

**Körperbau, Gelenkbeweglichkeit und Handkräfte Erwachsener im
Generationenvergleich**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

"doctor rerum naturalium"

(Dr. rer. nat.)

in der Wissenschaftsdisziplin "Humanbiologie"

eingereicht an der

Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Potsdam

von

Andrea Voigt

Geb. 11.07.1974 in Berlin

Potsdam, den 19.12.2008

Tag der mündlichen Prüfung: 16.04.2009

Dieses Werk ist unter einem Creative Commons Lizenzvertrag lizenziert:
Namensnennung - Keine kommerzielle Nutzung - Weitergabe unter gleichen
Bedingungen 3.0 Deutschland
Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>

Online veröffentlicht auf dem
Publikationsserver der Universität Potsdam:
<http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2009/3121/>
[urn:nbn:de:kobv:517-opus-31217](http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus-31217)
[<http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus-31217>]

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	I
------------------------------------	----------

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
------------------------------------	-----------

TABELLENVERZEICHNIS	VI
----------------------------------	-----------

1 EINLEITUNG	1
---------------------------	----------

2 VERSUCHSPERSONEN UND METHODIK	6
--	----------

2.1 STICHPROBENCHARAKTERISTIK	6
--	----------

2.2 UNTERSUCHUNGSMETHODIK	6
--	----------

2.2.1 STATISCHE KÖRPERMAßE.....	6
---------------------------------	---

2.2.2 PROPORTIONSMAßE	10
-----------------------------	----

2.2.3 DYNAMISCHE KÖRPERMAßE	13
-----------------------------------	----

2.2.4 MESSGERÄTE.....	24
-----------------------	----

2.3 AUSWERTUNGSMETHODIK	26
--------------------------------------	-----------

3 ERGEBNISSE	29
---------------------------	-----------

3.1 MAßE DER STATISCHEN ANTHROPOMETRIE IM ALTERSVERGLEICH	29
--	-----------

3.1.1 KÖRPERMASSE	29
-------------------------	----

3.1.2 BODY-MASS-INDEX (BMI)	29
-----------------------------------	----

3.1.3 LÄNGENMAßE DES OBERKÖRPERS, STEHEND	30
---	----

3.1.4 LÄNGENMAßE DES OBERKÖRPERS, SITZEND	31
---	----

3.1.5 LÄNGENMAßE DER OBEREN EXTREMITÄT.....	32
---	----

3.1.6 LÄNGENMAßE DER UNTEREN EXTREMITÄT.....	33
--	----

3.1.7 LÄNGENPROPORTIONEN.....	34
-------------------------------	----

3.1.8 SKELETTROBUSTIZITÄTSMÄßE	37
--------------------------------------	----

3.1.9 KORPULENZMAßE	38
---------------------------	----

3.1.10 PROPORTIONEN DER SKELETTROBUSTIZITÄT UND KORPULENZ.....	39
--	----

3.1.11 KOPFMAßE UND PROPORTIONEN DES KOPFES.....	43
--	----

3.1.12 HANDMAßE UND PROPORTIONEN DER HAND.....	43
--	----

3.1.13 FUßMAßE UND PROPORTIONEN DES FUßES	45
---	----

3.2 KÖRPERMAßKORRELATIONEN	46
3.3 KÖRPERPROPORTIONEN UND METRIK-INDEX	49
3.4 MAßE DER DYNAMISCHEN ANTHROPOMETRIE IM ALTERSVERGLEICH	53
3.4.1 WIRBELSÄULENBEGWELICHKEIT	53
3.4.2 HANDBEGWELICHKEIT	58
3.4.3 HANDKRÄFTE	62
3.4.4 BEINBEGWELICHKEIT	65
3.5 DYNAMISCHE KÖRPERMAßE UND KÖRPERBAUTYP	66
<u>4 DISKUSSION</u>	<u>72</u>
4.1 MAßE UND PROPORTIONEN DER STATISCHEN ANTHROPOMETRIE IM ALTERSVERGLEICH	72
4.2 MAßE DER DYNAMISCHEN ANTHROPOMETRIE IM ALTERSVERGLEICH	84
4.3 KÖRPERMAßKORRELATIONEN	88
4.4 KÖRPERPROPORTIONEN UND METRIK-INDEX	89
4.5 DYNAMISCHE MAßE UND KÖRPERBAUTYP	89
4.6 EINFLUSSGRÖßE SÄKULARER AKZELERATION UND ONTOGENETISCHER ALTERNSVERÄNDERUNGEN AUF DIE KÖRPERHÖHE	91
<u>5 ZUSAMMENFASSUNG</u>	<u>98</u>
<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	<u>100</u>
<u>ANHANG</u>	<u>107</u>
<u>EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG</u>	
<u>DANKSAGUNG</u>	

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ALF	Armlänge, funktionell
ALP	Armlänge, projektivisch
AUH	Augenhöhe
AUHS	Augenhöhe über Sitzfläche
BEB	Beckenbreite
BKB	Brustkorbbreite
BKT	Brustkorbtiefe
BLP	Beinlänge, projektivisch
BMI	Body-Mass-Index
DGB	Daumengelenkbreite
EBEBB	Ellbogen-Ellbogen-Breite
EBH	Ellbogenhöhe
EBHS	Ellbogenhöhe über Sitzfläche
FBP	Fußbreite, projektivisch
FH	Fußhöhe
FL	Fußlänge
GKKL	Gesäß-Kniekehlen-Länge
GKL	Gesäß-Knie-Länge
HDB	Handbreite
HDL	Handlänge
HUEB	Hüftbreite
KM	Körpermasse
KNH	Kniehöhe
KOB	Kopfbreite
KOH	Kopfhöhe
KOL	Kopflänge
KPH	Körperhöhe
KSB	Körpersitzbreite

MHDD	Mittelhanddicke, distal
OAL	Oberarmlänge
OSD	Oberschenkeldicke im Sitzen
SBD	Schulterbreite bideltoidal
SHA	Schulterhöhe, akromial
STL	Stammlänge
TB	Tailenbreite
UAHDL	Unterarm-Hand-Länge
UALF	Unterarmlänge, funktionell
UKTS	Unterkörpertiefe im Sitzen
USFL	Unterschenkel-Fuß-Länge
ZFGB	Zeigefingergelenkbreite

Abkürzungen in Diagrammen:

20-29 m	Probandengruppe 20 bis 29 Jahre, männlich
20-29 w	Probandengruppe 20 bis 29 Jahre, weiblich
50-59 m	Probandengruppe 50 bis 59 Jahre, männlich
50-59 w	Probandengruppe 50 bis 59 Jahre, weiblich
60-69 m	Probandengruppe 60 bis 69 Jahre, männlich
60-69 w	Probandengruppe 60 bis 69 Jahre, weiblich

Abkürzungen in Tabelle I bis XIV des Anhangs:

p	Signifikanz
P5	5. Perzentil
P50	50. Perzentil, Median
P95	95. Perzentil
\bar{x}	arithmetisches Mittel

Darstellung der Normalverteilung:

- * an den Körpermaßen in Tabelle I bis XIV des Anhangs markieren Normalverteilung

Darstellung der Signifikanzniveaus in den Tabellen:

- * Signifikanz auf Niveau von 0,05 (zweiseitig)
- ** Signifikanz auf Niveau von 0,01 (zweiseitig)
- *** Signifikanz auf Niveau von 0,001 (zweiseitig)

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2.1 Instrumententasche mit Anthropometer, Stangenzirkel, Kleinem Tasterzirkel und Gleitzirkel.....	24
Abb. 2.2 Einfaches Goniometer.....	25
Abb. 2.3 Goniometer nach MOLLISON.....	25
Abb. 2.4 Vigorimeter mit auswechselbaren Gummiballons.....	25
Abb. 3.1 Medianwerte der Körpermasse.....	29
Abb. 3.2 Medianwerte des Body-Mass-Index.....	30
Abb. 3.3 Medianwerte der Längenmaße des Oberkörpers, stehend.....	31
Abb. 3.4 Medianwerte der Längenmaße des Oberkörpers, sitzend.....	32
Abb. 3.5 Medianwerte der Längenmaße der oberen Extremität.....	33
Abb. 3.6 Medianwerte der Längenmaße der unteren Extremität.....	34
Abb. 3.7 Medianwerte der Längenproportionen des Oberkörpers, stehend.....	35
Abb. 3.8 Medianwerte der Längenproportionen des Oberkörpers, sitzend.....	35
Abb. 3.9 Medianwerte der Längenproportionen der Beine.....	36
Abb. 3.10 Medianwerte des Skelischen Index.....	37
Abb. 3.11 Medianwerte der Skelettrobstizitätsmaße.....	38
Abb. 3.12 Medianwerte der Korpulenzmaße.....	39
Abb. 3.13 Medianwerte der Proportionen der Skelettrobstizität.....	40
Abb. 3.14 Medianwerte der Proportionen der Korpulenz: bideltoidale Schulterbreite, Taillenbreite und Hüftbreite.....	41
Abb. 3.15 Medianwerte der Proportionen der Korpulenz: Körpersitzbreite, Unterkörpertiefe, Oberschenkeldicke, sitzend.....	41
Abb. 3.16 Medianwerte des Metrik-Index.....	42
Abb. 3.17 Medianwerte der Kopfmaße und -proportionen.....	43
Abb. 3.18 Medianwerte der Handmaße Handlänge, Handbreite und deren Proportionen.....	44
Abb. 3.19 Medianwerte der Handmaße: Mittelhanddicke, distal, Daumengelenkbreite und Zeigefingergelenkbreite.....	45
Abb. 3.20 Medianwerte der Fußmaße und -proportionen.....	46
Abb. 3.21 Medianwerte der Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Seitneigung und Streckung und Beugung des Kopfes.....	54
Abb. 3.22 Medianwerte der Kopf- und Kopf-Oberkörperrotation.....	56
Abb. 3.23 Medianwerte der Wirbelsäulenbeweglichkeit: Reichweite nach seitlich unten gebeugt, Reichweite nach vorn in Höhe Fußauflagefläche und Beweglichkeitsindex.....	58
Abb. 3.24 Medianwerte der maximalen Supinations und Pronationswinkel.....	59
Abb. 3.25 Medianwerte der maximalen Flexions-, Extensions-, Radial- und Ulnarabduktionswinkel des Handgelenks.....	60

Abb. 3.26 Medianwerte des großen Greifdurchmessers und der Durchgreifgröße der Hand.....	61
Abb. 3.27 Medianwerte der Hand- und Fingerdruckkräfte	62
Abb. 3.28 Medianwerte der Drehkräfte der Hand	64
Abb. 3.29 Medianwerte der Fußreichweite und des Kniegelenkwinkels	65

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 2.1 Stichprobenzusammensetzung	6
Tab. 2.2 Definition der statischen Körpermaße	7
Tab. 2.3 Definition der Proportionsmaße	10
Tab. 2.4 Eichstichprobencharakteristik und Eingruppierung der Körperbautypen leptomorph und pyknomorph nach der Eichstichprobe	12
Tab. 2.5 Definition der dynamischen Körpermaße	13
Tab. 2.6 Stichprobenzusammensetzungen der Vergleichsstichproben	28
Tab. 3.1 Einteilung der Körperbautypen des Metrik-Index bei Eichung an der eigenen Stichprobe	50
Tab. 3.2 Korrelationskoeffizienten zwischen Proportionsmaßen der männlichen Probanden und den 3 Körperbautypen des Metrik-Index. Signifikante Korrelationen sind mit * auf dem Signifikanzniveau von 0,05 und mit ** auf dem Signifikanzniveau von 0,01 gekennzeichnet.....	51
Tab. 3.3 Korrelationskoeffizienten zwischen Proportionsmaßen der weiblichen Probanden und den 3 Körperbautypen des Metrik-Index. Signifikante Korrelationen sind mit * auf dem Signifikanzniveau von 0,05 und mit ** auf dem Signifikanzniveau von 0,01 gekennzeichnet.....	52
Tab. 3.4 Korrelationskoeffizienten und Signifikanz der Abhängigkeit der dynamischen Körpermaße vom Körperbautyp nach Metrik-Index bei den männlichen Probanden.....	67
Tab. 3.5 Korrelationskoeffizienten und Signifikanz der Abhängigkeit der dynamischen Körpermaße vom Körperbautyp nach Metrik-Index bei den weiblichen Probanden.....	68
Tab. 3.6 Medianwerte der maximalen Seitneigung, Streckung und Beugung des Kopfes der drei Körperbautypen des Metrik Index	69
Tab. 3.7 Medianwerte der maximalen Rotation von Kopf und Oberkörper der drei Körperbautypen des Metrik-Index	69
Tab. 3.8 Medianwerte der maximalen dynamischen Reichweiten im Sitzen der drei Körperbautypen des Metrik-Index	69
Tab. 3.9 Medianwerte der maximalen Supinations-, Pronations-, Palmarflexions- und Volarextensionswinkel der drei Körperbautypen des Metrik-Index	70
Tab. 3.10 Medianwerte der maximalen Radial- und Ulnarabduktionswinkel, des großen Greifdurchmessers und der kreisförmigen Durchgreifgröße der Hand der drei Körperbautypen des Metrik-Index	70
Tab. 3.11 Medianwerte der maximalen Druckkräfte der rechten Hand der drei Körperbautypen des Metrik-Index	71

Tab. 3.12 Medianwerte der maximalen Drehkräfte der rechten Hand der drei Körperbautypen des Metrik-Index	71
Tab. 3.13 Medianwerte der Beinbeweglichkeit der drei Körperbautypen des Metrik-Index.....	71
Tab. 4.1 Medianwerte der Körperhöhe verschiedener Altersgruppen zu unterschiedlichen Messzeitpunkten.....	93
Tab. 4.2 Medianwerte der Körperhöhe von Probanden der Geburtsjahrgänge 1937 bis 1956 verschiedener Querschnittuntersuchungen	94
Tab. I Körpermasse	107
Tab. II Längenmaße des Oberkörpers, stehend	108
Tab. III Längenmaße des Oberkörpers, sitzend	108
Tab. IV Längenmaße der oberen Extremität.....	109
Tab. V Längenmaße der unteren Extremität.....	110
Tab. VI Skelettrobstizitätsmaße.....	111
Tab. VII Korpulenzmaße.....	112
Tab. VIII Kopfmaße	113
Tab. IX Handmaße	114
Tab. X Fußmaße	115
Tab. XI Wirbelsäulenbeweglichkeit.....	116
Tab. XII Handbeweglichkeit.....	118
Tab. XIII Handkräfte	119
Tab. XIV Beinbeweglichkeit.....	120
Tab. XV Korrelationsmatrix der statischen Körpermaße der Männer aller Altersgruppen (Teil a).....	121
Tab. XV Korrelationsmatrix der statischen Körpermaße der Männer aller Altersgruppen (Teil b).....	122
Tab. XVI Korrelationsmatrix der statischen Körpermaße der Frauen aller Altersgruppen (Teil a).....	123
Tab. XVI Korrelationsmatrix der statischen Körpermaße der Frauen aller Altersgruppen (Teil b).....	124

1 EINLEITUNG

Design, Funktionalität und damit die Qualität von Industrieprodukten sind wesentlich dadurch geprägt, in welchem Maße sie den körperbaulichen Gegebenheiten, den Gelenkbeweglichkeiten und den Handkräften ihrer Nutzer gerecht werden. Dieser Grundsatz gilt für alle Altersbereiche. Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf dem Erwachsenenalter. In diesem Lebensabschnitt besteht innerhalb einer Bevölkerung, die Menschen jeden Alters umfasst, eine beträchtliche Variabilität der statischen und dynamischen Körpermaße, die bei der Gestaltung von Industrieprodukten zu berücksichtigen ist. Diese Variabilität ergibt sich einerseits daraus, dass das Erwachsenenalter ein relativ langer Lebensabschnitt ist, in dessen Verlauf sich der Körper verändert (Altersvariabilität). Andererseits verändern sich Körpermaße Gleichaltriger von einer Generation zur nächstfolgenden (säkulare Variabilität). Hinzu kommt die Veränderlichkeit der Alterszusammensetzung innerhalb von Populationen.

Der Beginn des Erwachsenenalters ist juristisch für beide Geschlechter einheitlich definiert als die Vollendung des 18. Lebensjahres. Nach biologischen Kriterien erfolgt der Übergang in das Erwachsenenalter jedoch keineswegs bei allen Menschen zu ein und demselben Zeitpunkt ihrer Biografie. Es gibt bei beiden Geschlechtern Früh- und Spätentwickler.

Im Geschlechtervergleich sind junge Mädchen und Frauen mit 18 Jahren ihrem biologischen Alter nach etwa 2 bis 3 Jahre älter als kalendarisch gleichaltrige junge Männer.

Das biologische Erwachsenenalter beginnt nach naturwissenschaftlicher Übereinkunft mit dem Erreichen der Körperendhöhe. Dieses Entwicklungsstadium wird von jungen Mädchen und Frauen im Mittel mit etwa 18 bis 19 Jahren erreicht, wobei in den drei Lebensjahren davor die Wachstumsgeschwindigkeit bereits deutlich verlangsamt ist. Junge Männer erreichen ihre Körperendhöhe erst mit etwa 21 bis 23 Jahren. Zu diesem Zeitpunkt sind die knorpeligen Wachstumsfugen der Langknochen geschlossen. Hier kann kein Längenwachstum mehr erfolgen. Die Wachstumsfugen der Wirbelkörper sind aber erst teilweise geschlossen. Die Wirbelsäule ist noch nicht vollständig ausgewachsen. Die von Anthropologen als Stammlänge bezeichnete Körperhöhe über der Sitzfläche, die ein guter Indikator für den Abschluss des gesamten Längenwachstums ist, erreicht ihren Höchstwert bei Frauen im Mittel erst mit etwa 20 Jahren, bei Männern sogar erst mit etwa 25 Jahren. Die sehr geringen Zuwachsraten der Stammlänge gegen Ende der Wachstumsphase der Wirbelsäule werden während des jungen Erwachsenenalters durch gleichzeitig bereits einsetzende leichte Haltungsänderungen und Abnutzungserscheinungen

kompensiert. Deshalb ist nicht das Erreichen der Stammendlänge, sondern das Erreichen der Körperendhöhe das geeignete Kriterium zur Bestimmung des Längenwachstumsabschlusses und damit zur Bestimmung des Beginns des biologischen Erwachsenenalters.

Während des biologischen Erwachsenenalters bleibt der Körperbau keineswegs unverändert. Die individuellen Längenmaße der Langknochen bleiben zwar annähernd gleich, aber die Stellung der einzelnen Knochen zu einander in den Gelenken kann sich verändern, wodurch sich am komplexen lebenden Körper auch die Längenmaße verändern können. Manche Gelenke verlieren mit fortschreitendem Alter ihre volle Streckfähigkeit. Die physiologischen Schwingungen der Wirbelsäule verändern sich. Die Zwischenwirbelscheiben verlieren nach und nach ihre Fähigkeit, in Ruhephasen genügend Flüssigkeit zu speichern. Deshalb weisen viele Längenmaße bei älteren Menschen niedrigere Werte auf als zur Zeit ihres jungen Erwachsenenalters. Der Rückgang der Körperhöhe ist bereits am Ende des 3. Lebensjahrzehnts deutlich ausgeprägt und beträgt vom 40. bis zum 80. Lebensjahr etwa 3% der ursprünglichen Körperhöhe ein (GRIMM 1966).

Insgesamt sind die Veränderungen der Längenmaße im Erwachsenenalter aber gering im Vergleich zu den gleichzeitigen Veränderungen der Korpulenzmaße. Diese können sich im Laufe des gesamten Lebens verändern, weil Muskelaufbau und Muskelabbau ebenso wie Fettakkumulation und Fettabbau von der Ernährungsweise und der körperlichen Aktivität abhängen. Im Mittel werden Erwachsene mit fortschreitendem Alter deutlich korpulenter. Bei Männern nimmt die Körpermasse bei abnehmender Körperhöhe bis zur Altersgruppe 40 bis 44 Jahre deutlich zu, bei Frauen sogar bis zur Altersgruppe 50 bis 54 Jahre. Erst im fortgeschrittenen Greisenalter wird der Körper wieder schlanker (GREIL 1987). Korpulenzmaße bleiben also in Abhängigkeit vom Lebensstil und der Ernährungsweise lebenslanglich veränderlich (FLÜGEL et al. 1986; GREIL 1987; JÜRGENS 2004).

Die individuellen Altersveränderungen der Körpermaße werden von so genannten säkularen Faktoren überlagert. Bereits 1860 berichtete Fechner über Körperhöhenveränderungen von Rekruten verschiedener Jahrgänge in den USA (KENNTNER 1963). Körperhöhenzunahmen der schwedischen Bevölkerung wurden registriert (ARBO 1875; HULTKRANTZ 1927; HOLMGREEN 1952). 1896 untersuchte Hovelaque die mittlere Körperhöhe der Rekruten des Kantons Saint-Martin-Vesubie im heutigen Verwaltungsbezirk Nizza, Bolk verglich die mittlere Körperhöhe von holländischen Rekruten der Jahre 1898 und 1907 und Hüppi ging in seiner Dissertation auf die Körperhöhenveränderungen von Züricher Stellungspflichtigen ein (BRUINSMA 1907; BOLK 1914; HÜPPI 1933; KENNTNER 1963).

Die Auswertung anthropometrischer Daten von deutschen Rekruten aus den Jahren 1896, 1900, 1906 und 1956 bestätigte diese Ergebnisse auch für die deutsche Bevölkerung (EVERT 1908; HARBECK 1960).

Seit den Publikationen des Leipziger Schularztes Koch ist bekannt, dass die Zunahme der Körperhöhe und anderer Körpermaße von Jahrgang zu Jahrgang die Folge einer beschleunigten Entwicklung während des Wachstumsalters bei relativer Konstanz des Alters bei Erreichen der Körperendhöhe ist (KOCH 1935b; KOCH 1935a).

Diese Veränderungen werden in der wissenschaftlichen Literatur als säkulare Akzeleration, positiver säkularer Trend oder Biomorphose der Generationenfolge bezeichnet und sind durch eine beschleunigte Individualentwicklung mit größeren Körperendhöhen einer Generation im Vergleich zur vorhergehenden Generation gekennzeichnet (KOCH 1935b; KOCH 1935a; WINTER 1964).

Als Ursachen dieser körperlichen Veränderungen wurden zunächst die Abhängigkeit von der Sonnenbestrahlung, die Großzeiträume umfassenden Klimaänderungen, die Zunahme der Radiowellen in der Luft, die Verstädterung, Industrialisierung und Reizüberflutung, die Förderung bestimmter geistiger Aktivität und der als Luxurieren der Bastarde bezeichnete Heterogeneseffekt vermutet (KOCH 1935b; KOCH 1936; MILLS 1937; KOCH 1938; MIJSBERG 1940; BENNHOLDT-THOMSEN 1942; MILLS 1950; BENNHOLDT-THOMSEN 1952; LENZ 1959; KENNTNER 1963). Demgegenüber wurden in der Folgezeit die verbesserte hygienische und medizinische Situation, sowie die verbesserte Ernährungslage mit Nahrungsmitteln höherer Energiedichte als Ursachen des Phänomens erkannt und vielfach belegt (LENZ 1959). Genetische Ursachen des säkularen Trends konnten ausgeschlossen werden. Tobias stellte neun Merkmale auf, die durch den säkularen Trend im Erwachsenenalter verändert werden: die durchschnittliche Körperhöhe, die durchschnittliche Körpermasse, aber auch andere Durchschnittskörpermaße, besonders die relative Kopfbreite, die relative Gesichtsbreite, der Kopfumfang, die mesiodistalen und buccolingualen Durchmesser der Zahnkronen, der absolute und relative anteroposteriore Durchmesser des Beckens, sowie der absolute und relative Sexualdimorphismus der mittleren Körperhöhe in einigen Populationen (TOBIAS 1985).

Die säkulare Akzeleration hat damit zu einer Veränderung von Körpermaßen gleichaltriger Erwachsener im Verlauf der Generationenfolge geführt.

Im letzten Jahrzehnt wird in Industrieländern mit stabilem hohem sozio-ökonomischem Standard eine Abschwächung des säkularen Trends der Längenmaße verbunden mit einer Zunahme der Körpermasse beobachtet. In diesem Zusammenhang wird diskutiert, ob es in absehbarer Zeit zu einem Stillstand der säkularen Akzeleration kommen wird. Komlos berichtet zum Beispiel, dass der

säkulare Trend in den USA bereits beendet ist (KOMLOS, LAUDERDALE 2007). Um dieser Frage nachzugehen, soll in der vorliegenden Arbeit geschaut werden, wie sich die aktuellen Körperhöhenwerte der vorliegenden Studie zu vorhergehenden Studien verhalten.

Korpulenzmaße, die vom Entwicklungsstand der Muskulatur und des Fettgewebes abhängen, verhalten sich sowohl im Altersverlauf als auch im säkularen Trend anders als Längenmaße. In der Generationenfolge gesehen ist hier eher eine Zunahme des positiven säkularen Trends zu beobachten als ein Ausklingen.

Komlos und Breitfelder haben die Frage aufgeworfen, ob es einen Zusammenhang des rapide ansteigenden Übergewichts in den USA und dem Körperhöhenunterschied zwischen US-Amerikanern und Nordwesteuropäern gibt, und die Hypothese aufgestellt, dass exzessives Essverhalten in der Kindheit die Ausschöpfung des vollen Wachstumspotentials beeinträchtigt (KOMLOS, BREITFELDER 2007). Sunder hat in einer Literaturstudie herausgefunden, dass die Reduktion des linearen Wachstums bei Fettleibigkeit im Kindesalter bei 4% liegt (SUNDER 2008).

In der Bundesrepublik Deutschland wird seit etwa einer Generation ein demografischer Wandel beobachtet. Bedingt durch niedrige Geburtenzahlen und steigende Lebenserwartung hat der Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zugenommen und wird nach den Schätzungen des Statistischen Bundesamtes bis 2050 weiterhin ansteigen (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007). Unsere Gesellschaft muss sich auf diese Veränderungen einstellen. Die Älteren werden im wirtschaftlichen Fokus als finanzstarke Zielgruppe immer wichtiger und auch im Arbeitsleben geht die Entwicklung weg von Arbeitsteilzeit und vorzeitiger Berentung, hin zu einer Verlängerung der Lebensarbeitszeit. Die zunehmende Wiedereinbeziehung Älterer in wirtschaftliche und gesellschaftliche Prozesse erfordert die Kenntnis der Anforderungen und Bedürfnisse älterer Menschen als potentielle Nutzer zukünftiger Produkte. In einer zunehmend technisierten Welt wird die ergonomische Anpassung von Produkten an diese Bevölkerungsgruppe immer wichtiger. Die Körpermaße des Menschen bilden dafür eine gute Basis.

Die in Deutschland vorhandenen Körpermaßdaten sind in der gültigen DIN 44302 Teil 2 hinterlegt (DIN 2006). Die Daten erfassen den Menschen im Erwachsenenalter bis zum 65. Lebensjahr. Das Arbeitsleben in Deutschland beinhaltet jedoch das 65. und bald das 67. Lebensjahr. Das Datenmaterial der gültigen DIN-Norm 44302 Teil 2 wurde bereits vor etwa einer Generation, in den Jahren 1982 bis 1989 von Greil und Küchmeister et al. erhoben und ist daher erneuerungsbedürftig (GREIL 1987; KÜCHMEISTER et al. 1990).

Für die deutsche Bevölkerung liegen jedoch keine aktuellen anthropometrischen Daten zu Körpermaßen und Körperbau älterer Menschen vor. Altersbedingte Bewegungseinschränkungen sind für das fortgeschrittene Erwachsenenalter kaum untersucht. In der Datensammlung des Handbuchs der Ergonomie sind sowohl die Perzentilwerte zu Körpermaßen als auch zu Körperbewegungswinkeln und Körperkräften auf einen Altersbereich von 18 bis 40 Jahren beschränkt (JÜRGENS 1999; SCHMIDTKE, RÜHMANN 1999). Ältere Menschen bleiben unberücksichtigt. Dem entsprechend ist die überwiegende Anzahl von Produkten, bei deren Gestaltung auf den menschlichen Körper Bezug genommen werden muss, auf junge Nutzer abgestimmt. Ältere Menschen können andere Bedürfnisse haben als jüngere. Um diese zu berücksichtigen sind aktuelle Kenntnisse ihrer statischen und dynamischen Körpermaße eine wichtige Voraussetzung.

Der demografische Wandel erfordert verstärkt die Einbeziehung Älterer in alle Bereiche des Lebens. Politische Bestrebungen verlangen bereits nach der Heraufsetzung des Renteneintrittsalters von 65 auf 67 Jahre, da das von Bismarck 1889 eingeführte Rentensystem sich nicht mehr trägt. Früher ernährte eine Generation der Beschäftigten eine Generation der Rentner, heute gibt es eine Disbalance zwischen den Generationen.

Die Frage nach aktuellen Daten zu Parametern von Körperbau und körperlicher Leistungsfähigkeit älterer Menschen wird deshalb immer dringlicher. In der vorliegenden Untersuchung wird ein Vergleich zwischen jüngeren und älteren Erwachsenen analysiert, um festzustellen, welche Veränderungen im Altersbereich 20 bis 69 Jahre vonstatten gehen. Außerdem wird untersucht, ob aufgrund veränderter Arbeits- und Lebensbedingungen in Verbindung mit einer verbesserten medizinischen Vorsorge und Versorgung typische morphologische Alterserscheinungen und Alterseinschränkungen heute im Vergleich zu älteren Untersuchungen zu einem späteren Zeitpunkt in Erscheinung treten. In diesem Zusammenhang ist die Frage von Interesse, ob die Summe der in einer Querschnittuntersuchung erkennbaren körperlichen Veränderungen, die sich aus der Überlagerung von Altersprozessen und säkularen Prozessen ergeben, voneinander getrennt werden können. Erst eine Separierung beider Vorgänge lässt Schlüsse auf die eigentlichen Altersprozesse zu.

Außerdem sollen Zusammenhänge zwischen dem Körperbautyp und Gelenkbeweglichkeiten sowie Handkräften im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit älterer Menschen untersucht werden.

Zusammenfassendes Ziel der Studie ist es, anthropometrische Grundlagen für eine altersgerechte ergonomische Gestaltung von Industrieprodukten zu schaffen.

2 VERSUCHSPERSONEN UND METHODIK

2.1 STICHPROBENCHARAKTERISTIK

Die Untersuchungen wurden von September 2006 bis April 2007 an einer Querschnittstichprobe von 295 Männern und Frauen im Alter zwischen 20 und 29 Jahren und 50 bis 69 Jahren aus den Bundesländern Niedersachsen, Brandenburg und Berlin durchgeführt. Alle Probandinnen und Probanden waren gesund und nahmen freiwillig an den Untersuchungen teil.

Tab. 2.1 Stichprobenzusammensetzung

	Altersgruppe (Jahre)	Probanden (Anzahl)	mittleres Alter (Jahre)
Männer	20 - 29	31	25,4
	50 - 59	44	55,0
	60 - 69	69	65,4
Frauen	20 - 29	30	25,6
	50 - 59	68	55,0
	60 - 69	53	64,8

2.2 UNTERSUCHUNGSMETHODIK

2.2.1 STATISCHE KÖRPERMAßE

Die Untersuchungen umfassen Messungen von statischen und dynamischen Körpermaßen mit dem Ziel des Jung-Alt-Vergleichs.

Die statischen Messungen wurden nach den Definitionen von Flügel et al., Greil und Knußmann in den definierten Grundhaltungen im Stehen und im Sitzen durchgeführt (FLÜGEL et al. 1986; GREIL 1987; KNUßMANN 1988). Dabei wurde der Definition entsprechend auf die horizontale Ausrichtung des Kopfes in Ohr-Augen-Ebene, die sogenannte Frankfurter Horizontale, geachtet, die für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse unabdingbar ist. Genaue Messanweisungen können in der angegebenen Literatur nachgeschlagen werden.

Es wurden 38 statische und 27 dynamische Körpermaße, die in Tabelle 2.2 und 2.5 dargestellt sind, anthropometrisch festgestellt.

Tab. 2.2 Definition der statischen Körpermaße

Abkürzung	Körpermaß	Messstrecke	Messinstrument	Grundhaltung
KM	Körpermasse	-	Waage	stehend
Längenmaße des Oberkörpers, stehend				
KPH	Körperhöhe	Basis – Vertex	Anthropometer	stehend
AUH	Augenhöhe	Basis – Entokanthion	Anthropometer	stehend
SHA	Schulterhöhe, akromial	Basis - Akromiale	Anthropometer	stehend
EBH	Ellbogenhöhe	Basis - Olekranale	Anthropometer	stehend
Längenmaße des Oberkörpers, sitzend				
STL	Stammlänge	Basis Sedens - Vertex	Anthropometer	sitzend
AUHS	Augenhöhe über Sitz	Basis Sedens - Entokanthion	Anthropometer	sitzend
EBHS	Ellbogenhöhe über Sitz	Basis Sedens - Olekranale	Anthropometer	sitzend
Längenmaße der oberen Extremität				
ALP	Armlänge, projektivisch	Akromiale – Daktylion III	Stangenzirkel	stehend
ALF	Armlänge, funktionell	Angulare axillaris anterior – Daktylion III	Reisschiene	stehend
OAL	Oberarmlänge	Akromiale – Radiale	Tasterzirkel, groß	stehend
UAHDL	Unterarm-Hand-Länge	Olekranale – Daktylion III	Tasterzirkel, groß	stehend
UALF	Unterarmlänge, funktionell	Angulare ulnaris – Daktylion III	Reisschiene	stehend

Abkürzung	Körpermaß	Messstrecke	Messinstrument	Grundhaltung
Längenmaße der unteren Extremität				
BLP	Beinlänge, projektivisch	Basis - Ischiale	Differenzmaß: KPH-STL	stehend
GKL	Gesäß-Knie-Länge	Glutheale - Patellare	Anthropometer	sitzend
GKKL	Gesäß-Kniekehlen-Länge	Glutheale – Angulare genu	Anthropometer	sitzend
KNH	Größte Kniehöhe, sitzend	Basis – Oberrand Patella	Anthropometer	sitzend
USFL	Unterschenkel-Fuß-Länge	Basis – Angulare genu	Anthropometer	sitzend
Skelettrobstizitätsmaße				
EBEBB	Ellbogen-Ellbogen-Breite	Humerale lateralis – Humerale lateralis	Tasterzirkel, groß	stehend
BKB	Brustkorbreite	Transversoathorakale - Transversoathorakale	Tasterzirkel, groß	stehend
BKT	Brustkorbtiefe	Xyphiale - Xyphodorsale	Tasterzirkel, groß	stehend
BEB	Beckenbreite, bikristal	Iliocristale - Iliocristale	Tasterzirkel, groß	stehend
Korpulenzmaße				
SBD	Schulterbreite, bideltoidal	Deltoidale - Deltoidale	Stangenzirkel	stehend
TB	Tailenbreite	Transversoabdominale - Transversoabdominale	Stangenzirkel	stehend
HUEB	Hüftbreite	Coxale - Coxale	Stangenzirkel	stehend
KSB	Körpersitzbreite	Coxale - Coxale	Stangenzirkel	sitzend

Abkürzung	Körpermaß	Messstrecke	Messinstrument	Grundhaltung
UKTS	Unterkörpertiefe, sitzend	Basis Dorsalis Sedens - Abdominale	Anthropometer	sitzend
OSD	Oberschenkeldicke, sitzend	Basis Sedens – Quadrizepale	Anthropometer	sitzend
Kopfmaße				
	Kopfhöhe	KOH	Tasterzirkel, klein	sitzend
KOL	Kopflänge	Glabellare - Opisthocranion	Tasterzirkel, klein	sitzend
KOB	Kopfbreite	Eurya - Eurya	Tasterzirkel, klein	sitzend
Handmaße				
HDL	Handlänge	Interstylion – Daktylion III	Gleitzirkel	sitzend
HDB	Handbreite	Metacarpale radiale – Metacarpale ulnare	Gleitzirkel	sitzend
MHDD	Mittelhanddicke, distal	Handauflagefläche – Phalangion III	Gleitzirkel	sitzend
DGB	Daumengelenkbreite	Phalangale radiale I – Phalangale ulnare I	Gleitzirkel	sitzend
ZFGB	Zeigefingergelenkbreite	Phalangale radiale II - Phalangale ulnare II	Gleitzirkel	sitzend
Fußmaße				
FL	Fußlänge	Pternion - Akropodion	Stangenzirkel	stehend
FBP	Fußbreite, projektivisch	Metatarsale tibiale – Metatarsale fibulare	Gleitzirkel	stehend
FH	Fußhöhe	Basis - Sphyrion	Gleitzirkel	stehend

2.2.2 PROPORTIONSMAßE

Relativmaße und Indizes stellen einzelne Körpermaße in prozentualen Bezug zur Körperhöhe oder zueinander.

In die Analyse einbezogen werden folgende Relativmaße zur Körperhöhe als Medianwert: Augenhöhe, akromiale Schulterhöhe, Ellbogenhöhe, Stammlänge, Augenhöhe, sitzend, Ellbogenhöhe, sitzend, projektivische Beinlänge, Gesäß-Knie-Länge, Gesäß-Kniekehlen-Länge, Kniehöhe, sitzend, Unterschenkel-Fuß-Länge, sitzend. Die Längenmaße des Armes werden nicht betrachtet.

Tab. 2.3 Definition der Proportionsmaße

Proportionsmaß		Berechnung
Proportionsmaß x in Relation zur Körperhöhe		$= \frac{100 * \text{Absolutmaß}}{\text{Körperhöhe}}$
Längen-Breiten-Index des Kopfes, (KOI)		$= \frac{100 * \text{Kopfbreite}}{\text{Kopflänge}}$
Längen-Breiten-Index der Hand (HDBI)		$= \frac{100 * \text{Handbreite}}{\text{Handlänge}}$
Längen-Breiten-Index des Fußes (FI)		$= \frac{100 * \text{Fußbreite}}{\text{Fußlänge}}$
Skelischer Index		$= \frac{100 * \text{Beinlänge, projektivisch}}{\text{Stammlänge}}$
Body-Mass-Index (kg/m ²)		$= \frac{\text{Körpermasse}}{(\text{Körperhöhe})^2}$
Metrik-Index	männlich	$= -0.3647 - (0.0401 * \text{Körperhöhe}) + (0.1253 * \text{Brustkorbbreite}) + (0.1540 * \text{Brustkorbtiefe})$
	weiblich	$= -2.6539 - (0.0348 * \text{Körperhöhe}) + (0.1640 * \text{Brustkorbbreite}) + (0.1799 * \text{Brustkorbtiefe})$

Relativmaße werden weiterhin aus den Korpulenzmaßen Ellbogen-Ellbogen-Breite, Brustkorbtiefe, Brustkorbbreite, bikristale Beckenbreite, bideltoidale Schulterbreite, Taillenbreite, Hüftbreite, Körpersitztiefe, Unterkörpersitztiefe und Oberschenkeldicke im Sitzen ermittelt. Die relativen Medianwerte in Prozent der Körperhöhe sollen Aufschluss über Proportionsunterschiede zwischen den untersuchten Altersgruppen geben.

Der Skelische Index, der die Beinlänge im prozentualen Verhältnis zur Stammlänge beschreibt, der Body-Maß-Index als Verhältniswert der Körpermasse zur Körperhöhe und der Metrik-Index als körperbautypologisches Merkmal wurden nach Tabelle 2.3 berechnet.

Um die große Variationsbreite der Einzelmaße nach der Kombination ihrer Häufigkeiten zu bündeln, wurden Körperbautypologien entwickelt. Der Metrik-Index nach Strömgren und Conrad ist ein Proportionsindex, der den menschlichen Körper als gedachten Zylinder, in den Proportionen von Länge zu Breite und Tiefe, darstellt. Als Leitmaß der Länge wird dabei die Körperhöhe, als Leitmaß der Breite die Brustkorbbreite und als Leitmaß der Tiefe des Körpers die Brustkorbtiefe verwendet. Die geschlechtsspezifischen Formeln sind in Tabelle 2.3 dargestellt. Der Metrik-Index wurde vor mehr als 70 Jahren an einer Stichprobe dänischer Erwachsener entwickelt (STRÖMGREN 1937). Conrad hat diesen Index für die deutsche Bevölkerung übernommen und an einer deutschen Stichprobe so standardisiert, dass das 50. Perzentil seiner Stichprobe den Nullpunkt der Verteilung darstellt (CONRAD 1961). Negative Werte weisen auf Leptomorphie, positive Werte auf Pyknomorphie hin. Der Metrik-Index kann Werte zwischen -2 und +2 annehmen. Es besteht Übereinkunft darüber, dass Werte kleiner als das 20. Perzentil einer Stichprobe dem leptomorphen Körperbautyp zugeordnet werden und Werte größer als das 80. Perzentil dem pyknomorphen. Die mittleren 60% der Stichprobe stellen die metromorphe Gruppe dar. Natürlich könnte man bei jeder Stichprobe den Nullpunkt neu setzen. Das wird nicht getan, weil dann nicht mehr erkennbar wäre, ob und wie sich die Körperproportionen Gleichaltriger in der Generationenfolge verändern. Zusätzlich ist der Metrik-Index altersabhängig. Weder Strömgren noch Conrad hatten ihre Stichprobe in Altersgruppen aufgeteilt.

Um die vorliegende Stichprobe altersgruppenspezifisch einzuordnen ist eine Eichung notwendig. In Tabelle 3.1 sind die Einteilungsgrenzen für die Körperbautypen der einzelnen Altersgruppen bei Eichung an der eigenen Stichprobe angegeben. Dabei werden jeweils 20% der Stichprobe als leptomorpher Körperbautyp, 60% als metromorpher und 20% als pyknomorpher Körperbautyp eingeordnet. Da die eigene Stichprobe bei Einteilung in die Altersgruppen sehr klein ist, wird die Stichprobe an Grenzwerten einer zusammengestellten Stichprobe der Untersuchungsjahre 1981 bis

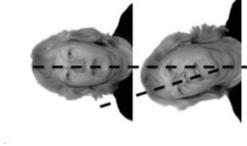
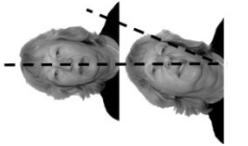
1998 geeicht (GREIL 1987; SCHEFFLER 2000; TRIPPO 2000). In der Arbeit bezieht sich die Einteilung in die Körperbautypen immer auf Tabelle 2.4.

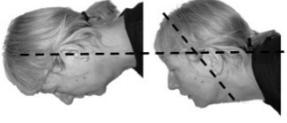
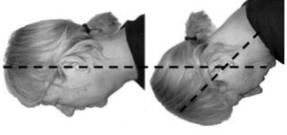
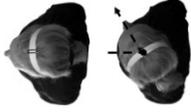
Tab. 2.4 Eichstichprobencharakteristik und Eingruppierung der Körperbautypen leptomorph und pyknomorph nach der Eichstichprobe

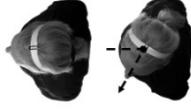
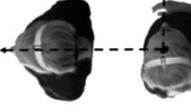
Männer	Anzahl	leptomorph	pyknomorph
20 - 29 Jahre	972	< -1,0767	> -0,1985
50 - 59 Jahre	793	< -0,0868	> 0,7976
60 - 69 Jahre	164	< -0,1422	> 0,8154
Frauen	Anzahl	leptomorph	pyknomorph
20 - 29 Jahre	963	< -1,5191	> -0,7060
50 - 59 Jahre	759	< -0,6398	> 0,4503
60 - 69 Jahre	156	< -0,6340	> 0,4496

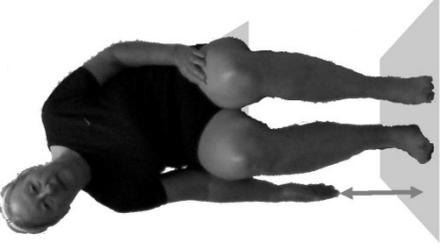
2.2.3 DYNAMISCHE KÖRPERMAßE

Tab. 2.5 Definition der dynamischen Körpermaße (Veröffentlichung der Fotos mit freundlicher Genehmigung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz- und Arbeitsmedizin; aus: GREIL ET AL. 2008)

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Wirbelsäulenbeweglichkeit				
Seitneigung des Kopfes nach rechts	Kopfgoniometer	°	Maximaler vertikaler Abweichungswinkel der Längsachse des Kopfes von der Grundhaltung im Sitzen zur rechten Schulter, bei vertikaler Position der Brust- und Lendenwirbelsäule.	
Seitneigung des Kopfes nach links	Kopfgoniometer	°	Maximaler vertikaler Abweichungswinkel der Längsachse des Kopfes von der Grundhaltung im Sitzen zur linken Schulter, bei vertikaler Position der Brust- und Lendenwirbelsäule.	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Kopfstreckung	Kopfgoniometer	°	Maximaler vertikaler Abweichungswinkel der Längsachse des Kopfes von der Grundhaltung im Sitzen nach hinten, bei Beibehaltung der vertikalen Position von Lenden- und Brustwirbelsäule.	
Kopfbeugung	Kopfgoniometer	°	Maximaler vertikaler Abweichungswinkel der Längsachse des Kopfes von der Grundhaltung im Sitzen nach vorn, bei Beibehaltung der vertikalen Position von Lenden- und Brustwirbelsäule.	
Kopfrotation nach rechts	Aufsteckgoniometer	°	Maximaler horizontaler Abweichungswinkel der Symmetrieachse des Kopfes von der Grundhaltung im Sitzen nach rechts bei fixierten Schultern.	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Kopffrotation nach links	Aufsteckgoniometer	°	Maximaler horizontaler Abweichungswinkel der Symmetrieachse des Kopfes von der Grundhaltung im Sitzen nach links bei fixierten Schultern.	
Kopf- und Oberkörperrotation nach rechts	Aufsteckgoniometer	°	Maximaler horizontaler Abweichungswinkel der Symmetrieachse des Kopfes von der Grundhaltung im Sitzen nach rechts bei zusätzlicher Rechtsdrehung des Oberkörpers.	
Kopf- und Oberkörperrotation nach links	Aufsteckgoniometer	°	Maximaler horizontaler Abweichungswinkel der Symmetrieachse des Kopfes von der Grundhaltung im Sitzen nach links bei zusätzlicher Linksdrehung des Oberkörpers.	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Reichweite nach seitlich unten gebeugt	Messstuhl, Anthropometer	cm	<p>Vertikale Entfernung von horizontaler Bezugsebene (Fußauflagefläche) zur rechten Mittelfingerspitze (Daktylion III) bei maximal zur Seite gebeugtem Rumpf, gestrecktem rechten Arm und gleichzeitigem vollem Körperkontakt zur Sitzfläche.</p> <p>Die Messstrecke wird bestimmt unter Bezug auf die Fußauflagefläche (Unterschenkelhöhe mit Fuß). Dadurch ergeben sich bei hoher Beweglichkeit kleine bzw. negative Messwerte.</p>	
Reichweite in Höhe Fußauflagefläche nach vorn	Messstuhl, Anthropometer	bar	<p>Horizontale Entfernung des am weitesten nach hinten weisenden Fersenknotens (Pternion) des rechten Fußes zu der auf gleicher Höhe befindlichen rechten Mittelfingerspitze (Daktylion III) bei gestrecktem rechten Arm,</p>	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Beweglichkeitsindex	Berechnetes Maß		gestreckter Hand, vollem Körperkontakt auf der Sitzfläche und maximal nach vorn unten gebeugtem Rumpf. = Reichweite in Höhe Fußauflage-fläche nach vorn / Unterschenkel-Fuß-Länge	
Handbeweglichkeit				
Maximaler Supinationswinkel	Goniometer mit Griffachse	°	Maximaler Abweichungswinkel der Griffachse der mit dem Handrücken nach oben gehaltenen rechten Hand von einer Horizontalen beim Auswärtsdrehen der Hand bei Fixation des Unterarms auf der Auflagefläche.	
Maximaler Pronationswinkel	Goniometer mit Griffachse	°	Maximaler Abweichungswinkel der Griffachse der mit dem Handrücken nach oben gehaltenen rechten Hand von einer Horizontalen beim	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Palmarflexion	Goniometer	°	<p>Einwärtsdrehen der Hand bei Fixation des Unterarms auf der Auflagefläche.</p> <p>Maximaler Abweichungswinkel der Längsachse der rechten Hand von einer gemeinsamen Unterarm – Hand – Längsachse zur Handtellerseite.</p>	
Volarextension	Goniometer	°	<p>Maximaler Abweichungswinkel der Längsachse der rechten Hand von einer gemeinsamen Unterarm – Hand – Längsachse zur Handrückenseite.</p>	
Radialabduktion	Goniometer	°	<p>Maximaler horizontaler Abweichungswinkel der Längsachse der rechten Hand von einer gemeinsamen Unterarm – Hand – Längsachse zur Daumenseite.</p>	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Ulnarabduktion	Goniometer	°	Maximaler horizontaler Abweichungswinkel der Längsachse der rechten Hand von einer gemeinsamen Unterarm – Hand – Längsachse zur Kleinfingerseite.	
Großer Greifdurchmesser	Messkonus	cm	Innendurchmesser eines aus Daumen und Zeigefinger der rechten Hand gebildeten Ringes, der beim Umfassen eines Konus entsteht, wenn die Daumenkuppe die Zeigefingerkuppe berührt.	
Kreisförmige Durchgreifgröße	Ringmaß	cm	Minimaler Durchmesser der gewölbten Mittelhand.	
Handkräfte, rechte Hand				
Maximale Handdruckkraft, Rechte Hand	Vigorimeter	bar	Proband sitzt in frei gewählter Haltung, schließt die Hand, mit nach oben zeigender Handfläche mit maximaler Kraft um einen luftgefüllten Gummiball von 60	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Maximale Daumendruckkraft, Rechte Hand	Vigorimeter	bar	<p>mm Durchmesser zur Faust. 3 Wiederholungen.</p> <p>Proband sitzt in frei gewählter Haltung, nimmt den luftgefüllten Gummiball von 45 mm Durchmesser mit nach oben zeigender Handfläche zwischen Zeige- und Mittelfinger und drückt den Ball mit maximaler Kraft des Daumens zusammen. 3 Wiederholungen.</p>	
Maximale Zeigefingerdruckkraft, Rechte Hand	Vigorimeter	bar	<p>mm Durchmesser zur Faust. 3 Wiederholungen.</p> <p>Proband sitzt in frei gewählter Haltung, hält den luftgefüllten Gummiball von 40 mm Durchmesser mit Daumen und Mittelfinger am unteren Ende und drückt den Ball mit maximaler Kraft des Zeigefingers zusammen. 3 Wiederholungen.</p>	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
<p>Maximale Drehkraft an einem horizontalen Schraubglasverschluss mit glatter Oberfläche $d=85\text{mm}$, rechte Hand</p>	<p>Drehkraftmesser</p>	<p>Nm</p>	<p>Proband steht in freigewählter Haltung vor dem Drehkraftmesser und dreht den Schraubglasverschluss mit maximaler Kraft der ganzen Hand gegen den Uhrzeigersinn. Dabei fixiert die andere Hand das Messgerät auf der Tischfläche.</p>	
<p>Maximale Drehkraft an einem vertikalen Schraubglasverschluss mit glatter Oberfläche $d=85\text{mm}$, rechte Hand</p>	<p>Drehkraftmesser</p>	<p>Nm</p>	<p>Proband sitzt in freigewählter Haltung vor dem Drehkraftmesser und dreht den Schraubglasverschluss mit maximaler Kraft der ganzen Hand gegen den Uhrzeigersinn. Dabei fixiert die andere Hand das Messgerät auf der Tischfläche.</p>	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
<p>Maximale Drehkraft an einem horizontalen Flaschenverschluss mit geriffelter Oberfläche $d=31\text{mm}$, rechte Hand</p>	<p>Drehkraftmesser</p>	<p>Nm</p>	<p>Proband steht in freigewählter Haltung vor dem Drehkraftmesser und dreht den Flaschenverschluss mit maximaler Kraft von Daumen, Zeige- und Mittelfinger gegen den Uhrzeigersinn. Dabei fixiert die andere Hand das Messgerät auf der Tischfläche.</p>	
<p>Maximale Drehkraft an einem vertikalen Flaschenverschluss mit geriffelter Oberfläche $d=31\text{mm}$, rechte Hand</p>	<p>Drehkraftmesser</p>	<p>Nm</p>	<p>Proband sitzt in freigewählter Haltung vor dem Drehkraftmesser und dreht den Flaschenverschluss mit maximaler Kraft von Daumen, Zeige- und Mittelfinger gegen den Uhrzeigersinn. Dabei fixiert die andere Hand das Messgerät auf der Tischfläche.</p>	

Maß	Messinstrument	Einheit	Methode	
Beinbeweglichkeit				
Fußreichweite	Messstuhl, Anthropometer	cm	Horizontale Entfernung von dem am weitesten nach hinten gewölbten Punkt des Gesäßes (<i>Gluthaeale</i>) zu dem am weitesten distal gelegenen Punkt der rechten Ferse (<i>Plantare</i>).	
Maximaler Kniegelenkwinkel	Messstuhl, Goniometer	°	Maximaler Streckungswinkel des Unterschenkels im Kniegelenk.	

