

Seminar
Basiswissen der Form- und Lagetoleranzen
Einführung



KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED



GPS System

► ISO GPS Normensystem

- System zur Spezifizierung und Verifizierung von geometrischen Anforderungen an Werkstücke
- Bauteile sollen
 - austauschbar
 - fehlerlos
 - International produzierbar sein
- Dazu sind eindeutige und unmissverständliche Spezifikationen notwendig

- ▶ Es wird zwischen
 - Fundamentalen,
 - (Globalen)*,
 - Allgemeinen und
 - Komplementären
- GPS Normen unterschieden

*Anmerkung: Die Kategorie der globalen Normen wurde in der Norm DIN EN ISO 14638:2015-12 entfernt, diese sind nun fundamentale oder allgemeine Normen

- ▶ DIN EN ISO 8015
 - Grundlagen, Konzepte, Regeln

- ▶ DIN EN ISO 14638
 - GPS Konzept
 - Matrix Modell

- ▶ DIN EN ISO 17450-1, 2,
 - Globale Norm
 - Geometrische Spezifikationen und Prüfung
 - Grundsätze

- ▶ ...

- ▶ DIN EN ISO 14405
 - Dimensionelle Tolerierung
 - Lineare Größenmaße
 - Winkelgrößenmaße

- ▶ DIN EN ISO 286
 - ISO Toleranzsystem für Längenmaße
 - Toleranzen, Abmaße und Passungen

- ▶ DIN EN ISO 1101
 - Geometrische Tolerierung Form, Richtung, Ort, Lauf

- ▶ DIN EN ISO 1660
 - Geometrische Tolerierung – Profiltolerierung

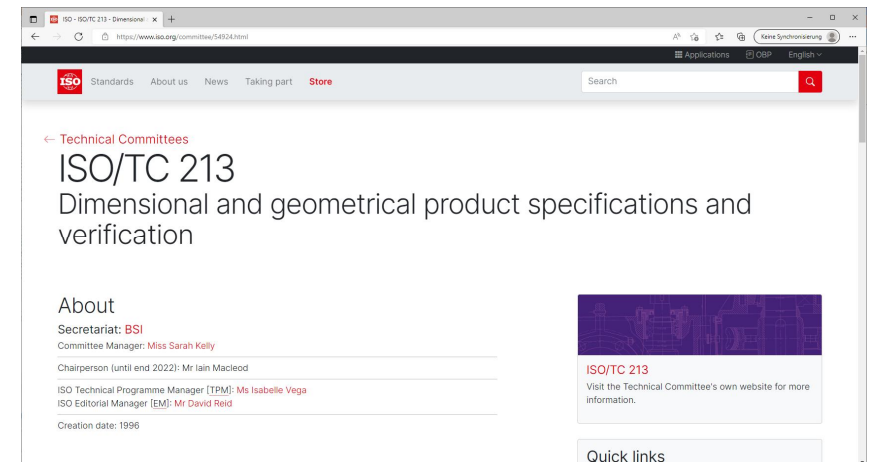
- ▶ DIN EN ISO 8062-3
 - Allgemeine Maß-, Form-, und Lagetoleranzen und Bearbeitungszugabe für Gussstücke

- ▶ DIN EN ISO 10135
 - (Gießereitechnik) Zeichnungsangaben für Formteile in der TPD

- ▶ ...

- ▶ Die in der Kunststofftechnik angewandte Norm ISO 20457 ist nicht Bestandteil des GPS Normensystems, verweist aber mehrmals auf unterschiedliche GPS Normen
 - Wird eine GPS Norm in einer Zeichnung erwähnt, gilt das GPS System automatisch.
 - Zumeist werden in Zeichnungen die DIN EN ISO 8015 und die ISO 20457 angegeben.

- ▶ Eine Normübersicht zu den vorhandenen GPS Normen ist auf der ISO Website verfügbar. Schlagworte für die Suche sind: ISO/TC 213



- ▶ DIN ISO 2768-2 ersetzt durch DIN EN ISO 22081:2022-10 und DIN 2769:2023-4
 - DIN EN ISO 22081 enthält keine konkreten Werte für Allgemeintoleranzen, aus diesem Grunde wurde in Ergänzung die DIN 2769 erstellt.
 - DIN ISO 2768-1 ist weiterhin gültig

► GPS Matrix Modell

	Kettenglieder						
	A	B	C	D	E	F	G
	Symbole und Angaben	Anforderungen an Geometrieelemente	Merkmale von Geometrieelementen	Übereinstimmung und Nicht-Übereinstimmung	Messung	Messgeräte	Kalibrierung
Größenmaß							
Abstand							
Form							
Richtung							
Ort							
Lauf							
Oberflächenbeschaffenheit: Profil							
Oberflächenbeschaffenheit: Fläche							
Oberflächenunvollkommenheit							

- ▶ Grundlegende Annahme: Das Werkstück funktioniert innerhalb der Toleranzgrenzen zu 100 %, außerhalb der Toleranzgrenzen zu 0%

- ▶ Elementare Grundsätze des GPS Systems
 - Grundsatz des Aufrufens
 - Sobald ein Teilbereich des GPS Systems aufgerufen wird, gilt automatisch das gesamte GPS System als aufgerufen.
 - Grundsatz der Normenhierarchie
 - Grundnormen, globale- , allgemeine- und ergänzende Normen
 - Grundsatz der bestimmenden Zeichnung
 - Die Zeichnung ist Vertragsbestandteil
 - Nicht genannte Anforderungen können nicht eingefordert werden
 - Grundsatz des Geometrieelementes
 - Punkte, Linien, Flächen

► Elementare Grundsätze des GPS Systems

- Grundsatz der Unabhängigkeit
 - Die Anforderungen an Geometrieelemente müssen unabhängig von anderen Anforderungen erfüllt werden
 - Ausnahmen sind möglich, z.B. $\textcircled{E}$ nach ISO 14405-1
- Grundsatz der Dezimaldarstellung
 - Nicht angegebene Dezimalstellen sind Nullen
- Grundsatz der Standardfestlegung
 - Maß $\text{Ø}26\text{ H}7$ verweist auf ISO 14405-1
- Grundsatz der Referenzbedingungen
 - Alle Spezifikationen gelten bei Referenzbedingungen, z.B. ISO 1 (20°C)
- Grundsatz des starren Werkstücks
 - Die GPS Spezifikationen gelten für starre, nicht verformte oder belastete Werkstücke

► Elementare Grundsätze des GPS Systems

- Grundsatz der Dualität
 - Maße werden unabhängig von einem Messsystem festgelegt, das Messsystem muss aber in der Lage sein, das Maß zu ermitteln
- Grundsatz der Funktionsbeherrschung
 - Alle Spezifikationsoperatoren müssen die Funktion gewährleisten, Mehrdeutigkeiten sind zu vermeiden
- Grundsatz der allgemeinen Spezifikation
 - Werden mehrere allgemeine Spezifikationen in Schriftfeldnähe angegeben, so gilt die toleranteste
- Grundsatz der Verantwortlichkeit
 - Der Konstrukteur ist für die Funktion des Werkstücks verantwortlich
 - Die QS ist für die Auswahl geeigneter Messverfahren zuständig

Form- und Lagetoleranzen

► GPS Matrix Modell für DIN EN ISO 1101

	Kettenglieder						
	A	B	C	D	E	F	G
	Symbole und Angaben	Anforderungen an Geometrielemente	Merkmale von Geometrielementen	Übereinstimmung und Nicht-Übereinstimmung	Messung	Messgeräte	Kalibrierung
Größenmaß							
Abstand							
Form							
Richtung							
Ort							
Lauf							
Oberflächenbeschaffenheit: Profil							
Oberflächenbeschaffenheit: Fläche							
Oberflächenunvollkommenheit							

Einleitung

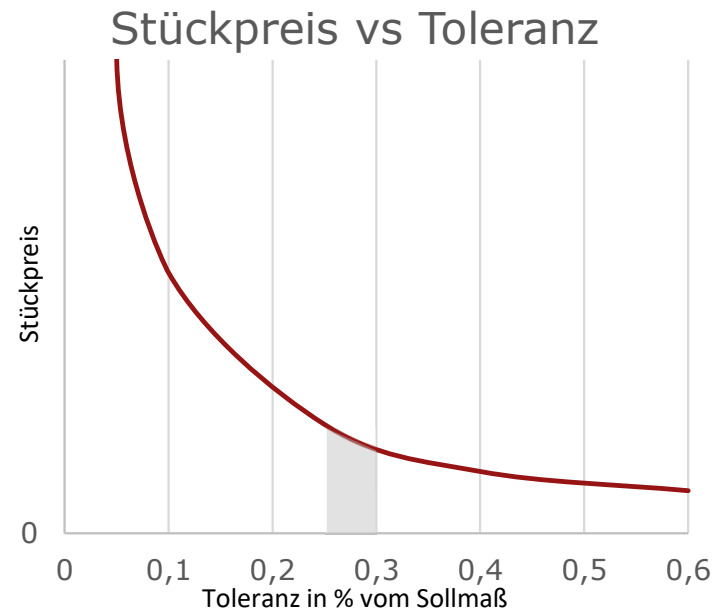
WARUM???

„Wenn wir die Werkstücke bei uns fertigen, passt alles zusammen. Wenn die Werkstücke von externen Zulieferern kommen, passen diese nie zusammen!“

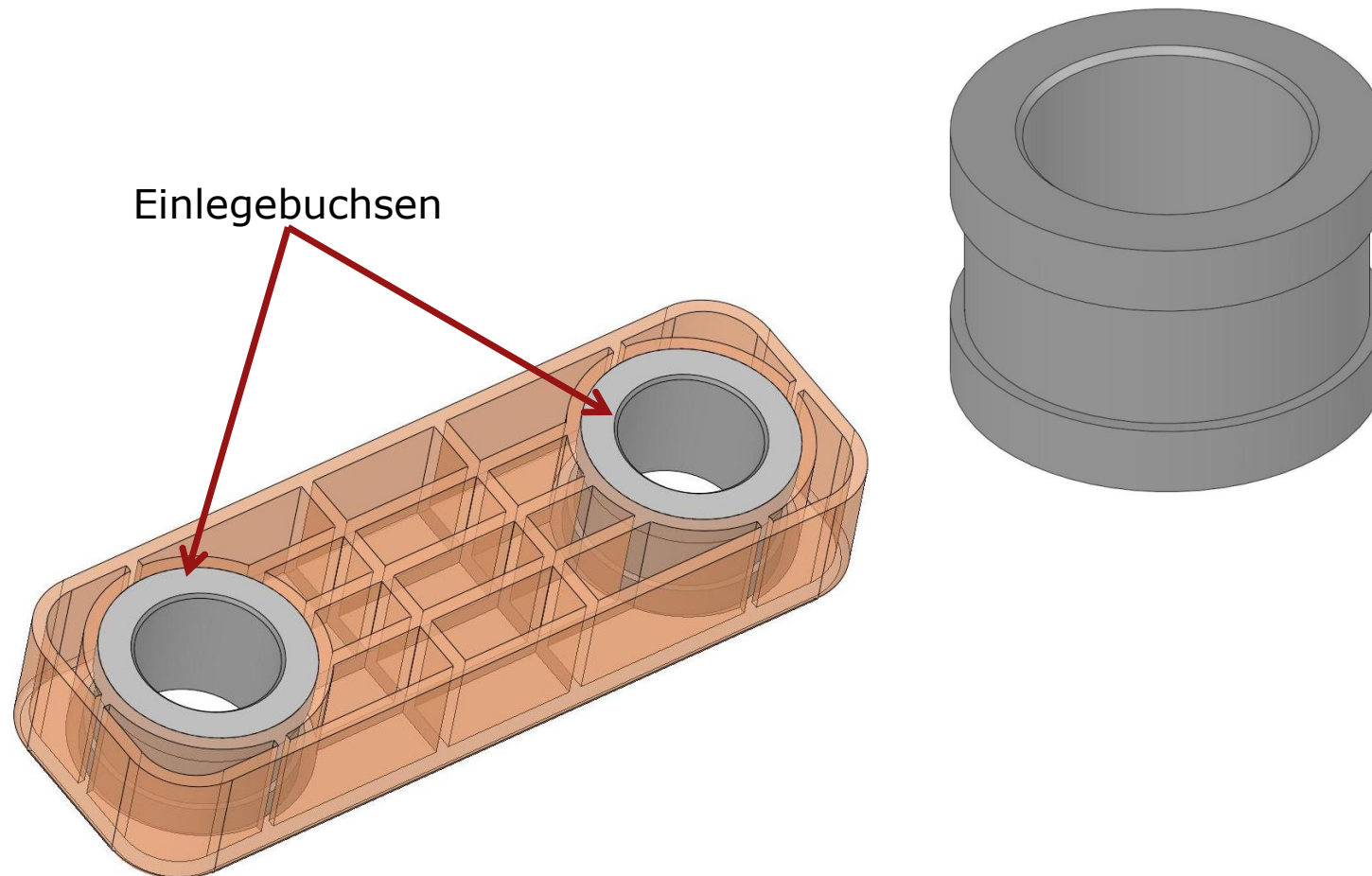
- ▶ **Reale Bauteile** weisen eine **Maß-, Form- und Lageabweichung** gegenüber der idealen Geometrie auf
- ▶ In der Konstruktionsphase wird festgelegt welche Abweichungen akzeptiert werden können
- ▶ Abweichungen des Bauteils / der Baugruppe sind **abhängig** von
 - der **Funktion**
 - den **Einsatzbedingungen**
- ▶ Es entsteht ein Zwiespalt zwischen der korrekten Funktionserfüllung und der möglichst günstigen Herstellung

Einfluss von Toleranzen

- ▶ Kunststoffteile haben eigene Toleranzanforderungen, die nicht mit den Toleranzen für spanende Fertigung vergleichbar sind.
- ▶ Toleranzen für Kunststoffbauteile können in Anlehnung an die ISO 20457 definiert werden.

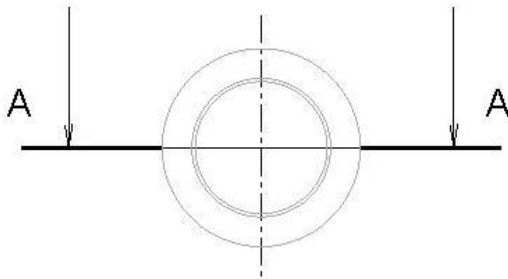


Beispiel



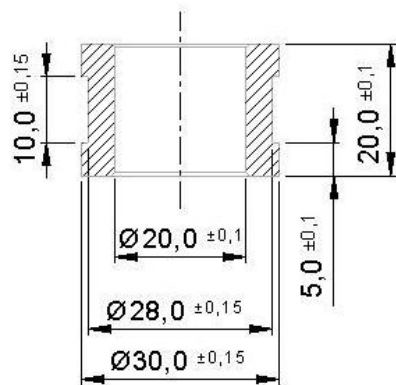
► Technische Zeichnung:

- **Vollständig**
 - Festlegung aller wesentlichen Eigenschaften des Bauteils
- **Eindeutig**
 - Vermeidung unterschiedlicher Auslegung der Zeichnung
- **Funktionsgerecht**
- **Fertigungsgerecht**
- **Prüfgerecht**



- ▶ Ein Werkstück soll mit Hilfe einer technischen Zeichnung **eindeutig** und **vollständig** beschrieben werden...

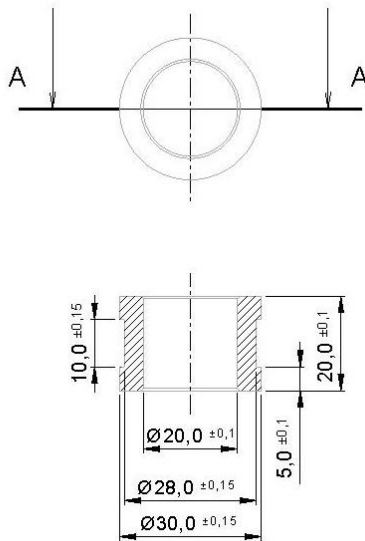
...aber...



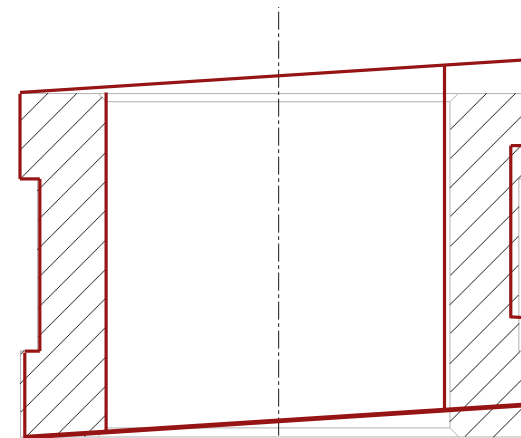
- ▶ Maße und Maßtoleranzen können dies allein oftmals nicht leisten!

Beispiel

- Für eine Umspritzung müssen **geringe** Spaltmaße im Werkzeug realisiert werden.



DIN ISO 2768 - mK



Nennmaßbereich 10 bis 30 mm:

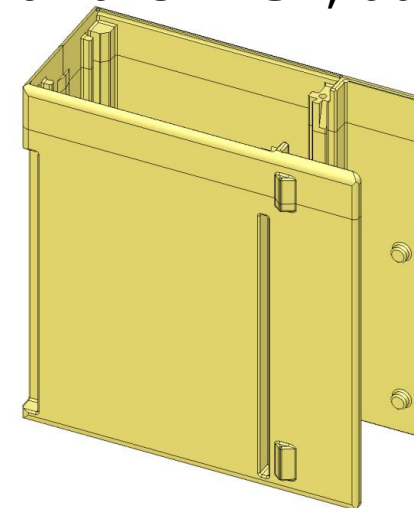
- Rechtwinkligkeit: **0,4 mm**
- Geradheit und Ebenheit: **0,1 mm**

Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

- ▶ Technische Zeichnungen sind die gemeinsame Sprache für alle, die an der Herstellung von Bauteilen beteiligt sind...
 - Oftmals sind **unzureichende Kenntnisse** über die Zusammenhänge von Form- und Lagetoleranzen die Ursache für ungenaue oder fehlerhafte Zeichnungen...
 - Fehlerhafte oder ungenaue Zeichnungen können zu notwendiger **Nacharbeit** führen und so die Fertigungskosten in die Höhe treiben...
 - Im **Reklamationsfall** kommt es darauf an, was im Vorfeld vereinbart wurde. Ist die Zeichnung ungenau oder fehlerhaft wird eine Einigung erschwert...
 - ...

Definitionen

- ▶ **Werkstücke** werden durch **Flächen** äußerlich **begrenzt**
- ▶ **Linien, Maße** und **sonstige Angaben** in einer **Zeichnung** beziehen sich auf die geometrische **Idealgestalt**
- ▶ Die geometrische **Idealgestalt** kann durch die Herstellung der Werkstücke **nur annähernd erreicht** werden
- ▶ Die **geometrischen Elemente** beschreiben die **Grundformen**, aus denen ein Werkstück zusammengesetzt ist.
- ▶ Unterscheidung:
 - **reales** Element:
 - sichtbar und ertastbar
 - **abgeleitetes (konstruiertes)** Element:
 - nicht sichtbar und nicht ertastbar



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenscheld

▶ **Maß:**

- **Abstand** zwischen **zwei** Punkten

▶ **Toleranz:**

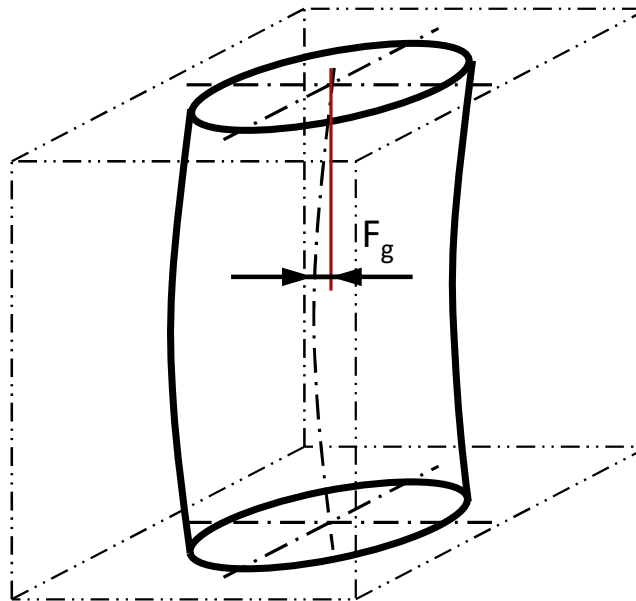
- Der **Grenzbereich innerhalb der die Ist-Form** im Vergleich zur Soll-Form (= Idealform) **noch hingenommen** werden kann
- Die Größe der möglichen/zulässigen Toleranz ist abhängig von der Brauchbarkeit und Einsetzbarkeit des Werkstückes sowie dem fertigungstechnischen Aufwand (= Kosten)

▶ **Allgemeintoleranz :**

- Toleranz, die **für alle nicht einzeln tolerierte** Elemente gilt.
- Die Toleranz wird durch eine **allgemeingültige Eintragung** festgelegt, beispielsweise im Zeichnungsschriftfeld. Das Toleranzsystem (Norm) und die Toleranzklasse ist anzugeben.

