

# ISO-GPS-GUIDE

Grundlagen smart und kompakt

Leseprobe

## Impressum

Herausgeberin:	EDITION SWISSMEM
Bezeichnung:	ISO-GPS-Guide Grundlagen smart und kompakt
Version:	1. Auflage 2024 Copyright © bei Edition Swissem, Zürich und Winterthur
ISBN:	XXX-X-XXXX-XXX-X
Projektleitung:	Joachim Pérez, Swissem Berufsbildung, CH-8400 Winterthur
Autor:	Willi Tschudi, CH-8355 Aadorf
Layout und grafisches Konzept:	Daniel Baur, Swissem Berufsbildung, CH-8400 Winterthur
Fachlektorat:	Prof. Dr.-Ing. Volker Läßle, Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-73614 Schorndorf <a href="http://www.toleranzen-beratung.de">www.toleranzen-beratung.de</a>
Druck:	Printed in Switzerland
Quelle:	Schweizerische Normenvereinigung (SNV)
Feedback-tool:	Für Verbesserungsvorschläge, Korrekturen oder Anmerkungen <a href="https://www.swissem-berufsbildung.ch/feedback-tool">https://www.swissem-berufsbildung.ch/feedback-tool</a>
Bezugsquelle:	Swissem Berufsbildung Brühlbergstrasse 4 CH-8400 Winterthur Telefon +41 52 260 55 55 Fax +41 52 260 55 59 <a href="mailto:vertrieb.berufsbildung@swissem.ch">vertrieb.berufsbildung@swissem.ch</a> <a href="http://www.swissem-berufsbildung.ch">www.swissem-berufsbildung.ch</a>

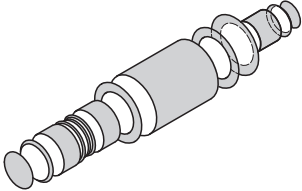
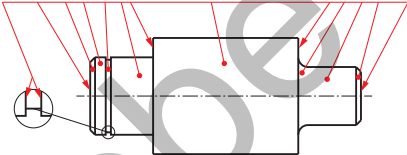
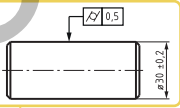

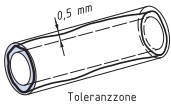
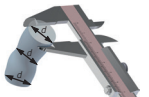
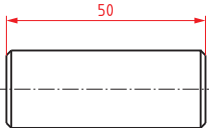
## Urheberrecht

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.

