

# Leitfaden zur Verifikation von ASMPT Zeichnungen

# Inhalt

1.	Allgemeines .....	1
2.	Aufspannung des Werkstücks .....	1
3.	Allgemeintoleranzen.....	2
4.	Flächen .....	3
5.	Bohrungen und Passungen.....	3
6.	Gewinde.....	3
7.	Maximum-Material-Bedingung.....	4
8.	Combined Zone (CZ).....	6
9.	UZ (Unequally disposed zone) Unsymmetrische Toleranzzone.....	8
10.	Hüllbedingung .....	10
11.	Radien, Fasen und Kanten.....	10
12.	Parallelität .....	10
13.	Rechtwinkligkeit.....	11
14.	Ebenheit.....	11
15.	Beispielhafte Auswertung und Dokumentation .....	12

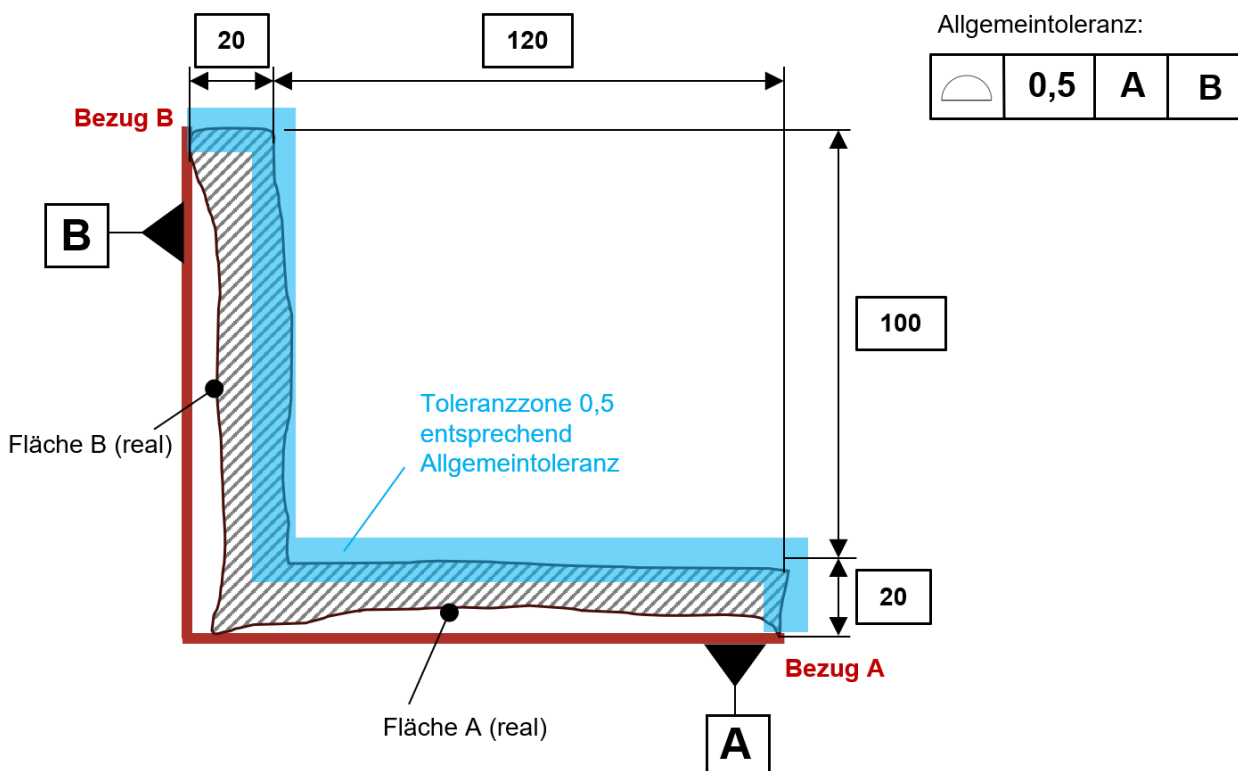
## 1. Allgemeines

Dieser Verifikations-Leitfaden soll allen Anwendern dazu dienen, die von ASMPT zur Verfügung gestellten geometrischen Produktspezifikationen (GPS) besser zu verstehen und eine Hilfestellung bei der korrekten Umsetzung von Fertigung und Verifikation sein. Der Leitfaden ist bewusst einfach und praxisnah gehalten und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bindend ist und bleibt die Spezifikation. Die von ASMPT erstellten Zeichnungen basieren auf der ISO GPS 8015 und sind demnach an der Funktion orientierte Geometriespezifikationen und somit ausdrücklich keine Verifikations- oder Fertigungsunterlagen (Grundsatz der Dualität).

## 2. Aufspannung des Werkstücks

Bei der Aufspannung des Werkstücks sind diverse Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Generell müssen Bauteile im freien Zustand vermessen werden. Hierbei darf durch das gewählte Spannmittel das Teil nicht verspannt oder verformt werden. Die Aufspannung ist so zu wählen, dass die Bezugselemente so großflächig wie möglich erfasst werden können. Bei nicht formstabilen Teilen sollte auf der Zeichnung die Aufspannbedingung definiert sein, z.B. „auf Bezug A niedergespannt“.

