ISO-GPS-GUIDE

Grundlagen smart und kompakt

Leseprobe

2026

SWISSMEM

Impressum

Herausgeberin:	EDITION SWISSMEM
Bezeichnung:	ISO-GPS-Guide Grundlagen smart und kompakt
Version:	2. Auflage 2026
ISBN:	978-3-03866-684-4
Projektleitung:	Joachim Pérez, Swissmem Berufsbildung, CH-8400 Winterthur
Autor:	Willi Tschudi, CH-8355 Aadorf
Layout und grafisches Konzept:	Daniel Baur, Swissmem Berufsbildung, CH-8400 Winterthur
Fachlektorat:	Prof. Dr.-Ing. Volker Läpple, Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-73614 Schorndorf www.toleranzen-beratung.de
Druck:	Printed in Switzerland
Quelle:	Schweizerische Normenvereinigung (SNV)
Feedback-tool:	Für Verbesserungsvorschläge, Korrekturen oder Anmerkungen https://www.swissmem-berufsbildung.ch/feedback-tool
Bezugsquelle:	Swissmem Berufsbildung Brühlbergstrasse 4 CH-8400 Winterthur Telefon +41 52 260 55 55 Fax +41 52 260 55 59 vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch www.swissmem-berufsbildung.ch

Urheberrecht Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlags.

Leseprobe

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen – Konzepte, Prinzipien und Regeln (ISO 8015) 7
Grundsatz ... 8

2 Dimensionelle Tolerierung – Lineare Grössenmasse (ISO 14405-1) 15
Übersicht der Grössenmassmerkmale und Modifikatoren für lineare Grössenmasse ... 16
Grössenmassmerkmale und Modifikatoren für lineare Grössenmasse ... 17
Ergänzende Grössenmassmerkmale und Modifikatoren für lineare Grössenmasse ... 29

3 Dimensionelle Tolerierung – Andere als lineare Masse oder Winkelgrössenmasse (ISO 14405-2) 39
Nicht-Grössenmasse ... 40

4 Dimensionelle Tolerierung – Winkelgrössenmasse (ISO 14405-3) 47
Übersicht der Grössenmassmerkmale und Modifikatoren für Winkelgrössenmasse ... 48
Grössenmassmerkmale und Modifikatoren für Winkelgrössenmasse ... 49
Ergänzende Grössenmassmerkmale und Modifikatoren für Winkelgrössenmasse ... 61
Zeichnungsspezifischer Default-Spezifikationsoperator für Winkelgrössenmasse ... 63

5 Bezüge und Bezugssysteme (ISO 5459) 65
Angaben und Modifikatoren für Bezüge ... 66

6 Geometrische Tolerierung (ISO 1101) 73
Toleranzindikatoren ... 74
Formtoleranzen ... 76
Richtungstoleranzen ... 82
Ortstoleranzen ... 89
Lauftoleranzen ... 97
Zusammenfassung der eingeschlossenen geometrischen Merkmale ... 102
Modifikatoren zur Kombination von Toleranzzonen ... 103
Modifikatoren für ungleichmässige Toleranzzonen ... 105
Modifikatoren für Nebenbedingungen ... 106
Modifikatoren für assoziierte tolerierte Geometrieelemente ... 107
Modifikatoren für tolerierte Geometrieelemente ... 109
Modifikatoren für abgeleitete tolerierte Geometrieelemente ... 114
Zusatzangaben von Geometrieelementen ... 115
Symbol für theoretisch exakte Masse ... 123

7 Positions- und Mustertolerierung (ISO 5458) 125
Elementgruppenspezifikation ... 126

8 Oberflächenbeschaffenheit: Profil (ISO 21920-1, -2, -3) 129
Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit ... 130
Symbol für die Oberflächenbeschaffenheit ... 130
Symbol für die Rillenrichtung oder Richtung der Bearbeitungsspuren ... 133
Symbol für die Oberflächenorientierung ... 134
Symbol für die Angabe der Profilrichtung ... 134
Mindestangabe von Kenngrössen ohne festgelegte Defaults ... 135
Vollständige Angabe für Auswertelängen-R-Kenngrössen ... 135
Vollständige Angabe für Abschnittlängen-R-Kenngrössen ... 135
Beispiel einer Anforderung an die Oberflächenbeschaffenheit ... 136