2.2.4 MESSGERÄTE

Für die vorliegende Studie wurde ein verstellbarer Messstuhl verwendet. Der Messstuhl erlaubt die genaue Ausrichtung des Körpers in der Grundhaltung im Sitzen.

Für die statischen Körpermessungen wurden das Anthropometer, der Stangenzirkel, großer und kleiner Tasterzirkel, sowie der Gleitzirkel der Firma Siber Hegner & Co. Ltd. verwendet.



Abb. 2.1 Instrumententasche mit Anthropometer, Stangenzirkel, Kleinem Tasterzirkel und Gleitzirkel

Zur Bestimmung der Funktionsmaße funktionelle Armlänge und funktionelle Unterarmlänge wurde nach dem Vorbild der Reißschiene ein Messinstrument entwickelt, an dessen Messskala mit Hilfe einer beweglich über sie hingleitenden Hülse größere Entfernungen von einem feststehenden Nullpunkt aus gemessen werden können.

Für die Messungen der dynamischen Körpermaße wurde für die Bestimmung der Fußreichweite ebenfalls das Anthropometer benutzt. Für den Greifdurchmesser der Hand fand ein Messkonus Verwendung, die Durchgreifgröße der Hand wurde mit Messringen, die in verschiedenen Größen vorlagen, bestimmt.

Die Ermittlung von Bewegungswinkeln erfolgte mit verschiedenen Goniometern. Gemessen wurden jeweils die maximal möglichen Winkel.

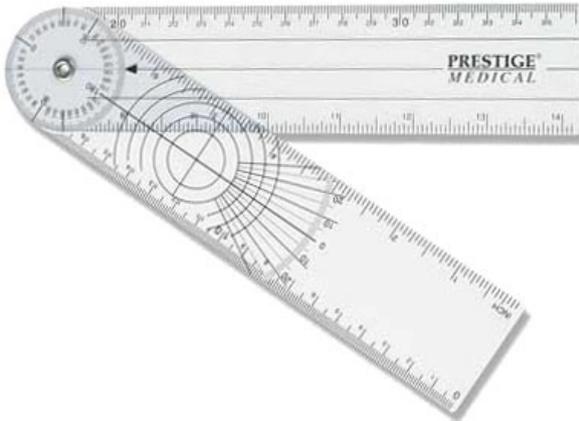


Abb. 2.2 Einfaches Goniometer

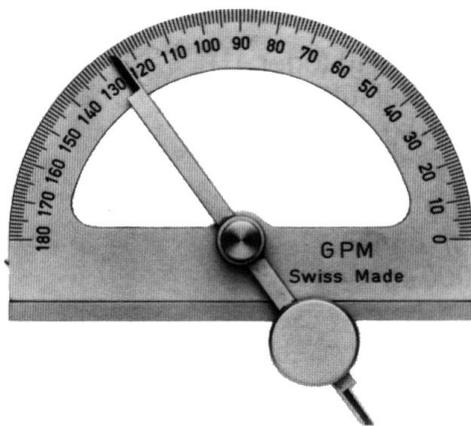


Abb. 2.3 Goniometer nach MOLLISON

Die Handschlusskraft und die Druckkraft des Daumens und des Zeigefingers wurden mit einem Vigorimeter mit auswechselbaren Gummiballons bestimmt (Abb. 2.4). Für die Handschlusskraft wurde der größte Ballon verwendet, für die Daumendruckkraft der mittlere und für die Zeigefingerdruckkraft der kleine.



Abb. 2.4 Vigorimeter mit auswechselbaren Gummiballons

2.3 AUSWERTUNGSMETHODIK

Das Ziel anthropologischer Querschnittstudien ist es, zu Aussagen über Mittelwerte und Variabilitätsbereiche der untersuchten körperlichen Merkmale in einer Bevölkerung zu gelangen. Aufgrund des großen Aufwands bei der Durchführung anthropometrischer Untersuchungen und der Variabilität der zu untersuchenden Parameter ist es in der Regel unmöglich, sehr große und statistisch für die Bevölkerung repräsentativ geschichtete Stichproben zu untersuchen. Nach Greil erfordert ein Repräsentativitätsniveau von 5% Irrtumswahrscheinlichkeit bereits für das Merkmal Körperhöhe im Altersbereich 18 – 65 Jahre einen Mindeststichprobenumfang von mehr als 6000 Probanden (GREIL 1987). Trotzdem besitzen auch Ergebnisse aus weniger umfangreichen Stichproben eine hohe praktische Aussagekraft für die Gültigkeit von Mittelwerten und Variabilitätsbereichen.

In der vorliegenden Arbeit wird zur Kennzeichnung von Mittelwerten und Variabilitätsbereichen mit empirischen Perzentilwerten gearbeitet, da nicht alle erfassten Merkmale normalverteilt sind.

Parallel dazu werden das arithmetische Mittel und die Standardabweichung für alle Maße dargestellt, um den Vergleich mit Ergebnissen aus älteren Stichproben zu ermöglichen.

Die Unterschiede zwischen dem arithmetischen Mittel und dem Medianwert zeigen die normale oder schiefe Verteilung eines Merkmals an, ebenso wie unterschiedliche Differenzen zwischen dem 5. Perzentil und dem Medianwert, sowie dem Medianwert und dem 95. Perzentil.

Die Standardabweichung wird symmetrisch zum arithmetischen Mittel berechnet. Bei Vorliegen einer Normalverteilung ist das 5. Perzentil das arithmetische Mittel minus 1,64 Standardabweichungen und das 95. Perzentil das arithmetische Mittel plus 1,64 Standardabweichungen.

Damit erlaubt die Arbeit mit dem empirischen 5. und 95. Perzentil nicht nur die sicherere Einschätzung der Variabilität innerhalb der Stichprobe, sondern auch die Einbeziehung eines größeren Variabilitätsbereiches bei nicht normalverteilten Merkmalen.

Die Variabilitätsmerkmale 5., 50. und 95. Perzentil sind praxisrelevante ergonomische Grenzwerte. Das 5. Perzentil dient zur Kennzeichnung der Gruppe „klein“. 5% der Bevölkerung sind im untersuchten Merkmal kleiner oder so groß, wie hierdurch festgelegt. Das 50. Perzentil kennzeichnet die Mitte der Stichprobe. 50% der Bevölkerung sind im untersuchten Merkmal kleiner oder so groß, wie hierdurch festgelegt. Das 95. Perzentil markiert die Gruppe „groß“. 95% der Kohorte sind im untersuchten Merkmal kleiner oder so groß, wie hierdurch festgelegt.

Zur Auswahl weiterer statistischer Verfahren ist es notwendig zu wissen, ob ein Merkmal normalverteilt ist. Um die einzelnen untersuchten Maße auf Normalverteilung zu testen, wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test mit der Signifikanzkorrektur nach Lilliefors durchgeführt.

Der Test ist aufgrund der relativ kleinen Stichprobe und der besseren Aussage über Abweichungen von der Normalverteilung gewählt worden (SACHS 1992). In den Tabellen I bis XIV des Anhangs sind die Körpermaße deren Verteilungsmuster sich auf einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ der Gaußschen Glockenkurve annähert mit einem Sternchen gekennzeichnet.

Um die Gruppenunterschiede der erhobenen Daten auf ihre Signifikanz zu prüfen, wurde bei den Körpermaßen, die der Normalverteilung folgen der T-Test, bei den nicht normalverteilten Maßen der nichtparametrische Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Signifikante Unterschiede sind in der Arbeit mit Sternchen gekennzeichnet. Ein Sternchen bedeutet eine Signifikanz auf dem Signifikanzniveau $\alpha=0,05$, zwei Sternchen eine Signifikanz auf dem Signifikanzniveau von $\alpha=0,01$ und drei Sternchen eine Signifikanz auf dem Signifikanzniveau von $\alpha=0,001$. In den Tabellen I bis XIV des Anhangs ist dargestellt, ob die Maßunterschiede der Altersgruppen 50 bis 59 Jahre und 60 bis 69 Jahre im Vergleich zur Altersgruppe 20 bis 29 Jahre signifikant sind. Es ist zu berücksichtigen, dass die Signifikanz von Merkmalsunterschieden in starkem Maße vom Stichprobenumfang abhängt. Aber auch statistisch nicht signifikante Unterschiede können wichtige Hinweise liefern.

Um Zusammenhänge von Körpermaßen untereinander aufzuzeigen werden Korrelationsanalysen durchgeführt. Da einige Daten der Normalverteilung folgen, andere jedoch nicht, wird die nichtparametrische Korrelationsanalyse nach Spearman durchgeführt. Lineare Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman geben den Grad der Abhängigkeit zwischen zwei untersuchten Merkmalen an. Geprüft werden sowohl lineare Korrelationen zwischen absoluten Körpermaßen als auch Korrelationen zwischen Proportionsmaßen. Weiterhin werden Korrelationen zwischen Maßen, Proportionen und Bewegungswinkeln bzw. Handkräften untersucht. In der Korrelationsmatrix mit einem Sternchen gekennzeichnete Daten in den Korrelationsanalysen zeigen eine Signifikanz auf dem Niveau von 0,05, zwei Sternchen eine Signifikanz auf dem Niveau von 0,01 an.

Aufgrund der umfangreichen anthropometrischen Datenbank des Instituts für Humanbiologie der Universität Potsdam ist es möglich, die Körperhöhenmaße der vorgestellten Stichprobe direkt mit anderen Stichproben zu vergleichen. Dazu wurden die Individualdaten der einzelnen Studien entsprechend der Zielstellung neu gruppiert und ausgewertet. Die Vergleichbarkeit der Daten ist optimal, da die Untersuchungsmethodik in allen Studien identisch ist. In Tabelle 2.6 sind die 5 Vergleichsstichproben in ihrer Zusammensetzung aufgeführt. Dabei ist in der Spalte

Anzahl gesamt die Probandenanzahl der 20- bis 69-Jährigen angegeben, in der Spalte Anzahl Geburtsjahrgang 1937-1956 die Anzahl der Probanden der Geburtsjahrgänge 1937 bis 1956.

Tab. 2.6 Stichprobenzusammensetzungen der Vergleichsstichproben

Jahr	Männer				Frauen			
	Anzahl gesamt	Anzahl Geburtsjahrgang 1937- 1956			Anzahl gesamt	Anzahl Geburtsjahrgang 1937-1957		
		20-29	50-59	60-69		20-29	50-59	60-69
1930	540							
1966	236	230			160	153		
1967	447				433			
1981	2986	331			2838	246		
1996	309		94		385		113	
1998	87		21	9	229		48	9
2007	203		43	70	187		68	55

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Microsoft Office 2003 Paket, SAS 9.1 und SPSS 15.

3 ERGEBNISSE

3.1 MAßE DER STATISCHEN ANTHROPOMETRIE IM ALTERSVERGLEICH

3.1.1 KÖRPERMASSE

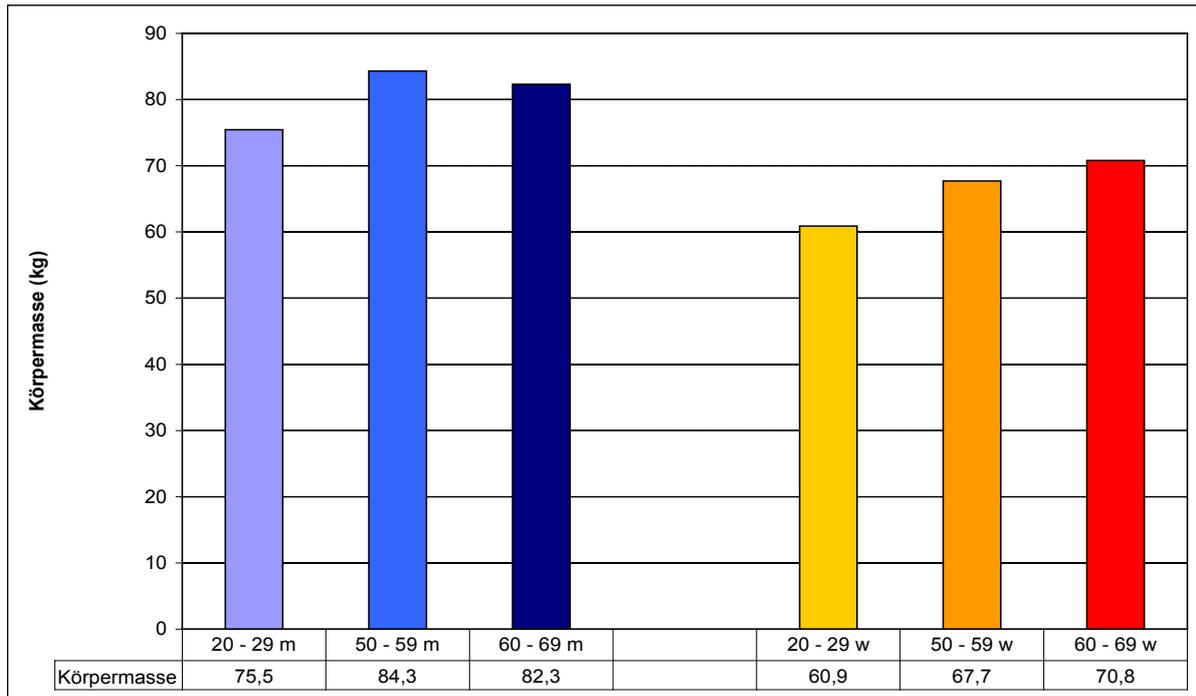


Abb. 3.1 Medianwerte der Körpermasse

Männer und Frauen zeigen in ihrer Körpermasseentwicklung einen Anstieg der Werte von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre zu Altersgruppe 50 bis 59 Jahre. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre der Männer ist ein leichter Rückgang der Körpermasse zu sehen, während die Frauen in dieser Altersgruppe ihre höchsten Werte aufweisen. Dieser Verlauf ist in allen in Tabelle I des Anhangs dargestellten Perzentilen und dem arithmetischen Mittel zu verzeichnen.

3.1.2 BODY-MASS-INDEX (BMI)

Das 50. Perzentil des Body-Mass-Index (BMI) als körperhöhenbezogenes Körpergewicht liegt in der männlichen und weiblichen jungen Altersgruppe deutlich unter den älteren Probandengruppen. Die älteren Männer haben einen sehr ähnlichen BMI mit 27,3 bei der Altersgruppe 50 bis 59 Jahre und 27,2 in der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre. Bei den Frauen ist der Anstieg von Altersgruppe 20 bis 29 zu Altersgruppe

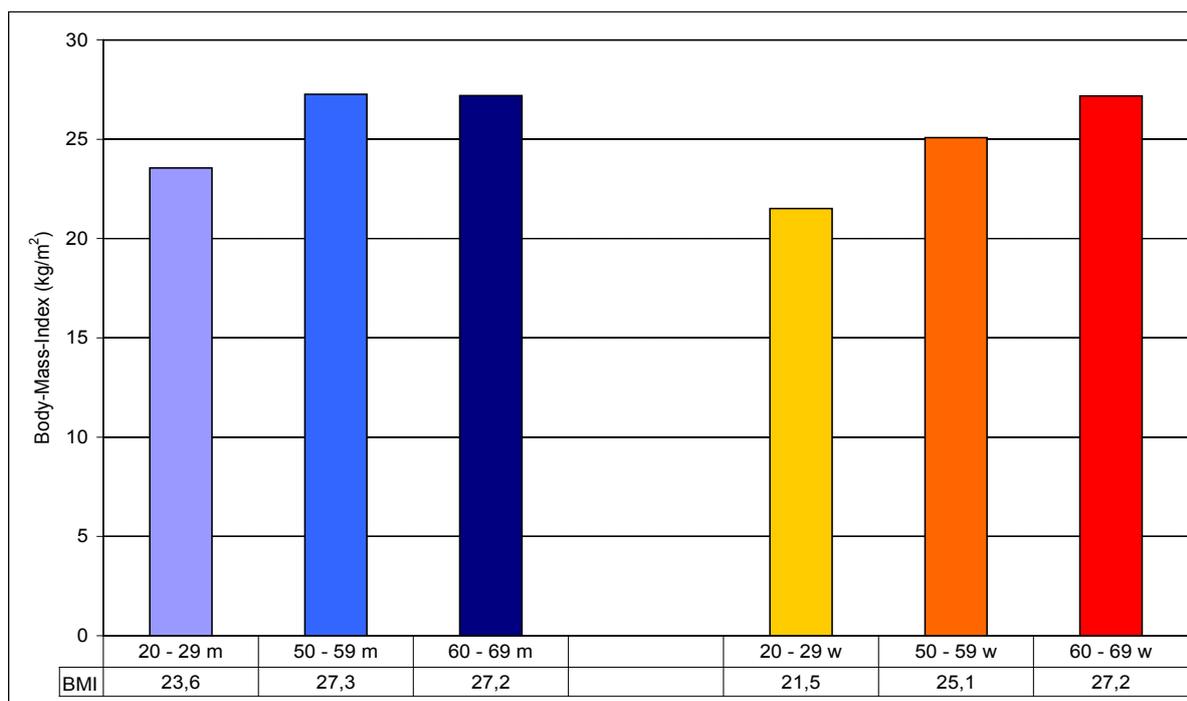


Abb. 3.2 Medianwerte des Body-Mass-Index

50 bis 59 Jahre in etwa vergleichbar dem der Männer, der BMI der Frauen steigt in der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre im Gegensatz zu den Männern nochmals um fast 2 Prozent an und erreicht damit denselben Wert, den gleichaltrige Männer aufweisen.

Interessant ist, dass bei den Männern auch der Mittelwert und die Perzentile 5 und 95 den Trend zum leichten Rückgang der BMI-Werte in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre zeigen. Bei den Frauen ist die Entwicklung des 5. Perzentils und des arithmetischen Mittels ebenfalls vergleichbar der Entwicklung des Medians, während das 95. Perzentil einen Rückgang in der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre aufweist.

3.1.3 LÄNGENMAßE DES OBERKÖRPERS, STEHEND

Abbildung 3.3 zeigt die Medianwerte der Längenmaße des Oberkörpers, gemessen in der Grundhaltung im Stehen.

Tabelle II des Anhangs stellt signifikante Unterschiede zwischen der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und den beiden älteren Altersgruppen dar, sowie das arithmetische Mittel, die Standardabweichung und das 5. und 95. Perzentil der Werte.

In den Körperlängenmaßen kommt der typische Geschlechtsdimorphismus, mit im Mittel größeren Längenmaßen der Männer, deutlich zum Ausdruck.

Die höchsten Werte in allen Längenmaßen in beiden Geschlechtern treten in der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre auf. Mit zunehmendem Alter ist ein Rückgang der Werte zu beobachten. Die Ursachen dieser Entwicklung werden in der Diskussion erörtert.

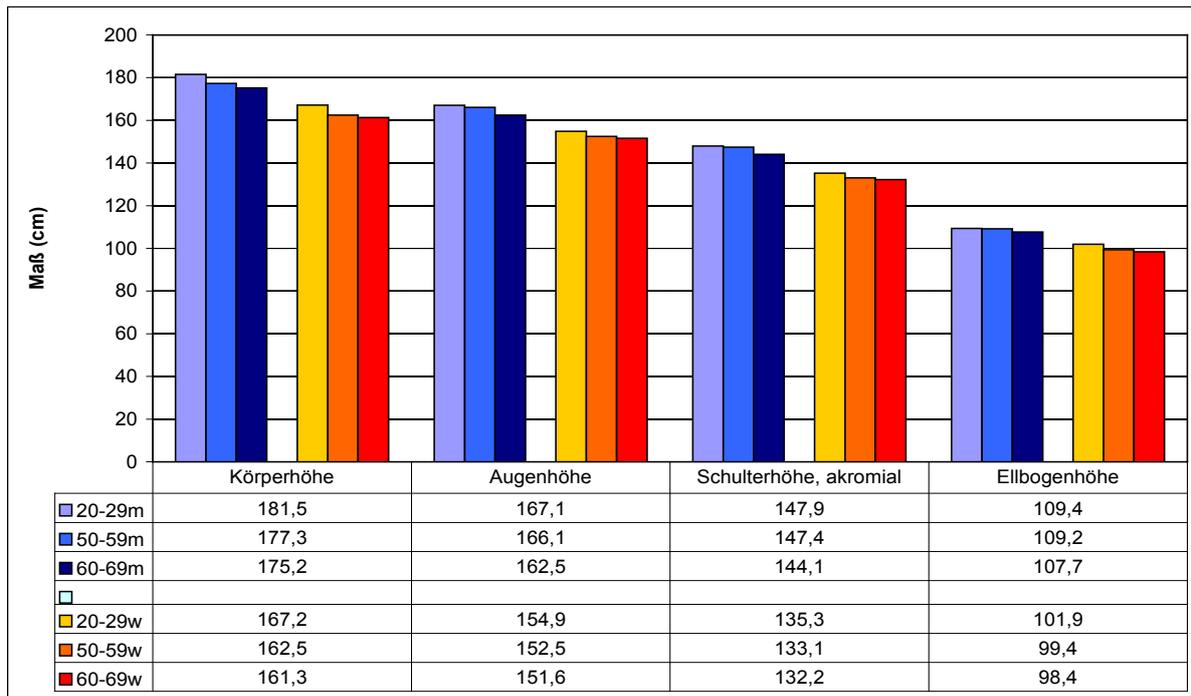


Abb. 3.3 Medianwerte der Längenmaße des Oberkörpers, stehend

Signifikante Unterschiede zwischen Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und Altersgruppe 50 bis 59 Jahre treten bei beiden Geschlechtern nur in der Körperhöhe auf. Vergleicht man die Werte der jungen Altersgruppe mit der Altersgruppe der 60- bis 69-Jährigen, so finden sich signifikante Altersunterschiede in Tabelle II des Anhangs bei Männern und Frauen in allen vier untersuchten Längenmaßen des Oberkörpers im Stehen gemessen.

3.1.4 LÄNGENMAßE DES OBERKÖRPERS, SITZEND

Die Medianwerte der Längenmaße des Oberkörpers, am sitzenden Menschen gemessen, zeigen erwartungsgemäß dieselbe Entwicklung, die bei der Messung der Längenmaße im Stehen deutlich geworden ist. Den höchsten Wert der Stammlänge, der Augenhöhe über der Sitzfläche und der Ellbogenhöhe über der Sitzfläche weisen die jungen Erwachsenen der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre auf. Mit dem Alter nehmen die Werte ab, dabei sind die absoluten Unterschiede zwischen den Altersgruppen deutlich geringer als bei der Messung im Stehen, da es sich bei der Messung im Sitzen um Teilstrecken der im Stehen gemessenen Merkmale handelt. In Stammlänge und Augenhöhe über der Sitzfläche wird wiederum der typische Geschlechtsdimorphismus mit den größeren Werten im männlichen Geschlecht sichtbar. Bei der Ellbogenhöhe im Sitzen sind diese Unterschiede nicht sichtbar, die Werte liegen nah beieinander. Die 20- bis 29-jährigen Frauen weisen im Vergleich mit der Gruppe der gleichaltrigen Männer sogar den größeren P50 und Mittelwert auf.

Die jungen Erwachsenen beider Geschlechter unterscheiden sich in ihrer Stammlänge signifikant von den älteren Gruppen. Die Differenzen zwischen jungen und älteren Probanden in der Augenhöhe über Sitz sind lediglich bei den Frauen signifikant, bei der Ellbogenhöhe über Sitz kann ein signifikanter Unterschied zwischen den jungen Probandinnen und der ältesten Frauengruppe festgestellt werden.

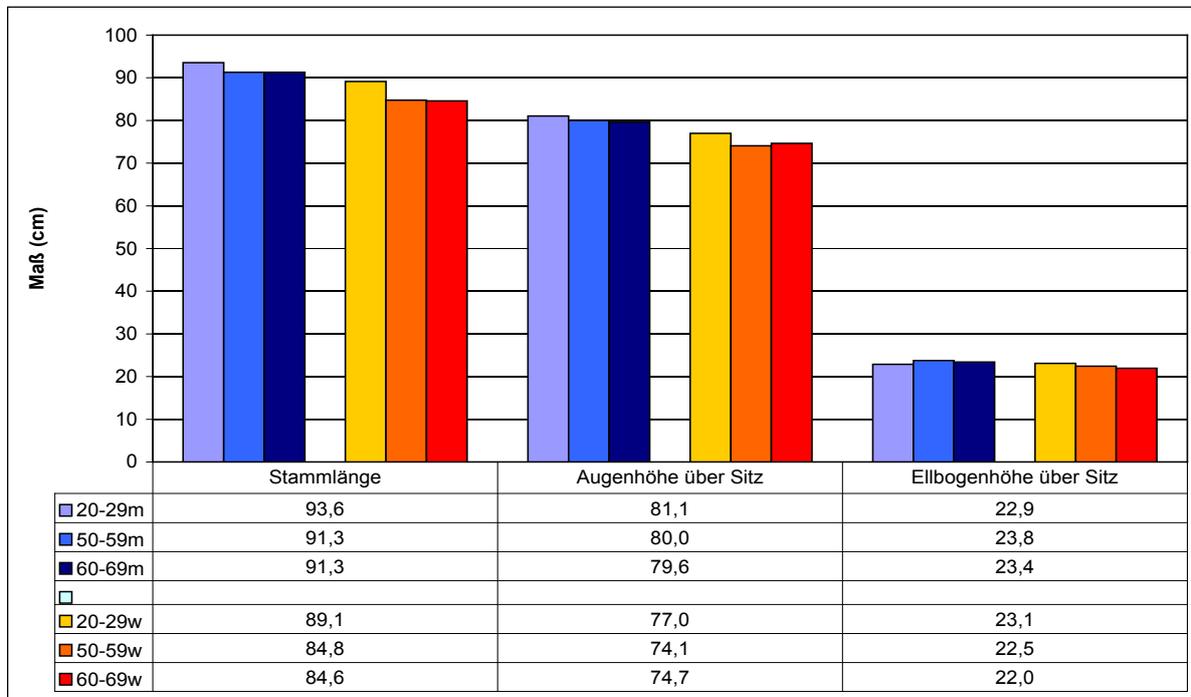


Abb. 3.4 Medianwerte der Längenmaße des Oberkörpers, sitzend

3.1.5 LÄNGENMAßE DER OBEREN EXTREMITÄT

In allen untersuchten Maßen weisen die älteren Probanden die geringeren Armlängen auf.

Signifikante Unterschiede zwischen Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und Altersgruppe 50 bis 59 Jahre sind in beiden Geschlechtern bei der funktionellen Armlänge und bei den Frauen auch in den Maßen der projektivischen Armlänge und der Unterarm-Hand-Länge vorhanden.

Im Altersvergleich der Gruppen 20 bis 29 Jahre und 60 bis 69 Jahre finden sich signifikante Unterschiede bei der projektivischen Armlänge und der funktionellen Armlänge bei Männern und Frauen, sowie bei den Frauen zusätzlich in der Unterarm-Hand-Länge.

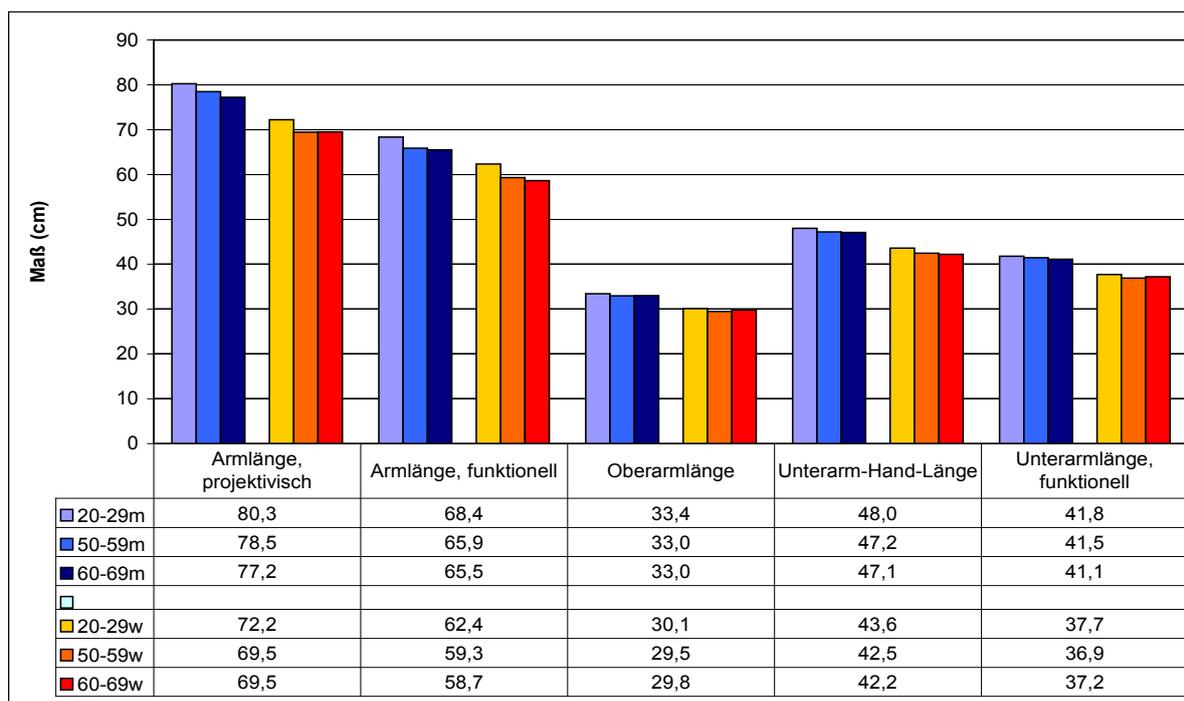


Abb. 3.5 Medianwerte der Längenmaße der oberen Extremität

3.1.6 LÄNGENMAßE DER UNTEREN EXTREMITÄT

Die Längenmaße der Beine verhalten sich nicht so homogen, wie die Längenmaße des Oberkörpers und der oberen Extremität. Die projektivische Beinlänge folgt dem Trend der anderen Längenmaße. Sie zeigt den größten Wert in den jungen Altersgruppen beider Geschlechter bei rückläufigen Werten im Alter. Parallel dazu verhalten sich die Maße des Unterschenkels, die größte Kniehöhe und die Unterschenkel-Fuß-Länge. Die beschreibenden Maße des Oberschenkels mit und ohne Knie, die Gesäß-Knie-Länge und die Gesäß-Kniekehlen-Länge, zeigen die höchsten Werte in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, sowohl bei den Frauen, als auch bei den Männern. Es sind hier keinerlei signifikante Unterschiede zwischen Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und den beiden anderen Altersgruppen vorhanden.

Signifikant sind die Unterschiede zwischen den männlichen Altersgruppen 20 bis 29 Jahre und 60 bis 69 Jahre in der projektivischen Beinlänge und der Unterschenkel-Fuß-Länge. Die Frauen zeigen sowohl in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, als auch in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre signifikante Differenzen in den Maßen der projektivischen Beinlänge, der größten Kniehöhe und der Unterschenkel-Fuß-Länge gegenüber der Gruppe der 20- bis 29-jährigen Frauen.

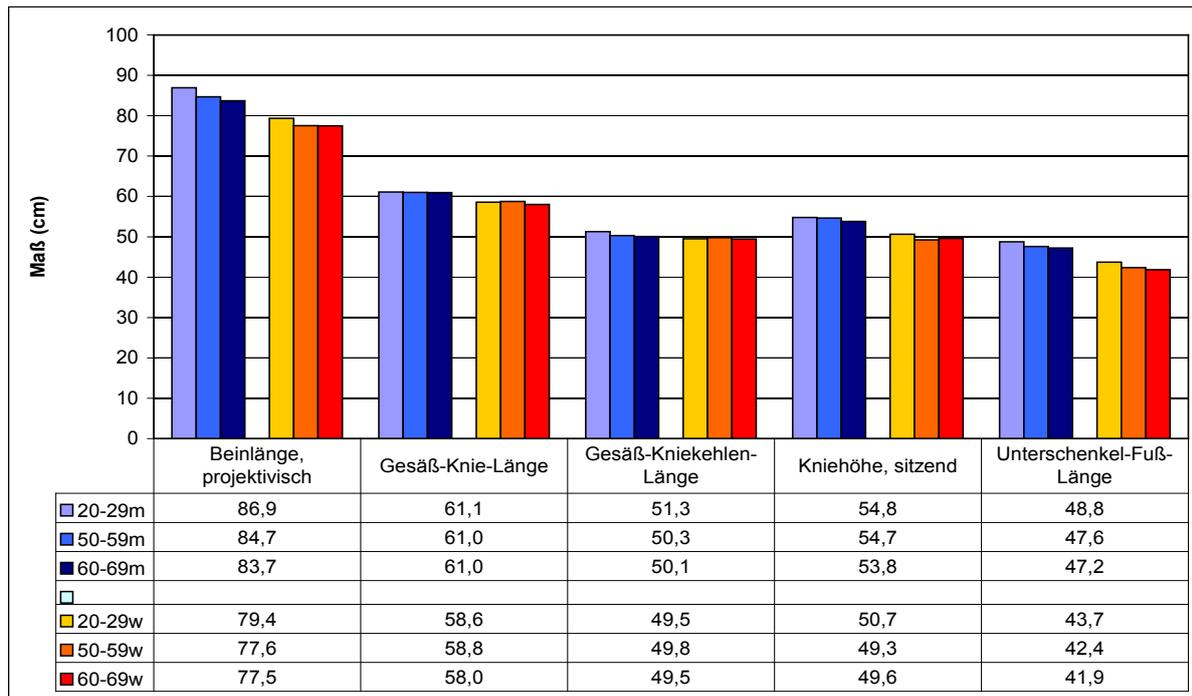


Abb. 3.6 Medianwerte der Längenmaße der unteren Extremität

Der Sexualdimorphismus ist auch bei den Längenmaßen der Beine deutlich erkennbar. Die Frauen weisen in allen Altersgruppen im Vergleich zu gleichaltrigen Männern die geringeren Absolutwerte auf.

3.1.7 LÄNGENPROPORTIONEN

Die Proportionsmaße des Oberkörpers, im Stehen gemessen, zeigen im Medianwert nur geringe Unterschiede zwischen den Alters- und Geschlechtsgruppen.

Die Augenhöhe nimmt in höherem Alter beider Geschlechter einen geringfügig größeren Anteil an der Körperhöhe ein. Die Werte unterscheiden sich jedoch lediglich im Zehntelbereich. Bei der relativen akromialen Schulterhöhe sind ebenfalls die Werte der älteren Gruppen bei Männern und Frauen im Zehntelbereich höher als in den jungen Gruppen. Die relative Ellbogenhöhe zeigt dieselbe Entwicklung wie die vorhergehenden Relativmaße für die Männer, bei den Frauen liegt die relative Ellbogenhöhe der 60- bis 69-Jährigen geringfügig unter dem Wert der jungen Frauen. Aber auch hier sind die Unterschiede unterhalb eines Prozentpunktes.

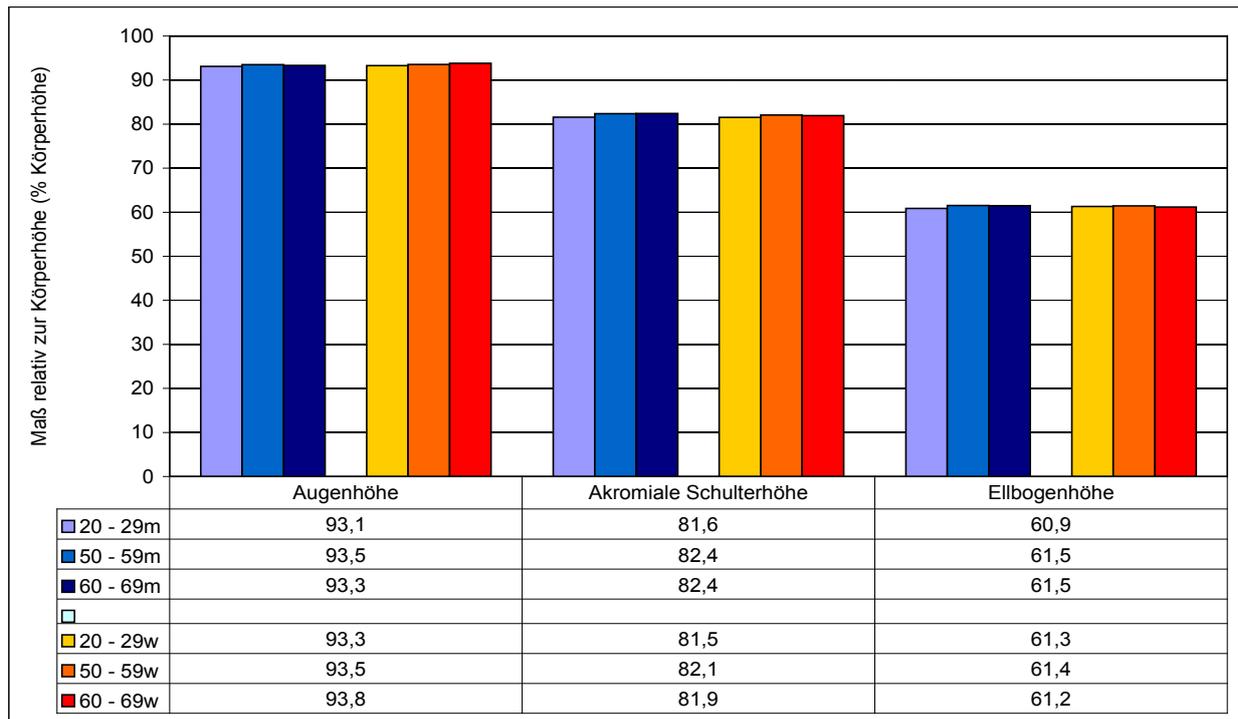


Abb. 3.7 Medianwerte der Längenproportionen des Oberkörpers, stehend

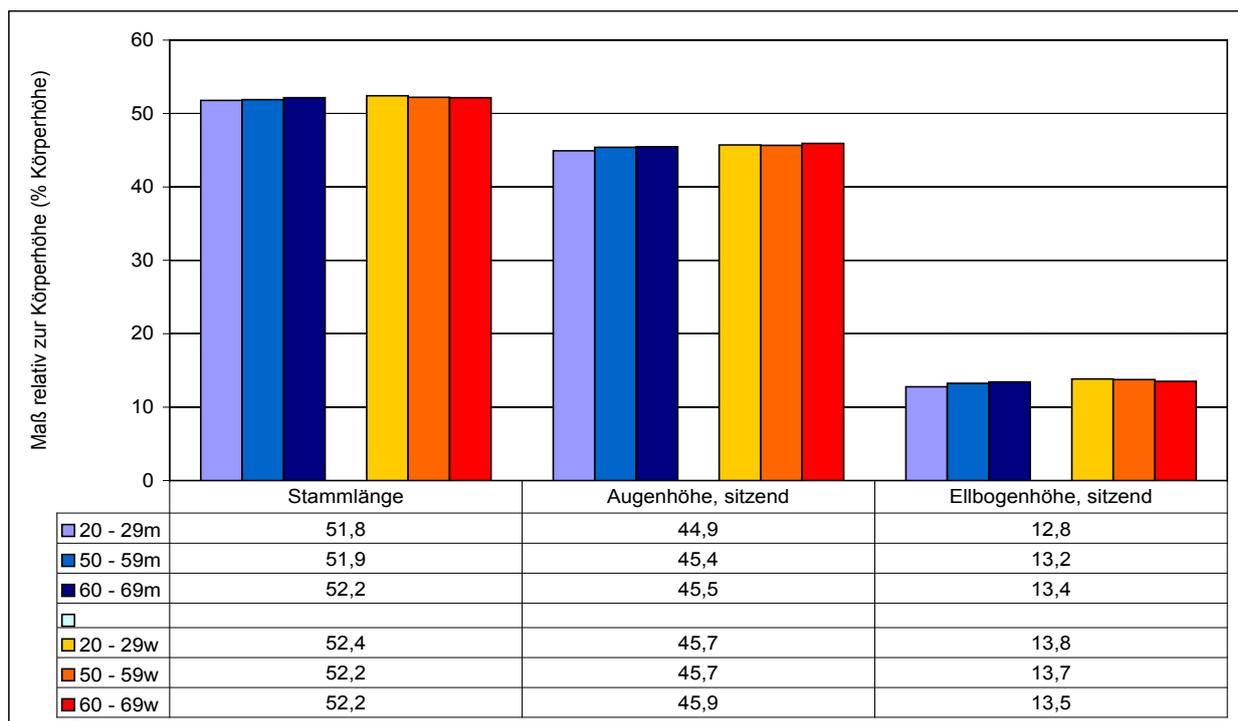


Abb. 3.8 Medianwerte der Längenproportionen des Oberkörpers, sitzend

Die Stammlänge als prozentualer Anteil an der Körperhöhe liegt im Medianwert in beiden Geschlechtern zwischen 51% und 52%. Die Männer zeigen einen leichten Anstieg der Werte in den älteren Gruppen. Die relative Stammlänge der Frauen hingegen sinkt mit zunehmendem Alter leicht ab.

Die Augenhöhe über der Sitzfläche zeigt bei den Männern im Verhältnis zur Körperhöhe ebenfalls eine leichte kontinuierliche Zunahme in den höheren Altersgruppen, bei den Frauen ist der Wert in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre am geringsten, der Wert der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre am höchsten mit 45,9% der Körperhöhe. Die Ellbogenhöhe über der Sitzfläche nimmt bei den Männern in beiden älteren Gruppen leicht zu, bei den Frauen hingegen ab.

Die Beinlänge als prozentualer Anteil an der Körperhöhe liegt im Median in beiden Geschlechtern und allen Altersgruppen zwischen 47% und 48%. Der Verlauf im Altersgang unterscheidet sich jedoch bei Männern und Frauen. Während die Werte der Männer mit dem Alter kontinuierlich geringer werden, zeigen die Medianwerte der Frauen einen leichten Anstieg mit zunehmendem Alter.

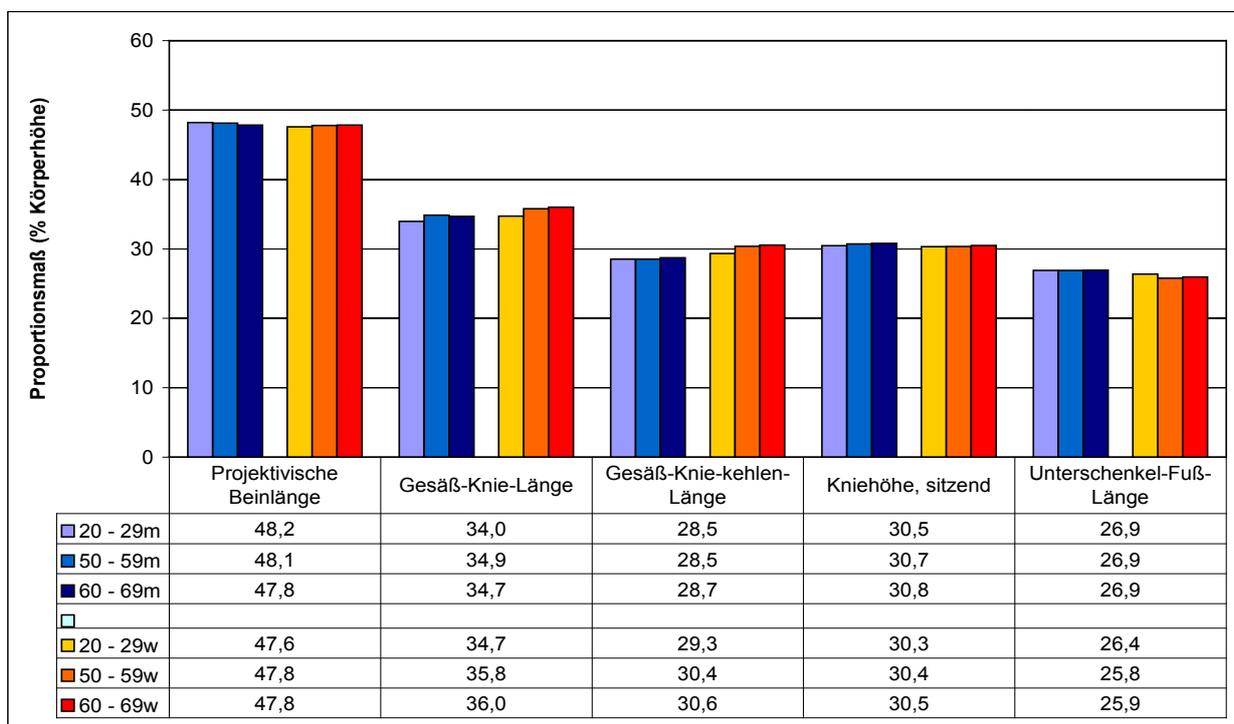


Abb. 3.9 Medianwerte der Längenproportionen der Beine

Bei der relativen Gesäß-Knie-Länge zeigt sich ein Geschlechtsunterschied. Der Anteil der Gesäß-Knie-Länge in Prozent der Körperhöhe ist bei den Frauen etwa 1% höher als bei den Männern. Der Medianwert zeigt sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen die Tendenz mit zunehmendem Alter leicht anzusteigen.

Die relative Gesäß-Kniekehlen-Länge steigt ebenfalls in den älteren Gruppen der Frauen und Männer leicht an.

Die relative Kniehöhe, im Sitzen gemessen, steigt in ihren P50-Werten ebenfalls mit dem Alter leicht an.

Die Medianwerte der relativen Unterschenkel-Fuß-Länge zeigen Geschlechterdifferenzen in ihrem Altersverlauf. Bei den Männern ist ein minimaler Anstieg in den älteren Gruppen erkennbar, bei den Frauen fällt der P50 leicht ab in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre und steigt dann wieder an, bleibt dabei jedoch unter dem Wert der jungen Frauen.

