

DIN EN 4730

ICS 49.095

Einsprüche bis 2018-02-15

Entwurf

**Luft- und Raumfahrt –
Anthropometrische Dimensionierung von Flugzeugsitzen;
Deutsche und Englische Fassung FprEN 4730:2017**

Aerospace series –
Anthropometric dimensioning of aircraft seats;
German and English version FprEN 4730:2017

Série aéronautique –
Dimensionnement anthropométrique des sièges passagers d'avion;
Version allemande et anglaise FprEN 4730:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-12-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 84 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (FprEN 4730:2017) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Kabine, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-09-02 AA „Sitze, Inflight-Entertainment“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Es wird darauf hingewiesen, dass auf Grund der Verfahrensweise zur Normenerstellung bei ASD-STAN dieser Norm-Entwurf E DIN EN 4730 ausschließlich der formellen Annahme der deutschen Sprachfassung von EN 4730 dienen kann. Im Rahmen dieser Umfrage sind daher ausschließlich redaktionelle Stellungnahmen zur deutschen Übersetzung möglich.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

EN ISO 7250-1	siehe DIN EN ISO 7250-1
EN ISO 14738	siehe DIN EN ISO 14738
EN ISO 15535:2012	siehe DIN EN ISO 15535:2013
EN ISO 15537	siehe DIN EN ISO 15537

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7250-1, *Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung — Teil 1: Körpermaßdefinitionen und -messpunkte*

DIN EN ISO 14738, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen*

DIN EN ISO 15535:2013, *Allgemeine Anforderungen an die Einrichtung anthropometrischer Datenbanken (ISO 15535:2012)*

DIN EN ISO 15537, *Grundsätze für die Auswahl und den Einsatz von Prüfpersonen zur Prüfung anthropometrischer Aspekte von Industrieerzeugnissen und deren Gestaltung*

— Leerseite —

Luft- und Raumfahrt — Anthropometrische Dimensionierung von Flugzeugsitzen

Série aérospatiale — Dimensionnement anthropométrique des sièges passagers d'avion

Aerospace series — Anthropometric dimensioning of aircraft seats

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: formelle Abstimmung
Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Anthropometrie in der technischen Konstruktion	9
4.1 Anthropometrisches Design	9
4.2 "Hineinpassen" und „Erreichen“ (Innen- und Außenmaße)	9
4.3 Perzentile und Gestaltungsgrenzen	9
4.4 Hilfsmittel und Vorgehensweise	10
5 Verwendung anthropometrischer Daten	10
5.1 Identifizierung der Zielgruppe	10
5.2 Auswahl von Datensätzen	11
5.2.1 Fehlerquellen	11
5.2.2 Internationale Bevölkerungen	11
5.3 Auswahl relevanter anthropometrischer Messwerte	11
5.4 Korrekturen für Kleidung und Körperhaltung	12
5.5 Zuschläge und Abschläge	12
5.6 Kompression des Sitzkissens	12
5.7 Integration und Bewertung	12
5.8 Dokumentation	13
5.9 Beispiele	13
Anhang A (informativ) Statistische Eigenschaften anthropometrischer Maße	17
A.1 Verteilungsparameter	17
A.2 Genauigkeit, Gültigkeit und Verlässlichkeit	19
Anhang B (informativ) Schätzungen für fehlende anthropometrische Messwerte	21
B.1 Verhältnisskalierung	21
B.2 Proportionalitätskonstanten	21
Anhang C (informativ) Schätzungen für Aktualisierungen	24
Anhang D (informativ) Geschätzte Perzentilwerte (Bewertung)	27
D.1 Normal verteilte Messwerte	27
D.1.1 Geschätzte Perzentile mit Mittelwerten und Standardabweichungen	27
D.1.2 Schätzung des Anpassungsbereichs	28
D.2 Schiefe Verteilungen (log-normal)	29
D.3 Allgemeiner Ansatz	30
Anhang E (informativ) Beispiel: Bewertung anthropometrischer Eignungsraten für einen Flugzeugsitz in der Economy-Klasse	32
E.1 Sitzgeometrie	32
E.2 Anthropometrische Daten	32
E.3 Schätzung des Anpassungsbereichs	36
E.3.1 Sitzbreite zwischen Armstützen	36
E.3.2 Sitzbreite gesamt	37
E.3.3 Kissenhöhe über dem Boden	37

E.4	Dokumentation	37
	Literaturhinweise.....	39

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 4730:2017) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Dieses Dokument ist derzeit zur formellen Abstimmung vorgelegt.

Einleitung

Fluggäste in der kommerziellen Luftfahrt verbringen den überwiegenden Teil ihrer Reise — die eine Dauer von 12 Stunden und länger haben kann — auf ihren Sitzen. Daher sind die Sitze in Flugzeugen so konstruiert, dass sie für die Fluggäste möglichst bequem sind. Dies schließt die Berücksichtigung der Körpermaße und deren Streuung in der Zielpopulation ein.

Dieses Dokument bietet eine Anleitung für die Nutzung anthropometrischer Daten bei der Auslegung von Flugzeugsitzen, die sowohl für spezifische Populationen als auch für gemischte Populationen — auch weltweit — geeignet sind. Ferner enthält dieses Dokument Anleitungen für die Quantifizierung des Sitzkomforts im Sinne anthropometrischer Anpassung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Verwendung anthropometrischer Daten für die Auslegung von Flugzeugsitzen. Der Schwerpunkt liegt auf der Nutzung statistischer Parameter anthropometrischer Maße nach CEN ISO/TR 7250-2 und ähnlichen Quellen. Zwar können die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren auch für Untersuchungen zu Machbarkeit und Sicherheit genutzt werden, jedoch zielt dieses Dokument auf die komfort-orientierte Gestaltung ab.

Dieses Dokument soll Entwicklern dabei helfen, Verfahren des „Human-Centered Design“ bei der Konstruktion von Flugzeugsitzen einzubeziehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 4723:2015, *Luft- und Raumfahrt — Standardisierte Messmethoden für Komfort und Living Space Kriterien bei Passagiersitzen im Flugzeug*

EN ISO 15535:2012, *Allgemeine Anforderungen an die Einrichtung anthropometrischer Datenbanken (ISO 15535:2012)*

EN ISO 7250-1, *Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung — Teil 1: Körpermaßdefinitionen und -messpunkte*

CEN ISO/TR 7250-2, *Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung — Teil 2: Anthropometrische Datenbanken einzelner nationaler Bevölkerungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Anthropometrie
Untersuchung und Messung der physischen Maße und der Masse des menschlichen Körpers und der (äußeren) Körperteile

Anmerkung 1 zum Begriff: Aus dem griechischen Wort „anthropos“ (menschliches Wesen oder Mensch) und „metron“ für Messen.

