

DIN EN ISO 20685-2



ICS 13.180

Entwurf

Einsprüche bis 2022-10-19
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 20685-2:2017-05

**Ergonomie –
3-D-Scanning-Methoden für international kompatible
anthropometrische Datenbanken –
Teil 2: Bewertungsprotokoll der Oberflächenform und Wiederholbarkeit
der relativen Positionen von Orientierungspunkten
(ISO/DIS 20685-2:2022);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 20685-2:2022**

Ergonomics –
3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases –
Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions
(ISO/DIS 20685-2:2022);
German and English version prEN ISO 20685-2:2022

Ergonomie –
Méthodologies d'exploration tridimensionnelles pour les bases de données
anthropométriques compatibles au plan international –
Partie 2: Protocole d'évaluation de la forme extérieure et de la répétabilité des positions
relatives de repères (ISO/DIS 20685-2:2022);
Version allemande et anglaise prEN ISO 20685-2:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-08-19 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 naerg@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 Ergonomie (NAErg), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, 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 55 Seiten

DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20685-2:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 023-00-03 AA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAErg/NAM: Anthropometrie und Biomechanik“ im DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

ISO 7250-1	siehe	DIN EN ISO 7250-1
ISO 10360-8	siehe	DIN EN ISO 10360-8
ISO 20685-1	siehe	DIN EN ISO 20685-1

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 20685-2:2017-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) unter 3.2, 3.3 und 3.4 Anmerkungen zum Begriff geändert bzw. gestrichen;
- c) 4.2 „Prüfkugel“ überarbeitet;
- d) 5.3 „Messpunkte“ überarbeitet;
- e) Tabelle 1 und Tabelle B.2 überarbeitet;
- f) Literaturhinweise aktualisiert;
- g) Dokument redaktionell überarbeitet.

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 10360-8, *Geometrische Produktspezifikation und -prüfung (GPS) — Annahme- und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmesssysteme (KMS) — Teil 8: KMG mit optischen Abstandssensoren*

DIN EN ISO 20685-1, *3D-Scanverfahren für international kompatible anthropometrische Datenbanken — Teil 1: Prüfprotokoll für aus 3D-Scans extrahierte Körpermaße*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 20685-2:2022-09

– Leerseite –

Ergonomie – 3-D-Scanning-Methoden für international kompatible anthropometrische Datenbanken – Teil 2: Bewertungsprotokoll der Oberflächenform und Wiederholbarkeit der relativen Positionen von Orientierungspunkten (ISO/DIS 20685-2:2022)

Ergonomics – 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases – Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions (ISO/DIS 20685-2:2022)

Ergonomie – Méthodologies d’exploration tridimensionnelles pour les bases de données anthropométriques compatibles au plan international – Partie 2: Protocole d’évaluation de la forme extérieure et de la répétabilité des positions relatives de repères (ISO/DIS 20685-2:2022)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Prüfprotokoll für die Auswertung zur Oberflächenmessung	9
4.1 Allgemeine Aspekte	9
4.2 Prüfkugel	9
4.3 Durchführung	9
4.3.1 Messung der Prüfkugel	9
4.3.2 Berechnung der Qualitätsparameter	10
4.3.3 Bericht	10
5 Prüfprotokoll für die Auswertung der Wiederholbarkeit der Messpunktpositionen	11
5.1 Allgemeine Aspekte	11
5.2 Prüfgegenstand	11
5.3 Messpunkte	11
5.4 Durchführung	12
5.4.1 Messung	12
5.4.2 Berechnung der Qualitätsparameter	13
5.4.3 Bericht	13
6 Auswertung des verdeckten Bereichs	13
6.1 Allgemeiner Aspekt	13
6.2 Auswahl der Teilnehmer	14
6.3 Steuerung und Messung der Körperhaltung	14
6.4 Verfahren zur Auswertung des verdeckten Bereichs	14
6.5 Bericht	14
Anhang A (informativ) Probe eines Prüfgegenstandes	16
A.1 Kugel	16
A.2 Testpuppe	16
Anhang B (informativ) Beispiel einer Prüfung und eines Berichts	18
B.1 Auswertung der Formmessung	18
B.1.1 Allgemeines	18
B.1.2 Prüfgegenstand	18
B.1.3 Durchführung	18
B.1.4 Bericht	18
B.2 Auswertung der Wiederholbarkeit der Positionen der Messpunkte	19
B.2.1 Allgemeines	19
B.2.2 Prüfgegenstand	19
B.2.3 Durchführung	20
B.2.4 Bericht	20
Anhang C (informativ) Beispiel eines Auswertungsberichts des verdeckten Bereichs	24
C.1 Allgemeines	24
Anhang D (informativ) Simultane Überlagerung von Messpunktkoordinaten aus 10 Scans	26
D.1 Allgemeines	26
D.2 Durchführung	26
D.3 Alternatives Verfahren	26
Literaturhinweise	27