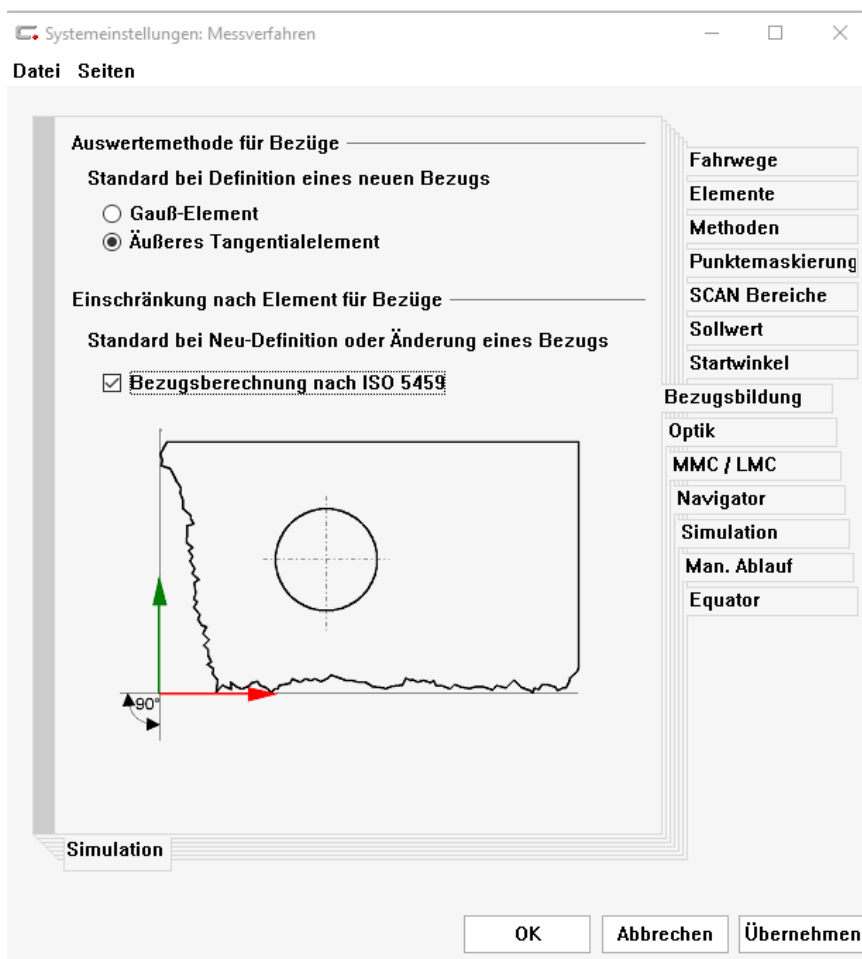
Grundsätzlich ist in jeder Zeichnung ein Bezugssystem definiert, das aus dem primären Bezug (A), sekundären Bezug (B) und tertiären Bezug (C) besteht. Sollten die Bezüge aus mehreren Elementen bestehen ist dies ebenfalls ersichtlich (z.B. A-A). Bei rotationssymmetrischen Bauteilen ist keine tertiäre Ausrichtung erforderlich. Nur ein stabiles Bezugssystem ermöglicht reproduzierbare und valide Messergebnisse. Deshalb ist bereits bei der Fertigung darauf zu achten, dass Bezugselemente mit einem möglichst geringen Formfehler gefertigt werden.



Bei der Aufnahme des Bezugssystems durch eine Koordinatenmessmaschine sind für die unterschiedlichen Geometrielemente folgende Auswertemethoden zu verwenden (Bezugsberechnung entsprechend ISO 5459-2011):

- Flächen:** äußeres Tangentialelement (nach der Minimummethode von Tschebyscheff)
- Außendurchmesser (Welle):** äußeres Tangentialelement (nach der Minimummethode von Tschebyscheff)
- Innendurchmesser (Bohrung):** inneres Tangentialelement (nach der Minimummethode von Tschebyscheff)

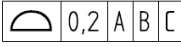
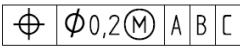
**Beispiel der Einstellung in Zeiss Calypso:**



**3. Allgemeintoleranzen**

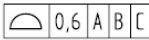
Alle Geometrielemente, die nur durch theoretisch exakte Maße (Maße im Rechteck, auch „TEDs“) spezifiziert sind, müssen nach der am Zeichnungsrand angegebenen Allgemeintoleranz ausgewertet werden. Selbes gilt für Geometrielemente, die nicht vollständig toleriert sind, also noch offene Freiheitsgrade aufweisen. Ausgenommen sind Bezugselemente selbst. Die Allgemeintoleranz besteht bei

Zeichnungen, die vor dem Jahr 2025 erstellt wurden, immer aus Profiltoleranz und Positionstoleranz zum definierten Bezugssystem:

Tolerance / Tolerierung ISO 8015	profile tolerance except bending bulge / Profiltoleranz ausser Biegewulst	 0,2 A B C
	axes of boring, cylindrical and threaded holes/ Bohrungs-, Zylinder- und Gewindeachsen	 $\phi 0,2$ (M) A B C

Die Profiltoleranz ist bei allen Flächen des Bauteils anzuwenden, die Positionstoleranz ist bei abgeleiteten Geometrielementen anzuwenden (Bohrungs-, Zylinder- und Gewindeachsen). Sollte bei der allgemeinen Positionstoleranz die Maximum-Material-Bedingung (M) angegeben sein ist diese ebenfalls anzuwenden. Eine genauere Erläuterung hierzu folgt in **Kapitel 8**.

Nach der Änderung des Zeichnungsrahmens zum Jahr 2025 entfällt die Positionstoleranz und die Allgemeintoleranz besteht nun nur noch aus der Forderung für die Profiltoleranz:

Tolerancing ISO 8015	General dimensional tolerances ASMP document 3559 Edge radii, chamfer heights: Table 3-m	General Tolerance ISO 22081:
Threads ISO 261	Hole Tolerances: Table 3-m (M) Angular dimensions: Table 4-m	 0,6 A B C

Positionstoleranzen für Bohrungsachsen etc. sind bei dieser Version explizit am jeweiligen Geometrieelement angegeben. Für nicht tolerierte Zweipunktmaße ist die angegebene Tabelle [auf Seite 11 der „ISO GPS – Lieferanteninformation“](#) auf der ASMP Homepage im Abschnitt „Lieferanten“ zu finden.

#### 4. Flächen

Generell sollte die Anzahl der Messpunkte so gewählt werden, dass ein aussagekräftiges Messergebnis über die gesamte Fläche erzielt werden kann. Bei sehr eng tolerierten Flächen ist die Anzahl an Antastpunkte entsprechend zu erhöhen, bzw. sind Scanning-Bahnen zu verwenden. Der Abstand der äußeren Antastpunkte zum Rand der Fläche sollte 10% der längsten Ausdehnung der Fläche betragen.