[QUELLE: EN ISO 15535:2012, 3.6]

3.2 Anthropometrische Daten
Maße (wie Höhen, Längen, Tiefen, Breiten und Umfang) des menschlichen Körpers und seiner Teile

[QUELLE: EN ISO 15535:2012, 3.7]

3.3 Perzentil
statistischer Parameter, der einen Wert angibt, der von einem bestimmten Prozentsatz der Messwerte für eine Bevölkerungsgruppe unterschritten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispielsweise sind 5 Prozent einer Bevölkerungsgruppe kleiner als das 5. Perzentil der Körpergröße dieser Bevölkerungsgruppe.

3.4

Oberes Perzentil

Perzentil der Messwertverteilung eines Körpermaßes, das einer großen oder korpulenten Person entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Beurteilung des Komforts wird üblicherweise das 95. Perzentil verwendet.

3.5

Unteres Perzentil

Perzentil der Messwertverteilung eines Körpermaßes, das einer kleinen Person entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Beurteilung des Komforts wird üblicherweise das 5. Perzentil verwendet.

3.6

Sitzhöhe (aufrecht)

vertikaler Abstand von einer horizontalen Sitzfläche bis zum höchsten Punkt des Kopfes (Vertex).

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.7

Augenhöhe, sitzend

vertikaler Abstand von einer horizontalen Sitzfläche zum äußeren Augenwinkel

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.8

Zervikalhöhe, sitzend

vertikaler Abstand von einer horizontalen Sitzfläche bis zum Cervicale (Spitze des Dornfortsatzes des siebten Halswirbels).

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.9

Ellbogenhöhe, sitzend

vertikaler Abstand von einer horizontalen Sitzfläche bis zum tiefstgelegenen Knochenpunkt des um 90° angewinkelten Ellenbogens. Der Unterarm wird horizontal gehalten.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.10

Schulterbreite (bideltoidal)

geradliniger Abstand über die am stärksten hervorragenden Weichteile des rechten und des linken Deltamuskels des Oberarms

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.11

Hüftbreite, sitzend

maximaler horizontaler Abstand zwischen den Außenseiten der Hüften

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.12

Unterschenkel-Fuß-Länge

vertikaler Abstand von der Standfläche bis zur Unterseite des gegen den Unterschenkel recht-winklig gehaltenen Oberschenkels unmittelbar hinter dem Knie.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.13

Oberschenkeldicke im Sitzen

vertikaler Abstand von der Sitzfläche bis zum höchsten Punkt des Oberschenkels

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.14

Kniehöhe

vertikaler Abstand von der Standfläche bis zum höchsten Punkt über der Kniescheibe

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.15

Gesäß-Kniekehlen-Länge (Sitztiefe)

horizontaler Abstand von der Kniekehle bis zu dem am weitesten nach hinten vortretenden Teil der Weichteile des Gesäßes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.16

Gesäß-Knielänge

horizontaler Abstand von dem am weitesten nach vorn vortretenden Teil der Kniescheibe bis zu dem am weitesten nach hinten vortretenden Teil der Weichteile des Gesäßes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition entspricht ISO 7250-1.

3.17

Sitzbreite zwischen Armstützen

SWAR

(en: seat width between armrests)

kürzeste Distanz zwischen zwei Armstützen an einem Sitz

Anmerkung 1 zum Begriff: Mehr Informationen sind EN 4723 zu entnehmen.

3.18

Höhe der Armstützenoberseite über dem Sitzkissen

TACH

(en: armrest top height over seat bottom cushion)

Abstand zwischen der komprimierten Sitzfläche und der höchsten Stelle der oberen Fläche der Armstütze

Anmerkung 1 zum Begriff: Mehr Informationen sind EN 4723 zu entnehmen.

3.19

Kissenhöhe über Kabinenboden

CHoF

(en: cushion height above cabin floor level)

senkrechter Abstand zwischen dem höchsten Punkt an der Vorderkante des nicht komprimierten Kissens und dem Fußboden

Anmerkung 1 zum Begriff: Mehr Informationen sind EN 4723 zu entnehmen.

3.20

Tischhöhe über Sitzkissenkante

TH

(en: table height over bottom cushion edge)

Abstand zwischen zwei parallelen Ebenen, von denen sich eine von der vorderen Unterkante des Tisches horizontal nach hinten erstreckt und die andere horizontal die Oberkante des Sitzkissens berührt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Mehr Informationen sind EN 4723 zu entnehmen.

3.21

Sitzbreite gesamt

TSW

(en: total seat width)

kürzester Abstand zwischen den Mittellinien der Armstützen eines Sitzes (SWAR plus zweimal die halbe Armstützenbreite)

4 Anthropometrie in der technischen Konstruktion

4.1 Anthropometrisches Design

Ziel der anthropometrischen Gestaltung ist es, die Maße von Arbeitsplätzen, Innenräumen von Fahrzeugen, Möbeln, Arbeitsmitteln oder Schutzkleidung an die Größe des menschlichen Körpers anzupassen. Es gibt verschiedene Ansätze, um die unterschiedlichen Maße und Proportionen in den Bevölkerungsgruppen zu berücksichtigen: Größensysteme (z. B. Bekleidung), verstellbare Elemente (z. B. für die Sitzstellung in Fahrzeugen) oder die Gestaltung innerhalb kritischer Grenzen (z. B. Sitze in öffentlichen Verkehrsmitteln). Sitze für Fluggäste in Flugzeugen gehören zur letzteren Kategorie.

4.2 „Hineinpassen“ und „Erreichen“ (Innen- und Außenmaße)

Die Gestaltung innerhalb kritischer Grenzen bedeutet, dass ein Element so ausgelegt wird, dass es alle Nutzer mit Ausnahme einiger weniger, die außerhalb der kritischen Grenze liegen, berücksichtigt. Hinsichtlich der kritischen Grenze kann die Aufgabenstellung nach „Hineinpassen“ und „Erreichen“ unterschieden werden. Wird beispielsweise die Breite eines Sitzes (Innenmaß) nach der Hüftbreite einer korpulenten Referenzperson ausgelegt, so passen auch alle Personen mit schmalere Hüften in den Sitz. Dagegen sollte die Höhe der Sitzschale (Außenmaß) so ausgelegt werden, dass auch eine Referenzperson mit kurzen Beinen mit den Füßen den Boden erreichen kann. Personen mit längeren Beinen können ihre Knie stärker anwinkeln, um in den Sitz zu passen. Allgemein orientiert sich die Auslegung in Bezug auf das „Hineinpassen“ (Innenmaße) an einer großen Referenzperson, für das Erreichen (Außenmaße) an einer kleinen Referenzperson.

ANMERKUNG Die Eignung für eine durchschnittlich große Person (Mittel- oder Medianwert der Populationsdaten) ist in den meisten Fällen keine sinnvolle Option, da dann für die Hälfte der Bevölkerung entweder das Hineinpassen oder das Erreichen nicht gewährleistet ist.