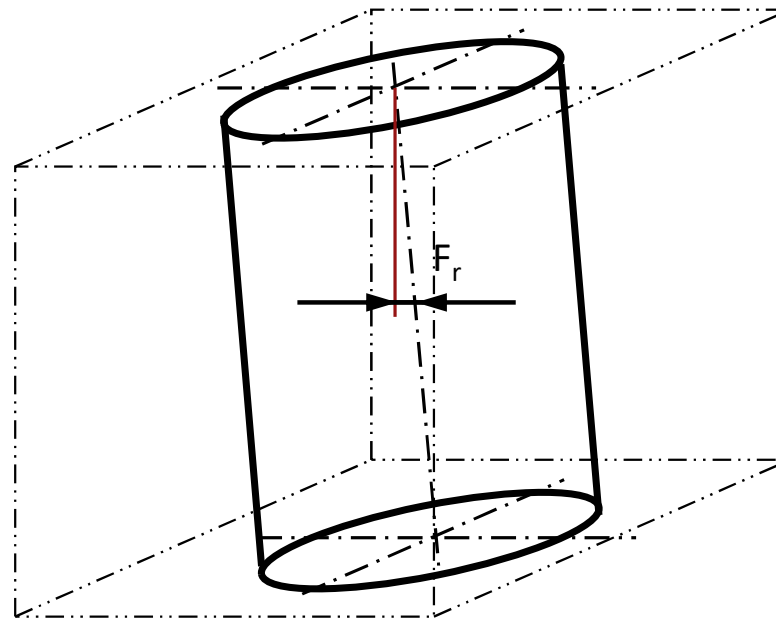
► Formabweichung

- Abweichung der Ist-Gestalt eines einheitlich definierten Bereiches (Linie oder Fläche) am Werkstück von der geometrisch idealen Form.



► Lageabweichung

- Abweichung der Ist-Gestalt eines einheitlich definierten Bereiches (Punkt, Linie oder Fläche) am Werkstück in Bezug zu der räumlichen idealen Anordnung eines (oder mehreren anderen) Flächenbereiches(en)

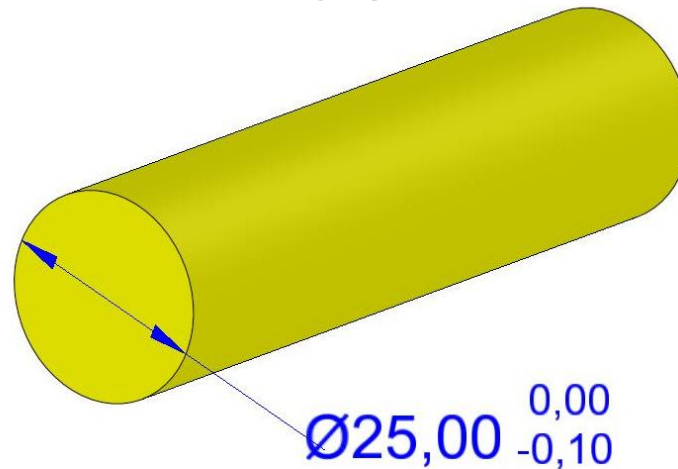


Tolerierungsgrundsätze

- ▶ Der Tolerierungsgrundsatz bestimmt den Zusammenhang zwischen Maßtoleranz und Formabweichung
- ▶ zwei verschiedene Tolerierungsgrundsätze
 - das **Hüllprinzip**
Size ISO 14405-1 (E)
 - das **Unabhängigkeitsprinzip**
(DIN EN ISO 8015)
- ▶ Für alle Zeichnungen ab Erstausgabe September 2011 gilt das Unabhängigkeitsprinzip
- ▶ Die Hüllbedingung muss bei Bedarf mit dem Symbol (E) auf der Zeichnung angegeben werden

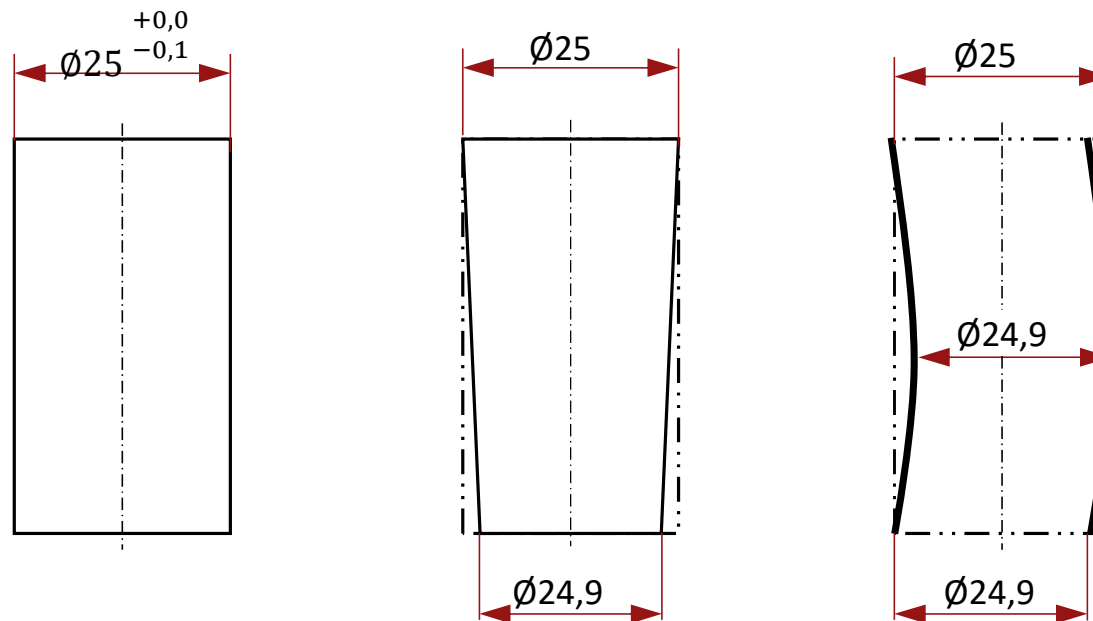
► Hüllprinzip

- Form- und Parallelitätsabweichungen (Lage) werden durch die Maßtoleranz gleichzeitig definiert
- Alle Maße am Werkstück müssen geprüft werden



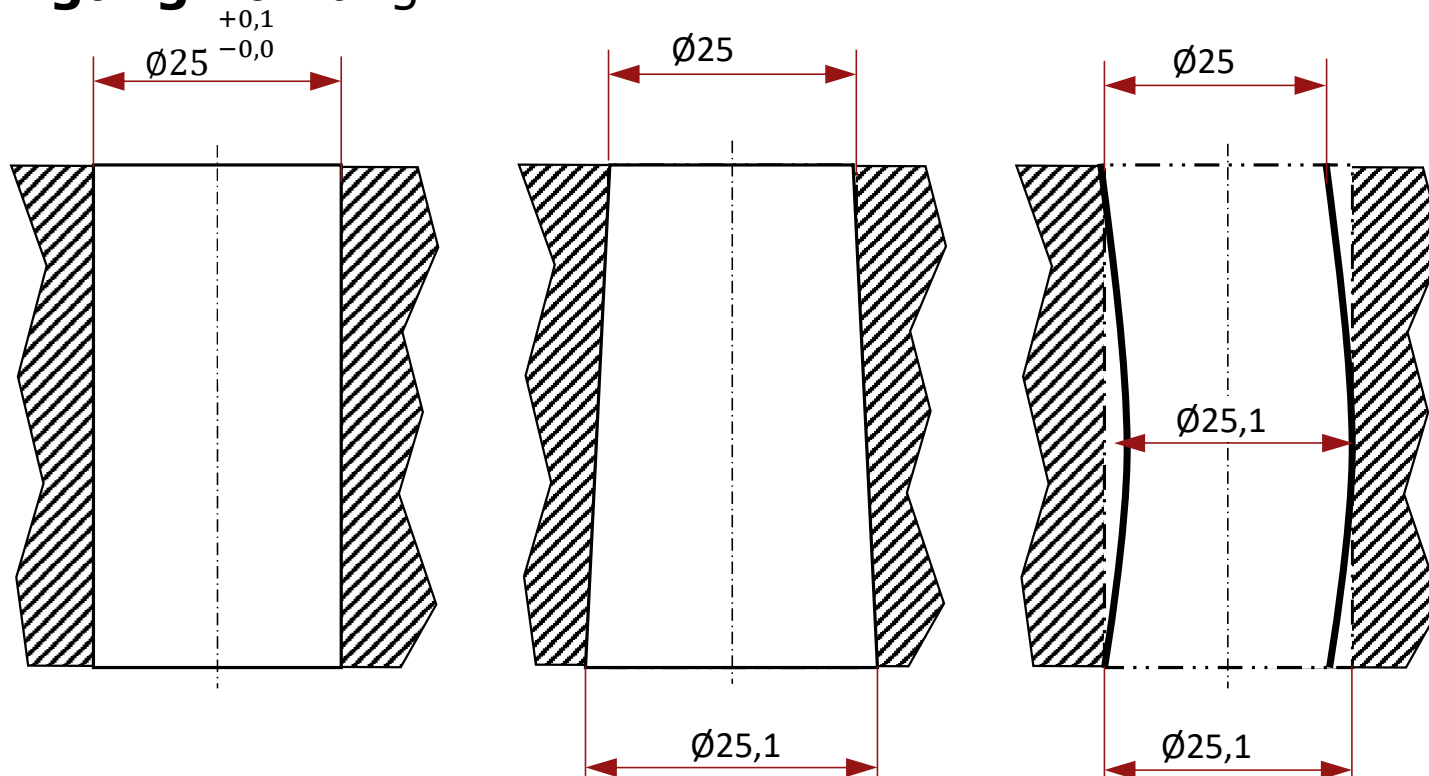
► Hüllprinzip

- Form- und Parallelitätsabweichungen (Lage) werden durch die Maßtoleranz gleichzeitig definiert
- Alle Maße am Werkstück müssen geprüft werden



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

► Hüllbedingung Bohrung

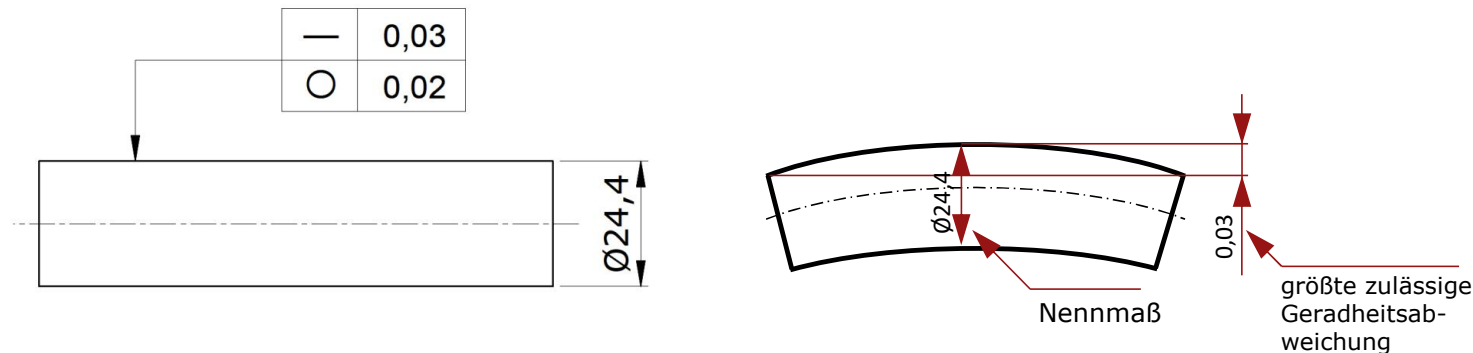


Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenscheld

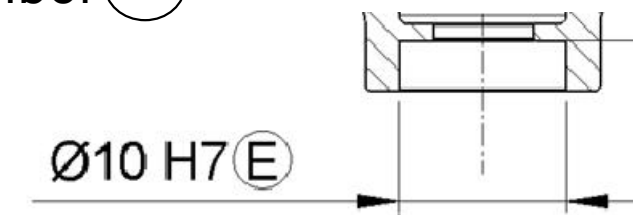
- ▶ Die Alternative zum Hüllprinzip:
 - DIN EN ISO 8015: **Grundsatz der Unabhängigkeit**
- ▶ Form- und Parallelitätsabweichungen (Lage) werden nicht durch die Maßtoleranz gleichzeitig definiert
- ▶ Empfehlung:
 - Anwendung des Unabhängigkeitsprinzips, aufgrund der Nähe zur Praxis
- ▶ Für alle Zeichnungen ab Erstausgabe September 2011 gilt das Unabhängigkeitsprinzip automatisch

► Unabhängigkeitsprinzip

- Die Formabweichung wird **nicht** durch die Maßtoleranz begrenzt, sondern durch entsprechende Allgemeintoleranzen

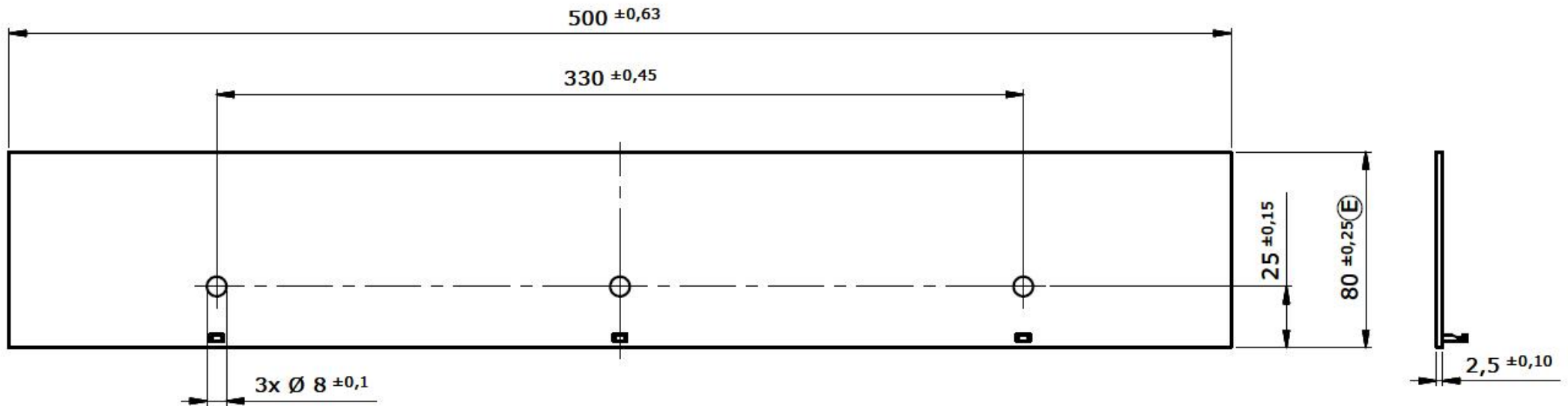
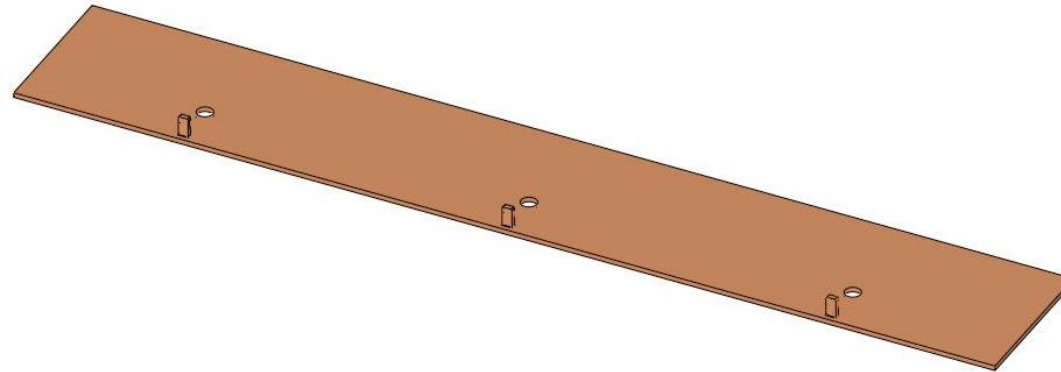


- Die Hüllbedingung muss bei Bedarf mit dem Symbol $\textcircled{E}$ auf der Zeichnung angegeben werden



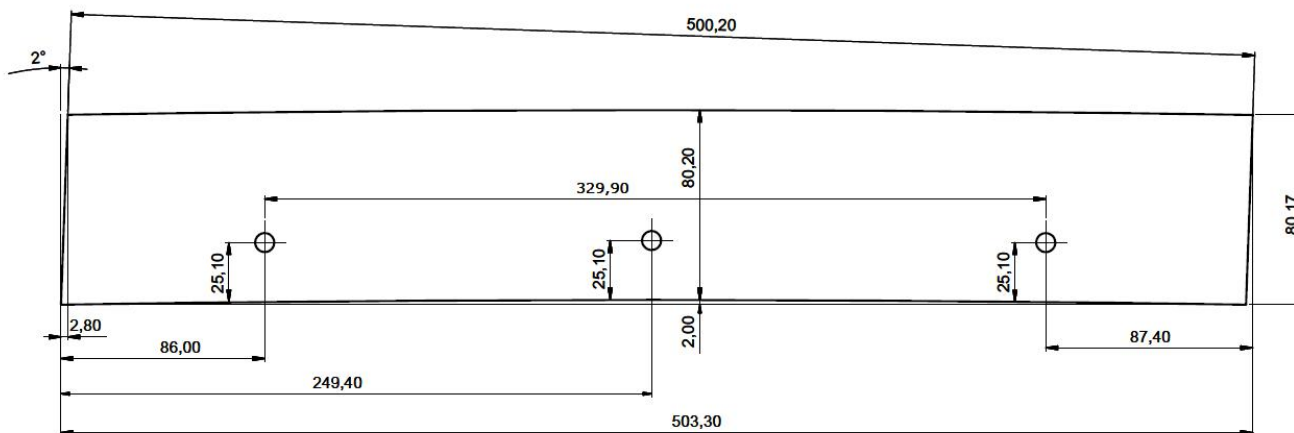
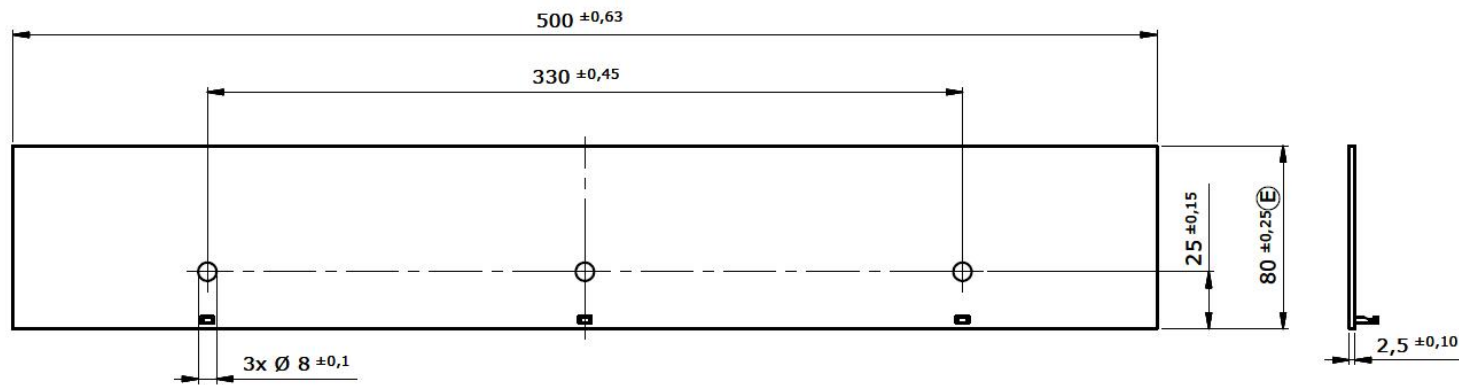
Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Beispiel - Abdeckung -



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Beispiel - Abdeckung -



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Zeichnungseintragung

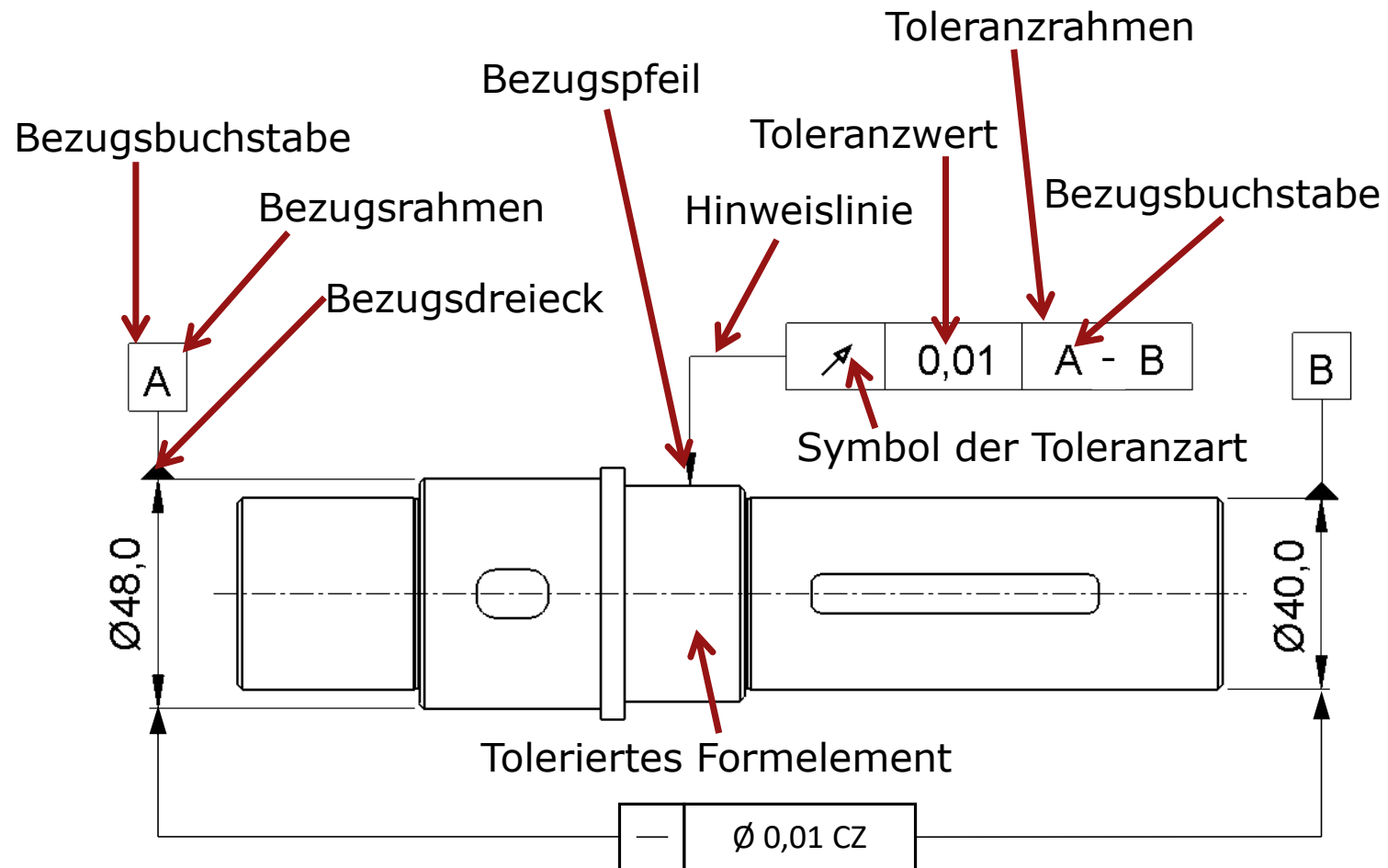
Symbol für das tolerierte Element



⊥	0,03	A
---	------	---

Bezugsbuchstabe als Hinweis
auf den Bezug, sofern vorhanden

Toleranzwert in der für die Zeichnung
geltenden Maßeinheit



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

- ▶ Gilt eine Toleranz für mehr als ein Element, so muss dies über dem Toleranzrahmen mit der Anzahl der Elemente und dem Zeichen „X“ und evtl. weiteren Zusatzinformationen eingetragen werden.

