich (18 – 64 Jahre) im Einzentimeterbereich von 162,0 cm bis 163,0 cm 4,6 % aller Frauen mit ihrer Körperhöhe befinden, sind es im Dreizentimeterbereich von 182,0 cm bis 185,0 cm insgesamt nur 0,1 % (Abb. 3, linke Spalte). In demselben Körperhöhenbereich befinden sich aber 7,3 % der gleichaltrigen Männer (Abb. 3, 2. Spalte von links). 99,8 % der Frauen haben eine Körperhöhe zwischen 144 cm und 182 cm. Nur jeweils 0,1 % sind noch kleiner oder noch größer. 99,8 % der Männer haben eine Körperhöhe zwischen 152 cm und 198 cm. Nur jeweils 0,1 % sind noch kleiner oder noch größer. Kumulative Häufigkeitstabellen erlauben somit, Aussagen darüber zu treffen, wieviel Prozent einer Bevölkerung oder einer Bevölkerungsgruppen maßlich berücksichtigt werden, wenn ein bestimmter Größenbereich in die Produktgestaltung einbezogen wird. Ebenso ist es möglich zu kalkulieren, wieviel Prozent unberücksichtigt bleiben, wenn bei der Projektierung eines Produktes ein definierter Größenbereich nicht mit einbezogen wird.

cm	Frauen 18-64	Männer 18-64	Frauen 18-39	Männer 18-39	Frauen 40-64	Männer 40-64	cm
142	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	142
143	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	143
144	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	144
145	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	145
146	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	146
147	0,3	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	147
148	0,5	0,0	0,4	0,0	0,7	0,0	148
149	0,9	0,0	0,4	0,0	1,5	0,0	149
150	1,5	0,0	0,7	0,0	2,3	0,1	150
151	2,2	0,0	1,2	0,0	3,5	0,1	151
152	3,4	0,1	1,7	0,1	5,4	0,1	152
153	5,3	0,1	3,0	0,1	7,9	0,1	153
154	7,7	0,2	4,6	0,1	11,2	0,3	154
155	10,9	0,3	7,1	0,1	15,4	0,6	155
156	13,7	0,4	9,3	0,1	18,7	0,7	156
157	18,0	0,6	12,9	0,3	24,0	1,1	157
158	22,3	0,9	16,0	0,4	29,5	1,5	158
159	27,4	1,5	20,7	0,7	35,0	2,4	159
160	33,4	2,0	26,0	0,9	41,8	3,5	160
161	39,9	2,9	32,1	1,2	49,0	5,0	161
162	46,1	3,9	37,6	1,7	55,9	6,6	162
163	52,7	5,1	44,1	2,3	62,7	8,7	163
164	58,9	6,9	50,2	3,2	69,0	11,6	164
165	64,4	9,1	55,7	4,3	74,4	15,2	165
166	70,0	11,5	61,7	5,5	79,7	19,2	166
167	75,0	13,9	67,5	7,1	83,7	22,4	167
168	79,3	17,0	72,9	9,3	86,7	26,7	168
169	83,3	20,9	77,9	12,2	89,6	32,0	169
170	87,6	25,2	83,5	15,3	92,3	37,6	170
171	90,4	30,0	87,0	19,3	94,2	43,6	171
172	92,9	35,2	90,4	23,8	95,7	49,6	172
173	94,8	40,4	92,9	28,4	96,9	55,7	173
174	96,2	45,9	94,9	33,1	97,6	62,2	174
175	97,3	51,6	96,4	39,0	98,4	67,6	175
176	98,3	57,1	97,5	44,9	99,2	72,6	176
177	99,0	62,6	98,5	50,6	99,5	77,7	177
178	99,3	67,5	98,9	56,3	99,8	81,8	178
179	99,6	73,2	99,3	63,3	100,0	85,6	179
180	99,7	78,3	99,5	69,7	100,0	89,1	180
181	99,8	82,3	99,6	74,8	100,0	91,9	181
182	99,9	85,6	99,8	79,0	100,0	94,0	182
183	99,9	88,3	99,9	82,7	100,0	95,5	183
184	99,9	90,9	99,9	86,3	100,0	96,7	184
185	100,0	92,9	99,9	89,2	100,0	97,7	185
186	100,0	94,7	99,9	91,8	100,0	98,5	186
187	100,0	96,1	100,0	93,9	100,0	98,9	187
188	100,0	96,9	100,0	95,1	100,0	99,2	188
189	100,0	97,6	100,0	96,1	100,0	99,6	189
190	100,0	98,3	100,0	97,1	100,0	99,9	190
191	100,0	98,9	100,0	98,0	100,0	99,9	191
192	100,0	99,1	100,0	98,4	100,0	99,9	192
193	100,0	99,4	100,0	99,0	100,0	100,0	193
194	100,0	99,5	100,0	99,1	100,0	100,0	194
195	100,0	99,7	100,0	99,4	100,0	100,0	195
196	100,0	99,7	100,0	99,5	100,0	100,0	196
197	100,0	99,8	100,0	99,6	100,0	100,0	197
198	100,0	99,9	100,0	99,8	100,0	100,0	198
199	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	100,0	199
200	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	200

Körperhöhe: kumulative Häufigkeit

cm	Frauen 18-64	Männer 18-64	Frauen 18-39	Männer 18-39	Frauen 40-64	Männer 40-64	cm
170	87,6	25,6	83,5	15,3	92,3	37,6	170
170	12,4	74,4	16,5	84,7	7,7	62,4	170

Abb. 3: Kumulative Häufigkeit der normalverteilten Körperhöhe

Bei Körpermaßen, deren Einzelwerte keiner Normalverteilung folgen – das sind viele Breiten- und Tiefenmaße und fast alle Körperumfänge – können parametrische Verfahren nicht eingesetzt werden. Sie führen zu falschen Ergebnissen. Es muss nach nichtparametrischen Verfahren gesucht werden, um richtige kumulative Häufigkeitstabellen aufstellen zu können. Diese Verfahren sind weitaus komplizierter als die parametrischen. Sie können in der Praxis erst angewendet werden, seit es schnelle Rechenanlagen mit ausreichend Speicherplatz gibt. Ein geeignetes Verfahren zur kumulativen Häufigkeitsberechnung bei nicht normalverteilten Körpermaßen ist die Kerndichteschätzung, deren Rechenweg in Abb. 4 wiedergegeben ist. Die Kerndichteschätzung ermöglicht sowohl die Berechnung definierter Perzentile als auch die Berechnung kumulativer Häufigkeiten.