#### 5. Bohrungen und Passungen

Bohrungen und Passungen werden häufig mit der Hüllbedingung (E) gekennzeichnet, daher muss das Pflerchelement und das Zweipunktmaß in der Ergebnisdokumentation angegeben werden, eine genaue Erläuterung erfolgt im zugehörigen [Kapitel 10](#). Bei nicht angegebenen (E) wird das Geometrieelement mit Global Gauß ausgewertet. Generell müssen so viele Messpunkte verwendet werden, um ein valides Messergebnis sicherstellen zu können. Auch hier sollten bei engen Toleranzen die Anzahl der Messpunkte erhöht werden oder Scanning-Bahnen verwendet werden.

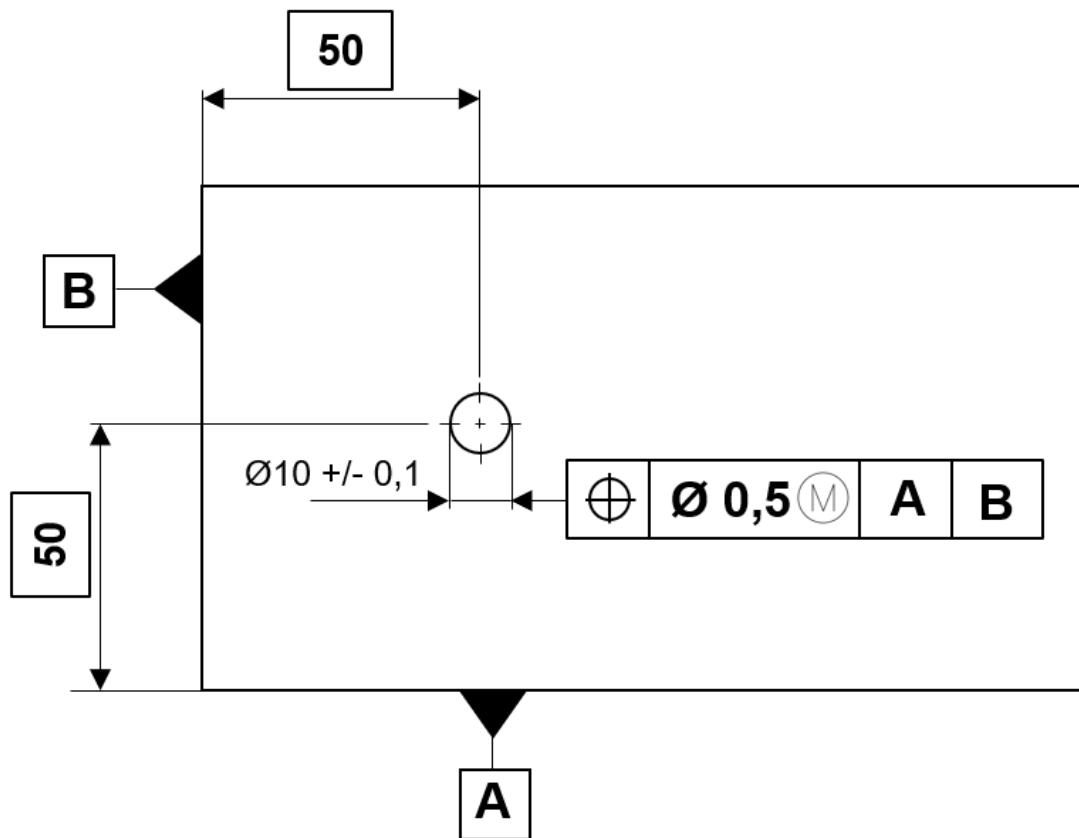
#### 6. Gewinde

Gewinde werden mit mindestens zwei Helixbahnen erfasst. Das Gewindekernloch sowie die Gewindesteigung kann am sichersten mittels Gewindelehrdorn bzw. Gewindelehring validiert werden. Die Gewindetiefe kann, wenn möglich, mit dem Gegenstück oder einem äquivalenten Muster geprüft werden, zum Beispiel einer Schraube.

## 7. Maximum-Material-Bedingung

Die Maximum-Material-Bedingung erlaubt einen Toleranzausgleich zwischen Form- und Lagetoleranzen und wird durch den Operator  $\textcircled{M}$  gekennzeichnet. Das bedeutet, dass die angegebene Lage-Toleranz nur bei Vorliegen von „Maximum Material“ gilt, also z.B. bei Bohrungen an der unteren Toleranzgrenze und bei Wellen an der oberen Toleranzgrenze. Sollte das nicht der Fall sein, darf die Differenz zu dieser Toleranzgrenze auf die Lage-Toleranz aufaddiert werden. Dies hat zur Folge, dass funktionstaugliche und zu paarende Teile nicht verworfen werden müssen. Die Maximum-Material-Bedingung entspricht somit einer virtuellen Lehre.