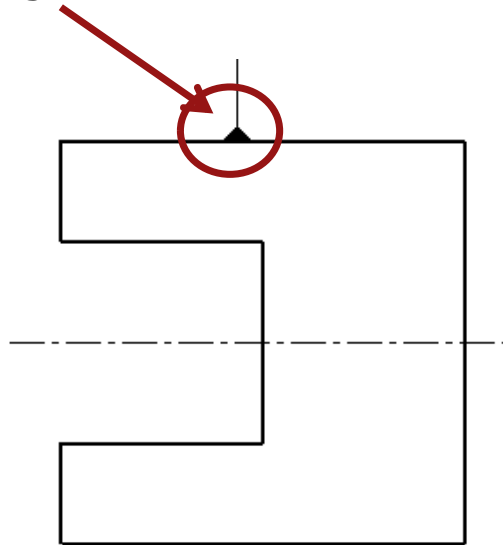
6x		6xØ12±0,01	
	0,1		Ø0,1

- ▶ Zusätzliche Texteinträge die nicht durch Symbole beschrieben werden können, werden in die Nähe des Toleranzrahmens (bevorzugt unter den Toleranzrahmen) geschrieben.

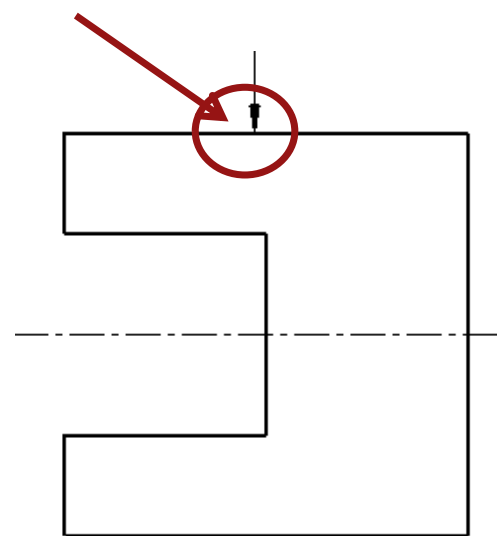
—	0,1	
//	0,2	A

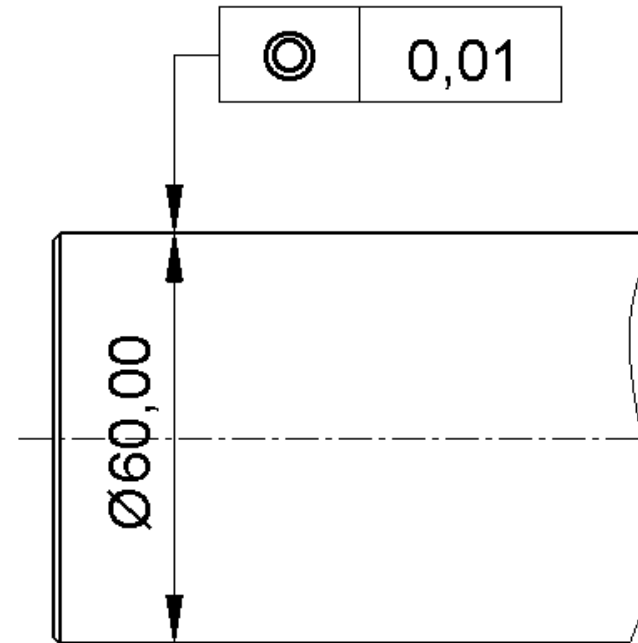
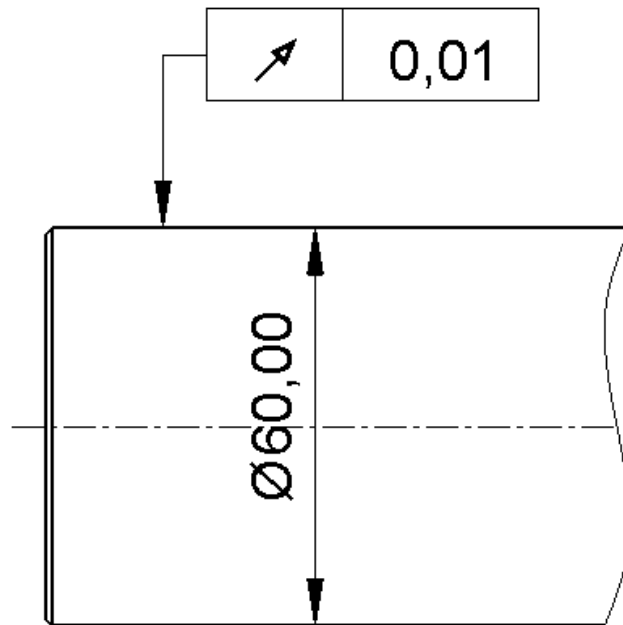
- ▶ Soll mehr als ein geometrisches Merkmal spezifiziert werden, darf die Toleranzangabe in Toleranzrahmen untereinander gesetzt werden.

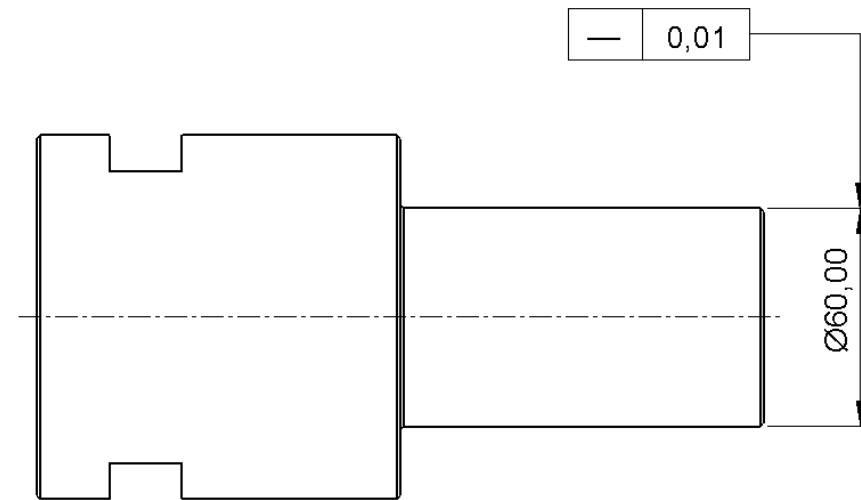
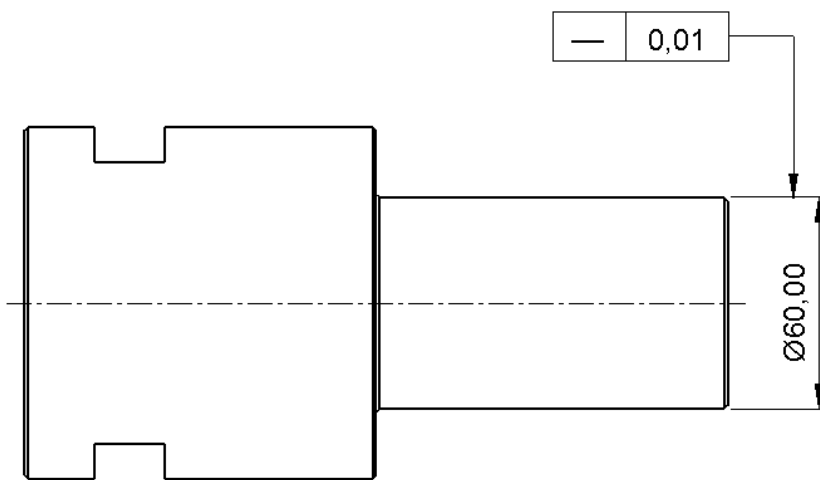
Bezugselement

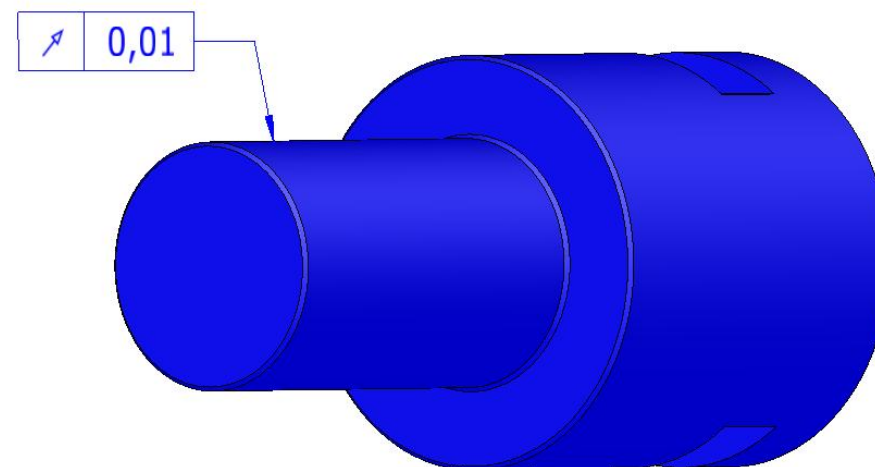
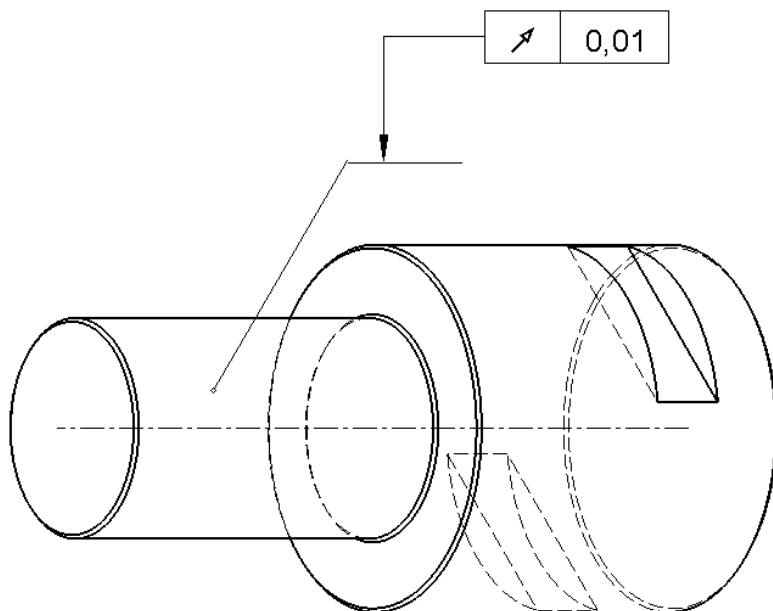


toleriertes Element

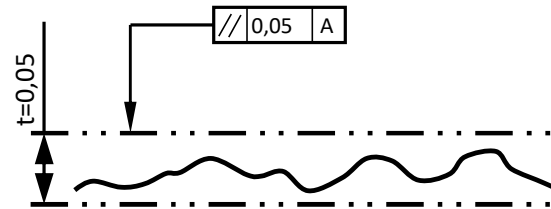




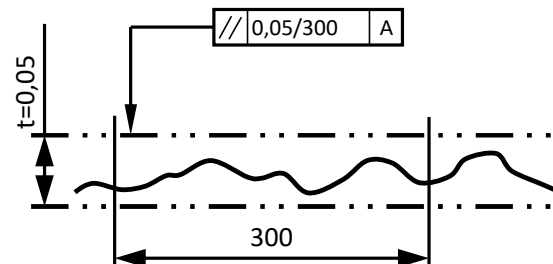




- ▶ Die Toleranzzone steht immer **senkrecht zum Bezugspfeil**. Dadurch wird die Richtung zum Messen vorgegeben
- ▶ Bei Toleranzzonen mit ebener oder geradliniger Begrenzung ist in den Richtungen senkrecht zum Bezugspfeil die Toleranzzone unbegrenzt.

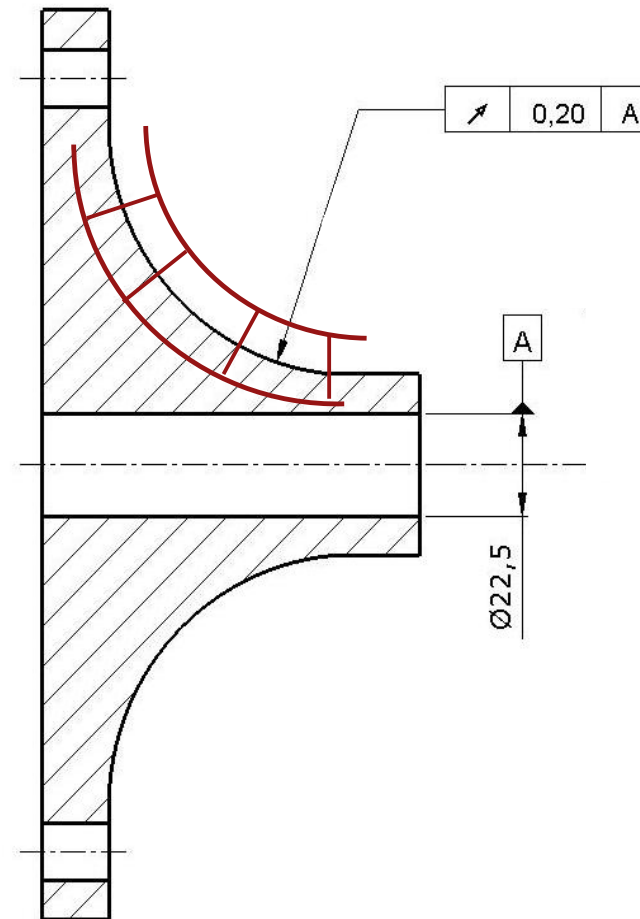


- ▶ Die Toleranzzone gilt für die gesamte Ausdehnung des tolerierten Elementes, es sei denn, sie wird durch eine Bemaßung festgelegt.



Zeichnungseintragung

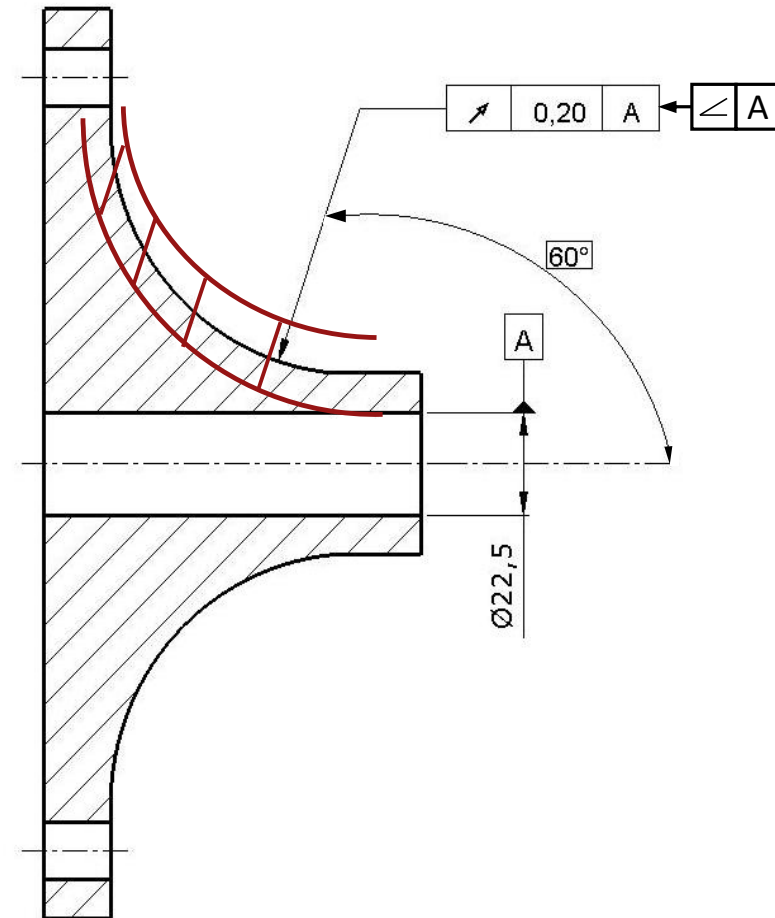
- ▶ Toleranzrichtung
- ▶ Senkrecht zum tolerierten Geometrieelement



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

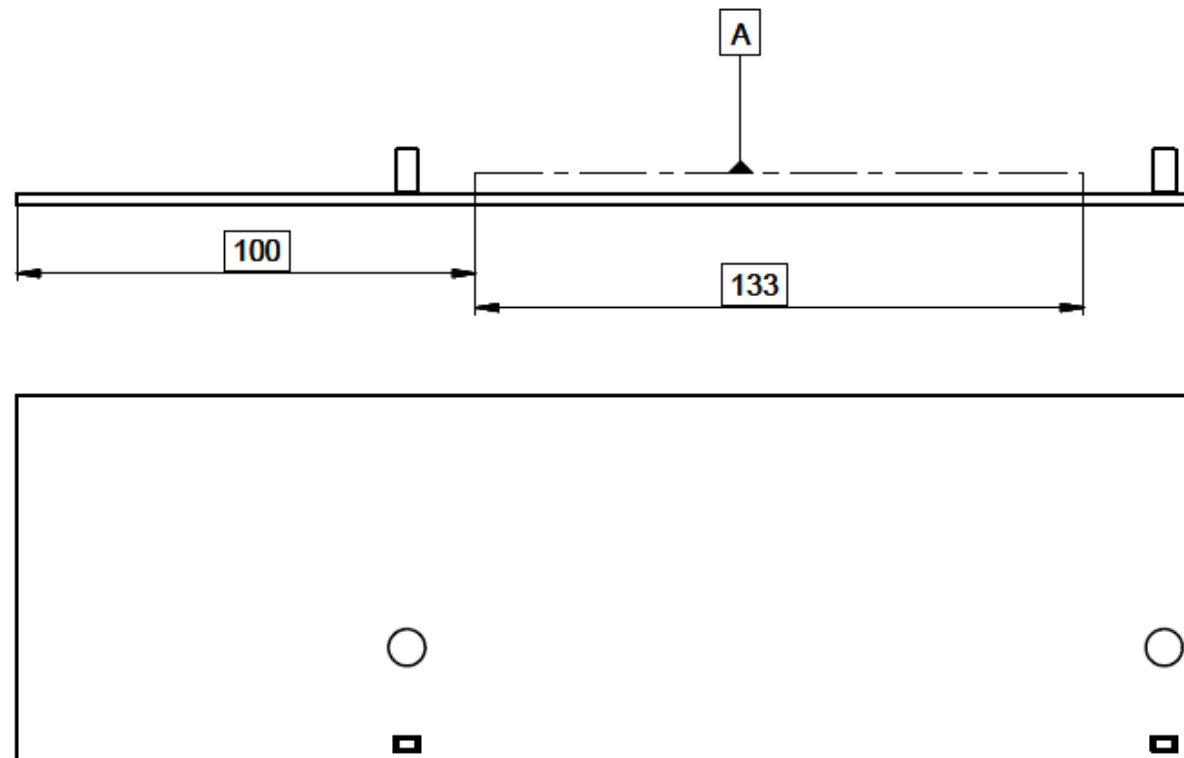
Zeichnungseintragung

- ▶ Toleranzrichtung
- ▶ Mit Richtungselementindikator: in Richtung des angegebenen Winkels



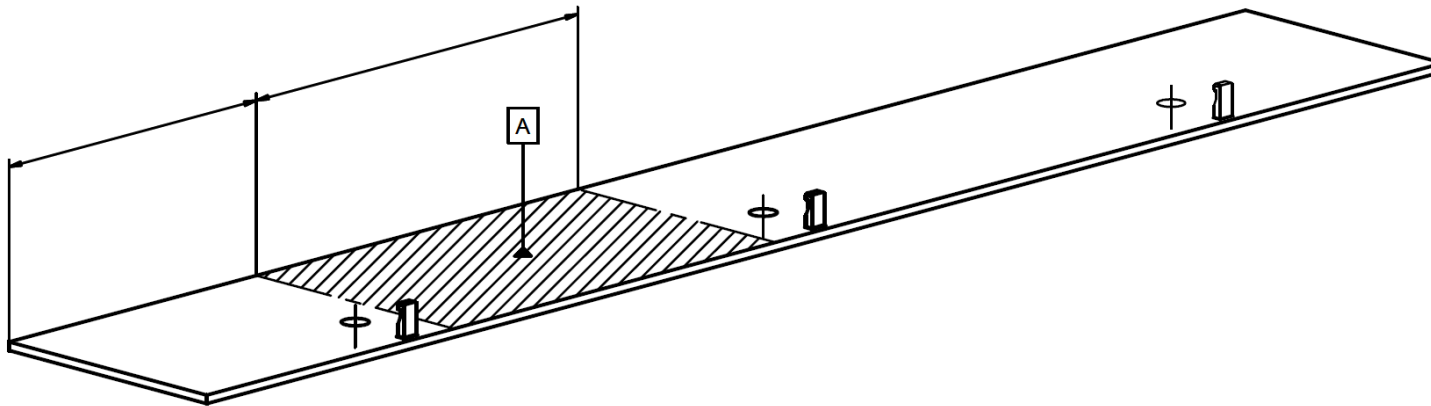
Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

- ▶ Die **Toleranzzone** kann in ihrer **Ausdehnung durch Bemaßung** hinsichtlich Lage und Größe beschrieben werden.