Berechnung von Häufigkeiten bei nicht normalverteilten Merkmalen durch Kerndichteschätzung

Stichprobe: 9107 Testpersonen
 Alter: 18 – 64 Jahre
 Geschlecht: 6047 Männer + 3060 Frauen

Kerndichteschätzung

$$f_{\lambda}(x) = \frac{1}{n\lambda} \sum_{i=1}^n K_0\left(\frac{x - x_i}{\lambda}\right)$$

wenn λ = stichprobenspezifische Bandbreite
 und Q = interquartiler Wertebereich
 und c = Dichtegenauigkeit

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt[5]{n}} * Q * c$$

bei $K_0(t)$ = Kerndichte des NV-Modells



$$K_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2}$$

Abb. 4: Kerndichteschätzung zur Berechnung von Häufigkeiten bei nicht normalverteilten

In Abb. 5 ist dargestellt, wie bei industrieanthropologischen Tafelwerken Körpermaßwerte zur Nutzung bei der Konstruktion körpernaher Industrieprodukte sowohl für definierte Perzentile (P1, P5, P50, P95, P99) als auch für definierte skalierte Größenbereiche (28 cm – 53 cm) im Einzentimeterintervall publiziert werden können.

Größte Körpersitzbreite
Definition:
 horizontale Entfernung zwischen den am weitesten seitwärts ausladenden Punkten im Bereich der Oberschenkel und der Hüfte
Messmethode:
 Messung bei voll auf der Sitzfläche aufliegenden Oberschenkeln. Unterschenkel hängen frei herunter und berühren einander.
Messinstrument:
 Stangenzirkel

cm	Frauen		Männer		Frauen		Männer		cm
	18-64	18-64	18-39	18-39	40-64	40-64	40-64	40-64	
28,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	28,0	
29,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	29,0	
30,0	0,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,1	0,1	30,0	
31,0	0,1	1,0	0,1	1,5	0,0	0,4	0,4	31,0	
32,0	0,5	2,9	0,4	4,6	0,5	0,7	0,7	32,0	
33,0	1,6	6,8	1,8	10,5	1,3	2,0	2,0	33,0	
34,0	4,1	14,6	5,5	20,9	2,4	6,7	6,7	34,0	
35,0	8,0	27,7	10,8	36,5	4,8	16,6	16,6	35,0	
36,0	15,1	44,2	20,2	53,3	9,3	32,8	32,8	36,0	
37,0	24,0	60,7	32,1	69,1	14,7	50,1	50,1	37,0	
38,0	35,2	74,7	44,3	79,9	24,6	68,1	68,1	38,0	
39,0	47,0	85,3	57,3	88,1	35,1	81,9	81,9	39,0	
40,0	57,6	92,3	67,6	93,5	46,1	90,9	90,9	40,0	
41,0	68,4	96,1	77,4	96,2	58,0	95,9	95,9	41,0	
42,0	77,1	97,8	84,5	97,7	68,6	97,9	97,9	42,0	
43,0	83,5	99,0	89,6	98,9	76,4	99,1	99,1	43,0	
44,0	88,8	99,6	92,9	99,7	84,0	99,6	99,6	44,0	
45,0	92,7	99,8	95,7	99,8	89,2	99,9	99,9	45,0	
46,0	95,5	99,9	97,3	99,9	93,3	99,9	99,9	46,0	
47,0	97,3	99,9	98,5	99,9	95,9	99,9	99,9	47,0	
48,0	98,6	100,0	99,1	99,9	98,0	100,0	100,0	48,0	
49,0	99,4	100,0	99,5	100,0	99,2	100,0	100,0	49,0	
50,0	99,7	100,0	99,8	100,0	99,5	100,0	100,0	50,0	
51,0	99,9	100,0	99,9	100,0	99,8	100,0	100,0	51,0	
52,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	52,0	
53,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	53,0	

Frauen					Alter (Jahre)	Männer				
P1	P5	P50	P95	P99		P1	P5	P50	P95	P99
30,6	33,1	36,8	42,2	46,3	18-19	29,6	30,4	33,6	37,9	43,6
32,2	33,4	37,9	42,8	46,9	20-24	31,1	32,3	35,1	40,1	42,2
33,0	34,1	38,6	44,8	47,6	25-29	31,2	32,7	36,2	40,0	42,1
33,1	34,5	39,2	46,0	48,9	30-34	32,0	33,1	36,2	41,2	43,7
32,5	34,2	39,1	45,2	48,1	35-39	32,2	33,3	36,7	41,1	43,4
31,8	34,6	39,6	46,6	47,6	40-44	32,7	33,8	36,9	40,6	42,7
32,7	35,0	39,9	46,3	48,2	45-49	32,1	33,5	37,1	40,7	43,5
33,8	35,5	40,9	46,5	48,4	50-54	32,4	33,5	36,9	40,8	42,1
32,7	35,4	41,0	47,6	50,1	55-59	33,1	33,8	37,1	40,9	42,8
33,3	36,1	40,3	46,8	47,6	60-64	32,9	34,2	37,1	40,8	44,1
32,7	34,3	39,2	45,7	48,3	18-64	31,1	32,7	36,3	40,6	43,1

Abb. 5: Definition, Messmethode, Perzentilwerte und kumulative Häufigkeiten bei der größten Körpersitzbreite

Das Beispiel betrifft die größte Körpersitzbreite, ein Maß, dass bei der Planung der Breite von Sitzen von Bedeutung ist und bei dem die Verteilungskurve stark asymmetrisch ist und keiner Normalverteilung folgt. Im Unterschied zur Körperhöhe ist die größte Körpersitzbreite bei Frauen größer als bei Männern. Sitze, die zur Benutzung sowohl durch Männer als auch durch Frauen projiziert werden, müssen in ihrer Breite also nach den Werten der Frauen ausgelegt werden.

Berücksichtigung der säkularen Akzeleration:

Einmal bestimmte Körpermaße behalten nur für einen gewissen Zeitraum ihre Gültigkeit, weil der Körperbau von Bevölkerungen sich durch Migration und säkulare Akzeleration im Laufe der Zeit verändert. Dies gilt sowohl für das Kindes- und Jugendalter als auch für das Erwachsenenalter. Für Größensysteme, in denen Körperlängen als Hauptmaße eingesetzt werden, sind die säkulare Veränderung der Körperhöhe und der Körperlängen im Verhältnis zur Körperhöhe von Bedeutung. Dies wird in Abb. 6, Abb. 7 und Abb. 8 für den Altersbereich 6 – 19 Jahre im Zusammenhang mit der Projektierung von Schulgestühl dargestellt. Im Zehnjahresvergleich zwischen 1989 und 1999 (Untersuchungsjahre 1987 – 1991 und 1997 – 2000) hat die Körperhöhe 6 Jahre alter Jungen im Mittel um 4,2 cm zugenommen, die der Mädchen um 3,0 cm. 19 Jahre alte Jungen und Mädchen waren 1999 1,4 cm größer als 10 Jahre zuvor. Da sich auch die Zeitspanne, in der Mädchen entwicklungsbedingt im Mittel größer sind als gleichaltrige Jungen, vorverlagert hat, handelt es sich um eine echte Akzeleration im Sinne einer Wachstumsbeschleunigung. Wichtig für die Projektierung von Schulgestühlmaßen sind nicht nur die Veränderungen der Mittelwerte, sondern auch Veränderungen der Variabilität und der Häufigkeitsverteilung. Aus den Körperhöhenkurven in Abb. 7 geht hervor, dass die Spannweite der Körperhöhe im Schulalter sich zumindest bei Jungen nicht oder kaum verändert hat. Die Erhöhung der Mittelwerte resultiert offenbar daraus, dass bei gleicher Variabilität sowohl kleinwüchsige Jungen mit Körperhöhenwerten unterhalb des 10. Perzentils als auch hochwüchsige Jungen mit Körperhöhenwerten oberhalb des 90. Perzentils größer geworden sind. Diese Verschiebung der Körperhöhe nach oben in allen Perzentilbereichen bei Beibehaltung der ursprünglichen Variabilität ist auch bei Mädchen zu beobachten.