Der Verlauf des Skelischen Index der Männer zeigt mit zunehmendem Alter ein kontinuierliches Absinken der Medianwerte. Bei den Frauen steigen die Werte mit dem Alter kontinuierlich in geringem Maße an.

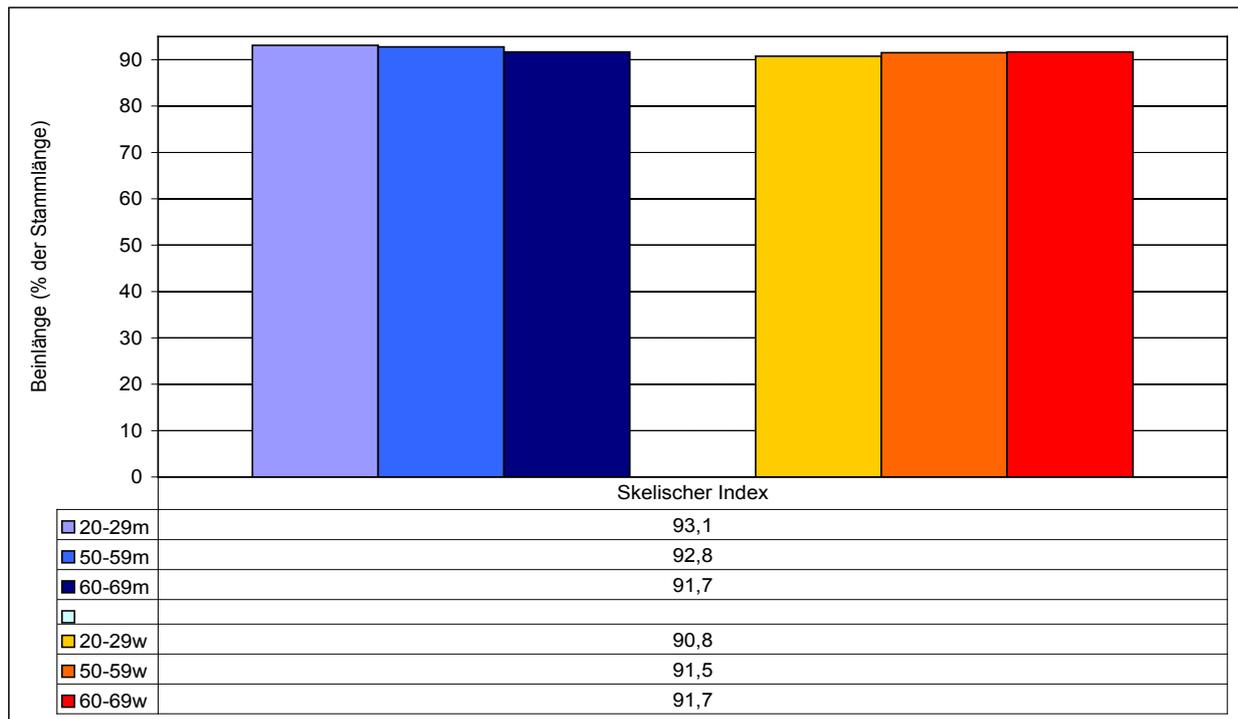


Abb. 3.10 Medianwerte des Skelischen Index

3.1.8 SKELETTROBUSTIZITÄTSMASSE

Die Skelettrobustizitätsmaße zeigen ebenfalls Unterschiede im Geschlechter- und Altersvergleich. Im Gegensatz zu den Längenmaßen ist eine Zunahme der Werte im Altersgang typisch, wie sie in Diagramm 3.11 und in der Tabelle VI des Anhangs deutlich erkennbar sind. In allen Maßen der Skelettrobustizität sind die Unterschiede der Altersgruppen 50 bis 59 Jahre und 60 bis 69 Jahre beider Geschlechter gegenüber der jungen Vergleichsgruppe signifikant.

In der Ellenbogen-Ellenbogen-Breite, der Brustkorbbreite und der Brustkorbtiefe sind die Werte der Frauen erwartungsgemäß geringer als die der Männer. Auch die bikristale Beckenbreite der Frauen zeigt in allen Altersgruppen geringere Werte im Vergleich zu den Männern, lediglich das 95. Perzentil der 60- bis 69-jährigen Frauen ist größer als der männliche P95-Wert.

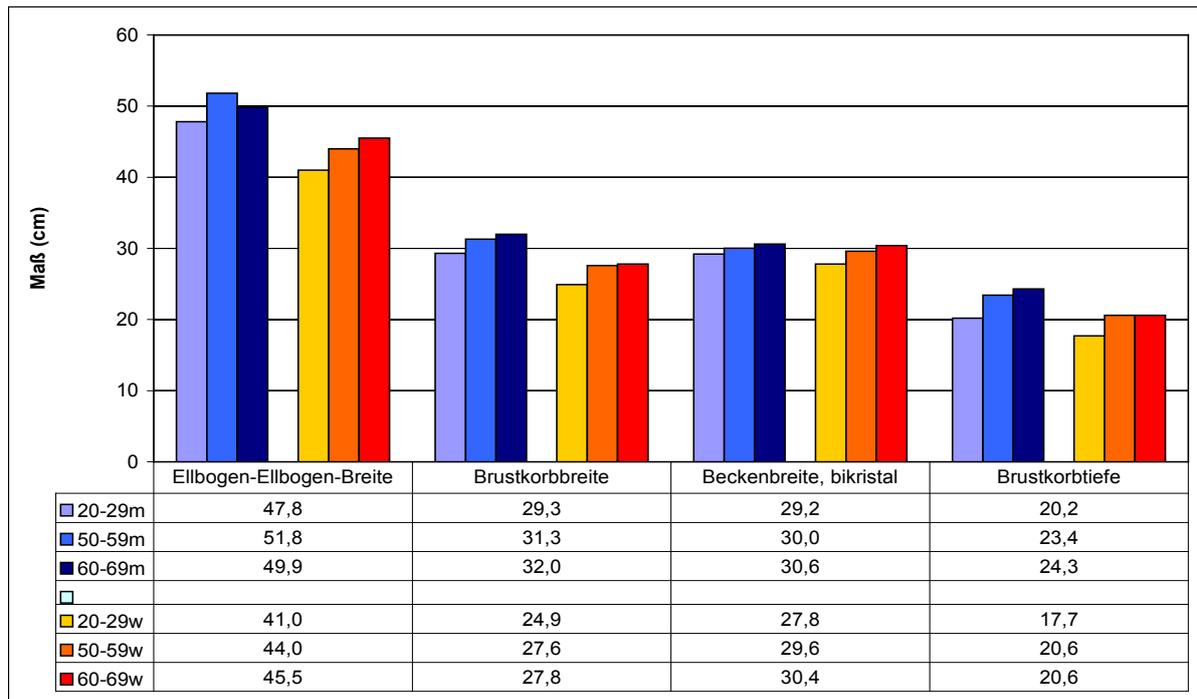


Abb. 3.11 Medianwerte der Skelettrobstizitätsmaße

3.1.9 KORPULENZMAßE

Die Korpulenzmaße, die die Weichteile, vor allem aus Muskulatur und Fettgewebe, mit erfassen zeigen größere Inhomogenität in ihrer Ausprägung in verschiedenen Altersbereichen verglichen mit den Maßen der Skelettrobstizität. Die unterschiedliche Körperzusammensetzung von Mann und Frau wird in diesen Maßen besonders deutlich. Während die Frauen in der bideltoidalen Schulterbreite und der Taillenbreite die geringeren Absolutmaße aufweisen, ist die Hüftbreite der jungen Frauen etwa gleich groß wie die der jungen Männer und erst mit zunehmendem Alter übersteigt der Wert der Frauen die Hüftbreite gleichaltriger Männer. Die Körpersitzbreite ist in allen Altersgruppen bei den Frauen größer als bei den Männern. Die Oberschenkeldicke im Sitzen zeigt annähernd gleiche Werte für beide Geschlechter. Sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen wird der höchste Medianwert in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre erreicht.

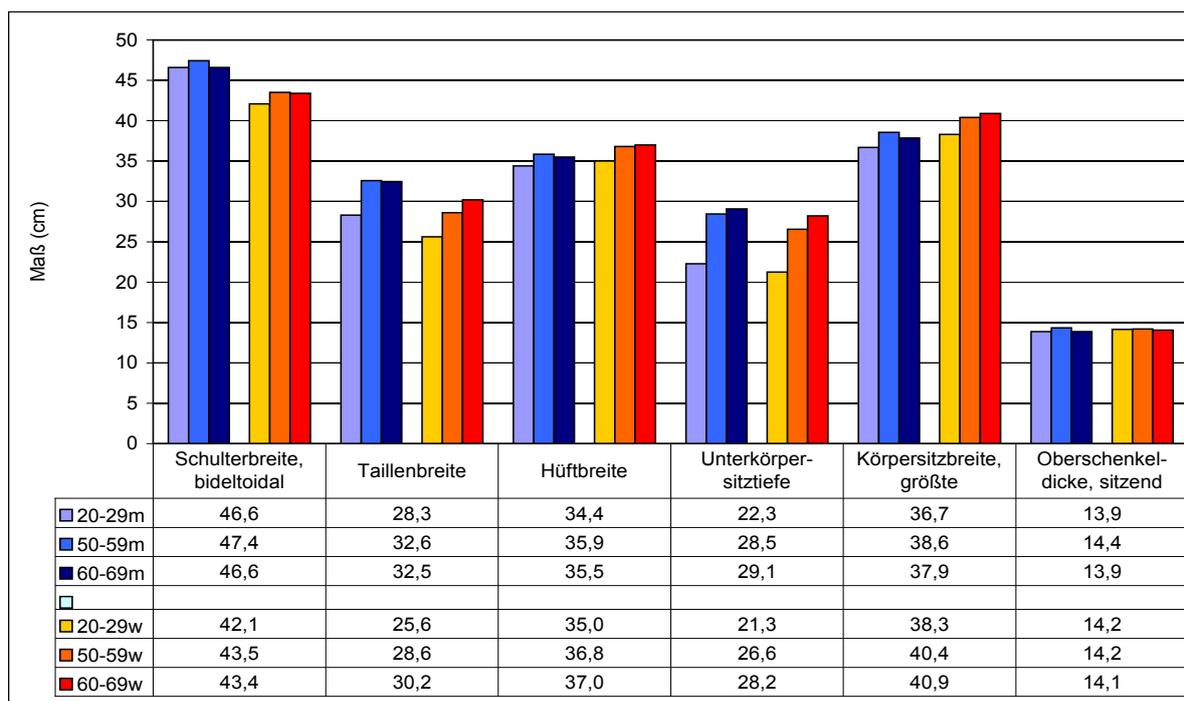


Abb. 3.12 Medianwerte der Korpulenzmaße

Im Altersgang zeigen die Taillenbreite und die Hüftbreite einen kontinuierlichen Anstieg, der im Jung-Alt-Vergleich zu signifikanten Unterschieden führt. Die Schulterbreite weist sowohl bei Frauen als auch bei Männern die höchsten Werte bei den 50- bis 59-Jährigen auf. Dabei zeigen die Werte bei den Männern keinerlei signifikante Unterschiede, während beide ältere Gruppen der Frauen sich signifikant von der jungen Vergleichsgruppe unterscheiden. Während die Körpersitzbreite bei den Männern im Alter von 50 bis 59 Jahren den höchsten Wert erreicht und danach abnimmt, steigt sie bei den Frauen kontinuierlich im Altersgang an. Die Unterschiede zwischen den Altersgruppen sind signifikant in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre der Männer und in beiden Altersgruppen über 50 Jahre der Frauen im Vergleich zu den jungen Erwachsenen. Die Oberschenkeldicke im Sitzen weist keinerlei signifikante Differenzen im Altersvergleich auf. Bei Männern und Frauen ist auch in diesem Maß der höchste Wert in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre erreicht, in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sinkt der Wert bei den männlichen Probanden deutlich ab und liegt ebenfalls unter dem Wert der jungen Männer, bei den Frauen ist lediglich ein leichter Abfall auf den Wert der jungen Frauen in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre zu sehen.

3.1.10 PROPORTIONEN DER SKELETTROBUSTIZITÄT UND KORPULENZ

Die relativen Maße der Skelettrobstizität im Verhältnis zur Körperhöhe zeigen stärkere Unterschiede zwischen den Altersgruppen und zwischen Männern und Frauen als die Längenmaße.

Die relative Ellbogen-Ellbogen-Breite der Männer nimmt im Median von 27,0% in Altersgruppe 20 bis 29 Jahre auf 29,5% in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zu und ist in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre mit 29,0% wieder geringer. Bei den Frauen erfolgt ein starker Anstieg von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre mit einem Wert von 24,1% auf 27,5% in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre und ein weiterer leichter Anstieg auf 28,6% in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre. Die relative Brustkorbbreite und Brustkorbtiefe nehmen mit zunehmendem Alter zu, wobei der deutlichste Unterschied zwischen Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und Altersgruppe 50 bis 59 Jahre besteht. Die relative bikristale Beckenbreite nimmt ebenfalls in den älteren Probandengruppen zu. Dabei ist der Unterschied in der Gruppe der Frauen größer als zwischen den Männern der verschiedenen Altersgruppen zueinander.

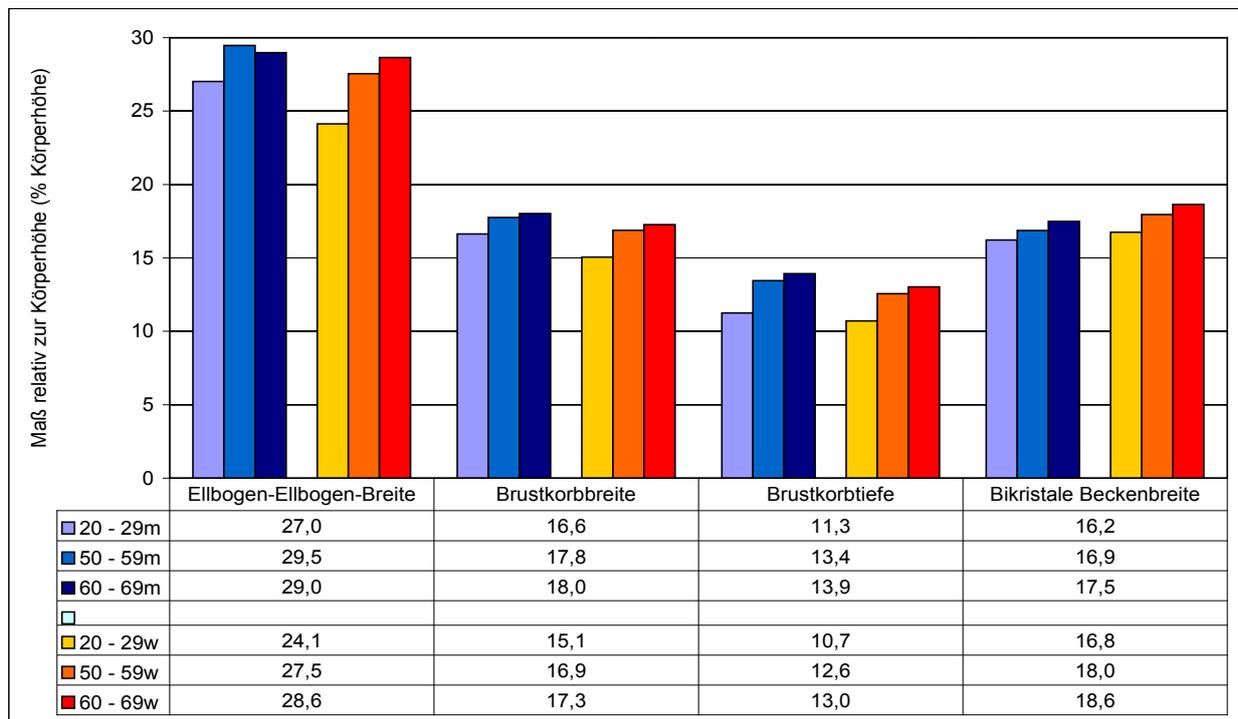


Abb. 3.13 Medianwerte der Proportionen der Skelettrobstizität

Die relativen Korpulenzmaße steigen kontinuierlich von Altersgruppe zu Altersgruppe an. Die größten Unterschiede zwischen Jung und Alt finden sich bei Männern und Frauen in der relativen Taillenbreite. Lediglich die relative Oberschenkeldicke der Männer in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre zeigt einen leichten Rückgang gegenüber der Altersgruppe 50 bis 59 Jahre.

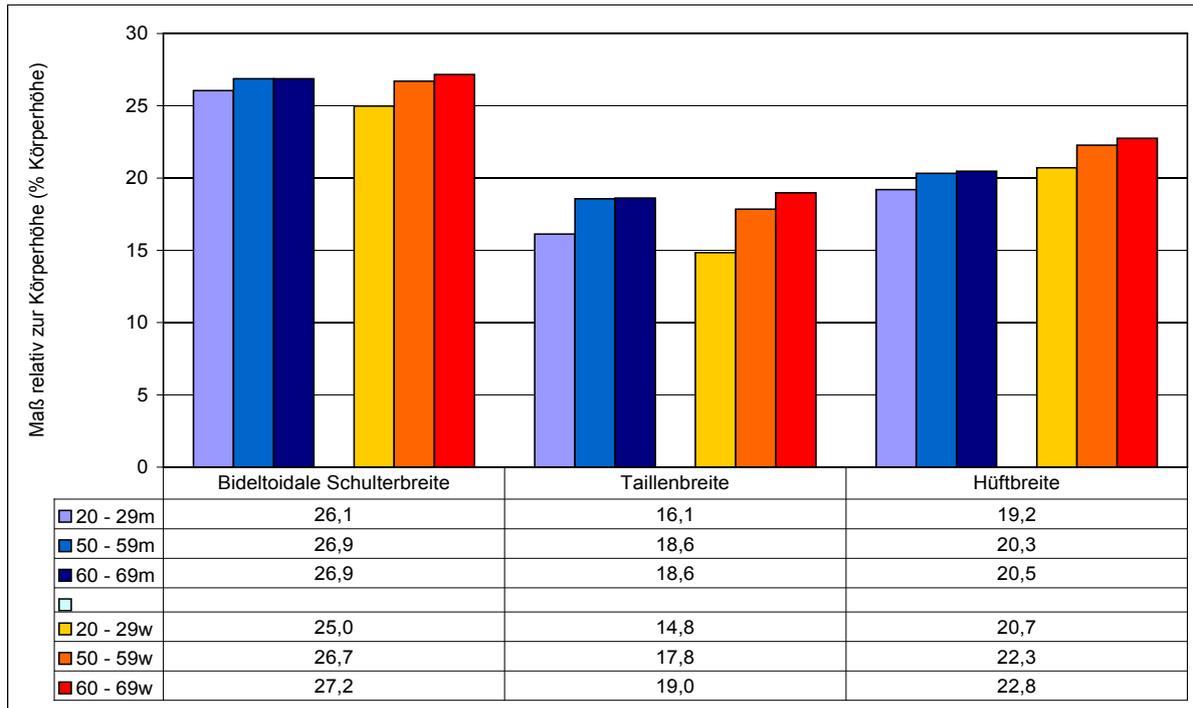


Abb. 3.14 Medianwerte der Proportionen der Korpulenz: bideltoide Schulterbreite, Taillenbreite und Hüftbreite

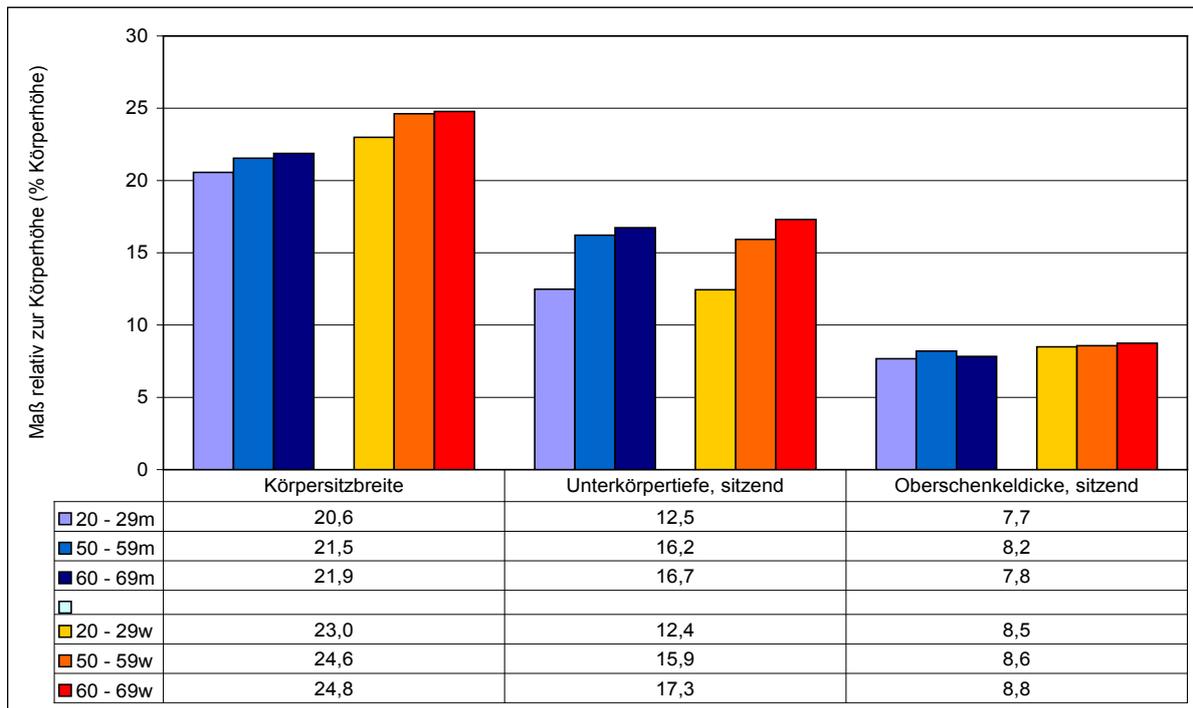


Abb. 3.15 Medianwerte der Proportionen der Korpulenz: Körpersitzbreite, Unterkörpertiefe, Oberschenkeldicke, sitzend

Der Metrik-Index steigt mit zunehmendem Alter bei Männern und Frauen an, wie aus den Medianwerten in Abbildung 3.16 deutlich wird. Die größten Veränderungen finden dabei zwischen der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und 50 bis 59 Jahre statt. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre zeigen sowohl die Männer als auch die Frauen erneut einen Anstieg des Metrik-Index, der bei den Frauen steiler verläuft.

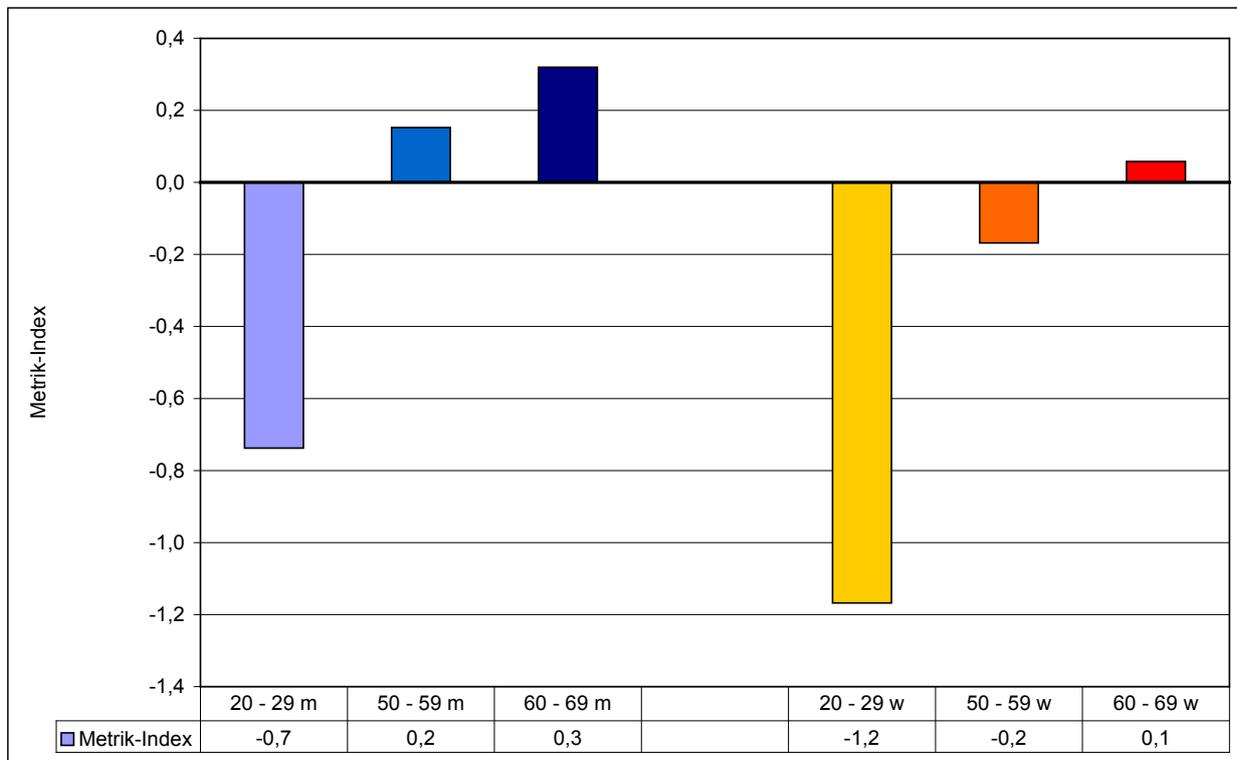


Abb. 3.16 Medianwerte des Metrik-Index

3.1.11 KOPFMAßE UND PROPORTIONEN DES KOPFES

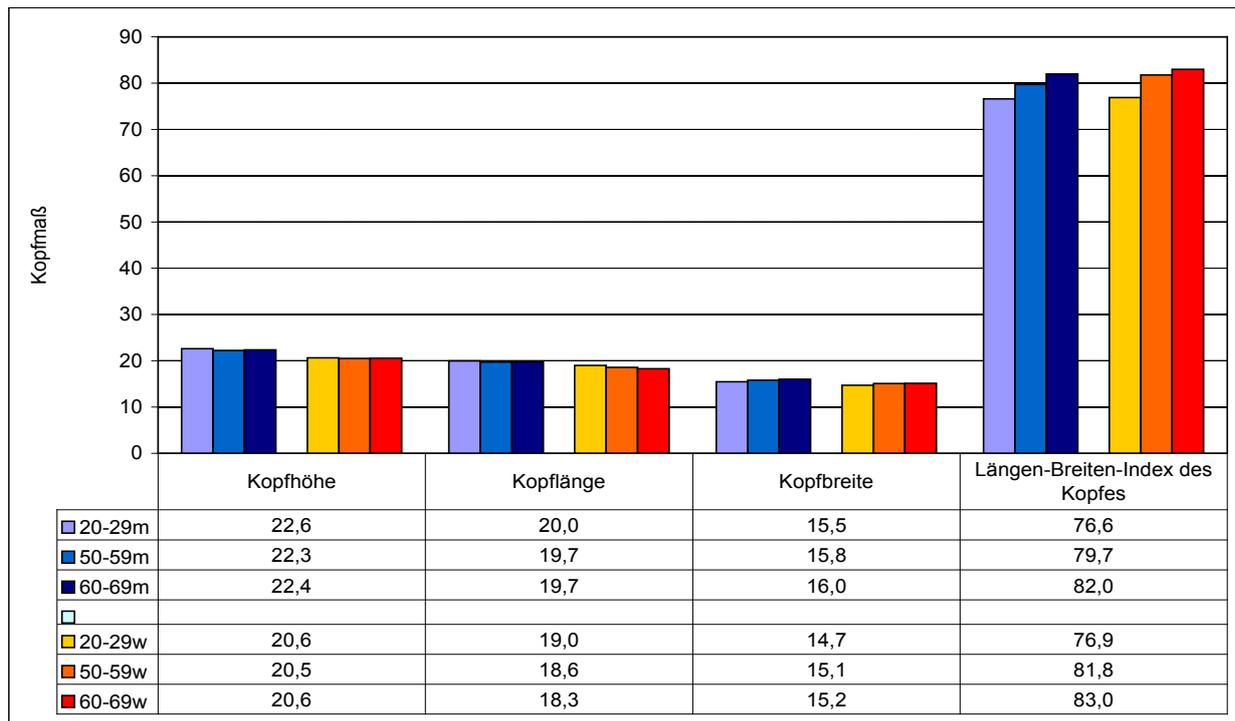


Abb. 3.17 Medianwerte der Kopfmaße und -proportionen

Kopfhöhe, Kopflänge und Kopfbreite nehmen im Mittel im weiblichen Geschlecht geringere Werte als im männlichen Geschlecht an. Im Altersvergleich zeigt die Kopfhöhe keine signifikanten Unterschiede. Bei der Kopflänge hingegen ist ein kontinuierlicher Rückgang mit dem Alter zu erkennen, der bei den 60- bis 69-jährigen Männern und den Frauen über 50 Jahre zu signifikanten Unterschieden im Vergleich zu den jungen Erwachsenen führt. Im Gegensatz dazu nimmt die Kopfbreite im Alter kontinuierlich zu, was zu signifikanten Unterschieden zwischen Jung und Alt führt. Es ist ein Trend zu einer Brachykephalisation, das heißt zu einer zunehmenden Verrundung des Kopfes in den älteren Altersgruppen zu erkennen.

3.1.12 HANDMAßE UND PROPORTIONEN DER HAND

Alle Handmaße zeigen wiederum den Geschlechtsdimorphismus der niedrigeren Werte im weiblichen Geschlecht. Die Handlänge der Männer nimmt von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre um 0,1 cm zu und bleibt im weiteren Altersverlauf auf diesem Wert. Bei den Frauen nimmt die Handlänge von Altersgruppe zu Altersgruppe jeweils um 0,1 cm zu. Die Veränderungen sind jedoch so gering, dass sie nicht als signifikant einzustufen sind.

Die Handbreite weist etwas höhere Werte in den älteren Gruppen beider Geschlechter auf, die sich im männlichen Geschlecht signifikant von der jungen Vergleichsgruppe unterscheiden.

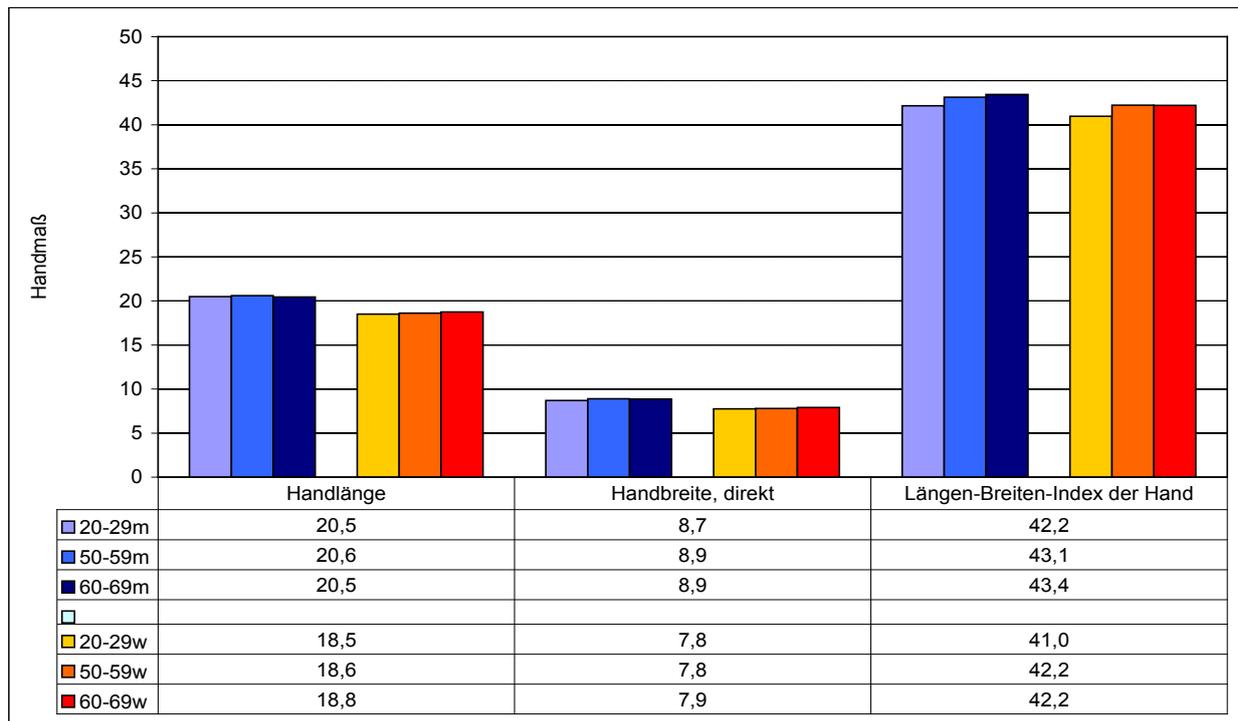


Abb. 3.18 Medianwerte der Handmaße Handlänge, Handbreite und deren Proportionen

Betrachtet man das Verhältnis von Handlänge zu Handbreite, den Längen-Breiten-Index der Hand, so zeigt sich im männlichen Geschlecht eine kontinuierliche Zunahme, bei den Frauen ist ebenfalls eine Zunahme zwischen Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und 50 bis 59 Jahre zu sehen. Bei den Frauen ist der Index in den beiden älteren Gruppen identisch.

Die distale Mittelhanddicke wird von Altersgruppe zu Altersgruppe größer. Die Unterschiede in den Werten im Jung-Alt-Vergleich sind signifikant für beide ältere Männergruppen ebenso wie für die Gruppe der 60- bis 69-jährigen Frauen. Ebenso vergrößern sich die Maße der Daumen- und Zeigefingergelenkbreite im Altersgang signifikant für Männer und Frauen.

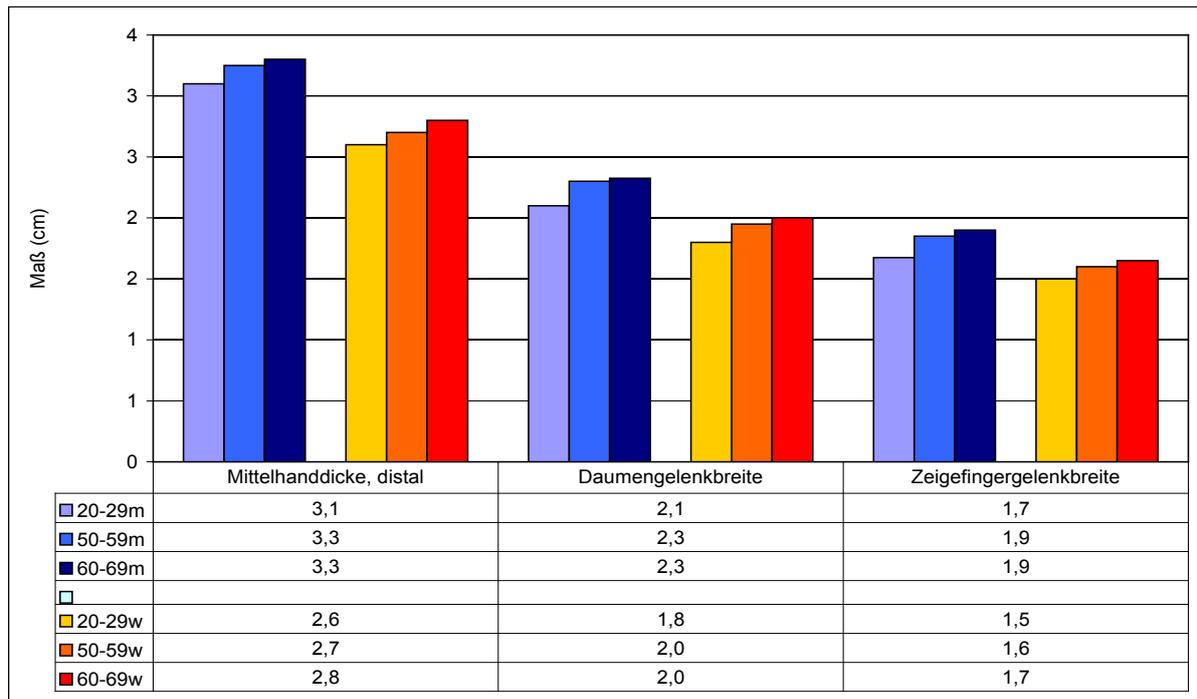


Abb. 3.19 Medianwerte der Handmaße: Mittelhanddicke, distal, Daumengelenkbreite und Zeigefingergelenkbreite

3.1.13 FUßMAß UND PROPORTIONEN DES FUßES

Die Fußlänge der Männer steigt zur Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zunächst an, um dann auf den geringsten Wert von 26,5 cm in Gruppe 60 bis 69 Jahre abzusinken. Bei den Frauen sind die Werte der Altersgruppen 20 bis 29 Jahre und 50 bis 59 Jahre identisch und steigen in der ältesten Gruppe leicht an. Insgesamt sind keine signifikanten Unterschiede der Fußlänge im Altersgang beider Geschlechter vorhanden. Die Fußbreite ist sowohl bei den männlichen als auch den weiblichen Probanden in den älteren Altersgruppen etwas höher als in der jungen Altersgruppe. Signifikant ist dieser Unterschied lediglich zwischen den 20- bis 29-jährigen und den 50- bis 59-jährigen Frauen. Bei der Fußhöhe zeigt sich ebenfalls ein leichter Trend der Zunahme mit dem Alter, der jedoch nicht signifikant ist.

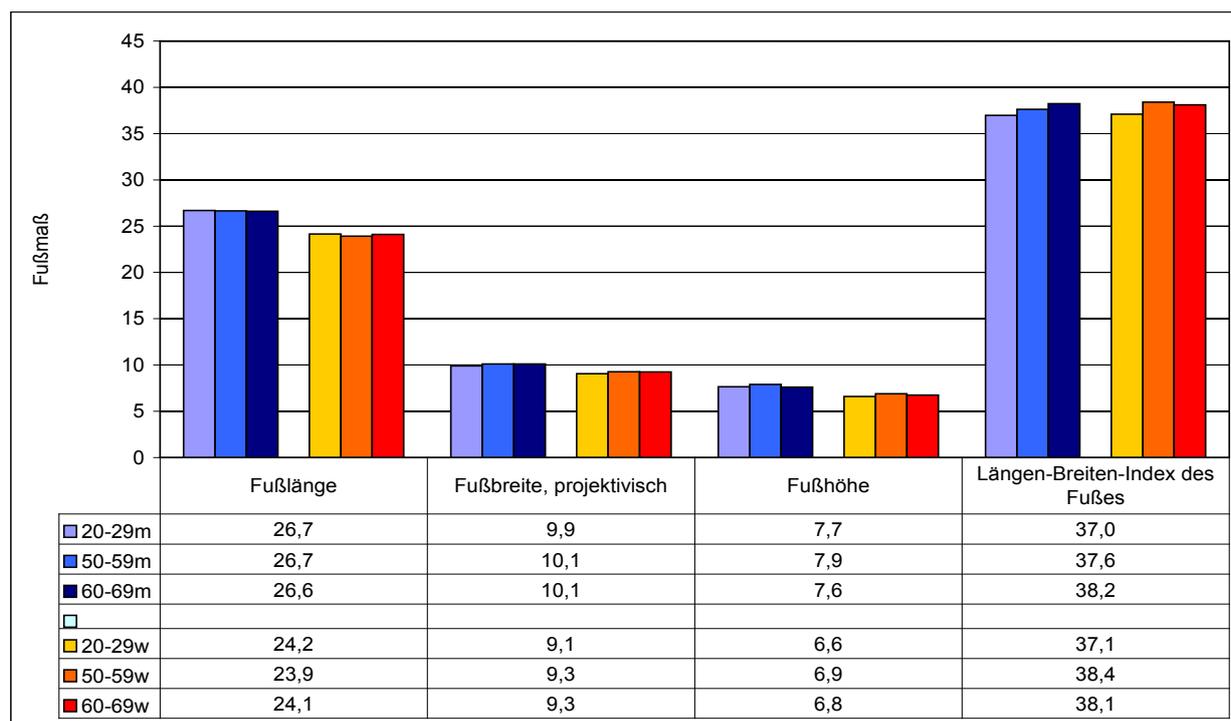


Abb. 3.20 Medianwerte der Fußmaße und -proportionen

Betrachtet man Fußlänge und –breite im Längen-Breiten-Index des Fußes im Verhältnis zueinander, so zeigen sich auch hier höhere Werte in den älteren Gruppen im Vergleich zur jungen Altersgruppe der Männer und Frauen.

3.2 KÖRPERMAßKORRELATIONEN

Die Korrelationsmatrizen in Tabelle XV und XVI des Anhangs stellen die Zusammenhänge der untersuchten Körpermaße bei Männern und Frauen altersunabhängig in Form von linearen Korrelationskoeffizienten dar.

Die Körpermasse korreliert bei den Männern mit allen anderen Maßen in positiver Richtung, während sie bei den Frauen mit der Stammlänge, der funktionellen Armlänge und der Kopflänge negativ korreliert ist. Signifikante Korrelationen sind zwischen der Körpermasse der Männer und allen Maßen mit Ausnahme der Kopflänge, der Unterschenkel-Fuß-Länge und der funktionellen Armlänge zu finden. Bei den Frauen korreliert die Körpermasse mit den Längenmaßen Augenhöhe, akromiale Schulterhöhe, Ellbogenhöhe, projektivische Beinlänge, Gesäß-Knie-Länge, Gesäß-Kniekehlen-Länge, Kniehöhe und Oberarmlänge, allen Breitenmaßen, sowie der Kopfbreite und allen Hand- und Fußmaßen in signifikanter Weise.

Die Längenmaße zeigen untereinander hoch signifikante Korrelationen. Die Ellbogenhöhe im Sitzen weist als Ausnahme bei den Männern lediglich signifikante Korrelationen zur akromialen Schulterhöhe, der Ellbogenhöhe im Stehen, der Stammlänge, der Augenhöhe im Sitzen, der projektivischen Beinlänge und der

funktionellen Armlänge auf. Bei den Frauen sind signifikante Korrelationen zu den Längenmaßen des Oberkörpers im Stehen und im Sitzen vorhanden. Die Korrelation ist in allen Maßen mit Ausnahme der Ellbogenhöhe im Sitzen positiv gerichtet. Die Ellbogenhöhe im Sitzen zeigt negative Korrelationskoeffizienten zu den Längenmaßen der unteren und oberen Extremität in beiden Geschlechtern.

Die Längenmaße der oberen Extremität sind ebenso wie die Längenmaße der unteren Extremität bei Männern und Frauen jeweils untereinander hoch signifikant positiv miteinander korreliert.

Die Maße der Skelettrobstizität und Korpulenz zeigen untereinander signifikante Korrelationen in positiver Richtung.

Betrachtet man die Dimensionen der Längenmaße zu den Skelettrobstizitäts- und Korpulenzmaßen, so zeigt sich eine inhomogenere Korrelationsmatrix. Die Körperhöhe und die Augenhöhe korrelieren im männlichen Geschlecht lediglich mit der Hüftbreite, der Körpersitzbreite und der Oberschenkeldicke in signifikanter Form. Die akromiale Schulterhöhe und die Ellbogenhöhe korrelieren zusätzlich signifikant mit der Taillenbreite und die akromiale Schulterhöhe ebenfalls mit der bikristalen Beckenbreite. Alle Korrelationen dieser Maße sind positiv gerichtet. Die Korrelationskoeffizienten zwischen der Körperhöhe und der Brustkorbtiefe, sowie der Unterkörpersitztiefe weisen negative Werte auf. Bei den Frauen korreliert die Körperhöhe mit keinem Korpulenzmaß signifikant, die Augenhöhe lediglich mit der Hüftbreite und Körpersitzbreite signifikant, die akromiale Schulterhöhe zusätzlich mit der Beckenbreite und die Ellbogenhöhe zusätzlich mit der Oberschenkeldicke. Die Körperhöhe weist mit Ausnahme der Korrelation zur bikristalen Beckenbreite, der Hüftbreite, der Körpersitzbreite und der Oberschenkeldicke negative Koeffizienten auf. Die Augenhöhe und die akromiale Schulterhöhe zeigen teils positive, teils negative Korrelationskoeffizienten zu den Korpulenzmaßen, während die Ellbogenhöhe ausschließlich positive Koeffizienten aufweist.

Während die Stammlänge und die Augenhöhe im Sitzen bei den Männern nur mit der Hüftbreite und Körpersitzbreite, die Augenhöhe im Sitzen zusätzlich mit der Oberschenkeldicke signifikant korrelieren, weist die Ellbogenhöhe im Sitzen als drittes Maß des Oberkörpers im Sitzen weiterhin signifikante Korrelationen zur Brustkorbbreite und Unterkörpersitztiefe auf. Alle Korrelationskoeffizienten der Ellbogenhöhe über Sitz zu den Korpulenzmaßen sind positiv, während die Koeffizienten von Stammlänge und Augenhöhe im Sitzen zur Brustkorbtiefe, der Taillenbreite und der Unterkörpertiefe im Sitzen negative Werte aufweisen. Bei den Frauen korreliert die Stammlänge signifikant mit der Ellbogen-Ellbogen-Breite, der Brustkorbtiefe, der Taillenbreite und der Unterkörpersitztiefe. Die Koeffizienten der genannten Korrelationen weisen negative Werte auf. Die Augenhöhe im Sitzen korreliert signifikant zur Taillenbreite und zur Unterkörpersitztiefe, jeweils in negativer

Richtung. Die Ellbogenhöhe im Sitzen korreliert positiv signifikant zur Oberschenkeldicke.

Die projektivische Beinlänge der Männer zeigt nur zur Hüftbreite und zur Körpersitzbreite signifikante Korrelationen auf, die Koeffizienten zur Brustkorbtiefe und zur Unterkörpersitztiefe sind negativ gerichtet. Bei den Frauen korreliert die projektivische Beinlänge positiv signifikant zur Hüft- und Körpersitzbreite, sowie zur Beckenbreite. Die Koeffizienten zur Brustkorbbreite, Brustkorbtiefe und zur Unterkörpersitztiefe sind negativ. Die Gesäß-Knie-Länge zeigt bei den männlichen und weiblichen Probanden zu allen Korpulenzmaßen signifikante positive Korrelationen. Die Kniehöhe und die Gesäß-Kniekehlen-Länge weisen bei den Männern ebenfalls positive Korrelationskoeffizienten auf, bei den Frauen ist die Korrelation von Kniehöhe zu Brustkorbbreite negativ. Die Korrelationen zwischen der Kniehöhe, der Brustkorbbreite und der Unterkörpersitztiefe der Männer sind nicht signifikant. Bei den Frauen sind lediglich die Korrelationen von Kniehöhe zu Beckenbreite, Hüftbreite, Körpersitzbreite und Oberschenkeldicke signifikant.

Die Gesäß-Kniekehlen-Länge der Männer zeigt zur Taillenbreite, Hüftbreite, Körpersitzbreite und Oberschenkeldicke signifikante Korrelationen, während bei den Frauen nur zur Brustkorbbreite keine signifikante Korrelation besteht. Die Korrelationen der Unterschenkel-Fuß-Länge sind in beiden Geschlechtern zu keinem Maß der Korpulenz signifikant. Die Koeffizienten zwischen Unterschenkel-Fuß-Länge und Brustkorbtiefe und Unterkörpersitztiefe sind bei den Männern negativ, während bei den Frauen die Korrelationen zur Beckenbreite, Hüftbreite und Körpersitzbreite positive Korrelationskoeffizienten aufweisen.

Die projektivische Armlänge zeigt bei den Männern negative Korrelationen zur Brustkorbtiefe und Unterkörpersitztiefe, die funktionelle Armlänge korreliert zusätzlich in negativer Richtung zur Taillenbreite. Bei den Frauen sind die Korrelationskoeffizienten für die projektivische Armlänge nur zur Beckenbreite, Hüftbreite und Körpersitzbreite positiv gerichtet, die funktionelle Armlänge korreliert ausschließlich zur Beckenbreite in positiver Richtung.

Die Oberarmlänge zeigt mit Ausnahme der Unterkörpersitztiefe und der Oberschenkeldicke signifikante Korrelationen zu den Korpulenzmaßen bei den Männern. Bei den Frauen sind nur zur Beckenbreite, Hüftbreite und Körpersitzbreite signifikante Korrelationen zu finden.

Bei den Maßen des Kopfes korreliert die Kopfhöhe der Männer sowohl mit der Kopflänge als auch der Kopfbreite signifikant, während Kopflänge und Kopfbreite untereinander nicht korrelieren. Bei den Frauen korrelieren die Kopfhöhe und Kopfbreite positiv, sowie die Kopflänge und Kopfbreite negativ signifikant miteinander.

Zur Körperhöhe korrelieren die Kopfhöhe und Kopflänge signifikant in positiver Richtung, während der Korrelationskoeffizient zwischen Körperhöhe und Kopfbreite negativ ist und bei den Männern keine Signifikanz aufweist.

Die Handmaße korrelieren positiv miteinander in meist signifikanter Form, ebenso die Fußmaße bei den Männern, während bei den Frauen der nicht signifikante Korrelationskoeffizient von Fußhöhe und Fußbreite negativ ist.

Die Handmaße Handlänge, Handbreite und distale Mittelhanddicke von Männern und Frauen korrelieren positiv mit der Körperhöhe, die Daumen- und Zeigefingergelenkbreite negativ.