9 Spezifikation von Übergängen (ISO 21204) 137
Symbol für Übergangsspezifikationen mit Indikatoren ... 138

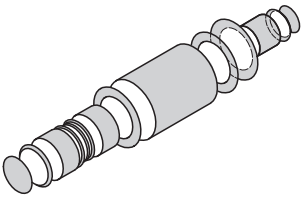
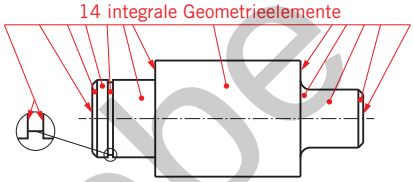
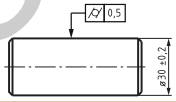
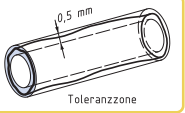
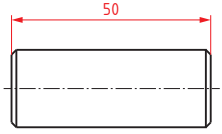
10 Maximum-Material-Bedingung (ISO 2692) 147
Modifikatoren für die Materialbedingungen ... 148

11 Allgemeine geometrische und Grössenmassspezifikationen (ISO 22081) 151
Geometrische Allgemeintoleranzen ... 152
Dimensionelle Allgemeintoleranzen ... 153

12 Spezifikation und Prüfung (ISO 22432/ISO 17450-1) 155
Oberflächenmodelle nach ISO 22432 ... 156
Oberflächenmodelle nach ISO 17450-1 ... 157
Situationselemente nach ISO 17450-1 ... 158

Probeprobe

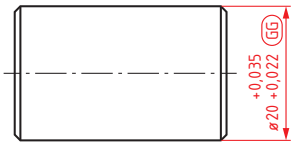
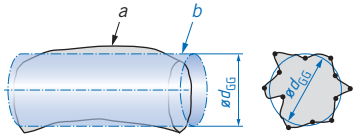
Grundlagen – Konzepte, Prinzipien und Regeln

Grundsatz	Inhalt	Beispiele
Grundsatz des Geometrieelementes	Jedes Werkstück besteht aus einer endlichen Anzahl an Geometrieelementen (integral oder zentral). Jede GPS-Spezifikation für ein Geometrieelement bzw. für eine Beziehung zwischen Geometrieelementen gilt standardmässig für das gesamte Geometrieelement und nur für ein einziges Geometrieelement bzw. eine einzige Beziehung zwischen Geometrieelementen.	Grau = integrale Geometrieelemente  14 integrale Geometrieelemente 
Grundsatz der Unabhängigkeit	Alle GPS-Anforderungen, wie z. B. Grössenmass, Form, Richtung, Ort müssen unabhängig voneinander erfüllt werden, es sei denn, es wird eine Abhängigkeit durch eine Norm oder durch eine besondere Angabe hergestellt (z. B. Spezifikation einer Elementgruppe nach ISO 5458 oder Spezifikation der Hüllbedingung nach ISO 14405-1).	**Spezifikation**  **Zustand nach der Fertigung (Hautmodell)**  **Verifikation** Messverfahren bzw. Messmittel abhängig von der spezifizierten Toleranz (Messunsicherheit) Zylindrizität unabhängig vom Grössenmass  Grössenmass unabhängig von der Zylindrizität 
Grundsatz der Dezimaldarstellung	Dezimalstellen, welche nicht angegeben werden, sind als Nullen zu interpretieren.	50 ≙ 50,000 … 

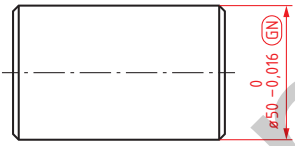
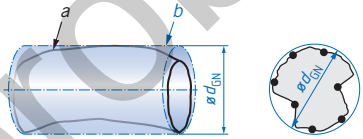
Leseprobe

Lineare Grössenmasse

Grössenmassmerkmale und Modifikatoren für lineare Grössenmasse

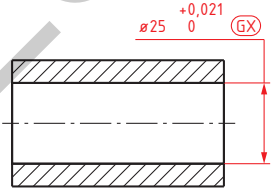
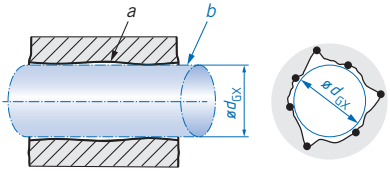
Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Grössenmass der totalen kleinsten Abweichungs-quadrate GG	Zylinder 	 20,022 mm ˆ $\varnothing d_{GG}$ ˆ 20,035 mm *a* = Extrahierte integrale Fläche *b* = Assoziierter idealer Zylinder Zielfunktion: Methode der totalen kleinsten Abweichungsquadrate (L_2 bzw. Gauß) Nebenbedingungen der Assoziation: keine.

Anwendungsmöglichkeit für das Grössenmass der totalen kleinsten Abweichungsquadrate: Gute Reproduzierbarkeit («stabile») Messergebnisse, da Ausreisser das Messergebnis in der Regel nur wenig beeinflussen. Daher unter anderem Eignung für die Überwachung des Fertigungsprozesses.