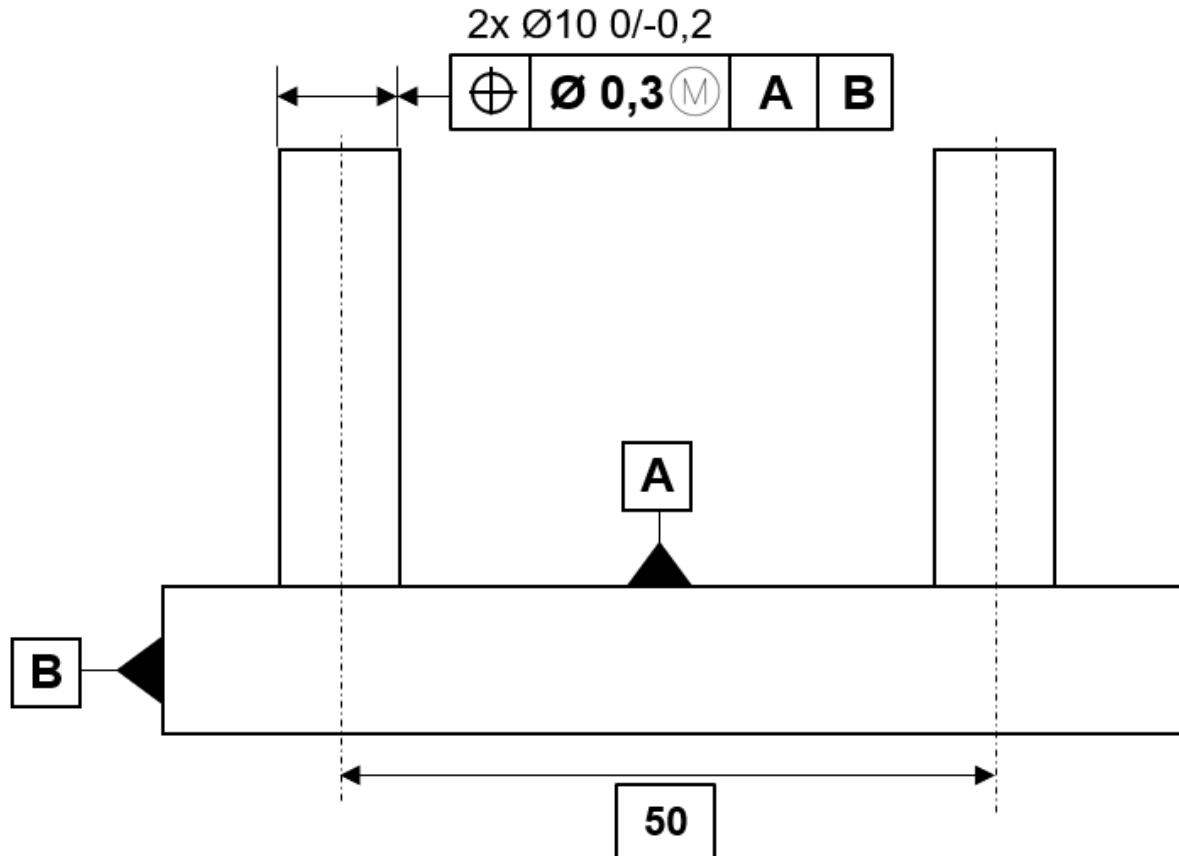
**Beispiel Bohrung:**



Wir betrachten die Positionsforderung für die Bohrung im obigen Beispiel. Zunächst gilt eine Positionstoleranz von  $\text{Ø}0,5$ . Durch den Operator der Maximum-Material-Bedingung erhöht sich diese Toleranz je nach tatsächlichem Wert des Bohrungsdurchmessers  $\text{Ø}10$ . In untenstehender Tabelle ist die sich ergebende Positionstoleranz in Abhängigkeit zum Ist-Durchmesser aufgelistet:

Ist-Durchmesser Bohrung	Resultierende Positionstoleranz
$d = 9,9$	$\text{Ø}0,5$
$d = 9,95$	$\text{Ø}0,55$
$d = 10,1$	$\text{Ø}0,7$

Beispiel Zapfen:



Wir betrachten die Positionsforderung für den Zapfen im obigen Beispiel. Zunächst gilt eine Positionstoleranz von  $\varnothing 0,3$ . Durch den Operator der Maximum-Material-Bedingung erhöht sich diese Toleranz je nach tatsächlichem Wert des Zapfendurchmessers  $\varnothing 10$ . In untenstehender Tabelle ist die sich ergebende Positionstoleranz in Abhängigkeit zum Ist-Durchmesser aufgelistet:

Ist-Durchmesser Zapfen	Positionstoleranz
d = 10,0	$\varnothing 0,3$
d = 9,9	$\varnothing 0,4$
d = 9,8	$\varnothing 0,5$

In Zeiss Calypso werden hierfür nachfolgende Einstellungen vorgenommen:

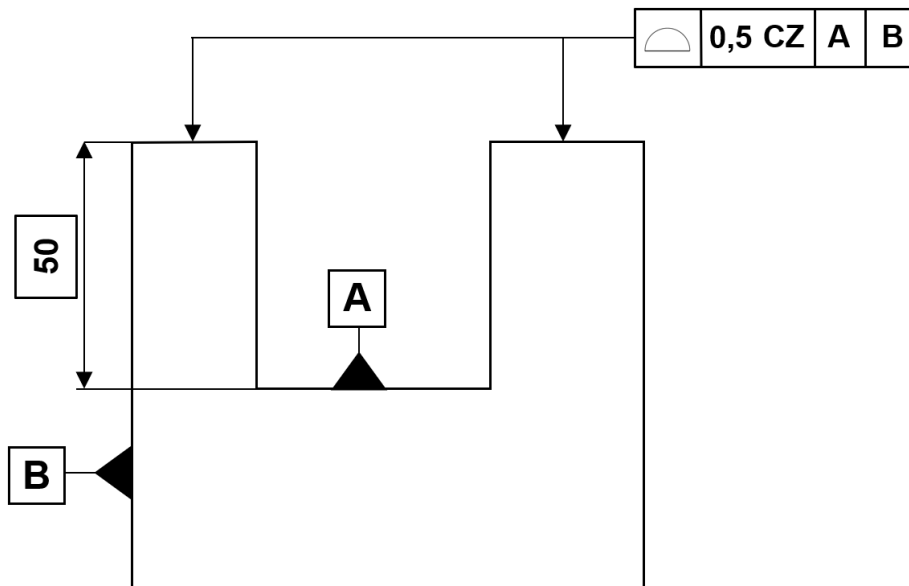
## 8. Combined Zone (CZ)

Durch die Angabe von CZ im Toleranzrahmen für Combined Zone oder „gemeinsame Toleranzzone“ gilt eine durchgehende Toleranzzone für alle gekennzeichneten Geometrieelemente. Dies wird vor allem bei in einer Ebene liegenden Flächen und coaxialen Bohrungen angewandt, aber auch bei Lochbildern.