# Inhaltsverzeichnis

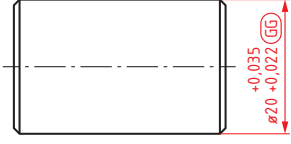
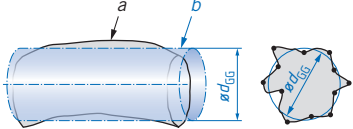
<b>1 Grundlagen–Konzepte, Prinzipien und Regeln (ISO 8015)</b>	<b>7</b>
Grundsatz .....	8
<b>2 Dimensionelle Tolerierung–Lineare Größenmasse (ISO 14405-1)</b>	<b>15</b>
Übersicht der Größenmassmerkmale und Modifikatoren für lineare Größenmasse .....	16
Größenmassmerkmale und Modifikatoren für lineare Größenmasse .....	17
Ergänzende Größenmassmerkmale und Modifikatoren für lineare Größenmasse.....	29
<b>3 Dimensionelle Tolerierung–Andere als lineare Masse oder Winkelgrößenmasse (ISO 14405-2)</b>	<b>39</b>
Nicht-Größenmasse.....	40
<b>4 Dimensionelle Tolerierung–Winkelgrößenmasse (ISO 14405-3)</b>	<b>47</b>
Übersicht der Spezifikationsmodifikatoren für Winkelgrößenmasse .....	48
Größenmassmerkmale und Modifikatoren für Winkelgrößenmasse .....	49
Ergänzende Größenmassmerkmale und Modifikatoren für Winkelgrößenmasse .....	61
Zeichnungsspezifischer Default-Spezifikationsoperator für Winkelgrößenmasse .....	63
<b>5 Bezüge und Bezugssysteme (ISO 5459)</b>	<b>65</b>
Angaben und Modifikatoren für Bezüge .....	66
<b>6 Geometrische Tolerierung (ISO 1101)</b>	<b>71</b>
Toleranzindikatoren .....	72
Formtoleranzen .....	74
Richtungstoleranzen .....	80
Orsttoleranzen .....	87
Laufftoleranzen .....	95
Zusammenfassung der eingeschlossenen geometrischen Merkmale .....	100
Modifikatoren zur Kombination von Toleranzzonen .....	101
Modifikatoren für ungleichmässige Toleranzzonen .....	103
Modifikatoren für Nebenbedingungen .....	104
Modifikatoren für assoziierte tolerierte Geometrieelemente .....	105
Modifikatoren für tolerierte Geometrieelemente .....	108
Zusatzangaben von Geometrieelementen .....	112
Symbol für theoretisch exakte Masse .....	120
<b>7 Positions- und Mustertolerierung (ISO 5458)</b>	<b>121</b>
Elementgruppenspezifikation.....	122
<b>8 Oberflächenbeschaffenheit: Profil (ISO 21920-1, -2, -3)</b>	<b>125</b>
Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit .....	126
Symbol für die Oberflächenbeschaffenheit .....	126
Symbol für die Rillenrichtung oder Richtung der Bearbeitungsspuren .....	129
Symbol für die Oberflächenorientierung .....	130
Symbol für die Angabe der Profilrichtung.....	130
Mindestangabe von Kenngrössen ohne festgelegte Defaults.....	131
Vollständige Angabe für Auswertelängen-R-Kenngrössen .....	131
Vollständige Angabe für Abschnittlängen-R-Kenngrössen .....	131
Beispiel einer Anforderung an die Oberflächenbeschaffenheit.....	132
<b>9 Spezifikation von Übergängen (ISO 21204)</b>	<b>133</b>
Symbol für Übergangsspezifikationen mit Indikatoren .....	134
<b>10 Maximum-Material-Bedingung (ISO 2692)</b>	<b>141</b>
Modifikatoren für die Materialbedingungen .....	142
<b>11 Allgemeine geometrische und Größenmassspezifikationen (ISO 22081)</b>	<b>145</b>
Geometrische Allgemeintoleranzen .....	146
Dimensionelle Allgemeintoleranzen .....	147
<b>12 Spezifikation und Prüfung (ISO 22432/ISO 17450-1)</b>	<b>149</b>
Oberflächenmodelle nach ISO 22432 .....	150
Oberflächenmodelle nach ISO 17450-1 .....	151
Situationselemente nach ISO 17450-1 .....	152

Grundlagen – Konzepte, Prinzipien und Regeln

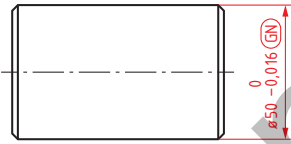
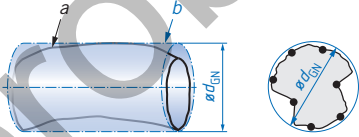
Grundsatz	Inhalt	Beispiele
<p><b>Grundsatz des Geometrieelementes</b></p>	<p>Jedes Werkstück besteht aus einer endlichen Anzahl an Geometrie-elementen (integral oder zentral). Jede GPS-Spezifikation für ein Geometrieelement bzw. für eine Beziehung zwischen Geometrieelementen gilt standard-mässig für das gesamte Geometrie-element und nur für ein einziges Geometrieelement bzw. eine einzige Beziehung zwischen Geometrieelementen.</p>	<p>Grau = integrale Geometrieelemente</p>  <p>14 integrale reale Geometrieelemente</p> 
<p><b>Grundsatz der Unabhängigkeit</b></p>	<p>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).</p>	<p><b>Spezifikation</b></p>  <p><b>Zustand nach der Fertigung (Hautmodell)</b></p>  <p><b>Verifikation</b> Messverfahren bzw. Messmittel abhängig von der spezifizierten Toleranz (Messsicherheit)</p> <p>Zylindrizität unabhängig vom Grössenmass</p>  <p>Grössenmass unabhängig von der Zylindrizität</p> 
<p><b>Grundsatz der Dezimaldarstellung</b></p>	<p>Dezimalstellen, welche nicht angegeben werden, sind als Nullen zu interpretieren.</p>	<p><math>50 \triangleq 50,000 \dots</math></p> 