4.3 Perzentile und Gestaltungsgrenzen

Kleine und große Referenzpersonen werden durch statistische Parameter der Verteilung der jeweiligen Maße (z. B. Beinlänge) in der Bevölkerung bestimmt. Dies erfolgt in der Regel durch die Festlegung eines niedrigen und eines hohen Perzentilwerts (Gestaltungsgrenzen). Das n-te Perzentil einer Verteilung ist der Wert, bei dem n Prozent aller Fälle in der Verteilung darunter liegen. Zum Beispiel ist das 95. Perzentil der Körpergröße einer Bevölkerung die Körperhöhe, bei der 95 Prozent der jeweiligen Bevölkerungsgruppe kleiner (bzw. 5 Prozent größer) sind. Üblicherweise wird ein Wert zwischen dem 1. und dem 5. Perzentil (d. h. bei 1 bzw. 5 Prozent der Bevölkerung ist das jeweilige Maß kleiner) als Referenz für kleine Menschen und ein Wert zwischen dem 95. und dem 99. Perzentil als Referenz für große Menschen angenommen.

ANMERKUNG 1 Perzentilwerte (1., 5., 50., 95. und 99.) für verschiedene Körpermaße und Bevölkerungsgruppen sind in CEN ISO/TR 7250-2 zu finden.

ANMERKUNG 2 Weitere Informationen zu den statistischen Eigenschaften anthropometrischer Daten enthält Anhang A.

Für komfort- und effizienzbezogene Studien wird im Allgemeinen ein Bereich vom 5. bis 95. Perzentil verwendet. Die Entscheidung für bestimmte Perzentilgrenzen sollte unter Überlegungen bezüglich des Bevölkerungsanteils einschließen, der nicht berücksichtigt wird. Konsequenzen für Personen, die außerhalb des gewählten Perzentilbereichs liegen, können sein, dass ein Element nicht genutzt werden kann, dass es unbequem oder unsicher ist oder andere Einschränkungen auftreten. Eine durch das 5. und 95. Perzentil

bestimmte Gestaltungsgrenze kann 5 Prozent der Bevölkerung ausschließen und — wenn mehrere Maße gleichzeitig kritisch sind — sogar mehr. Bei sicherheitsrelevanten Maßen wird nach EN 547-1 und EN 614-1 empfohlen, das 1. und 99. Perzentil zu verwenden.

ANMERKUNG 3 In Vorschriften für den Luftverkehr können Perzentile oder Festwerte für Körpermaße für bestimmte Tests vorgeben sein (z. B. CS 25.562).

4.4 Hilfsmittel und Vorgehensweise

Anthropometrische Studien können in den verschiedenen Phasen der Produktlebensdauer mit unterschiedlichen Hilfsmitteln ausgeführt werden. Die Verwendung von 2D-Schablonen, 3D-CAD-Gliederpuppen, anthropomorphe Testgeräte (Dummies) oder Tests mit einer Stichprobe echter Personen (EN ISO 15537 enthält Empfehlungen für die Auswahl der Testpersonen) sind nur einige Beispiele. Alle Verfahren sollten auf geeigneten anthropometrischen Daten beruhen.

Für einige Techniken gibt es bestimmte Voraussetzungen, z. B. ein digitales 3D-Modell oder einen physischen Prototyp. Die direkte Verwendung perzentilierter Messdaten wie in diesem Dokument beschrieben erfordert nur wenige Voraussetzungen und kann in einem sehr frühen Designstadium durchgeführt werden.

ANMERKUNG Da 2D/3D-Schablonen oder Manikins nicht ein bestimmtes Perzentil gleichzeitig in allen Dimensionen darstellen können (z. B. Körpergröße, Rumpflänge und Beinlänge), weichen die Ergebnisse für das Design typischerweise geringfügig von der Gestaltung anhand tabellarischer Perzentildaten ab.

Die Vorgehensweise besteht aus den folgenden Schritten:

- Feststellung der Zielgruppe (nach Parametern wie Nationalität/Ethnie, Geschlecht, Altersgruppe) (5.1);
- Auswahl eines geeigneten Datensatzes (d. h. repräsentativ für die Zielgruppe) (5.2);
- Auswahl der relevanten anthropometrischen Maße (entsprechend den erforderlichen Sitzmaßen, z. B. Hüftbreite für die Auslegung der Sitzbreite) (5.3);
- Anpassung der anthropometrischen Maße durch Korrekturen für Kleidung und Körperhaltung (5.4);
- Berechnung der Konstruktionsmaße durch Hinzufügen von Spielräumen (für Innenmaße) oder Abziehen von Sicherheitsspannen (für Reichweiten/Außenmaße) (5.5);
- Berücksichtigen der Verformung von Polstern (5.6);
- Integration und Auswertung der Ergebnisse (5.7);
- Dokumentation (5.8).

5 Verwendung anthropometrischer Daten

5.1 Identifizierung der Zielgruppe

Zielgruppen können nach Ethnie, Geschlecht, Alter, Beschäftigung und bestimmten Auswahlregeln bestimmt werden.

Bei der Gestaltung von Flugzeugsitzen kann es von Belang sein, ob ein Flugzeug im weltweiten oder nur im regionalen Verkehr eingesetzt wird. In letztem Fall kann die Ethnie eingeschränkt sein. Die Verteilung nach Geschlecht, Alter und sozioökonomischen Faktoren (z. B. Beruf) ist in der Regel Verteilung innerhalb der Gesamtbevölkerung ähnlich.

Sitze für die Cockpit- oder Kabinenbesatzung haben eine enger definierte Nutzergruppe. Der Altersbereich kann abhängig von Ausbildungszeiten und Ruhestandsregelungen eingeschränkt sein. Je nach der Einstellungspolitik einer Fluglinie ist möglicherweise eine bestimmte Nationalität/Ethnie vorherrschend. Außerdem können durch die Einstellungspolitik sehr kleine oder sehr große Personen ausgeschlossen sein.

5.2 Auswahl von Datensätzen

Grundlagen anthropometrischer Daten sind Erhebungen, bei denen große (typischerweise: $n > 1\,000$) repräsentative Stichproben aus einer bestimmten Bevölkerungsgruppe nach ausführlichen Anweisungen vermessen werden. Definitionen und Anweisungen für die Vermessung der gängigen Körpermaße enthält EN ISO 7250-1, jedoch können einzelne Erhebungen auch anderen Regeln folgen. Die Rohdaten werden verarbeitet, um Perzentilwerte und andere statistische Parameter zu erhalten. In den meisten Studien werden die Daten für Männer und Frauen getrennt erfasst. Manche Erhebungen sind auf bestimmte Gruppen beschränkt (z. B. Kinder, Militär, Busfahrer) oder auf bestimmte Körperregionen (z. B. Kopf, Hände). Für die Gestaltung von Sitzen werden Messwerte für den Rumpf und die oberen und unteren Gliedmaßen benötigt.