Alle Fußmaße korrelieren positiv, bis auf die projektivische Fußbreite der Frauen auch signifikant mit der Körperhöhe.

Weitere Korrelationen können aus der Korrelationsmatrix in Tabelle XV und XVI des Anhangs abgelesen werden.

3.3 KÖRPERPROPORTIONEN UND METRIK-INDEX

Zunächst ist es notwendig, die altersabhängige Einteilung der vorhandenen Stichprobe in die drei Körperbaugruppen leptomorph, metromorph und pyknomorph vorzunehmen, um Unterschiede in den dynamischen Maßen erfassen zu können. Der Umfang der eigenen Stichprobe ist für die Eichung nicht geeignet. Die Eichung an der eigenen Stichprobe muss jedoch trotzdem vorgenommen werden, um eventuelle Unterschiede zu den Körperbautypgrenzen des Metrik-Index der Eichstichprobe festzustellen. In Tabelle 2.4 sind die berechneten Grenzwerte des Metrik-Index für die Eichstichprobe, in Tabelle 3.1 für die eigene Stichprobe abzulesen. Es ist zu erwarten, dass diese Grenzen sich in der vorliegenden Studie im Vergleich mit den Werten der Eichstichprobe in allen Altersgruppen in die leptomorphe Richtung verschoben haben. Für alle männlichen leptomorphen Gruppen und die Gruppe der leptomorphen 50- bis 59-jährigen Frauen ist diese Verschiebung, die aus dem Vergleich von Tabelle 2.4 und Tabelle 3.1 abzulesen ist, sichtbar. Bei der Grenze zum pyknomorphen Körperbautyp ist diese Entwicklung nur bei den jungen Altersgruppen sichtbar. Die Älteren scheinen sich in die pyknomorphe Richtung entwickelt zu haben.

Die Grenzen der Zuordnung der Körperbautypen weisen eine Altersabhängigkeit auf. Sie verschieben sich mit dem Alter wie aus Tabelle 2.4 der Methodik deutlich wird. Bei den Männern werden alle Probanden der Altersgruppe 20 – 29 Jahre mit einem Metrik-Index kleiner als $-1,0767$, in Altersgruppe 50 – 59 Jahre kleiner als $-0,0868$ und in Altersgruppe 60 – 69 Jahre kleiner als $-0,1422$ als leptomorph eingeordnet. Pyknomorph sind die 20- bis 29-jährigen Männer bei einem Metrik-Index, der größer als $-0,1985$ ist, in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre ist die Zuordnung als pyknomorph

erst bei einem Metrik-Index größer als 0,7976 und in der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre erst bei der Grenze von 0,8154.

Tab. 3.1 Einteilung der Körperbautypen des Metrik-Index bei Eichung an der eigenen Stichprobe

Männer	Anzahl	leptomorph	pyknomorph
20 - 29 Jahre	31	< -1,2041	> -0,2966
50 - 59 Jahre	44	< -0,5146	> 0,8416
60 - 69 Jahre	69	< -0,2053	> 0,9273
Frauen	Anzahl	leptomorph	pyknomorph
20 - 29 Jahre	30	< -1,4461	> -0,7751
50 - 59 Jahre	68	< -0,7502	> 0,6449
60 - 69 Jahre	53	< -0,5827	> 0,9927

Auch bei den Frauen kommen die in Abhängigkeit vom Alter unterschiedlichen Abgrenzungen der Körperbautypen deutlich zum Ausdruck. Bei einem Metrik-Index kleiner als -1,5191 in Altersgruppe 20 bis 29 Jahre, kleiner als -0,6398 in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre und kleiner als -0,6340 in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sind die Probandinnen als leptomorph einzuordnen. Die Einordnung in die Gruppe der pyknomorphen Frauen erfolgt in Altersgruppe 20 bis 29 Jahre bei einem Metrik-Index größer als -0,7060, in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre größer 0,4503 und in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre größer als 0,4496.

Mit Hilfe dieser Einteilung in die Körperbautypen sollen Abhängigkeiten zwischen dem Proportionsindex Metrik-Index und anderen Proportionsmaßen des menschlichen Körpers untersucht werden.

Über die Spearmansche Rangkorrelation wird ermittelt, ob zwischen der Körperwuchstendenz des Metrik-Index und den einzelnen Körpermaßen Beziehungen in den einzelnen Metrik-Index-Gruppen bestehen. Die Korrelationskoeffizienten zwischen dem Metrik-Index und den Relativmaßen sind in Tabelle 3.2 und 3.3 dargestellt.

Betrachtet man die Korrelationskoeffizienten der Relativmaße jeweils gegen den Metrik-Index aufgetragen, so fällt auf, dass kaum signifikante Korrelationen zu den relativen Längenmaßen auftreten. Im Vergleich dazu weisen die Breitenmaße für fast alle Körperbautypgruppen der Männer und Frauen signifikante Korrelationen zum Metrik-Index auf. Der Body-Mass-Index zeigt mit Ausnahme der Gruppe der leptomorphen Frauen signifikante positive Korrelationen zum Metrik-Index auf.

Tab. 3.2 Korrelationskoeffizienten zwischen Proportionsmaßen der männlichen Probanden und den 3 Körperbautypen des Metrik-Index. Signifikante Korrelationen sind mit * auf dem Signifikanzniveau von 0,05 und mit ** auf dem Signifikanzniveau von 0,01 gekennzeichnet.

MÄNNER Proportionsmaß	KÖRPERBAUTYP		
	leptomorph,	metromorph,	pyknomorph,
Metrik-Index	1,000	1,000	1,000
Augenhöhe, relativ	-0,303	-0,024	-0,037
Schulterhöhe, akromial, relativ	-0,049	0,226	,385(*)
Ellbogenhöhe, relativ	-0,243	,243(*)	,371(*)
Stammlänge, relativ	-0,078	0,131	-0,092
Augenhöhe über Sitz, relativ	-0,266	0,192	-0,024
Ellbogenhöhe über Sitz, relativ	-0,225	0,194	0,189
Beinlänge, projektivisch, relativ	0,078	-0,131	0,092
Gesäß-Knie-Länge, relativ	0,267	,333(**)	-0,010
Gesäß-Kniekehlen-Länge, relativ	-0,052	0,224	-0,123
Kniehöhe, relativ	,320(*)	0,097	-0,022
Unterschenkel-Fuß-Länge, relativ	0,141	-0,227	-0,122
Armlänge, projektivisch, relativ	0,141	-0,157	0,218
Armlänge, funktionell, relativ	-0,140	-0,100	-0,026
Oberarmlänge, relativ	,334(*)	-0,007	,411(*)
Unterarm-Hand-Länge, relativ	0,236	0,026	0,276
Unterarmlänge, funktionell, relativ	0,206	0,036	0,301
Ellbogen-Ellbogen-Breite, relativ	,507(**)	,541(**)	,556(**)
Brustkorbbreite, relativ	,742(**)	,595(**)	,741(**)
Brustkorbtiefe, relativ	,907(**)	,924(**)	,792(**)
Beckenbreite, bikristal, relativ	,437(**)	,464(**)	,497(**)
Schulterbreite, bideltoidal, relativ	0,193	,294(*)	0,237
Taillenbreite, relativ	,587(**)	,680(**)	,533(**)
Hüftbreite, relativ	,418(**)	,412(**)	,464(**)
Körpersitzbreite, relativ	,529(**)	,559(**)	0,279
Unterkörpersitztiefe, relativ	,451(**)	,722(**)	,661(**)
Oberschenkeldicke, relativ	-0,010	,252(*)	-0,123
Kopflänge, relativ	0,013	0,072	-0,061
Kopfbreite, relativ	,431(**)	,360(**)	,595(**)
Kopfhöhe, relativ	-0,074	0,203	0,273
Handlänge, relativ	0,303	0,177	0,101
Handbreite, relativ	0,270	,431(**)	0,089
Mittelhanddicke, distal, relativ	,371(*)	,391(**)	-0,063
Daumengelenkbreite, relativ	,453(**)	,517(**)	0,132
Zeigefingergelenkbreite, relativ	,345(*)	,477(**)	0,246
Fußlänge, relativ	,336(*)	0,162	0,145
Fußbreite, projektivisch, relativ	0,124	,449(**)	0,150
Fußhöhe, relativ	0,026	0,071	0,338
Body-Mass-Index (BMI)	,636(**)	,737(**)	,680(**)
Skelischer Index	0,078	-0,131	0,092
Kopflängen-Kopfbreiten-Index	,432(**)	,345(**)	,657(**)
Fußlängen-Fußbreiten-Index	-0,136	,407(**)	0,013
Handlängen-Handbreiten-Index	0,121	,237(*)	-0,053

Tab. 3.3 Korrelationskoeffizienten zwischen Proportionsmaßen der weiblichen Probanden und den 3 Körperbautypen des Metrik-Index. Signifikante Korrelationen sind mit * auf dem Signifikanzniveau von 0,05 und mit ** auf dem Signifikanzniveau von 0,01 gekennzeichnet.

FRAUEN	KÖRPERBAUTYP		
	leptomorph,	metromorph,	pyknomorph,
Proportionsmaß			
Metrik-Index	1,000	1,000	1,000
Augenhöhe, relativ	0,276	0,220	0,000
Schulterhöhe, akromial, relativ	-0,104	0,120	0,038
Ellbogenhöhe, relativ	-0,361	,234(*)	0,127
Stammlänge, relativ	0,030	0,036	0,010
Augenhöhe über Sitz, relativ	0,090	0,089	0,078
Ellbogenhöhe über Sitz, relativ	-0,211	0,159	0,152
Beinlänge, projektivisch, relativ	-0,030	-0,036	-0,010
Gesäß-Knie-Länge, relativ	0,085	,388(**)	,494(**)
Gesäß-Kniekehlen-Länge, relativ	0,107	,226(*)	,324(*)
Kniehöhe, relativ	0,122	0,011	,484(**)
Unterschenkel-Fuß-Länge, relativ	0,053	-,424(**)	0,021
Armlänge, projektivisch, relativ	-0,109	-0,043	-0,173
Armlänge, funktionell, relativ	-0,214	-,378(**)	-0,265
Oberarmlänge, relativ	0,035	0,032	-0,078
Unterarm-Hand-Länge, relativ	-0,052	-0,057	0,081
Unterarmlänge, funktionell, relativ	-0,055	0,102	-0,049
Ellbogen-Ellbogen-Breite, relativ	,419(*)	,735(**)	,726(**)
Brustkorbbreite, relativ	,523(**)	,838(**)	,826(**)
Brustkorbtiefe, relativ	,663(**)	,832(**)	,877(**)
Beckenbreite, bikristal, relativ	0,254	,567(**)	,537(**)
Schulterbreite, bideltoidal, relativ	,386(*)	,656(**)	,581(**)
Taillenbreite, relativ	,479(**)	,702(**)	,567(**)
Hüftbreite, relativ	0,300	,631(**)	,457(**)
Körpersitzbreite, relativ	0,203	,501(**)	,450(**)
Unterkörpersitztiefe, relativ	,373(*)	,684(**)	,695(**)
Oberschenkeldicke, relativ	-0,016	,260(*)	0,314
Kopflänge, relativ	0,009	,299(**)	-0,053
Kopfbreite, relativ	,480(**)	,511(**)	0,216
Kopfhöhe, relativ	0,095	0,005	0,073
Handlänge, relativ	0,242	,381(**)	-0,041
Handbreite, relativ	0,219	,445(**)	0,215
Mittelhanddicke, distal, relativ	0,026	,263(*)	0,230
Daumengelenkbreite, relativ	0,156	,507(**)	0,195
Zeigefingergelenkbreite, relativ	0,318	,524(**)	0,183
Fußlänge, relativ	-0,112	,307(**)	0,020
Fußbreite, projektivisch, relativ	0,033	,472(**)	,340(*)
Fußhöhe, relativ	0,044	,221(*)	-0,108
Body-Mass-Index (BMI)	0,327	,724(**)	,770(**)
Skelischer Index	-0,030	-0,036	-0,010
Kopflängen-Kopfbreiten-Index	,414(*)	,320(**)	0,316
Fußlängen-Fußbreiten-Index	0,229	,277(*)	,396(*)
Handlängen-Handbreiten-Index	-0,017	0,178	0,222

3.4 MAßE DER DYNAMISCHEN ANTHROPOMETRIE IM ALTERSVERGLEICH

3.4.1 WIRBELSÄULENBEGWEGLICHKEIT

Im Altersgruppenvergleich der Seitneigung des Kopfes nach rechts weisen die jungen Vergleichsgruppen der Männer und der Frauen eine deutlich bessere Beweglichkeit der Halswirbelsäule auf als die älteren Gruppen. Die Über-50-Jährigen erreichen einen untereinander sehr ähnlichen maximalen Bewegungswinkel in allen aufgeführten Perzentilwerten. Bei den Männern zeigt der Medianwert einen stärkeren Abfall der Werte von der Gruppe der 20- bis 29-Jährigen zur Altersgruppe 50 bis 59 Jahre als bei gleichaltrigen Frauen. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre ist die Beweglichkeit im Vergleich zur Altersgruppe 50 bis 59 Jahre lediglich um 1° verringert. Bei den Frauen ist die Differenz der Bewegungswinkel von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre zu Altersgruppe 50 bis 59 Jahre um 5° geringer als bei den Männern. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre verringert sich die Beweglichkeit beim Seitneigen zur rechten Seite um 2°.

Das 5. Perzentil beider Geschlechter zeigt dieselbe Entwicklung über das Alter wie ihre jeweiligen Medianwerte. Das 95. Perzentil stagniert bei den Männern nach dem Wertabfall in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre. Bei den Frauen ist im 95. Perzentil der geringste Wert in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zu finden. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre ist eine bessere Beweglichkeit der Halswirbelsäule bei der Seitneigung des Kopfes nach rechts zu beobachten, die jedoch unter der Beweglichkeit der jungen Vergleichsgruppe bleibt.

Die jungen Männer sind im 50. und 95. Perzentil beweglicher als gleichaltrige Frauen. In den älteren Altersgruppen sind die Frauen im Vergleich zu den gleichaltrigen Männern im 5. und 50. Perzentil beweglicher.

Die Seitneigung des Kopfes nach links zeigt in allen aufgeführten Perzentilen bei den Männern einen deutlichen Rückgang der Halswirbelsäulenbeweglichkeit mit zunehmendem Alter. Im 50. Perzentil ist die Verminderung der Beweglichkeit von Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zu Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sogar stärker als der Rückgang von der jungen Vergleichsgruppe zu Altersgruppe 50 bis 59 Jahre.

Bei den Frauen ist in allen Perzentilen der stärkste Rückgang der Beweglichkeit von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre zu Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zu beobachten. Im 5. Perzentil ist die Verringerung des Wertes von Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zu Altersgruppe 60 bis 69 Jahre mit 5° am größten, im 50. Perzentil mit 2° deutlich geringer und im 95. Perzentil erfolgt ein Anstieg der Beweglichkeit um 1°.

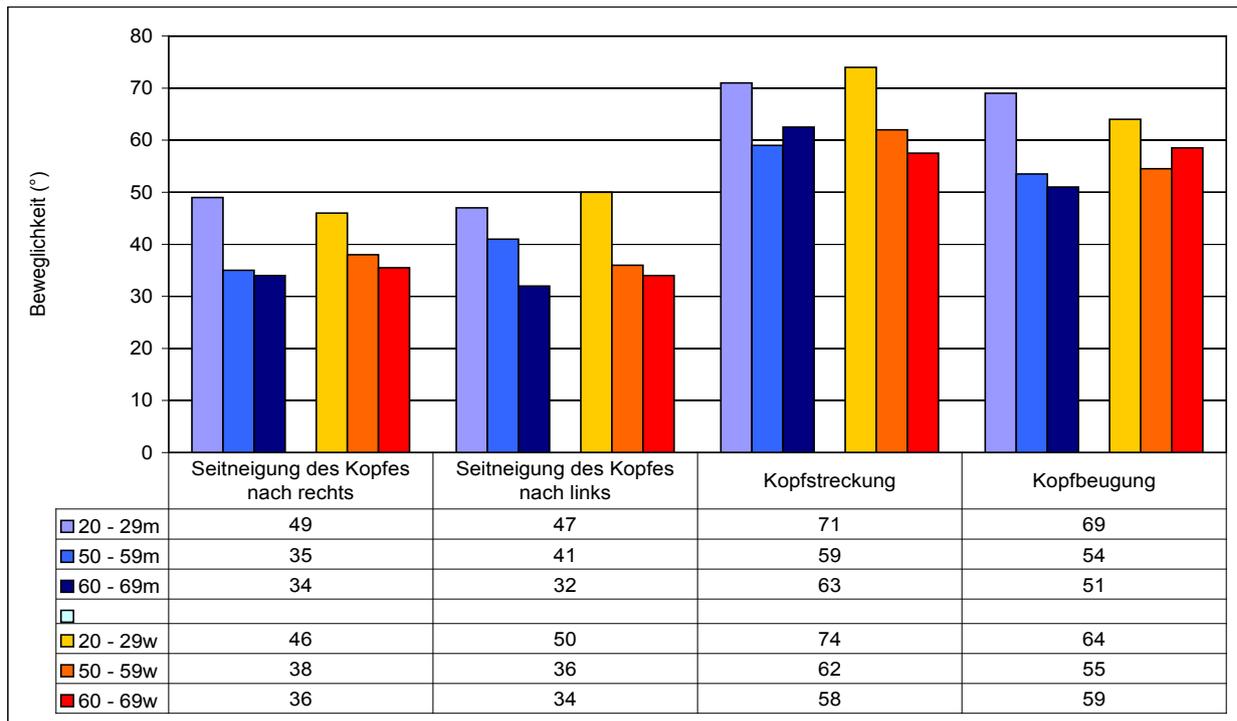


Abb. 3.21 Medianwerte der Beweglichkeit der Wirbelsäule in der Seitneigung und Streckung und Beugung des Kopfes

Die jungen Frauen sind im Vergleich zu den gleichaltrigen Männern im 5. und 50. Perzentil beweglicher, im 95. Perzentil sind die Männer dieser Altersgruppe beweglicher. In Altersgruppe 50 bis 59 Jahre sind die Frauen im 5. Perzentil beweglicher als die gleichaltrigen Männer, im 50. und 95. Perzentil jedoch die Männer. In der Altersgruppe der 60- bis 69-Jährigen sind die Frauen in allen drei Perzentilen beweglicher als die Männer.

Bei der Kopfstreckung in den Nacken zeigt sich im Medianwert beider Geschlechter eine Verringerung des maximalen Bewegungswinkels von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre zu Altersgruppe 50 bis 59 Jahre. Bei den Frauen verringert sich dieser Wert in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre um weitere 4,5°, während der Wert der 60- bis 69-jährigen Männer um 3,5° über dem Wert der 50- bis 59-Jährigen liegt.

Das 5. Perzentil der Männer zeigt denselben Verlauf mit einer stärkeren Steigung, während das 95. Perzentil von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre zu Altersgruppe 50 bis 59 Jahre nur einen sehr geringen Wertrückgang um 1,5° zeigt und Altersgruppe 60 bis 69 Jahre dann deutlich um 6,5° abfällt.

Bei den Frauen ist der Altersverlauf des 5. Perzentils von der Entwicklung her dem 50. Perzentil ähnlich, jedoch bei einer sehr geringen Verminderung des Medians mit dem Alter, während das 95. Perzentil im Vergleich dazu einen kontinuierlich steilen Abfall der Werte zeigt.

Die jungen Frauen sind im 50. und 95. Perzentil beweglicher als die gleichaltrigen Männer, im 5. Perzentil weisen die Männer den höheren Wert auf. In Altersgruppe 50 bis 59 Jahre sind die Frauen gegenüber den gleichaltrigen Männern in allen Perzentilen beweglicher. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sind beide Geschlechter im 5. Perzentil gleich beweglich, in den Perzentilen 50 und 95 jedoch zeigen die Männer die größere Beweglichkeit.

Die Beweglichkeit der Halswirbelsäule bei der Kopfbeugung zeigt in allen Perzentilen beider Geschlechter einen Rückgang von 3° bis $15,5^\circ$ von der Altersgruppe der 20- bis 29-Jährigen zur Altersgruppe der 50- bis 59-Jährigen. Mit Ausnahme des 50. Perzentils der Männer und des 95. Perzentils der Frauen, bei denen sich der Bewegungswinkel in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre weiter verringert, zeigen alle anderen Perzentile beider Geschlechter eine größere Beweglichkeit der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre gegenüber der jüngeren Altersgruppe von 50 bis 59 Jahren.

Im 5. Perzentil zeigen die Männer in allen Altersgruppen die größere Beweglichkeit im Vergleich zu den gleichaltrigen Frauen. Im Medianwert sind lediglich die Werte der jungen männlichen Probanden höher als die der gleichaltrigen Frauen, in allen anderen Altersgruppen sind die Frauen beweglicher. Im 95. Perzentil sind die Werte der 50- bis 59-jährigen Frauen höher als die der gleichaltrigen Männer, in allen anderen Altersgruppen ist die Beweglichkeit der Männer höher.

Die Beweglichkeit der Halswirbelsäule bei der Kopffrotation zur rechten Seite nimmt in den drei untersuchten Perzentilen beider Geschlechter in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre im Vergleich zu den jungen Probandengruppen ab. Der geringste Abfall ist im Medianwert der Frauen, der höchste im 95. Perzentil der Männer zu beobachten.

In allen drei Perzentilen der Frauen, sowie im 5. Perzentil der Männer verringert sich der Bewegungswinkel in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre weiter. Den stärksten Rückgang zeigt der Medianwert der Frauen, den geringsten das 5. Perzentil der Männer.

Im 50. und 95. Perzentil haben die 20- bis 29-jährigen Männer die größeren Bewegungswinkel als die gleichaltrigen Frauen, im 5. Perzentil sind die Werte der Frauen größer. Bei den 50- bis 59-Jährigen ist der P5- und der P50-Wert der Frauen höher, als der der gleichaltrigen Männer, im 95. Perzentil sind die Männer um 1° beweglicher. In der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sind die Männer in allen untersuchten Perzentilen beweglicher als die gleichaltrigen Frauen.

Die Kopffrotationswinkel zur linken Seite nehmen bei den Frauen in allen Perzentilen und bei den Männern im 95. Perzentil mit zunehmendem Alter ab. Im 5. und 50. Perzentil der Männer folgt dem Wertrückgang von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre zu Altersgruppe 50 bis 59 Jahre ein Anstieg der Werte um $1,5^\circ$ im 50. Perzentil und 5° im 5. Perzentil.

In der jungen Altersgruppe sind die Bewegungswinkel der männlichen Probanden größer als die der gleichaltrigen Frauen in allen Perzentilen. In der Altersgruppe 50 bis 59 Jahre weisen jedoch die Frauen gegenüber den Männern die bessere Beweglichkeit auf. In der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre weisen die Frauen im 5. und 95. Perzentil, die Männer im 50. Perzentil die höheren Werte auf.

Die Werte der Kopf- und Oberkörperrotation nach rechts nehmen mit Ausnahme des 5. Perzentils der Männer in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre mit zunehmendem Alter ab. Die größte Verringerung der Beweglichkeit zwischen der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und der Altersgruppe 50 bis 59 Jahre ist im 5. Perzentil der Männer und dem 50. Perzentil der Frauen, der geringste Rückgang im 95. Perzentil der Frauen. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre ist der Abfall der Werte im 5. Perzentil der Frauen und im 50. Perzentil der Männer am stärksten, am geringsten im 50. Perzentil der Frauen und im 95. Perzentil der Männer. Das 5. Perzentil der Männer zeigt eine geringe Verbesserung der Beweglichkeit um $0,5^\circ$.

Bei den 20- bis 29-Jährigen weisen die Männer in allen Perzentilen die im Vergleich zu den Frauen größeren Beweglichkeitswinkel der Kopf- und Oberkörperrotation nach rechts auf.

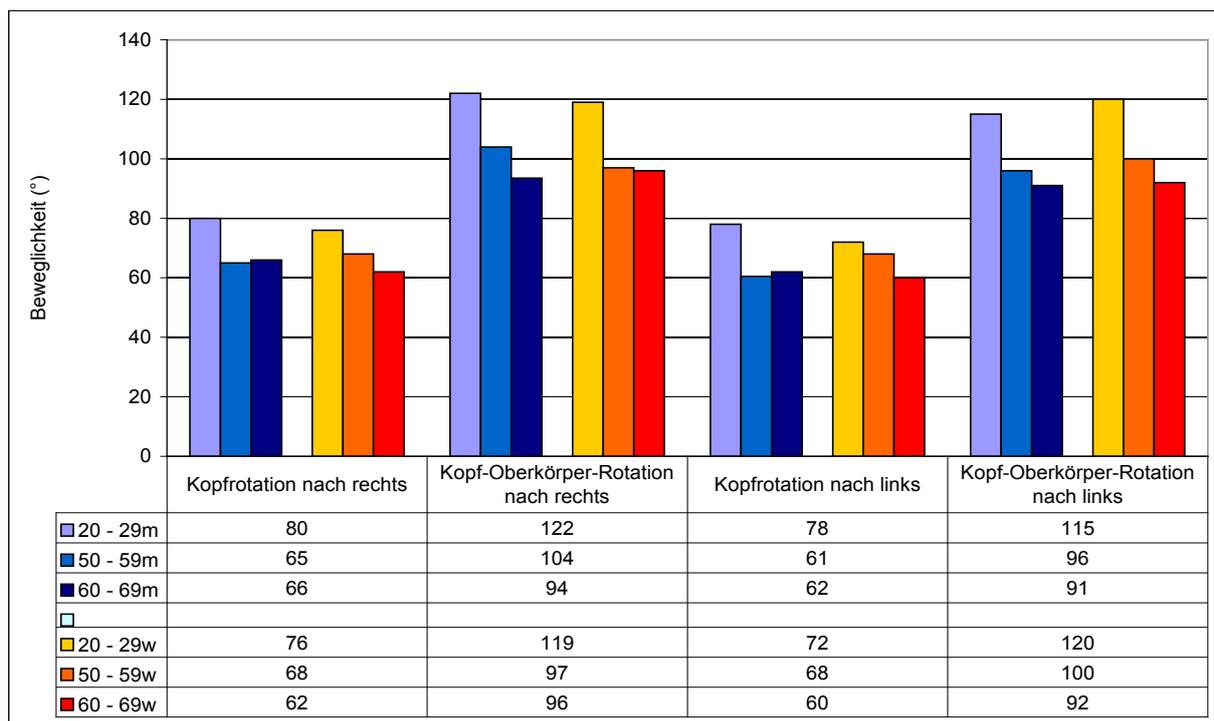


Abb. 3.22 Medianwerte der Kopf- und Kopf-Oberkörperrotation

Bei der Gruppe der 50- bis 59-Jährigen sind die Werte der Männer, außer im 5. Perzentil, ebenfalls höher als die der Frauen. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sind die Winkel des 5. und 95. Perzentils der Männer größer als die der Frauen, im 50. Perzentil ist es umgekehrt. In der Kopf- und Oberkörperrotation zur linken Seite

verringern sich die Werte mit Ausnahme des 5. Perzentils der Männer ebenfalls mit zunehmendem Alter. Das 5. Perzentil der männlichen Probanden zeigt jedoch nach der Verringerung des Winkels in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, einen Anstieg um 11° in der Beweglichkeit der 60- bis 69-Jährigen.

In den Altersgruppen 20 bis 29 Jahre und 50 bis 59 Jahre weisen die Frauen die im Vergleich zu den gleichaltrigen Männern größere Beweglichkeit auf. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sind die Männer in den Perzentilen 5 und 95 beweglicher als die Frauen, im Medianwert weisen die Frauen die minimal höhere Beweglichkeit auf.

Das Besondere bei der Auswertung der Werte der Reichweite nach seitlich unten gebeugt im Sitzen ist, dass je geringer die Werte dieses Maßes ausfallen, desto beweglicher ist der Proband in der Wirbelsäule. Dabei können die Werte in den negativen Bereich gehen, da die Füße der Probanden auf einer verstellbaren Fußablagefläche liegen, die die Erde nicht berührt. Die Reichweite wird im Bezug auf die Unterschenkel-Fuß-Länge ermittelt. Positive Werte bedeuten, dass die Fingerspitze des Mittelfingers nicht bis zur Fußauflagefläche reicht, negative Werte zeigen, dass die Fingerspitze des Mittelfingers bis unter die Fußauflagefläche gestreckt werden können.

Die aus Tabelle XI des Anhangs zu entnehmenden Werte verdeutlichen mit einem Anstieg der Werte mit zunehmendem Alter im 50. und 95. Perzentil beider Geschlechter die zunehmende Unbeweglichkeit der Älteren. Lediglich im 5. Perzentil zeigen die Werte Abweichungen von diesem Verlauf. Das 5. Perzentil der Männer zeigt bei den 50- bis 59-Jährigen eine etwas größere Beweglichkeit als die junge Vergleichsgruppe aufweist. Die Altersgruppe 60 bis 69 Jahre weist sogar eine um weitere 1,9 cm größere Beweglichkeit auf. Bei den Frauen ist in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zunächst die typische Einschränkung der Beweglichkeit zu sehen. Die 60- bis 69-jährigen Frauen erreichen jedoch wieder eine um 2,5 cm größere Beweglichkeit.

Die Reichweite in Höhe der Fußauflagefläche nach vorn wird mit Ausnahme des 95. Perzentils der Männer in dem ein leichter Anstieg zu verzeichnen ist, in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre im Vergleich zu Altersgruppe 20 bis 29 Jahre geringer. Dabei ist ein deutlicher Werteabfall bei den Frauen in allen drei Perzentilen zu finden. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre steigen die Werte bei den Frauen wieder an, fallen bei den Männern jedoch in dieser Altersgruppe ab.

Dabei liegen die Werte in Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und 60 bis 69 Jahre im 5. Perzentil der Frauen deutlich über dem Wert der Männer. In den anderen beiden Perzentilen erreichen die Männer einen etwas höheren Wert im Vergleich zu den gleichaltrigen Frauen. In Altersgruppe 50 bis 59 Jahre weisen die Männer in allen drei Perzentilen die höheren Werte auf.

Der Beweglichkeitsindex ist, mit Ausnahme der Gruppe der 50- bis 59-jährigen Frauen, bei den Frauen größer als bei gleichaltrigen Männern. Mittel- und Medianwert sind in den älteren Gruppen geringer als in der jungen Vergleichsgruppe. Bei den Frauen unterscheidet sich der Beweglichkeitsindex sowohl der 50- bis 59-Jährigen als auch der Gruppe der 60- bis 69-Jährigen signifikant von den 20- bis 29-jährigen Frauen. Das 95. Perzentil beider Geschlechter liegt in allen Altersgruppen dicht beieinander, während im 5. Perzentil der Männer die 60- bis 69-jährigen und bei den Frauen die 50- bis 59-Jährigen einen deutlich geringeren Wert als die anderen Altersgruppen aufweisen.

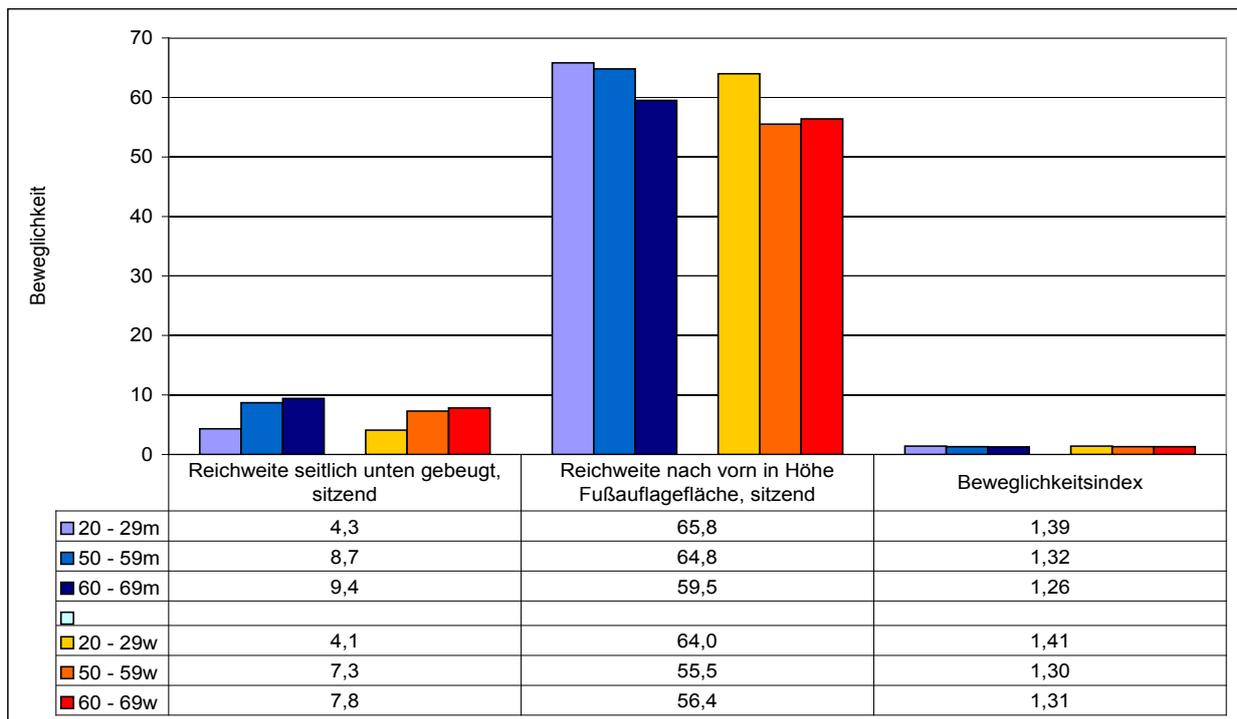


Abb. 3.23 Medianwerte der Wirbelsäulenbeweglichkeit: Reichweite nach seitlich unten gebeugt, Reichweite nach vorn in Höhe Fußauflagefläche und Beweglichkeitsindex

3.4.2 HANDBEWEGLICHKEIT

Die Beweglichkeit des Handgelenks zeigt beim maximalen Supinationswinkel mit Ausnahme des 95. Perzentils der Männer, in dem ein Anstieg zu finden ist, eine leichte Verringerung des Winkels im Alter von 50 bis 59 Jahren im Vergleich zu der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre in beiden Geschlechtern. Mit Ausnahme des 5. Perzentils der Frauen findet sich in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre ein leichter Anstieg der Werte, bzw. im Medianwert der Männer eine Stagnation des Wertes im Vergleich zur Altersgruppe 50 bis 59 Jahre. Die Frauen weisen im Vergleich zu gleichaltrigen Männern die höhere Beweglichkeit auf in allen Perzentilen der Altersgruppe 20 bis 29

Jahre, im 50. und 95. Perzentil der Altersgruppe 50 bis 59 Jahre und im Medianwert der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre.

Im Gegensatz zur Supination zeigt die Pronationsbewegung mit zunehmendem Alter eine Einschränkung der Beweglichkeit. Der steilste Abfall ist in beiden Geschlechtern im der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre des 95. Perzentils zu finden.

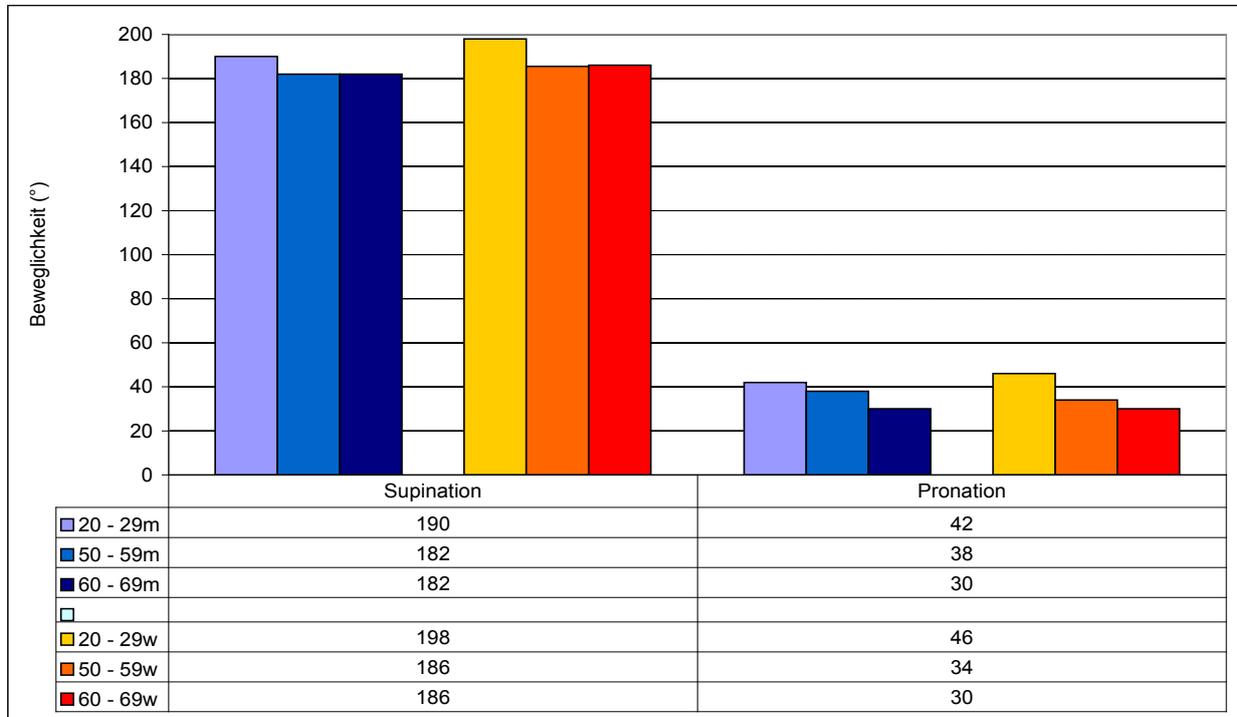


Abb. 3.24 Medianwerte der maximalen Supinations und Pronationswinkel

Im 5. Perzentil weisen die Männer im Vergleich zu den gleichaltrigen Frauen immer die höheren Werte auf, im Medianwert sind die Werte der 50- bis 59-jährigen Frauen höher als die der gleichaltrigen Männer und in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre ist der Wert beider Geschlechter identisch. Im 95. Perzentil sind die Werte der Männer in Altersgruppe 20 bis 29 und 50 bis 59 Jahre höher als die der gleichaltrigen Frauen.

Der maximale Winkel der Palmarflexion der Hand verringert sich von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre zu Altersgruppe 50 bis 59 Jahre in beiden Geschlechtern und allen drei Perzentilen. Im weiteren Altersverlauf zeigt sich im Medianwert beider Geschlechter und im 5. Perzentil der Frauen ein leichter Abfall, im 5. Perzentil der Männer und im 95. Perzentil von Männern und Frauen ein Anstieg der Werte in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre. In Altersgruppe 20 bis 29 Jahre haben die Männer im 5. und 95. Perzentil die höheren und im 50. Perzentil genauso hohe Werte wie die gleichaltrigen Frauen. In Altersgruppe 50 bis 59 Jahre weisen die Frauen in allen drei Perzentilen die größere Beweglichkeit im Vergleich zu den gleichaltrigen Männern auf. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sind die Werte in beiden Geschlechtern ähnlich, im 5.

Perzentil zeigen die Männer eine höhere Beweglichkeit bei der Palmarflexion der Hand.

In allen Perzentilen und dem arithmetischen Mittelwert der Volarextension der Hand weisen die Frauen die höheren Beweglichkeiten im Vergleich zu gleichaltrigen Männern auf. In beiden Geschlechtern ist die maximale Volarextension der Gruppe der 50- bis 59-Jährigen geringer als in der jungen Vergleichsgruppe. Die Männer der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre zeigen eine um 1° höhere Beweglichkeit in der Volarextension als die Gruppe der 50- bis 59-Jährigen. Bei den Frauen ist im Medianwert der Gruppe 60 bis 69 Jahre ein weiterer Rückgang der Beweglichkeit der Hand in der Volarextension sichtbar.

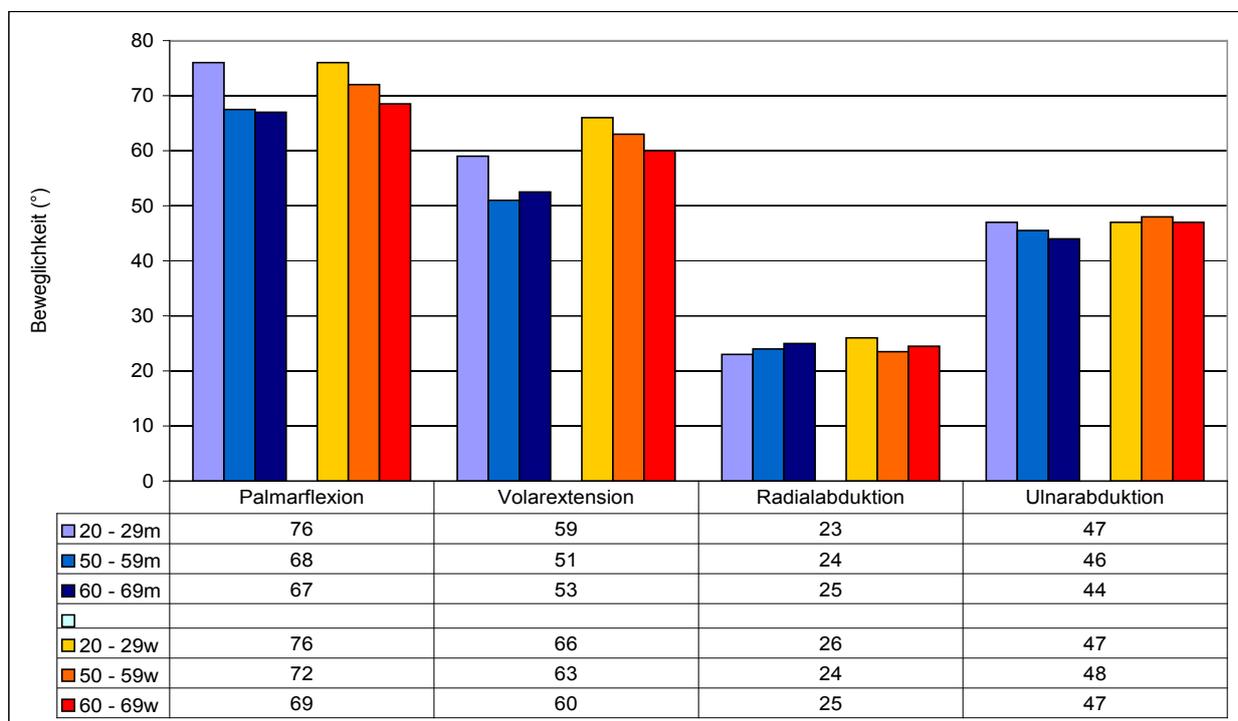


Abb. 3.25 Medianwerte der maximalen Flexions-, Extensions-, Radial- und Ulnarabduktionswinkel des Handgelenks

Der maximale Winkel der Radialabduktion der Hand fällt im 5. und 95. Perzentil der Männer im Altersgang ab, während er im Medianwert mit dem Alter zunimmt. Bei den Frauen ist im 5. Perzentil ein Gleichbleiben der Werte von Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zu beobachten, in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre erfolgt dann ein Rückgang des Wertes. Im 50. und 95. Perzentil fällt der Wert in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre ab, und steigt in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre an. Im 5. Perzentil sind die Werte der Frauen aller Altersgruppen größer als die der gleichaltrigen Männer. Im 50. Perzentil ist nur der Wert der 20- bis 29-jährigen

Frauen größer als der gleichaltriger Männer und im 95. Perzentil ist lediglich der Wert der 60- bis 69-jährigen Frauen höher.

Die Ulnarabduktionsbewegung wird im 5. und 50. Perzentil der Männer im Altersgang geringer, im 95. Perzentil fallen die Werte in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre ab und steigen in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre wieder an. Bei den Frauen ist in allen drei in Tabelle XII dargestellten Perzentilen zunächst ein Anstieg der Beweglichkeit in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre eine Verringerung der Werte zu beobachten. Die größten Anstiege sind im 5. Perzentil zu verzeichnen. Im Vergleich der Beweglichkeitswinkel von Männern und Frauen zeigen die Frauen mit Ausnahme des 5. Perzentils der 60- bis 69-Jährigen, des 50. und 95. Perzentils der 20- bis 29-Jährigen, die höheren Werte.

Auch der große Greifdurchmesser der Hand weist bei den Männern höhere Werte im Vergleich zu den Frauen auf. Der Medianwert zeigt eine kontinuierliche Abnahme der Werte im Altersgang beider Geschlechter. Im 5. Perzentil beider Geschlechter verringert sich der Wert in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre zunächst, und zeigt in Altersgruppe 60 bis 69 bei den Männern einen Anstieg der Werte, bei den Frauen eine Konstanz der Werte.

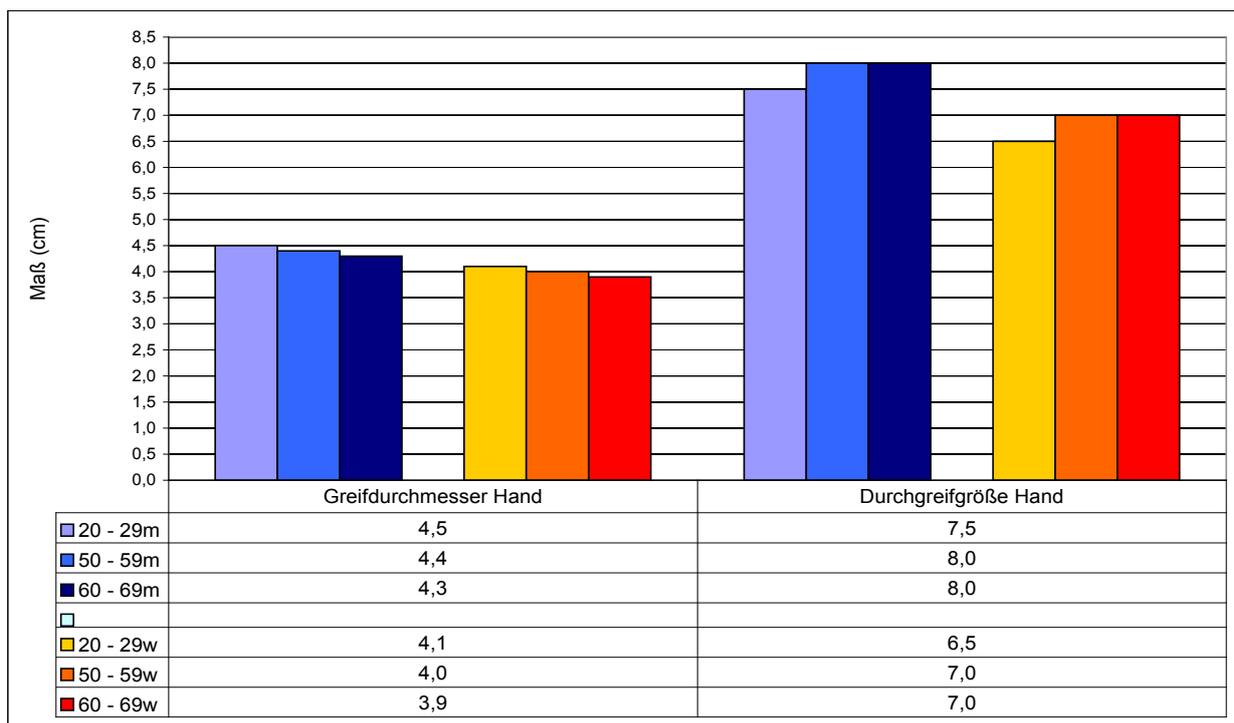


Abb. 3.26 Medianwerte des großen Greifdurchmessers und der Durchgreifgröße der Hand

Im 95. Perzentil ist bei den Männern in Altersgruppe 20 bis 29 und 50 bis 59 Jahre ein gleichbleibender Wert, bei den Frauen ein leicht ansteigender Wert zu

beobachten. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre fällt das 95. Perzentil bei Männern und Frauen ab.

Die kreisförmige Durchgreifgröße der Hand ist abhängig von der Handbreite, die geschlechtsspezifisch bei den Männern größer ist. Daher sind die Werte der Männer höher als die Werte der gleichaltrigen Frauen im jeweiligen Perzentil.

Der Median verläuft bei Männern wie Frauen ansteigend in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, bleibt danach in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre konstant. Das 5. Perzentil der Männer zeigt einen Anstieg der Werte in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre erfolgt eine Verringerung der Werte. Das 95. Perzentil der Frauen hat ebenfalls einen Anstieg in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, stagniert in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre jedoch. Das 5. Perzentil der Frauen und das 95. Perzentil der Männer zeigen gleiche Werte in Altersgruppe 20 bis 29 und 50 bis 59 Jahre, in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sind die Werte höher.