## Lineare Größenmasse

## Größenmassmerkmale und Modifikatoren für lineare Größenmasse

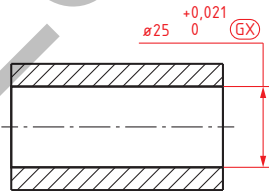
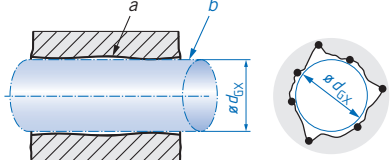
Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Größenmass der totalen kleinsten Abweichungsquadrate  (GG)	Zylinder  	 $20,022 \text{ mm} \leq \varnothing d_{GG} \leq 20,035 \text{ mm}$ $a$ = Extrahierte integrale Fläche $b$ = Assoziierter idealer Zylinder Zielfunktion: Methode der totalen kleinsten 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.

Kleinstes umschriebenes Größenmass  (GN)	Zylinder  	 $49,984 \text{ mm} \leq \varnothing d_{GN} \leq 50,0 \text{ mm}$ $a$ = Extrahierte integrale Fläche $b$ = Kleinstes 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.

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

Grösstes einbeschriebenes Größenmass  (GX)	Zylinder  	 $25 \text{ mm} \leq \varnothing d_{GX} \leq 25,021 \text{ mm}$ $a$ = Extrahierte integrale Fläche $b$ = Grösstes einbeschriebener Zylinder (Pferchzylinder)
--	---	---

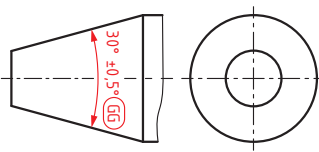
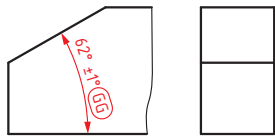
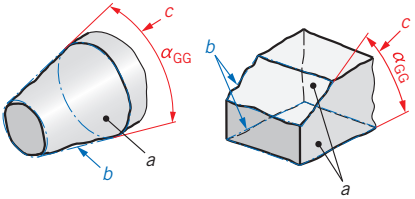
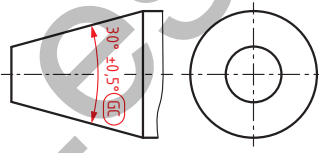
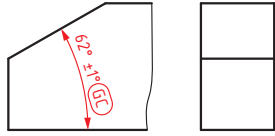
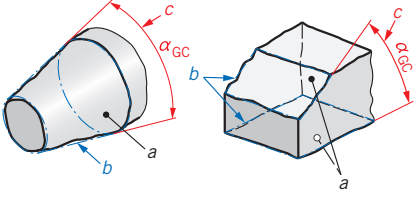
- Anwendungsmöglichkeit des grössten einbeschriebenen Größenmasses: Zur Sicherstellung einer Passungsfunktion (Spiel-, Übergangs- oder Übermasspassungen).
- Das grösste einbeschriebene Größenmass kann auf externe und interne lineare Größenmasselemente angewandt werden.