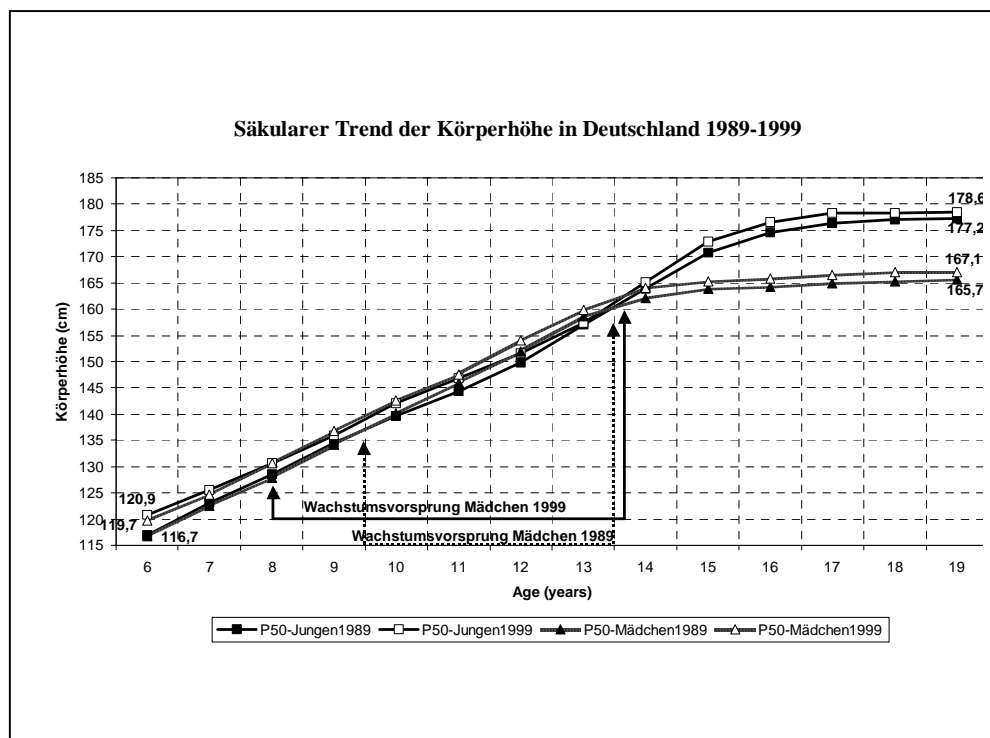


Abb. 6: Säkularer Trend der Körperhöhe in Deutschland

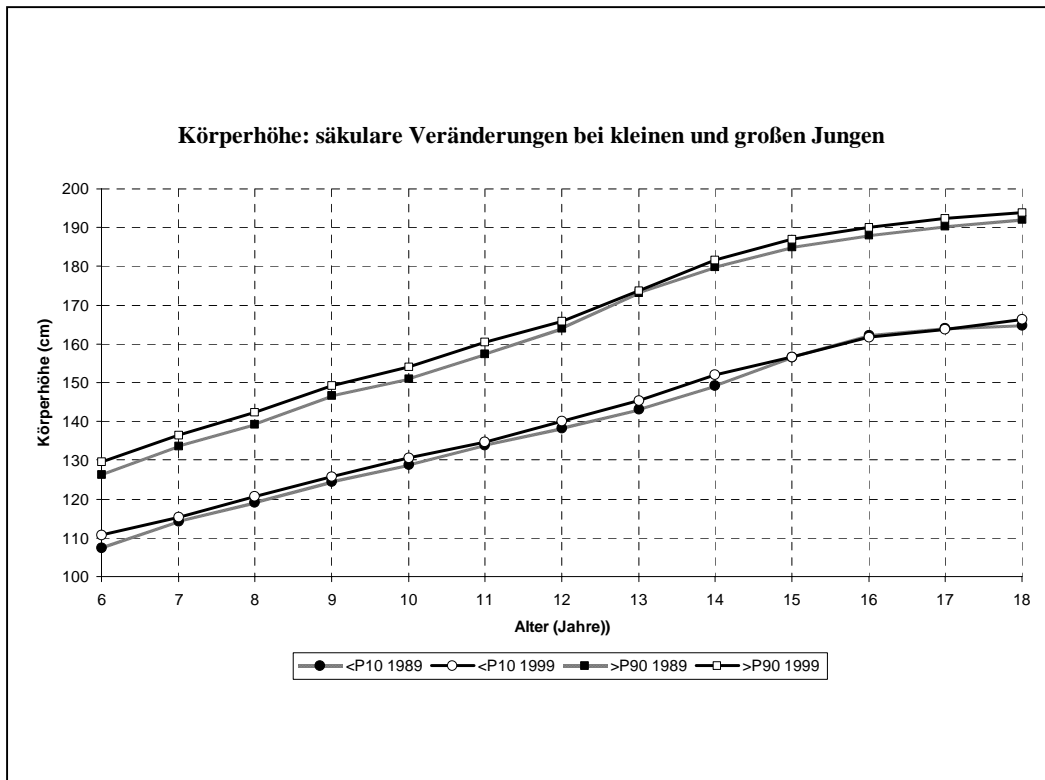


Abb. 7: Säkulare Veränderungen der Körperhöhe bei klein- und hochwüchsigen Jungen

Häufigkeitsverteilung und Altersspannweite der Körperhöhe (KPH) in einer Schülerpopulation (Alter: 5 1/2 - 18 1/2 Jahre)

Unter Berücksichtigung von relativer Beinlänge (BLPR) und relativer Kniegelenkhöhe (KGH)

G	KPH cm	n %	Alter min - max Jahre	BLPR		KGR	
				\bar{x} % KPH	min - max % KPH	\bar{x} % KPH	min - max % KPH
1	<112,5	0,59	6 - 7	44,9	39,96 - 47,89	27,94	25,05 - 32,04
2	112,5 - <127,5	14,82	6 - 11	45,85	41,88 - 53,40	27,55	24,38 - 31,77
3	127,5 - <142,5	25,70	6 - 13	46,97	41,04 - 53,85	28,02	21,32 - 31,86
4	142,5 - <157,5	26,74	7 - 18	47,89	43,31 - 54,71	28,36	25,29 - 30,84
5	157,5 - <172,5	22,31	10 - 18	47,91	43,86 - 55,72	28,06	24,38 - 35,50
6	172,5 - <187,5	9,20	12 - 18	48,18	44,90 - 51,31	28,02	25,67 - 33,88
7	187,5 - <202,5	0,64	15 - 18	48,54	46,63 - 50,53	28,31	26,59 - 30,42