3.4.3 HANDKRÄFTE

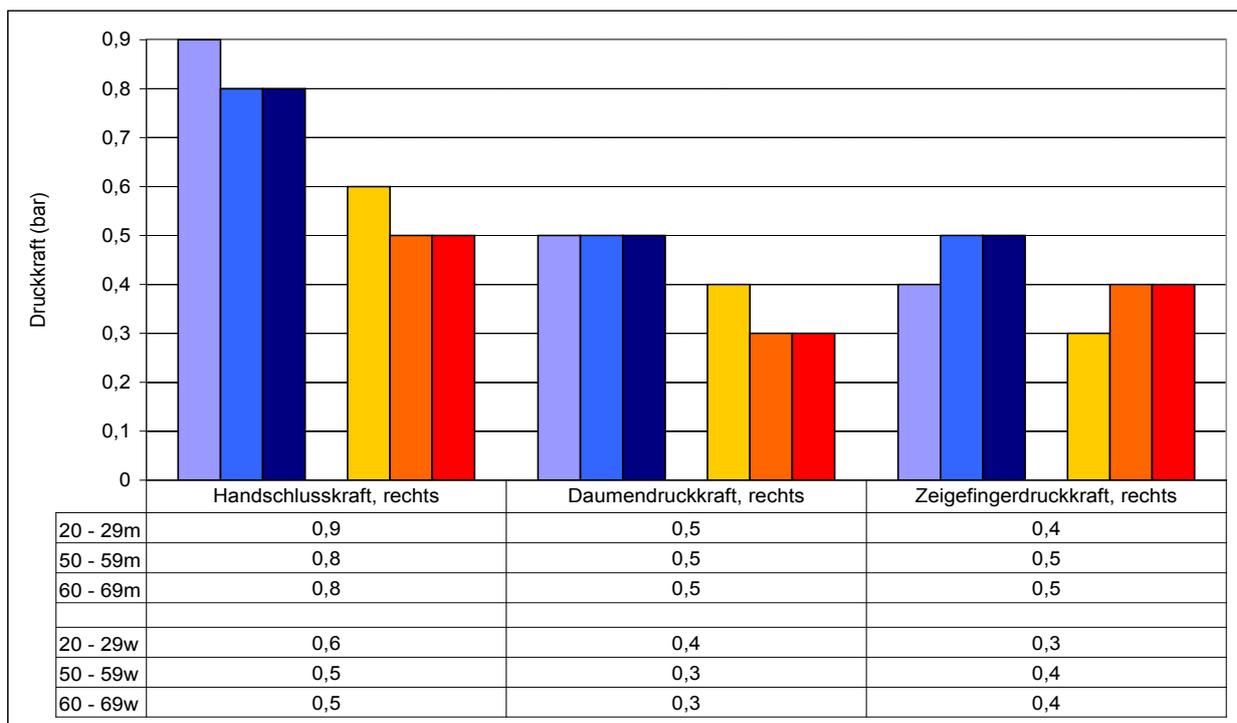


Abb. 3.27 Medianwerte der Hand- und Fingerdruckkräfte

Die Handschlusskraft der rechten Hand wird bei Männern und Frauen mit zunehmendem Alter geringer. Eine Ausnahme bildet die Konstanz der Werte zwischen Altersgruppe 20 bis 29 und 50 bis 59 Jahre des 5. Perzentils und 50. Perzentils zwischen Altersgruppe 50 bis 59 und 60 bis 69 Jahre beider Geschlechter. Die Handschlusskraft der Männer ist in allen Perzentilen und Altersgruppen höher als die der gleichaltrigen Frauen.

Die Daumendruckkraft zeigt im 5. Perzentil bei identischen Werten der Männer und Frauen in den einzelnen Altersgruppen einen leichten Anstieg der Druckkraft im Alter von 50 bis 59 Jahren. In der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre bleibt der Wert in beiden Geschlechtern konstant. Der Medianwert der Männer weist in allen drei Altersgruppen denselben Wert auf. Bei den Frauen zeigt er in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre einen leichten Abfall und bleibt in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre konstant. Das 95. Perzentil der Männer hat einen leichten Anstieg in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre und bleibt danach gleich, bei den Frauen sind die Werte von Altersgruppe 20 bis 29 und 50 bis 59 Jahre identisch und in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre fällt der Wert leicht ab. Männer und Frauen weisen im 5. Perzentil dieselben Kräfte auf, im Medianwert und im 95. Perzentil haben die Männer die im Vergleich zu den gleichaltrigen Frauen größere Kraft.

Die mittlere Zeigefingerdruckkraft der rechten Hand ist bei beiden Geschlechtern in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre größer als in Altersgruppe 20 bis 29 Jahre. Bei den Männern liegen die Mittelwerte der über 60-Jährigen über den Werten der beiden jüngeren Gruppen. Bei den Frauen ist die mittlere Zeigefingerdruckkraft in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre geringer als in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, jedoch identisch mit dem Wert der jungen Probandinnen. Mit Ausnahme des 5. Perzentils der jungen Frauen weisen die Männer in allen Perzentilen die höheren Werte auf. Die Männer zeigen im 5. und 95. Perzentil ansteigende Werte mit zunehmendem Alter. Bei den Frauen weist das 5. Perzentil der 50- bis 59-Jährigen den geringsten Wert auf, der höchste Wert des 5. Perzentils wird bei den jungen Frauen beobachtet. Im 95. Perzentil weisen alle weiblichen Altersgruppen dieselben Werte auf.

Bei der Drehkraft der rechten Hand an einem horizontal stehenden Schraubverschluss mit einem Durchmesser von 85 mm zeigen, mit Ausnahme des 5. Perzentils der Frauen, in dem im Alter von 50 bis 59 Jahre ein Abfall des Werts auftritt, alle anderen Perzentile einen Wertanstieg in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, gefolgt von geringeren Werten in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre. Die Drehkraft der Männer ist in allen Perzentilen und Altersgruppen größer als die der Frauen.

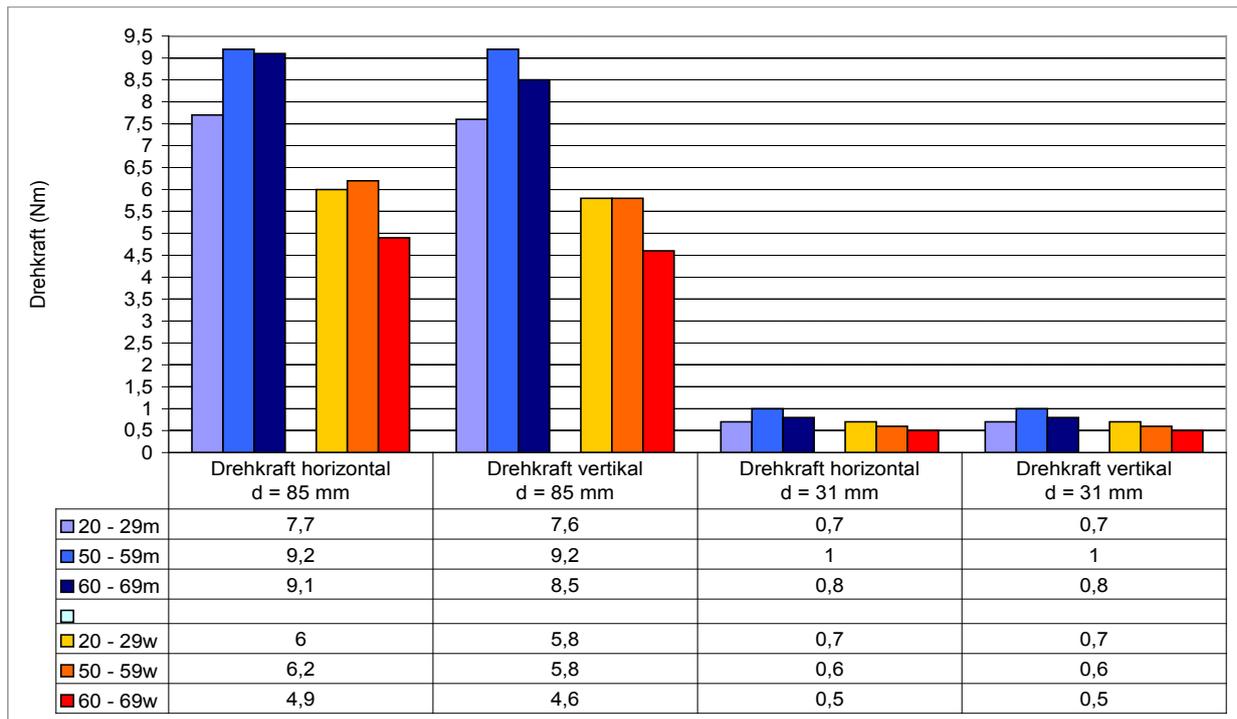


Abb. 3.28 Medianwerte der Drehkräfte der Hand

Die Drehkraft der rechten Hand an einem vertikal stehenden Schraubglasverschluss mit einem Durchmesser von 85 mm zeigt eine der Drehkraft an einem horizontal liegenden Schraubglas vergleichbare Entwicklung.

Die Drehkraft der rechten Hand an einem horizontal stehenden Schraubverschluss mit einem Durchmesser von 31 mm ist geringer als die an einem Schraubglasverschluss mit einem Durchmesser von 85 mm. Die Werte liegen im Altersgang eng beisammen. Ein Anstieg in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre gefolgt von einem Abfall in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre ist im 50. und 95. Perzentil der Männer und im 95. Perzentil der Frauen zu beobachten. Identische Werte in den Altersgruppen 20 bis 29 und 50 bis 59 Jahre und ein Wertrückgang in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre ist im 5. Perzentil der Männer zu sehen. Im 5. und 50. Perzentil der Frauen verringert sich die Drehkraft im Alter von 50 bis 59 Jahren und bleibt im Altersbereich 60 bis 69 Jahre auf demselben Wert. Die Drehkräfte der Männer sind immer größer als die der Frauen.

Die Drehkraft der rechten Hand an einem vertikal stehenden Schraubverschluss mit einem Durchmesser von 31 mm zeigt, mit Ausnahme des Medianwertes der Frauen in allen Perzentilen einen Wertanstieg in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre und einen Rückgang der Werte in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre. Die Werte der Männer sind immer höher oder identisch mit den Werten der gleichaltrigen Frauen.

3.4 4 BEINBEWEGLICHKEIT

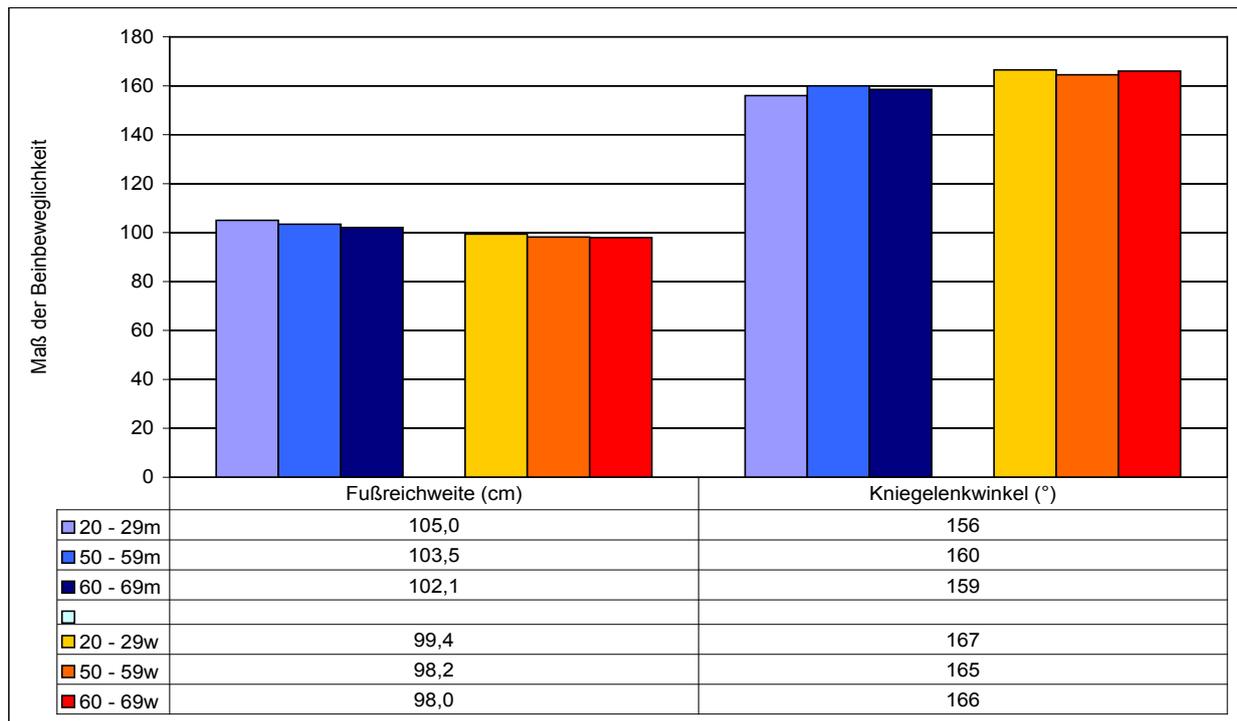


Abb. 3.29 Medianwerte der Fußreichweite und des Kniegelenkwinkels

Die Fußreichweite zeigt einen Rückgang der Mittelwerte mit zunehmendem Alter. Die Altersdifferenzen sind jedoch weder bei Männern noch bei Frauen signifikant.

Die Beweglichkeit im Kniegelenk zeigt keine deutlichen Unterschiede im Altersgang. Im 50. Perzentil der Männer ist in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre ein Anstieg, in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre ein leichter Abfall der Werte zu sehen. Im Vergleich dazu zeigen die Frauen im Medianwert zunächst einen Abfall in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre und danach einen Anstieg in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre. Das 5. Perzentil zeigt bei Männern und Frauen einen leichten Rückgang der Beweglichkeit im Kniegelenk in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre, im Altersbereich 60 bis 69 Jahre eine Zunahme. Die Differenzen zwischen den einzelnen Bewegungswinkeln sind in der männlichen Probandengruppe höher als bei den Frauen. Das 95. Perzentil zeigt im Alter von 50 bis 59 Jahren einen Anstieg der Beweglichkeit, der bei den Männern stärker ausfällt, in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre stagniert der Wert bei den Männern und fällt bei den Frauen leicht ab. Die Frauen sind in allen Perzentilen und Altersgruppen im Kniegelenk beweglicher als die gleichaltrigen Männer.

3.5 DYNAMISCHE KÖRPERMAßE UND KÖRPERBAUTYP

In Tabelle 3.4 und 3.5 sind die Korrelationskoeffizienten nach Spearman für die dynamischen Körpermaße gegen den Metrik-Index, je nach Körperbautyp und Geschlecht dargestellt. Die Beweglichkeitsmaße der Wirbelsäule korrelieren sowohl bei Männern als auch bei Frauen in den Gruppen leptomorph und metromorph signifikant negativ mit dem Metrik-Index. Bei den pyknomorphen Männern und Frauen weisen die Korrelationen keinerlei Signifikanz auf. Je weiter die Werte des Metrik-Index in die pyknomorphe Richtung gehen, desto geringer sind die Beweglichkeiten der Wirbelsäule.

Bei den Beweglichkeiten der Hand sind kaum signifikante Korrelationen vorhanden. Beim großen Greifdurchmesser der Hand ist die Korrelation zum Metrik-Index in den metromorphen Gruppen signifikant. Je weiter die Werte des Metrik-Index im positiven Bereich liegen, desto geringer sind die Werte des Greifdurchmessers. Bei der Durchgreifgröße der Hand ist die Richtung der Korrelation umgekehrt, signifikant ist die Korrelation jedoch lediglich in den metromorphen Gruppen. Bei den Beweglichkeiten Ulnarabduktion, Radialabduktion, Volarextension, Palmarflexion, sowie der Supination und Pronation des Handgelenks verhalten sich die Werte umgekehrt proportional zum Metrik-Index. Je pyknomorpher der Körperbau eines Menschen ist, desto unbeweglicher ist er.

Betrachtet man die Kräfte, so sind lediglich bei der Handschlusskraft der Gruppe der pyknomorphen Männer und der Zeigefingerdruckkraft der beiden metromorphen Gruppen signifikante Korrelationen vorhanden. Die Korrelationskoeffizienten bewegen sich sehr eng um den Nullbereich, weshalb die Korrelationen sowohl in positive als auch in negative Richtung gehen.

Zwischen dem Kniegelenkwinkel und dem Metrik-Index gibt es keine deutliche Korrelation. Auch die Fußreichweite zeigt kaum Abhängigkeiten vom Körperbautyp. Lediglich in der Gruppe der metromorphen Frauen ist die Korrelation signifikant.

Tab. 3.4 Korrelationskoeffizienten und Signifikanz der Abhängigkeit der dynamischen Körpermaße vom Körperbautyp nach Metrik-Index bei den männlichen Probanden

	MÄNNER		
	leptomorph	metromorph	pyknomorph
Metrik-Index	1,000	1,000	1,000
Wirbelsäulenbeweglichkeit			
Kopffrotation, rechts	-,589(**)	-,257(*)	-0,007
Kopf-Oberkörper-Rotation, rechts	-,503(**)	-,420(**)	-0,143
Kopffrotation, links	-0,231	-,316(**)	0,063
Kopf-Oberkörper-Rotation, links	-,447(**)	-,363(**)	-0,150
Seitneigen, rechts	-,487(**)	-,267(*)	-0,282
Seitneigen, links	-,373(*)	-,361(**)	-0,137
Kopfstreckung	-,391(*)	-,330(**)	-0,294
Kopfbeugung	-,468(**)	-,320(**)	-0,088
Reichweite in Höhe Fußauflagefläche, sitzend	0,108	-,269(*)	-0,123
Reichweite seitlich unten, sitzend	-0,077	,246(*)	0,156
Handbeweglichkeit			
Greifdurchmesser, großer	-0,167	-,274(*)	-0,099
Durchgreifgröße der Hand, kreisförmig	0,252	,281(*)	0,165
Ulnarabduktion	-0,192	-0,116	-0,106
Radialabduktion	-0,200	0,127	0,099
Volarextension	-0,242	-,393(**)	-0,130
Palmarflexion	-,379(*)	-0,211	-,364(*)
Supination	-0,010	0,027	-0,225
Pronation	-0,033	-,294(*)	-0,151
Handkraft			
Handschlusskraft, rechts	-,422(*)	-0,042	-0,033
Daumendruckkraft, rechts	0,187	0,104	-0,137
Zeigefingerdruckkraft, rechts	-0,007	,371(**)	0,241
Drehkraft, horizontal, d=85 mm, rechts	-0,026	0,217	0,135
Drehkraft, vertikal, d=85 mm, rechts	-0,117	0,072	0,068
Drehkraft, horizontal, d=31 mm, rechts	-0,024	0,175	0,026
Drehkraft, vertikal, d=31 mm, rechts	-0,060	0,151	-0,020
Beinbeweglichkeit			
Fußreichweite	-0,211	-0,170	0,001
Kniegelenkwinkel	0,125	0,041	0,030

Tab. 3.5 Korrelationskoeffizienten und Signifikanz der Abhängigkeit der dynamischen Körpermaße vom Körperbautyp nach Metrik-Index bei den weiblichen Probanden

	FRAUEN		
	leptomorph	metromorph	pyknomorph
Metrik-Index	1,000	1,000	1,000
Wirbelsäulenbeweglichkeit			
Kopffrotation, rechts	-0,251	-,339(**)	-0,292
Kopf-Oberkörper-Rotation, rechts	-0,292	-,290(*)	-0,146
Kopffrotation, links	-0,309	-,395(**)	-0,088
Kopf-Oberkörper-Rotation, links	-,467(*)	-,433(**)	-0,018
Seitneigen, rechts	-0,264	-,470(**)	-0,035
Seitneigen, links	-,401(*)	-,416(**)	-0,204
Kopfstreckung	-0,356	-,442(**)	0,033
Kopfbeugung	-0,151	-,233(*)	-0,134
Reichweite in Höhe Fußauflagefläche, sitzend	-0,351	-,319(**)	-0,296
Reichweite seitlich unten, sitzend	0,304	,240(*)	0,034
Handbeweglichkeit			
Greifdurchmesser, großer	-0,307	-,343(**)	-0,175
Durchgreifgröße der Hand, kreisförmig	-0,072	,383(**)	0,265
Ulnarabduktion	-0,145	-0,066	0,070
Radialabduktion	0,132	-0,126	-0,010
Volarextension	-0,220	-0,196	0,056
Palmarflexion	-0,057	-,252(*)	0,078
Supination	-0,101	-0,062	-0,182
Pronation	0,155	-0,136	-0,178
Handkraft			
Handschlusskraft, rechts	-0,333	-0,166	-0,033
Daumendruckkraft, rechts	0,004	-0,002	0,112
Zeigefingerdruckkraft, rechts	-0,183	,268(*)	0,064
Drehkraft, horizontal, d=85 mm, rechts	-0,273	0,139	-0,071
Drehkraft, vertikal, d=85 mm, rechts	-0,342	0,084	-0,244
Drehkraft, horizontal, d=31 mm, rechts	-0,088	-0,072	-0,175
Drehkraft, vertikal, d=31 mm, rechts	-0,007	-0,052	-0,003
Beinbeweglichkeit			
Fußreichweite	-0,247	-,275(*)	-0,095
Kniegelenkwinkel	-0,005	-0,052	0,006

Tab. 3.6 Medianwerte der maximalen Seitneigung, Streckung und Beugung des Kopfes der drei Körperbautypen des Metrik Index

	Körperbautyp	Seitneigung, rechts	Seitneigung, links	Kopfstreckung	Kopfbeugung
Männer	leptomorph	41	40	67	59
	metromorph	35	38	62*	57
	pyknomorph	34	38	55***	51**
Frauen	leptomorph	35	34	58	56
	metromorph	38*	40*	66	58
	pyknomorph	36	35	55	57

Tab. 3.7 Medianwerte der maximalen Rotation von Kopf und Oberkörper der drei Körperbautypen des Metrik-Index

	Körperbautyp	Kopffrotation, rechts	Kopf-Oberkörper-Rotation, rechts	Kopffrotation, links	Kopf-Oberkörper-Rotation, links
Männer	leptomorph	73	103	69	101
	metromorph	68	102	64	102
	pyknomorph	62*	94*	60**	88***
Frauen	leptomorph	63	97	65	100
	metromorph	68	101	68	102
	pyknomorph	62	94	62	97

Tab. 3.8 Medianwerte der maximalen dynamischen Reichweiten im Sitzen der drei Körperbautypen des Metrik-Index

	Körperbautyp	Reichweite nach vorn in Höhe Fußauflagefläche	Reichweite nach seitlich unten, sitzend
Männer	leptomorph	67,05	8,90
	metromorph	59,9*	8,20
	pyknomorph	55,80	9,35
Frauen	leptomorph	61,40	7,10
	metromorph	58,75	5,60
	pyknomorph	46,85***	8,60

Vergleicht man die Medianwerte der Beweglichkeit der Wirbelsäule in den verschiedenen Körperbautypen in Tabelle 3.6 und 3.7, so sieht man bei den Männern einen Rückgang der Beweglichkeit in der leptomorph-pyknomorphen Variationsreihe mit Ausnahme der maximalen Reichweite nach seitlich unten gebeugt. Signifikant sind die Unterschiede der mit Sternchen gekennzeichneten Gruppe im Vergleich zur leptomorphen Gruppe. Bei den Frauen fällt auf, dass die metromorph eingruppierten Probandinnen mit Ausnahme der Reichweite nach vorn unten und der Reichweite nach seitlich unten die höchsten Medianwerte aufweisen.

Die Supinationswinkel der Hand, dargestellt in Tabelle 3.9, sind bei Männern und Frauen in der Gruppe der Pyknomorphen am geringsten, bei der Pronation weisen die metromorphen Männer den niedrigsten Wert auf, bei den Frauen die leptomorphe Gruppe. Die Werte der Volarextension sind in beiden Geschlechtern in den Gruppen metro- und pyknomorph kleiner als in der Gruppe leptomorph. Gleiches gilt für die Werte der Palmarflexion der Männer, während die Frauen den geringsten Medianwert in der Gruppe der Leptomorphen aufweisen.

Tab. 3.9 Medianwerte der maximalen Supinations-, Pronations-, Palmarflexions- und Volarextensionswinkel der drei Körperbautypen des Metrik-Index

	Körperbautyp	Supination	Pronation	Palmarflexion	Volarextension
Männer	leptomorph	189	38	75	60
	metromorph	181	34	70	52*
	pyknomorph	180	36	65**	49***
Frauen	leptomorph	185	27	65	63
	metromorph	191	35**	73*	62
	pyknomorph	177	31	70	60

Die Ulnarabduktion in Tabelle 3.10 wird bei den Männern in der leptomorph-pyknomorphen Entwicklungsreihe größer, bei den Frauen jedoch kleiner, bei der Radialabduktion verhält es sich genau gegenläufig. Der große Greifdurchmesser der Hand, dargestellt in Tabelle 3.10, weist in den leptomorphen Gruppen teils signifikant höhere Medianwerte auf als in den anderen Gruppen. Bei der Durchgreifgröße der Hand sind die Werte in Tabelle 3.10 bei den pyknomorph eingeordneten Probanden signifikant höher als in der Gruppe der Leptomorphen.

Tab. 3.10 Medianwerte der maximalen Radial- und Ulnarabduktionswinkel, des großen Greifdurchmessers und der kreisförmigen Durchgreifgröße der Hand der drei Körperbautypen des Metrik-Index

	Körperbautyp	Radial-abduktion	Ulnar-abduktion	Greifdurch-messer, großer	Durchgreifgröße, kreisförmig
Männer	leptomorph	25	45	4,4	7,5
	metromorph	25	45	4,3*	8,0*
	pyknomorph	24	46	4,3*	8,5***
Frauen	leptomorph	22	50	4,1	6,5
	metromorph	25	48	4,0	6,5
	pyknomorph	26	46	3,9*	7,0**

Die Druckkräfte der rechten Hand, dargestellt in Tabelle 3.11, weisen in allen Körperbaugruppen sowohl für die Männer als auch für die Frauen sehr ähnliche Werte auf. Bei den Drehkräften der rechten Hand wird deutlich, dass die pyknomorphen Männer jeweils die höchsten Werte aufweisen. Bei den Frauen ist

dieser Verlauf nicht vorhanden, die pyknomorphen Frauen zeigen bei den Drehkräften nie den höchsten Wert.

Tab. 3.11 Medianwerte der maximalen Druckkräfte der rechten Hand der drei Körperbautypen des Metrik-Index

	Körperbautyp	Handschlusskraft	Daumendruckkraft	Zeigefingerdruckkraft
Männer	leptomorph	0,83	0,52	0,49
	metromorph	0,78	0,49	0,50
	pyknomorph	0,84	0,55	0,52
Frauen	leptomorph	0,51	0,33	0,35
	metromorph	0,53	0,34	0,34
	pyknomorph	0,52	0,34	0,38

Tab. 3.12 Medianwerte der maximalen Drehkräfte der rechten Hand der drei Körperbautypen des Metrik-Index

	Körperbautyp	Drehkraft, horizontal, d=85 mm	Drehkraft, vertikal, d=85 mm	Drehkraft, horizontal, d=31 mm	Drehkraft, vertikal, d=31 mm
Männer	leptomorph	8,35	8,15	0,55	0,60
	metromorph	8,85	8,00	0,70*	0,85**
	pyknomorph	9,50	9,70	0,90***	1,10***
Frauen	leptomorph	5,90	5,90	0,40	0,70
	metromorph	5,55	5,45	0,40	0,60
	pyknomorph	5,90	5,60	0,40	0,50

Bei der Fußreichweite haben die metromorphen Gruppen der Männer und Frauen die niedrigsten Werte. Die Beinbeweglichkeit ist im Maß des Kniegelenkwinkels bei Männern und Frauen in den pyknomorphen Gruppen am geringsten.

Tab. 3.13 Medianwerte der Beinbeweglichkeit der drei Körperbautypen des Metrik-Index

	Körperbautyp	Kniegelenkwinkel (°)	Fußreichweite (cm)
Männer	leptomorph	160	104,00
	metromorph	158	102,10*
	pyknomorph	157	103,00
Frauen	leptomorph	167	99,65
	metromorph	166	97,82*
	pyknomorph	162***	98,82

4 DISKUSSION

4.1 MAßE UND PROPORTIONEN DER STATISCHEN ANTHROPOMETRIE IM ALTERSVERGLEICH

Entwickler und Designer von Industrieprodukten, die von Menschen häufig oder über lange Zeit kontaktiert und genutzt werden, sind auf aktuelle Angaben zum Körperbau, zur Körperbeweglichkeit und zu Körperkräften der potentiellen Nutzer ihrer Produkte angewiesen. Dabei steht die Werteverteilung der anthropometrisch erfassbaren Merkmale innerhalb der Bevölkerung oder innerhalb einer speziellen Nutzergruppe zum aktuellen Zeitpunkt im Vordergrund. Es ist in diesem Zusammenhang beispielsweise nicht von Interesse, welchen Körperbau und welche Körperkräfte die aktuell untersuchten Probanden der ältesten untersuchten Altersgruppe hatten, als sie sich vor 40 Jahren im jungen Erwachsenenalter befanden. Interessant sind die jetzt jungen und die jetzt älteren Erwachsenen sowie die derzeit zwischen ihnen bestehenden Unterschiede in den untersuchten Merkmalen. Der ontogenetische Aspekt ist im industrieanthropologischen Zusammenhang nicht relevant, weil die Nutzer unterschiedlichen Alters gleichzeitig in einer Bevölkerung nebeneinander leben. Produkte werden für die aktuelle Nutzung gestaltet. Wenn anthropometrische Daten veraltet sind, weil sie nicht mehr dem aktuellen Stand entsprechen, müssen sie neu erhoben werden. Da repräsentative anthropometrische Untersuchungen ökonomisch äußerst aufwendig sind, werden die Ergebnisse der vorliegenden Querschnittstudie zunächst im Vergleich mit den Ergebnissen vorangegangener Querschnittstudien diskutiert. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass ein großer Teil der hier vorgestellten Ergebnisse überhaupt erstmals für den Altersbereich bis zum siebzigsten Geburtstag erarbeitet wurde und dass deshalb für die älteste untersuchte Altersgruppe nur wenig Vergleichsmaterial vorliegt.

Gerade weil die körperliche Variabilität Erwachsener sehr groß ist, ist es wichtig sie einerseits aktuell zu erfassen, andererseits aber auch, zu schauen, ob es altersbedingte Unterschiede im Körperbau gibt, die in der Entwicklung zielgruppenspezifischer Produkte zu beachten sind. Dabei sollen die biologischen Grundlagen auftretender Differenzen beleuchtet werden.

Die Gruppe der 20- bis 29-Jährigen befindet sich im Lebensabschnitt des biologischen Leistungsalters, die 50- bis 59-Jährigen sind im Abschnitt des Rückbildungsalters und die Gruppe der 60- bis 69-Jährigen ist in einem Zeitraum, in dem die Merkmale des Rückbildungsalters teilweise in die Charakteristika des Greisenalters übergehen (GRIMM 1966).

Das Leistungsalter ist charakterisiert durch das Erreichen der finalen Körperhöhe bei optimaler Gelenkbeweglichkeit und maximalen Muskelkräften. Das Rückbildungsalter ist vor allem durch erste körperliche Rückbildungserscheinungen, verbunden mit Leistungsminderungen bei erhaltener Arbeitsfähigkeit gekennzeichnet. Die Körperhöhe verringert sich durch Veränderungen des Wasserhaushalts, es wird verstärkt Fett eingelagert. Typisch sind Veränderungen des Erscheinungsbildes der Haut, die ebenfalls auf den veränderten Wasserhaushalt zurückzuführen sind. Die Lokalisation von Fetteinlagerungen verändert sich geschlechtsspezifisch im Vergleich zum Leistungsalter. Zusätzlich erschlafft das Bindegewebe. Die Körpermasse und die Korpulenzmaße nehmen zu, wie Tabelle I und VII des Anhangs sowie Abbildung 3.1 und 3.12 zeigen.

Im Greisenalter vermindert sich im Gegensatz zum Rückbildungsalter der Anteil des Fettgewebes an der Körpermasse. Die Speicherkapazität der Zellen für Wasser geht weiter deutlich zurück. Damit geht eine verstärkte Verminderung der Körperhöhe, oft verbunden mit Haltungsänderungen einher. Es werden ein deutlicher Rückgang der Arbeitsfähigkeit und ein Überwiegen von körperlichen Abbauerscheinungen, die im Gegensatz zum Rückbildungsalter nicht kompensiert werden können, beobachtet. Die biologischen Marker des Greisenalters sind jedoch nicht so deutlich, dass dieser Lebensabschnitt klar vom Rückbildungsalter abgegrenzt werden kann.

Anthropometrische Querschnittuntersuchungen können die alterstypische Verringerung der Körperhöhe bei verschiedenen annähernd gleichzeitig gemessenen Menschen unterschiedlichen Alters erfassen. Die flüssigkeits-gefüllten Zwischenwirbelscheiben verlieren mit zunehmendem Alter durch die Dehydratation des gesamten Körpers an Flüssigkeit, wodurch sich das Volumen und damit verbunden die individuelle Körperhöhe verringert. Die Zwischenwirbelscheiben machen etwa 20% bis 30% der Wirbelsäulenlänge aus (SPIRDUSO 1995).

Längsschnittuntersuchungen, die die gleichen Personen zu unterschiedlichen Zeitpunkten ihrer Ontogenese erfassen sind sehr selten und aufwendig. Wollte man die individuellen Veränderungen im untersuchten Zeitraum von 20 Jahren bis 69 Jahren erfassen, so würde die Studiendauer 50 Jahre betragen.

Nicht nur die biologischen Altersbereiche der relativ gleichzeitig gemessenen Probanden sind verschiedene; es handelt sich bei den Untersuchten auch um drei Generationen. Biologisch charakteristisch für Generationen sind sich ändernde Umweltbedingungen in der Wachstumsphase, die die körperliche Entwicklung beeinflussen können. Daher wird im Hinblick auf das Erwachsenenalter im Vergleich der Generationen vor allem das Phänomen der säkularen Akzeleration diskutiert. Die Ursachen der säkularen Akzeleration werden im Zusammenspiel verbesserter biologischer und sozialer Umweltbedingungen gesehen (GRIMM 1966; STRAASS 1967;

STRAASS et al. 1967; REISSIG 1985; FLÜGEL et al. 1986). Die Probanden der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre wurden in den Jahren 1977 bis 1986 geboren. Sie erhielten schon im Säuglingsalter eine gute medizinische Versorgung, wurden gegen verschiedene Krankheiten immunisiert, die bei Ausbruch große Verzögerungen im Wachstum bedingen würden. Sie waren darüber hinaus während des gesamten Wachstumsalters mit hochwertigen Nahrungsmitteln versorgt.

Die Probanden der Altersgruppe 50 bis 59 Jahre wurden in den Jahren 1947 bis 1956 geboren. Dieser Zeitraum war geprägt von dem Aufschwung nach dem 2. Weltkrieg und dem folgenden Wirtschaftswunder. In verschiedenen Arbeiten ist auf den sprunghaften Anstieg der Körperhöhe zu Beginn bis Mitte der 50er Jahre in den Wachstumsabschnitten von Mädchen und Jungen hingewiesen worden (FISCHER 1987). Die Ernährungssituation verbesserte sich nach den Hungerjahren der letzten Phase des 2. Weltkrieges. Die medizinische Versorgung war gut, die Impfungen gegen Tuberkulose setzten allmählich flächendeckend ein, obwohl der Impfstoff in Europa bereits seit 1921 verabreicht wurde. Durch das Lübecker Impfunglück 1930 verzögerte sich die Einführung der Impfung in Deutschland bis nach dem Krieg. Seit 1946 wurden Antibiotika zur aktiven Behandlung der Tuberkulose eingesetzt. Dadurch ging nicht nur die Anzahl der Todesfälle durch Tuberkulose stark zurück, sondern der Krankheitsverlauf war leichter und weniger wachstumshemmend. Es konnte allerdings nicht nachgewiesen werden, ob tuberkulosebedingte Wachstumsdefizite durch ein Aufholwachstum (Catch-Up-Growth) vollständig ausgeglichen werden können.

Die Probanden der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre wurden in den Jahren 1937 bis 1946, der Zeit des Zweiten Weltkrieges, geboren. In den Jahren 1937 bis 1941 herrschte noch eine weitgehend gute Ernährungssituation in der deutschen Bevölkerung. Erst die Jahre 1943 bis 1948 gelten als so genannte Hungerjahre. Die Kinder mussten in dieser Zeit unter kriegsbedingt teils schlechten hygienischen und medizinischen Bedingungen aufwachsen.

Diese unterschiedlichen sozioökonomischen Bedingungen der untersuchten Probanden in ihrer sensiblen Phase des Wachstums erklären einen Teil der Körpermaßunterschiede in den verschiedenen Altersgruppen.

Bei der Diskussion des vorliegenden Datenmaterials sollen physische Altersunterschiede aufgezeigt werden, die Grundlage jeder ergonomischen Anwendung sein müssen. Dabei ist zu beachten, dass die Unterschiede, aus einem Summationseffekt von individueller Altersschumpfung und säkularer Akzeleration hervorgehen.

Der Medianwert der Körpermasse der hier untersuchten 20- bis 29-jährigen Männer liegt 1,5 kg, der der gleichaltrigen Frauen 1,9 kg über den hochgerechneten Daten

junger deutscher Erwachsener zwischen 20 und 25 Jahren, die den Stand von 1997 bis 2000 repräsentieren (GREIL 2001). Für die Einordnung der Körpermasse der Probandengruppen über 50 Jahre wird die DIN 44302-2 herangezogen. Der Medianwert der 41- bis 60-Jährigen beträgt dort bei den Männern 82,0 kg, bei den Frauen 69,5 kg. Die aktuellen Daten liegen um 2,3 kg über den Daten der DIN-Norm bei den Männern und um 1,8 kg unter dem Medianwert der Frauen in der DIN-Norm (DIN 2006). Die Altersgruppe 61 bis 65 Jahre weist in der deutschen Norm eine Körpermasse von 81 kg bei den Männern und 70,5 kg bei den Frauen auf. Die in dieser Arbeit vorliegenden Werte für die Altersgruppe 60 bis 69 Jahre sind bei den Männern 1,3 kg höher, bei den Frauen 0,3 kg höher als die Normwerte. Bei dieser Gegenüberstellung wird die Schwierigkeit, vergleichbare Daten der deutschen Bevölkerung im Altersbereich über 50 Jahre zu finden, deutlich. Diese Problematik zieht sich durch die gesamte Diskussion.

Das auffälligste Charakteristikum der Körpermasse unter der Berücksichtigung des Alters besteht in dem deutlich unterschiedlichen Verlauf bei Männern und Frauen im untersuchten Altersbereich. Während die Männer der Altersgruppe 60 bis 69 Jahre im Vergleich zur Altersgruppe 50 bis 59 Jahre eine im Medianwert um 2 kg geringere Körpermasse aufweisen, ist die Körpermasse der Frauen in diesem Altersbereich um 3,1 kg größer als in der Altersgruppe 50 bis 59 Jahre. Ein geschlechtsspezifisch längeres Verharren von Frauen im vergleichsweise korpulenten Lebensabschnitt des Rückbildungsalters fiel bereits Greil anhand einer umfangreichen 1967 untersuchten Querschnittstudie auf (GREIL 1972). Bei ihrer Stichprobe erreichten die Männer mit 45 Jahren ihr höchstes Gewicht und nahmen danach ab, während die Frauen bis zum Ende des untersuchten Altersbereichs bei 60 Jahren weiterhin an Masse zunahmten. Ähnliche Ergebnisse erbrachte eine 15 Jahre später untersuchte repräsentative Querschnittstichprobe (GREIL 1987). In einer Untersuchung an amerikanischen Frauen wurde festgestellt, dass die Körpermasse bis zum Alter von 45 bis 50 Jahren ansteigt, dann auf einem Niveau bleibt und in der 7. Dekade sinkt. Bei Männern ist ein Anstieg bis etwa zum 40. Lebensjahr vorhanden; danach verringert sich die Körpermasse allmählich (SPIRDUSO 1995).

Die Körpermasse der beiden älteren Gruppen unterscheidet sich sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen signifikant von der jeweils jungen Vergleichsgruppe. Signifikante Altersunterschiede wurden ebenfalls in einer niederländischen Studie gefunden (STEENBEKKERS 1998).

Dasselbe Muster wie es die Körpermasse zeigt, wird in den Body-Mass-Index-Werten deutlich. Während der BMI im männlichen Geschlecht in der ältesten Gruppe leicht zurückgeht, steigt er bei den Frauen um weitere 2,1 Punkte. Körpermasseverlust und BMI-Rückgang bei den Männern können auf zwei mögliche Ursachen zurückgeführt werden. Zum Einen erfolgt bei den Männern ein stärkerer

Körpermasseabbau durch die allmähliche Rückbildung der Muskulatur ab dem 30. Lebensjahr aufgrund des höheren Muskelanteils im männlichen Geschlecht. Zum Anderen wird der hier in der männlichen Altersgruppe 60 bis 69 Jahre beobachtete Rückgang als ein Marker des Übergangs in das Greisenalter gesehen. Da Männer im Durchschnitt eine geringere Lebenserwartung von 76,6 Jahren in Deutschland gegenüber einer Lebenserwartung der Frauen von 82,1 Jahren haben, besteht die Möglichkeit, dass auch der Übergang in das Greisenalter bei Männern zeitlich früher als bei Frauen stattfindet (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007).

Eine Follow-Up-Studie aus den Niederlanden zeigt auf, dass in allen untersuchten Altersgruppen des Erwachsenenalters der BMI mit zunehmendem Alter ansteigt. Weiterhin weisen Nooyens et al. darauf hin, dass die Zunahme des BMI in Querschnittstudien unterschätzt wird (NOOYENS et al. 2008). Die individuellen BMI-Zunahmen mit dem Alter scheinen demnach höher zu liegen, als bisher aus Querschnittstudien vermutet. Angesichts der Tatsache, dass die heute Älteren als sie jung waren weniger Körpermasse und geringere Körperhöhen aufwiesen, als die heute jungen Erwachsenen, kann die mittlere individuelle Zunahme des BMI im Altersverlauf höher sein als die Differenzbeträge zwischen gleichzeitig untersuchten jungen und älteren Erwachsenen. Zahlreiche Längsschnitt- und Follow-Up-Studien zeigen, dass die Prävalenz für Übergewicht und Adipositas mit höherem Alter zunimmt (HEITMANN 1999; HEITMANN 2000; LAHTI-KOSKI 2001; BERG et al. 2005; EIBEN et al. 2005; KARK, RASMUSSEN 2005; THOGEIRSDOTTIR et al. 2005; NOOYENS et al. 2008; PANASIUK et al. 2008). Allerdings sind derartige Aussagen stark von den jeweils herangezogenen Standardisierungsverfahren abhängig und damit von der Frage, ob die immer wieder beobachtete altersbedingte Zunahme des BMI als physiologisch normal eingeschätzt wird oder ob jede Zunahme des BMI im Vergleich zu den Werten im jungen Erwachsenenalter als Prävalenz für Übergewicht und Adipositas und damit als gesundheitsgefährdend angesehen wird.

Die vorliegende Arbeit zeigt im Vergleich der Körperhöhe deutlich eine bei den Männern der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre um 6,3 cm größere und bei den Frauen der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre um 5,9 cm größere mittlere Körperhöhe im Vergleich zur ältesten Gruppe der 60- bis 69-Jährigen. Die DIN 33402-2 zeigt Körperhöhenunterschiede des 50. Perzentils der jüngsten Gruppe der 18- bis 25-Jährigen zu den 61- bis 65-Jährigen von 8,0 cm bei den Männern und 6,5 cm bei den Frauen (DIN 2006). Die Jung-Alt-Unterschiede der Körperhöhe sind signifikant und seit langem bekannt. Greil fand bereits zwischen der dritten und sechsten Lebensdekade eine Körperhöhendifferenz von 5,8 cm bei Männern und von 4,7 cm bei Frauen (GREIL 1972). Diese Erkenntnis deckt sich auch mit der niederländischen Altersstudie (STEENBEKKERS 1998).

Schon bei der Körperhöhe, die das am häufigsten erhobene anthropometrische Merkmal darstellt, ist es schwierig Vergleichsdaten zu finden, die Menschen unterschiedlichen Alters im untersuchten Altersbereich zum annähernd gleichen Messzeitpunkt erfassen. Für die Einbeziehung von Vergleichen und Gegenüberstellungen ist das jedoch unerlässlich, da sonst der Einfluss der säkularen Akzeleration und der sozioökonomischen Standards und Lebensbedingungen zum Messzeitpunkt berücksichtigt werden müssen.

Im säkularen Vergleich unter Einbeziehung älterer Publikationen ist für die hier untersuchte Stichprobe eine deutliche Zunahme der Körperhöhe Gleichaltriger, die charakteristisch für einen positiven säkularen Trend ist, erkennbar.

Eine sehr alte Quelle zeigt die Körperhöhe von Isländern verschiedenen Alters (HANNESSON 1925; MARTIN 1928). Dabei fällt auf, dass die Körperhöhen-unterschiede zwischen den Altersgruppen 21 bis 30 Jahre und 61 bis 70 Jahre lediglich 3,6 cm bei Einbeziehung von Männern und Frauen beträgt. Diese Daten zeigen im Vergleich zu den gemessenen Werten und den oben zitierten Quellen deutlich, dass es seitdem eine viel stärkere Veränderung der Körperhöhe in Europa gab.

Für die Anwendung in der Ergonomie und im Industriedesign ist jedoch nicht ausschließlich die Körperhöhe von Belang.

Die Teillängenmaße Augenhöhe, akromiale Schulterhöhe und Ellbogenhöhe zeigen im Altersvergleich denselben Trend wie die Körperhöhe. Die Verringerung der Längenmaße des Oberkörpers mit zunehmendem Alter ist auch in der niederländischen Untersuchung zu finden (STEENBEKKERS 1998).

Die Armlängen zeigen ebenfalls geringere Werte in den älteren Gruppen. Da das stärkere Wachstum der Langknochen typisch für den Prozess der säkularen Akzeleration ist, sollten diese Altersunterschiede auch in anderen Studien auftreten. Die Ergebnisse der Niederländer bestätigen die Aussage für die Oberarmlänge und Unterarm-Hand-Länge der Männer (STEENBEKKERS 1998). Geringere funktionelle Armmaße mit zunehmendem Alter zeigen auch die Daten des Anthropologischen Atlas (FLÜGEL et al. 1986).

Da die Verringerung der Zwischenwirbelscheibenhöhe auf den Bereich des Rumpfes beschränkt ist, muss auch die im Sitzen gemessene Stammlänge bei den älteren Probandengruppen kleiner sein, als in der jungen Vergleichsgruppe. Tabelle III des Anhangs und Abbildung 3.4 zeigen diesen Verlauf mit einer um 3,3 cm geringeren Stammlänge der jungen Männer und einer um 4,5 cm geringeren Stammlänge der jungen Frauen gegenüber den 60- bis 69-Jährigen. Auch die Augenhöhe über Sitz ist in den älteren Probandengruppen geringer. Die Ellbogenhöhe verringert sich bei den Frauen ebenfalls mit zunehmendem Alter, bei den Männern nimmt sie jedoch im Altersverlauf zu. Da die Vergleichsstichprobe des anthropologischen Atlas auch bei

den Männern eine Abnahme der Ellbogenhöhe über Sitz bei den älteren Probanden zeigt, ist davon auszugehen, dass es sich bei der beobachteten Zunahme in der vorliegenden Studie um einen stichprobenbedingten Effekt handelt.

Betrachtet man die Längenmaße der unteren Extremität, die ebenfalls Teilmaße der Körperhöhe darstellen, so ist aus den Medianwerten der projektivischen Beinlänge in Abbildung 3.6 abzulesen, dass diese in Altersgruppe 20 bis 29 Jahre um 3,2 cm bei den Männern und um 1,9 cm bei den Frauen größer sind als in der jeweiligen Gruppe der 60- bis 69-Jährigen. Die Daten der Studie von Steenbekkers zeigen eine ähnliche Entwicklung mit Differenzen der Beinlängenmaße zwischen Jung und Alt (STEENBEKKERS 1998). Den Absolutmaßen ist weiterhin zu entnehmen, dass den größten Teil dieser Altersdifferenz bei den Männern die Unterschenkel-Fuß-Länge, gefolgt von der Gesäß-Kniekehlen-Länge, ausmacht, bei den Frauen ausschließlich die Unterschenkel-Fuß-Länge. Die Gruppe der 20 bis 29-Jährigen hat also im Vergleich zu den Älteren längere Knochen im Bereich des Unterschenkels, während der Oberschenkelknochen geringere Unterschiede aufweist. Dabei darf nicht vernachlässigt werden, dass auch im Bereich der Oberschenkel säkulare Veränderungen stattgefunden haben. Die Messtechnik erfasst jedoch in den Maßen Gesäß-Knie-Länge und Gesäß-Kniekehlen-Länge das in der Region des Gesäßes relativ stark ausgeprägte subkutane Fettgewebe und die Muskulatur mit. Mit zunehmendem Alter nimmt der Anteil des Fettgewebes an der Gesamtkörpermasse zu und kompensiert in der Gesäß-Knie-Länge und der Gesäß-Kniekehlen-Länge die säkulare Längenzunahme des Oberschenkelknochens der jüngeren Generation durch die Zunahme der Fettmasse im Bereich des Gesäßes in den älteren Probandengruppen. Die säkulare Akzeleration führt zu Generationsunterschieden in den Längenmaßen der Beine.

Die Einschätzung der Proportionen des menschlichen Körpers, die sich aus den Einzelmaßen und dem Zusammenhang zur Körperhöhe ergeben, soll zeigen, ob Proportionsunterschiede in den Längenmaßen zwischen den untersuchten Altersgruppen bestehen.