5.2.1 Fehlerquellen

Die Daten sollten so aktuell wie möglich sein, da sich Messwerte auch mit der Zeit verändern können, sodass durch veraltete Daten Fehler entstehen. Die vorherrschenden Trends sind der sogenannte säkulare Trend (säkulare Akzeleration) in Industrieländern, der eine Zunahme der Körpergröße über mehrere Generationen wiedergibt, und der so genannte Fettleibigkeitstrend, der einen zunehmenden Anteil übergewichtiger und fettleibiger Menschen widerspiegelt.

ANMERKUNG Anhang C zeigt, wie die Auswirkungen dieser Trends geschätzt werden können.

Viele anthropometrische Daten wurden für einen Altersbereich untersucht, der der arbeitstätigen Bevölkerung entspricht (z. B. von 18 bis 65 Jahren). Liegt ein signifikanter Teil der Zielgruppe außerhalb dieser Altersgrenzen, so sollten die Daten mit Vorsicht verwendet werden.

5.2.2 Internationale Bevölkerungen

In der Luftfahrt ist die Nutzer-Population oft nicht auf ein einziges Land beschränkt. Es gibt nur wenige aktuelle anthropometrische Datensätze, die die Bevölkerungen größerer Regionen oder gar der ganzen Welt beschreiben (z. B. EN ISO 14738, EN 547-3, Jürgens et al., 1990; ISO 7250-3). Darüber hinaus sind diese nicht geeignet für die Gestaltung von Sitzen, da sie nicht alle erforderlichen Messwerte enthalten und teilweise nicht mehr aktuell sind.

Ein einfaches Verfahren zur Schätzung der Gestaltungsgrenze für gemischte Populationen ist die Verwendung der unteren Perzentile von einer kleineren Population und der oberen Perzentile von einer größeren Population. Eine gute Schätzung der weltweiten Bevölkerung erhält man aus dem unteren Perzentil der asiatischen Daten (z. B. von Japan, Korea oder Thailand) und dem oberen Perzentil für die europäischen oder nordamerikanischen Daten (z. B. Niederlande, Deutschland oder USA).

5.3 Auswahl relevanter anthropometrischer Messwerte

Da die Hauptfunktion eines Sitzes darin besteht, den menschlichen Körper in einer (bequemen) Sitzhaltung zu unterstützen, korrespondieren die wichtigsten Sitzmaße mit bestimmten Körpermaßen; eine Übersicht enthält Tabelle 1. Nach der Entscheidung über die Gestaltungsgrenze, typischerweise das 1. und 99. Perzentil oder das 5. und 95. Perzentil, ist für jedes Maß festzustellen, ob es sich um ein Innenmaß („Hineinpassen“) oder ein Außenmaß („Erreichen“) handelt (siehe Tabelle 1). Dementsprechend ist ein unteres oder oberes Perzentil zu wählen. Werden Daten für Männer und Frauen getrennt verarbeitet, so ist der kleinere Wert beider Geschlechter für das untere Perzentil und der größere Wert für das obere Perzentil zu verwenden.

ANMERKUNG Fehlen relevante Messwerte in einem Datensatz, so können Schätzung erforderlich sein. Anhang B liefert Anhaltspunkte für solche Schätzungen.

5.4 Korrekturen für Kleidung und Körperhaltung

Anthropometrische Messdaten werden typischerweise an Teilnehmern in standardisierten Körperhaltungen ohne oder mit minimaler Kleidung erfasst. Für die praktische Anwendung sind einige Korrekturen erforderlich. Bei der Körperhaltung werden Messungen in aufrecht stehender oder sitzender Haltung durchgeführt, in der Realität ist die Haltung jedoch meist nicht ganz aufrecht. Die Wirkung der Kleidung wird durch die Mode beeinflusst (z. B. Höhe der Schuhe) und durch die Saison oder Umgebungstemperatur (leichte Sommerkleidung gegenüber Polarkleidung). Militär-, Arbeits- und Schutzkleidung haben möglicherweise noch einen stärkeren Einfluss. Korrekturen für verschiedene Kleidungsarten werden bei Pheasant, S. & Haslegrave, C. M. (2006) oder Tilley (2002) beschrieben. Tabelle 1 enthält Korrekturen für leichte Straßenkleidung, von der in der kommerziellen Luftfahrt zumeist ausgegangen werden kann.

5.5 Zuschläge und Abschläge

Für Innenmaße wird empfohlen, einen gewissen Zuschlag vorzusehen. Solche Zuschläge können Probleme für Personen jenseits der Perzentilgrenze mindern. In manchen Fällen sind Zuschläge ein Mittel zur Verbesserung des Komforts. Ist ein Sitz dagegen unbenutzbar, wenn ein Nutzer außerhalb des berücksichtigten Perzentilbereichs liegt, dann sollte das 99. Perzentil als Grenze benutzt werden und die Differenz zwischen dem 99. und dem 95. Perzentil kann als zusätzlicher Zuschlag berücksichtigt werden¹⁾.

Für Außenmaße kann entsprechend durch einen Abschlag (einen „negativen Zuschlag“) die Anzahl der Nutzer, für die der Sitz nicht passt, verringert und gleichzeitig der Komfort erhöht werden. Beispielsweise kann durch zusätzliche Verringerung der Sitzschalenhöhe der Druck in der Kniekehle für Nutzer mit kurzen Beinen verringert werden.

5.6 Kompression des Sitzkissens

Die Berechnungen beziehen sich auf eine Person, die auf dem Sitz sitzt, das heißt, das Sitzkissen ist zusammengedrückt. Konstruktionsmaße, die sich auf unbelastete Sitzkissen beziehen, erfordern eine Korrektur, die die elastischen Eigenschaften des Kissens berücksichtigt.

5.7 Integration und Bewertung

In Flugzeugkabinen ist der verfügbare Platz für die Sitze für Fluggäste (und Besatzung) auf Grund des Kabinenquerschnitts, gesetzlicher Vorschriften (z. B. Gangbreite) und betrieblicher Anforderungen begrenzt. Daher können nicht alle Sitzmaße realisiert werden. Außerdem können bestimmte Maße mit anderen nicht kompatibel sein. Die Optimierung für das untere Perzentil kann daher zu Sitzverhältnissen führen, die für Personen des oberen Perzentils nicht annehmbar sind und umgekehrt.

In der Regel ist es sinnvoll, das 5. Perzentil und das 95. Perzentil als Grenzen für die Dimensionierung zu verwenden. Muss integrationsbedingt von den Werten, die nach den Angaben in den vorhergehenden Kapiteln berechnet wurden, abgewichen werden, so sollten die tatsächlichen Grenzen (Perzentilwerte) geschätzt werden.