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



## Winkelgrößenmasse

## Größenmassmerkmale und Modifikatoren für Winkelgrößenmasse

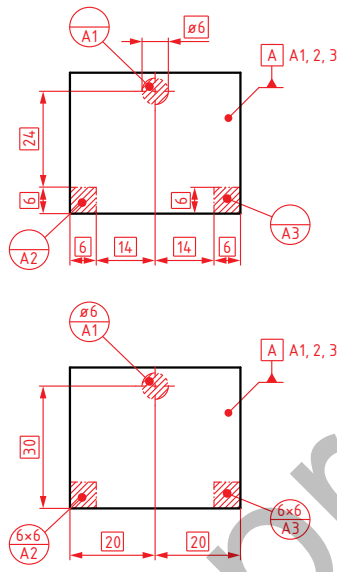
Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
<p>Direktes globales Winkelgrößenmass mit Assoziationskriterium der kleinsten totalen Abweichungsquadrate</p> <p style="text-align: center;"><b>GG</b></p>	<p>Kegel bzw. Kegelstumpf</p>  <p>Keil bzw. abgeschnittener Keil</p> 	 <p>Das direkte globale Winkelgrößenmass mit Assoziationskriterium der totalen kleinsten Abweichungsquadrate (<math>\alpha_{GG}</math>) muss zwischen <math>29,5^\circ</math> und <math>30,5^\circ</math> liegen oder in jeder Querschnittsfläche (Keil) zwischen <math>61^\circ</math> und <math>63^\circ</math> liegen.</p> <p><math>a</math> = Extrahierte integrale Fläche  <math>b</math> = Assoziierter idealer Kegel      Zielfunktion: Methode der totalen kleinsten Abweichungsquadrate (<math>L_2</math> bzw. «Gauß») ohne Nebenbedingung des Materials.</p> <p><b>Kegel:</b> Der Kegelwinkel ist variabel (wird in ISO 14405-3 nicht explizit genannt)</p> <p><b>Keil:</b> Die beiden Ebenen werden unabhängig voneinander assoziiert.</p> <p><math>c</math> = Spezifiziertes Winkelgrößenmassmerkmal: Direktes globales Winkelgrößenmass mit Assoziationskriterium der totalen kleinsten Abweichungsquadrate</p>
<p>Direktes globales Winkelgrößenmass mit Minimax-Assoziationskriterium</p> <p style="text-align: center;"><b>GC</b></p>	<p>Kegel bzw. Kegelstumpf</p>  <p>Keil bzw. abgeschnittener Keil</p> 	 <p>Das direkte globale Winkelgrößenmass mit Minimax-Assoziationskriterium (<math>\alpha_{GC}</math>) muss zwischen <math>29,5^\circ</math> und <math>30,5^\circ</math> oder zwischen <math>61^\circ</math> und <math>63^\circ</math> liegen.</p> <p><math>a</math> = Extrahierte integrale Fläche  <math>b</math> = Assoziierter idealer Kegel oder ideale Ebenen      Zielfunktion: Minimax (<math>L_\infty</math>).</p> <p><b>Kegel:</b> Der Kegelwinkel ist variabel.</p> <p><b>Keil:</b> Die beiden Ebenen werden unabhängig voneinander assoziiert.</p> <p><math>c</math> = Spezifiziertes Winkelgrößenmassmerkmal: Direktes globales Winkelgrößenmass mit Minimax-Assoziationskriterium</p>

Bezüge und Bezugssysteme

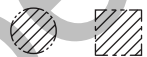
Angaben und Modifikatoren für Bezüge

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
-----------	---------------------------	----------------

Bezugsstellen-  
rahmen mit  
flächenförmiger  
Bezugsstelle  
(nicht beweglich)



Symbol für flächenförmige  
Bezugsstelle:

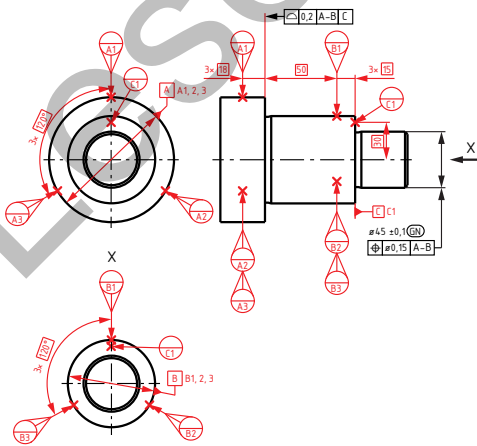


- Flächenförmige Bezugsstelle.
- Die Grösse der Fläche kann direkt bemastet werden (mit TED) oder durch eine Angabe im Bezugsstellenrahmen.