Die relativen Längenmaße des Oberkörpers im Verhältnis zur Körperhöhe sind in allen Altersgruppen annähernd gleich.

Die Altersdifferenzen der relativen Stammlänge und der relativen Augenhöhe über Sitz sind ebenfalls minimal. Es ist keine Proportionsverschiebung im Bereich der Wirbelsäule und damit des Oberkörpers sichtbar. Die Verringerung der Wirbelsäulenlänge führt gleichzeitig zu einer Verringerung der Körperhöhe. Die Ergebnisse zeigen damit, dass der Großteil der Altersgruppenunterschiede wie erwartet auf die Dehydratation im Bereich der Wirbelsäule zurückzuführen ist. Die relative Ellbogenhöhe über Sitz zeigt bei den Männern eine minimale Zunahme, bei den Frauen eine minimale Abnahme der Werte mit dem Alter. Vergleichsdaten

zeigen bei beiden Geschlechtern den Trend zum Rückgang der Werte in höherem Lebensalter, daher ist der Datenverlauf der Männer auch im Relativwert als stichprobenbedingt zu bewerten (FLÜGEL et al. 1986).

Die Relativmaße der unteren Extremität in Prozent der Körperhöhe zeigen nicht wie erwartet die größten Unterschiede in den Maßen, die den Unterschenkel repräsentieren. Proportionsunterschiede im Bereich der Beinlängenmaße zwischen Jung und Alt sind nur im Bereich der Gesäß-Knie-Länge und abgeschwächt bei der Gesäß-Kniekehlen-Länge zu beobachten. Die Werte sind bei den Älteren größer. Diese Beobachtung deckt sich mit den Daten von Flügel et al. (FLÜGEL et al. 1986). Dieser Proportionsunterschied ist jedoch nicht auf die säkulare Akzeleration zurückzuführen. Das Maß der Gesäß-Knie-Länge und auch der Gesäß-Kniekehlen-Länge werden im Sitzen gemessen, und erfassen die Muskulatur des großen Gesäßmuskels ebenso wie das Fettgewebe. Für die auftretende Proportionsdifferenz ist daher die Abnahme der fettfreien Körpermasse, bei gleichzeitiger Zunahme des Körperfettanteils in höherem Lebensalter verantwortlich.

Der Geschlechtsdimorphismus im Fettverteilungsmuster zeigt sich in den Relativmaßen der Gesäß-Knie- und der Gesäß-Kniekehlen-Länge deutlich. Die weiblichen Probanden weisen aufgrund der stärkeren Einlagerung von Fettgewebe im Bereich des Gesäßes größere Werte auf als gleichaltrige Männer.

Im Gesamtmaß der relativen projektivischen Beinlänge, die aus der Differenz der Körperhöhe und der Stammlänge bestimmt wird, sind die Unterschiede zwischen den Altersgruppen sehr gering. Bei durchschnittlich geringeren Körperhöhen und geringeren Beinlängen der Älteren sind die Proportionen des Körpers mit denen der jüngeren Erwachsenen vergleichbar.

Im Bereich der unteren Extremität sind ebenfalls altersbedingte Veränderungen bekannt. Mit zunehmendem Alter senkt sich das Fußgewölbe ab und kann dadurch sowohl das Gesamtlängenmaß Körperhöhe als auch die Teillängenmaße der Beine verringern.

Für die untersuchten Probanden scheint die Absenkung des Fußgewölbes keine dominante Rolle zu spielen, da sich in den Relativmaßen von Kniehöhe und Unterschenkel-Fuß-Länge nur geringfügige Unterschiede ablesen lassen. Beide Relativmaße zeigen jedoch eine leichte Steigung im Alter, was sich mit der angesprochenen Veränderung des Fußgewölbes nicht in Einklang bringen lässt. Vielmehr zeigt sich dadurch, dass die Veränderungen der Wirbelsäule, die zu einer stärkeren Verringerung der Körperhöhe führen, als es die Absenkung des Fußgewölbes kann, den stärkeren Einfluss im Alternsprozess darstellen. In einem Altersvergleich der relativen Unterschenkel-Fuß-Länge und der relativen Kniehöhe

von 20- bis 29-Jährigen und 50- bis 84-Jährigen Deutschen zeigten sich ebenfalls kaum Altersunterschiede (SCHEFFLER, VOIGT 2008a; SCHEFFLER, VOIGT 2008b).

Der Skelische Index, als prozentualer Anteil der Beinlänge an der Stammlänge, weist lediglich Veränderungen von maximal 1,4% auf. Auffallend ist, dass der Skelische Index der Männer in den älteren Gruppen leicht abnimmt, bei den Frauen jedoch zunimmt. Es handelt sich nur um minimale Unterschiede. Jedoch könnte dieser Trend darauf zurückzuführen sein, dass Frauen durch das häufigere Auftreten der Osteoporose, die auch die Wirbelmasse abbaut, einen größeren Teil der Rumpflänge im Alter verlieren als die Männer. Greil zeigt an einer größeren Querschnittstudie, ebenfalls einen leichten Rückgang des Skelischen Index bei den männlichen Probanden von 20 bis 29 Jahre über 50 bis 59 Jahre bis zu 60 bis 69 Jahre. Bei den weiblichen Probanden liegt der Skelische Index im Altersbereich 50 bis 59 Jahre und 60 bis 69 Jahre ebenfalls über dem Wert in den Altersgruppen der 20- bis 29-Jährigen. Dabei sind im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit die Werte der über 60-Jährigen wieder unter dem Skelischen Index der 50- bis 59-Jährigen zu finden (GREIL 1997). Dagegen scheint der Skelische Index bei Auflösung der 10-Jahres-Gruppen in einem Jung-Alt-Vergleich sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen zuzunehmen (SCHEFFLER, VOIGT 2008a).

Betrachtet man den Metrik-Index im Vergleich zu älteren Stichproben, so wird deutlich, dass sich die Werte nachfolgender Generationen in den leptomorphen Bereich verschoben haben. Der metromorphe Körperbautyp lag bei Conrad im Mittel um den Nullwert. In der von Greil untersuchten Stichprobe lag die metromorphe Gruppe schon im negativen Bereich (GREIL 1987). Tabelle 3.1 zeigt, dass in der vorliegenden Stichprobe sogar die pyknomorphe Gruppe junger erwachsener Männer und Frauen negative Werte aufweist.

Der Metrik-Index weist eine Altersabhängigkeit auf (Greil, 1997). In den älteren Gruppen sind die Werte in den pyknomorphen Bereich verschoben. Diese Verschiebung ist auf die altersbedingten Veränderungen der nachlassenden Muskulatur des Halteapparates, der Dehydratation der Zwischenwirbelscheiben und daraus folgend der entstehenden Alterskyphose zurückzuführen. Die veränderte Haltung führt zu einer größeren Brustkorbtiefe (SCHEFFLER, VOIGT 2008b). Weitere Einflussfaktoren sind die Veränderungen der nachfolgenden Generationen im Körperbau durch säkulare Akzeleration.

Der Metrik-Index als dreidimensionales Proportionsmaß zeigt an, dass es zwischen gleichzeitig gemessenen Erwachsenen unterschiedlichen Alters durchaus erkennbare Proportionsunterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen gibt. Offenbar liegt eine Überlagerung von altersbedingten und säkularen Einflussgrößen auf Längen-, Breiten- und Tiefenmaße vor, die sich auf das gesamte Skelett

beziehen. Möglichkeiten der Separierung ontogenetischer und säkularer Einflüsse werden später diskutiert.

Die Veränderungen der Skelettrobstizitäts- und Korpulenzmaße im untersuchten Altersspektrum sollen im Folgenden erörtert werden. Die Trennung zwischen den beiden Merkmalsgruppen der Skelettrobstizitäts- und Korpulenzmaße ist schwierig, da das Unterhautfettgewebe mehr oder weniger stark sowohl die Korpulenzmaße als auch die theoretisch nur auf das Skelett bezogenen Maße der Skelettrobstizität beeinflusst.

Im Allgemeinen sind die älteren Probanden beider Geschlechter korpulenter als die jungen Probanden. Dieses Ergebnis geht konform mit anderen Daten, die einen Jung-Alt-Vergleich ziehen (FLÜGEL et al. 1986; STEENBEKKERS 1998; SCHEFFLER, VOIGT 2008a; SCHEFFLER, VOIGT 2008b). Mit zunehmendem Alter kommt es zu einer verstärkten Einlagerung von Fettgewebe im menschlichen Organismus (GRIMM 1966). Das Fettverteilungsmuster von Männern und Frauen ist verschieden. Männern lagern vor allem viszerales Fett im Bereich der Bauchhöhle an, während Frauen verstärkt Unterhautfettgewebe im Bereich von Oberschenkeln, Gesäß und Bauch anlagern.

Auch die primär auf die Skelettrobstizität bezogenen Maße sind in den älteren Probandengruppen größer als in der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre. Deutlich wird, dass die stärkste Zunahme bei den Männern in der Brustkorbtiefe, verursacht durch die schon genannten Handlungsveränderungen im Alter, vonstatten geht. Bei den Frauen erfolgt die größte Veränderung in der Ellbogen-Ellbogen-Breite, die durch die Summation von verstärkter Fetteinlagerung am Körperstamm und an den Oberarmen, zustande kommt. Die Unterschiede sind in allen Skelettrobstizitätsmaßen der Altersgruppen über 50 Jahre signifikant im Vergleich zu den jungen Erwachsenen beider Geschlechter. Zieht man einen Vergleich der aktuellen Daten der Brustkorbbreite mit älteren deutschen Daten, so zeigt sich, dass die Mittelwerte der jungen Erwachsenen sehr ähnlich sind. Dagegen zeigen die über 50-Jährigen höhere Werte als die frühere Stichprobe (FLÜGEL et al. 1986). Die Korpulenzmaße zeigen sehr auffällige Geschlechterunterschiede. Die Problematik des Geschlechtsdimorphismus soll im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter vertieft werden. Da die Besonderheiten jedoch auch die Alternsprozesse charakterisieren, sollen sie nicht unerwähnt bleiben. Eine kontinuierliche Zunahme mit dem Alter zeigt bei den Männern nur die Unterkörpertiefe im Sitzen. Bei allen anderen Korpulenzmaßen ist eine Zunahme von der Altersgruppe der jungen Erwachsenen zur Altersgruppe 50 bis 59 Jahre vorhanden. In Altersgruppe 60 bis 69 Jahre zeigen die Maße jedoch einen leichten Rückgang, der vor allem auf die Erschlaffung des Bindegewebes und die Rückbildung der Skelettmuskulatur zurückzuführen ist. Bei den Frauen ist diese Entwicklung ebenfalls in abgeschwächter Form bei der

bideltoidalen Schulterbreite und der Oberschenkeldicke im Sitzen vorzufinden. In den anderen Korpulenzmaßen jedoch zeigen sich bei den Frauen weitere Zunahmen in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre. Diese unterschiedlichen Tendenzen sind wiederum auf die geschlechtscharakteristischen Fettverteilungsmuster zurückzuführen und finden sich auch in den Daten anderer Populationen (STEENBEKKERS 1998).

Ob auch die säkulare Akzeleration einen Anteil an den Unterschieden in der Skelettroburstizität und der Korpulenz der Altersgruppen einnimmt, ist anhand der vorhandenen Daten nicht nachvollziehbar. Im Unterschied zu den Längenmaßen, die sich nach erfolgter Ossifikation der knorpeligen Epiphysenfugen nur noch haltungsbedingt verändern können, bleiben die Maße der Skelettroburstizität, vor allem aber die Korpulenzmaße während des gesamten Lebens überaus plastisch.

Auch die Proportionen der Skelettroburstizitäts- und Korpulenzmaße zur Körperhöhe sind in den älteren Gruppen deutlich höher als im Leistungsalter. Es findet eine Proportionsverschiebung statt. Weil die Körperhöhe von einer Altersgruppe zur nächst folgenden geringere Mittelwerte aufweist, die Maße der Skelettroburstizität und vor allem die Maße der Korpulenz jedoch gleichzeitig zunehmen, erscheint der Körper älterer Menschen relativ zu ihrer Körperhöhe deutlich robuster und korpulenter.

Die bisher diskutierten Maße stellen die ergonomische Basis für fast alle Produkte der körpernahen Umwelt dar. Im Folgenden sollen die Maße des Kopfes, sowie von Hand und Fuß diskutiert werden. Obwohl die Absolutmaße geringer sind als die bisher betrachteten Strukturen des Körpers, stellen sie gerade im Bereich von Arbeitsschutz- und -sicherheit, sowie der Unfallverhütung wichtige Gestaltungsgrundlagen dar.

Im Zusammenhang mit der säkularen Akzeleration wird der Trend einer relativen Verschmälerung des Kopfes, einer sogenannten Debrachy-kephalisation, in der Aufeinanderfolge der Generationen diskutiert. Verschiedene Autoren stellen eine Zunahme der Kopflänge, bei gleichzeitiger Abnahme der Kopfbreite fest und führen diese Verschmälerung des Kopfes auf günstigere Lebensbedingungen zurück (BILLY 1980) Abbildung 3.17 veranschaulicht die Kopfmaße und den Längen-Breiten-Index des Kopfes für die Studienkohorte. Die Kopflänge nimmt bei den Männern um 0,3 cm von der jungen zu den älteren Gruppen ab, bei den Frauen ist die Kopflänge in Altersgruppe 50 bis 59 Jahre um 0,4 cm und in Altersgruppe 60 bis 69 Jahre um 0,7 cm geringer als in der jungen Vergleichsgruppe. Die Kopfbreite der älteren Gruppen ist bei Männern und Frauen bis zu 0,5 cm größer als die Kopfbreite der jeweiligen jungen Gruppe. Damit bestätigt die Stichprobe, dass im Generationenvergleich die jüngere Generation längere, aber schmalere Köpfe hat, was sich in einem geringeren kephalischen Index widerspiegelt. Rebato führt an, dass die Debrachykephalisation des Kopfes auf der Stagnation der Kopflänge und ausschließlich auf der

Verringerung der Kopfbreite beruht (REBATO 2007). Die vorliegende Studie zeigt, dass für den deutschen Raum auch die Zunahme der Kopfgröße an diesem Prozess beteiligt ist.

Die durchschnittliche Zunahme der Kurzsichtigkeit in vielen Populationen wird ebenfalls mit den säkularen Veränderungen in den Kopfmaßen in Zusammenhang gebracht (WARKENTIN 1997).

Die Kopfhöhe ist bei den Männern wie auch bei den Frauen im Vergleich der Altersgruppen sehr ähnlich.

Handlänge und Handbreite zeigen nur geringe Altersdifferenzen. Trotz allem zeigt sich eine Vergrößerung des Längen-Breiten-Index der Hand von 1,2% bei Männern und Frauen. Dagegen zeigen sich bei der distalen Mittelhanddicke und der Daumen- und Zeigefingergelenkbreite im Verhältnis zu ihrer Dimension erstaunliche 0,2 cm Unterschied zwischen Jung und Alt. Gerade im Zeitalter der immer kleiner werdenden Knöpfe und Tastaturgrößen müssen im Hinblick auf die ergonomische Gestaltung und Bedienfähigkeit diese Maße einbezogen werden. Die Veränderungen beruhen vor allem auf den Altersveränderungen der Gelenke.

Die Fußlänge ist etwas geringer bei den älteren Probanden. Das könnte im Zusammenhang mit dem positiven säkularen Trend der Längenmaße ein Hinweis darauf sein, dass die heute alten Menschen auch zur Zeit ihres jungen Erwachsenenalters kürzere Füße hatten als die heutigen jungen Erwachsenen. Immerhin beträgt der lineare Korrelationskoeffizient zwischen der Körperhöhe und der Fußlänge nach den Ergebnissen dieser Studie 0,6 und ist damit signifikant auf dem Signifikanzniveau von 0,01.

Die projektivische Fußbreite stellt ein Indiz für das Absinken des Fußgewölbes dar. Sie nimmt verbunden mit der Absenkung des Fußgewölbes zu. Aus Abbildung 3.19 ist abzulesen, dass diese Zunahme im Jung-Alt-Vergleich lediglich 0,2 cm beträgt. Die Veränderung im Bereich der Fußsohle scheint also tatsächlich sehr gering zu sein. Vielmehr findet die Absenkung und damit die Ausbildung eines Platt- oder Senkfußes offenbar schon im Leistungsalter statt. Entsprechend den Veränderungen der Einzelmaße ist der Fußlängen-Breiten-Index in den älteren Probandengruppen größer als in den Gruppen der jungen Erwachsenen.

Interessant sind die größeren Werte der Älteren in der Fußhöhe. Sie sind nicht mit altersbedingten Veränderungen erklärbar. Vielmehr müsste dieses Maß im Zuge der Verringerung des Fußgewölbes einen leichten Rückgang verzeichnen.

4.2 MAßE DER DYNAMISCHEN ANTHROPOMETRIE IM ALTERSVERGLEICH

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Beweglichkeit der Wirbelsäule im Alter verändert. Alle Maße der Wirbelsäulenbeweglichkeit zeigen eine deutliche Abnahme in den Altersgruppen über 50 Jahre. Die Daten der Untersuchungen an niederländischen Probanden zeigen dieselbe Entwicklung (STEENBEKKERS 1998). Durch die Einschränkung der Beweglichkeit im Wirbelsäulenbereich kommt es zu Auswirkungen auf das Alltagsleben. Die Einschränkung des Sichtbereichs ist eine der spürbaren Folgen. Eine amerikanische Studie hat Menschen im Alter von 70 bis 90 Jahren im Vergleich zu 20- bis 30-Jährigen untersucht, um die zervikale Beweglichkeit zu vergleichen (KUHLMAN 1993). Der Autor stellt fest, dass die Älteren eine größere Variationsbreite als die Jüngeren und Frauen eine größere Variationsbreite als Männer aufweisen. Im Vergleich der Variationsbreiten zwischen den Generationen kann diese Aussage nicht generell für die vorliegenden Daten getroffen werden. Die größere Variationsbreite der Frauen spiegelt sich jedoch in den vorliegenden Daten der Älteren im Bereich 50 bis 69 Jahre wider.

Für die Reichweite nach seitlich unten gebeugt im Sitzen existieren leider keine Vergleichsdaten. Die Unterschiede zwischen den beiden älteren Gruppen sind gering, während die jungen Probanden eine deutlich größere Beweglichkeit in diesem Maß aufweisen.

Die Reichweite nach vorn in Höhe Fußauflagefläche zeigt die Einschränkungen beim Bücken im Sitzen nach vorn unten an. Menschen mit langen Gliedmaßen weisen eine größere Reichweite auf als Probanden mit relativ kurzen Gliedmaßen. Daher ist diese Reichweite ein rein ergonomisches Maß.

Die Diskussion um die statischen Körpermaße hat gezeigt, dass aufgrund der säkularen Akzeleration die älteren Probanden geringere Längenmaße aufweisen. Um Generationenunterschiede zu betrachten muss deshalb die Unterschenkel-Fuß-Länge in die Betrachtungen einbezogen werden. Scheffler hat dafür den Beweglichkeitsindex eingeführt (GREIL, SCHEFFLER 2000; SCHEFFLER 2000). Das Ergebnis ist allein durch die Beweglichkeit der Wirbelsäule und die Einschränkung durch die Körpersitztiefe gekennzeichnet. Bei den Frauen sind signifikante Unterschiede der älteren Altersgruppen zur jungen Vergleichsgruppe vorhanden. Betrachtet man die statischen Körpermaße, so ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass dieser Unterschied aus der größeren Veränderung der Körpersitztiefe bei Frauen resultiert. Scheffler konnte in den von ihr definierten Altersgruppen 55 bis 64 Jahre und 65 bis 74 Jahre feststellen, dass Männer einen größeren Beweglichkeitsindex als gleichaltrige Frauen aufweisen (SCHEFFLER 2000). Die vorliegende Studie bestätigt diese Aussage nicht. Weiterhin bemerkte Scheffler, dass

die Abnahme der Beweglichkeit bei Frauen mit zunehmendem Alter größer ist. Auch diese Aussage spiegelt sich in den vorliegenden Daten nicht wider.

Auffallend ist, dass alle Maße der Wirbelsäulenbeweglichkeit eine sehr große Variationsbreite in allen Altersgruppen aufweisen.

Die Beweglichkeitsmaße der Hand zeigen ebenfalls Altersunterschiede. Die großen Standardabweichungen und die Perzentilwerte 5 und 95 zeigen aber auch deutlich die enorme Variabilität innerhalb der Altersgruppen an. Boone und Azen haben Normalwerte der Beweglichkeit des Handgelenks für das männliche Geschlecht aufgestellt (BOONE, AZEN 1979). Die aktuellen Daten lassen sich teilweise gut, teilweise weniger gut in diese Zuordnungen einfügen. Die Ursache dafür liegt darin, dass die Publikation die Gruppen nicht altersstratifiziert darstellt.

Die Beweglichkeit der Hand zeigt die geringsten Altersunterschiede in der Radial- und Ulnarabduktion. Eine denkbare Ursache ist das tägliche Training durch Alltagstätigkeiten, die in der technisierten Welt eher feinmotorische Fähigkeiten fordern. Aus vielen Untersuchungen ist bekannt, dass Training einen positiven Effekt auf die Beweglichkeit hat (SPIRDUSO 1995).

Verglichen mit den Ergebnissen von Fernandez et. al, die 29 Frauen und 20 Männer im Alter von 18 bis 40 Jahre untersucht haben, weisen die Probanden der vorliegenden Studie bei Männern und Frauen eine um etwa 7° bis 10° größere Ulnarabduktion auf (FERNANDEZ et al. 1993). Die Werte der Studie liegen nicht altersgestaffelt vor. Die Werte der Frauen sind bei Fernandez für die Ulnarabduktion im Mittel um 1° größer als die Werte der Männer, in vorliegender Studie liegen sie 1° bis 3° höher. Die großen Abweichungen zwischen den Studien sind nicht erklärbar, da die Methode vergleichbar ist.

Die Werte der Radialabduktion sind mit $24,85^\circ$ bei den Männern und $25,55^\circ$ bei den Frauen bei Fernandez vergleichbar mit den aktuell untersuchten Probanden (FERNANDEZ et al. 1993). Die Werte der Frauen liegen in beiden Studien etwas über den Mittelwerten der Männer. Weiterhin wird deutlich, dass die festgestellte geringere mittlere Radialabduktion im Alter so gering ist, dass sie nicht als einschränkend zu bewerten ist.

Die Studie von Fernandez zeigt auch in der Palmarflexion, dass die Frauen mit $69,55^\circ$ die größere Handbeweglichkeit gegenüber den Männern mit $61,90^\circ$ aufweisen. In der vorliegenden Studie ist die Palmarflexion bei Männern und Frauen sehr ähnlich. Die Werte von Fernandez liegen bei den männlichen Probanden zwischen $5,4^\circ$ und $15,1^\circ$ unter den für diese Arbeit ermittelten Mittelwerten, bei den Frauen zwischen $2,25^\circ$ unter und $7,05^\circ$ über den aktuell gemessenen Probandinnen.

Die Mittelwerte der Volarextension bei Fernandez sind in den Geschlechtern mit $63,50^\circ$ bei den Männern und $63,48^\circ$ bei den Frauen sehr homogen und vergleichbar

mit den vorliegenden Messwerten der 20- bis 29-Jährigen. Die jungen Frauen weisen um ca. 3° höhere Werte auf, die Männer um 3° geringere Mittelwerte als die Werte der Vergleichsstudie. Dieser Unterschied zwischen Männern und Frauen ist in allen untersuchten Altersgruppen deutlich.

Fernandez et al. haben in ihrer Untersuchung ebenfalls einen Altersvergleich durchgeführt, der 10- bis 12-jährige Kinder mit den Erwachsenen vergleicht. Vergleicht man die Werte der Kinder mit den vorliegenden Werten so sind auch im Vergleich zu den Kindern die Mittelwerte der Ulnarabduktion deutlich höher, während in den Bewegungsmaßen Radialabduktion, Palmarflexion, Volarextension die Kinder die höhere Beweglichkeit aufweisen.

Der Vergleich mit Fernandez zeigt, dass die Handbeweglichkeit der Älteren, obwohl die Maße mit zunehmendem Alter rückläufig sind, nicht bewegungseinschränkend sind. Fernandez erklärt die in der Arbeit von 1993 vorliegenden Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen in biomechanischen oder physiologischen Erscheinungen, die mit dem Erwachsenwerden verbunden sind oder mit wiederholten langen gleichförmigen Belastungen.

Typisch für das Alter ist die aufgrund der größeren Handbreite auch größere kreisförmige Durchgreifgröße. Eine geringere Flexibilität der Gelenke der Mittelhand ist als Ursache der größeren Durchgreifgröße zu vernachlässigen. Für dieses Maß wurden erstmalig in Deutschland Daten für Probanden über 25 Jahre erfasst.

Der große Greifdurchmesser verringert sich im Gegensatz dazu in den älteren Gruppen. Obwohl die Unterschiede der Mittelwerte der Handlänge zwischen den Altersgruppen minimal sind, resultieren offensichtliche Greifdurchmesser-differenzen daraus. Probleme im Anwendungsbereich der Ergonomie treten auf wenn Haltestangen zu dick sind, da der Mensch sich nur an einem Stab festhalten kann, wenn der Zeigefinger den Daumen berührt. Für die Konzeption von Haltestangen in öffentlichen Verkehrsmitteln muss im Hinblick auf Ältere, ebenso wie für Kinder, auf dieses Maß geachtet werden.

Für die Konzeption von Öffnungsmechanismen und Grenzwerten der Druckempfindlichkeit von Tastern und Bedienknöpfen sind die Unterschiede in den möglichen aufzubringenden Kräften unterschiedlicher Altersbereiche von großer Bedeutung.

Die Druckkräfte der ganzen Hand, sowie von Daumen und Zeigefinger weisen keine Einschränkungen im Altersbereich 50 bis 69 Jahre auf. Schwedische und amerikanische Untersuchungen zeigen einen deutlichen Abfall der Druckkraft der Hand von jungen Erwachsenen zu älteren Erwachsenen bzw. eine hohe Korrelation zwischen der Druckkraft und dem Lebensalter (THORNGREN, WERNER 1979; MATHIOWETZ et al. 1985). Es ist nicht auszuschließen, dass die dort untersuchten

älteren Probanden in ihrem jungen Leistungsalter ähnlich hohe Werte wie die einbezogenen jungen Probanden aufwiesen. Die aktuell gemessenen jungen Probanden waren in ihrer Entwicklung jedoch nie auf große körperliche Arbeit angewiesen und haben damit wahrscheinlich schon im Leistungsalter geringere Körperkräfte als die heute Älteren. Es kann daher nur vermutet werden, dass die Handschlusskraft und die Fingerdruckkräfte der untersuchten Älteren in ihrem Leistungsalter deutlich über den Ergebnissen der heute jungen Erwachsenen lagen und die immer noch mit den jungen vergleichbaren Werte bereits altersbedingt zurückgegangen sind. Vergleiche mit Ergebnissen anderer Studien gestalten sich leider sehr schwierig, da die Methoden, die Messgeräte und damit verbunden auch die Maßeinheiten sehr unterschiedlich sind. Auch die Genauigkeit der Messgeräte kann sich unterscheiden (SOLGAARD et al. 1984; INNES 1999). Eine Studie zu Körperkräften hat gezeigt, dass die Kraftunterschiede zwischen Individuen geringer sind als unter verschiedenen Bedingungen, da die Körperhaltung aufgrund der Physiologie und der Mechanik einen großen Einfluss auf die Kraft hat (PHEASANT, HASLEGRAVE 2006). Direkte Vergleiche der Daten verschiedener Studien würden daher eher falsche Schlüsse implizieren. Gerade die geringe Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Studien sollte dazu führen Ergebnisse altersabhängig darzustellen, so dass Veränderungen innerhalb des Erwachsenenalters aufgezeigt werden können. Die Männer aller Altersgruppen weisen größere Werte auf als die Frauen. Diese Beobachtung deckt sich mit anderen Studien (FUSTER et al. 1998; HAGER-ROSS, ROSBLAD 2002).

Um die Daten der Drehkraft der untersuchten Probanden einordnen zu können, werden sie der Publikation des englischen Government Consumer Safety Research gegenübergestellt, die ebenfalls 10-Jahresgruppen (21-30 Jahre, 51-60 Jahre, 61-70 Jahre) darstellt (DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY 2000). Vergleichbar sind die Daten der Drehkraft rechts, vertikal, Verschlussdurchmesser 85 mm. Leider weisen die Daten mit maximal 9 Probanden pro Gruppe einen nicht sehr aussagekräftigen Pool auf. Die jungen männlichen Probanden der englischen Studie weisen eine um 1 Nm geringere Drehkraft auf, während die Mittelwerte der Frauen im Alter von 20 bis 29 Jahren mit 6,1 Nm dem Wert der englischen Vergleichsgruppe mit 6,05 Nm fast gleich sind. Die männliche Gruppe der 50- bis 59-Jährigen zeigt um fast 2 Nm höhere Werte als die englischen Vergleichszahlen; in dieser Altersgruppe sind auch die deutschen Frauen um 0,62 Nm stärker. Die aktuell untersuchten 60- bis 69-Jährigen zeigen eine um 1,21 Nm höhere Drehkraft der rechten Hand bei den Männern bzw. um 0,68 Nm höhere Werte bei den Frauen. Interessant ist die Tatsache, dass die Vergleichsdaten ebenfalls zeigen, dass die Drehkraft der Männer den im Vergleich höchsten Wert in der Gruppe 50 bis 59 Jahre aufweist und die 60- bis 69-Jährigen immer noch höhere Werte als die junge Altersgruppe zeigen, während bei den Frauen ein kontinuierlicher Rückgang der Drehkraft von Jung nach

Alt zu beobachten ist. Damit handelt es sich bei dem gefundenen Effekt nicht um eine stichprobenbedingte Charakteristik. Vielmehr scheint tatsächlich der Rückgang der körperlichen Arbeit dazu zu führen, dass die heute Jüngeren auch im Leistungsalter nicht dieselben Kräfte entwickeln, wie die heute Alten sie als junge Menschen hatten. Es ist zu erwarten, dass die heute als Leistungsaltergruppe Untersuchten im Rückbildungsalter deutlich geringere Kräfte aufweisen. Da es sich bei der vorliegenden Studie um eine Querschnittstudie handelt, sind die Erklärungen rein spekulativ. Die Grenzen einer Querschnittuntersuchung werden hier deutlich. Nur Längsschnittuntersuchungen können Aufschluss über die tatsächlichen Altersveränderungen im Organismus geben.

Die Beweglichkeit des Kniegelenks spiegelt sich in dem maximalen Kniegelenkwinkel und der Fußreichweite im Sitzen wider. Beide Maße zeigen in dem untersuchten Altersbereich nur geringe Veränderungen, die nicht auf eine generelle Einschränkung der Kniegelenkbeweglichkeit im Alter zwischen 50 und 69 Jahren schließen lassen.

Die dynamischen Maße der Anthropometrie zeigen keine einheitliche Tendenz im Alter. Die Wirbelsäulenbeweglichkeit zeigt die stärksten Einschränkungen mit zunehmendem Alter, kann jedoch in der ergonomischen Gestaltung durch bewegliche und verstellbare Produktentwicklungen kompensiert werden. Die Beweglichkeiten des Handgelenks und des Kniegelenks, sowie die Druck- und Drehkräfte sind jedoch bis zum untersuchten Alter von 69 Jahren nicht als einschränkend zu bewerten.

4.3 KÖRPERMAßKORRELATIONEN

Sowohl für eine maßlich menschengerechte Produktgestaltung als auch für ein tieferes Verständnis entwicklungsbiologischer Prozesse, die sich in Form und Funktion des Körpers in unterschiedlichen Altersstadien widerspiegeln, ist nicht nur die Kenntnis einzelner Körpermaße von Bedeutung, sondern die Beziehungen zwischen den einzelnen Merkmalen der statischen Anthropometrie.

Betrachtet man die Körpermaße in den Tabellen I bis X des Anhangs so ist in der Differenz zwischen P5 und P95 jeder Altersgruppe in allen Maßen eine hohe Variabilität erkennbar. Um diese Variabilität, die zwischen Generationen, aber auch innerhalb einer Altersgruppe existieren besser fassen zu können, wurde eine Korrelationsmatrix aller statischen Körpermaße angefertigt, die altersunabhängig die Maßzusammenhänge bei Männern und Frauen aufzeigen soll. Die Korrelationsmatrizen in Tabelle XV und XVI des Anhangs zeigen, dass Körpermaße nicht unabhängig von einander variieren. Die Längenmaße korrelieren hoch positiv miteinander, die Korpulenzmaße ebenfalls. Längenmaße korrelieren zu Korpulenzmaßen kaum in signifikanter Form und weisen teilweise negative Korrelationskoeffizienten auf. Das bedeutet, dass kleinere Menschen größere

Rumpftiefen aufweisen als größere, während sonst allgemein bei der Zunahme einer Messstrecke andere Messstrecken ebenfalls zunehmen. Dieses Ergebnis deckt sich mit anderen Untersuchungen (GREIL 1987; SPAHN 2006). Für den Designprozess ist es von Bedeutung, dass hochwüchsige Männer und Frauen nicht ebenso korpulent und schwergewichtig sind, wie sie groß sind, sondern dass die großen im Vergleich eher die schlankeren Menschen sind. Diese Erkenntnisse wurden vielfach versucht in Konzepten von Körperbautypologien zu vereinen (STRÖMGREN 1937; SHELDON 1940; CONRAD 1963; KNUSSMANN 1968; KRETSCHMER 1977).

4.4 KÖRPERPROPORTIONEN UND METRIK-INDEX

Um herauszufinden, ob verschiedene Körperwuchstendenzen sich auf die Proportionsmaße, Indizes und die dynamischen Maße auswirken, wird das einfache aber praktikable Modell des Metrik-Index nach Strömngren und Conrad gewählt, da es mit dem Verhältnis zwischen der Körperhöhe, der Brustkorbbreite und der Brustkorbtiefe die Proportionen der drei Dimensionen des menschlichen Körpers beschreibt (STRÖMGREN 1937; CONRAD 1961). Die Einteilung in die drei Körperbautypen leptomorph, der den hochschlank-wüchsigen, metromorph, der den mittleren Typ und pyknomorph, der den niedrigbreitwüchsigen Typ charakterisiert, erfolgt anhand einer Eichstichprobe, die in Tabelle 2.4 der Methodik, dargestellt ist. Die Korrelationen zwischen den drei Körperbautypen und ihren Körperproportionen zeigen signifikante Abhängigkeiten zu den Maßen der Skelettrobustizität und der Korpulenz im Verhältnis zur Körperhöhe. Das bedeutet, dass innerhalb der leptomorph-pyknomorphen Proportionskala von einem hoch- und schlankwüchsigen zu einem niedrig- und breitwüchsigen Körperbautyp die Skelettrobustizitäts- und Korpulenzmaße stärker ins Gewicht fallen als die Längenmaße.

4.5 DYNAMISCHE MAßE UND KÖRPERBAUTYP

Die Beweglichkeitsmaße der Wirbelsäule weisen eine deutliche Abhängigkeit vom Körperbautyp auf. Die pyknomorphen Männer und Frauen sind weniger beweglich, als die leptomorphen. Der für die Pyknomorphen typische kürzere Rumpf weist weniger Freiheitsgrade der Beweglichkeit auf. Die Beweglichkeit der Hand zeigt weniger deutliche Abhängigkeiten vom Körperbautyp. Ein Grund dafür liegt vermutlich in der großen Abhängigkeit der Handbeweglichkeit vom Trainingszustand, welcher durch die Alltagsanforderungen und berufliche Tätigkeiten geformt wird. Die vielfältigen Bewegungen der Hand benötigt jeder Mensch täglich, weshalb die Beweglichkeit generell stärker gefördert wird.

Tabelle 3.11 und 3.12 zeigen, dass die Handkräfte der Pyknomorphen größere Werte aufweisen als die der Leptomorphen.

Die Beinbeweglichkeit ist in der Gruppe der Pyknomorphen, vergleichbar mit der Wirbelsäulenbeweglichkeit, geringer als in der Gruppe der Leptomorphen.

Da die Zuordnung zu den Körperbautypen für jede Altersgruppe nach altersspezifischen Grenzen erfolgt, ist der Faktor Alter in den Tabellen 3.4 bis 3.13 vernachlässigbar. Die Ergebnisse zeigen, dass parallel zu den im Altersvergleich festgestellten Unterschieden auch der Körperbautyp Einfluss auf die dynamischen Maße der Beweglichkeiten und Kräfte hat.

Dass der Körperbautyp direkt mit den statischen Körpermaßen zusammenhängt ist seit längerem bekannt.

Es konnte z.B. gezeigt werden, dass LKW- und Busfahrer im Vergleich zur Gesamtbevölkerung größere Werte der Schulterbreite, Ellbogenbreite, Sitzbreite und Körpertiefe abdominal, sowie tendenziell größere Stammlängen und geringere Beinmaße aufweisen (NAGEL 2001). Daraus ergibt sich eine bestimmte körperbautypbedingte Eignung für Berufe.

4.6 EINFLUSSGRÖÖE SÄKULARER AKZELERATION UND ONTOGENETISCHER ALTERNSVERÄNDERUNGEN AUF DIE KÖRPERHÖHE

Neben der wichtigen Aufgabe der Bereitstellung aktueller industrie-anthropologisch relevanter Daten und einer Analyse von Zusammenhängen zwischen den einzelnen untersuchten Merkmalen ist es ein Anliegen der hier vorgestellten anthropologischen Querschnittstudie, durch den Vergleich der Mittelwerte der Körperhöhe mit den Ergebnissen vorheriger Untersuchungen einen Ansatz zu diskutieren, der eine Separierung von ontogenetisch bedingten Altersveränderungen des erwachsenen menschlichen Körpers und säkular bedingten Veränderungen erlaubt. Wie bereits erwähnt, reflektieren die Ergebnisse von Querschnittuntersuchungen im Vergleich der untersuchten Altersgruppen sowohl ontogenetische als auch säkulare Einflüsse. Eine direkte Trennung beider Einflussgruppen bedürfte der Methode der Längsschnittuntersuchung, im vorliegenden Fall der wiederholten Untersuchung der 20 bis 29 alten Probanden bis zum Erreichen eines Alters von 69 Jahren. Nur dann könnten nach 50 Jahren die stattgefundenen individuellen Veränderungen im Altersverlauf von säkularen Einflüssen separiert werden. Ein derartiges Verfahren ist jedoch unzumutbar. Dennoch ist die Frage nach den ontogenetischen Veränderungen im Verlauf des Erwachsenenlebens von großem Interesse, wenn beispielsweise eingeschätzt werden muss, ob körperliche Altersprozesse eventuell heute anders verlaufen als bei vorangegangenen Generationen, ob die heute alten Menschen vielleicht aufgrund besserer Lebensbedingungen verzögert altern im Vergleich zu ihrer Eltern- und Großelterngeneration. Dieser Fragestellung ist der folgende und letzte Abschnitt der Diskussion der Ergebnisse gewidmet.

Zunächst erscheint es wichtig die Größe des Einflusses der säkularen Akzeleration zu erfassen. Tanner gibt eine Zuwachsrates der Körperhöhe durch säkulare Akzeleration von ca. 1,0 cm pro Dekade bei der Körperhöhe der Erwachsenen im Zeitraum von 1880 bis 1960 an (TANNER 1978).

Einzelne Autoren weisen jedoch darauf hin, dass das Ende der säkularen Akzeleration in den USA bereits erreicht ist und die Werte der Körperhöhe teilweise wieder einen leichten Rückgang zeigen. Die Körperhöhe der adulten US-Bevölkerung stagnierte bereits bei den Geburtsjahrgängen 1955 bis 1975, in den Geburtsjahrgängen 1976 bis 1983 fand wieder ein leichter Anstieg der Körperhöhe statt, der jedoch nicht die westeuropäische Zuwachsrates erreichte (KOMLOS, BAUR 2004; KOMLOS, BREITFELDER 2007; KOMLOS, LAUDERDALE 2007). Schon kurz nach dem 2. Weltkrieg wiesen die Deutschen eine größere mittlere Körperhöhe als die US-Amerikaner auf (KOMLOS, BAUR 2004).

Aufgrund dieser aktuellen Beobachtungen soll anhand der Körperhöhe im Vergleich mit älterem Datenmaterial geschaut werden, ob ein Ausklingen der säkularen Akzeleration auch in der vorliegenden deutschen Stichprobe beobachtet werden kann. Sollte das der Fall sein, wäre es in Zukunft sehr einfach ontogenetische Veränderungen der Körpermaße einzuordnen, da die säkulare Akzeleration vernachlässigt werden könnte.

Die Medianwerte der Körperhöhe verschiedener Studien in Tabelle 4.1, deren Einzelwerte in der Datenbank der Humanbiologie der Universität Potsdam hinterlegt sind und statistisch aufbereitet werden konnten, stellen den Körperhöhenvergleich in den untersuchten Altersgruppen dar. In der Altersgruppe 20 bis 29 Jahre ist davon auszugehen, dass lediglich minimalste ontogenetische Altersveränderungen auftreten. Dadurch kann die Veränderung der Körperhöhe von Stichprobe zu Stichprobe nur auf die Zusammensetzung der Stichprobe und säkulare Akzeleration zurückgeführt werden. Da für das Jahr 1981 erstmalig in allen Altersgruppen Daten vorliegen, werden die Stichproben seit 1981 einem genauen Vergleich zunächst innerhalb der Altersgruppen unterzogen.

Die für diese Studie 2007 untersuchten Männer im Alter zwischen 20 und 29 Jahren lassen im säkularen Vergleich keine Stagnation ihrer Körperhöhe erkennen. Sie weisen eine um 1,5 cm größere mittlere Körperhöhe im Vergleich zu den Daten des Jahres 1997 und eine um 4 cm größere Körperhöhe im Vergleich zum Jahr 1981 auf. Die Frauen sind zwar im Jahr 2007 um 2,0 cm kleiner als die 1997 untersuchten, überragen die 1981 gemessenen jedoch um 2,6 cm. Betrachtet man die Altersgruppe der 50- bis 59-Jährigen so zeigen die Männer einen Unterschied von 6,9 cm und die Frauen einen Unterschied von 3,1 cm im Jahresvergleich 1981 zu 2007. Die Unterschiede der Körperhöhe dieses Altersbereichs zwischen den letzten 10 Jahren sind mit 4,5 cm bei den Männern immer noch recht hoch, während die Frauen keine Veränderung aufweisen. In der Gruppe der 60- bis 69-Jährigen ist der Unterschied des aktuellen Medianwertes zum Jahr 1981 bei den Männern bei 6,7 cm, bei den Frauen bei 0,6 cm. Im 10-Jahres-Vergleich liegt er bei 2,9 cm bei den Männern und 0,7 cm bei den Frauen. Die Männer zeigen die größeren absoluten Unterschiede im Vergleich zu den Frauen. Betrachtet man die Veränderungen relativ zum Medianwert von 1981, so betragen die Unterschiede bei den jungen Männern 2,2%, bei den beiden älteren männlichen Probandengruppen hingegen 4,0%. Davon ausgehend ist die Körperhöhenveränderung aufgrund der säkularen Akzeleration in der jüngsten Gruppe im Vergleich zu den beiden älteren Gruppen um die Hälfte zurückgegangen. Bei den Frauen beträgt der relative Körperhöhenunterschied zwischen 1981 und 2007 bei den jungen Frauen 1,6%, bei den 50- bis 59-Jährigen 1,9% und bei den 60- bis 69-Jährigen 0,4%. Das zeigt, dass die säkularen Veränderungen als Reaktion auf Veränderungen der Lebensbedingungen bei Frauen geringer sind als bei Männern.

Diese Beobachtung deckt sich mit biologischen Erkenntnissen, dass Männer umweltlabiler sind (KNUßMANN 1982).

Tab. 4.1 Medianwerte der Körperhöhe verschiedener Altersgruppen zu unterschiedlichen Messzeitpunkten

Messzeitpunkt	Körperhöhe (cm)			
	Männer	20-29 Jahre	50-59 Jahre	60-69 Jahre
1930		169,5		
1966		176,8		
1967		173,5	167,7	
1981		177,5	170,4	168,5
1997		180,0	172,8	172,3
2007		181,5	177,3	175,2
Frauen	20-29 Jahre	50-59 Jahre	60-69 Jahre	
1930				
1966		163,4		
1967		161,2	156,6	
1981		164,6	159,4	160,7
1997		169,2	162,5	160,6
2007		167,2	162,5	161,3

Säkulare Veränderungen der Körperhöhe sind in der erwachsenen Bevölkerung zwar im Vergleich zu vorigen Jahrzehnten zurückgegangen, sie sind jedoch weiterhin vorhanden.

Betrachtet man die Körperhöhenunterschiede der verschiedenen Altersgruppen in Tabelle 4.1 innerhalb eines Untersuchungsjahres, sollte eine Aussage, ob die Generationenunterschiede, bedingt durch den Summationseffekt der säkularen Akzeleration und des Alternsprozesses, ebenfalls Veränderungen unterworfen sind, möglich sein.

Die Körperhöhendifferenzen zwischen der jüngsten und der ältesten untersuchten Altersgruppe der vorliegenden Studie betragen 6,3 cm bei Männern und 5,9 cm bei Frauen. Diese Differenzen lagen vor 10 Jahren mit 8,7cm bei den Männern und 8,4 cm bei den Frauen deutlich höher. 1981, vor über einer Generation, lagen sie bei 9,0 cm bei den Männern und lediglich 3,9 cm bei den Frauen. Bei den Männern nehmen die Unterschiede zwischen Jung und Alt in der Körperhöhe absolut und relativ ab. Die Differenzen zwischen Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und 60 bis 69 Jahre lagen 1981 bei 5,3%, im Jahr 1997 bei 4,5% und 2007 bei 3,6%. Das kann zwei Gründe haben, die einzeln oder überlagernd wirken können. Entweder ist der positive säkulare Trend der Körperhöhe bei deutschen Männern während der vergangenen Jahrzehnte geringer geworden, oder die mittlere individuelle Alternsschrumpfung im Verlauf des Erwachsenenalters ist aufgrund der Abnahme schwerer körperlicher Arbeit zurückgegangen. Bei den Frauen zeigt die Tabelle eine Zunahme der Jung-Alt-

Unterschiede sowohl absolut als auch relativ in den Jahren 1997 und 2007; der relative Unterschied betrug 1981 2,4%, 1997 5,4% und 2007 3,7%. Eine Erklärung, die mit den diskutierten Themen im Zusammenhang steht, ist nicht erkennbar. Aufgrund der unterschiedlichen beobachteten Entwicklung von Männern und Frauen ist eine allgemeine Aussage, über die Veränderungen der Generationenunterschiede anhand der vorliegenden Daten nicht möglich.

Die Abgrenzung ontogenetischer Veränderungen gegenüber der säkularen Akzeleration in einer einzelnen Querschnittstudie ist nicht möglich. Um ontogenetische von säkularen Veränderungen abzugrenzen, ist die Einbeziehung anderer Stichproben derselben Geburtsjahrgänge notwendig. Glücklicherweise ist es möglich auf die Einzeldaten verschiedener Stichproben, die Probanden der Jahrgänge 1937 bis 1956 zu verschiedenen Zeitpunkten der Ontogenese beschreiben, zuzugreifen. Da es sich bei allen Stichproben um Querschnittstudien handelt, bestimmt einerseits die Stichproben-zusammensetzung, andererseits die Besetzung der Geburtsjahrgänge mit Probanden stark die Daten. Trotz allem soll versucht werden Trends aufzuzeigen, die für die Altersveränderungen ohne Einfluss der säkularen Akzeleration typisch sind.