Bilder

Bild 1 — Fehler bei der Messung des Durchmessers und des Dispersionswerts der Kugelform . .	8
Bild 2 — Messpositionen der Kugel	10
Bild A.1 — Probekugel	16
Bild A.2 — Anthropomorphe Probetestpuppe	17
Bild C.1 — Beispiel eines fehlenden Bereichs	25

Tabellen

Tabelle 1 — Auszuwertende Messpunkte	11
Tabelle 2 — Empfohlene Positionen für das Scannen der Testpuppe	13
Tabelle 3 — Empfohlene Positionen für das Scannen der Testpuppe	14
Tabelle B.1 — Beispielbericht über die Auswertungsprüfung der Oberflächenmessung	18
Tabelle B.2 — Beispielbericht über die Auswertungsprüfung der Wiederholbarkeit der Messpunkte	20
Tabelle C.1 — Beispiel für einen Bericht	24

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20685-2:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 20685-2:2017 ersetzen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 20685-2:2022 wurde von CEN als prEN ISO 20685-2:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 159, *Ergonomics*, Unterkomitee SC 3, *Anthropometry and biomechanics*.

ISO 20685 besteht unter dem allgemeinen Titel *3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases* aus folgenden Teilen:

- *Part 1: Evaluation protocol for body dimensions extracted from 3-D body scans*
- *Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions*

Einleitung

Anthropometrische Maße stellen eine Schlüsselkomponente vieler Internationaler Normen dar. Solche Maße können mithilfe einer Vielzahl von Geräten zusammengetragen werden. Ein Gerät, das in der Anthropometrie erst seit relativ kurzer Zeit Anwendung findet, ist der dreidimensionale (3D-)Scanner. 3D-Scanner erzeugen eine 3D-Punktmenge der Oberfläche des menschlichen Körpers, die für eine Vielzahl an Anwendungen wie die Gestaltung von Kleidung und Fahrzeugen sowie im Maschinenbau und in der Medizin verwendet werden kann. Vor kurzem wurden digitale menschliche Modelle aus einer 3D-Punktmenge für die Verwendung für verschiedenartige Anwendungen in Bezug auf den technologischen Designprozess erzeugt. Wichtig ist die Qualitätskontrolle der durch Scannen extrahierten anthropometrischen Daten, da die erforderliche Qualität je nach Anwendung unterschiedlich sein kann.

Hierzu existiert eine Reihe unterschiedlicher grundlegender Verfahrensweisen, die durch handelsübliche Systeme berücksichtigt ist. Bei diesen Verfahren handelt es sich unter anderem um die Stereophotogrammetrie oder Verfahrensweisen unter Einsatz von Ultraschall und Licht (Laserlicht, weißes Licht und Infrarot). Darüber hinaus unterscheidet sich die Software zur Verarbeitung der Daten des Scanvorgangs in ihren Verfahren. Auch bestehen Unterschiede hinsichtlich der Verfahren zum Extrahieren von maßgeblichen Messpunktpositionen unter den handelsüblichen Systemen. In einigen Systemen entscheiden Anthropometrie-Spezialisten die Lage der Messpunkte, fügen Markierungsaufkleber an und das Scannersystem berechnet die Stellen der Markierungsaufkleber und identifiziert ihre Bezeichnungen, wohingegen in anderen Systemen die Positionen der Messpunkte automatisch aus den Körperoberflächendaten berechnet werden. Die Qualität der Messpunktbestimmung hat erhebliche Auswirkungen auf die Qualität der aus Scans extrahierten 1D-Maße sowie die erzeugten digitalen Menschmodelle, die auf diesen Messpunkten basieren.