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Kleinstes umschriebenes Grössenmass GN	Zylinder 	 49,984 mm ˇ $\varnothing d_{GN}$ ˇ 50,0 mm *a* = Extrahierte integrale Fläche *b* = Kleinster umschriebener Zylinder (Hüllzylinder)

– Anwendungsmöglichkeit des kleinsten umschriebenen Grössenmasses: Zur Sicherstellung einer Passungsfunktion (Spiel-, Übergangs- oder Übermasspassung).
– Das kleinste umschriebene Grössenmass kann auf externe und interne lineare Grössenmasselemente angewandt werden.

Anmerkung: Durch das Massmerkmal werden lokale Abweichungen nicht begrenzt. Nur das lineare Grössenmass des assoziierten Geometrieelements muss sich innerhalb der Spezifikationsgrenzen befinden.

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Grösstes einbeschriebenes Grössenmass GX	Zylinder 	 25 mm ˙ $\varnothing d_{GX}$ ˙ 25,021 mm *a* = Extrahierte integrale Fläche *b* = Grösster einbeschriebener Zylinder (Pferchzylinder)

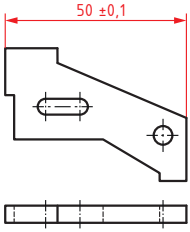
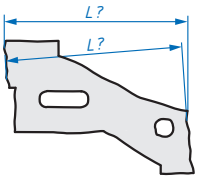
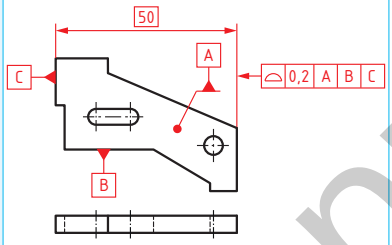
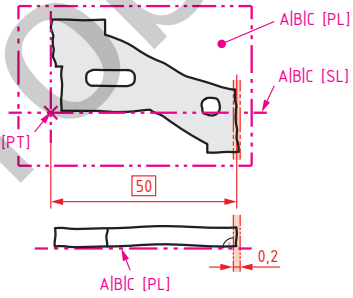
– Anwendungsmöglichkeit des grössten einbeschriebenen Grössenmasses: Zur Sicherstellung einer Passungsfunktion (Spiel-, Übergangs- oder Übermasspassungen).
– Das grösste einbeschriebene Grössenmass kann auf externe und interne lineare Grössenmasselemente angewendet werden.

Anmerkung: Durch das Massmerkmal werden lokale Abweichungen nicht begrenzt. Nur das lineare Grössenmass des assoziierten Geometrieelements muss sich innerhalb der Spezifikationsgrenzen befinden.

Leseprobe

Andere als lineare Masse oder Winkelgrössenmasse

Nicht-Grössenmasse

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Linearer Abstand zwischen zwei integralen Geometrie-elementen	Mehrdeutig 	 Die Spezifikation («Plus-Minus-Tolerierung») kann nicht gedeutet werden, da sie mehrdeutig ist.
	Eindeutig mit geometrischer Tolerierung 	 = Toleranzzone AIBIC [PL] = Situationselement Ebene des Bezugssystems AIBIC AIBIC [SL] = Situationselement Gerade des Bezugssystems AIBIC AIBIC [PT] = Situationselement Punkt des Bezugssystems AIBIC Die assoziierten Flächen sind der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet.

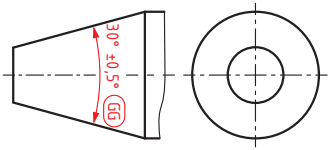
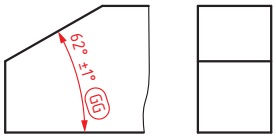
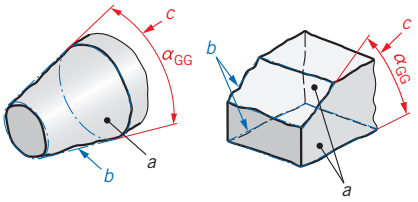
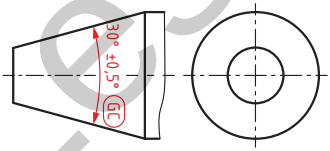
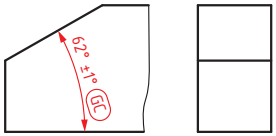
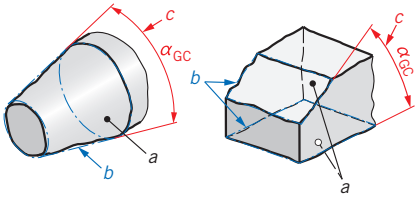
Die tolerierte, extrahierte Fläche muss innerhalb der Toleranzzone (linear, Weite 0,2 mm) liegen. Die Toleranzzone ist hinsichtlich Richtung und Ort zu den Situationselementen des Bezugssystem AIBIC eingeschränkt.