### Beispiel Flächen:

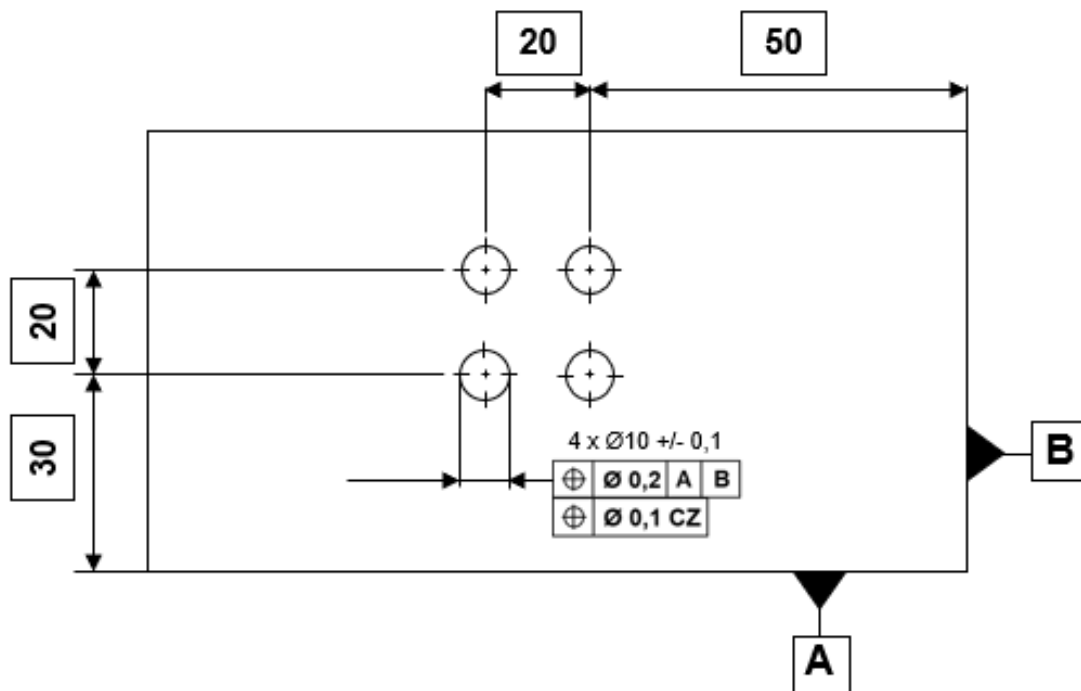
Im untenstehenden Bild sind zwei Flächen zu sehen die mit einer Profilform von 0,5 CZ toleriert sind. Dadurch werden die Einzelflächen wie eine zusammenhängende Fläche ausgewertet und dürfen gemeinsam eine Profilformtoleranz von 0,5 nicht überschreiten.





**Beispiel Lochbild:**

Im untenstehenden Bild sind 4 Bohrungen zu sehen, die mit zwei unterschiedlichen Forderungen an die Position versehen sind. Die erste Forderung ist eine Positionstoleranz aller 4 Bohrungsachsen von  $\varnothing 0,2$  zum Bezugssystem, jeweils separat betrachtet. Darunter befindet sich eine Positionstoleranz von  $\varnothing 0,1$  CZ, ohne Angabe eines Bezugs. Die bedeutet, dass die 4 Bohrungen zueinander diese Positionstoleranz nicht überschreiten dürfen. Da sich die ergebende Toleranzzone nicht mehr vereinfachen lässt, ist hier auf die entsprechende Funktion in der verwendeten Messsoftware zurückzugreifen.



In Zeiss Calyso wird hierfür eine Lochbildeinpassung verwendet:

**Lochbildeinpassung**

Einpassung1

Elementdefinition

Elemente auswählen oder (und) Vorhandene Lochbilder auswählen

Element löschen

Elementliste

Toleranzform: Kreis XY Ansicht:  Kartesisch  Polar

Element	X	Y	Z	Pos-Tol
Kreis2	-21,0000	-47,0000	14,2719	0,3000
Kreis3	-21,0000	-47,0000	2,4616	0,3000
Kreis4	-21,0000	-47,0000	7,6228	0,3000
Kreis5	-21,0000	-47,0000	10,3209	0,3000
Kreis1	-21,0000	-47,0000	18,1260	0,3000

Einpassung

Einpassmethode: Gauß [ohne MMC/LMC der Bezüge]

Verdrehung  Verschiebung

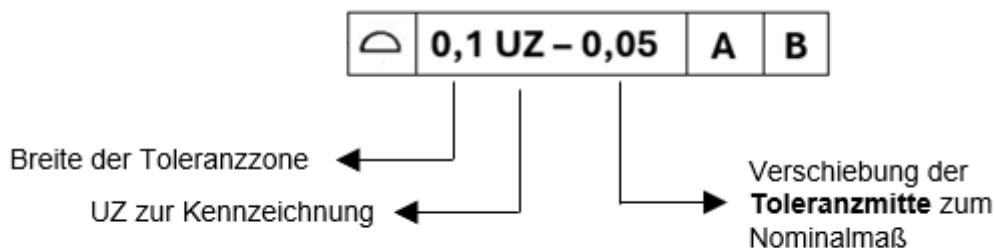
Einpassergebnis

Drehwinkel: [ ] X-Verschiebung: [ ] Y-Verschiebung: [ ]