Aufgrund der Unterschiede zwischen den grundsätzlichen Verfahrensweisen sowie zwischen der Hard- und der Software kann sich die Qualität der Form der Körperoberflächen und der Messpunktbestimmung bei Messung derselben Person mit verschiedenen Systemen unterscheiden. Da das 3D-Scannen auf das Zusammentragen von Maßen angewendet werden kann, war es wichtig eine Norm zu erarbeiten, die es den Anwendern solcher Systeme sowie Anwendern von aus Scans extrahierten Maßen erlaubt zu beurteilen, ob das jeweilige 3D-System für ihre Erfordernisse angemessen ist.

Das Ziel dieses Teils von ISO 20685 besteht darin, die Qualitätskontrollverfahren von Körperscannern sicherzustellen, insbesondere jener, die für Körperoberflächen und Messpunktbestimmung aus ISO 7250-1 verwendet werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 20685 behandelt die Protokolle für die Prüfung von 3D-Körperscansystemen beim Erfassen von Körperoberflächendaten und Körpermaßen. Er ist nicht auf Geräte anzuwenden, die die Bewegung einzelner Messpunkte messen.

Obwohl die Internationale Norm überwiegend auf Ganzkörperscanner bezogen ist, ist sie auch auf Körperteilscanner (Kopfscanner, Handscanner, Fußscanner) anwendbar. Diese Internationale Norm gilt für Körperscanner, die den menschlichen Körper in einer Einzelansicht messen. Bei Auswertung eines tragbaren Scanners muss angemerkt werden, dass die Bedienperson zum Gesamtfehler beitragen kann. Bei Auswertung von Systemen, bei denen der Teilnehmer bewegt wird, können Bewegungsartefakte verursacht werden; dies kann ebenso zum Gesamtfehler beitragen. Dieser Teil der ISO 20685 gilt für die durch einen anthropometrischen Spezialisten festgelegten Messpunktpositionen. Sie gilt nicht für die durch Software aus der Punktmenge automatisch berechneten Messpunktpositionen.

Die Qualität der Körperoberflächen des menschlichen Körpers und der Messpunktpositionen wird von der Leistung des Scannersystems und den Menschen, einschließlich der Person, die die Messung durchführt, und dem Teilnehmer, beeinflusst. Dieser Teil der ISO 20685 behandelt die Leistung von Scannersystemen unter Verwendung von Artefakten als Prüfgegenstand, anstelle von menschlichen Teilnehmern.

Herkömmliche Geräte müssen auf den Millimeter genau sein. Die Überprüfung ihrer Genauigkeit kann durch einen Vergleich des Geräts mit einer Skala entsprechend einer internationalen Norm für Längen erfolgen. Für die Überprüfung oder Bestimmung der Genauigkeit von Körperscannern wird ein kalibrierter Prüfgegenstand mit bekannter Form und Größe verwendet.

Die Norm richtet sich an diejenigen, die 3D-Körperscanner zur Erstellung von 3D-Anthropometrie-Datenbanken erzeugen und an die Nutzer der Daten sowie Entwickler und Hersteller dieser Scanner. Dieser Teil der ISO 20685 verfolgt das Ziel, die Grundlage für eine Vereinbarung hinsichtlich der Leistung von Körperscannern zwischen Scanner-Nutzern und Scanner-Lieferanten zu bieten, sowie zwischen 3D-Anthropometrie-Datenbankanbietern und Datennutzern.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

ISO 7250-1, *Basic human body measurements for technological design — Part 1: Body measurement definitions and landmarks*

ISO 10360-8, *Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) — Part 8: CMMs with optical distance sensors*

ISO 20685-1, *3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 1: Evaluation protocol for body dimensions extracted from 3-D body scans*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Fehler bei Messungen von Kugelformen

Fehler innerhalb des Gaußschen Radialabstands, der über die Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus den gemessenen Datenpunkten an einer Prüfkugel berechnet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Fehler bei Messungen von Kugelformen hängt von der Leistung des Körperscanners und der Kugelgestalt der Prüfkugel ab.