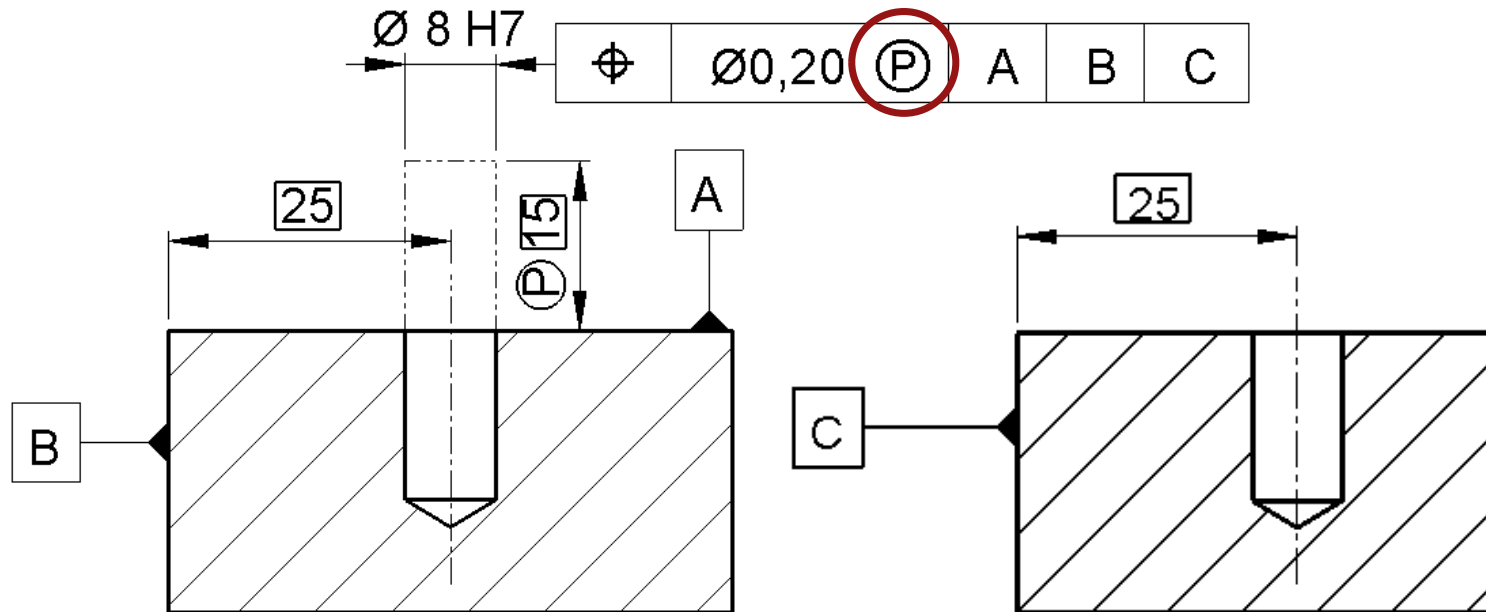


Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

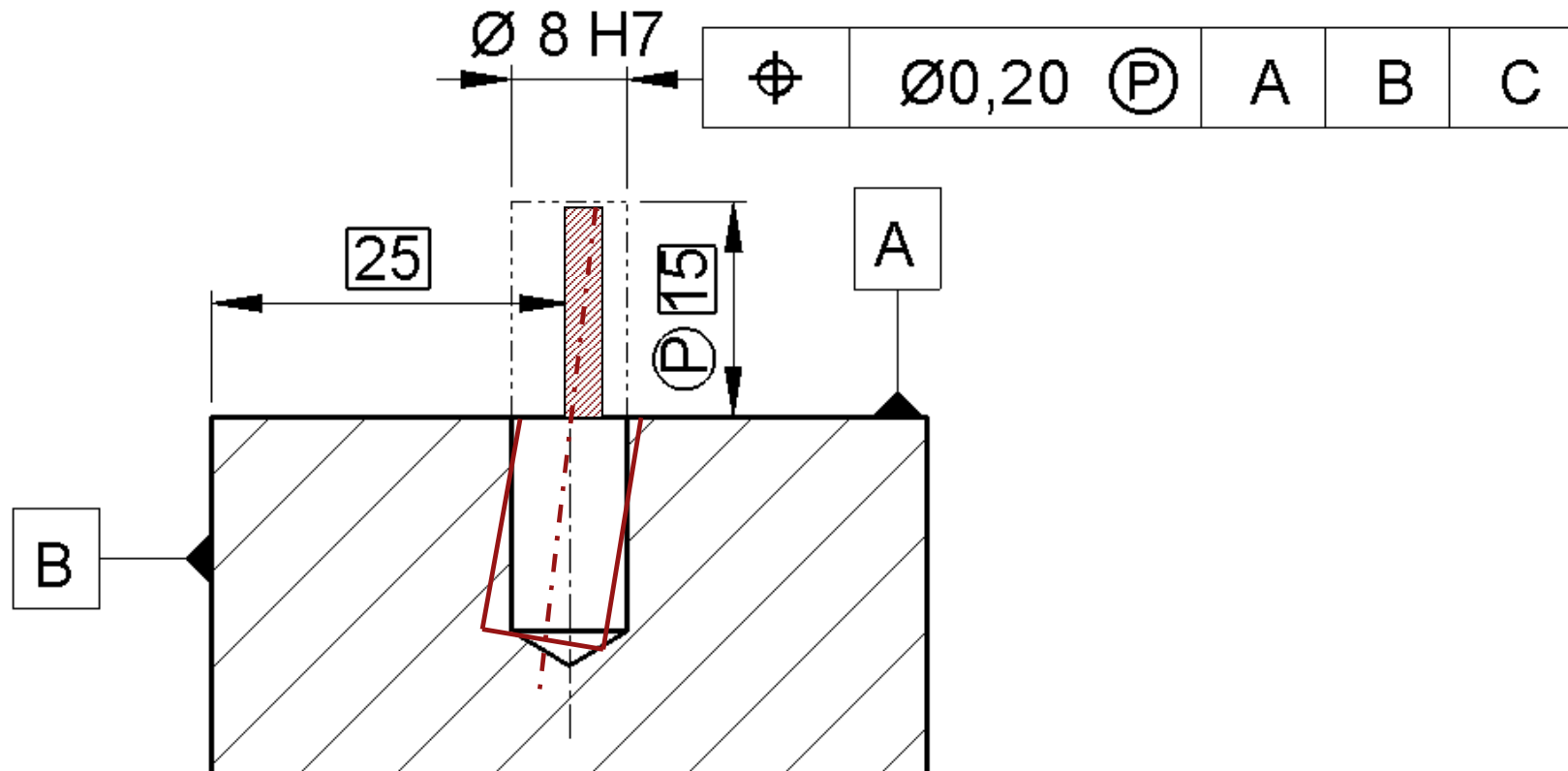
- ▶ Die **Toleranzzone** kann in ihrer **Ausdehnung durch Bemaßung** hinsichtlich Lage und Größe beschrieben werden.



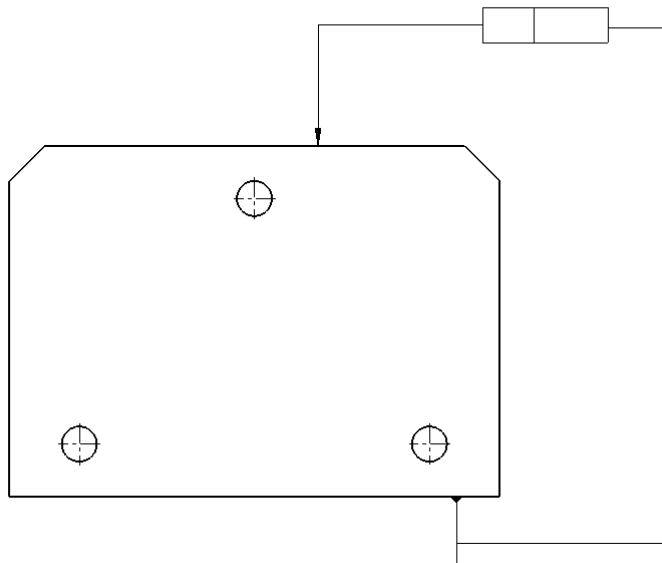
- ▶ Eine **Toleranzzone** kann durch das Zeichen (P) nach **außerhalb** des Formelementes verlagert werden.



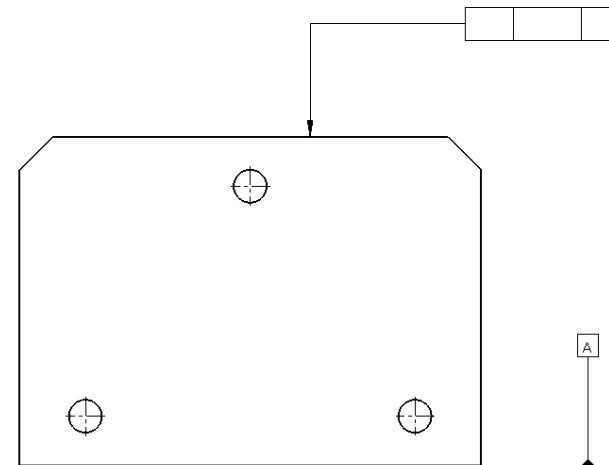
Projizierte Zone



Früher:

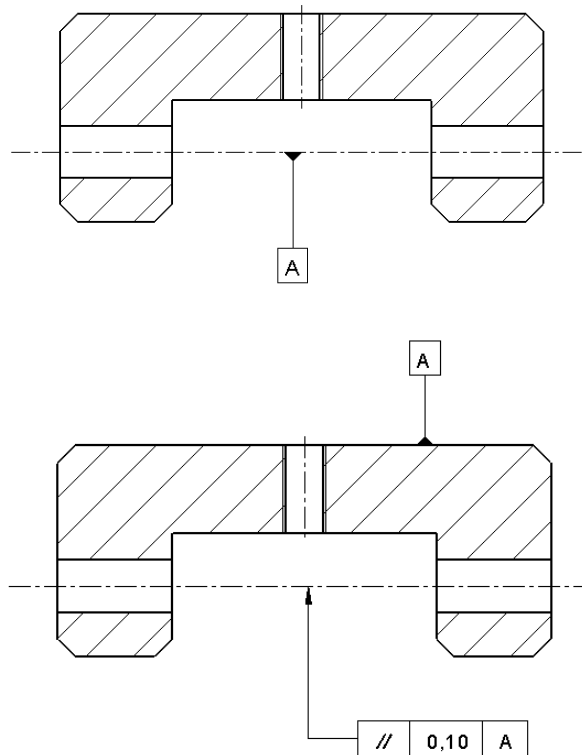


Heute:

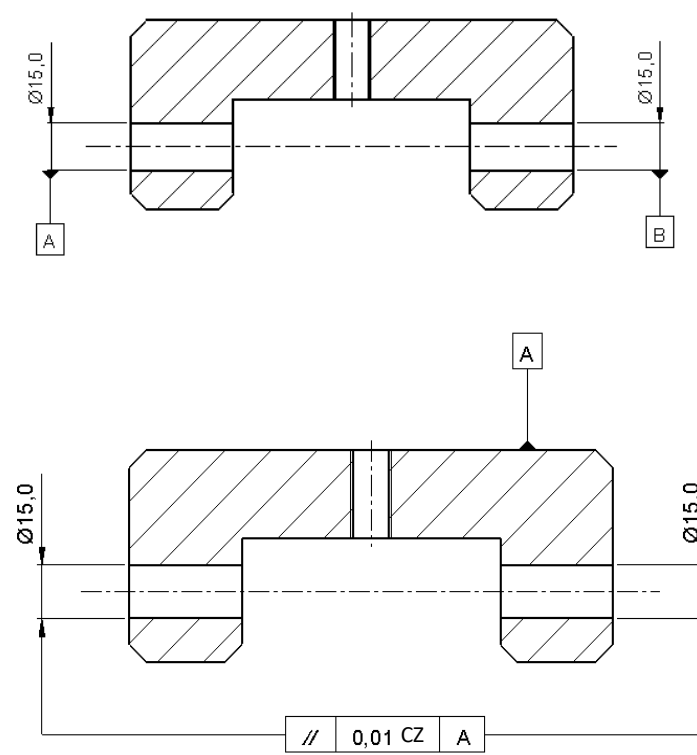


Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenscheid

Früher:

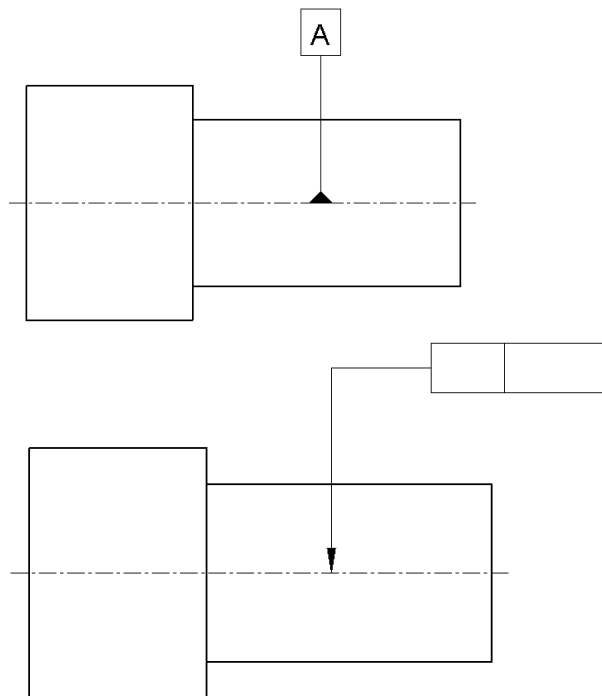


Heute:

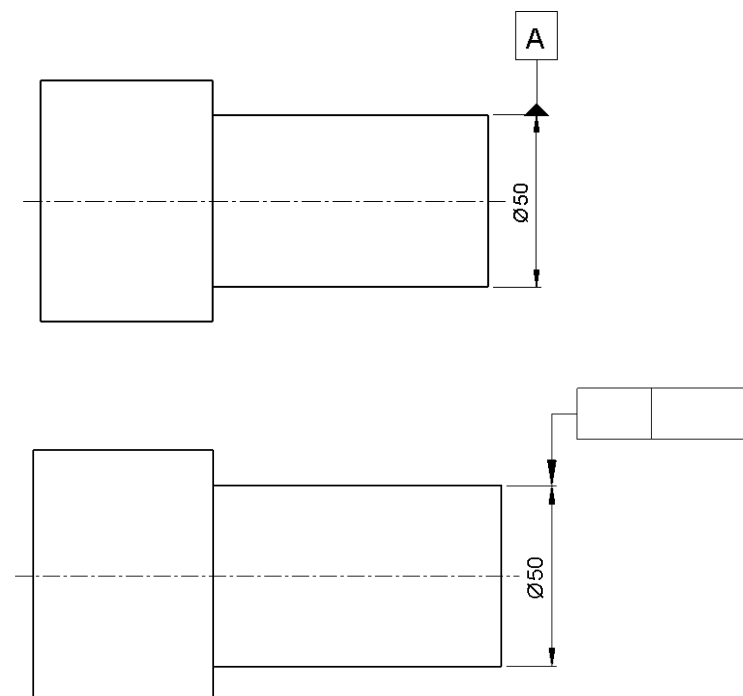


Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

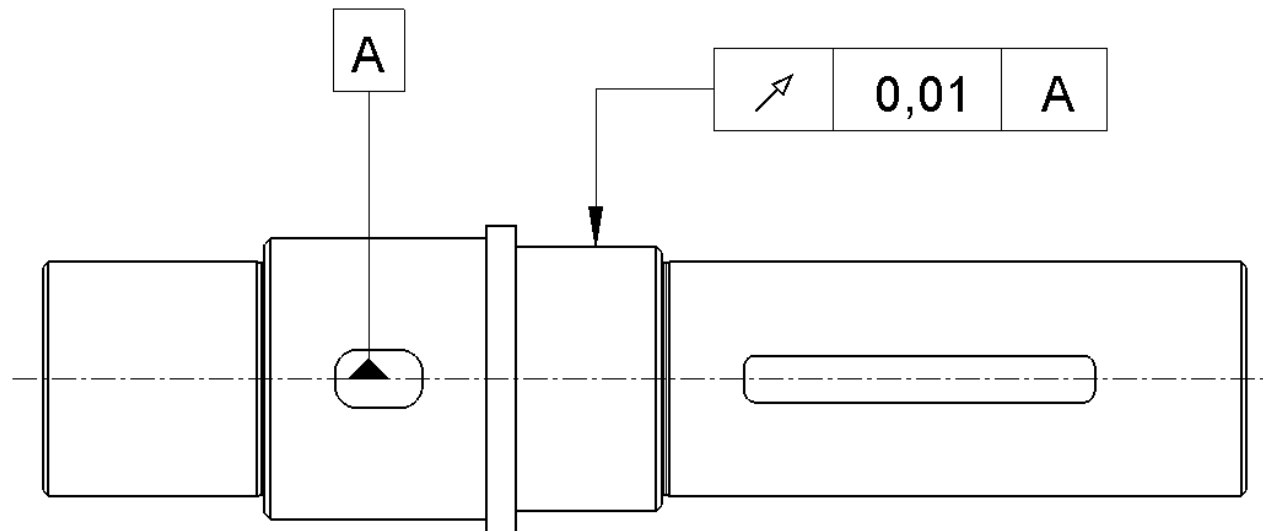
Früher:



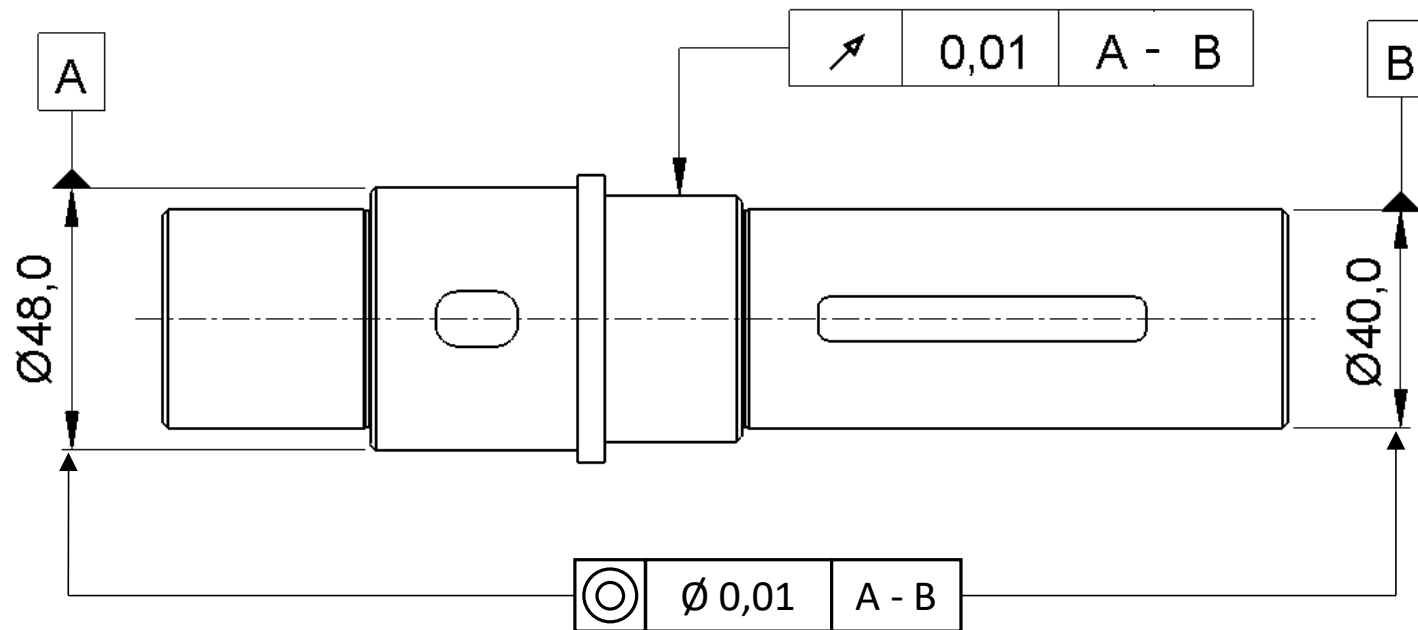
Heute:



Früher:



Heute:



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Bezugssysteme

- ▶ Ein Bezugssystem besteht aus zwei oder drei Bezügen die einer **Rangfolge** unterliegen.
- ▶ Eine **eindeutige** Aufnahme des Werkstückes zur Prüfung (sowie zur Fertigung) wird festlegt.
- ▶ Daher sollten immer die Formelemente als Bezüge gewählt werden, die innerhalb der Fertigung oder im zusammengebauten Zustand der Funktion dienen oder als Anlagefläche benötigt werden.
- ▶ Bezugssysteme sind **Koordinatensysteme**
 - Ursprung und Richtungen der Achsen werden eindeutig beschrieben
 - Bezugselemente **bestimmen die Lage** des Werkstückes bei einer Messung
 - Bezugselemente sind **geeignete Formelemente** (reale Elemente) und bilden gemeinsam das werkstückeigene Bezugssystem

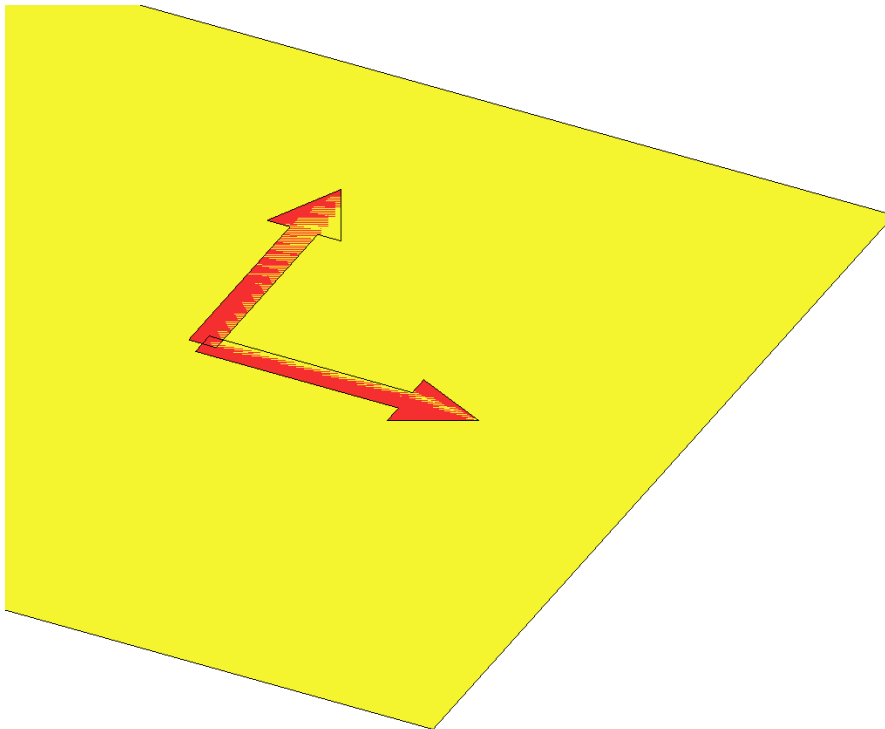
- ▶ Bezugselemente sind **reale Elemente** am Werkstück, die
 - Formabweichungen aufweisen
- ▶ Bezugssysteme
 - sind Koordinatensysteme, die durch den Ursprung und die Richtungen der Achsen eindeutig beschrieben werden.
- ▶ Aufbau eines Bezugssystems
 - theoretisch genaue Elemente (z.B. Achsen, Ebenen, Geraden, Kreise, ...)
ohne Gestaltabweichung
 - Bezüge können auf die tolerierten Elemente bezogen werden

- ▶ Lage eines Körpers auf einer **Ebene** wird bestimmt durch:
 - Position eines Punktes in zwei Koordinaten
 - Drehwinkel

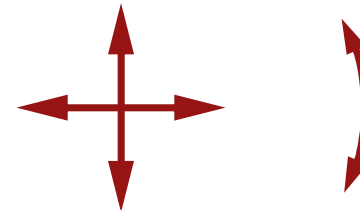
- ▶ Lage eines Körpers im **Raum** wird bestimmt durch:
 - Position eines Punktes in drei Koordinaten
 - Drehwinkel um drei aufeinander senkrecht stehenden Achsen durch diesen Punkt

- ▶ Bezüge und Bezugssysteme sind in der **DIN EN ISO 5459** definiert.

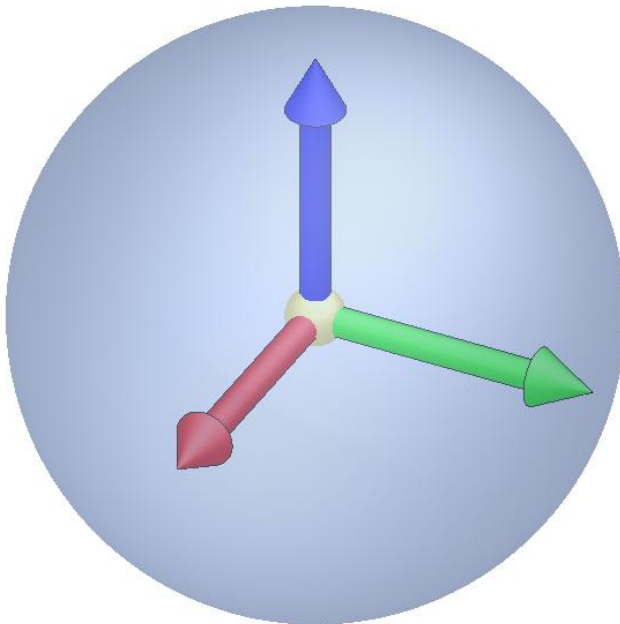
- Koordinaten sind **Freiheitsgrade** der Translation (Verschiebung) und Rotation (Drehung)



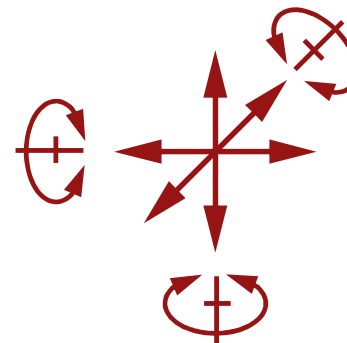
Bewegungsrichtungen /
Freiheitsgrade



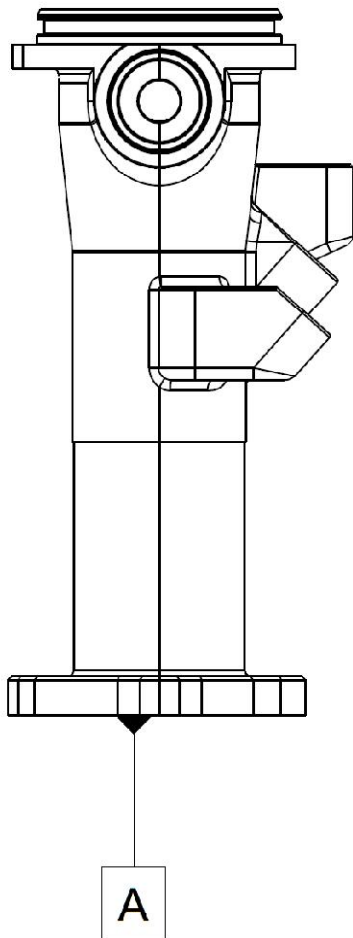
- Koordinaten sind **Freiheitsgrade** der Translation (Verschiebung) und Rotation (Drehung)



Bewegungsrichtungen /
Freiheitsgrade



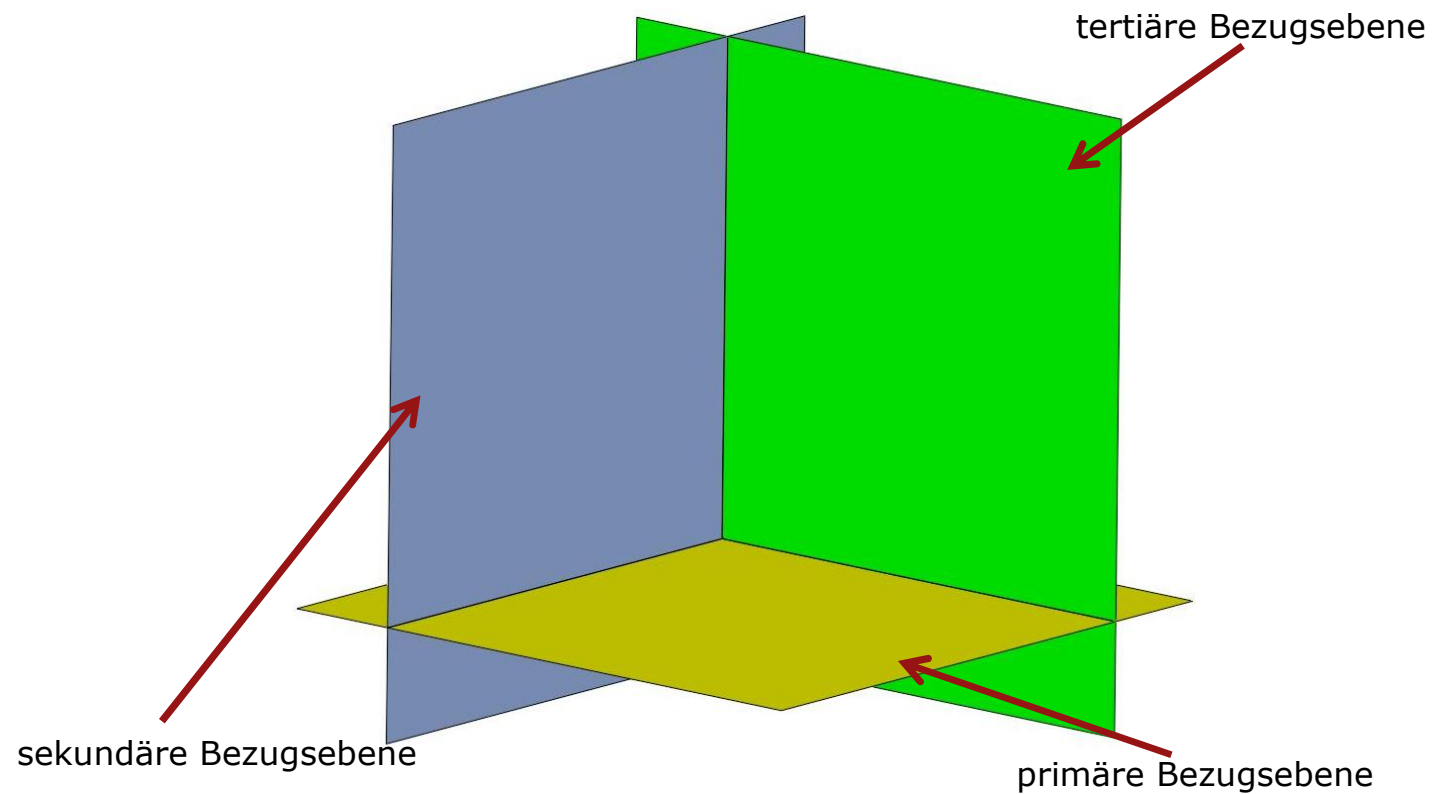
Hilfsbezugselemente



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied | Klostermann Ingenieurbüro und Vertriebsgesellschaft mbH

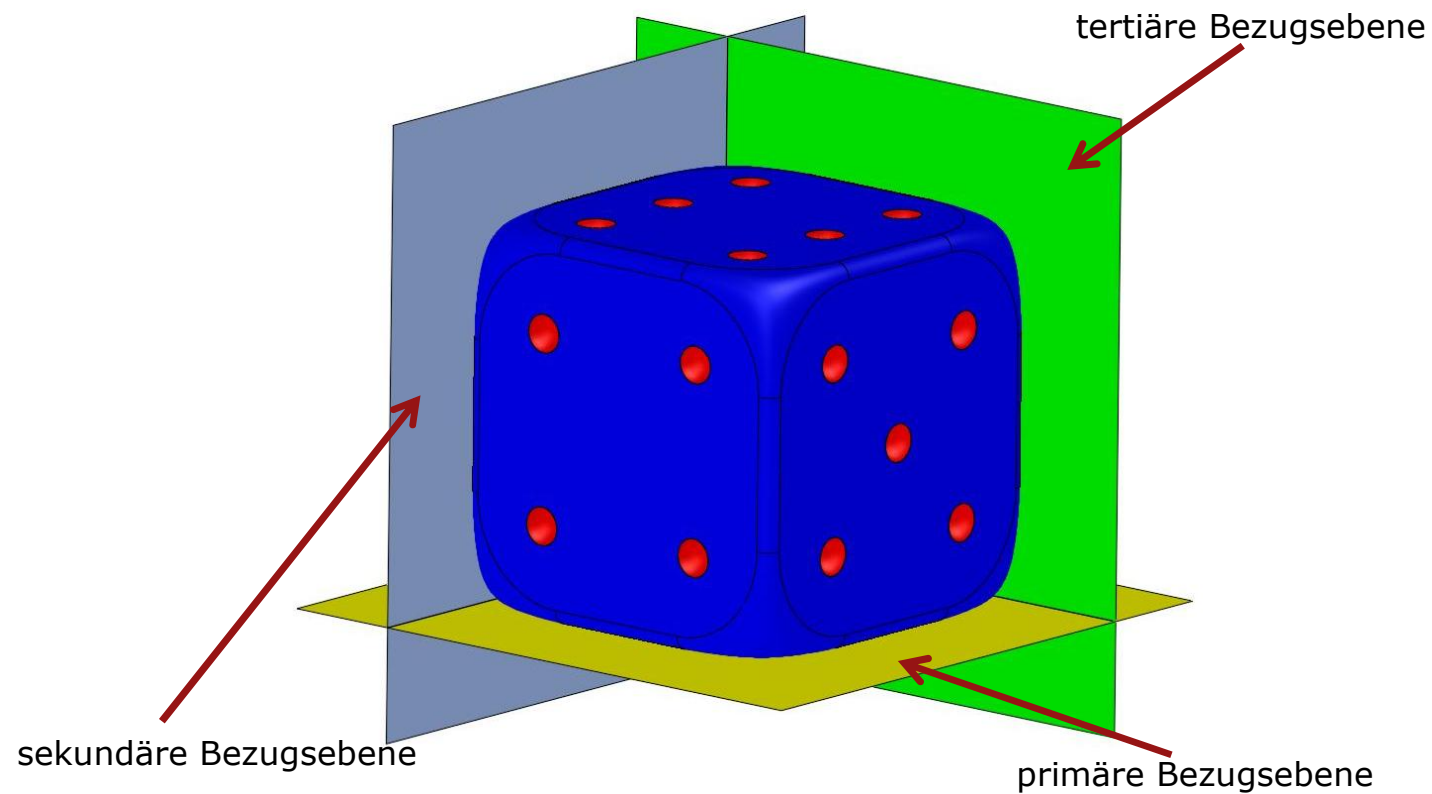
- ▶ Für manche Form- und Lagetolerierungen müssen mehrere Bezüge definiert werden, um ein Werkstück eindeutig zu fixieren.
 - Drei-Ebenen-System, in dem alle drei Ebenen senkrecht zueinander stehen.
 - Den drei Ebenen wird eine Rangfolge zugeordnet
 - Die Ebenen schränken die 6 Freiheitsgrade eines Körpers im Raum voll ein:
- ▶ **Primäre Bezugsebene**
 - Schränkt 3 Freiheitsgrade des Körpers ein (Drei-Punkt-Auflage)
- ▶ **Sekundäre Bezugsebene**
 - Schränkt 2 Freiheitsgrade des Körpers ein (Zwei-Punkt-Anlage)
- ▶ **Tertiäre Bezugsebene**
 - Schränkt 1 Freiheitsgrad des Körpers ein (Ein-Punkt-Anlage)

► Darstellung des Drei-Ebenen-Bezugssystems:

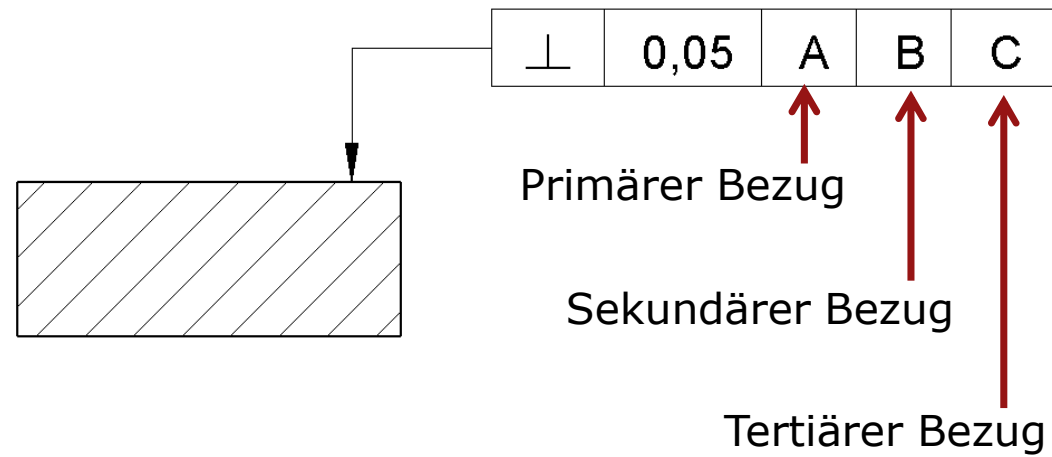


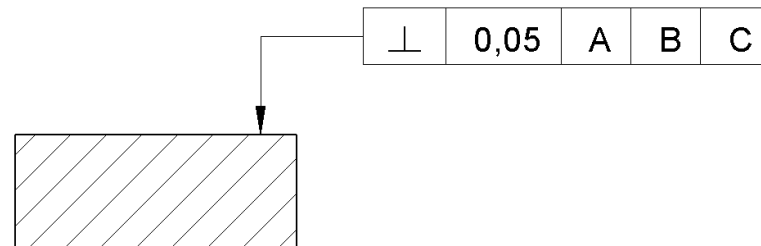
Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

► Darstellung des Drei-Ebenen-Bezugssystems:



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied





- Die Bezugselemente eines Werkstückes werden mit Großbuchstaben mit A beginnend fortlaufend bezeichnet. Man unterscheidet dabei:

Einfacher Bezug

		A
--	--	---

Der Bezug ist Element A

Mehrfacher Bezug

		A	B	C
--	--	---	---	---

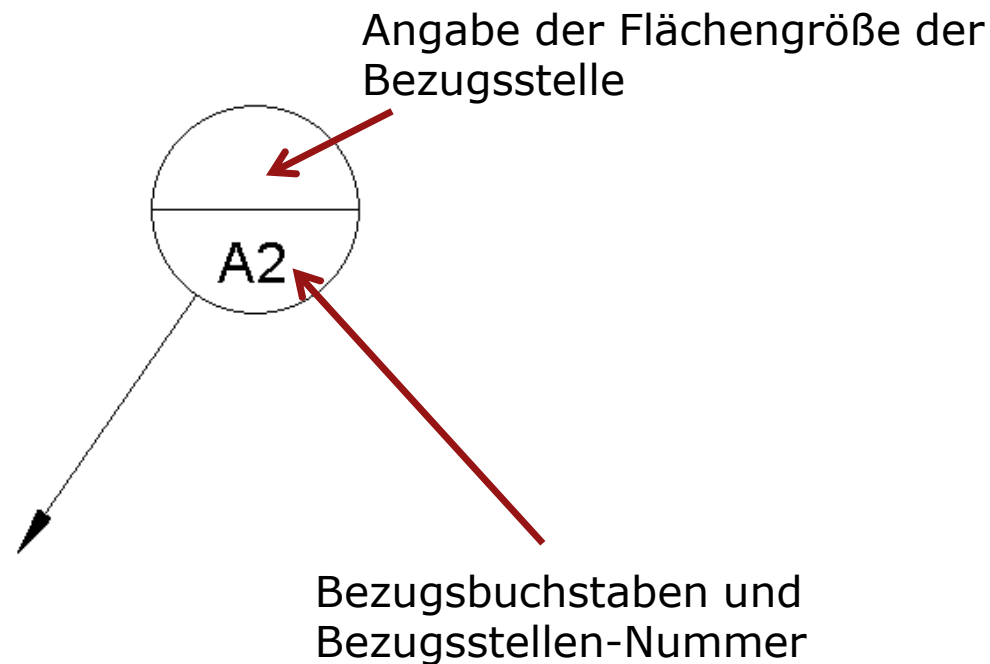
Der Bezug ist Element A, dann Element B, dann Element C

Gemeinsamer Bezug

		A - B
--	--	-------

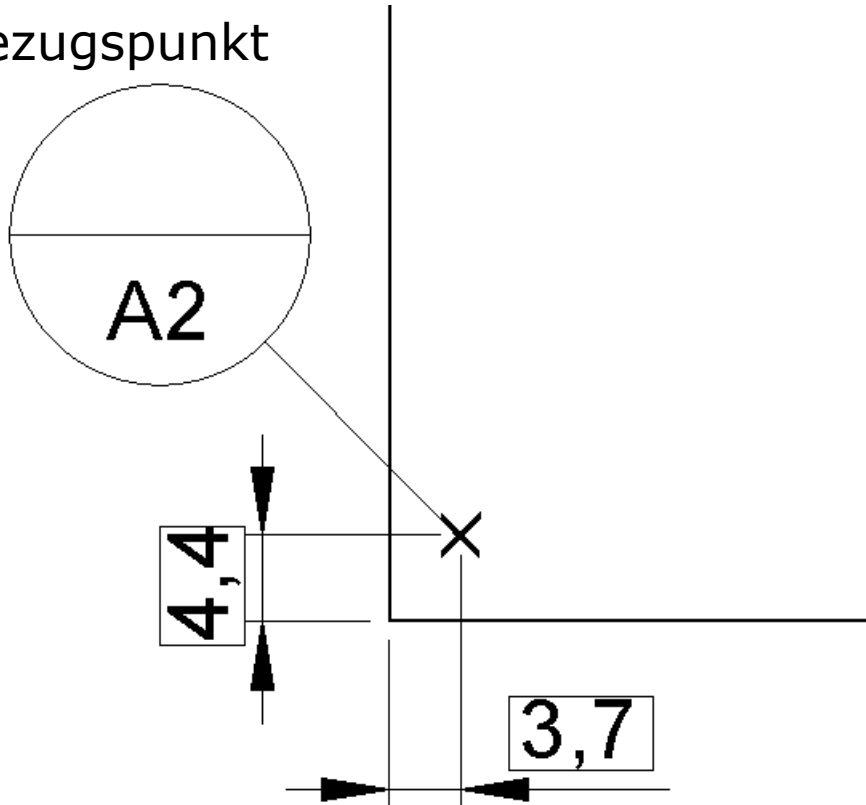
Der Bezug ist das gemeinsame Element aus A und B

- ▶ Bezugsstellen werden dann benötigt, wenn
 - die Bezugsflächen eines Werkstückes auf Grund der Werkstückgeometrie in der Fertigung und bei der Prüfung **keine eindeutige, stabile Lage** haben.