Bezugsstellen-  
rahmen mit  
Modifikator  
für bewegliche  
Bezugsstellen



Modifikator:



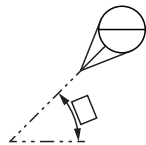
horizontal



vertikal



geneigt

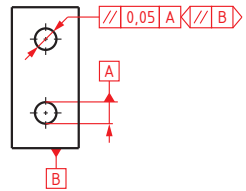
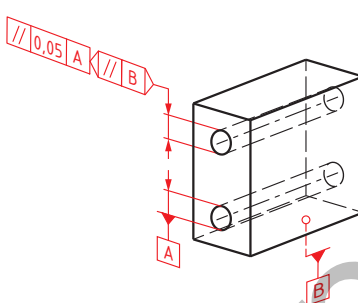

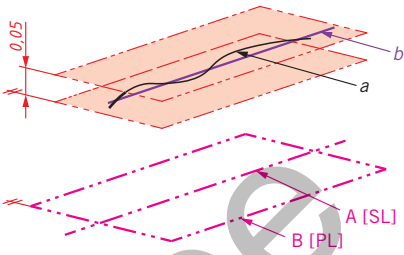

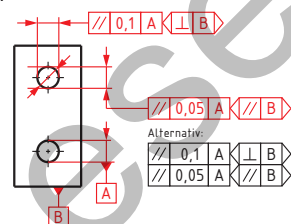

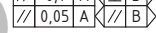
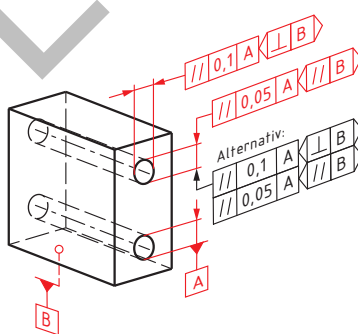

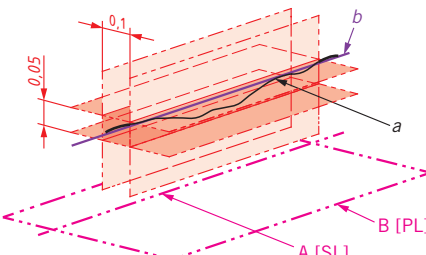



- Die Richtung des mittleren Geradensegments des Modifikators für eine bewegliche Bezugsstelle legt die Bewegungsrichtung fest.
- Der Modifikator für eine bewegliche Bezugsstelle kennzeichnet die Bewegungsrichtung eines physikalischen Geometrieelements, welches für die Bezugsbildung verwendet wird.
- Die Lage der Bezugsstelle wird mit TED-Massen angegeben.