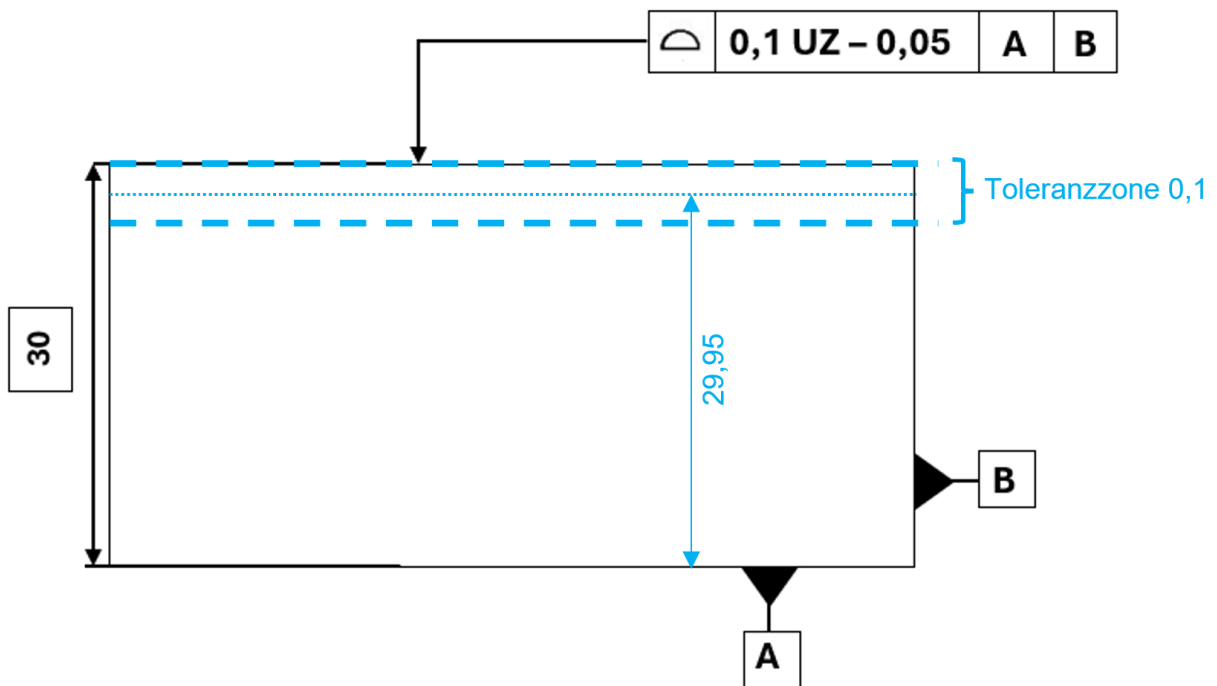
Jetzt berechnen OK Abbrechen

### 9. UZ (Unequally disposed zone) Unsymmetrische Toleranzzone

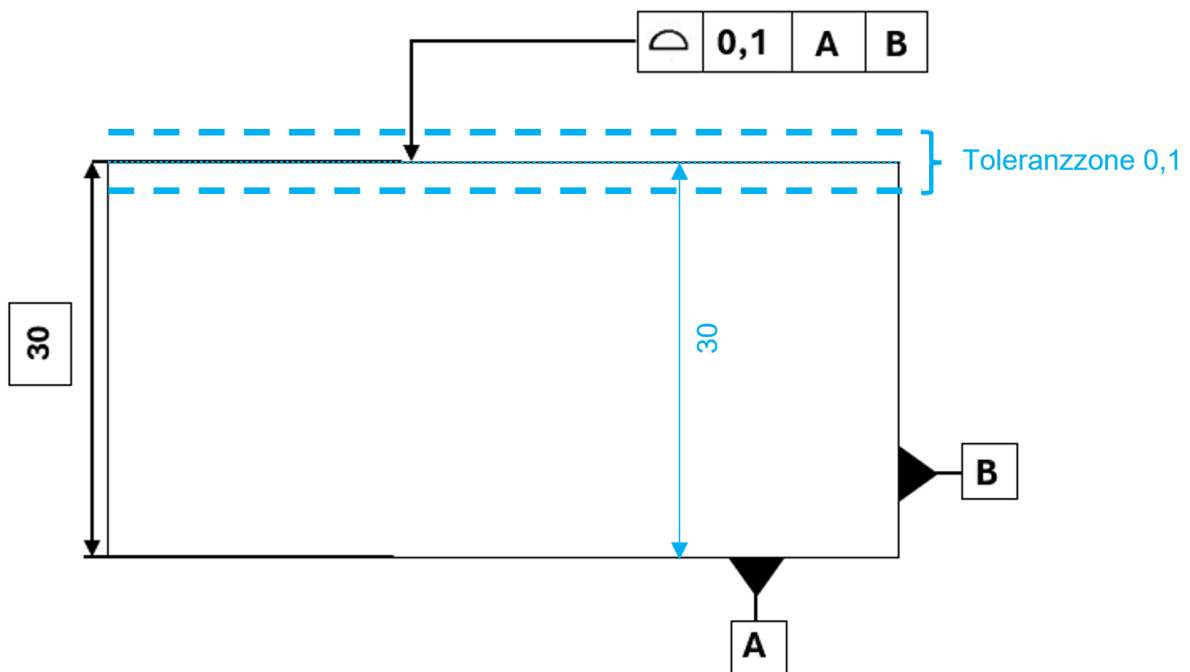
Der Zusatz UZ bewirkt die Verschiebung der Toleranzzone um den im Toleranzrahmen angegebenen Zahlenwert. Ist der Zahlenwert negativ verschiebt sich die Toleranzzone nach innen (ins Material hinein), ist der Wert positiv nach außen (aus dem Material heraus).