Notizen

Leseprobe

Winkelgrössenmasse

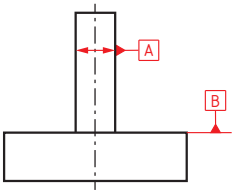
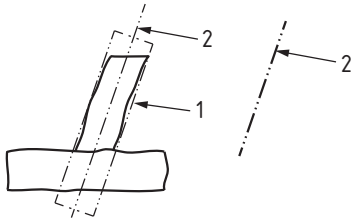
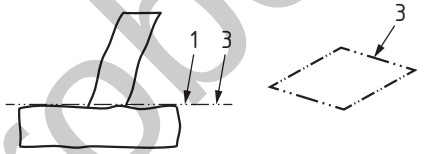
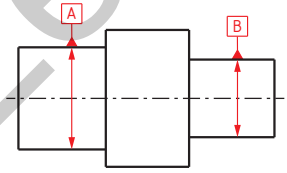
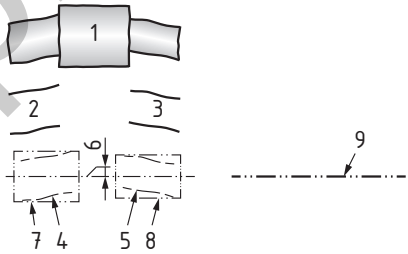
Grössenmassmerkmale und Modifikatoren für Winkelgrössenmasse

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Direktes globales Winkelgrössenmass mit Assoziationskriterium der kleinsten totalen Abweichungsquadrate GG	Kegel bzw. Kegelstumpf  Keil bzw. abgeschnittener Keil 	 Das direkte globale Winkelgrössenmass mit Assoziationskriterium der totalen kleinsten Abweichungsquadrate (α_{GG}) muss zwischen 29,5° und 30,5° (Kegel) liegen oder in jeder Querschnittsfläche (Keil) zwischen 61° und 63° liegen. *a* = Extrahierte integrale Fläche *b* = Assoziierter idealer Kegel Zielfunktion: Methode der totalen kleinsten Abweichungsquadrate (L_2 bzw. «Gauß») ohne Nebenbedingung des Materials. Kegel: Der Kegelwinkel ist variabel (wird in ISO 14405-3 nicht explizit genannt) Keil: Die beiden Ebenen werden unabhängig voneinander assoziiert. *c* = Spezifiziertes Winkelgrössenmassmerkmal: Direktes globales Winkelgrössenmass mit Assoziationskriterium der totalen kleinsten Abweichungsquadrate
Direktes globales Winkelgrössenmass mit Minimax-Assoziationskriterium GC	Kegel bzw. Kegelstumpf  Keil bzw. abgeschnittener Keil 	 Das direkte globale Winkelgrössenmass mit Minimax-Assoziationskriterium (α_{GC}) muss zwischen 29,5° und 30,5° (Kegel) oder zwischen 61° und 63° (Keil) liegen. *a* = Extrahierte integrale Fläche *b* = Assoziierter idealer Kegel oder ideale Ebenen Zielfunktion: Minimax ($L\infty$). Kegel: Der Kegelwinkel ist variabel. Keil: Die beiden Ebenen werden unabhängig voneinander assoziiert. *c* = Spezifiziertes Winkelgrössenmassmerkmal: Direktes globales Winkelgrössenmass mit Minimax-Assoziationskriterium

Leseprobe

Bezüge und Bezugssysteme

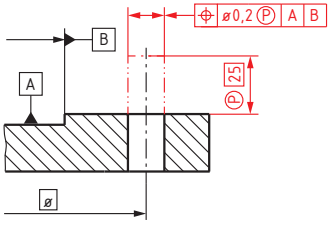
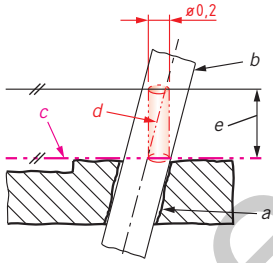
Einzelbezüge und gemeinsame Bezüge