3.2

Dispersionswert der Kugelform

kleinste Breite einer Kugelschale, die n % aller gemessenen Datenpunkte erfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1, rechts.

3.3

Standardabweichung der Radialabstände

Standardabweichung von Radialabständen aus gemessenen Datenpunkten und der am besten passenden Kugel (en: best-fit sphere)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Standardabweichung der Radialabstände ist ein Indikator für den Fehler einer Messung einer Kugelform und korreliert stark mit dem Dispersionswert der Kugelform (90 %).

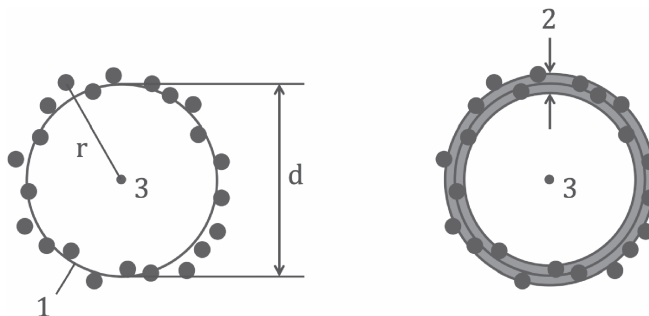
3.4

Fehler bei Messungen von Durchmessern

Fehler des Durchmessers bei der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus gemessenen Datenpunkten auf einer Prüfkugel

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1, links.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser wird berechnet, indem der in 4.2 beschriebene kalibrierte Durchmesser vom gemessenen Durchmesser abgezogen wird



Legende

1 am besten passende Kugel (en: best-fit sphere)

2 Dispersionswert der Kugelform (n)

3 Mitte der am besten passenden Kugel

d Durchmesser der am besten passenden Kugel

r Radialabstand eines gemessenen Datenpunktes von der Mitte der am besten passenden Kugel aus

ANMERKUNG Der Dispersionswert der Kugelform (n), in dem n % der gemessenen Datenpunkte liegen, wird im rechten Bild als die radiale Dicke des markierten Bereichs gezeigt. Der Dispersionswert der Kugelform (n) wird berechnet, indem der Perzentilwert $n/2$ der Radialabstände der gemessenen Datenpunkte von der Mitte der am besten passenden Kugel aus vom Perzentilwert $100 - n/2$ abgezogen wird.

Bild 1 — Fehler bei der Messung des Durchmessers und des Dispersionswerts der Kugelform

4 Prüfprotokoll für die Auswertung zur Oberflächenmessung

4.1 Allgemeine Aspekte

Die Umgebungsbedingungen müssen mit den Arbeitsbedingungen des 3D-Körperscanners übereinstimmen. Falls der Betriebsmodus für die Messung des Prüfgegenstands modifiziert werden muss, ist dies im Bericht festzuhalten.

4.2 Prüfkugel

Kugeln aus Stahl, Keramik oder anderen geeigneten Materialien mit diffus reflektierender Oberfläche werden zur Bestimmung der Qualitätsparameter für die Dispersionswerte der Kugelform und zur Bestimmung des Fehlers bei Messungen des Durchmessers verwendet. Es ist wünschenswert, dass der Durchmesser der Kugel in etwa der Größe eines Teils des menschlichen Körpers entspricht, z. B. des Kopfes.

Der Durchmesser und die Form der Prüfkugel müssen mit einer Präzisionsmessvorrichtung, z. B. einem Koordinatenmessgerät, das entsprechend der Internationalen Norm für Längen rückführbar ist, kalibriert werden, und ein Kalibrierzertifikat muss vorliegen.

Die Oberflächeneigenschaften der Prüfkugel können die Prüfergebnisse wesentlich beeinträchtigen. Das Material der Prüfkugel muss im Bericht angegeben werden.

Die Bezugskugel, die mit dem Körperscanner für Kalibrierzwecke mitgeliefert wurde, darf für diese Prüfung nicht verwendet werden.

Ein Beispiel einer Kugel ist in Anhang A dargestellt.