Im untenstehenden Beispiel ist die obere Fläche mit einem theoretisch exakten Maß von 30mm angegeben. Durch die Tolerierung mit UZ und der Verschiebung der Toleranzzone um -0,05 ergibt sich dann umgerechnet ein zulässiges Maß von 29,95 +/- 0,05



Zur Verdeutlichung untenstehend noch das gleiche Bauteil mit einer Profiltoleranz ohne den UZ-Modifikator. Hier ist das resultierende Maß  $30 \pm 0,05$ :



## 10. Hüllbedingung

Die Hüllbedingung wird durch das Symbol  $\textcircled{E}$  gekennzeichnet und ergänzt Zweipunktmaße (LP), wie z.B. Bohrungsdurchmesser oder Abstände. Bei Innendurchmessern ist dann der Pferchzyylinder (GX) anzuwenden und bei Außendurchmessern der Hüllzylinder (GN). Die Hüllbedingung wird hauptsächlich verwendet, wenn es um die Paarung von Bauteilen geht (z.B. Bohrung und Welle). Bei der Auswertung ist beim Pferchzyylinder zusätzlich das größte Zweipunktmaß (LP) und beim Hüllzylinder das kleinste Zweipunktmaß (LP) mit anzugeben. Beispiel Calypso-Protokoll:

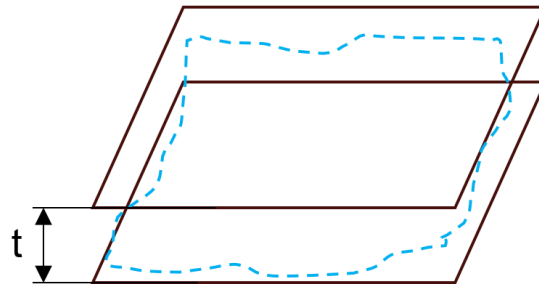
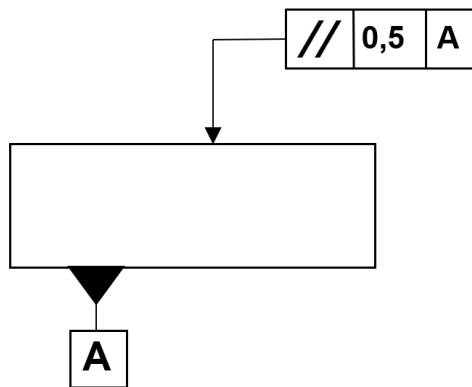
## 11. Radien, Fasen und Kanten

Allgemein gilt hier die ISO 13715 (siehe Bild unten gelb markiert)-, insofern keine expliziten Angaben am Geometrieelement selbst vorhanden sind.

Cutt. Edges +0,1 -0,2	Surf. Finish Rz25	Base Mat.	
-0,1 -0,2	√ Rz12,5	Surf. Mat.	
ISO 13715	√ Rz6,3	machining:	hardness:
		heat treat:	range:

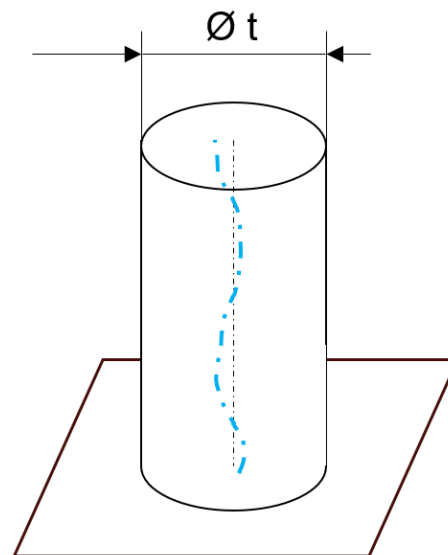
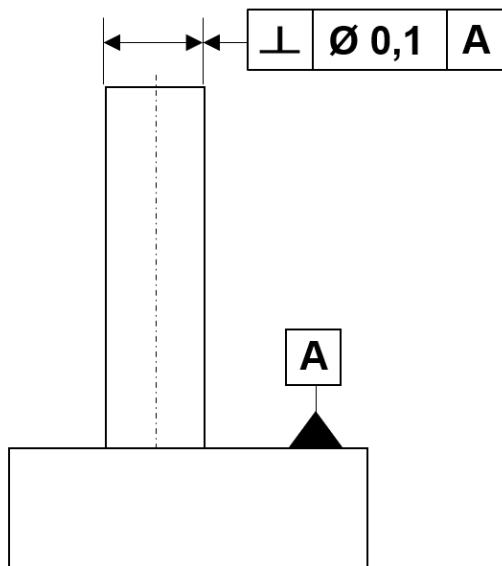
## 12. Parallelität

Parallelität (Richtungstoleranz): Die Toleranzzone wird durch zwei Ebenen vom Abstand  $t$  begrenzt, die zum Bezug parallel sind. Die Parallelität beschränkt implizit die Ebenheit und die Geradheit der Oberfläche bzw. der Mittellinie / Achse.



### 13. Rechtwinkligkeit

Rechtwinkligkeit (Richtungstoleranz): Die Toleranzzone wird durch zwei parallele Ebenen vom Abstand  $t$  (oder einem Zylinder mit  $\varnothing t$ ) begrenzt, die zum Bezug senkrecht stehen.  
Die Rechtwinkligkeit beschränkt implizit die Ebenheit und Geradheit der Oberfläche bzw. Die Mittellinie / Achse.