Tab. 4.2 Medianwerte der Körperhöhe von Probanden der Geburtsjahrgänge 1937 bis 1956 verschiedener Querschnittuntersuchungen

MÄNNER			Alter (Jahre)	FRAUEN		
Geburts- jahr	Anzahl	Körperhöhe		Anzahl	Körperhöhe	Geburts- jahr
1937	2	175,1	20-29			1937
	9	176,1	50-59			
	8	171,8	60-69			
1938	6	171,5	20-29			1938
	8	172,9	50-59			
	9	172,8	60-69			
1939	6	179,9	20-29			1939
	17	171,9	50-59			
	8	173,0	60-69			

MÄNNER			Alter (Jahre)	FRAUEN		
Geburts- jahr	Anzahl	Körperhöhe		Anzahl	Körperhöhe	Geburts- jahr
1940	15	178,6	20-29			1940
	17	174,2	50-59			
	14	174,5	60-69			
1941	22	176,9	20-29	4	170,55	1941
	9	174,9	50-59	18	165,25	
	8	175,2	60-69	8	161,05	
1942	28	176,1	20-29	6	167,15	1942
	11	171,0	50-59	10	162,2	
	8	173,5	60-69	6	159,5	
1943	35	176,4	20-29	33	162,8	1943
	6	169,9	50-59	11	164,3	
	5	178,6	60-69	9	163,4	
1944	38	178,4	20-29	47	161,2	1944
	15	174,0	50-59	10	161,4	
	4	172,2	60-69	3	161,9	
1945	47	176,7	20-29	53	164,2	1945
	6	169,5	50-59	8	161,5	
	5	181,4	60-69	3	163,15	
1946	23	175,3	20-29	14	165,2	1946
	3	178,9	60-69	5	166,55	
1947	3	175,7	20-29			1947
	5	175,8	50-59			
	2	189,8	60-69			
1951	2	182,4	20-29	5	159,4	1951
	8	179,2	50-59	5	158,5	
1952	24	176,9	20-29			1952
	6	173,6	50-59			
1953	36	175,9	20-29	29	159,1	1953
	1	177,7	50-59	2	159,35	
1954	59	176,2	20-29	52	162,85	1954
	3	178,4	50-59	13	165,6	
1955	80	177,1	20-29	89	162,3	1955
	7	182,6	50-59	5	163,5	
1956	118	176,7	20-29	63	164,5	1956
	4	182,2	50-59	6	157,5	

Die Tabelle 4.2 zeigt die Körperhöhe von Probanden ein und desselben Geburtsjahrgangs zu verschiedenen Messzeitpunkten. Veränderungen der Körperhöhe durch säkulare Akzeleration sind daher nicht möglich. Die in der Tabelle ersichtlichen Körperhöhenzunahmen werden ausgeschlossen, da sie nur auf die Stichprobenszusammensetzung zurückzuführen sind. Bei den Männern ein und desselben Geburtsjahrganges treten Körperhöhenunterschiede zwischen der jüngsten Altersgruppe der 20- bis 29-Jährigen und der ältesten Altersgruppe der 60- bis 69-Jährigen von minimal 1,3 cm und maximal 6,9 cm auf. Im Durchschnitt liegt der Wert bei 3,9 cm. Das sind 61,9% des Unterschieds von 6,3 cm zwischen den heute Jungen und den heute Älteren im männlichen Geschlecht. Bei den Frauen liegt der Unterschied zwischen 1 cm und 9,5 cm. Es liegen nur drei Vergleichswerte der weiblichen Probanden vor, die eine Alters schrumpfung von 6 cm im Mittel ergeben. Da dieser Wert größer als die innerhalb der vorliegenden Studie gefundene Körperhöhendifferenz der jungen zu den älteren Frauen ist, muss davon ausgegangen werden, dass die stichprobenbedingten Verzerrungen zu stark sind, um eine Aussage zuzulassen.

Schaut man sich die Differenzen zwischen Altersgruppe 20 bis 29 Jahre und 50 bis 59 Jahre derselben Geburtsjahrgänge an, so liegen die Körperhöhen-differenzen zwischen 8 cm und 2 cm bei den Männern und zwischen 7 cm und 0,9 cm bei den Frauen. Im Mittel ergibt sich ein Körperhöhenunterschied von 4,8 cm bei den Männern und 4,2 cm bei den Frauen. Das entspricht 76,2% des Gesamtunterschieds der Altersgruppen der aktuellen Stichprobe bei den Männern und 70,8% bei den Frauen. Vernachlässigt wurde dabei weiterhin, dass die Bedingungen der körperlichen Arbeit und des Arbeitseintrittsalters für die Geburtszeiträume 1937 bis 1956 nicht dieselben waren, sondern durch die Umbrüche der maschinellen Arbeiterleichterung und der geringeren körperlichen Arbeit im Alter zwischen 14 und 18 Jahren geprägt waren.

Der Versuch der Separation von säkularer Akzeleration und ontogenetischen Veränderungen zeigt, wie diffizil die Einwirkungen von Umwelteinflüssen auf Individuen sind. Die dargestellten Werte sagen aus, dass ca. 60% bis knapp 80% des Körperhöhenunterschiedes auf individuelle Altersveränderungen zurückzuführen sind. Medizinische Erkenntnisse beschreiben den Wirbelsäulenlängenverlust durch die Dehydratation der Zwischenwirbelscheiben mit 2 cm bis 3 cm. Das deckt sich mit der Aussage Älterer in anthropometrischen Messungen zur Veränderung ihrer Körperhöhe. Allerdings bleibt zu berücksichtigen, dass auch die Degeneration der Zwischenwirbelscheiben ein sehr komplexer Prozess ist (KANG et al. 1997; PODICHETTY 2007; HADJIPAVLOU et al. 2008).

Daher muss davon ausgegangen werden, dass die Daten der Tabelle aufgrund der anfangs beschriebenen Fehlerquellen nicht berücksichtigt werden können.

Belegbare Aussagen über die biologischen Prozesse, die die Körpermaße beeinflussen, können nur aus großen Längsschnittuntersuchungen gezogen werden.

Für die Anwendung und Vorausberechnung von Körpermaßen zur Anwendung in ergonomischen Normen wäre die Trennung und Voraussage des Anteils der säkularen Akzeleration und der ontogenetischen Individualentwicklung ein sinnvolles Hilfsmittel die Aktualität von Normen, die den Menschen beschreiben, länger aufrecht zu erhalten.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die ergonomische Anpassung von Industrieprodukten aus der körpernahen Umwelt an den menschlichen Körper in seiner gesamten Variabilität erfordert anthropometrische Grundlagen. Benutzer von Produkten stellen oft klar definierte Zielgruppen dar. Lange Zeit wurde den ergonomischen Bedürfnissen von Menschen über 50 Jahren kaum Beachtung geschenkt. Einmal erhobene Maße Erwachsener sollten nach Möglichkeit den Bedürfnissen des gesamten Erwachsenenalters entsprechen. Da der Mensch auch im Erwachsenenalter körperlichen Veränderungen unterliegt, durch die seine ergonomischen Bedürfnisse und Ansprüche mitbestimmt werden, müssen Personen verschiedener Altersgruppen des Erwachsenenalters bei ergonomisch orientierten anthropologischen Untersuchungen zu etwa dem gleichen Zeitpunkt im sogenannten Querschnittsverfahren untersucht werden. Die vorliegende Arbeit beschreibt und analysiert die Körpermasse, 17 Längenmaße, 5 Skelettrobustizitätsmaße, 6 Korpulenzmaße, 3 Kopfmaße, 5 Handmaße, 3 Fußmaße, sowie 10 Beweglichkeitsmaße der Wirbelsäule, 8 Beweglichkeitsmaße der Hand, 2 Beweglichkeitsmaße des Beines und 7 Handkräfte von 295 Probanden der drei Altersgruppen 20 bis 29 Jahre, 50 bis 59 Jahre und 60 bis 69 Jahre. Die Untersuchungen wurden im Zeitraum von September 2006 bis April 2007 durchgeführt.

Ziel der Arbeit ist es, für den überwiegenden Teil der untersuchten körperlichen Merkmale erstmals für die deutsche Bevölkerung geschlechts- und altersspezifische Mittelwerte und Variabilitätsbereiche bis zu einem Alter von 69 Jahren und 12 Monaten zur Verfügung zu stellen. Das gilt insbesondere für die untersuchten Beweglichkeitsmaße und Handkräfte. Erstmals werden Korrelationen zwischen der Körperform, wie sie sich im Maßzusammenhang der unterschiedlichen Körperbautypen darstellt, der Gelenkbeweglichkeit und den Handkräften vorgestellt. Darüber hinaus wird durch den Vergleich der Ergebnisse der jungen und den beiden älteren Erwachsenengruppen untersucht, welche Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen bestehen. Im Hinblick auf die zeitliche Gültigkeit der aktuellen Untersuchungsergebnisse werden der Einfluss des säkularen Trends und der Einfluss der ontogenetischen Alternsprozesse auf Längenmaße und Korpulenzmaße diskutiert.

Die Arbeit zeigt auf, dass innerhalb der untersuchten Probanden eine große Variationsbreite in den Körpermaßen auftritt. Es lassen sich typische Altersunterschiede erkennen. Die statischen Körpermaße, insbesondere die Längenmaße, beschreiben einen Summationseffekt von Altersveränderungen im Verlauf der Ontogenese des Erwachsenenalters und säkularer Akzeleration, dem

Erreichen einer größeren durchschnittlichen Körperhöhe in der nächstfolgenden Generation. Die Älteren sind im Mittel kleiner, weisen jedoch größere Skelettrobustizitäts- und Korpulenzmaße auf.

Die dynamischen Maße weisen auf eine geringere Beweglichkeit der Wirbelsäule, teilweise auch der Hand hin. Die Handkräfte der Frauen werden mit zunehmendem Alter geringer, bei den Männern sind die Älteren kräftiger als die jungen Erwachsenen.

Schwierig gestaltet sich der Datenvergleich mit anderen Studien. Einerseits erfassen anthropometrische Studien oft nur einen Teilbereich der erwachsenen Bevölkerung, oder aber die Daten werden altersgemischt als Beschreibung der gesamten erwachsenen Bevölkerung erhoben. Andererseits war bisher unter dem Gesichtspunkt einer relativ frühzeitigen Beendigung des Berufslebens der Altersbereich 60 bis 69 Jahre für die Erfassung von Daten der gesunden Bevölkerung, aber auch für Untersuchungen mit geriatrischem Hintergrund nicht von Interesse,. Weiterhin können anthropometrische Daten unterschiedlicher Erhebungsjahre und verschiedener Regionen nicht bedingungslos miteinander verglichen werden. Die Datenlage in Deutschland zeigt, dass die vorhandenen anthropometrischen Daten, die in der DIN 44302-2 hinterlegt sind, vor über einer Generation erhoben wurden. Die vorliegende Arbeit zeigt, welchen Veränderungen Körpermaße in diesem Zeitraum unterliegen. Vor allem deuten die Ergebnisse auf einen gegenüber früheren Generationen verzögerten Beginn von körperlichen Alterserscheinungen hin, der im Hinblick auf die steigende Lebenserwartung der Bevölkerung eingehender untersucht werden sollte. Das bedeutet die Notwendigkeit der Erweiterung von Untersuchungen auf einen Altersbereich bis zu mindestens 80 Jahren. Die hier präsentierten Ergebnisse zeigen darüber hinaus Zusammenhänge auf, die bisher kaum untersucht wurden. Es sind nicht nur geschlechts- und altersspezifische Variabilitätsbereiche singulärer Körpermaße oder Körperkräfte von Bedeutung für eine Verbesserung der ergonomischen Eigenschaften von Produkten. Der Fokus weiterführender anthropologischer Studien für das Erwachsenenalter sollte vielmehr auf der Erfassung und Analyse des komplizierten multifaktoriellen Gefüges aus unterschiedlichen Körperdimensionen und Körperproportionen liegen, wie dies in der vorliegenden Arbeit durch die Einbeziehung körperlicher Wuchstendenzen innerhalb einer pyknomorph – leptomorphen Variationsreihe begonnen wurde.

LITERATURVERZEICHNIS

- ARBO, C. (1875). Sessionsundersøgelsernes og recruteringsstatistikens for videnskaben og staten: (Die Bedeutung von Rekrutierungsstatistiken für die Wissenschaft und den Staat). Christiania.
- BENNHOLDT-THOMSEN (1942). "Akzeleration und Kritik ihrer auslösenden Momente." Klin. Wochenschrift (865).
- BENNHOLDT-THOMSEN (1952). "Über das Akzelerationsproblem." Zeit. menschl. Vererb. und Konstitutionslehre (30).
- BERG, C., ROSENGREN, A., AIRES, N., LAPPAS, G., TOREN, K., THELLE, D., LISSNER, L. (2005). "Trends in overweight and obesity from 1985 to 2002 in Goteborg, West Sweden." Int J Obes (Lond) 29(8): 916-24.
- BILLY, G. (1980). Microevolution and Exogamy. Physical Anthropology of European Populations. SCHWIDETZKY, I. et al. The Hague, Paris, New York, Mouton Publishers; Mouton.
- BOLK, L. (1914). "Über die Körperlänge der Niederländer und deren Zunahme in den letzten Dezennien." Z. Morph. Anthrop. (18): 15-48.
- BOONE, D. C., AZEN, S. P. (1979). "Normal Range of Motion of Joints in Male Subjects." J Bone Joint Surg Am 61: 756-759.
- BRUINSMA, G. W. (1907). "Über die Körperlänge der Holländer." Milit. Geneeskunde Tijdschr.(11): 206-245.
- CONRAD, K. (1961). Der Konstitutionstypus. Seine genetische Grundlegung und praktische Anwendung. Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer.
- CONRAD, K. (1963). Der Konstitutionstypus. Seine genetische Grundlegung und praktische Anwendung. Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer Verlag.
- DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY (2000). Strength Data for design safety - Phase 1. London.
- DIN (2006). Ergonomie - Körpermaße des Menschen - Teil 2: Werte. Berlin, Beuth Verlag. DIN 33402-2.
- EIBEN, G., DEY, D. K., ROTHENBERG, E., STEEN, B., BJORKELUND, C., BENGTTSSON, C., LISSNER, L. (2005). "Obesity in 70-year-old Swedes: secular changes over 30 years." Int J Obes (Lond) 29(7): 810-7.
- EVERT, G. (1908). Herkunft und Körpergröße der deutschen Unteroffiziere und Soldaten.

- FERNANDEZ, J. E., KLEIN, M. G., GOODWIN, D. C. (1993). Range of Motion of the Wrist for Elementary School Children: A Comparative Study. Advances in Industrial Ergonomics and Safety V. NIESLEN, R., JORGENSEN, K. London, Taylor & Francis: 63-69.
- FISCHER, K. (1987). Körpermaße und säkulare Akzeleration im Gebiet der DDR von 1945 bis 1985: - eine Literaturstudie -. Dissertationsschrift. Medizinische Fakultät, Humboldt-Universität zu Berlin.
- FLÜGEL, B., GREIL, H., SOMMER, K. (1986). Anthropologischer Atlas: Alters- und Geschlechtsvariabilität des Menschen. Grundlagen und Daten. Frankfurt/Main, Edition Wötzel.
- FUSTER, V., JEREZ, A., ORTEGA, A. (1998). "Anthropometry and strength relationship: male-female differences." Anthropol Anz 56(1): 49-56.
- GREIL, H. (1972). Der Körperbau von Männern und Frauen aus der Deutschen Demokratischen Republik.: Konstitutionsbiologische Ergebnisse einer 1967 für die Bekleidungsindustrie durchgeführten Querschnittuntersuchung. Dissertationsschrift. Humboldt Universität zu Berlin.
- GREIL, H. (1987). Der Körperbau im Erwachsenenalter: DDR-repräsentative anthropologische Querschnittstudie 1982/1984. Habilitationsschrift. Humboldt-Universität zu Berlin.
- GREIL, H. (1997). "Ontogenetic Aspects of Sitting Posture." Coll Antropol. 21(2): 367-386.
- GREIL, H. (2001). Körpermaße 2000. Aktuelle Perzentilwerte der deutschen Bevölkerung im jungen Erwachsenenalter. Mensch-Technik-Umwelt. Forschungsforum Anthropologie. GREIL, H., SCHEFFLER, C. Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam.
- GREIL, H., SCHEFFLER, C. (2000). Bodily mobility, reaction and concentration in young and elderly adults. Current topics in physiological anthropology. SATO, M. et al. Zagreb, Anthropological Library - HAD: 13-18.
- GREIL, H., VOIGT, A., SCHEFFLER, C. (2008). Optimierung der ergonomischen Eigenschaften für ältere Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer – Anthropometrie. Dortmund/Berlin/Dresden, BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN.
- GRIMM, H. (1966). Grundriß der Konstitutionsbiologie und Anthropometrie. Berlin, VEB Verlag Volk und Gesundheit.
- HADJIPAVLOU, A. G., TZERMIADIANOS, M. N., BOGDUK, N., ZINDRICK, M. R. (2008). "The pathophysiology of disc degeneration: a critical review." J Bone Joint Surg Br 90(10): 1261-70.
- HAGER-ROSS, C., ROSBLAD, B. (2002). "Norms for grip strength in children aged 4-16 years." Acta Paediatr 91(6): 617-25.

- HANNESSON, G. (1925). Körpermasse und Körperproportionen der Isländer. Ein Beitrag zur Anthropologie Islands. (Beilage zum Jahrbuch der Universität Islands). Reykjavik, Fjelagsprentsmidjan.
- HARBECK, R. (1960). "Die Körpergröße 20jähriger Männer." Wehrdienst u. Gesundheit.(2).
- HEITMANN, B. L. (1999). "[Occurrence and development of overweight and obesity among adult Danes aged 30-60 years]." Ugeskr Laeger **161**(31): 4380-4.
- HEITMANN, B. L. (2000). "Ten-year trends in overweight and obesity among Danish men and women aged 30-60 years." Int J Obes Relat Metab Disord **24**(10): 1347-52.
- HOLMGREEN, J. (1952). "Die Längenzunahme schwedischer Männer und Frauen von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis 1930 und die individuelle Längenveränderung zwischen dem 26. und 70. Lebensjahr, gestützt auf Messungen an 46.000 Personen." Acta med. Scan. **142**(367).
- HÜPPI, A. (1933). Die Veränderung der Körpergröße der Stadt-landluzernischen Stellungspflichtigen in den Jahren 1897 bis 1922. Basel.
- HULTKRANTZ, J. V. (1927). Über die Zunahme der Körpergröße in Schweden in den Jahren 1840-1926. Nova acta regiae societatis scientiarum upsaliensis. Upsala.
- INNES, E. (1999). "Handgrip strength testing: A review of the literature." Australian Occupational Therapy Journal (46): 120-140.
- JÜRGENS, H. W. (1999). Körpermaße. Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien. BUNDESAMT FÜR WEHRTECHNIK UND BESCHAFFUNG. Koblenz. **Band 3 Teil B.**
- JÜRGENS, H. W. (2004). Erhebung anthropometrischer Maße zur Aktualisierung der DIN 33 402 - Teil 2. Bremerhaven, Wirtschaftsverlag für Neue Wissenschaft.
- KANG, J. D., STEFANOVIC-RACIC, M., MCINTYRE, L. A., GEORGESCU, H. I., EVANS, C. H. (1997). "Toward a biochemical understanding of human intervertebral disc degeneration and herniation. Contributions of nitric oxide, interleukins, prostaglandin E2, and matrix metalloproteinases." Spine **22**(10): 1065-73.
- KARK, M., RASMUSSEN, F. (2005). "Growing social inequalities in the occurrence of overweight and obesity among young men in Sweden." Scand J Public Health **33**(6): 472-7.
- KENNTNER, G. (1963). Die Veränderungen der Körpergröße des Menschen: Eine biogeographische Untersuchung. Dissertationsschrift. Karlsruhe, Universität des Saarlandes Saarbrücken.
- KNUßMANN, R. (1982). Der Mann, ein Fehlgriff der Natur. Hamburg, Gruner & Jahr.

- KNUSMANN, R. (1988). Anthropologie : Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen ; zugleich 4. Aufl. des Lehrbuchs der Anthropologie, begründet von Rudolf Martin. Stuttgart [u.a.], Fischer.
- KNUSSMANN, R. (1968). "Körperbautypologie als biometrische Aufgabe." Biometr. Z.(10): 199-218.
- KOCH, E. W. (1935a). "Die Längen- und Gewichtszunahme der Jugend in den beiden letzten Jahrzehnten, ihre Ursachen und Auswirkungen." Deutsche Medizinische Wochenschrift (4): 143-144.
- KOCH, E. W. (1935b). Über die Veränderungen des menschlichen Wachstums im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts: Ausmass, Ursache und Folgen für den Einzelnen und für den Staat. Leipzig, Barth-Verlag.
- KOCH, E. W. (1936). "Wachstumsbeschleunigung, Rekrutenlänge und Durchschnittslänge der Erwachsenen." Deutsche Medizinische Wochenschrift **11**(40).
- KOCH, E. W. (1938). "Wesen und Abschluss der Wachstumsveränderung. Stabilisierter Schnellwuchs beim Menschen." Deutsche Medizinische Wochenschrift (106).
- KOMLOS, J., BAUR, M. (2004). "From the tallest to (one of) the fattest: the enigmatic fate of the American population in the 20th century." From the tallest to (one of) the fattest: the enigmatic fate of the American population in the 20th century **2**(1): 57-74.
- KOMLOS, J., BREITFELDER, A. (2007). "Are Americans shorter (partly) because they are fatter? A comparison of US and Dutch children's height and BMI values." Annals of Human Biology **34**(6): 593-606.
- KOMLOS, J., LAUDERDALE, B. E. (2007). "The mysterious trend in American heights in the 20th century." Ann Hum Biol **34**(2): 206-15.
- KRETSCHMER, E. (1977). Körperbau und Charakter. Berlin-Heidelberg-New York, Springer Verlag.
- KÜCHMEISTER, G., HELBIG, K., JÜRGENS, H. W. (1990). Körpermaße 18-40jähriger Männer. BMVg - InSan I - 0385 - 6387. Bonn, Dokumentations- und Fachinformationszentrum der Bundeswehr (DOKFIZBw),. **BMVg-FBWM 90-10.**
- KUHLMAN, K. A. (1993). "Cervical range of motion in the elderly." Arch Phys Med Rehabil **74**(10): 1071-9.
- LAHTI-KOSKI, M. J., P.; PIETINEN, P. (2001). "Secular trends in body mass index by birth cohort in eastern Finland from 1972 to 1997." Int J Obes Relat Metab Disord. **25**(5): 727-734.

- LENZ, W. (1959). Ursachen des gesteigerten Wachstums der heutigen Jugend. Akzeleration und Ernährung. Gesellschaft für Ernährung. Darmstadt.
- MARTIN, R. (1928). Lehrbuch der Anthropologie. Jena, Gustav Fischer Verlag.
- MATHIOWETZ, V., KASHMAN, N., VOLLAND, G., WEBER, K., DOWE, M., ROGERS, S. (1985). "Grip and pinch strength: normative data for adults." Archives of physical medicine and rehabilitation **66**(2): 69-74.
- MIJSBERG, W. A. (1940). "Über das Anwachsen der Größe in den Niederlanden und die Möglichkeit seiner Erklärung durch genetische Veränderungen." Prov. Roy. Acad. Amsterdam (43): 567.
- MILLS, C. A. (1937). "Geographic and time variations in body growth and age at menarche." Hum Biol (9): 43-56.
- MILLS, C. A. (1950). "Temperature influence over human growth and development." Hum Biol (22): 71-74.
- NAGEL, K. (2001). Gruppenspezifische Anthropometrie in der ergonomischen Gestaltung. Mensch-Technik-Umwelt. Forschungsforum Anthropologie. GREIL, H., SCHEFFLER, C. Potsdam, Zentrum für Umweltwissenschaften. **10**: 54-61.
- NOOYENS, A. C., VISSCHER, T. L., VERSCHUREN, W. M., SCHUIT, A. J., BOSUIZEN, H. C., VAN MECHELEN, W., SEIDELL, J. C. (2008). "Age, period and cohort effects on body weight and body mass index in adults: The Doetinchem Cohort Study." Public Health Nutr: 1-9.
- PANASIUK, L., WADOWIAK, L., PAPRZYCKI, P., LUKAS, W. (2008). "Occurrence of overweight and obesity among adult rural population in Eastern Poland. Relationship between obesity and selected socio-economic factors." Ann Agric Environ Med **15**(1): 149-52.
- PHEASANT, S., HASLEGRAVE, C. M. (2006). Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work. Boca Raton, Fla., Taylor & Francis CRC.
- PODICHETTY, V. K. (2007). "The aging spine: the role of inflammatory mediators in intervertebral disc degeneration." Cell Mol Biol (Noisy-le-grand) **53**(5): 4-18.
- REBATO, E. (2007). The Secular Trend in Physical Anthropology. Essentials of Biological Anthropology. BLAHA, P. et al. Prag, The Karolinum Press: 260-270.
- REISSIG, M. (1985). "[Anamnestic conditions of adolescent twins in East Germany]." Arztl Jugendkd **76**(4): 207-14.
- SACHS, L. (1992). Angewandte Statistik. Berlin Heidelberg, Springer Verlag.
- SCHEFFLER, C. (2000). Körperbau, Bewegungsmöglichkeiten und Konzentrationsfähigkeit älterer Menschen. Schnittstelle Mensch – Umwelt in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. SCHULTZ, M. Göttingen, Cuvillier Verlag: 188-193.

- SCHEFFLER, C., VOIGT, A. (2008a). Physical mobility of the elderly – anthropometric data of static and dynamic measurements, and physiologic parameters under stress conditions. Ageing Related Problems in Past and Present Populations. BODSZÁR, É. B., SUSANNE, C. Budapest, Plantin Publ. & Press Ltd. **5**.
- SCHEFFLER, C., VOIGT, A. (2008b). Vergleich statischer und dynamischer Körpermaße von Jüngeren (20-29 Jahre) und Älteren (50-85 Jahre). Produktdesign für alle: FÜR JUNGE = FÜR ALTE? BGAG – INSTITUT FÜR ARBEIT UND GESUNDHEIT DER DEUTSCHEN GESETZLICHEN UNFALLVERSICHERUNG. Dresden, Medienhaus Lißner: 125-130.
- SCHMIDTKE, H., RÜHMANN, H. (1999). Körperkräfte. Handbuch der Ergonomie. BUNDESAMT FÜR WEHRTECHNIK UND BESCHAFFUNG. Koblenz. **Band 3 Teil B**.
- SHELDON, W. H. (1940). The Varieties of Human Physique. New York, Harper and Brothers.
- SOLGAARD, S., KRISTIANSEN, B., STEEN, J. J. (1984). "Evaluation of instruments for measuring grip strength." Acta Orthop Scand **55**: 569-572.
- SPAHN, V. (2006). Körperbau, Körperbautyp und industrieanthropologische Personentypologien bei jungen Erwachsenen. Diplomarbeit. Universität Potsdam.
- SPIRDUSO, W. W. (1995). Physical dimensions of aging. Champaign, Ill., Human Kinetics.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2007). Statistisches Jahrbuch 2007 für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden.
- STEENBEKKERS, L. P. (1998). Design-relevant characteristics of ageing users: backgrounds and guidelines for product innovation. Delft, Delft Univ. Pr.
- STRAASS, G. (1967). "Beitrag zur Phänomenologie und Kausalität der Akzeleration." Dtsch Gesundheitsw **22**(41): 1958-65.
- STRAASS, G., GROH, F., KIRSCH, I. (1967). "[Body height and some social facts concerning medical students in Berlin]." Sante Publique (Bucur) **8**(3): 305-14.
- STRÖMGREN, E. (1937). "Über anthropometrische Indices zur Unterscheidung von Körperbautypen." Z Neurol Psychiatrie(159): 75-81.
- SUNDER, M. (2008). "Shrinking due to Corpulence? BMI in childhood predicts subsequent linear growth among US children and youth, 1963-1970." Annals of Human Biology **35**(4): 432-438.
- TANNER, J. M. (1978). Growth at Adolescence. Oxford, Blackwell Science Ltd.
- THOGEIRSDOTTIR, H., STEINGRIMSDOTTIR, L., OLAFSSON, O., GUDNASON, V. (2005). "[Trends in overweight and obesity in 45-64 year old men and women in Reykjavik 1975-1994. 2001]." Laeknabladid **91**(1): 115-21.

- THORNGREN, K.-G., WERNER, C. O. (1979). "Normal Grip Strength." Acta Orthopaedica **50**(3): 255-259.
- TOBIAS, P. V. (1985). "The Negative Secular Trend." Journal of Human Evolution **14**: 347-356.
- TRIPPO, U. (2000). Körperbau, Körperzusammensetzung und Ernährungsgewohnheiten bei Erwachsenen in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht. Dissertationsschrift. Universität Potsdam.
- WARKENTIN, B. (1997). "Säkulare Akzeleration bei Entstehung der Kurzsichtigkeit." Deutsches Ärzteblatt **94**(49): A-3357-8.
- WINTER, K. (1964). "Die Akzeleration als Ausdruck der gesellschaftlich bedingten Wandlung der Biologie des Menschen." Z ärztl Fortb (58): 954-56

ANHANG

Im folgenden Anhang sind ergänzend zu den im Hauptteil bereits gezeigten Medianwerten die für die Anwendung der Ergebnisse in der Praxis wichtigen Perzentilwerte P5 und P95 für sämtliche untersuchten Merkmale ergänzend in tabellarischer Form dargestellt. Zusätzlich zu den Perzentilwerten werden zur Demonstration der Verteilung und der Variabilität der Messwerte das arithmetische Mittel (\bar{x}) und die Standardabweichung (s) angegeben. Die Signifikanz p der Unterschiede wird im Bezug auf die junge Vergleichsgruppe angegeben. Dabei kennzeichnet ein Sternchen (*) eine Signifikanz auf dem Niveau von 0,05, zwei Sternchen (**) eine Signifikanz auf dem Niveau von 0,01 und drei Sternchen (***) eine Signifikanz auf dem Niveau von 0,001.

Ein Sternchen (*) hinter der Maßbezeichnung zeigt an, dass dieses Körpermaß innerhalb der Stichprobe normalverteilt ist.

Tab. I Körpermasse

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Körpermasse (kg)												
	77,8	10,0	68,6	75,5	101,6	20-29		61,3	7,8	49,8	60,9	75,4
**	86,7	12,3	71,3	84,3	107,8	50-59	***	70,5	12,2	54,3	67,7	96,1
*	84,2	12,1	68,5	82,3	107,1	60-69	***	71,6	10,1	57,7	70,8	94,3

Tab. II Längenmaße des Oberkörpers, stehend

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Körperhöhe (cm)*												
	180,1	6,1	170,7	181,5	189,7	20-29		167,8	6,4	156,3	167,2	176,6
*	177,0	5,6	166,7	177,3	185,8	50-59	***	163,1	5,9	154,9	162,5	174,0
***	175,5	5,9	165,6	175,2	185,0	60-69	***	162,1	5,1	155,3	161,3	171,5
Augenhöhe (cm)												
	167,7	6,9	153,1	167,1	178,5	20-29		155,4	6,2	146,0	154,9	164,5
	165,7	5,4	155,5	166,1	174,8	50-59		152,7	5,9	144,9	152,5	162,4
**	163,4	5,6	153,2	162,5	171,5	60-69	**	151,9	4,7	144,3	151,6	159,6
Schulterhöhe, akromial (cm)*												
	147,3	5,8	137,9	147,9	154,7	20-29		136,2	6,2	127,1	135,3	146,1
	146,3	5,1	138,3	147,4	152,5	50-59		133,8	5,9	125,4	133,1	145,6
*	144,5	5,9	135,7	144,1	155,4	60-69	**	132,6	5,0	125,3	132,2	141,9
Ellbogenhöhe (cm)*												
	109,9	4,6	103,9	109,4	117,5	20-29		102,6	4,4	96,8	101,9	109,3
	109,3	4,5	102,3	109,2	116,1	50-59		100,5	4,7	93,8	99,4	109,4
*	107,7	4,6	101,3	107,7	115,3	60-69	***	99,2	3,5	94,6	98,4	106,1

Tab. III Längenmaße des Oberkörpers, sitzend

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Stammlänge (cm)*												
	93,2	3,5	86,6	93,6	98,8	20-29		88,1	3,4	81,9	89,1	92,2
*	91,5	2,7	87,5	91,3	95,7	50-59	***	85,3	3,2	80,4	84,8	91,8
*	91,4	3,1	86,3	91,3	96,1	60-69	***	84,7	2,4	81,0	84,6	88,5
Augenhöhe über Sitz (cm)*												
	80,7	3,3	75,3	81,1	98,8	20-29		76,7	3,2	71,9	77,0	80,2
	80,0	3,2	74,1	80,0	95,7	50-59	**	74,7	3,3	69,2	74,1	80,0
	79,7	3,0	74,3	79,6	96,1	60-69	***	74,6	2,2	71,1	74,7	77,7
Ellbogenhöhe, sitzend (cm)*												
	22,9	2,6	19,4	22,9	28,9	20-29		23,2	2,1	20,1	23,1	26,5
	23,6	3,0	19,4	23,8	29,9	50-59		22,6	3,0	18,2	22,5	27,2
	23,7	2,8	19,7	23,4	28,8	60-69	*	21,8	2,5	18,1	22,0	26,3

Tab. IV Längenmaße der oberen Extremität

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Armlänge, projektivisch (cm)*												
	79,7	3,9	72,9	80,3	85,0	20-29		71,9	3,8	65,8	72,2	78,4
	78,2	3,1	74,2	78,5	82,6	50-59	*	70,2	3,5	65,1	69,5	76,3
**	77,5	3,5	72,2	77,2	83,3	60-69	*	70,0	3,1	65,9	69,5	75,2
Armlänge, funktionell (cm)*												
	67,6	4,1	60,4	68,4	74,3	20-29		62,3	2,7	57,9	62,4	65,9
*	65,6	3,8	59,0	65,9	71,1	50-59	***	59,5	3,6	54,5	59,3	66,7
**	65,1	3,7	59,3	65,5	71,4	60-69	***	59,1	3,1	54,3	58,7	64,1
Oberarmlänge (cm)*												
	33,0	2,0	30,0	33,4	36,7	20-29		30,0	1,9	26,5	30,1	33,2
	32,9	2,2	29,7	33,0	36,5	50-59		29,6	1,9	26,0	29,5	32,7
	32,8	2,0	28,7	33,0	35,8	60-69		29,8	1,6	27,0	29,8	32,7
Unterarm-Hand-Länge (cm)*												
	47,8	2,3	43,0	48,0	51,1	20-29		43,4	1,7	40,5	43,6	45,9
	47,5	1,9	44,5	47,2	50,9	50-59	*	42,5	2,1	39,0	42,5	46,1
	47,1	2,1	43,8	47,1	50,6	60-69	**	42,2	1,7	39,3	42,2	45,4
Unterarmlänge, funktionell (cm)												
	41,5	2,5	36,3	41,8	44,5	20-29		37,6	1,7	35,0	37,7	40,4
	41,5	2,0	38,8	41,5	44,9	50-59		37,3	1,9	34,4	36,9	40,5
	41,0	1,9	37,5	41,1	44,6	60-69		37,2	1,6	34,5	37,2	39,7

Tab. V Längenmaße der unteren Extremität

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	p50	P95
Beinlänge, projektivisch (cm)												
	86,9	4,1	80,0	86,9	93,6	20-29		79,8	3,9	73,7	79,4	86,4
	85,5	4,4	77,9	84,7	92,3	50-59	*	77,9	3,8	71,9	77,6	84,6
**	84,1	4,2	77,3	83,7	91,1	60-69	**	77,4	3,9	71,2	77,5	84,7
Gesäß-Knie-Länge (cm)*												
	61,4	2,5	57,4	61,1	66,1	20-29		58,5	2,5	53,9	58,6	62,9
	62,0	3,1	58,3	61,0	68,1	50-59		58,7	2,7	54,2	58,8	62,7
	60,8	2,9	56,5	61,0	65,5	60-69		58,4	2,9	54,1	58,0	63,5
Gesäß-Kniekehlen-Länge (cm)*												
	51,1	2,5	47,9	51,3	56,2	20-29		49,3	2,2	46,3	49,5	51,8
	51,1	3,4	47,5	50,3	57,8	50-59		49,8	2,6	45,0	49,8	54,0
	50,1	2,7	45,8	50,1	54,3	60-69		49,3	2,8	44,7	49,5	54,7
Größe Kniehöhe, sitzend (cm)*												
	54,8	2,8	50,0	54,8	59,9	20-29		50,7	2,3	45,9	50,7	54,0
	54,6	2,8	49,6	54,7	59,6	50-59	*	49,6	2,4	45,7	49,3	54,0
	54,0	2,6	50,3	53,8	58,4	60-69	*	49,5	2,2	46,7	49,6	53,1
Unterschenkel-Fuß-Länge (cm)												
	48,4	2,4	44,4	48,8	52,6	20-29		44,1	2,5	40,0	43,7	48,2
	47,5	2,2	44,0	47,6	50,7	50-59	***	42,1	2,8	36,8	42,4	47,5
*	47,1	2,4	42,9	47,2	51,5	60-69	***	42,0	2,4	38,0	41,9	45,6

Tab. VI Skelettrobustizitätsmaße

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Ellenbogen-Ellenbogen-Breite (cm)*												
	48,7	3,4	44,3	47,8	54,9	20-29		41,0	2,8	36,7	41,0	46,0
**	51,9	4,8	45,2	51,8	59,0	50-59	***	46,3	5,0	40,0	44,0	54,7
*	51,0	5,2	45,0	49,9	60,3	60-69	***	46,6	4,9	40,5	45,5	57,0
Brustkorbbreite (cm)*												
	29,8	2,2	26,5	29,3	33,9	20-29		25,4	1,8	22,7	24,9	29,6
***	31,8	2,2	29,3	31,3	36,2	50-59	***	27,8	2,6	24,3	27,6	32,8
***	31,8	2,4	28,6	32,0	36,4	60-69	***	28,0	2,6	24,8	27,8	33,2
Brustkorbtiefe (cm)												
	20,2	2,6	16,3	20,2	25,9	20-29		18,2	1,8	16,3	17,7	21,6
***	23,9	2,9	20,0	23,4	28,7	50-59	***	21,0	3,0	16,8	20,6	26,5
***	24,4	2,7	20,7	24,3	28,5	60-69	***	21,8	3,0	18,1	20,6	28,0
Beckenbreite, bikristal (cm)*												
	29,1	1,6	26,5	29,2	31,2	20-29		28,0	1,5	25,3	27,8	29,9
*	30,2	2,5	26,4	30,0	34,5	50-59	***	29,6	2,2	26,4	29,6	33,4
***	30,6	2,1	26,6	30,6	33,7	60-69	***	30,6	3,0	26,5	30,4	36,0

Tab. VII Korpulenzmaße

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Schulterbreite, bideltoidal (cm)*												
	47,5	3,1	44,0	46,6	53,6	20-29		41,8	2,2	38,9	42,1	44,6
	48,0	2,8	44,7	47,4	53,4	50-59	***	43,7	3,2	38,8	43,5	48,9
	47,2	2,7	43,9	46,6	50,6	60-69	**	43,6	2,6	38,9	43,4	48,5
Tailenbreite (cm)*												
	29,3	2,9	25,9	28,3	35,2	20-29		25,7	3,3	21,2	25,6	33,7
***	32,9	3,5	28,4	32,6	39,8	50-59	***	29,6	4,0	24,5	28,6	36,6
***	32,5	3,0	27,8	32,5	37,4	60-69	***	30,5	3,5	25,3	30,2	36,9
Hüftbreite, größte (cm)*												
	34,8	1,5	33,0	34,4	37,8	20-29		34,8	1,7	32,0	35,0	37,8
**	36,0	2,0	33,1	35,9	39,3	50-59	***	36,8	2,4	33,4	36,8	41,0
*	35,7	2,0	32,3	35,5	39,0	60-69	***	37,2	2,8	33,4	37,0	43,0
Unterkörpersitztiefe												
	23,0	2,8	19,4	22,3	29,6	20-29		21,6	3,1	17,85	21,3	27,6
***	29,2	4,1	23,8	28,5	35,3	50-59	***	26,9	4,4	21,4	26,6	34,5
***	29,5	3,8	23,9	29,1	36,0	60-69	***	28,1	4,0	22,7	28,2	35,5
Körpersitzbreite, größte (cm)*												
	37,2	2,0	34,8	36,7	41,1	20-29		38,5	2,5	34,1	38,3	42,7
**	38,7	2,6	34,4	38,6	43,0	50-59	**	40,5	2,7	36,4	40,4	45,0
	38,1	2,7	33,3	37,9	42,2	60-69	***	41,0	3,3	35,5	40,9	47,7
Oberschenkeldicke, sitzend (cm)*												
	14,3	1,7	12,2	13,9	17,0	20-29		14,1	1,0	12,0	14,2	15,3
	14,4	1,5	12,2	14,4	16,4	50-59		14,3	1,5	11,9	14,2	17,0
	13,9	1,6	11,5	13,9	16,8	60-69		14,1	1,6	11,0	14,1	16,7

Tab. VIII Kopfmaße

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Kopfhöhe (cm)*												
	22,5	0,8	21,2	22,6	23,8	20-29		20,7	1,2	18,6	20,6	22,5
	22,3	1,0	20,7	22,3	24,1	50-59		20,5	1,1	18,6	20,5	22,1
	22,4	1,2	20,7	22,4	24,4	60-69		20,5	1,1	19,0	20,6	22,6
Kopflänge (cm)*												
	20,0	0,6	19,3	20,0	21,1	20-29		18,9	0,5	18,2	19,0	20,0
	19,8	0,7	18,7	19,7	20,8	50-59	**	18,6	0,6	17,5	18,6	19,5
**	19,7	0,6	18,7	19,7	20,6	60-69	**	18,4	0,7	17,1	18,3	19,6
Kopfbreite (cm)*												
	15,3	0,6	14,1	15,5	16,0	20-29		14,7	0,4	14,0	14,7	15,4
***	15,9	0,7	14,8	15,8	17,0	50-59	***	15,1	0,5	14,3	15,1	15,8
***	15,9	0,6	14,8	16,0	16,9	60-69	***	15,2	0,4	14,6	15,2	15,9

Tab. IX Handmaße

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Handlänge (cm)*												
	20,4	1,1	18,4	20,5	22,5	20-29		18,5	0,9	17,1	18,5	20,0
	20,5	1,0	18,7	20,6	22,2	50-59		18,6	1,0	17,2	18,6	20,1
	20,5	1,0	19,0	20,5	22,4	60-69		18,7	1,2	17,0	18,8	20,6
Handbreite (cm)												
	8,6	0,4	8,1	8,7	9,2	20-29		7,7	0,4	7,0	7,8	8,2
**	8,9	0,3	8,4	8,9	9,4	50-59		7,8	0,3	7,3	7,8	8,4
*	8,8	0,5	8,1	8,9	9,7	60-69		7,8	0,4	7,2	7,9	8,5
Mittelhanddicke, distal (cm)												
	3,1	0,3	2,7	3,1	3,6	20-29		2,6	0,3	2,3	2,6	3,4
*	3,3	0,5	2,8	3,3	3,9	50-59		2,7	0,3	2,4	2,7	3,1
**	3,3	0,4	2,8	3,3	3,9	60-69	*	2,8	0,3	2,4	2,8	3,3
Daumengelenkbreite (cm)*												
	2,1	0,1	2,0	2,1	2,4	20-29		1,9	0,1	1,7	1,8	2,1
***	2,3	0,2	2,1	2,3	2,6	50-59	**	1,9	0,1	1,7	2,0	2,2
***	2,4	0,2	2,2	2,3	2,7	60-69	***	2,0	0,1	1,8	2,0	2,2
Zeigefingergelenkbreite (cm)*												
	1,7	0,1	1,6	1,7	2,0	20-29		1,5	0,1	1,4	1,5	1,6
***	1,9	0,1	1,7	1,9	2,0	50-59	***	1,6	0,1	1,5	1,6	1,9
***	1,9	0,2	1,8	1,9	2,2	60-69	***	1,7	0,1	1,5	1,7	1,9

Tab. X Fußmaße

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Fußlänge (cm)*												
	26,8	1,5	23,7	26,7	29,8	20-29		24,1	1,2	21,8	24,2	25,8
	27,0	1,0	25,7	26,7	28,2	50-59		24,1	1,2	22,2	23,9	26,3
	26,5	1,3	24,1	26,6	28,6	60-69		24,3	0,8	23,1	24,1	25,7
Fußbreite, projektivisch (cm)												
	9,9	0,7	8,8	9,9	10,9	20-29		9,0	0,5	8,3	9,1	9,9
	10,2	0,7	9,4	10,1	11,2	50-59	*	9,3	0,5	8,6	9,3	10,2
	10,1	0,6	9,3	10,1	10,9	60-69		9,3	0,6	8,3	9,3	10,1
Fußhöhe (cm)*												
	7,6	1,0	5,6	7,7	8,6	20-29		6,6	0,6	5,4	6,6	7,8
	7,8	0,6	6,7	7,9	8,7	50-59		6,8	0,8	5,8	6,9	8,2
	7,6	0,7	6,4	7,6	8,8	60-69		6,8	0,7	5,5	6,8	8,0

Tab. XI Wirbelsäulenbeweglichkeit

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	p5	P50	p95	p50	p	\bar{x}	s	p5	p50	p95
Seitneigung des Kopfes nach rechts (°)*												
	47,0	11,3	30	49	61	20-29		46,6	8,5	33	46	59
***	36,9	9,6	22	35	50	50-59	***	35,6	9,3	22	38	49
***	34,1	9,1	20	34	49	60-69	***	33,8	9,9	18	35,5	55
Seitneigung des Kopfes nach links (°)*												
	47,8	9,9	33	47	69	20-29		48,7	8,5	36	50	64
**	39,9	11,4	23	41	59	50-59	***	37,3	10,7	20	36	55
***	32,9	11,1	14	32	52	60-69	***	34,1	11,7	13	34	56
Kopfstreckung (°)*												
	71,0	10,8	50	71	86	20-29		74,8	16,6	45	74	101
***	58,5	15,2	32	59	84	50-59	***	60,0	13,1	42	62	82
***	59,0	13,3	36	62,5	77	60-69	***	56,5	14,5	32	57,5	75
Kopfbeugung (°)												
	66,4	12,5	52	69	82	20-29		63,3	11,9	42	64	78
***	53,0	11,5	38	53,5	66	50-59	**	55,3	11,5	35	54,5	75
***	53,8	9,7	40	51	70	60-69	*	56,4	11,5	37	58,5	70
Kopffrotation nach rechts (°)*												
	77,1	14,0	54	80	105	20-29		76,3	11,1	64	76	95
***	63,5	12,6	45	65	85	50-59	***	63,9	13,0	43	68	82
***	64,7	12,0	44	66	84	60-69	***	60,8	12,1	40	62	79
Kopffrotation nach links (°)												
	76,4	16,0	54	78	106	20-29		76,3	14,2	54	72	98
***	60,8	15,1	40	60,5	84	50-59	***	65,6	13,0	44	68	89
***	61,4	12,1	42	62	78	60-69	***	61,0	14,5	42	60	81
Kopf- und Oberkörperrotation nach rechts (°)*												
	118,7	18,5	94	122	145	20-29		112,8	14,5	90	119	134
***	101,7	19,6	73	104	130	50-59	***	97,4	14,5	78	97	120
***	95,2	18,6	72	93,5	128	60-69	***	92,4	16,7	65	96	112
Kopf- und Oberkörperrotation nach links (°)*												
	110,8	16,5	79	115	130	20-29		116,8	14,3	92	120	138
***	95,3	19,6	58	96	118	50-59	***	97,1	15,5	67	100	118
***	91,9	15,0	68	91	115	60-69	***	89,5	19,3	55	92	115

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	p5	P50	p95	p50	p	\bar{x}	s	p5	p50	p95
Reichweite, seitlich unten gebeugt (cm)												
	5,6	4,6	0,0	4,3	13,0	20-29		4,2	4,3	-3,7	4,1	9,8
	8,5	6,5	-0,5	8,7	15,5	50-59	*	7,0	5,8	-2,4	7,3	15,2
**	9,1	6,3	-1,8	9,4	19,6	60-69	*	6,8	6,1	-3,0	7,8	15,8
Reichweite vorn in Höhe Fußauflagefläche (cm)*												
	62,5	12,5	36,9	65,8	76,1	20-29		62,7	8,5	45,1	64,0	75,2
	60,0	15,4	34,0	64,8	75,8	50-59	***	51,4	13,0	26,3	55,5	66,4
	56,0	16,8	23,2	59,5	74,0	60-69	***	55,1	8,2	40,6	56,4	69,6
Beweglichkeitsindex												
	1,3	0,3	0,8	1,4	1,6	20-29		1,4	0,2	1,0	1,4	1,8
	1,3	0,3	0,7	1,3	1,6	50-59	***	1,2	0,3	0,6	1,3	1,6
	1,2	0,4	0,2	1,3	1,6	60-69	*	1,3	0,3	0,9	1,3	1,8

Tab. XII Handbeweglichkeit

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	p5	P50	p95	p50	p	\bar{x}	s	p5	p50	p95
Supination, maximal (°)*												
	185,0	28,1	143	190	225	20-29		198,5	26,2	158	198	245
	181,9	27,0	144	182	224	50-59	*	184,5	27,2	137	186	220
	186,4	34,8	138	182	248	60-69	*	182,1	37,2	124	186	240
Pronation, maximal (°)*												
	47,4	17,6	23	42	75	20-29		43,5	18,7	17	46	68
	41,9	19,3	19	38	80	50-59	*	33,7	16,0	11	34	60
***	31,3	12,1	10	30	50	60-69	**	30,8	15,6	7	30	60
Palmarflexion, maximal (°)												
	77,0	7,7	67	76	94	20-29		76,6	11,0	60	76	90
***	68,0	10,0	53	67	82	50-59	**	70,0	8,9	58	72	84
***	67,3	10,5	52	67	88	60-69	***	67,3	11,8	47	68	88
Volarextension, maximal (°)												
	60,9	10,3	42	59	75	20-29		66,3	13,2	50	66	85
***	49,1	13,3	26	51	65	50-59		61,0	11,8	40	63	78
**	51,1	14,9	20	52	73	60-69	*	58,1	13,1	32	60	76
Radialabduktion, maximal (°)*												
	25,0	8,3	15	23	43	20-29		26,7	7,8	16	26	40
	24,6	7,8	13	24	40	50-59		24,7	6,6	16	24	35
	24,4	6,6	13	25	35	60-69		25,1	8,1	13	24	40
Ulnarabduktion, maximal (°)*												
	47,3	9,0	32	47	62	20-29		48,5	9,3	34	47	62
	45,3	8,9	31	46	57	50-59		48,2	7,9	38	48	61
	44,6	10,0	28	44	61	60-69		46,5	9,5	24	47	62
Greifdurchmesser, großer (cm)*												
	4,6	0,4	4,1	4,5	5,1	20-29		4,1	0,3	3,6	4,1	4,5
	4,4	0,4	3,8	4,4	5,0	50-59		4,0	0,3	3,5	4,0	4,5
***	4,2	0,3	3,7	4,3	4,7	60-69	**	3,9	0,3	3,45	3,9	4,4
Kreisförmige Durchgreifgröße (cm)												
	7,5	0,4	7,0	7,5	8,5	20-29		6,4	0,3	6,0	6,5	7,0
***	8,0	0,5	7,5	8,0	8,5	50-59	***	6,8	0,4	6,0	7,0	7,5
***	8,0	0,6	7,0	8,0	9,0	60-69	***	6,9	0,4	6,5	7,0	7,5