Geometrische Tolerierung

Richtungstoleranzen

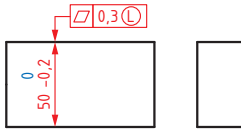
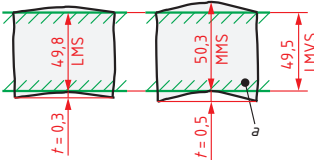
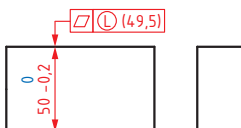
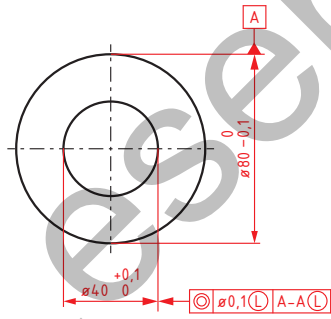
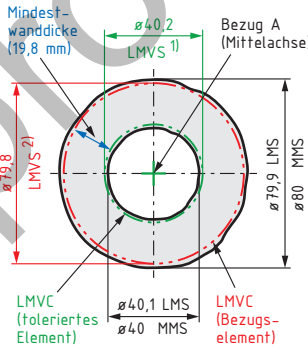
Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
<p>Parallelität (Mittellinie zu einer Bezugsebene; lineare Toleranzzone)</p> <p>//</p>	<p>2D:</p>  <p>3D:</p>  <p> = Orientierungsebenen-Indikator</p>	 <p> = Toleranzzone</p> <p>A [SL] = Situationselement Gerade des Bezugs A          B [PL] = Situationselement Ebene des Bezugs B          Das Situationselement Ebene des Bezugs B ist parallel zum Situationselement Gerade des Bezugs A.</p> <p>a = Extrahierte Mittellinie (ISO 17450-3)          b = Referenzgeometrieelement</p>
<p>Parallelität (Mittellinie zu einer Bezugsebene; lineare Toleranzzone)</p> <p>//</p>	<p>2D:</p>  <p>Alternativ:    </p> <p>3D:</p>  <p> = Orientierungsebenen-Indikator</p>	 <p> = Toleranzzone</p> <p>A [SL] = Situationselement Gerade des Bezugs A          B [PL] = Situationselement Ebene des Bezugs B          Das Situationselement Ebene des Bezugs B ist parallel zum Situationselement Gerade des Bezugs A.</p> <p>a = Extrahierte Mittellinie (ISO 17450-3)          b = Referenzgeometrieelement</p>





Maximum-Material-Bedingung

Modifikatoren für die Materialbedingungen

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
<p>Minimum-Material-Bedingung (LMR)</p> <p>Ⓛ</p>	<p>Ohne direkte Angabe des LMVS:</p> 	
	<p>Mit direkter Angabe des LMVS:</p> 	<p><math>a</math> = Wirksamer Minimum-Material-Zustand LMVC</p> <p>LMVS = Wirksames Minimum-Material-Größenmass  <math>LMVS = MMS + t</math></p> <p>MMS = Maximum-Material-Größenmass  LMS = Minimum-Material-Größenmass</p>
<p>Mindestwanddicke:</p> <p>Ⓛ</p>		 <p>Mindestwanddicke (19,8 mm)</p> <p><math>\varnothing 40,2</math> LMVS 1)</p> <p>Bezug A (Mittelachse)</p> <p><math>\varnothing 79,8</math> LMVS 2)</p> <p><math>\varnothing 79,9</math> LMS MMS</p> <p><math>\varnothing 80</math> MMS</p> <p>LMVC (toleriertes Element) <math>\varnothing 40,1</math> LMS <math>\varnothing 40</math> MMS</p> <p>LMVC (Bezugselement)</p> <p>LMVC = Wirksamer Minimum-Material-Zustand  LMVS = Wirksames Minimum-Material-Größenmass  MMS = Maximum-Material-Größenmass  LMS = Minimum-Material-Größenmass  <math>t</math> = Geometrische Toleranz</p> <p>1) Es gilt für Innenteile (Bohrung):  <math>LMVS = LMS + t</math>  <math>(LMVS = 40,1 + 0,1 = 40,2 \text{ mm})</math></p> <p>2) Es gilt für Aussenteile (Welle):  <math>LMVS = LMS - t</math>  <math>(LMVS = 79,9 - 0,1 = 79,8 \text{ mm})</math></p>

- Minimum-Material-Bedingung erlaubt das Überschreiten einer eingetragenen geometrischen Toleranz.
- Toleriertes Element:
  - Die maximale Abweichung der Koaxialität kann 0,2 mm betragen (falls Bohrung  $\varnothing 40,0$  (MMS)).
  - Die Masse  $\varnothing 40,1$  (LMS) und  $\varnothing 40$  (MMS) müssen eingehalten werden.
  - LMVC, der das Mass  $\varnothing 40,2$  (LMVS) hat, darf nicht durchbrochen werden.