ANMERKUNG In Anhang D wird beschrieben, wie Perzentilwerte für die tatsächliche Abdeckung geschätzt werden können.

Maße, die die Benutzbarkeit und Sicherheit beeinflussen, sollten grundsätzlich beibehalten werden; unvermeidbare Korrekturen sollten auf komfortbezogene Maße beschränkt werden.

¹⁾ Bei Normalverteilung der Daten innerhalb der Bevölkerung, was bei vielen anthropometrischen Maßen zutrifft, ist dies eine grobe Schätzung für das 99,9. Perzentil.

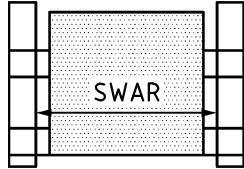
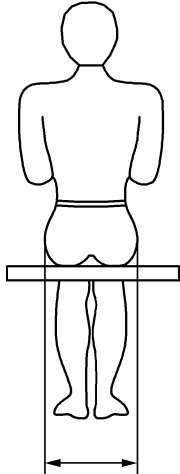
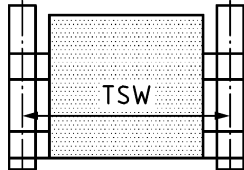
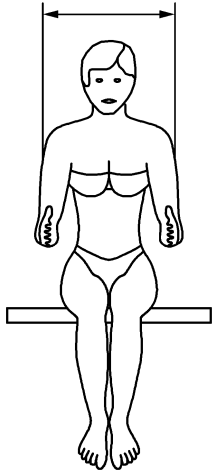
5.8 Dokumentation

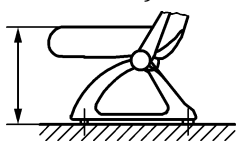
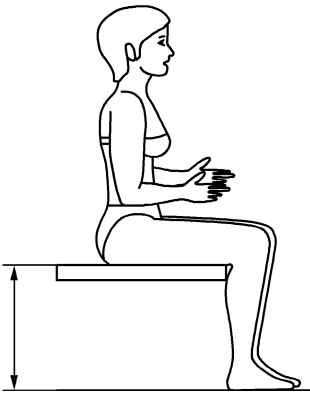
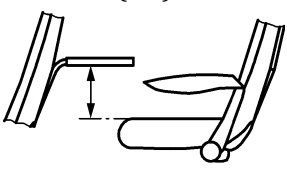
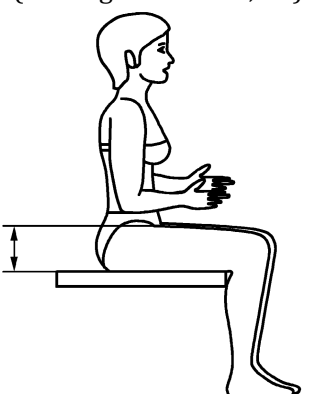
Die Dokumentation für den anthropometrischen Gestaltungsprozess, insbesondere Angaben zu anthropometrischen Eignungsraten für Flugzeugsitze, muss die Referenzbevölkerung, den Eignungsbereich, Korrekturen und Spielräume wie in Anhang E enthalten, um diese Norm zu erfüllen.

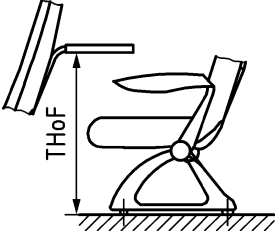
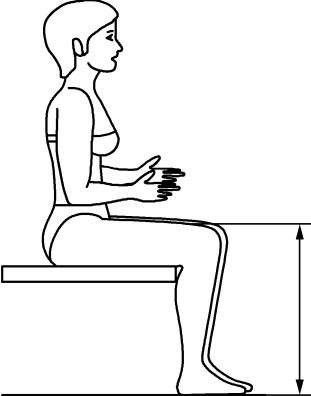
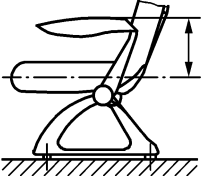
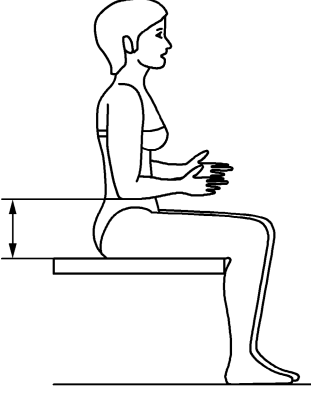
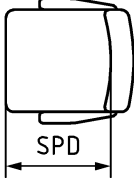
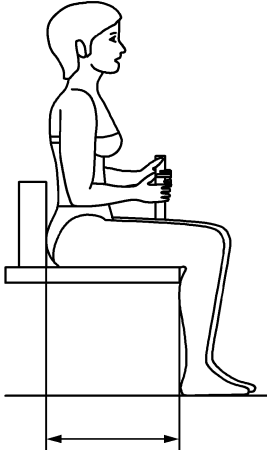
5.9 Beispiele

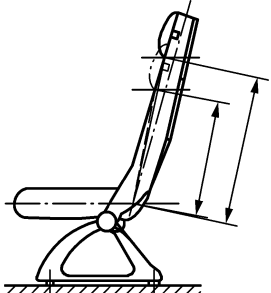
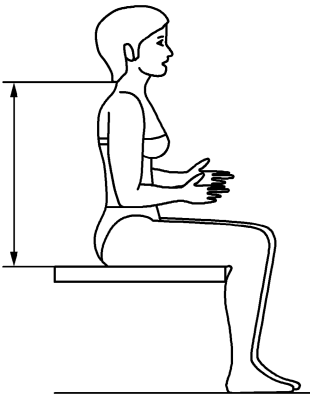
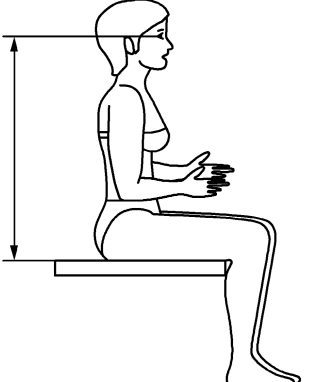
Tabelle 1 zeigt Beispiele für die Berechnung der Hauptmaße von Flugzeugsitzen.

Tabelle 1 — Anleitung für die Berechnung der Sitzmaße anhand anthropometrischer Maße

Nr.	Sitzmaße	Entsprechendes Körpermaß	Berechnung
1	Sitzbreite zwischen Armstützen (SWAR) (en: Seat width between arm rests)  Nach EN 4723	Hüftbreite, sitzend (HBS)  Nach EN ISO 7250-1	$SWAR = HBS_{hi} + CC + CL$ Dabei ist SWAR die Sitzbreite zwischen Armlehnen; HBS_{hi} die Hüftbreite, oberes Perzentil; CC die Korrektur für die Kleidung (10 mm); CL der Freiraum (> 20 mm).
2	Sitzbreite gesamt (TSW) (en: Total seat width) 	Schulterbreite (bideltoidal) (SB)  Nach EN ISO 7250-1	$TSW = SB_{hi} + CC + CL$ Dabei ist TSW die Gesamtsitzbreite; SB_{hi} die Schulterbreite, oberes Perzentil; CC die Korrektur für die Kleidung (10 mm); CL der Freiraum (> 10 mm).