Tab. XIII Handkräfte

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Handschlusskraft, rechts (bar)*												
	0,9	0,2	0,6	0,9	1,2	20-29		0,6	0,1	0,4	0,6	0,9
	0,8	0,2	0,6	0,8	1,1	50-59		0,5	0,1	0,4	0,5	0,7
	0,8	0,2	0,5	0,8	1,0	60-69		0,5	0,1	0,3	0,5	0,6
Daumendruckkraft, rechts (bar)*												
	0,87	0,18	0,63	0,5	1,21	20-29		0,61	0,13	0,42	0,4	0,85
	0,83	0,19	0,60	0,5	1,10	50-59		0,53	0,10	0,40	0,3	0,73
	0,75	0,16	0,45	0,5	0,98	60-69		0,47	0,11	0,27	0,3	0,62
Zeigefingerdruckkraft, rechts (bar)*												
	0,43	0,11	0,15	0,4	0,56	20-29		0,33	0,10	0,19	0,3	0,48
*	0,48	0,12	0,21	0,5	0,63	50-59		0,35	0,11	0,12	0,4	0,48
	0,51	0,09	0,39	0,5	0,65	60-69		0,33	0,11	0,14	0,4	0,48
Drehkraft, rechts, horizontal Ø 85 mm (Nm)*												
	7,4	2,3	4,0	7,7	11,2	20-29		6,0	1,6	3,8	6,0	8,3
**	9,4	3,1	4,7	9,2	14,5	50-59		6,4	2,0	3,3	6,2	10,1
	9,0	3,0	4,3	9,1	14,1	60-69		5,1	1,7	2,3	4,9	8,4
Drehkraft, rechts, vertikal Ø 85 mm (Nm)*												
	7,8	2,3	3,7	7,6	12,1	20-29		6,1	1,6	4,1	5,8	8,3
*	9,4	3,1	4,9	9,2	14,7	50-59		6,0	1,6	3,5	5,8	8,9
	8,5	2,6	4,2	8,5	12,6	60-69		4,9	1,6	2,2	4,6	8,1
Drehkraft, rechts, horizontal Ø 31 mm (Nm)*												
	0,7	0,4	0,4	0,7	1,4	20-29		0,5	0,2	0,3	0,7	0,9
	0,8	0,4	0,4	1,0	1,3	50-59		0,5	0,2	0,2	0,6	0,8
	0,7	0,3	0,3	0,8	1,4	60-69		0,4	0,2	0,2	0,5	0,7
Drehkraft, rechts, vertikal Ø 31 mm (Nm)												
	0,8	0,4	0,4	0,7	1,6	20-29		0,7	0,3	0,2	0,7	1,1
**	1,1	0,5	0,5	1,0	2,0	50-59		0,7	0,3	0,2	0,6	1,1
	1,0	0,5	0,4	0,8	1,9	60-69		0,5	0,2	0,2	0,5	0,8

Tab. XIV Beinbeweglichkeit

MÄNNER						Alter (Jahre)	FRAUEN					
p	\bar{x}	s	P5	P50	P95	p50	p	\bar{x}	s	P5	P50	P95
Fußreichweite, sitzend (cm)*												
	104,7	4,7	98,9	105,0	113,2	20-29		99,2	4,4	92,2	99,4	106,4
	103,9	6,8	92,4	103,5	115,5	50-59		98,2	4,4	91,2	98,2	106,3
	102,4	5,8	93,1	102,1	112,6	60-69		97,6	4,7	90,6	98,0	106,4
Kniegelenkwinkel (°)*												
	154,8	6,1	142	156	162	20-29		165,5	6,6	156	166	174
	157,9	8,8	140	160	170	50-59		164,7	6,5	156	165	176
*	159,2	8,6	143	158	171	60-69		165,1	7,7	148	166	175

Tab. XV Korrelationsmatrix der statischen Körpermaße der Männer aller Altersgruppen (Teil a)

	kph	auh	sha	ebh	stl	auhs	ebhs	bip	gkl	gkkl	knh	usfl	alp	aif	oal	uahdl	ualf
kph	1,000	,983(**)	,944(**)	,887(**)	,721(**)	,591(**)	0,140	,878(**)	,704(**)	,604(**)	,808(**)	,812(**)	,773(**)	,741(**)	,591(**)	,761(**)	,658(**)
auh	,983(**)	1,000	,941(**)	,890(**)	,671(**)	,648(**)	0,153	,882(**)	,730(**)	,621(**)	,819(**)	,798(**)	,782(**)	,719(**)	,591(**)	,758(**)	,650(**)
sha	,944(**)	,941(**)	1,000	,929(**)	,603(**)	,483(**)	,187(*)	,884(**)	,740(**)	,629(**)	,819(**)	,772(**)	,800(**)	,700(**)	,641(**)	,770(**)	,665(**)
ebh	,887(**)	,890(**)	,929(**)	1,000	,613(**)	,529(**)	,396(**)	,801(**)	,719(**)	,627(**)	,749(**)	,685(**)	,594(**)	,548(**)	,492(**)	,652(**)	,578(**)
stl	,721(**)	,671(**)	,603(**)	,613(**)	1,000	,883(**)	,557(**)	,339(**)	,272(**)	,193(*)	,379(**)	,422(**)	,423(**)	,419(**)	,324(**)	,391(**)	,300(**)
auhs	,591(**)	,648(**)	,483(**)	,529(**)	,883(**)	1,000	,604(**)	,233(**)	,200(*)	0,102	,294(**)	,340(**)	,285(**)	,284(**)	,208(*)	,300(**)	0,147
ebhs	0,140	0,153	,187(*)	,396(**)	,557(**)	,604(**)	1,000	-,174(*)	-0,019	-0,043	-0,074	-0,114	-0,169	-,180(*)	-0,094	-0,106	-0,099
bip	,878(**)	,882(**)	,884(**)	,801(**)	,339(**)	,233(**)	-,174(*)	1,000	,790(**)	,696(**)	,859(**)	,840(**)	,775(**)	,727(**)	,608(**)	,791(**)	,713(**)
gkl	,704(**)	,730(**)	,740(**)	,719(**)	,272(**)	,200(*)	-0,019	,790(**)	1,000	,837(**)	,732(**)	,614(**)	,589(**)	,486(**)	,539(**)	,590(**)	,536(**)
gkkl	,604(**)	,621(**)	,629(**)	,627(**)	,193(*)	0,102	-0,043	,696(**)	,837(**)	1,000	,608(**)	,526(**)	,469(**)	,447(**)	,435(**)	,501(**)	,491(**)
knh	,808(**)	,819(**)	,819(**)	,749(**)	,379(**)	,294(**)	-0,074	,859(**)	,732(**)	,608(**)	1,000	,845(**)	,688(**)	,700(**)	,645(**)	,779(**)	,679(**)
usfl	,812(**)	,798(**)	,772(**)	,685(**)	,422(**)	,340(**)	-0,114	,840(**)	,614(**)	,526(**)	,845(**)	1,000	,683(**)	,727(**)	,546(**)	,737(**)	,662(**)
alp	,773(**)	,782(**)	,800(**)	,594(**)	,423(**)	,285(**)	-0,169	,775(**)	,469(**)	,447(**)	,688(**)	,683(**)	1,000	,791(**)	,668(**)	,811(**)	,685(**)
aif	,741(**)	,719(**)	,700(**)	,548(**)	,419(**)	,284(**)	-,180(*)	,727(**)	,486(**)	,447(**)	,700(**)	,727(**)	,791(**)	1,000	,598(**)	,834(**)	,724(**)
oal	,591(**)	,591(**)	,641(**)	,492(**)	,324(**)	,208(*)	-0,094	,608(**)	,539(**)	,435(**)	,645(**)	,546(**)	,668(**)	,598(**)	1,000	,584(**)	,485(**)
uahdl	,761(**)	,758(**)	,770(**)	,652(**)	,391(**)	,300(**)	-0,106	,791(**)	,590(**)	,501(**)	,779(**)	,737(**)	,811(**)	,834(**)	,584(**)	1,000	,785(**)
ualf	,658(**)	,650(**)	,665(**)	,578(**)	,300(**)	0,147	-0,099	,713(**)	,536(**)	,491(**)	,679(**)	,662(**)	,685(**)	,724(**)	,485(**)	,785(**)	1,000
ebebb	0,072	0,105	,186(*)	,195(*)	0,014	0,017	0,139	0,134	,313(**)	0,159	,203(*)	0,003	0,100	-0,026	,172(*)	,209(*)	0,065
bkb	0,062	0,103	0,155	0,134	0,095	0,079	,173(*)	0,048	,269(**)	0,116	0,160	-0,040	0,126	0,017	,249(**)	,170(*)	0,120
bkt	-0,076	-0,023	0,056	0,064	-0,101	-0,092	0,098	-0,001	,231(**)	0,059	,173(*)	-0,091	-0,034	-0,126	,209(*)	0,041	0,026
beb	0,159	0,163	,215(*)	0,138	0,098	0,073	0,041	0,138	,253(**)	0,165	,185(*)	0,090	,235(**)	0,096	,258(**)	,220(**)	0,079
sbd	0,141	0,110	0,150	0,157	0,142	0,104	0,093	0,149	,237(**)	0,169	,268(**)	0,071	0,116	0,059	,166(*)	,212(*)	0,118
tb	0,064	0,129	,186(*)	,200(*)	-0,002	-0,005	0,114	0,122	,375(**)	,221(*)	,282(**)	0,021	0,095	-0,056	,271(**)	0,140	0,125
hueb	,255(**)	,325(**)	,346(**)	,323(**)	,266(**)	,217(**)	,231(**)	,168(*)	,393(**)	,228(**)	,279(**)	0,083	,318(**)	0,136	,262(**)	,293(**)	,260(**)
ksb	,273(**)	,320(**)	,347(**)	,364(**)	,217(*)	,182(*)	,218(*)	,251(**)	,473(**)	,308(**)	,346(**)	0,136	,251(**)	0,118	,234(**)	,309(**)	,300(**)
ukts	-0,095	-0,007	0,029	0,095	-0,091	-0,010	,229(**)	-0,051	,193(*)	0,053	0,096	-0,123	-0,107	-,195(*)	0,082	0,004	0,042
osd	,187(*)	,205(*)	,257(**)	,287(**)	0,165	,169(*)	,222(**)	0,147	,409(**)	,301(**)	,323(**)	0,033	0,143	0,037	0,166	0,149	0,093
koh	,198(*)	,201(*)	,204(*)	,212(*)	,239(**)	,191(*)	,231(**)	0,105	0,160	0,071	,239(**)	0,098	0,151	0,075	0,104	,258(**)	,178(*)
kol	,271(**)	,262(**)	,231(**)	,189(*)	,412(**)	,382(**)	,184(*)	0,097	0,025	0,041	0,083	0,163	,211(*)	0,134	0,029	,176(*)	0,150
kob	-0,060	-0,028	0,023	0,060	-0,056	-0,025	,246(**)	-0,044	0,153	0,034	-0,018	-0,126	-0,076	-0,130	0,068	0,003	-0,049
hdl	,464(**)	,490(**)	,491(**)	,385(**)	,230(**)	,213(*)	-0,090	,491(**)	,334(**)	,318(**)	,502(**)	,491(**)	,582(**)	,622(**)	,386(**)	,737(**)	,568(**)
hdb	,274(**)	,342(**)	,328(**)	,300(**)	,214(*)	,211(*)	0,153	,240(**)	,282(**)	0,164	,292(**)	,195(*)	,276(**)	,270(**)	,177(*)	,344(**)	,293(**)
mhdd	0,019	0,017	0,012	0,051	0,148	,201(*)	,181(*)	-0,070	0,052	0,039	0,064	-0,032	-0,039	-0,041	0,076	0,057	-0,084
gb	-0,049	-0,025	0,041	0,042	-0,038	0,019	,177(*)	-0,030	0,122	0,030	0,063	-0,019	-0,034	-0,001	0,054	0,107	0,084
zfgb	-0,078	-0,027	0,013	0,034	0,007	0,107	,255(**)	-0,098	0,042	-0,031	0,033	-0,035	-0,061	-0,024	0,041	0,055	0,003
fl	,617(**)	,669(**)	,634(**)	,600(**)	,366(**)	,333(**)	0,085	,591(**)	,530(**)	,419(**)	,680(**)	,608(**)	,525(**)	,534(**)	,405(**)	,642(**)	,577(**)
fbp	,301(**)	,386(**)	,354(**)	,390(**)	,203(*)	,248(**)	,241(**)	,263(**)	,336(**)	,236(**)	,369(**)	,218(**)	,211(*)	,210(*)	0,150	,333(**)	,308(**)
fh	,385(**)	,399(**)	,391(**)	,378(**)	,336(**)	,316(**)	0,135	,281(**)	0,153	0,132	,292(**)	,238(**)	,296(**)	,234(**)	0,151	,312(**)	,174(*)
km	,282(**)	,313(**)	,372(**)	,384(**)	,189(*)	,175(*)	,213(*)	,287(**)	,508(**)	,348(**)	,401(**)	0,152	,261(**)	0,121	,345(**)	,345(**)	,275(**)

Tab. XV Korrelationsmatrix der statischen Körpermaße der Männer aller Altersgruppen (Teil b)

	ebeb	bkb	bkt	beb	sbd	tb	hueb	ksb	ukts	osd	koh	kol	kob	hdl	hdb	mhd	dgb	zfgb	fl	fbp	fh	km
kph	0,072	0,062	-0,076	0,159	0,141	0,064	,255(**)	,273(**)	-0,095	,187(*)	,198(*)	,271(**)	-0,060	,464(**)	,274(**)	0,019	-0,049	-0,078	,617(**)	,301(**)	,385(**)	,282(**)
auh	0,105	0,103	-0,023	0,163	0,110	0,129	,325(**)	,320(**)	-0,007	,205(*)	,201(*)	,262(**)	-0,028	,490(**)	,342(**)	0,017	-0,025	-0,027	,689(**)	,386(**)	,399(**)	,313(**)
sha	,186(*)	0,155	0,056	,215(*)	0,150	,186(*)	,346(**)	,347(**)	0,029	,257(**)	,204(*)	,231(**)	0,023	,491(**)	,328(**)	0,012	0,041	0,013	,634(**)	,354(**)	,391(**)	,372(**)
ebh	,195(*)	0,134	0,064	0,138	0,157	,200(*)	,323(**)	,364(**)	0,095	,287(**)	,212(*)	,189(*)	0,060	,385(**)	,300(**)	0,051	0,042	0,034	,600(**)	,390(**)	,378(**)	,384(**)
stl	0,014	0,095	-0,101	0,098	0,142	-0,002	,266(**)	,217(*)	-0,091	0,165	,239(**)	,412(**)	-0,056	,230(**)	,214(*)	0,148	-0,038	0,007	,366(**)	,203(*)	,336(**)	,189(*)
auhs	0,017	0,079	-0,092	0,073	0,104	-0,005	,217(**)	,182(*)	-0,010	,169(*)	,191(*)	,382(**)	-0,025	,213(*)	,211(*)	,201(*)	0,019	0,107	,333(**)	,248(**)	,316(**)	,175(*)
ebhs	0,139	,173(*)	0,098	0,041	0,093	0,114	,231(**)	,218(*)	,229(**)	,222(**)	,231(**)	,184(*)	-0,090	,491(**)	,240(**)	-0,070	-0,030	,255(**)	0,085	,241(**)	,281(**)	,213(*)
blp	0,134	0,048	-0,001	0,138	0,149	0,122	,168(*)	,251(**)	-0,051	0,147	0,105	,246(**)	-0,044	,491(**)	,240(**)	0,052	0,122	0,042	,530(**)	,263(**)	,281(**)	,287(**)
gkl	,313(**)	,269(**)	,231(**)	,253(**)	,237(**)	,375(**)	,393(**)	,473(**)	,193(*)	,409(**)	0,160	0,025	0,153	,334(**)	,282(**)	0,052	0,122	0,042	,530(**)	,336(**)	0,153	,508(**)
gkkl	0,159	0,116	0,059	0,165	0,169	,221(*)	,228(**)	,308(**)	0,053	,301(**)	0,071	0,041	0,034	,318(**)	0,164	0,039	0,030	-0,031	,419(**)	,236(**)	0,132	,348(**)
knh	,203(*)	0,160	,173(*)	,185(*)	,268(**)	,282(**)	,279(**)	,346(**)	0,096	,323(**)	,239(**)	0,083	-0,018	,502(**)	,292(**)	0,064	0,063	0,033	,680(**)	,369(**)	,292(**)	,401(**)
usfl	0,003	-0,040	-0,091	0,090	0,071	0,021	0,083	0,136	-0,123	0,033	0,098	0,163	-0,126	,491(**)	,195(*)	-0,032	-0,019	-0,035	,608(**)	,218(**)	,238(**)	0,152
alp	0,100	0,126	-0,034	,235(**)	0,116	0,095	,318(**)	,251(**)	-0,107	0,143	0,151	,211(*)	-0,076	,582(**)	,276(**)	-0,039	-0,034	-0,061	,525(**)	,211(*)	,296(**)	,261(**)
aif	-0,026	0,017	-0,126	0,096	0,059	-0,056	0,136	0,118	-0,195(*)	0,037	0,075	0,134	-0,130	,622(**)	,270(**)	-0,041	-0,001	-0,024	,534(**)	,210(*)	,234(**)	0,121
oal	,172(*)	,249(**)	,209(*)	,258(**)	,166(*)	,271(**)	,262(**)	,234(**)	0,082	0,166	0,104	0,029	0,068	,386(**)	,177(*)	0,076	0,054	0,041	,405(**)	0,150	0,151	,345(**)
uahdl	,209(*)	,170(*)	0,041	,220(**)	,212(*)	0,140	,293(**)	,309(**)	0,004	0,149	,258(**)	,176(*)	0,003	,737(**)	,344(**)	0,057	0,107	0,055	,642(**)	,333(**)	,312(**)	,345(**)
ualf	0,065	0,120	0,026	0,079	0,118	0,125	,260(**)	,300(**)	0,042	0,093	,178(*)	0,150	-0,049	,568(**)	,293(**)	-0,084	0,084	0,003	,577(**)	,308(**)	,174(*)	,275(**)
ebeb	1,000	,700(**)	,692(**)	,463(**)	,627(**)	,770(**)	,561(**)	,657(**)	,671(**)	,496(**)	,452(**)	0,146	,363(**)	0,154	,369(**)	,313(**)	,373(**)	,389(**)	,181(*)	,274(**)	0,111	,808(**)
bkb	,700(**)	1,000	,672(**)	,493(**)	,590(**)	,724(**)	,604(**)	,650(**)	,635(**)	,448(**)	,344(**)	,197(*)	,399(**)	0,122	,413(**)	,345(**)	,366(**)	,403(**)	,174(*)	,305(**)	0,060	,767(**)
bkt	,692(**)	,672(**)	1,000	,400(**)	,484(**)	,795(**)	,501(**)	,600(**)	,768(**)	,413(**)	,251(**)	-0,048	,367(**)	-0,041	,285(**)	,301(**)	,426(**)	,438(**)	0,142	,260(**)	-0,044	,764(**)
beb	,463(**)	,493(**)	,400(**)	1,000	,327(**)	,519(**)	,447(**)	,470(**)	,500(**)	,237(**)	,221(**)	,166(*)	,365(**)	0,147	,213(*)	,250(**)	,197(*)	,195(*)	,166(*)	,169(*)	,200(*)	,511(**)
sbd	,627(**)	,590(**)	,484(**)	,327(**)	1,000	,571(**)	,430(**)	,521(**)	,424(**)	,473(**)	,352(**)	,172(*)	0,145	0,105	,261(**)	,271(**)	,195(*)	0,166	,233(**)	,253(**)	,187(*)	,687(**)
tb	,770(**)	,724(**)	,795(**)	,519(**)	,571(**)	1,000	,664(**)	,759(**)	,741(**)	,566(**)	,300(**)	0,067	,387(**)	0,107	,363(**)	,313(**)	,388(**)	,400(**)	,255(**)	,319(**)	0,130	,865(**)
hueb	,561(**)	,604(**)	,501(**)	,447(**)	,430(**)	,664(**)	1,000	,808(**)	,485(**)	,505(**)	,310(**)	0,082	,293(**)	,194(*)	,394(**)	,271(**)	,330(**)	,286(**)	,330(**)	,423(**)	,212(*)	,732(**)
ksb	,657(**)	,650(**)	,600(**)	,470(**)	,521(**)	,759(**)	,808(**)	1,000	,642(**)	,571(**)	,282(**)	0,072	,276(**)	,211(*)	,355(**)	,254(**)	,243(**)	,283(**)	,366(**)	,446(**)	,181(*)	,827(**)
ukts	,671(**)	,635(**)	,768(**)	,500(**)	,424(**)	,741(**)	,485(**)	,642(**)	1,000	,379(**)	,279(**)	-0,027	,400(**)	-0,007	,252(**)	,272(**)	,399(**)	,418(**)	0,084	,312(**)	0,018	,718(**)
sd	,496(**)	,448(**)	,413(**)	,237(**)	,473(**)	,566(**)	,505(**)	,571(**)	,379(**)	1,000	,284(**)	0,165	0,140	0,025	,293(**)	,202(*)	0,145	,172(*)	,207(*)	,383(**)	0,107	,638(**)
koh	,452(**)	,344(**)	,251(**)	,221(**)	,352(**)	,300(**)	,310(**)	,282(**)	,279(**)	,284(**)	1,000	,302(**)	,176(*)	,207(*)	,332(**)	,165(*)	,206(*)	,248(**)	,225(**)	,334(**)	0,142	,389(**)
kol	0,146	,197(*)	-0,048	,166(*)	,172(*)	0,067	0,082	0,072	-0,027	0,165	,302(**)	1,000	0,000	0,136	,212(*)	-0,017	0,088	0,121	,167(*)	-0,025	,180(*)	0,157
kob	,363(**)	,399(**)	,367(**)	,365(**)	0,145	,387(**)	,293(**)	,276(**)	,400(**)	0,140	,176(*)	0,000	1,000	0,024	,170(*)	,311(**)	,315(**)	,297(**)	0,159	0,135	0,058	,369(**)
hdl	0,154	0,122	-0,041	0,147	0,105	0,107	,194(*)	,211(*)	-0,007	0,025	,207(*)	0,136	0,024	1,000	,403(**)	0,119	,239(**)	,258(**)	,566(**)	,298(**)	,312(**)	,235(**)
hdb	,369(**)	,413(**)	,285(**)	,213(**)	,261(**)	,363(**)	,394(**)	,355(**)	,252(**)	,293(**)	,332(**)	,212(*)	,170(*)	,403(**)	1,000	,278(**)	,469(**)	,541(**)	,463(**)	,570(**)	0,119	,461(**)
mhd	,313(**)	,345(**)	,301(**)	,250(**)	,271(**)	,313(**)	,271(**)	,254(**)	,272(**)	,202(*)	,165(*)	-0,017	,311(**)	0,119	,278(**)	1,000	,304(**)	,328(**)	,217(**)	,296(**)	0,151	,341(**)
dgb	,373(**)	,366(**)	,426(**)	,197(*)	,195(*)	,368(**)	,330(**)	,243(**)	,399(**)	0,145	,206(*)	0,088	,315(**)	,239(**)	,469(**)	,304(**)	1,000	,764(**)	,250(**)	,350(**)	0,064	,430(**)
zfgb	,389(**)	,403(**)	,438(**)	,195(*)	0,166	,400(**)	,286(**)	,283(**)	,418(**)	,172(*)	,248(**)	0,121	,297(**)	,258(**)	,541(**)	,328(**)	,764(**)	1,000	,209(*)	,371(**)	0,068	,426(**)
fl	,181(*)	,174(*)	0,142	,166(*)	,233(**)	,255(**)	,330(**)	,366(**)	0,084	,207(*)	,225(**)	,167(*)	0,159	,566(**)	,463(**)	,217(**)	,250(**)	,209(*)	1,000	,478(**)	,267(**)	,376(**)
fbp	,274(**)	,305(**)	,260(**)	,169(*)	,253(**)	,319(**)	,423(**)	,446(**)	,312(**)	,383(**)	,334(**)	-0,025	0,135	,298(**)	,570(**)	,296(**)	,350(**)	,371(**)	,478(**)	1,000	0,103	,463(**)
fh	0,111	0,060	-0,044	,200(*)	,187(*)	0,130	,212(*)	,181(*)	0,018	0,107	0,142	,180(*)	0,058	,312(**)	0,119	0,151	0,064	0,068	,267(**)	0,103	1,000	,225(**)
km	,808(**)	,767(**)	,764(**)	,511(**)	,687(**)	,865(**)	,732(**)	,827(**)	,718(**)	,638(**)	,389(**)	0,157	,369(**)	,235(**)	,461(**)	,341(**)	,430(**)	,426(**)	,376(**)	,463(**)	,225(**)	1,000

Tab. XVI Korrelationsmatrix der statischen Körpermaße der Frauen aller Altersgruppen (Teil a)

	kph	auh	sha	ebh	stl	auhs	ebhs	bip	gkl	gkkl	knh	usfl	alp	aif	oal	uahdl	ualf
kph	1,000	,977(**)	,957(**)	,888(**)	,800(**)	,674(**)	,175(*)	,873(**)	,631(**)	,529(**)	,837(**)	,847(**)	,763(**)	,730(**)	,657(**)	,765(**)	,588(**)
auh	,977(**)	1,000	,948(**)	,878(**)	,768(**)	,719(**)	,174(*)	,857(**)	,624(**)	,540(**)	,819(**)	,845(**)	,741(**)	,688(**)	,679(**)	,753(**)	,576(**)
sha	,957(**)	,948(**)	1,000	,922(**)	,704(**)	,592(**)	,217(**)	,874(**)	,668(**)	,565(**)	,771(**)	,833(**)	,709(**)	,709(**)	,685(**)	,774(**)	,601(**)
ebh	,888(**)	,878(**)	,922(**)	1,000	,715(**)	,610(**)	,465(**)	,770(**)	,612(**)	,511(**)	,837(**)	,734(**)	,586(**)	,544(**)	,536(**)	,639(**)	,439(**)
stl	,800(**)	,768(**)	,704(**)	,715(**)	1,000	,907(**)	,531(**)	,438(**)	,296(**)	,213(*)	,543(**)	,579(**)	,520(**)	,510(**)	,427(**)	,537(**)	,336(**)
auhs	,674(**)	,610(**)	,592(**)	,610(**)	,907(**)	1,000	,548(**)	,319(**)	,207(*)	0,149	,425(**)	,481(**)	,416(**)	,390(**)	,391(**)	,452(**)	,272(**)
ebhs	,175(*)	,174(*)	,217(**)	,465(**)	,531(**)	,548(**)	1,000	-0,151	-0,030	-0,041	0,029	-0,002	-0,101	-0,138	-0,100	-0,001	-0,154
bip	,873(**)	,857(**)	,874(**)	,770(**)	,438(**)	,319(**)	,0,151	1,000	,744(**)	,628(**)	,848(**)	,837(**)	,742(**)	,732(**)	,674(**)	,732(**)	,620(**)
gkl	,631(**)	,624(**)	,668(**)	,612(**)	,296(**)	,207(*)	-0,030	,744(**)	1,000	,854(**)	,673(**)	,558(**)	,476(**)	,449(**)	,540(**)	,502(**)	,420(**)
gkkl	,529(**)	,540(**)	,565(**)	,511(**)	,213(*)	0,149	-0,041	,628(**)	,854(**)	1,000	,567(**)	,456(**)	,397(**)	,373(**)	,468(**)	,395(**)	,331(**)
knh	,837(**)	,819(**)	,839(**)	,771(**)	,543(**)	,425(**)	0,029	,848(**)	,673(**)	,567(**)	1,000	,863(**)	,694(**)	,688(**)	,594(**)	,733(**)	,598(**)
usfl	,847(**)	,845(**)	,833(**)	,734(**)	,579(**)	,481(**)	-0,002	,837(**)	,558(**)	,456(**)	,863(**)	1,000	,708(**)	,689(**)	,579(**)	,737(**)	,571(**)
alp	,763(**)	,741(**)	,783(**)	,586(**)	,520(**)	,416(**)	-0,101	,742(**)	,476(**)	,397(**)	,694(**)	,708(**)	1,000	,826(**)	,737(**)	,820(**)	,747(**)
aif	,730(**)	,688(**)	,709(**)	,544(**)	,510(**)	,390(**)	-0,138	,732(**)	,449(**)	,373(**)	,688(**)	,689(**)	,826(**)	1,000	,649(**)	,819(**)	,747(**)
oal	,657(**)	,679(**)	,685(**)	,536(**)	,427(**)	,391(**)	-0,100	,674(**)	,540(**)	,468(**)	,594(**)	,579(**)	,737(**)	,649(**)	1,000	,607(**)	,644(**)
uahdl	,765(**)	,753(**)	,774(**)	,639(**)	,537(**)	,452(**)	-0,001	,732(**)	,502(**)	,395(**)	,733(**)	,737(**)	,820(**)	,819(**)	,607(**)	1,000	,823(**)
ualf	,588(**)	,576(**)	,601(**)	,439(**)	,336(**)	,272(**)	-0,154	,620(**)	,420(**)	,331(**)	,598(**)	,571(**)	,747(**)	,747(**)	,644(**)	,823(**)	1,000
ebebb	-0,082	-0,052	-0,004	0,056	-1,165(*)	-0,106	0,080	0,003	,274(**)	,221(**)	0,059	-0,084	-0,149	-2,262(**)	0,026	-0,032	-0,037
bkb	-0,121	-0,073	-0,013	0,069	-0,141	-0,102	0,143	-0,070	,208(*)	0,135	-0,023	-0,157	-0,112	-2,264(**)	0,023	-0,065	-0,064
bkt	-0,121	-0,024	0,001	0,087	-1,195(*)	-0,150	0,115	-0,034	,248(**)	,207(*)	0,018	-0,132	-0,151	-3,304(**)	-0,026	-0,077	-0,099
beb	0,083	0,131	,181(*)	0,150	-0,128	-0,113	-0,099	,229(**)	,390(**)	,320(**)	,215(**)	0,048	,173(*)	0,001	,322(**)	0,151	,234(**)
sbd	-0,038	0,011	0,030	0,095	-0,159	-0,078	0,026	0,060	,325(**)	,340(**)	0,050	-0,053	-0,127	-2,261(**)	0,069	-0,063	-0,052
fb	-0,140	-0,070	-0,017	0,016	-3,323(*)	-2,733(*)	-0,075	0,022	,331(**)	,339(**)	0,075	-0,083	-0,121	-2,283(**)	0,034	-0,090	-0,039
hueb	0,149	,215(*)	,238(**)	,219(**)	-0,015	0,001	-0,005	,223(**)	,574(**)	,506(**)	,300(**)	0,117	0,103	-0,027	,236(**)	0,138	,169(*)
kseb	0,161	,187(*)	,193(*)	,194(*)	0,018	0,056	-0,001	,223(**)	,568(**)	,491(**)	,285(**)	0,120	0,049	-0,050	,223(**)	0,105	0,110
ukts	-0,121	-0,077	-0,013	0,029	-2,214(*)	-1,173(*)	0,087	-0,029	,331(**)	,304(**)	0,062	-0,085	-0,149	-3,303(**)	0,010	-0,113	-0,063
osd	0,041	0,031	0,120	,201(*)	0,033	0,023	,265(**)	0,048	,398(**)	,381(**)	,182(*)	-0,084	-0,036	-0,052	0,059	0,037	0,006
koh	,255(**)	,231(**)	,259(**)	,224(**)	,312(**)	,219(**)	0,133	0,156	,244(**)	,184(*)	,264(**)	,199(*)	,265(**)	,171(*)	,197(*)	,239(**)	0,135
kol	,170(*)	0,145	0,142	0,121	0,129	0,098	-0,005	,173(*)	0,051	0,045	,214(**)	,231(**)	,239(**)	,235(**)	0,119	,179(*)	0,127
kob	-2,202(*)	-1,169(*)	-1,179(*)	-1,192(*)	-2,207(*)	-2,209(*)	-0,103	-1,164(*)	-0,004	0,075	-0,157	-1,180(*)	-0,102	-2,204(*)	-0,099	-0,096	-0,132
hdl	,504(**)	,548(**)	,522(**)	,405(**)	,318(**)	,326(**)	-0,101	,502(**)	,337(**)	,293(**)	,505(**)	,525(**)	,562(**)	,511(**)	,432(**)	,684(**)	,617(**)
hdb	,215(**)	,234(**)	,216(**)	,189(*)	,189(*)	,199(*)	0,048	,192(*)	,220(**)	,173(*)	,239(**)	,204(*)	,280(**)	0,125	,253(**)	,348(**)	,316(**)
mihdd	0,108	0,108	0,074	0,046	0,119	0,158	0,032	0,088	0,088	0,016	,208(*)	0,108	0,089	0,060	,164(*)	0,123	,189(*)
dgb	-0,032	-0,004	-0,053	-0,021	-0,051	0,035	0,004	-0,035	0,055	0,081	0,073	-0,007	-0,052	-0,127	0,052	0,063	0,072
zfgfb	-0,154	-0,101	-0,130	-0,116	-0,133	-0,018	0,003	-1,165(*)	-0,038	0,023	-0,039	-1,171(*)	-0,085	-0,163	-0,006	-0,020	0,009
fl	,596(**)	,606(**)	,560(**)	,494(**)	,474(**)	,472(**)	0,058	,548(**)	,446(**)	,363(**)	,596(**)	,557(**)	,508(**)	,459(**)	,502(**)	,616(**)	,505(**)
fbb	0,155	,190(*)	,173(*)	,247(**)	,183(*)	,200(*)	,264(**)	0,125	,302(**)	,210(*)	,164(*)	0,084	0,109	-0,042	0,085	0,158	0,071
fh	,243(**)	,291(**)	,247(**)	,173(*)	0,070	0,079	-2,210(*)	,319(**)	,177(*)	,234(**)	,237(**)	,233(**)	,231(**)	,261(**)	,360(**)	,292(**)	,332(**)
km	0,144	,179(*)	,224(**)	,282(**)	-0,006	0,037	0,128	,222(**)	,568(**)	,465(**)	,276(**)	0,084	0,020	-0,122	,231(**)	0,116	0,092

Tab. XVI Korrelationsmatrix der statischen Körpermaße der Frauen aller Altersgruppen (Teil b)

	ebeb	bkb	bkt	beb	sbd	tb	hueb	ksb	ukts	osd	koh	kol	kob	hdl	hdb	mhdd	dgb	zfgb	fi	fbp	fh	km
kph	-0,082	-0,121	-0,121	0,083	-0,038	-0,140	0,149	0,161	-0,121	0,041	,255(**)	,170(*)	-,202(*)	,504(**)	,215(**)	0,108	-0,032	-0,154	,596(**)	0,155	,243(**)	0,144
auh	-0,052	-0,073	-0,024	0,131	0,011	-0,070	,215(*)	,187(*)	-0,077	0,031	,231(**)	0,145	-,169(*)	,548(**)	,234(**)	0,108	-0,004	-0,101	,606(**)	,190(*)	,291(**)	,179(*)
sha	-0,004	-0,013	0,001	,181(*)	0,030	-0,017	,238(**)	,193(*)	-0,013	0,120	,259(**)	0,142	-,179(*)	,522(**)	,216(**)	0,074	-0,053	-0,130	,560(**)	,173(*)	,247(**)	,224(**)
ebh	0,056	0,069	0,087	0,150	0,095	0,016	,219(**)	,194(*)	0,029	,201(*)	,224(**)	0,121	-,192(*)	,405(**)	,189(*)	0,046	-0,021	-0,116	,494(**)	,247(**)	,173(*)	,282(**)
sll	-,165(*)	-0,141	-,195(*)	-0,128	-0,159	-,323(**)	-0,015	0,018	-,214(**)	0,033	,312(**)	0,129	-,207(*)	,318(**)	,189(*)	0,119	-0,051	-0,133	,474(**)	,183(*)	0,070	-0,006
auhs	-0,106	-0,102	-0,150	-0,113	-0,078	-,273(**)	0,001	0,056	-,173(*)	0,023	,219(**)	0,098	-,209(*)	,328(**)	,199(*)	0,156	0,035	-0,018	,472(**)	,200(*)	0,079	0,037
ebhs	0,080	0,143	0,115	-0,099	0,026	-0,075	-0,005	-0,001	0,067	,265(**)	0,133	-0,005	-0,103	0,048	0,032	0,004	0,003	0,058	,264(**)	0,125	,210(*)	0,128
bip	0,003	-0,070	-0,034	,229(**)	0,060	0,022	,223(**)	,223(**)	-0,029	0,048	0,156	,173(*)	-,164(*)	,502(**)	,192(*)	0,088	-0,035	-,165(*)	,548(**)	0,125	,319(**)	,222(**)
gkl	,274(**)	,208(*)	,248(**)	,390(**)	,325(**)	,331(**)	,574(**)	,568(**)	,331(**)	,398(**)	,244(**)	0,051	-0,004	,337(**)	,220(**)	0,088	0,055	-0,038	,446(**)	,302(**)	,177(*)	,568(**)
gkkl	,221(**)	0,135	,207(*)	,320(**)	,340(**)	,339(**)	,506(**)	,491(**)	,304(**)	,381(**)	,184(*)	0,045	0,075	,293(**)	,173(*)	0,016	0,081	0,023	,363(**)	,210(*)	,234(**)	,465(**)
knh	0,059	-0,023	0,018	,215(**)	0,050	0,075	,300(**)	,285(**)	0,062	,182(*)	,264(**)	,214(**)	-0,157	,505(**)	,239(**)	,208(*)	0,073	-0,039	,596(**)	,164(*)	,237(*)	,276(**)
usfl	-0,084	-0,157	-0,132	0,048	-0,053	-0,083	0,117	0,120	-0,085	-0,084	,199(*)	,231(**)	-,180(*)	,525(**)	,204(*)	0,108	-0,007	-0,171(*)	,557(**)	0,084	,233(**)	0,084
alp	-0,149	-0,112	-0,151	,173(*)	-0,127	-0,121	0,103	0,049	-0,149	-0,036	,265(**)	,239(**)	-0,102	,562(**)	,280(**)	0,089	-0,052	-0,085	,508(**)	0,109	,231(**)	0,020
alf	-,262(**)	-,284(**)	-,304(**)	0,001	-,261(**)	-,283(**)	-0,027	-0,050	-303(**)	-0,052	,171(*)	,235(**)	-,204(*)	,511(*)	0,125	0,060	-0,127	-0,163	,459(**)	-0,042	,261(**)	-0,122
oal	0,026	0,023	-0,026	,322(**)	0,069	0,034	,236(**)	,223(**)	0,010	0,059	,197(*)	0,119	-0,099	,432(**)	,253(**)	,184(*)	0,052	-0,006	,502(**)	0,085	,360(**)	,231(**)
uahdl	-0,032	-0,065	-0,077	0,151	-0,063	-0,090	0,138	0,105	-0,113	0,037	,239(**)	,179(*)	-0,096	,684(**)	,348(**)	0,123	0,063	-0,020	,616(**)	0,158	,292(**)	0,116
ualf	-0,037	-0,064	-0,099	,234(**)	-0,052	-0,039	,169(*)	0,110	-0,063	0,006	0,135	0,127	-0,132	,617(**)	,316(**)	,189(*)	0,072	0,009	,505(**)	0,071	,332(**)	0,092
ebeb	1,000	,790(**)	,689(**)	,454(**)	,790(**)	,762(**)	,574(**)	,526(**)	,775(**)	,349(**)	0,045	-0,108	,272(**)	0,121	,300(**)	,203(*)	,307(**)	,289(**)	0,137	,349(**)	0,104	,799(**)
bkb	,790(**)	1,000	,638(**)	,434(**)	,686(**)	,687(**)	,518(**)	,445(**)	,675(**)	,307(**)	0,026	-0,107	,280(**)	0,064	,268(**)	0,042	,285(**)	,363(**)	0,026	,299(**)	0,050	,702(**)
bkt	,689(**)	,638(**)	1,000	,364(**)	,581(**)	,709(**)	,427(**)	,370(**)	,726(**)	,361(**)	-0,013	-,180(*)	,271(**)	0,065	,173(*)	0,072	,332(**)	,301(**)	0,065	,304(**)	0,076	,719(**)
beb	,454(**)	,434(**)	,364(**)	1,000	,387(**)	,550(**)	,520(**)	,495(**)	,529(**)	,241(**)	-0,078	-0,075	,234(**)	0,105	,252(**)	,219(**)	,167(*)	,171(*)	0,106	,197(*)	,336(**)	,570(**)
sbd	,790(**)	,686(**)	,581(**)	,387(**)	1,000	,750(**)	,576(**)	,571(**)	,684(**)	,408(**)	0,015	-0,136	,268(**)	0,087	,289(**)	0,063	,333(**)	,253(**)	0,013	,284(**)	0,160	,792(**)
tb	,687(**)	,687(**)	,581(**)	,550(**)	,750(**)	1,000	,596(**)	,536(**)	,820(**)	,459(**)	-0,045	-0,113	,323(**)	0,021	,212(**)	0,084	,345(**)	,357(**)	0,004	,216(**)	0,153	,807(**)
hueb	,526(**)	,445(**)	,370(**)	,495(**)	,529(**)	,576(**)	1,000	,884(**)	,576(**)	,459(**)	0,072	-,163(*)	,202(*)	,176(*)	,276(**)	0,142	,292(**)	,229(**)	,308(**)	,308(**)	,214(**)	,785(**)
ksb	,526(**)	,445(**)	,370(**)	,495(**)	,529(**)	,576(**)	,884(**)	1,000	,586(**)	,518(**)	0,090	-0,120	,175(*)	0,152	,298(**)	,208(*)	,253(**)	,195(*)	,194(*)	,326(**)	,196(*)	,775(**)
ukts	,775(**)	,675(**)	,726(**)	,529(**)	,684(**)	,820(**)	,576(**)	,586(**)	1,000	,389(**)	0,010	-0,160	,229(**)	0,020	,165(*)	,176(*)	,226(**)	,267(**)	0,012	,220(**)	-0,002	,800(**)
osd	,349(**)	,307(**)	,361(**)	,241(**)	,408(**)	,345(**)	,459(**)	,518(**)	,389(**)	1,000	0,132	0,090	0,075	-0,072	0,139	0,122	0,105	,181(*)	0,028	,315(**)	,552(**)	
koh	0,045	0,026	-0,013	-0,078	0,015	-0,045	0,072	0,090	0,010	0,132	1,000	,212(**)	0,036	0,145	,168(*)	0,048	0,056	0,035	,223(**)	0,154	-0,025	0,102
kol	-0,108	-0,107	-,180(*)	-0,075	-0,136	-0,113	-,163(*)	-0,120	-0,160	0,090	,212(**)	1,000	-,199(*)	0,022	-0,031	-0,111	-0,083	-0,011	,161(*)	0,047	-0,079	-0,096
kob	,272(**)	,280(**)	,271(**)	,234(**)	,268(**)	,323(**)	,202(*)	,175(*)	,229(**)	0,075	0,036	-,199(*)	1,000	0,076	0,134	0,045	,213(**)	,192(*)	-0,029	0,081	,171(*)	,244(**)
ndl	0,121	0,064	0,065	0,105	0,087	0,021	,176(*)	0,152	0,020	-0,072	0,145	0,022	0,076	1,000	,363(**)	0,150	,285(**)	0,161	,601(**)	,185(*)	,271(**)	,175(*)
hdb	,300(**)	,268(**)	,173(*)	,252(**)	,289(**)	,212(**)	,276(**)	,298(**)	,165(*)	0,139	,168(*)	-0,031	0,134	,363(**)	1,000	,295(**)	,563(**)	,344(**)	,445(**)	,216(**)	,359(**)	,359(**)
mhdd	,203(*)	0,042	0,072	,219(**)	0,063	0,084	0,142	,208(*)	,176(*)	0,122	0,048	-0,111	0,045	,240(**)	,295(**)	1,000	,178(*)	0,150	,236(**)	,171(*)	0,088	,212(*)
ggb	,307(**)	,285(**)	,332(**)	,167(*)	,333(**)	,345(**)	,292(**)	,253(**)	,226(**)	0,105	0,056	-0,083	,213(**)	,285(**)	,563(**)	,178(*)	1,000	,673(**)	,220(**)	,279(**)	,181(*)	,348(**)
zfgb	,289(**)	,363(**)	,301(**)	,171(*)	,253(**)	,357(**)	,229(**)	,195(**)	,267(**)	,181(*)	0,035	-0,011	,192(*)	,398(**)	,398(**)	0,150	,673(**)	1,000	0,084	0,163	,172(*)	,274(**)
fi	0,137	0,026	0,065	0,106	0,013	0,004	,220(**)	,194(*)	0,012	0,028	,223(**)	,161(*)	-0,029	,601(**)	,344(**)	,236(**)	,220(**)	0,084	1,000	,352(**)	,252(**)	,238(**)
fbp	,349(**)	,299(**)	,304(**)	,197(*)	,284(**)	,216(**)	,308(**)	,326(**)	,220(**)	,315(**)	0,154	0,047	0,081	,185(**)	,445(**)	,171(*)	,279(**)	0,163	,352(**)	1,000	-0,014	,428(**)
fh	0,104	0,050	0,076	,336(**)	0,160	0,153	,214(**)	,196(*)	-0,002	-0,073	-0,025	-0,079	,171(*)	,271(**)	,216(**)	0,088	,181(*)	,172(*)	,252(**)	-0,014	1,000	,195(*)
km	,799(**)	,702(**)	,719(**)	,570(**)	,792(**)	,807(**)	,785(**)	,775(**)	,800(**)	,552(**)	0,102	-0,096	,244(**)	,175(*)	,359(**)	,212(*)	,348(**)	,274(**)	,238(**)	,428(**)	,195(*)	1,000

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel „Körperbau, Gelenkbeweglichkeit und Handkräfte Erwachsener im Generationenvergleich“ selbständig und ausschließlich mit den angegebenen Mitteln angefertigt habe und dass ich die Arbeit an keiner anderen Hochschule bzw. keinem anderen Fachbereich und keiner anderen Fakultät eingereicht habe.

Potsdam, den 19.12.2008

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mir die Anfertigung meiner Dissertation ermöglichten.

Ich danke Frau Prof. Dr. Holle Greil für den Schubs zur Promotion, die Möglichkeit diese über ein Drittmittelprojekt zu finanzieren, dafür, dass ich jederzeit gefördert und gefordert wurde, für die gesamte Betreuung inklusive aller Konsultationen im wohlverdienten Ruhestand und der nicht zu vergessenden Hiddensee-Abenteuer.

Frau Dr. Christiane Scheffler danke ich für ihren Pragmatismus, der mich oft aus Denkschleifen zurückgeholt und mir viel Struktur, die ich glaube ich ganz gut in der Arbeit umsetzen konnte, beigebracht hat und für die allzeit sofortigen Antworten auf brennende Fragen im laufenden Arbeitsalltag rund um Stundenplanung und Lehre.

Frau Dipl.-Ing. Elke Lange möchte ich danken für diverse nicht zählbare Makros und Programmierungen, die die Datenaufnahme und Datenverarbeitung unendlich erleichterten. Ohne Frau Lange würde diese Dissertation auch nicht so schick aussehen, wenngleich ihr ihr Engagement für die Formatierung dieser Schrift schlaflose Nächte eingebracht hat und ich nicht ausschließen kann, dass ich für eventuell auftretende graue Haare verantwortlich bin. Sorry und danke!

Mein Dank gilt den wissenschaftlichen und studentischen Hilfskräften Viola Spahn, Christian Bellmann, Georg Schumm und Susanne Schilling, die mich bei der Messreihe unterstützt haben. Besonders hervorgehoben sei Viola, die auf den langen Wolfsburg-Fahrten mit angeregten Diskussionen über einschlägige TV-Talentshows und frischem Kaffee für Kurzweil gesorgt hat.

Violas Papa war so nett sich als Fotomodell für dieses Projekt zur Verfügung zu stellen. Vielen Dank!

Ein Riesendank geht natürlich an meine Eltern, die mich mein Leben lang tatkräftig unterstützt haben und dass auch in dieser Phase meines Lebens erneut erfolgreich getan haben, inklusive solidarischem Morgens-um-4-Aufstehen, Espresso kochen und Stullen schmieren vor langen Messfahrten und Haustierbetreuung deluxe.

Ferdi, Luise, Aleister, Szuki, Anton und Roxi danke ich dafür, dass sie mir nicht übelnehmen, dass ich weniger Zeit für sie hatte und sie mir trotzdem ihre volle Aufmerksamkeit geschenkt haben, wenn ich sie brauchte.

Zu guter Letzt möchte ich mich selbstverständlich bei meinem Schatzi Thomas bedanken, der das Glück hatte, die Arbeit an der Arbeit nur zur Hälfte der Zeit ertragen zu müssen, jedoch das Pech hatte, dabei genau den stressigsten Teil, die Fertigstellung, abzufassen.

Dankeschön!