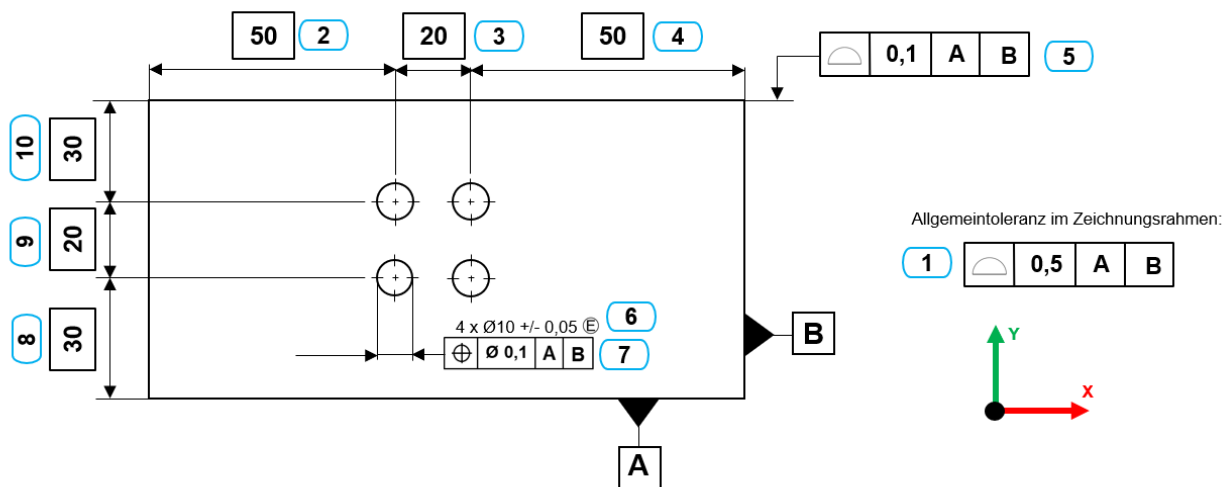


### 14. Ebenheit

Die Ebenheitstoleranz dient dazu den erlaubten Formfehler von Flächen zu definieren. Der Ebenheitswert ergibt sich durch den minimalen Abstand von zwei zueinander parallelen Tschebyscheff-Ebenen.

## 15. Beispielhafte Auswertung und Dokumentation

Um ein besseres Verständnis zu vermitteln wie die Auswertung und Dokumentation von Messergebnissen z.B. in einem Erstmusterprüfbericht zu erfolgen hat, möchten wir dies anhand von einem einfachen Beispiel erläutern. Im untenstehenden Bild ist ein Bauteil mit 4 Bohrungen zu sehen. Zur Vereinfachung beschränken wir uns hier auf den zweidimensionalen Raum, was in diesem Fall nur einen primären Bezug (A) und einen sekundären Bezug (B) erfordert. Jede Angabe in der Zeichnung wurde mit einer Stempelnummer versehen, die der Zuordnung der Messergebnisse im Bericht dient. Es hat sich bewährt die Nummerierung der Stempelung bei der Allgemeintoleranz zu beginnen:



Die Bezüge A und B sind jeweils auf eine der Außenflächen gelegt und würden in der Praxis noch mit einer Ebenheits- und Rechtwinkligkeitsforderung versehen sein. Die vier Bohrungen haben einen Durchmesser von  $\varnothing 10$  und eine Toleranz von  $\pm 0,05$ , die zusätzlich mit der Hüllbedingung<sup>Ⓔ</sup> definiert ist. Die Position der Bohrungen ist jeweils mit  $\varnothing 0,1$  zum Bezugssystem A B toleriert. Die Form- und Lage der Fläche parallel zum Bezug A ist mit einer Profiletoleranz von 0,1 zum Bezugssystem A B toleriert. Die Fläche parallel zum Bezug B weist keine explizite Tolerierung auf, weshalb die Allgemeintoleranz, in diesem Fall die Profiletoleranz 0,5 zu A B, anzuwenden ist. Wir nehmen an, dass das fiktive Bauteil nun auf einem Koordinatenmessgerät vermessen wurde. Anschließend werden die Ergebnisse im Erstmusterprüfbericht wie folgt dokumentiert:

Characteristics/ Drawing Grid	Bubble No	Measurement						
		Surface treatment			#01		#02	
		Nominal	Upper Tolerance	Lower Tolerance	Supplier	ASMPPT	Supplier	ASMPPT
		Material certificate						
		RoHS certificate						
		Surface treatment						
Profiltoleranz 0,1 A B	5	0,000	0,10	0,00	0,040			
Y-Wert		80,0	-	-	80,020			
Ø10 +/- 0,05 (GX/LP)	6.1	10,0	0,05	-0,05	10,01 / 10,012			
Ø10 +/- 0,05 (GX/LP)	6.2	10,0	0,05	-0,05	9,98 / 10,02			
Ø10 +/- 0,05 (GX/LP)	6.3	10,0	0,05	-0,05	9,99 / 10,0			
Ø10 +/- 0,05 (GX/LP)	6.4	10,0	0,05	-0,05	10,02 / 10,04			
Pos. 0,1 A B	7.1	0,0	0,100	0	0,014			
X-Wert		-70,0			-70,010			
Y-Wert		50,0			49,990			
Pos. 0,1 A B	7.2	0,0	0,100	0	0,020			
X-Wert		-50,0			-49,98			
Y-Wert		50,0			50,000			
Pos. 0,1 A B	7.3	0,0	0,100	0	0,011			
X-Wert		-70,0			-70,005			
Y-Wert		30,0			30,010			
Pos. 0,1 A B	7.4	0,0	0,100	0	0,015			
X-Wert		-50,0			-49,985			
Y-Wert		30,0			30,002			
Profiltoleranz 0,5 A B	1+2+3+4	0,0	0,5	0	0,400			
X-Wert		-120,0			-119,8			

## Anmerkungen:

- Theoretisch exakte Maße haben keine Toleranz, sondern dienen lediglich zur Definition der Lage von Geometrieelementen, weshalb diese im Prüfbericht nicht aufgeführt werden.
- Bei Profil- und Positionstoleranzen werden in den Zeilen unterhalb jeweils noch die Lage des Geometrieelements in X/Y aufgeführt, um die Richtung der Abweichung kenntlich zu machen.
- Sollte eine Forderung auf der Zeichnung für mehrere Geometrieelemente gelten, sind diese einzeln und nachvollziehbar auszuweisen (wie im Beispiel die Durchmesser und Positionstoleranz #6 und #7).
- Ist ein Durchmesser durch die Hüllbedingung spezifiziert, sind für die Vollständigkeit immer zwei Messergebnisse mit anzugeben: Bei Bohrungen GX/LP und bei Wellen LP/GN (im Beispiel die Ergebnisse für den Durchmesser #6).
- Ist ein Geometrieelement lediglich durch die Allgemeintoleranz spezifiziert, sind für die eindeutige Zuordnung im Prüfbericht alle Stempelnummern der Merkmale aufzuführen, die die Lage des Geometrieelements spezifizieren (im Beispiel #1+#2+#3+#4).