Nr.	Sitzmaße	Entsprechendes Körpermaß	Berechnung
3	Kissenhöhe über dem Boden (nicht komprimiert) (<i>CHoF</i>) (en: Cushion height over floor)  Nach EN 4723	Unterschenkel-Fuß-Länge (en: popliteal height, <i>PH</i>)  Nach EN ISO 7250-1	$CHoF = PH_{10} + CU - CC + SH$ Dabei ist <i>CHoF</i> die Polsterhöhe über dem Boden (nicht komprimiert); <i>PH₁₀</i> die Unterschenkel-Fuß-Länge, unteres Perzentil; <i>CU</i> die Polsterkompression (en: cushion compression, abhängig von Sitzgestaltung und -werkstoff); <i>CC</i> die Korrektur für die Kleidung (5 mm); <i>SH</i> die Schuhhöhe (en: shoe height, 25 mm für Männer; 45 mm für gemischtgeschlechtliche Gruppen). ANMERKUNG Ist eine Fußstütze vorhanden, so ist alternativ der Abstand von der Kante des Sitzkissens zur Fußstütze zu verwenden.
4	Tischhöhe über Sitzkissen (nicht komprimiert) (<i>TH</i>)  Nach EN 4723	Oberschenkeldicke (en: thigh clearance, <i>TT</i>)  Nach EN ISO 7250-1	$TH = TT_{hi} - CU + CC + CL$ Dabei ist <i>TH</i> die Tischhöhe über Sitzkissen (nicht komprimiert); <i>TT_{hi}</i> die Oberschenkeldicke, oberes Perzentil; <i>CU</i> die Kissenkompression (abhängig von Sitzgestaltung und -werkstoff); <i>CC</i> die Korrektur für die Kleidung (10 mm); <i>CL</i> der Spielraum (> 10 mm). ANMERKUNG Im Bereich des Bauchs, d. h. des am weitesten vorstehenden Teils in Tabelle 1; siehe auch Tabelle 1, Nr. 5.

Nr.	Sitzmaße	Entsprechendes Körpermaß	Berechnung
5	Tischhöhe über dem Boden (en: table height over floor, <i>THoF</i>)  Nach EN 4723	Kniehöhe (en: knee height, <i>KH</i>)  Nach EN ISO 7250-1	$THoF = KH_{hi} + CC + SH + CL$ Dabei ist <i>THoF</i> die Tischhöhe über dem Boden; <i>KH_{hi}</i> die Kniehöhe, oberes Perzentil; <i>CC</i> die Korrektur für die Kleidung (5 mm); <i>CL</i> der Spielraum (> 10 mm); <i>SH</i> die Schuhhöhe (45 mm für Frauen; 25 mm für gemischtgeschlechtliche Gruppen). ANMERKUNG Im Bereich des Knies, d. h. bei der Rückenlehne des Vordersitzes; siehe auch Tabelle 1, Nr. 4.
6	Höhe der Armstützenoberseite über dem Sitzkissen (nicht komprimiert) (<i>TACH</i>)  Nach EN 4723	Ellbogenhöhe, sitzend (en: elbow height, <i>EH</i>)  Nach EN ISO 7250-1	$TACH = EH_{lo} - CU$ Dabei ist <i>TACH</i> die Höhe der Armstützenoberseite über dem Sitzkissen (nicht komprimiert); <i>EH_{lo}</i> die Ellbogenhöhe, unteres Perzentil; <i>CU</i> die Kissenkompression (abhängig von Sitzgestaltung und -werkstoff).
7	Sitzschalentiefe (en: seat pan depth, <i>SPD</i>) 	Gesäß-Kniekehlen-Länge (Sitztiefe) (en: buttock-popliteal length, <i>BPL</i>)  Nach EN ISO 7250-1	$SPD = BPL_{lo} - MA$ Dabei ist <i>SPD</i> die Sitzschalentiefe; <i>BPL_{lo}</i> die Gesäß-Kniekehlen-Länge, unteres Perzentil; <i>MA</i> die Toleranz (10 mm bis 30 mm).

Nr.	Sitzmaße	Entsprechendes Körpermaß	Berechnung
8	Verstellbereich von Kopfstütze/Nackensstütze (AR_{high}) (AR_{low})  Nach EN 4723	Zervikalhöhe, sitzend (CH)  Nach EN ISO 7250-1 Alternativ als Schätzwert für die Höhe des am weitesten vorstehenden Teils des Hinterkopfs: Augenhöhe, sitzend (EH)  Nach EN ISO 7250-1	Nackensstütze (relativ zu SRP): $AR_{high} = CH_{hi}$ $AR_{low} = CH_{lo}$ Dabei ist AR_{high} der obere Verstellbereich der Nackensstütze; AR_{low} der untere Verstellbereich der Nackensstütze; CH_{hi} die obere Zervikalhöhe, sitzend; CH_{lo} die untere Zervikalhöhe, sitzend. Kopfstütze (relativ zu SRP): $AR_{high} = EH_{hi}$ $AR_{low} = EH_{lo}$ Dabei ist AR_{high} der obere Verstellbereich der Nackensstütze; AR_{low} der untere Verstellbereich der Nackensstütze; EH_{hi} die obere Augenhöhe, sitzend; EH_{lo} die untere Augenhöhe, sitzend.