Abb. 8: Häufigkeitsverteilung und Altersspannweite der Körperhöhe auf die Größen (G) von Schulgestühl bei einer Schülerpopulation
Unter Berücksichtigung der relativen Beinlänge und der relativen Kniegelenkhöhe

Schulgestühl wird bei dem in Abb. 8 gegebenen Beispiel in Anpassung an die Körperhöhe projiziert mit einer Rasterbreite von 15 Körperhöhenzentimetern beginnend bei Größe 1 für Kinder, die kleiner sind als 112,5 cm. Diese Größe betrifft nur 6 und 7 Jahre alte Jungen und Mädchen mit einem prozentualen Anteil an der Gesamtschülerpopulation von 0,6 %. Schulgestühlgröße 2 für den Körperhöhenbereich 112,5 cm – 127,5 cm betrifft den Altersbereich 6 – 11 Jahre mit einem prozentualen Anteil an der Gesamtschülerpopulation von 14,8 %. Auch bei der 3. Stuhlgröße für den Körperhöhenbereich 127,5 cm – 142,5 cm gibt es bereits Schulanfänger, für die diese Stuhlgröße angemessen ist. Der Altersbereich für diese Stuhlgröße reicht von 6 bis zu 13 Jahren. Der Altersbereich für Stuhlgröße 4 (Körperhöhe 142,5 cm – 157,5 cm) reicht von 7 bis zu 18 Jahren. Bei Größe 5 (Körperhöhe 157,5 cm – 172,5 cm) sind es 10 bis 18 Jahre, bei Größe 6 (Körperhöhe 172,5 cm – 187,5 cm) 12 – 18 Jahre und bei Größe 7 (Körperhöhe 187,5 cm – 202,5 cm) 15 – 18 Jahre. Diese Stuhlgröße ist nur für 0,64 % der Schülerpopulation angemessen. In der Abbildung sind den Körperhöhenbereichen der Schüler und Schülerinnen Längenproportionsmaße zugeordnet. Dies ist wichtig, weil sich gerade während des Schulalters die Längenproportionen des Körpers beträchtlich ändern. Arme und Beine wachsen intensiver als der Rumpf. Bei den jüngsten Schulkindern beträgt die mittlere Beinlänge nur 44,9 % der Körperhöhe. Bei den ältesten sind es 48,5 %. Entsprechend verändert sich die relative Kniegelenkhöhe. Sie nimmt von 27,9 % in der jüngsten Gruppe im Altersverlauf zu bis zu 28,3 % in der ältesten Gruppe. Es muss deshalb bei der Projektierung von Schulgestühl nicht nur bedacht werden, dass Kinder wachsen, sondern auch, dass ihre Beine (und Arme) stärker wachsen als der Rumpf. Wichtig ist auch die Beachtung der Überlappungsbereiche der Körpermaße in den einzelnen Gruppen. Dies bedeutet, dass auch bei optimal gestalteten Stühlen in keiner Klassenstufe die Bestuhlung mit nur einer einzigen Größe ausreicht. Es müssen immer neben den mittelgroßen Kinder auch die kleinen und die großen berücksichtigt werden. Die Erkenntnis, dass Menschen, auch Kinder, eine große Variabilität im Körperbau aufweisen und eine darauf abgestimmte körpernahe Umwelt benötigen, sollte stets Vorrang haben vor dem Ordnungssinn von Hausmeistern, die einen Klassenraum mit nur einer Möbelgröße bestücken möchten.

Berücksichtigung der mehrdimensionale Variabilität von Körpermaßen:

Wie bereits in der Einleitung festgestellt, verändern sich Körpermaße nicht unabhängig voneinander. Die Einzelmaße sind untereinander mehr oder weniger hoch korreliert. Dadurch entstehen hinsichtlich der Körperform charakteristische Körperbautypen oder Wuchstendenzen. An einem Verteilungspol der mehrdimensionalen Variabilität befinden sich relativ kleine Menschen, die aber im Durchschnitt schwerer und breiter und damit korpulenter gebaut sind als der Durchschnitt. Am anderen Verteilungspol befinden sich hochwüchsige aber relativ leichtgewichtige und schlanke Menschen. Nicht selten ist Korpulenz mit Kurzbeinigkeit gekoppelt. Korpulente Menschen mit proportionsmäßig langem Rumpf und kurzen Gliedmaßen, die wegen dieser Proportion auch als Sitzriesen bezeichnet werden, haben im Mittel auch kurze Reich- und Greifweiten und eine kurze Unterschenkellänge. Ihre Körpersitzbreite, ihre Rumpftiefen, alle Rumpfumfänge und auch ihr Körpergewicht liegen jedoch im Mittel sehr hoch, höher als die entsprechenden Mittelwerte der Gesamtbevölkerung. Am entgegengesetzten Verteilungspol befinden sich relativ große Menschen mit nicht nur absolut, sondern auch proportionsmäßig langen Beinen und Armen. Diese großen und langbeinigen Menschen sind aber in ihrer Körpersitzbreite, in den Rumpftiefen und Umfangsmaßen im Mittel deutlich schlanker als die Durchschnittsbevölkerung. In Abb. 9 für Männer und Abb. 10 für Frauen sind aus den Ergebnissen einer mehr als 6000 Personen umfassenden Stichprobe aus den Jahren 1982 – 1984 die Mittelwerte des Körpergewichts (der Körpermasse) und 10 ergonomisch wichtiger Körpermaße für die Körperbautypen klein+korpulent+kurzbeinig (KKK), mittelwüchsig (MMM) und groß+schlank+langbeinig (GSL) dargestellt. Die nur 160,5 cm großen KKK – Männer wiegen im Mittel 82,9 kg und sind entsprechend dick. Ihre Körpersitzbreite beträgt 37,8 cm. Die 190,3 cm großen GSL – Männer wiegen im Mittel nur 73,6 kg und sind entsprechend schlank. Ihre Körpersitzbreite beträgt im Mittel nur 35,3 cm. Die nur 151,5 cm großen KKK – Frauen wiegen im Mittel 73,2 kg und sind entsprechend dick. Ihre Körpersitzbreite beträgt im Mittel 41,6 cm. Die 174,4 cm großen GSL – Frauen wiegen im Mittel nur 59,9 kg und sind entsprechend schlank. Ihre Körpersitzbreite beträgt im Mittel nur 37,9 cm.