- Bezugsэлемент:
  - LMVC des Bezugsэлемент (Welle) darf den Durchmesser  $\varnothing 79,8$  (LMVS) nicht durchbrechen.

Allgemeine geometrische und Größenmassspezifikationen

Dimensionelle Allgmeintoleranzen

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
ISO 22081 (Dimensionelle Spezifikation)	<p><b>Allgemeine Größenmassspezifikationen</b></p> <p>Die allgemeinen Größenmassangaben gelten für jedes Größenmassmerkmal, das gemäss Norm nach einer der folgenden Regeln identifiziert wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– durch ein CAD-Attribut, das den Nennwert des Größenmasselements festlegt.</li> <li>– durch eine Größenmassangabe, die den Nennwert des linearen Größenmasses oder Winkelgrößenmasses festlegt, welche keine individuelle Toleranz hat, kein TED-Mass und kein Hilfsmass ist.</li> </ul>	

**Allgemeintoleranz für Größenmassspezifikationen**

Allgemeintoleranz ISO 22081  
 Lineare Größenmasse:  $\pm 0,2 \text{ (E)}$   
 Winkelgrößenmasse:  $\pm 0,5^\circ$   
 Produktdefinitionsdaten ISO 16792  
 Klassifizierungscode 3 mit Modell 1234.xyz

Dimensionelle Allgmeintoleranz gilt nur für die roten Flächen.

Die dimensionelle Allgmeintolerierung gilt nur für lineare Größenmass- und Winkelgrößenmassspezifikationen (ISO 14405-1 und -3), nicht aber für «Andere als Nicht-Größenmasse oder Winkelgrößenmasse (ISO 14405-2)».

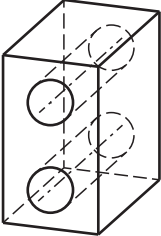
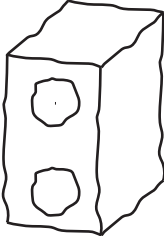
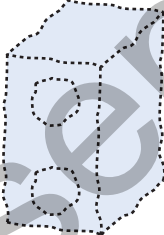
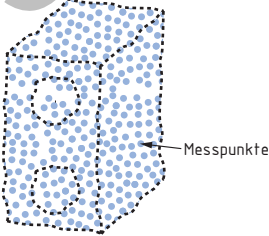
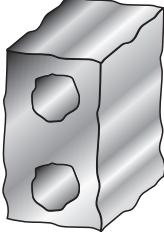
**ISO 22081 (Vollständige Spezifikation)**

Allgemeintoleranzen ISO 22081  
 Lineare Größenmasse: Toleranzklasse «m», siehe ISO 2768-1:1989

Beispiel einer geometrischen und dimensioneller Allgmeintoleranzspezifikation mit Verweis auf ISO 2768-1 für lineare Größenmasse.

Spezifikation und Prüfung

Oberflächenmodelle nach ISO 22432

Oberflächenmodell	Darstellung	Erklärung
<p>Nominales Oberflächenmodell (Nennmodell)</p>		<p>Oberflächenmodell mit idealer Geometrie, festgelegt durch die technische Produktspezifikation. Entspricht dem Nennmodell der Papierzeichnung oder des CAD-Modells (nur TED-Werte).</p>
<p>Nicht ideales Oberflächenmodell (Hautmodell)</p>		<p>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.</p>
<p>Diskretes Oberflächenmodell</p>		<p>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</p>
<p>Abgetastetes Oberflächenmodell</p>		<p>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.</p>
<p>Wirkliche Oberfläche eines Werkstücks</p>		<p>Reales gefertigtes Werkstück.</p>