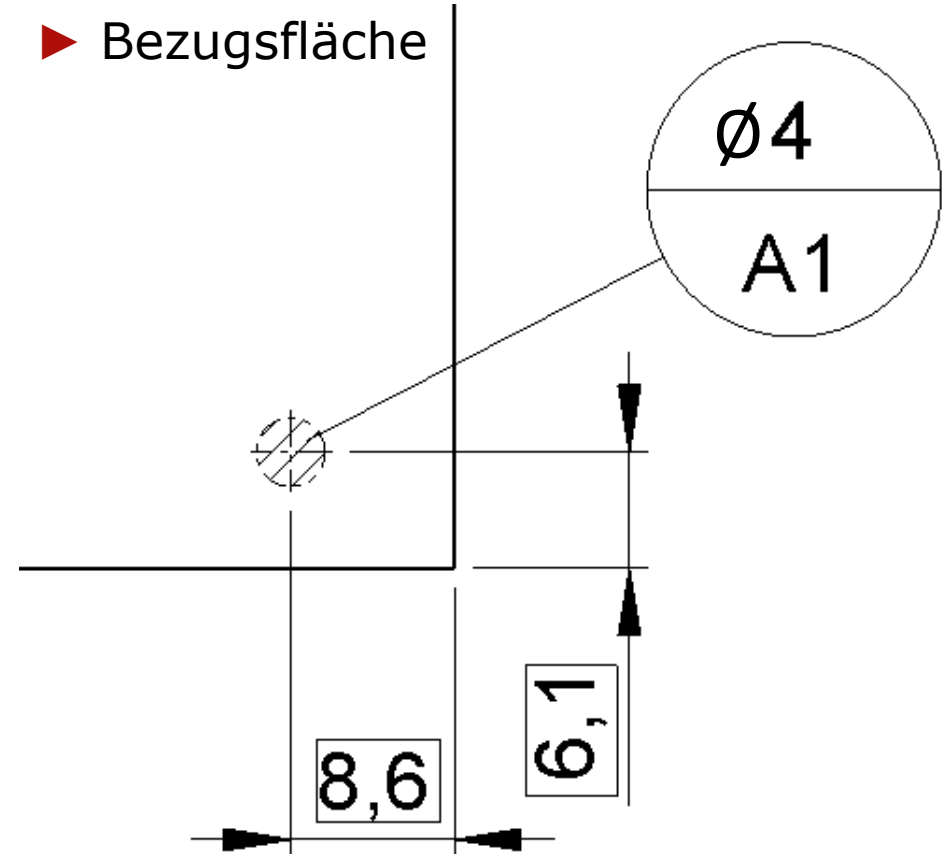


Bezugsstellen

► Bezugspunkt

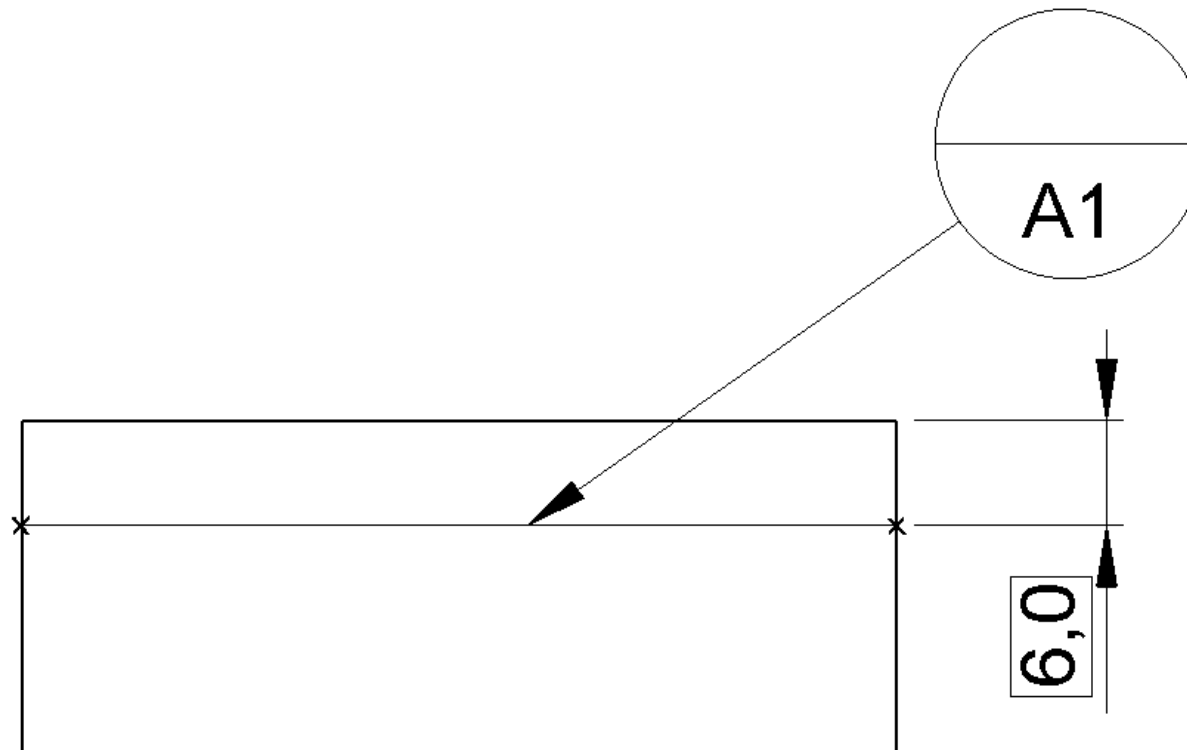


► Bezugsfläche

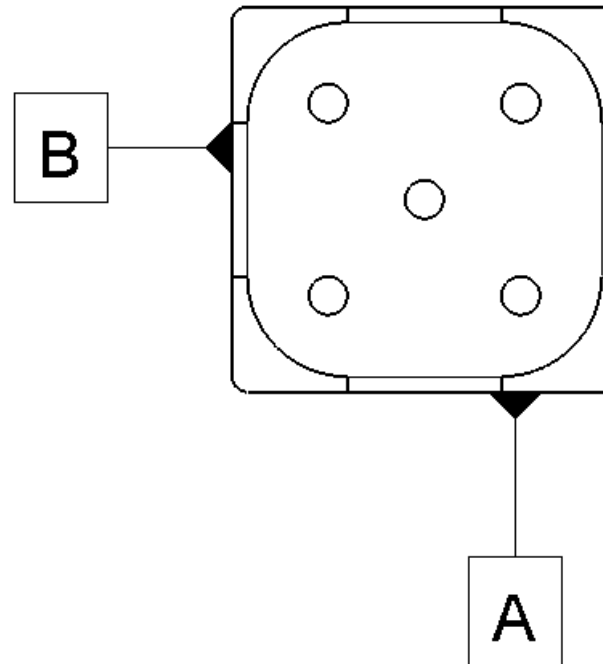
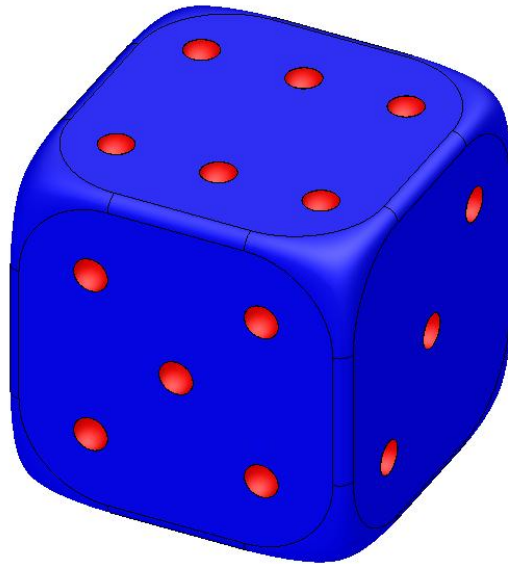


Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

► Bezugslinie

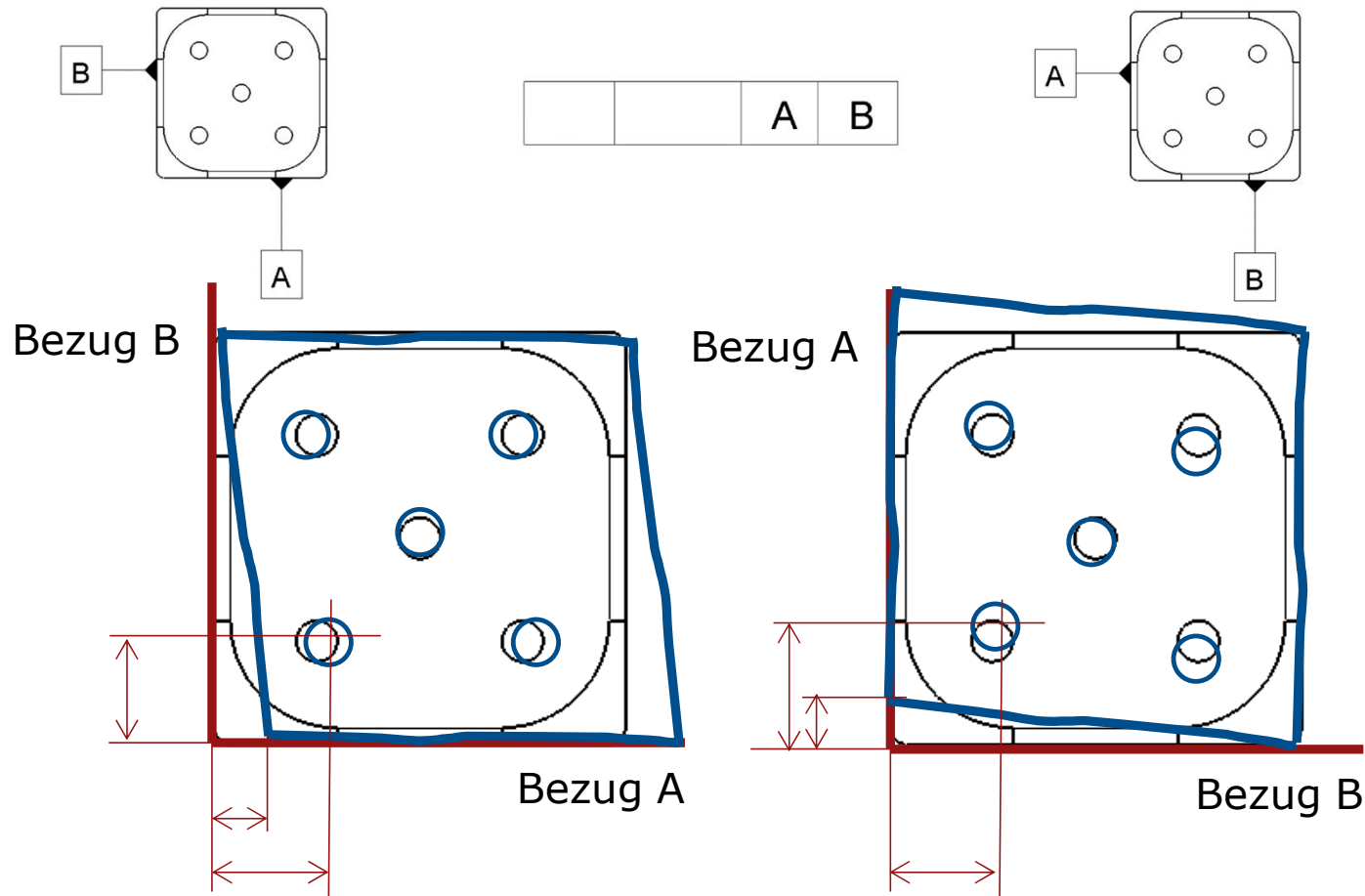


Reihenfolge der Bezüge



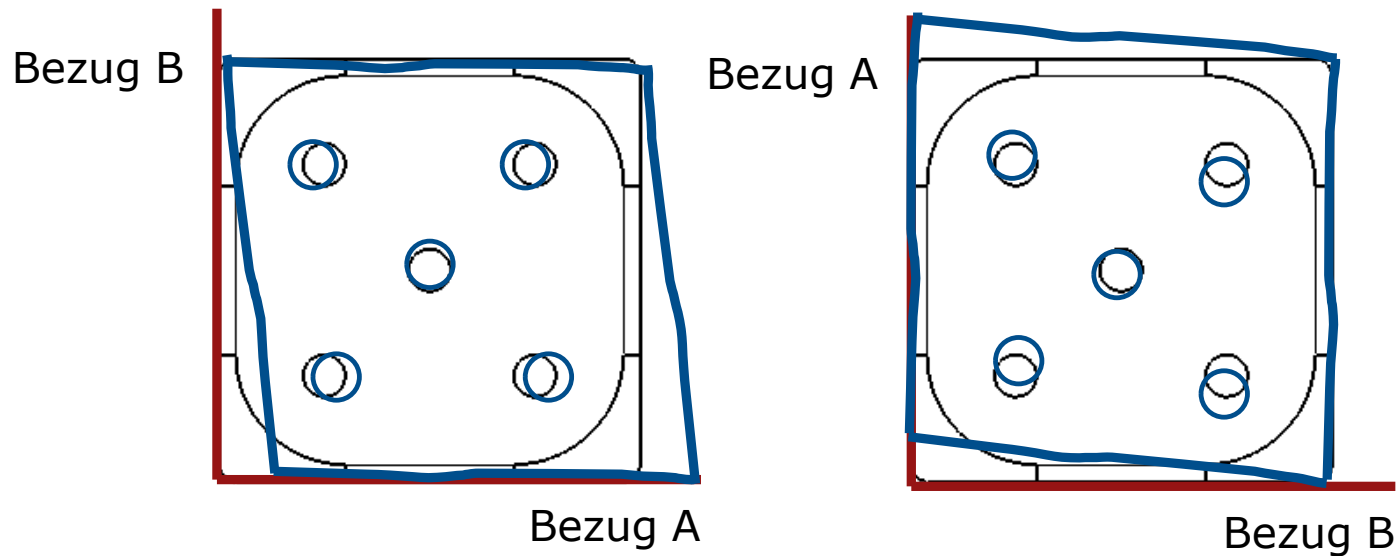
Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Reihenfolge der Bezüge



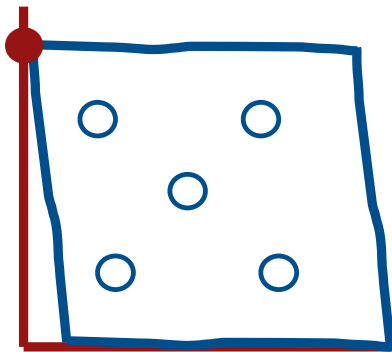
Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Anmerkungen zu den Bezugssystemen

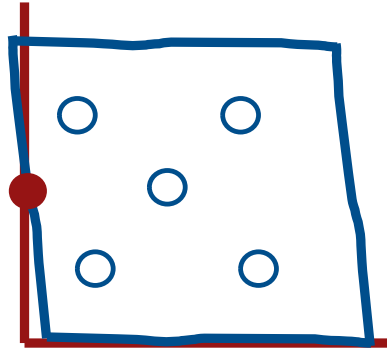


- ▶ Das Messergebnis wird durch die Messrichtung beeinflusst
- ▶ Die Messrichtung ist abhängig vom Bezugssystem

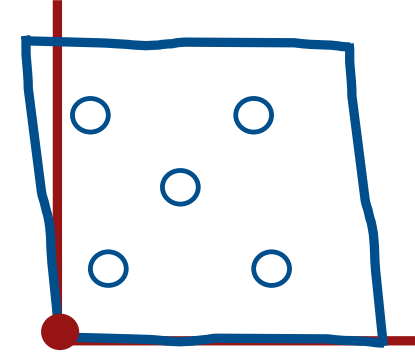
Anmerkungen zu den Bezugssystemen



Anlage nach
DIN EN ISO 5459



Anlage im
Schwerpunkt



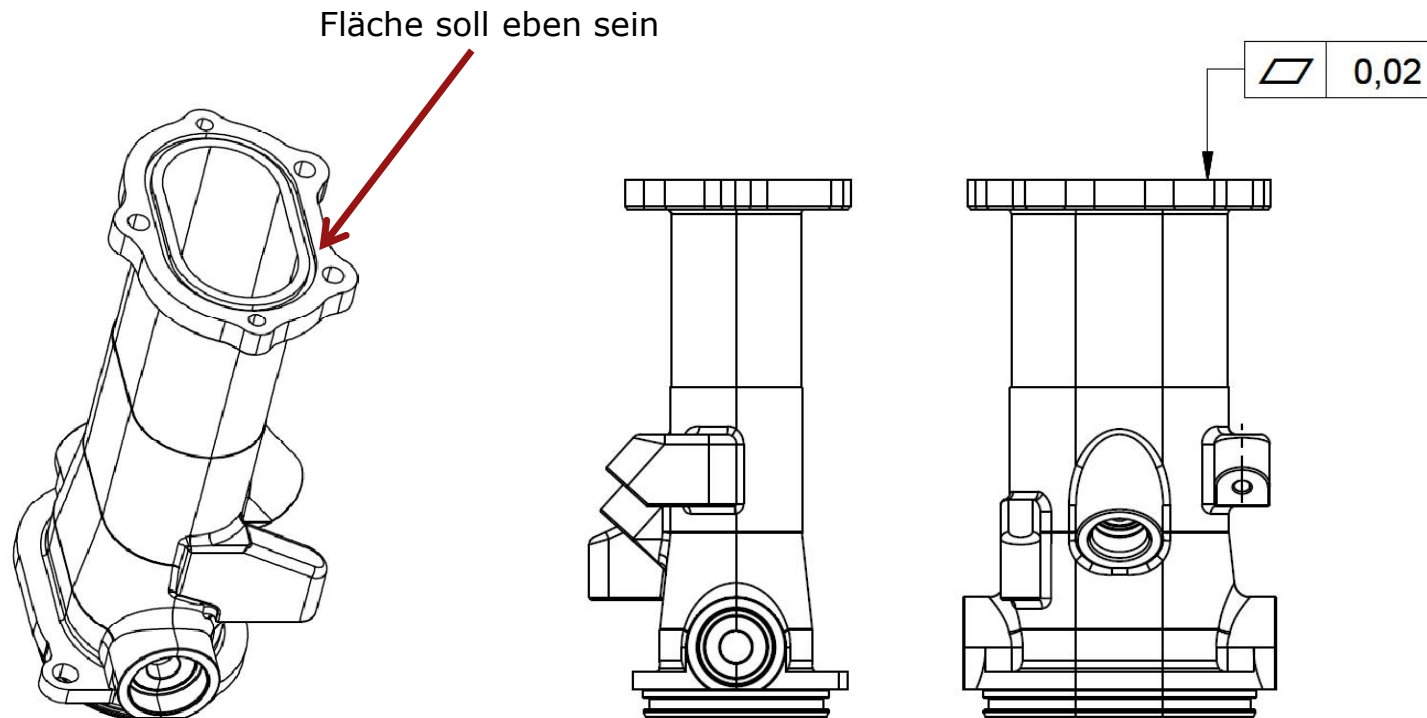
Anlage im
Durchstoßpunkt

- ▶ Koordinatenmessgeräte ermitteln rechnerisch die Geometrie des Werkstückes
- ▶ Abhängig von der Bestimmung des Nullpunktes kann es zu Messabweichungen kommen

Tolerierte Elemente / Toleranzzonen

- ▶ Das geometrische Element auf das der Hinweispfeil mit der Hinweislinie in der Zeichnung zeigt, ist das tolerierte Element.