4.3 Durchführung

4.3.1 Messung der Prüfkugel

Die Kugel muss mindestens an neun Stellen innerhalb des Scanvolumens gemessen werden. Die Messstellen müssen die folgenden neun Positionen umfassen (Bild 2): Position 1 ist die Mitte des Scanvolumens auf dem Boden; Position 2 bis Position 5 befinden sich 500 mm, 1 000 mm, 1 500 mm, und 2 000 mm über dem Boden, über Position 1; Position 6 und Position 7 befinden sich 250 mm vor oder hinter der Mittelposition und 1 000 mm über dem Boden; Position 8 und Position 9 befinden sich 400 mm rechts oder links von der Mittelposition und 1 000 mm über dem Boden.

Wenn Messungen der Kugel aufgrund eines kleineren Scanvolumens nicht wie oben beschrieben möglich sind, wird die Kugel an der Position gemessen, die der vorgesehenen am nächsten kommt und die exakte Position wird im Bericht angegeben.

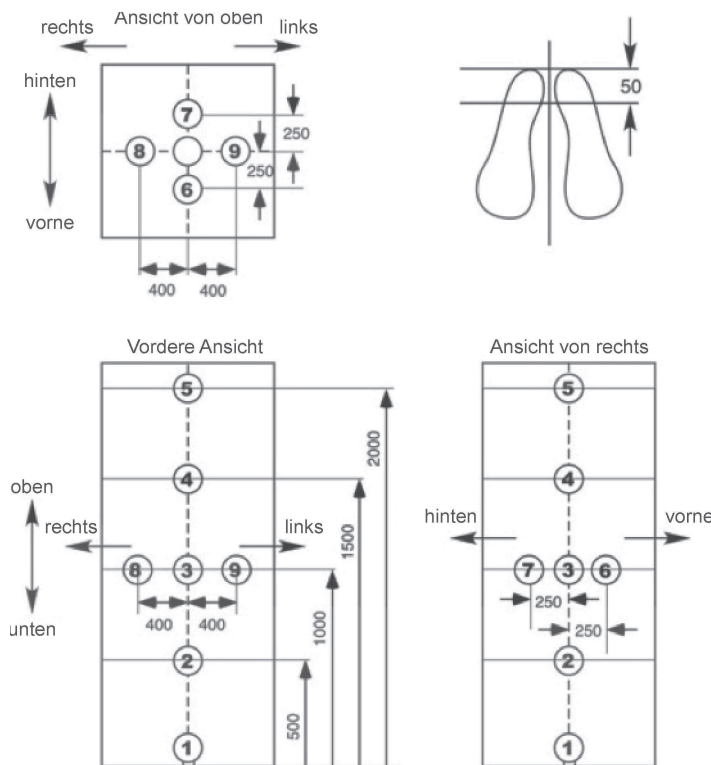


Bild 2 — Messpositionen der Kugel

4.3.2 Berechnung der Qualitätsparameter

Datenpunkte von Objekten, die anders sind als die Prüfkugel, wie beispielsweise ein Stativ, müssen manuell gelöscht werden. Randdatenpunkte, die durch Reflexion entstanden sind, können ebenso beseitigt werden.

Die Mitte einer am besten passenden Kugel wird aus den gemessenen Datenpunkten berechnet. Die Radialabstände von der Mitte der am besten passenden Kugel zu allen Datenpunkten werden berechnet. Der Durchmesser der am besten passenden Kugel wird als der Mittelwert der Radialabstände berechnet.

Der Fehler bei der Messung des Durchmessers wird berechnet, indem der kalibrierte Durchmesser vom Durchmesser der am besten passenden Kugel abgezogen wird.

Der Dispersionswert der Kugelform (90 %) wird berechnet, indem der Perzentilwert 5 des Radialabstands vom Perzentilwert 95 des Radialabstands abgezogen wird.

Die Standardabweichungen aller Radialabstände müssen berechnet werden.

4.3.3 Bericht

Material und Kalibrierergebnisse der Prüfkugel (Durchmesser und Prüfdispersionswert) müssen im Bericht angegeben werden.

Im Bericht müssen für jede Position die aktuelle Messposition, Fehler bei der Messung des Durchmessers, der Dispersionswert der Prüfkugel (90 %) und die Standardabweichung der Radialabstände aus den gemessenen Datenpunkten und der am besten passenden Kugel angegeben werden. Für die Auslegung der Ergebnisse dienen Bilder der gemessenen Datenpunkte.