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Einzelbezug A B		 1 = Assoziiertes Geometrieelement 2 = Bezugselement A ist die Achse des assoziierten Zylinders.  1 = Assoziiertes Geometrieelement 3 = Bezugselement B ist die assoziierte Ebene.
Gemeinsamer Bezug A-B		 1 = Reales Werkstück 2 = Bezugselement der Bezugsfläche für den gemeinsamen Bezug 3 = Bezugselement der Bezugsfläche für den gemeinsamen Bezug 4 = Gefiltertes Bezugselement von 2 5 = Gefiltertes Bezugselement von 3 6 = Richtungsbeschränkung und Lagebeschränkung zwischen den assoziierten Geometrieelementen der Kollektionsfläche (Koaxialität) 7 = Assoziiertes Geometrieelement des Bezugselements 2 unter Berücksichtigung der Nebenbedingung 6 8 = Assoziiertes Geometrieelement des Bezugselements 3 unter Berücksichtigung der Nebenbedingung 6 9 = Gemeinsamer Bezug (in diesem Fall die Achse der Kollektion der Flächen der beiden koaxialen assoziierten Zylinder)

Leseprobe

Geometrische Tolerierung

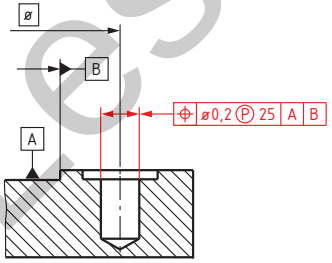
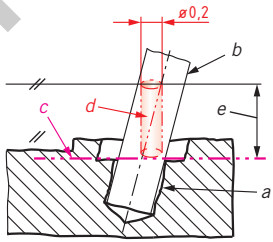
Modifikatoren für abgeleitete tolerierte Geometrieelemente

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Projizierte Toleranzzone Ⓟ		

= Toleranzzone

a = Extrahierte integrale Fläche
b = Verlängertes Geometrieelement
c = Referenzebene
d = Projiziertes toleriertes Geometrieelement
e = Länge des projizierten tolerierten Geometrieelements

Angabe einer geometrischen Spezifikation mit projiziertem Toleranzmodifikator unter direkter Angabe der Länge der Verlängerung mittels TED. Die geometrische Spezifikation wird über der Bezugsfläche gemessen (hier 25 mm).

Projizierte Toleranzzone Ⓟ		

= Toleranzzone

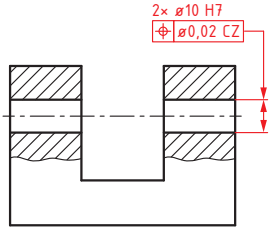
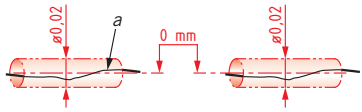
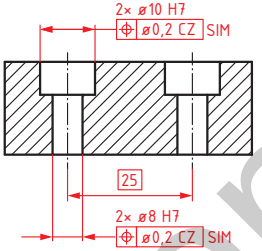
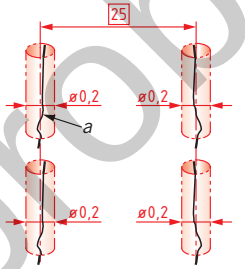
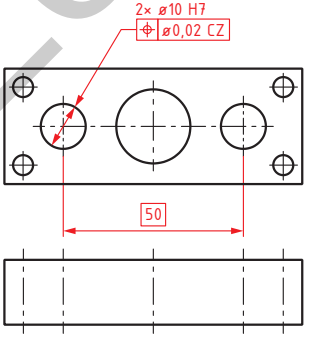
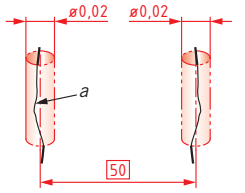
a = Extrahierte integrale Fläche
b = Verlängertes Geometrieelement
c = Referenzebene
d = Projiziertes toleriertes Geometrieelement
e = Länge des projizierten tolerierten Geometrieelements

– Angabe einer geometrischen Spezifikation mit projiziertem Toleranzmodifikator bezogen auf eine Referenzebene. Die Referenzebene ist die erste Ebene, welche das betrachtete Geometrieelement schneidet. Die geometrische Spezifikation wird über der Referenzebene gemessen (hier 25 mm).
– Standardmässig befindet sich der Ursprung des projizierten Geometrieelements an der Stelle der Referenzebene. Das Ende entspricht der Verschiebung der Länge des projizierten Geometrieelements vom Ursprung in Richtung aus dem Material heraus.