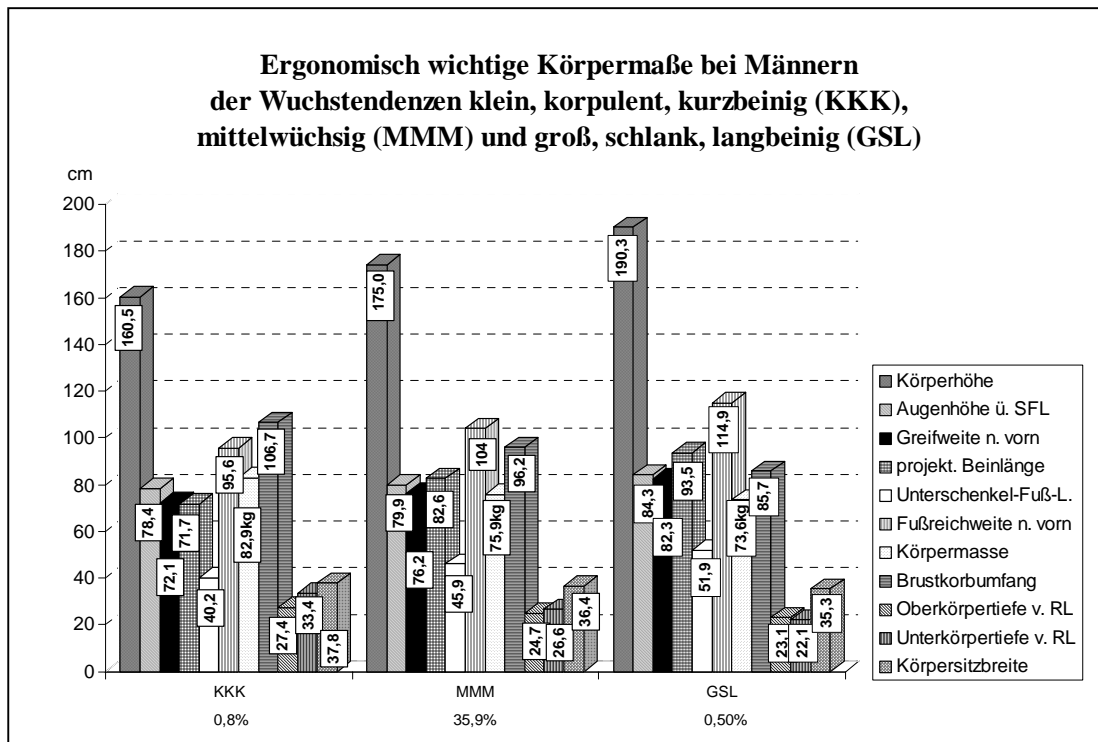


Abb. 9: Mehrdimensionale Variabilität ergonomisch wichtiger Körpermaße bei Männern in den Typengruppen klein+korpulent+kurzbeinig (KKK), mittelwüchsig (MMM) und groß+schlank+langbeinig (GSL)

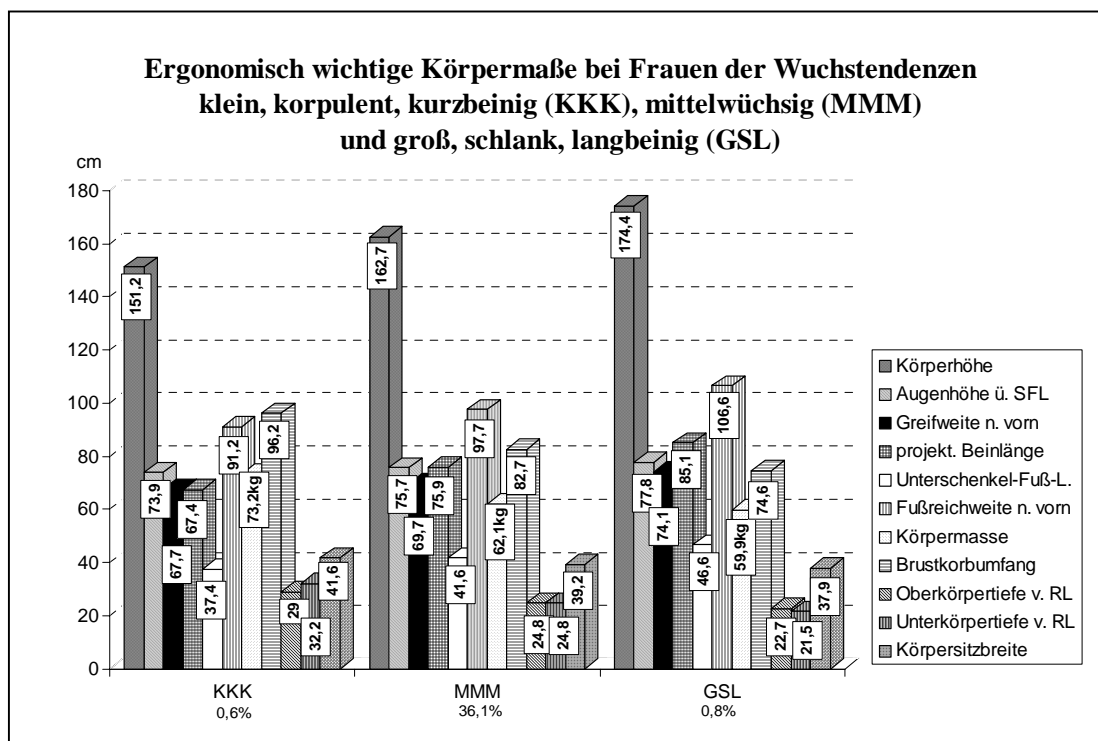


Abb. 10: Mehrdimensionale Variabilität ergonomisch wichtiger Körpermaße bei Frauen in den Typengruppen klein+korpulent+kurzbeinig (KKK), mittelwüchsig (MMM) und groß+schlank+langbeinig (GSL)

Mehrdimensionale Größensysteme:

Bei vielen mehrdimensionalen Größensystemen für Industrieprodukte wird die multivariate Veränderlichkeit im Körperbau, d.h. die unterschiedliche Abhängigkeit einzelner Körpermaße voneinander prinzipiell in die Konstruktion einbezogen. Es wird berücksichtigt, dass Menschen in der Regel nicht um so korpulenter sind, je größer ihre Körperhöhe ist. Bekannt ist dies für Bekleidungsgrößensysteme. Bei der Konstruktion von Bekleidung muss, wenn diese eine gute Passform haben soll, berücksichtigt werden, dass Körpermaße nicht gleichmäßig und nicht unabhängig voneinander variieren, sondern dass es unterschiedliche Körperbautypen gibt. Leider entsprechen die heute in Deutschland eingeführten prinzipiell richtigen Bekleidungsgrößensysteme nicht immer der Realität des Körperbaus der potentiellen Käufer und Käuferinnen. Dies kann in Abb. 11, Abb. 12 und Abb. 13 am Beispiel eines weit verbreiteten Größensystems für Damenoberbekleidung (DOB) analysiert werden.