Ein Beispiel eines Prüfverfahrens und eines Berichts ist in Anhang B dargestellt.

5 Prüfprotokoll für die Auswertung der Wiederholbarkeit der Messpunktpositionen

5.1 Allgemeine Aspekte

Die Umgebungsbedingungen müssen mit den Arbeitsbedingungen des 3D-Körperscanners übereinstimmen. Falls der Betriebsmodus für die Messung des Prüfgegenstands modifiziert werden muss, ist dies im Bericht festzuhalten.

5.2 Prüfgegenstand

Eine anthropomorphe Testpuppe, deren Größe und Gestalt einem natürlichen Menschen und nicht einem idealisierten Menschen entspricht, ist zu verwenden. Es ist wünschenswert, dass die Testpuppe keine beweglichen Teile besitzt, ebenso die Körperhaltung, die in ISO 20685-1 für Körperumfänge empfohlen wird. Weiterhin ist es wünschenswert, dass sie aus GFK (glasfaserverstärktem Kunststoff), Metall oder anderen geeigneten Materialien mit einer diffus reflektierenden Oberfläche besteht. Die auszuwertenden Messpunkte sollten auf der Testpuppe vormarkiert sein.

Ein Beispiel einer Testpuppe ist in Anhang A dargestellt.

5.3 Messpunkte

Die auszuwertenden Messpunkte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Unter den 47 Messpunkten werden die Nr. 1 bis Nr. 15 und Nr. 18 bis Nr. 25 in ISO 7250-1 und Nr. 26 und Nr. 27 in ISO 20685-1 festgelegt. Diese Messpunkte müssen ausgewertet werden. Die Messpunkte Nr. 16, Nr. 17 und Nr. 28 bis Nr. 47 sind optional. Falls Messpunkte, die nicht in Tabelle 1 aufgelistet sind, ausgewertet werden müssen, werden diese ab Nr. 48 nummeriert.

Vor der Messung werden Markierungsaufkleber auf die auszuwertenden Messpunktpositionen geklebt. Markierungsaufkleber sollten für den geprüften Scanner geeignet sein.

Tabelle 1 — Auszuwertende Messpunkte

Nr.	Messpunkt	Abschnitt-Nr. in ISO 7250-1
1	Vertex (höchster Punkt des Kopfes)	5.22
2	Tragion, rechts	5.20
3	Tragion, links	5.20
4	Orbitale – Infraorbitale, rechts	5.13
5	Orbitale – Infraorbitale, links	5.13
6	Glabella	5.6
7	Sellion	5.15
8	Menton	5.9
9	Opisthocranion	5.14
10	Cervicale	5.3
11	Akromion, rechts	5.2
12	Akromion, links	5.2
13	Mesosternal	5.10
14	Thelion, rechts	5.18
15	Thelion, links	5.18
16	Iliocristale, rechts	optional

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nr.	Messpunkt	Abschnitt-Nr. in ISO 7250-1
17	Iliocristale, links	optional
18	Iliospinale anterius – vorderer oberer Darmbeinstachel, rechts	5.7
19	Iliospinale anterius – vorderer oberer Darmbeinstachel, links	5.7
20	Stylien (Stylien radiale), rechts	5.16
21	Stylien (Stylien radiale), links	5.16
22	Ulnares Stylien, rechts	5.21
23	Ulnares Stylien, links	5.21
24	Tibiale, rechts	5.19
25	Tibiale, links	5.19
26	Lateraler Malleolus, rechts	ISO 20685-1, 3.8
27	Lateraler Malleolus, links	ISO 20685-1, 3.8
28	Oberrand der Patella (Suprapatella), stehend, rechts	optional
29	Oberrand der Patella (Suprapatella), stehend, links	optional
30	Hals-Schulterpunkt, rechts	optional
31	Hals-Schulterpunkt, links	optional
32	Vorderer Halsansatzpunkt	optional
33	Anterior Axilla-Punkt, rechts	optional
34	Anterior Axilla-Punkt, links	optional
35	Posterior Axilla-Punkt, rechts	optional
36	Posterior Axilla-Punkt, links	optional
37	Omphalion	optional
38	Trochanter, rechts	optional
39	Trochanter, links	optional
40	Sitzbeinhöcker-Punkt, rechts	optional
41	Sitzbeinhöcker-Punkt, links	optional
42	Radial, rechts	optional
43	Radial, links	optional
44	Mittlere Patella, rechts	optional
45	Mittlere Patella, links	optional
46	Sphyrion, rechts	optional
47	Sphyrion, links	optional