- ▶ Beispiel:



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

► zweidimensional

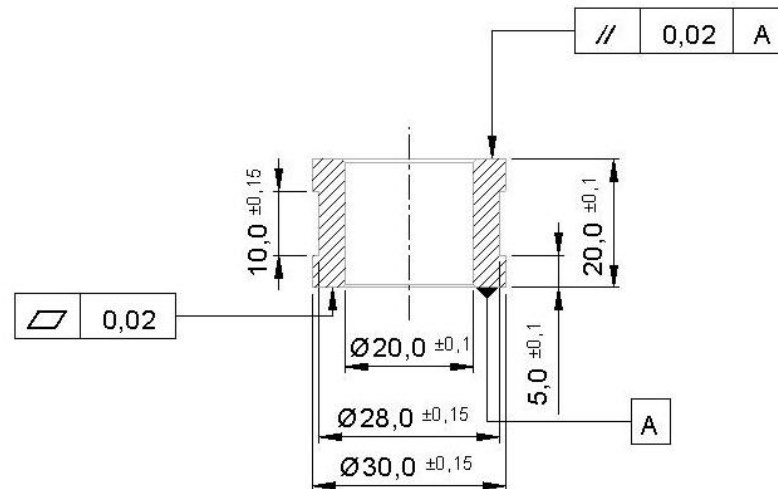
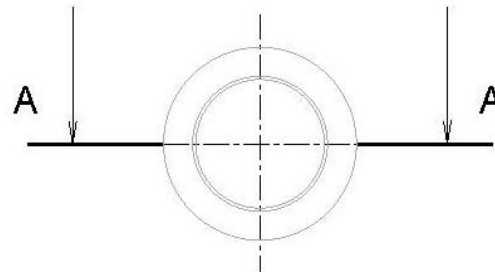
- Fläche eines Rechtecks
- Fläche eines Kreises
- Fläche eines Kreisringes
- Fläche beliebige Begrenzung

Fläche zwischen zwei parallelen Geraden
Fläche innerhalb eines Kreises
Fläche zw. zwei konzentrischen Kreisen
Fläche zw. zwei abstandsgleichen Linien

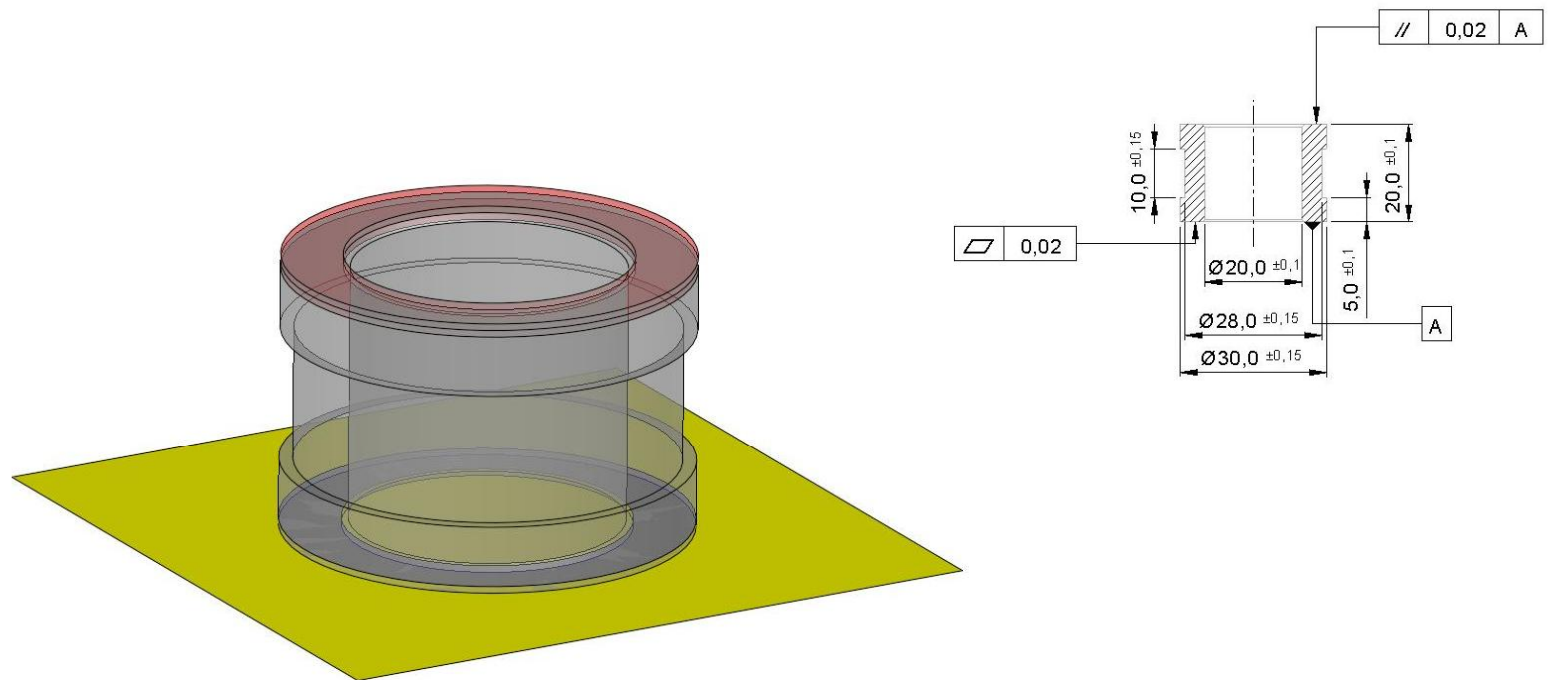
► dreidimensional

- Raum eines begrenzten Quaders
- Raum eines Zylinders
- Raum eines Hohlzylinders
- Raum eines Quaders
- Raum beliebiger Begrenzung

Raum zwischen zwei parallelen Ebenen
Raum innerhalb eines Zylinders
Raum zwischen Zwei koaxialen Zylindern
Raum innerhalb eines Quaders $L \times B \times H$
Raum innerhalb zweier
abstandsgleicher Linien

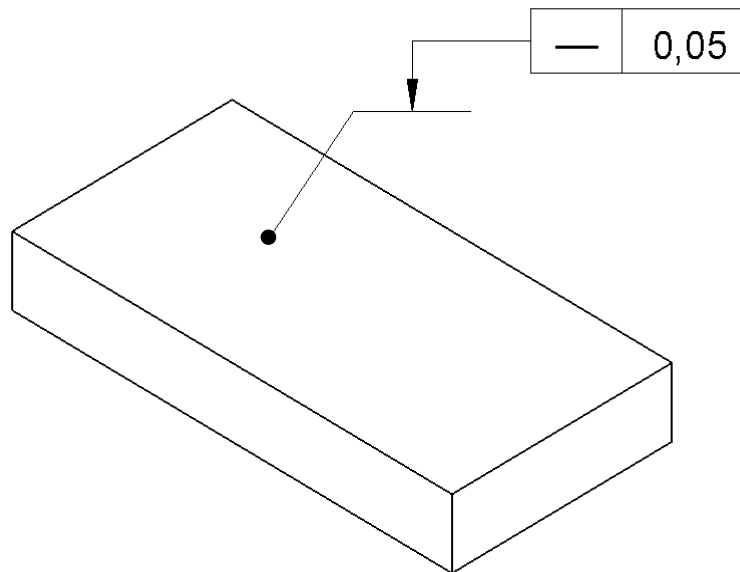


Toleranzzonen



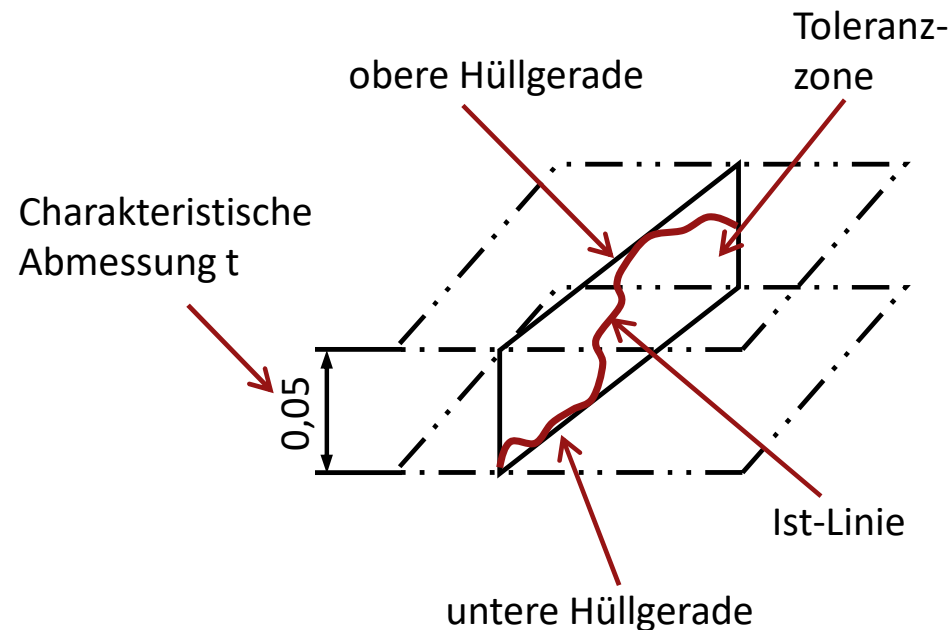
► Rechteckige Toleranzzone

- Wird an einem ebenen Werkstück die Geradheit einer Flächenlinie geprüft, so kann dies z.B. mittels Haarlineal oder dem Abfahren mit der Messuhr entlang einer achsparallelen Führungsgeraden geschehen.



► Rechteckige Toleranzzone

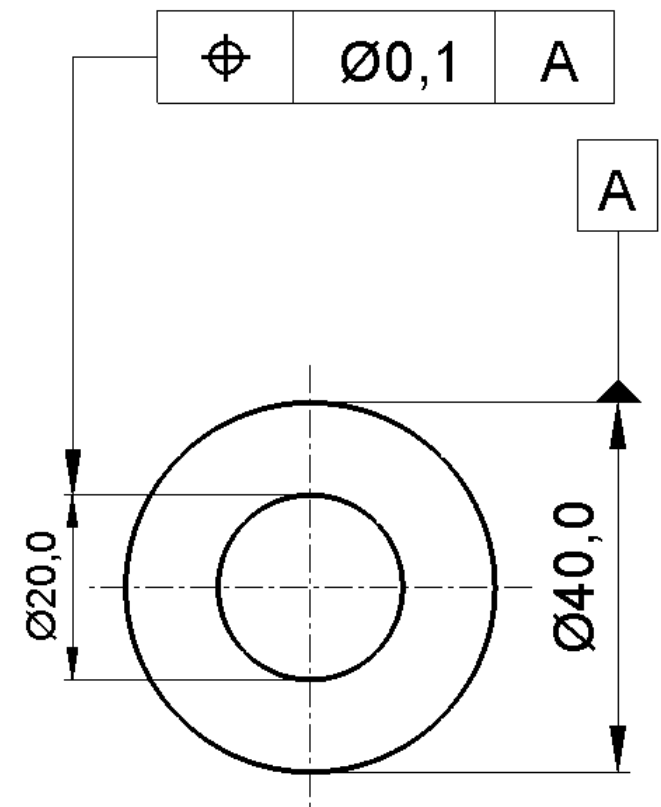
- Die vom Prüfmittel erfassten Punkte der zu prüfenden Linie sind alle Punkte, die in einer Rechteckfläche liegen, die die Länge des Körpers aufweist und die Höhe t der Toleranz besitzt.



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

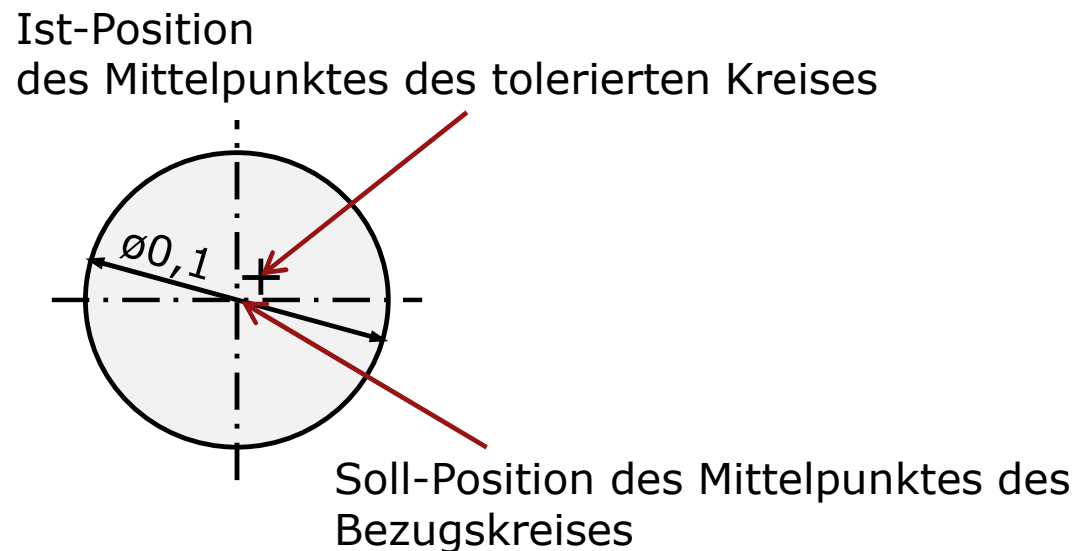
► Kreisförmige Toleranzzone

- Wird an einem sehr flachen Werkstück (Unterlegscheibe) die genaue Position einer Mittenbohrung in Bezug zum Außendurchmesser geprüft, so kann der Punkt der Bohrungsmitte innerhalb einer Kreis-fläche liegen. Die Toleranzzone in diesem Fall ist kreisförmig.



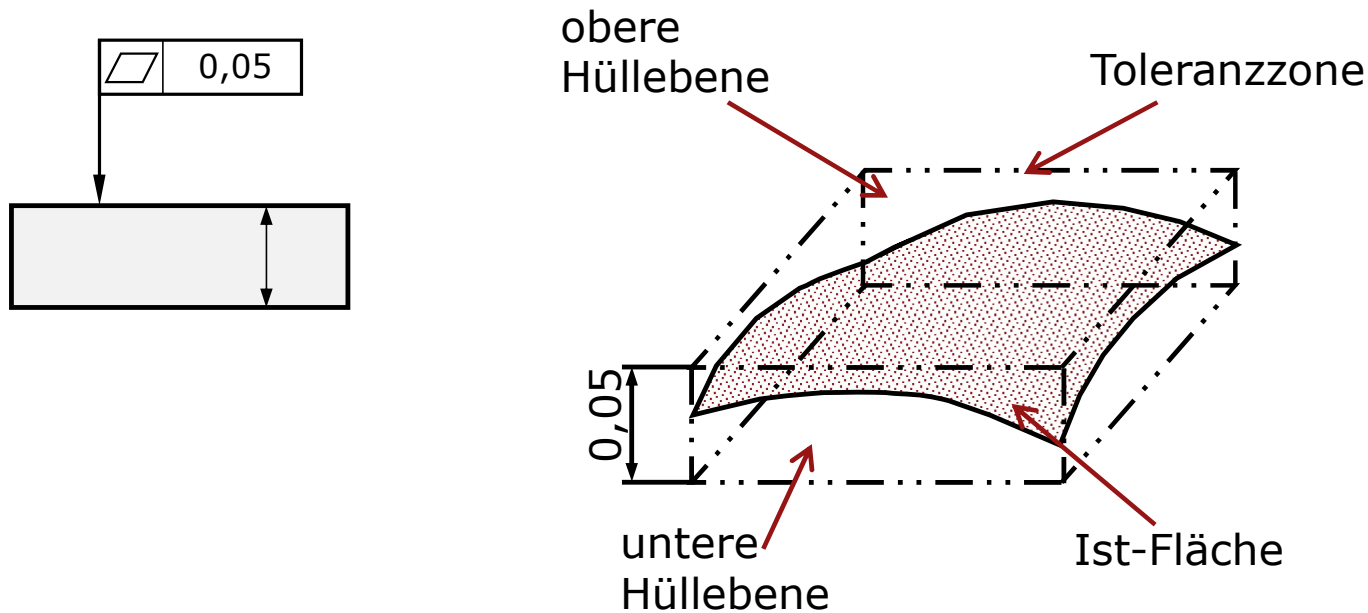
► Kreisförmige Toleranzzone

- Die flächenförmige Toleranzzone hat die Form eines Kreises. Alle Punkte der Ist-Position liegen in einer (ebenen) Fläche, die durch einen ebenen Kreis aufgespannt wird



► Quaderförmige Toleranzzone

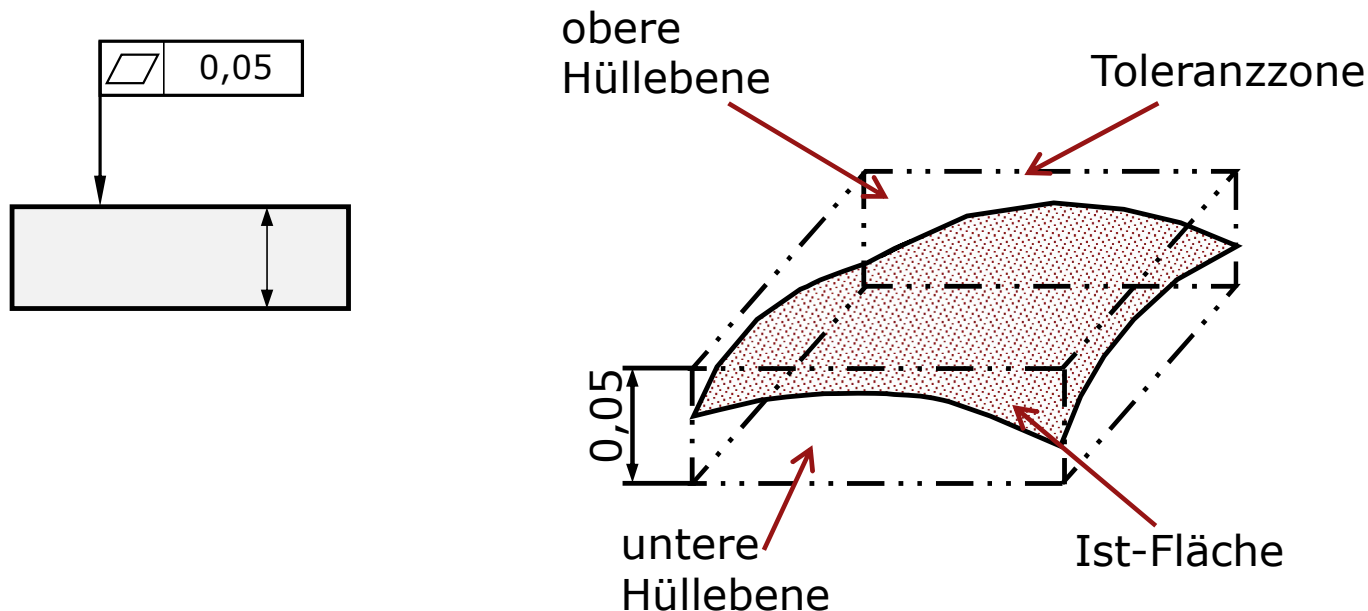
- Wird an einem Werkstück die Ebenheit einer Fläche geprüft, so müssen alle Punkte der Fläche innerhalb eines Quaders liegen, der deckungsgleich zur Fläche liegt und die Dicke t der Toleranz besitzt. Die Toleranzzone ist ein Quader, wenn die zu prüfenden Fläche ein Rechteck ist.



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

► Quaderförmige Toleranzzone

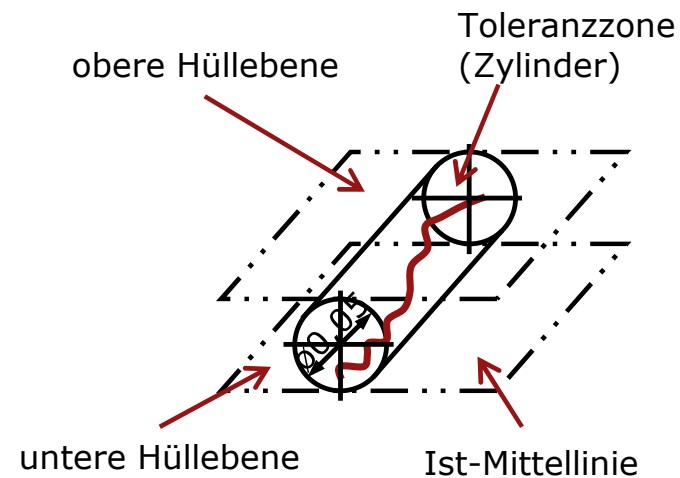
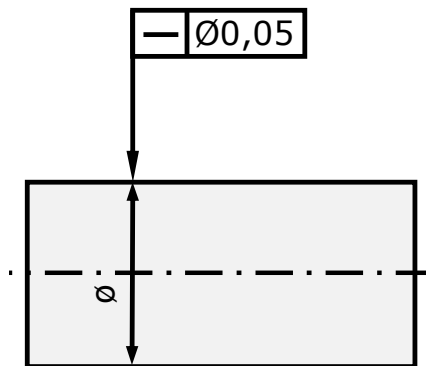
- Die volumenförmige Toleranzzone hat die Form eines Quaders. Alle Punkte der Ist-Oberfläche liegen in einem Quader, der oben und unten durch die beiden Hüllebenen begrenzt wird und keine Gestaltabweichung besitzt.