Leseprobe

Positions- und Mustertolerierung

Elementgruppenspezifikation

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
		 = Toleranzzonen *a* = Extrahierte Mittellinien Zwischen den Situationselementen (Geraden) der Toleranzzonen existieren Nebenbedingungen der Richtung (0°, bzw. Parallelität) und des Ortes (0 mm, bzw. Koaxialität) definiert durch die angegebene durchgehende Symmetrielinie.
Position (mehrerer Mittellinien) 	 Der SIM-Modifikator (simultane Anforderung) wandelt eine Gruppe von mehr als einer geometrischen Spezifikation in eine kombinierte Spezifikation (Elementgruppenspezifikation) um.	 = Toleranzzonen *a* = Extrahierte Mittellinien Zwischen den Situationselementen (Geraden) der Toleranzzonen existieren interne Nebenbedingungen der Richtung (0°, bzw. Parallelität) und des Ortes (0 mm bzw. Koaxialität) sowie einem Abstand von 25 mm zueinander.
		 = Toleranzzonen *a* = Extrahierte Mittellinien Implizite Nebenbedingung der Richtung von 0°, bzw. Parallelität und explizit des Ortes (50 mm).

– Durch Angabe des Modifikators «CZ» bilden die Toleranzzonen eine Toleranzzonengruppe und sind einzelne Elementgruppenspezifikationen.
– Ohne Bezug/Bezugssystem.

Leseprobe

Oberflächenbeschaffenheit: Profil

Symbol für die Oberflächenbeschaffenheit

Symbol	Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Rz	**Mindestangabe, z.B. mit einem Rz-Parameter**	Rz 10 ø10 ±0,1 ⌖ ø0,2 A B	a b c Rz 10 *a* = Grafisches Symbol (Material muss abgetragen werden) *b* = R-Parameter: Rz (maximale Höhe) *c* = Numerischer Grenzwert: 10 µm

Für Parameter mit festgelegtem Default (z. B. Rz, Ra siehe ISO 21920-3) genügt die Spezifikation einer Mindestangabe, bestehend aus dem grafischen Symbol, dem Symbol für den Parameter und dem numerischen Grenzwert (z. B. Rz 10), sofern alle Default zur Anwendung kommen sollen.

Rz (=)	**Spezifikation mehrerer Geometrieelemente mit gleichen Anforderungen**	Rz 25 Rz 10 Rz 25 Rz 40 (=) oder Rz 40 (Rz 25 Rz 10)	Oberfläche mit maximaler Höhe von: — = 40 µm — = 25 µm — = 10 µm

Sammelangaben für gleiche Oberflächenanforderungen sind nahe am Schriftfeld der Zeichnung zu platzieren.

Ra alt: Ra	**Spezifikation «Rundum»**	Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 6,3 (=)	nach ISO 1302 Ra 3,2 Ra 6,3 (=)

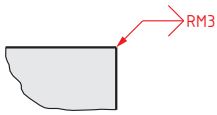
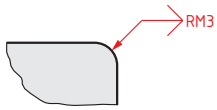
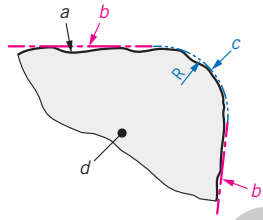
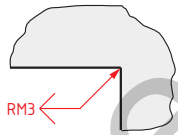
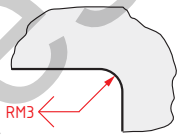
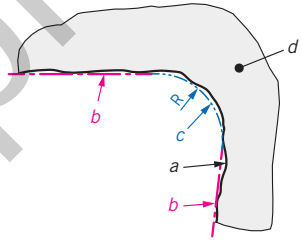
Um Mehrdeutigkeiten zu vermeiden, ist das grafische Symbol für «Rundum» in ISO 21920-1 nicht mehr definiert.