5.4 Durchführung

5.4.1 Messung

Die Testpuppe muss 10-mal gescannt werden. Nach jedem Scan muss die Testpuppe ein wenig bewegt werden, um die Veränderung in der Standposition des menschlichen Teilnehmers zu simulieren. Die Veränderung in der Stellung muss auch eine anteroposteriore und seitliche Umsetzung und Rotationsunterschiede beinhalten. Empfohlen werden die 10 Positionen, die in Tabelle 2 dargestellt sind.

Tabelle 2 — Empfohlene Positionen für das Scannen der Testpuppe

Nr.	Position
1	Die Ausgangsposition, die Standposition der menschlichen Teilnehmer
2	10 mm vor der Ausgangsposition
3	10 mm hinter der Ausgangsposition
4	10 mm rechts von der Ausgangsposition
5	10 mm links von der Ausgangsposition
6	Es wird gegen den Uhrzeigersinn gedreht: nur die rechte Ferse in 10 mm anterior zur Ausgangsposition
7	Es wird im Uhrzeigersinn gedreht: nur die linke Ferse in 10 mm anterior zur Ausgangsposition
8	10 mm anterior zur Ausgangsposition, wie Position 6 gegen den Uhrzeigersinn drehen
9	10 mm posterior zur Ausgangsposition, wie Position 7 im Uhrzeigersinn drehen
10	Die Ausgangsposition

5.4.2 Berechnung der Qualitätsparameter

Für jeden Scan werden Koordinaten der Messpunkte mithilfe des verfügbaren Verfahrens gewonnen.

Ausschließlich die Messpunkte, die aus allen 10 Scans gewonnen werden können, werden für die Berechnung der Qualitätsparameter verwendet. Die 10 Messdaten der Messpunktpositionen werden simultan überlagert. Siehe Anhang D als Beispiel für ein Verfahren.

Nach der Überlagerung wird der Fehler für jeden Messpunkt als Abstand zwischen den dazugehörigen Messpunktpositionen für alle möglichen Datenpaare der Messpunktpositionen ($N = {}_{10}C_2 = 45$) berechnet. Der mittlere und die maximalen Fehler werden für jeden Messpunkt als Qualitätsparameter berechnet.

Anhang D erläutert Verfahren von simultaner Überlagerung von Messdatenpunkten, die aus 10 Scans gewonnen wurden.

5.4.3 Bericht

Material, Größe, Körperhaltung, Farbe und sonstige relevanten Informationen über die verwendete anthropomorphe Testpuppe müssen beschrieben werden.

Ausgewertete Messpunkte müssen im Bericht angegeben werden. Die Anzahl der Scans für jeden Messpunkt, für den Messpunktpositionen berechnet werden konnten, sowie mittlerer Fehler und Standardabweichungen der Fehler müssen im Bericht angegeben werden.

Ein Beispiel eines Prüfverfahrens und eines Berichts ist in Anhang B dargestellt.

6 Auswertung des verdeckten Bereichs

6.1 Allgemeiner Aspekt

Bei Verwendung einer Testpuppe gibt es verschiedene Qualitätsaspekte von Körperoberflächendaten eines Menschen, die nicht ausgewertet werden können, da Testpuppen nicht unbedingt die relevante Bevölkerungsgruppe repräsentieren, und die vorhandenen Körperformen begrenzt sind. Einer der wichtigsten Aspekte, der die Qualität der Körperoberflächen und Messpunktpositionen beeinflusst, ist der verdeckte Bereich, ein Teil des Körpers, der nicht gemessen werden kann, da er durch einen anderen/andere Teil(e) des Körpers verdeckt wird. Der verdeckte Bereich hängt von der Körperform ab. Daher sollten tatsächliche Menschen verwenden.