Anhang A (informativ)

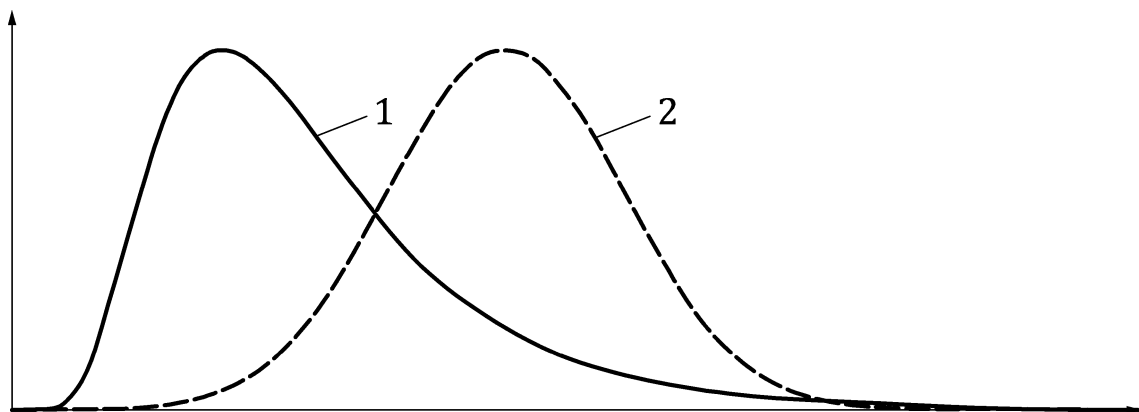
Statistische Eigenschaften anthropometrischer Maße

A.1 Verteilungsparameter

Bei den anthropometrischen Maßen, die für die Auslegung von Sitzen von Bedeutung sind, liegen zwei typische Verteilungsarten der Werte vor:

Viele Messwerte haben eine eingipfelige, glockenförmig symmetrische Verteilung; die fast der Normalverteilung (Gaußsche Verteilung) entspricht, siehe Bild A.1. Zu dieser Gruppe gehören insbesondere Körpermaße, die durch die Knochenstruktur des menschlichen Körpers, d. h. die Maße und Proportionen des Skeletts, bestimmt sind. Zu dieser Kategorie gehören die Körpergröße, Rumpflänge und die Länge der Gliedmaßen.

Andere Messwerte haben ebenfalls eine eingipfelige, aber nicht-symmetrische Verteilung. Die meisten Messwerte in dieser Gruppe weisen eine linksgipflige Verteilung auf, das heißt der rechte Teil der Verteilungskurve ist länger als der linke Teil, siehe Bild A.1. Diese Verteilungen sind mit einer Log-Normalverteilung darzustellen. Zu dieser Gruppe gehören Körpermaße, die durch die Menge und Verteilung von Muskel- und Fettgewebe beeinflusst werden, z. B. die Hüftbreite oder der Taillenumfang.



Legende

- 1 Log-Normalverteilung
- 2 Normalverteilung

**Bild A.1 — Normalverteilung und linksgipflige (Log-Normal-)Verteilungskurve
(Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion)**

Tabelle A.1 zeigt statistische Parameter für einige anthropometrische Maße für eine Beispielbevölkerung. Mittelwert (M), Standardabweichung (en: standard derivation, SD) und das 1., 5., 50., 95. und 99. Perzentil (P01, P05, P50, P95, P99) sind die Parameter, die in anthropometrischen Datenbanken üblicherweise angegeben sind. Die nächste Spalte zeigt den Variationskoeffizienten (en: coefficient of variation, CV), der definiert ist als

$$CV = \frac{SD}{M}$$

Dabei ist

- CV der Variationskoeffizient;
- SD die Standardabweichung;
- M der Mittelwert.

CV quantifiziert die relative Variation des jeweiligen Maßes.

Die nächsten beiden Spalten in Tabelle A.1 zeigen zwei Schiefewerte, die aus den Daten der ersten fünf Spalten in Tabelle A.1 berechnet werden können. Der Quantil-Schiefekoeffizient (en: coefficient of skewness, QS) für $P05$ ist definiert als

$$QS = \frac{(P95 - P50) - (P50 - P05)}{(P95 - P05)}$$

Dabei ist

- QS der Quantil-Schiefekoeffizient;
- $P95$ der 95. Perzentilwert;
- $P50$ der 50. Perzentilwert;
- $P05$ der 5. Perzentilwert.

Ein anderes Maß für die Schiefe ist der (zweite) Pearson-Schiefekoeffizient (PS) in der rechten Spalte, der definiert ist als

$$PS = \frac{3 \times (M - P50)}{SD}$$

Dabei ist

- PS der Pearson-Schiefekoeffizient;
- M der Mittelwert;
- $P50$ der 50. Perzentilwert;
- SD die Standardabweichung.

Beide Schiefewerte sind bei Linksgipfligkeit, d. h. bei einer Verteilung, bei der das rechte Ende der Kurve länger als das linke ist, größer als Null.

Die anthropometrischen Maße in den oberen fünf Reihen von Tabelle A.1 gehören zu der Gruppe, die fast Normalverteilung aufweist; die anderen vier weisen eine stärkere Schiefe und eine größere relative Variation auf.

Tabelle A.1 — Beispiele anthropometrischer Daten (nach ISO/TR 7250-2, M bis P99, Vereinigte Staaten, Männer; eigene Berechnungen)

Maß	M	SD	P01	P05	P50	P95	P99	CV	QS	PS
Körpergröße	1 766,6	80,6	1606	1 650	1 759	1 901	1 965	0,046	0,131	0,013
Sitzhöhe	920,6	42,8	827	856	919	985	1 018	0,046	0,023	0,005
Schulterhöhe, sitzend	601,9	37,8	522	549	601	656	687	0,063	0,028	0,004
Kniehöhe	558	32,1	489	513	556	607	638	0,058	0,085	0,011
Gesäß-Knie-Länge	614	36,5	544	562	610	673	708	0,059	0,135	0,020
Schulterbreite, bideltoidal	490,4	37,8	422	440	486	550	592	0,077	0,164	0,027
Hüftbreite, sitzend	376,3	38,1	311	329	372	435	483	0,101	0,189	0,035
Brustumfang	1 023,6	112,7	837	884	1 008	1 210	1 354	0,110	0,239	0,046
Gewicht	83,2	17,4	56	63	80	115	141	0,209	0,346	0,120

A.2 Genauigkeit, Gültigkeit und Verlässlichkeit

Grundsätzlich muss eine Stichprobe, die für eine anthropometrische Erhebung herangezogen wird, repräsentativ für die Zielbevölkerung sein hinsichtlich Altersverteilung, Ethnie und soziodemografischer Parameter wie Einkommen, Bildung und ländliches vs. städtisches Wohnumfeld. Fließen Daten für Männer und Frauen in einen gemeinsamen Datenpool ein, so muss auch der Geschlechter-Mix in der Zielbevölkerung berücksichtigt werden. Bei Abweichungen zwischen der Zusammensetzung der Population und der Stichprobe ist eine geeignete Gewichtung anzuwenden.

Bei repräsentativen Proben ist die Genauigkeit hauptsächlich abhängig von der Stichprobengröße n . Die 95 Prozent-Vertrauensgrenzen für verschiedene Statistiken ergeben sich aus

$$U_{95} = \frac{k \times SD}{\sqrt{n}}$$

Dabei ist

U_{95} die 95 Prozent-Vertrauensgrenze;

k eine spezifische Konstante für den jeweiligen Parameter nach Tabelle A.2;

SD die Standardabweichung;

n die Probengröße.