Notizen

Leseprobe

Spezifikation von Übergängen

Symbol für Übergangsspezifikationen mit Indikatoren

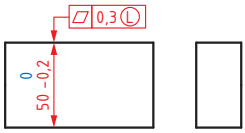
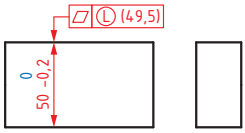
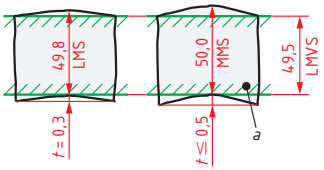
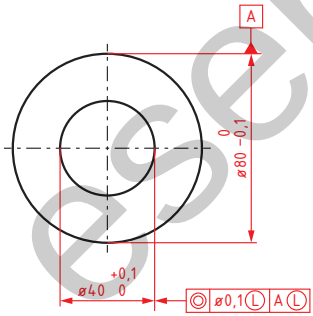
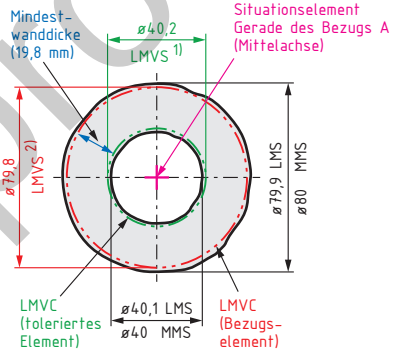
Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Maximum-Material-spezifikation mit Aussenradius RM (RM = Radius Material-höchstgrenze)	Vereinfacht (nicht modelliert):  Ausführlich (modelliert): 	Aussen anliegender Übergang:  *a* = Reales Werkstück/Hautmodell *b* = Angrenzende Referenzabschnitte (L_2-Norm, ausserhalb des Materials) *c* = Einschränkende Maximum-Materialgrenze *d* = Materialseite R = Nominaler Radius (3 mm) des Übergangsprofils
Das Kantenübergangsprofil muss von einer runden Maximum-Materialgrenze mit dem Radius 3 umgeben sein. Dabei handelt es sich um eine einseitige Toleranz, die das Kantenübergangsprofil in der Mindest-Materialrichtung nicht einschränkt.		
Maximum-Material-spezifikation mit Innenradius RM	Vereinfacht (nicht modelliert):  Ausführlich (modelliert): 	Innen anliegender Übergang:  *a* = Reales Werkstück/Hautmodell *b* = Angrenzende Referenzabschnitte (L_2-Norm, ausserhalb des Materials) *c* = Einschränkende Maximum-Materialgrenze *d* = Materialseite R = Nominaler Radius (3 mm) des Übergangsprofils
Das Kantenübergangsprofil muss von einer runden Maximum-Materialgrenze mit dem Radius 3 umgeben sein. Dabei handelt es sich um eine einseitige Toleranz, die das Kantenübergangsprofil in der Mindest-Materialrichtung nicht einschränkt.		

Notizen

Leseprobe

Maximum-Material-Bedingung

Modifikatoren für die Materialbedingungen

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Minimum-Material-bedingung (LMR) Ⓛ	Ohne direkte Angabe des LMVS:  Mit direkter Angabe des LMVS: 	 *a* = Wirksamer Minimum-Material-Zustand LMVC LMVS = Wirksames Minimum-Material-Grössenmass LMVS = LMS − *t* MMS = Maximum-Material-Grössenmass LMS = Minimum-Material-Grössenmass
	Mindestwanddicke: 	 LMVC = Wirksamer Minimum-Material-Zustand LMVS = Wirksames Minimum-Material-Grössenmass MMS = Maximum-Material-Grössenmass LMS = Minimum-Material-Grössenmass *t* = Geometrische Toleranz 1) Es gilt für Innenteile (Bohrung): LMVS = LMS + *t* (LMVS = 40,1 + 0,1 = 40,2 mm) 2) Es gilt für Aussenteile (Welle): LMVS = LMS − *t* (LMVS = 79,9 − 0,1 = 79,8 mm)

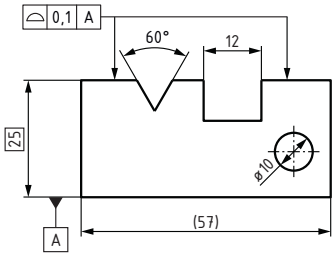
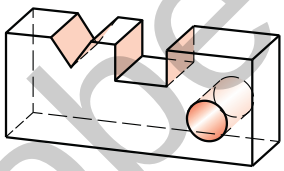
– Minimum-Material-Bedingung erlaubt das Überschreiten einer eingetragenen geometrischen Toleranz.
– Toleriertes Element:
  - Die maximale Abweichung der Koaxialität kann 0,2 mm betragen (falls Bohrung ø40,0 (MMS)).
  - Die Masse ø40,1 (LMS) und ø40 (MMS) müssen eingehalten werden.
  - LMVC, der das Mass ø40,2 (LMVS) hat, darf nicht durchbrochen werden.

– Bezugselement:
  - LMVC des Bezugselement (Welle) darf den Durchmesser ø79,8 (LMVS) nicht durchbrechen.