Bekleidungsgrößensystem DOB						
KFH <157cm	KFH 157-165cm	KFH 165-172cm	KFH >172cm	EUH	TU	HÜ
EK	K	N	L	(cm)	(cm)	(cm)
185	18	36	72	82-85	66-69	92-95
195	19	38	76	86-89	70-73	96-98
205	20	40	80	90-93	74-77	99-101
215	21	42	84	94-97	78-81	102-104
25	22	44	88	98-102	82-85	105-108
	23	46	92	103-107	86-90	109-112
	24	48	96	108-113	91-95	113-116
	25	50	100	114-119	96-102	117-121
	26	52	104	120-125	103-108	122-126

Abb. 11: Beispiel eines mehrdimensionalen Bekleidungsgrößensystems für Damenoberbekleidung (DOB)

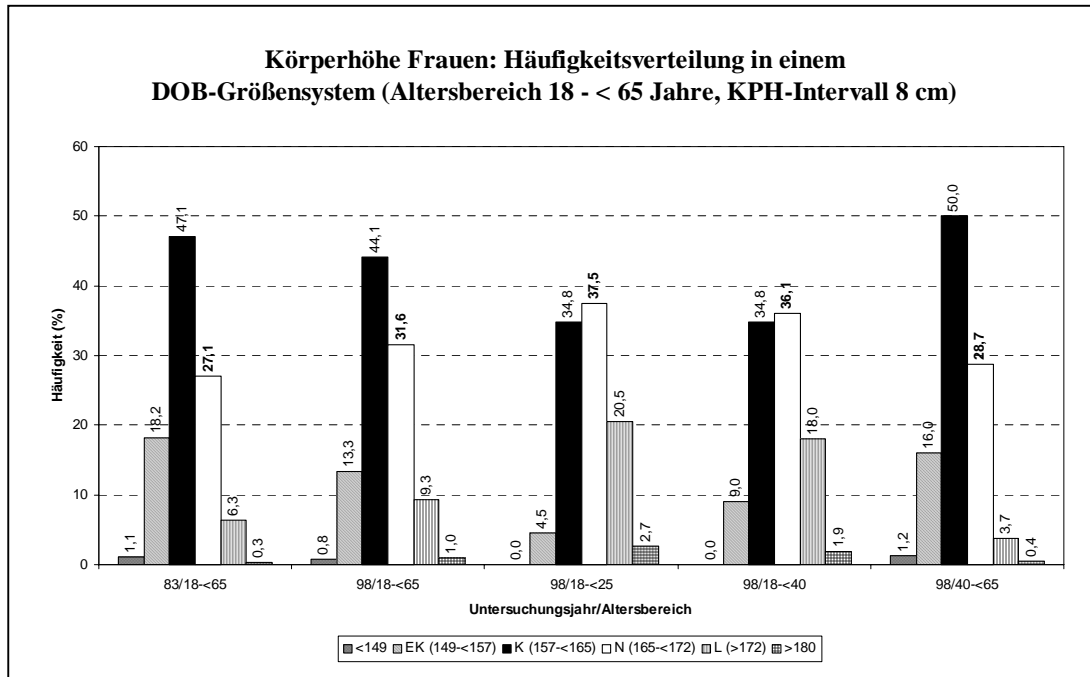


Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Körperhöhe von Frauen in den Größengruppen eines Damenoberbekleidungs-systems: extraklein (EK), klein (K), normal (N) und groß (L)

Passform der Hauptmaße in der N-Reihe (KPH 165 - < 172)

Vergleich der Körpermaße zu den Mittelwerten eines gültigen Größensystems

Größe	Mittlerer Brustumfang (cm)				Mittlerer Taillenumfang				Mittlerer Hüftumfang			
	Katalog	18-65	18-25	40-65	Katalog	18-65	18-25	40-65	Katalog	18-65	18-25	40-65
36	84,0	84,0	84,0	85,1	68,0	67,0	66,5	71,7	94,0	94,0	92,6	93,2
38	88,0	88,1	88,5	88,0	72,0	70,1	68,3	74,2	97,5	96,0	94,3	97,5
40	92,0	91,9	91,4	92,1	76,0	73,5	71,0	76,7	100,5	98,0	96,8	100,2
42	96,0	95,2	95,5	95,7	80,0	77,1	75,0	84,4	103,5	100,1	99,0	102,7
44	100,5	100,1	99,5	100,2	84,0	83,0	77,1	86,2	107,0	103,0	101,1	103,3
46	105,5	104,8	105,0	105,0	88,5	87,0	88,5	91,9	111,0	106,5	110,5	108,2
48	111,0	110,0	108,0	110,0	93,5	95,5	96,2	97,3	115,0	112,0	107,0	110,8
50	117,0	116,6	117,5	116,0	99,5	99,3	97,4	103,7	119,5	117,0	112,0	114,6
52	123,0	123,1	123,3		106,0	109,5	112,0		124,5	118,7		120,1

Sehr gute Passform nach dem Brustumfang in allen Größen und Altersgruppen

Taillenumfang gesamt bei schlanken Größen zu weit, bei großen zu eng bei jungen Frauen bis 5 cm zu weit bei älteren Frauen bis 6 cm zu eng

Hüftumfang gesamt ab Größe 38 zu weit, bei jungen Frauen mit zunehmender Korpulenz bis zu 7,5 cm bei älteren Frauen bis 4,9 cm

Abb. 13: Passform der Hauptmaße des im Text analysierten Bekleidungsgrößensystems in der Körperhöhengruppe N

In Abb. 11 wird zunächst das einem aktuellen Katalog entnommene Größensystem für Damenoberbekleidung vorgestellt. Als Hauptmerkmal für alle Längenmaße fungiert die Körperhöhe (KPH). Sie ist das 1. Hauptmaß oder die 1. Dimension des Größensystems. Ausgehend von einer kalkulierten mittleren Körperhöhe von 168 cm wird mit einem Bereich von ± 4 cm eine mittlere Körperhöhengruppe gebildet, die Gruppe N (normal). Im Anschluss an die N-Gruppe nach unten wird für den Körperhöhenbereich zwischen 165 cm und 157 cm eine Körperhöhengruppe K (klein) gebildet und im Anschluss an diese eine Körperhöhengruppe EK (extra klein) für Kundinnen, die kleiner sind als 157 cm. Für Kundinnen mit einer Körperhöhe von mehr als 172 cm wird im Anschluss an die Mittelgruppe nach oben eine Körperhöhengruppe L (large) gebildet. Das 2. Hauptmaß ist der horizontale Brustumfang (BUH). Als 3. Hauptmaß fungieren je nach Sortiment der Taillenumfang oder der größte Hüftumfang. Die einzelnen Bekleidungsgrößen werden so gebildet, dass innerhalb der Körperhöhengruppen nach dem Brustumfang gruppiert wird. Innerhalb dieser zweidimensionalen Größen werden in Abhängigkeit von dem zu produzierenden Produkt der Taillenumfang oder der Hüftumfang als weiteres Gruppierungsmerkmal eingeführt. Wenn ein Bekleidungsgrößensystem auf Körpermessungen an einer repräsentativen Stichprobe beruht, kann im Anschluss an die Größenbildung nach den Hauptmaßen die prozentuale Belegung der einzelnen Gruppen der Stichprobe berechnet werden. Nach dem Ergebnis dieser prozentualen Häufigkeitsbelegung, die bei einer repräsentativen Stichprobe mit ausgewiesener Wahrscheinlichkeit den Häufigkeiten in der Bevölkerung entspricht, kann dann entschieden werden, welche Bekleidungsgrößen in die Produktion übernommen werden sollen. In Abb. 11 sind in den Spalten der Körperhöhengruppen die Bekleidungsgrößenbezeichnungen in Abhängigkeit von den drei Umfangsmaßen angegeben: Ausgewählt wurden im EK – Bereich 5 Größen (185 – 255), im K – Bereich 9 Größen (18 – 26), im N – Bereich 9 Größen (36 – 52) und im L – Bereich 9 Größen (72 – 104). Dieses mehrdimensionale Hauptmaßprinzip ist bewährt. Eine gute Passform für einen hohen Prozentsatz der potentiellen Käuferinnen kann allerdings nur dann erreicht werden, wenn dem System aktuelle Körpermaße, deren Korrelationen untereinander und ihre Häufigkeitsverteilungen zu Grunde liegen.