Tabelle A.2 — Werte des Parameters k für die Berechnung der 95 % Vertrauensgrenzen (nach Pheasant & Haslegrave 2006)

Statistischer Wert	k
Mittelwert	1,96
Standardabweichung	1,39
5. und 95. Perzentil	4,14
1. und 99. Perzentil	7,33

Für die Körpergrößen in Tabelle A.1 (Stichprobengröße: $n = 1\,121$) liegt der tatsächliche Mittelwert der Bevölkerung mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % in einem Bereich von 1 762 mm bis 1 771 mm; für das 99. Perzentil sind die Vertrauensgrenzen 1 947 mm und 1 983 mm.

Ausschlaggebend für die Gültigkeit anthropometrischer Daten ist die Vergleichbarkeit der Bedingungen, unter denen die Daten erfasst wurden, und die Anwendungssituation. Anthropometrische Daten werden normalerweise unter genau definierten Bedingungen erfasst, um ihre Zuverlässigkeit sicherzustellen. Diese Bedingungen können vom realen Anwendungsszenario erheblich abweichen. Beispielsweise sind die Teilnehmer an Messungen nackt oder in Unterwäsche und nehmen eine bestimmte Haltung ein, z. B. sitzend in (extrem) aufrechter Position. Für die praktische Anwendung können Korrekturen für die Kleidung oder nicht aufrechte Körperhaltung erforderlich werden.

Werden Erhebungen an verschiedenen Orten und durch verschiedene Personen durchgeführt, so sind exakte Anweisungen für die Messung erforderlich, um eine annehmbare Zuverlässigkeit zu erhalten.

ANMERKUNG Definitionen anthropometrischer Maße enthält ISO 7250-1. Für die einzelnen Datensätze, die in ISO/TR 7250-2 aufgeführt sind, werden zusätzliche Informationen zu Repräsentativität und Zusammensetzung der Probe, Datum und Ort der Messung sowie Genauigkeit und Zuverlässigkeit angegeben.

Anhang B (informativ)

Schätzungen für fehlende anthropometrische Messwerte

B.1 Verhältnisskalierung

Da anthropometrische Erhebungen für viele unterschiedliche Zwecke durchgeführt werden (z. B. Design von Fahrzeuginnenräumen, Größen von Kleidungsstücken, Ernährungsstudien), umfassen die Datenbanken nicht notwendigerweise alle Maße, die für ein bestimmtes Designproblem benötigt werden. Fehlt ein Maß X (z. B. Oberschenkeldicke) für Bevölkerung A (z. B. britische Männer), steht aber für eine ähnliche Bevölkerung B (z. B. französische Männer) zur Verfügung und liegt für beide Bevölkerungen ein ähnliches Maß Y (z. B. Oberschenkelumfang) vor, so kann das fehlende Maß durch eine so genannte Verhältnisskalierung geschätzt werden (Pheasant & Haslegrave, 2006). Sie basiert auf den (für praktische Zwecke ausreichenden, aber mathematisch nicht exakten) Gleichungen:

$$\frac{M_{X,A}}{M_{Y,A}} \approx \frac{M_{X,B}}{M_{Y,B}}$$

und

$$\frac{SD_{X,A}}{SD_{Y,A}} \approx \frac{SD_{X,B}}{SD_{Y,B}}$$

Dabei ist

- $M_{X,A}$ der Mittelwert von Maß X für Bevölkerung A;
- $M_{Y,A}$ der Mittelwert von Maß Y für Bevölkerung A;
- $M_{X,B}$ der Mittelwert von Maß X für Bevölkerung B;
- $M_{Y,B}$ der Mittelwert von Maß Y für Bevölkerung B;
- $SD_{X,A}$ die Standardabweichung von Maß X für Bevölkerung A;
- $SD_{Y,A}$ die Standardabweichung von Maß Y für Bevölkerung A;
- $SD_{X,B}$ die Standardabweichung von Maß X für Bevölkerung B;
- $SD_{Y,B}$ die Standardabweichung von Maß Y für Bevölkerung B.

Durch Lösen der Gleichungen für $M_{X,A}$ bzw. $SD_{X,A}$ ergeben sich die Parameter für das fehlende Maß.

Die für die Auslegung benötigten Perzentilwerte können nach Anhang D geschätzt werden.

B.2 Proportionalitätskonstanten

Einige Quellen geben anthropometrische Daten als relative Maße an, d. h. das jeweilige Maß wird als Anteil eines Referenzmaßes angegeben. Dieses Referenzmaß ist meistens die Körpergröße. Solche relativen Maße werden als Proportionalitätskonstanten bezeichnet.

Am einfachsten lassen sich Körpermaße durch direkte Skalierung schätzen. Sie ist anwendbar, wenn der Schwankungskoeffizient (CV) des Zielmaßes (ungefähr) gleich dem CV des Referenzmaßes ist. Dies trifft auf Maße zu, die in engem Bezug zur Körpergröße stehen, wie z. B. die Augenhöhe oder Sitzhöhe.

Angenommen, die Proportionalitätskonstante $PC(A)$ für ein Maß A^2 ist bekannt. Es gilt die Annahme

$$PC(A) = \frac{M_A}{M_S} = \frac{P_{x,A}}{P_{x,S}}$$

Dabei ist

$PC(A)$ die Proportionalitätskonstante;

M_A der Mittelwert von Maß A ;

M_S der Mittelwert der Körpergröße;

$P_{x,A}$ das x -te Perzentil für Maß A ;

$P_{x,S}$ das x -te Perzentil für Maß S .

Das erforderliche Perzentil wäre dann

$$P_{x,A} = PC(A) \times P_{x,S}$$

Dabei ist

$P_{x,A}$ das x -te Perzentil für Maß A ;

$PC(A)$ die Proportionalitätskonstante;

$P_{x,S}$ das x -te Perzentil für Maß S .

Unter der Annahme, dass A und S normal verteilt sind, sind $P_{x,A}$ und $P_{x,S}$ definiert als

$$P_{x,A} = M_A + SD_A \times z(x) = M_A \times [1 + CV_A \times z(x)]$$

$$P_{x,S} = M_S + SD_S \times z(x) = M_S \times [1 + CV_S \times z(x)]$$

Dabei ist

$P_{x,A}$ das x -te Perzentil für Maß A ;

$P_{x,S}$ das x -te Perzentil für Maß S ;

² Eine Proportionalitätskonstante lässt sich im Allgemeinen berechnen als $PC = M_{A,i} / M_{S,i}$ (wobei $M_{A,i}$ der Mittelwert der Maße A für alle Individuen i der Probe aus der Erhebung ist, $M_{S,i}$ der Mittelwert der gemessenen Körpergröße der Individuen) bzw. $PC = \text{Mittelwert}(A_i/S_i)$ (wobei das Verhältnis für jedes Individuum berechnet wird). Die Ergebnisse dieser beiden Gleichungen sind unterschiedlich, die Differenz ist jedoch bei typischen Verteilungen anthropometrischer Maße vernachlässigbar.