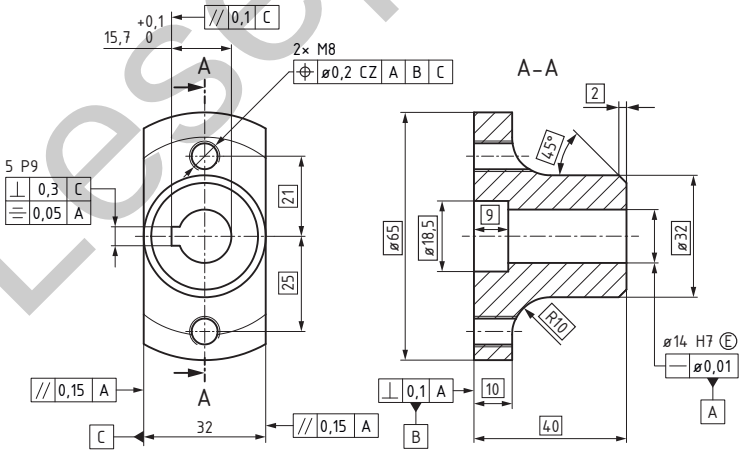
Leseprobe

Allgemeine geometrische und Grössenmassspezifikationen

Dimensionelle Allgemeintoleranzen

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
ISO 22081 (Dimensionelle Spezifikation)	**Allgemeine Grössenmassspezifikationen** Die allgemeinen Grössenmassangaben gelten für jedes Grössenmassmerkmal, das gemäss Norm nach einer der folgenden Regeln identifiziert wird: – durch ein CAD-Attribut, das den Nennwert des Grössenmasselements festlegt. – durch eine Grössenmassangabe, die den Nennwert des linearen Grössenmasses oder Winkelgrössenmasses festlegt, welche keine individuelle Toleranz hat, kein TED-Mass und kein Hilfsmass ist.	
Allgemeintoleranz für Grössenmassspezifikationen	 Allgemeintoleranz ISO 22081 Lineare Grössenmasse: ±0,2 (E) Winkelgrössenmasse: ±0,5° Produktdefinitionsdaten ISO 16792 Klassifizierungscode 3 mit Modell 1234.xyz	 Dimensionelle Allgemeintoleranz gilt nur für die roten Flächen.

Die dimensionelle Allgemeintolerierung gilt nur für lineare Grössenmass- und Winkelgrössenmassspezifikationen (ISO 14405-1 und -3), nicht aber für «Andere als Nicht-Grössenmasse oder Winkelgrössenmasse (ISO 14405-2)».

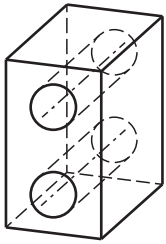
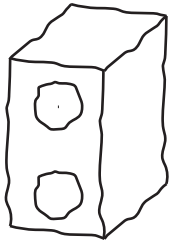
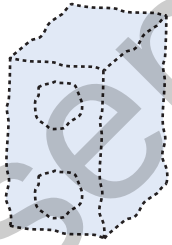
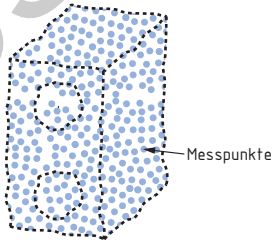
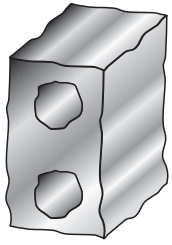
ISO 22081 (Vollständige Spezifikation)	 Allgemeintoleranzen ISO 22081 0,2 A B C Lineare Grössenmasse: Toleranzklasse «m», siehe ISO 2768-1:1989	

Beispiel einer geometrischen und dimensioneller Allgemeintoleranzspezifikation mit Verweis auf ISO 2768-1 für lineare Grössenmasse.

Leseprobe

Spezifikation und Prüfung

Oberflächenmodelle nach ISO 22432

Oberflächenmodell	Darstellung	Erklärung
Nominales Oberflächenmodell (Nennmodell)		Oberflächenmodell mit idealer Geometrie, festgelegt durch die technische Produktspezifikation. Entspricht dem Nennmodell der Papierzeichnung oder des CAD-Modells (nur TED-Werte).
Nicht ideales Oberflächenmodell (Hautmodell)		Oberflächenmodell mit nicht idealer Geometrie (virtuelles Modell). Abweichung hinsichtlich der idealen Gestalt, d.h. mit Mass- und geometrischen Abweichungen durch Fertigungseinflüsse und den Produktspezifikationen. Mit diesem Modell kann der Konstrukteur die zulässigen Grenzwerte der Toleranzen optimieren, welche die Funktion noch sicherstellt.
Diskretes Oberflächenmodell		Oberflächenmodell, erhalten durch Erfassung aus dem nicht-idealen Oberflächenmodell (Hautmodell). Das diskrete Oberflächenmodell wird dazu verwendet, den Spezifikationsoperator und den Prüfungsoperator unter der Annahme einer endlichen Anzahl von Punkten darzustellen
Abgetastetes Oberflächenmodell		Oberflächenmodell, das durch physikalische Erfassung vom Modell des wirklichen Werkstücks erhalten wird. Die Messpunkte werden durch Messgeräte erfasst. Zusätzlich zu den erforderlichen Punkten kann die Verifikation stillschweigend eine Interpolation beinhalten.
Wirkliche Oberfläche eines Werkstücks		Reales gefertigtes Werkstück.

Leseprobe