Nach der Entwicklung des Hauptmaßsystems können alle übrigen Maße, die für die Schnittkonstruktion benötigt werden, unter Ausnutzung ihrer korrelativen Abhängigkeiten von den Hauptmaßen über Regressionsgleichungen den Hauptmaßen der einzelnen Bekleidungsgrößen zugeordnet werden. Dabei werden die hohen Korrelationen innerhalb der Längenmaße benutzt, um Körperteillängen wie Rückenlänge (Entfernung von der Dornfortsatzspitze des 7. Halswirbels bis zur Taillenhöhe), funktionelle Armlänge (Entfernung von der Achselhöhle bis zum daumenseitigen Handknöchel) und funktionelle Beinlänge (Schrittlänge) der Körperhöhe zuzuordnen. Umfangs- und Breitenmaße des Oberkörpers wie Halsansatzumfang (Kragenweite), laterale Schulterbreite (Entfernung vom Halsansatzpunkt zur Scheitellinie der seitlichen Schulterkontur) oder Abstand zwischen den Brustwarzen, werden dem Brustumfang zugeordnet, Breiten- und Umfangsmaße des Unterkörpers dem Hüftumfang.

Es erscheint sinnvoll, wenn die Gruppierung nach dem 1. Hauptmaß, hier nach der Körperhöhe, so vorgenommen wird, dass die größte Verteilungsdichte dieses Körpermaßes als Normalbereich ausgewiesen wird. Dies ist bei dem analysierten Beispiel nicht der Fall. In Abb. 12 sind die Häufigkeiten aufgezeichnet, mit denen nach den Ergebnissen von anthropometrischen Untersuchungen, die wissenschaftlichen Kriterien gerecht werden, Frauen unterschiedlicher Altersgruppen in den in Abb. 11 vorgestellten Körperhöhengruppen des untersuchten Damenoberbekleidungssystems vorkommen. Von den Frauen einer für die neuen Bundesländer repräsentativen anthropometrischen Querschnittstudie aus den Jahren 1982 – 1984 (mittleres Untersuchungsjahr 83) im Alter zwischen 18 und 65 Jahren entfallen 19,3 % auf die KPH – Gruppe „extra klein“ (davon 1,1 % unterhalb der unteren Passformgrenze dieser Gruppe), 47,1 % auf die KPH – Gruppe „klein“, nur 27,1 % auf die KPH – Gruppe „normal“ und 6,3 % auf die KPH – Gruppe „large“. 0,3 % liegen über der oberen Passformgrenze. In der Normalgruppe, in der bei weitem das breiteste Warensortiment und die größten Stückzahlen produziert werden, befanden sich zu Beginn der achtziger Jahre nur etwa halb soviel Frauen wie in der K – Gruppe. In den folgenden Säulendiagrammen der Abbildung wird gezeigt, wie die Häufigkeitsverteilung der Frauen auf die KPH – Gruppen des Größensystems aktuell beschaffen ist. Die Körperhöhendaten entstammen einer

Stichprobe, die in den Jahren 1997 – 2000 untersucht wurde (Stichprobe BBG 97 - 00 bei Greil 2001). Es werden neben dem Gesamaltersbereich zwischen 18 und 65 Jahren auch die Altersbereiche 18 bis <25 Jahre, 18 bis <40 Jahre und 40 bis <65 Jahre analysiert. Die Tendenz zur Überschätzung der Körperhöhe macht sich auch bei dieser akzelerierten Stichprobe bemerkbar, wenn auch nicht mehr so ausgeprägt wie bei der weiter zurückliegenden Stichprobe vom Beginn der achtziger Jahre. Auch heute gibt es, bezogen auf den Gesamaltersbereich, mehr Frauen, die ihrer Körperhöhe entsprechend beim Kauf von K – Größen eine bessere Passform erreichen als beim Kauf von Normalgrößen als es Frauen im angegebenen "Normalbereich" gibt. Die Körperhöhenverteilung der älteren Frauen von heute entspricht ungefähr der Gesamtverteilung, wie sie vor etwa 20 Jahren vorlag. Ältere Frauen werden durch dieses Größensystem mithin besonders schlecht bedient. Einzig in der Gruppe der ganz jungen Frauen (18 - <25 Jahre) ist die Belegung der als normal eingestuften Größengruppe etwas höher als die der K – Gruppe).

In Abb. 13 wird die für die Normalgruppe beispielhaft die Passform innerhalb des Hauptmaßsystems untersucht. Für Frauen im Körperhöhenbereich zwischen 165 cm und 172 cm ergibt sich nach dem Brustumfang in allen Bekleidungsgrößen und für alle Altersbereiche eine sehr gute Passform. Der projektierte Taillenumfang erweist sich bei den schlanken Größen (36 – 40) als eher zu weit. Dies trifft besonders für junge Frauen zu, die im Mittel in dieser Körperhöhengruppe einen 5 cm geringeren Taillenumfang haben als den im Größensystem projektierten. Demgegenüber liegt der reale Taillenumfang der älteren Frauen bis zu 6 cm über dem projektierten. Noch schlechter als beim Taillenumfang ist in der N – Gruppe die Passform nach dem Hüftumfang. Er ist ab Bekleidungsgröße 38 zu groß projektiert. Diese Fehlprojektierung nimmt mit steigender Korpulenz zu. Bei der Bekleidungsgröße 50 liegen die gemessenen Hüftumfänge im Mittel für den Gesamaltersbereich um 2,5 cm unter dem projektierten, bei jungen Frauen sind es 7,5 cm unter dem projektierten Hüftumfang. Bei älteren Frauen sind es 4,9 cm.

Anthropometrische Menschmodelle als Hilfsmittel bei der Größenbildung:

Da anthropometrische Einzeldaten allein bei weitem nicht immer für die Lösung der bei der Projektierung und Konstruktion auftretenden anthropologischen Fragen ausreichen und wissenschaftliche anthropometrische Datenbanken vom Laien kaum selbständig gehandhabt werden können, wurden 3D – Simulationen des menschlichen Körpers entwickelt. Sie erlauben die Einschätzung einzelner Körpermaße im anthropometrischen Gesamtzusammenhang des Körperbaus. Mit derartigen Modellen kann bereits in einer frühen Projektierungsphase geprüft werden, wie passgerecht ein Produkt für potentielle Nutzer ist. Verbreitet als 3D-Modelle sind "mittlere Menschen", häufig "mittlere Männer", die als Typ nur grobe Anhaltspunkte geben können. Sie verkörpern die Mittelwerte der implementierten Körpermaße. Die Problematik anderer Typen besteht darin, dass sie nicht selten als sogenannte Perzentilmenschen auftreten: als Konglomerat desselben Perzentils der implementierten Messstrecken. Bei einem als "kleiner Mann" geltenden P 5 – Mann – Modell setzt sich bei Modellen dieser Art das 3D – Modell aus den P 5 – Werten der einzelnen Körpermaße von Männern zusammen, bei einem P – 95 – Frau – Modell aus den P 95 – Werten der einzelnen Körpermaße von Frauen usw.. Die in Wirklichkeit existierende mehrdimensionale biologische Variabilität des Körperbaus bleibt unberücksichtigt. Bei dem 3D – Modell RAMSIS wurde ein anderer Weg gegangen. Dieses Modell kann in verschiedenen Typen abgerufen werden, die den real vorkommenden Körperbautypen entsprechen. Die Variabilität bewegt sich nicht von einem Pol "klein in allen Körpermaßen" zu einem Pol "groß in allen Körpermaßen", sondern folgt der in der Humanbiologie bekannten Variationsreihe von einem niedrig – breitwüchsigen zu einem hoch – schlankwüchsigen Pol. In Abb. 14 steht in der Variante des PCMan RAMSIS der Typ klein+korpulent+kurzbeinig neben dem Typ groß+schlank+langbeinig. Deutlich erkennbar sind nicht nur die Größenunterschiede, sondern auch die Proportionsunterschiede. Da Körperbautypen bei diesem Modell auch frei wählbar sind, kann es leicht den anthropometrischen Gegebenheiten spezieller Nutzergruppen angepasst werden (Nagel 2001). Das Konstruktionswerkzeug RAMSIS wurde auf der anthropometrische Datengrundlage der Stichprobe DDR 82 – 84 entwickelt (Greil

2001). Seine Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig und werden durch die Aufnahme neuer Daten, die über Körpermaße inzwischen weit hinausgehen, ständig erweitert.

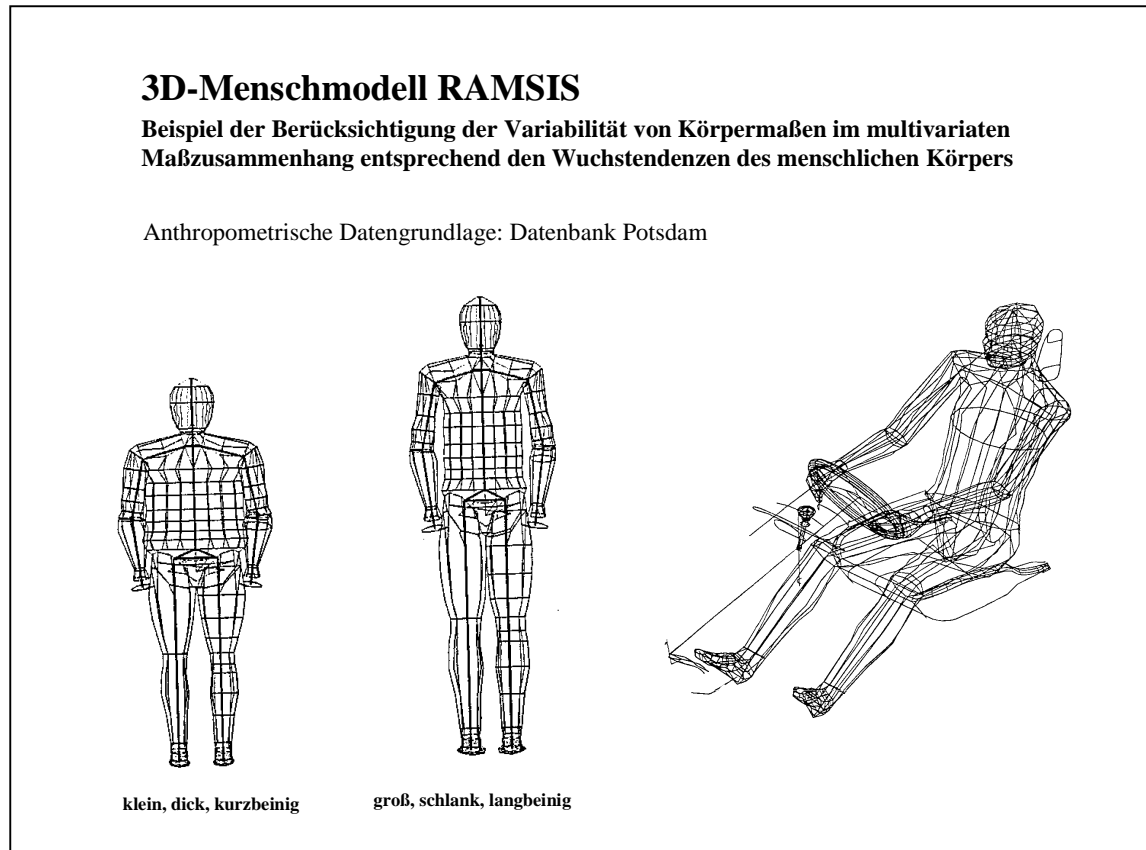


Abb. 14: 3D-Menschmodell RAMSIS in den Typen klein+korpulent+kurzbeinig, groß+schlank+langbeinig und mittelwüchsig (v. l. n. r.)

Literatur

Greil H. (1995): Anthropometrische Grundlagen zur körperbautypspezifischen Gestaltung von rechnergestützten Mensch-Modellen. In: Gärtner K.-P.: Anthropometrische Cockpitgestaltung. Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, Bonn, 47-60.

Greil H. (2001): Wie weit sind wir der DIN 33402 entwachsen? BUB 10, 7-22.

Nagel K (2001): Gruppenspezifische Anthropometrie in der ergonomischen Gestaltung. BUB 10, 54-61

Anschrift der Autorin:

Prof. Dr. Holle Greil
FG Humanbiologie
Institut für Biochemie und Biologie
Universität Potsdam
Lennéstr. 7a
14471 Potsdam
greil@rz.uni-potsdam.de