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

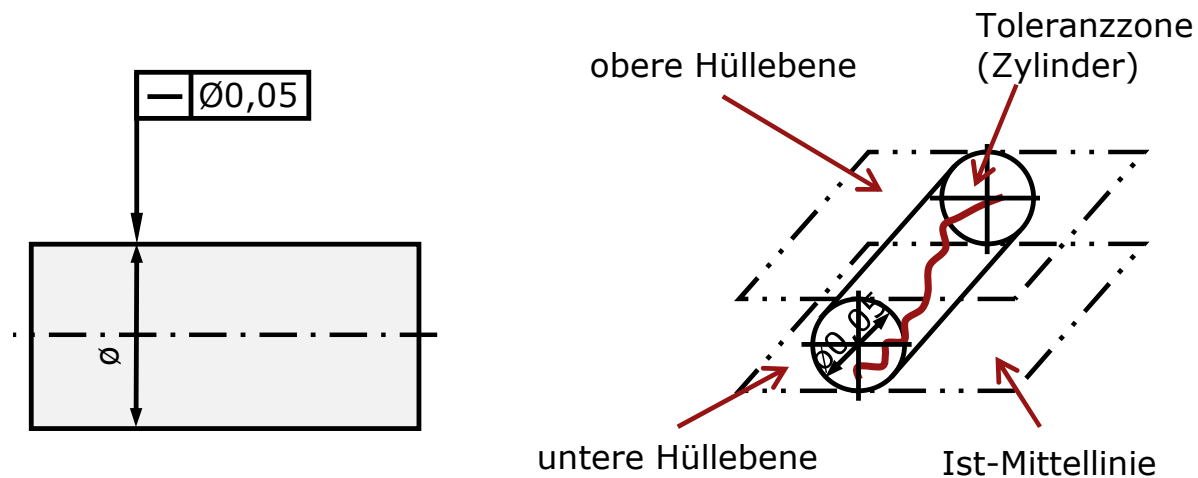
► Zylindrische Toleranzzone

- Wird an einem Werkstück die Geradheit einer Zylinderachse geprüft, so müssen alle Punkte der Mittellinie des Zylinders innerhalb eines Toleranzzylinders liegen, der den Durchmesser t der Toleranz besitzt.



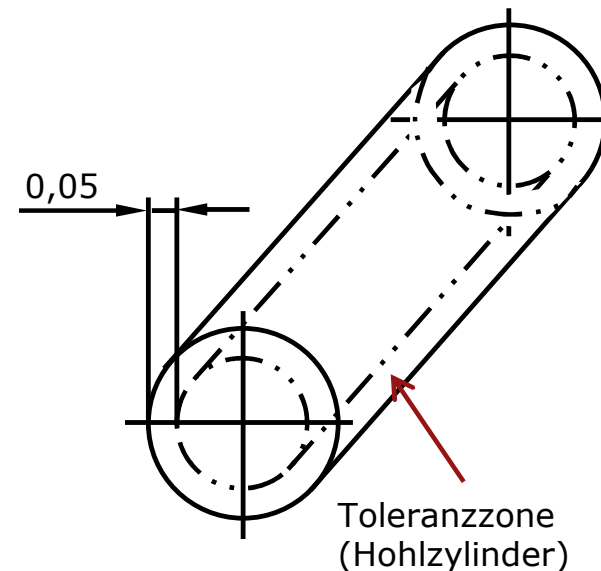
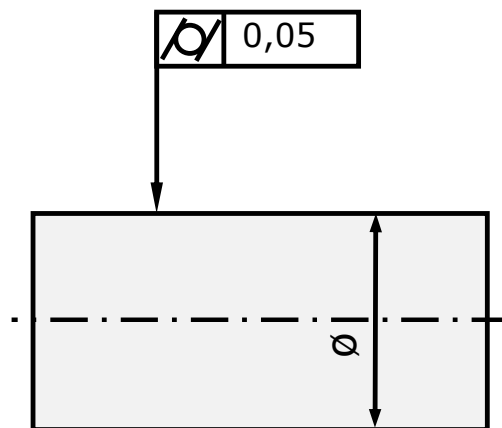
► Zylindrische Toleranzzone

- Die volumenförmige Toleranzzone hat die Form eines Zylinders. Alle Punkte der Ist-Mittellinie liegen in einem Zylinder, dessen Durchmesser t ist und der keine Gestaltabweichung besitzt.



► Beliebige räumliche Toleranzzone

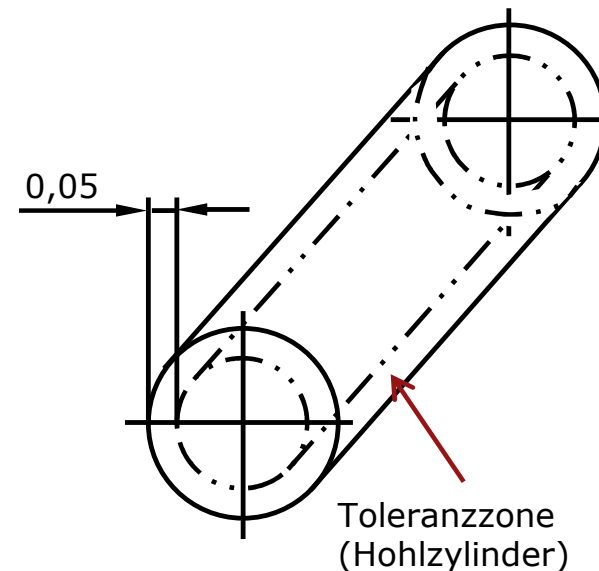
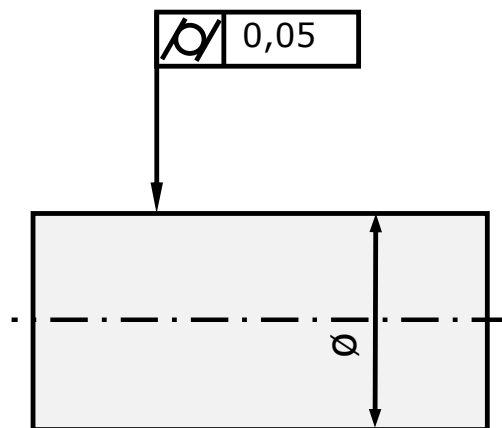
- Wird an einem Werkstück die Mantelfläche eines Zylinders bezüglich der Zylindrizität geprüft, so müssen alle Punkte der Mantelfläche innerhalb eines Hohlzylinders liegen, dessen Wandstärke die Toleranz t ist.



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

► Beliebige räumliche Toleranzzone

- Die volumenförmige Toleranzzone hat die Form eines Hohl-Zylinders. Alle Punkte der Ist-Oberfläche liegen in einem Hohl-Zylinder, dessen Innendurchmesser d und dessen Außendurchmesser D ist und der keine Gestaltabweichung besitzt.



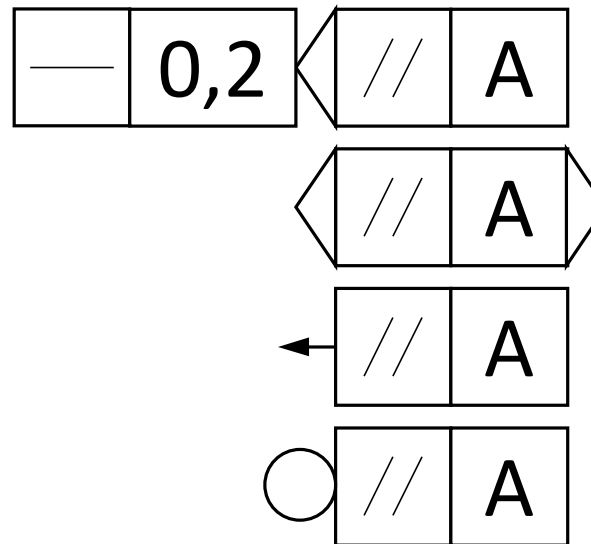
Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Ebenenindikatoren

Ebenenindikatoren

Man unterscheidet zwischen

- ▶ Schnittebenen-
- ▶ Orientierungsebenen-
- ▶ Richtungselement-
- ▶ Kollektionsebenen-

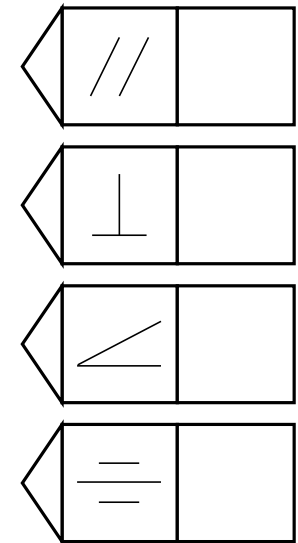
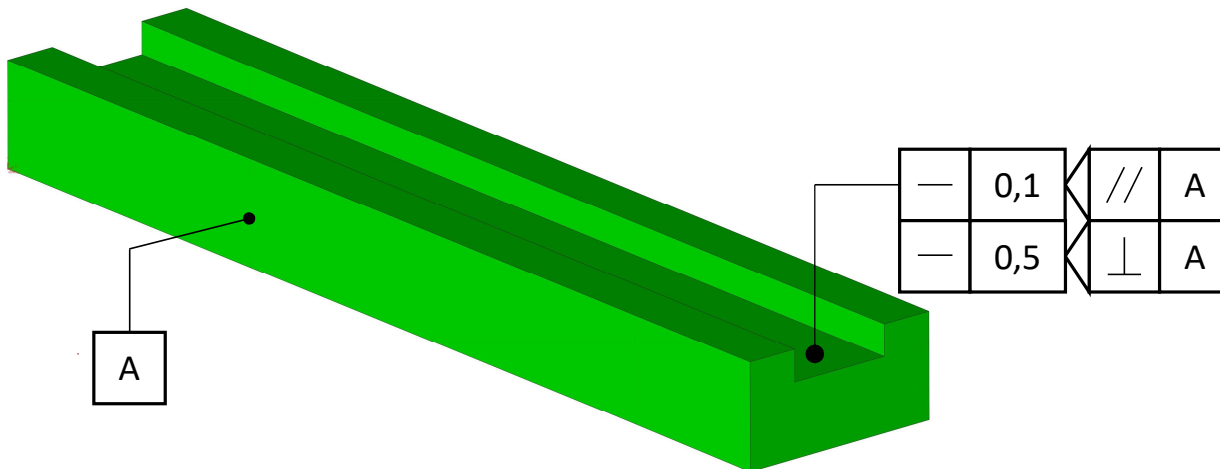


indikatoren. Das Symbol wird hinter den Toleranzindikator gesetzt.

Ebenenindikatoren

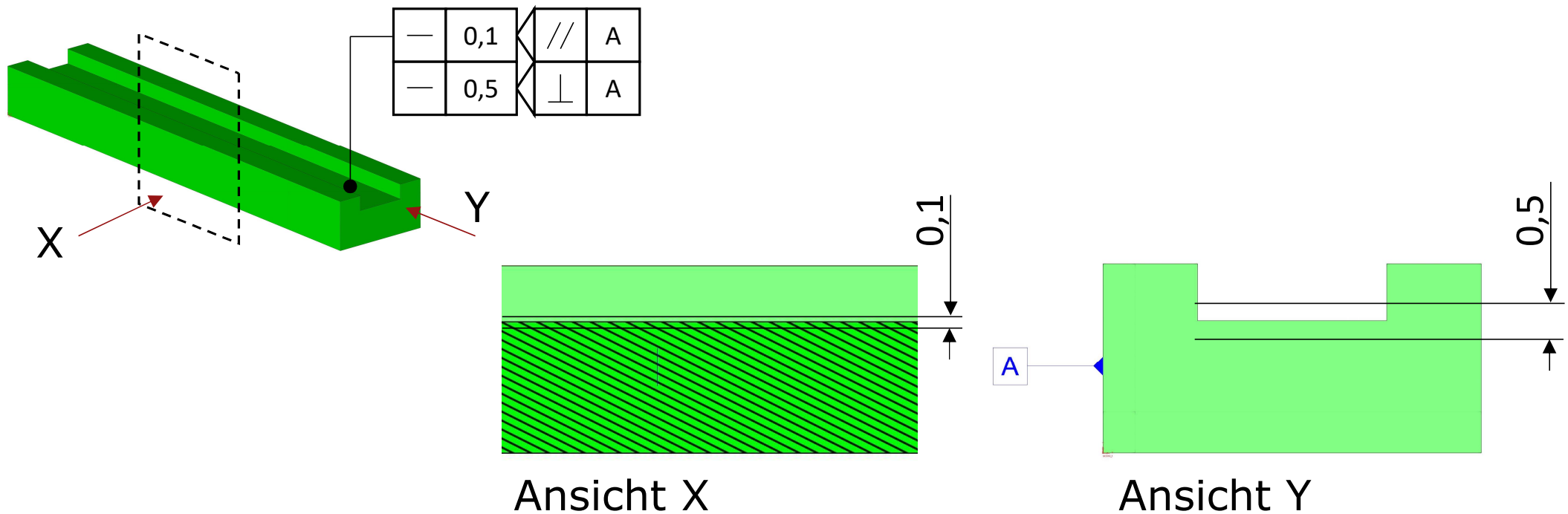
► Schnittebenen

- Hierdurch wird die Prüfrichtung für Linienelemente, z.B. bei Geradheitstoleranzen vorgegeben



► Schnittebenen

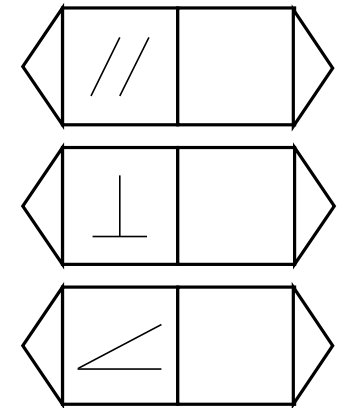
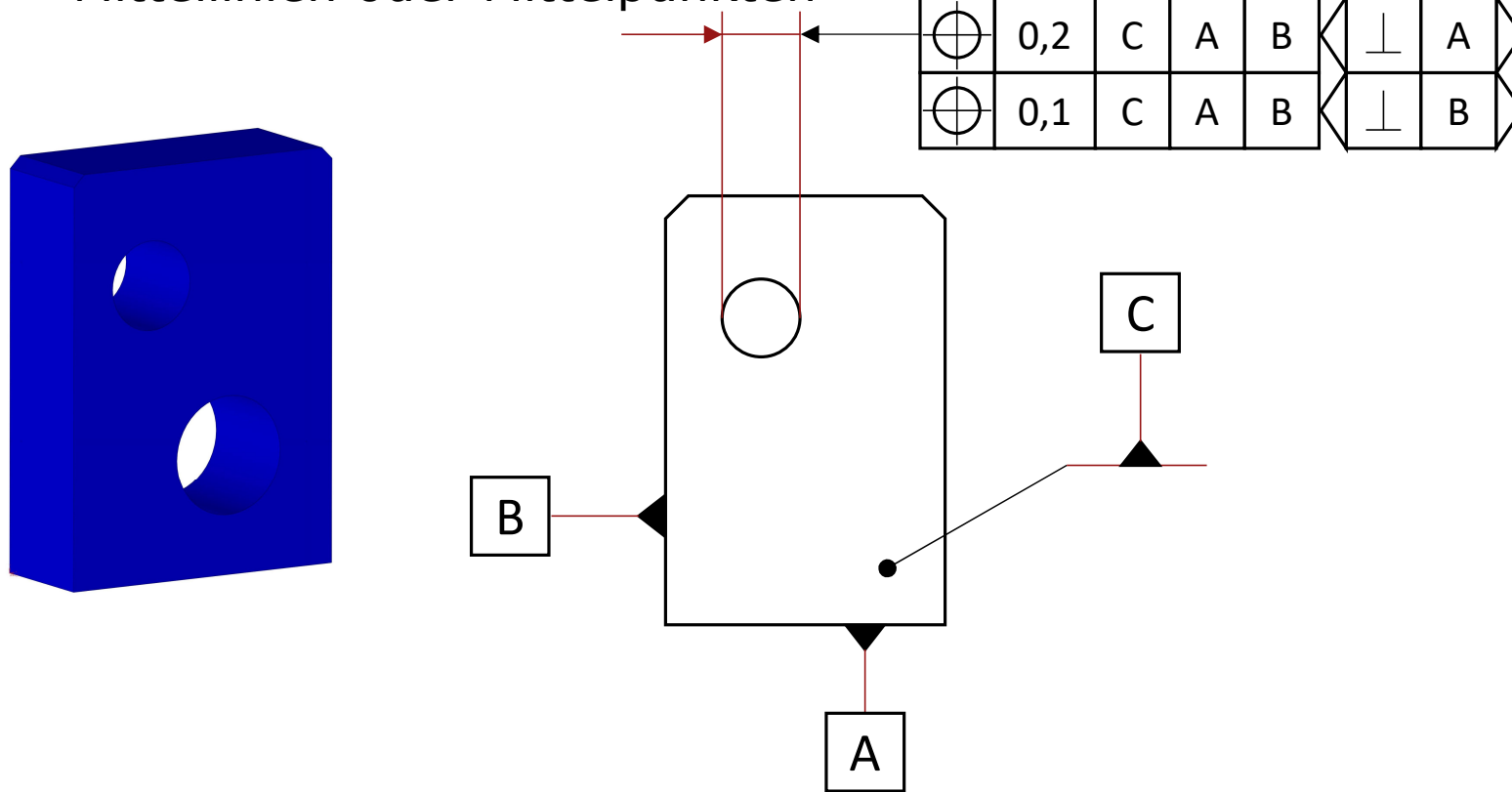
- Hierdurch wird die Prüfrichtung z.B. bei Geradheitstoleranzen vorgegeben



Ebenenindikatoren

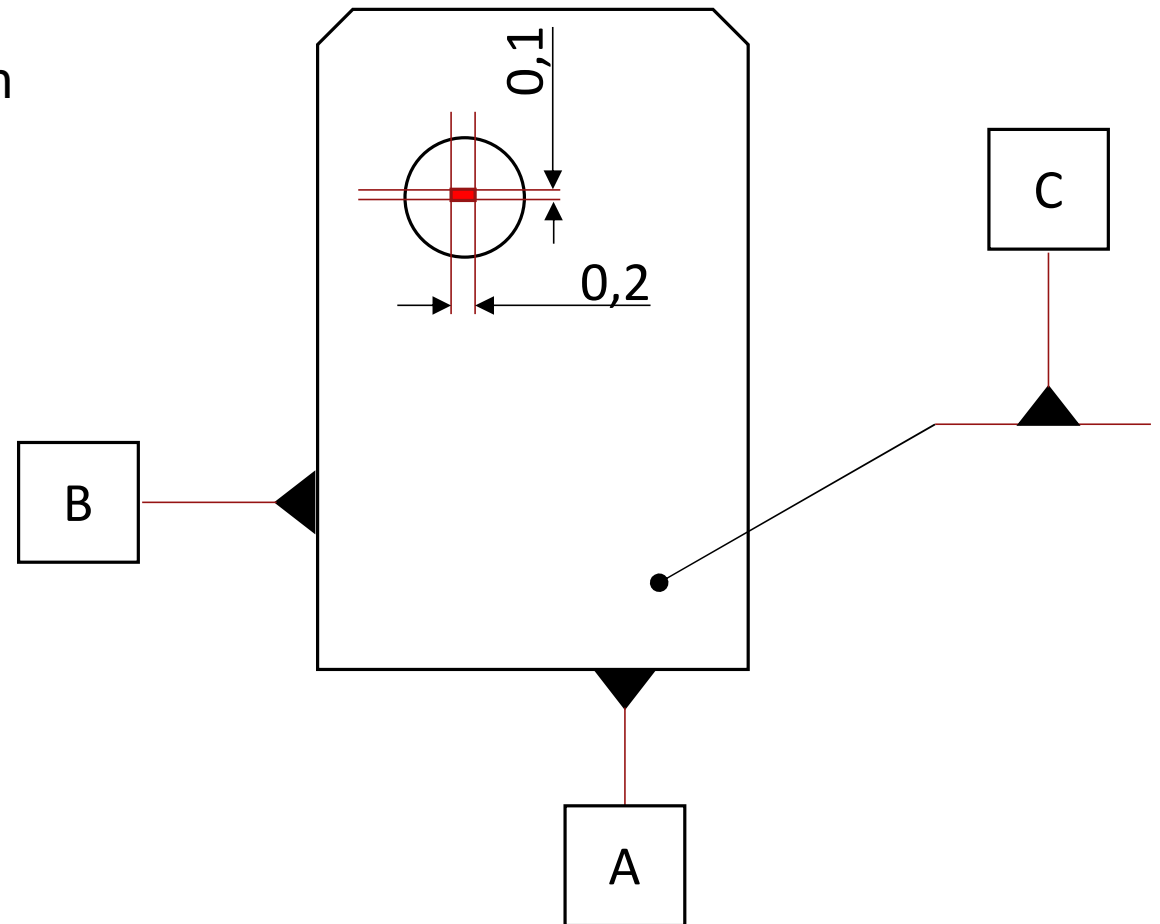
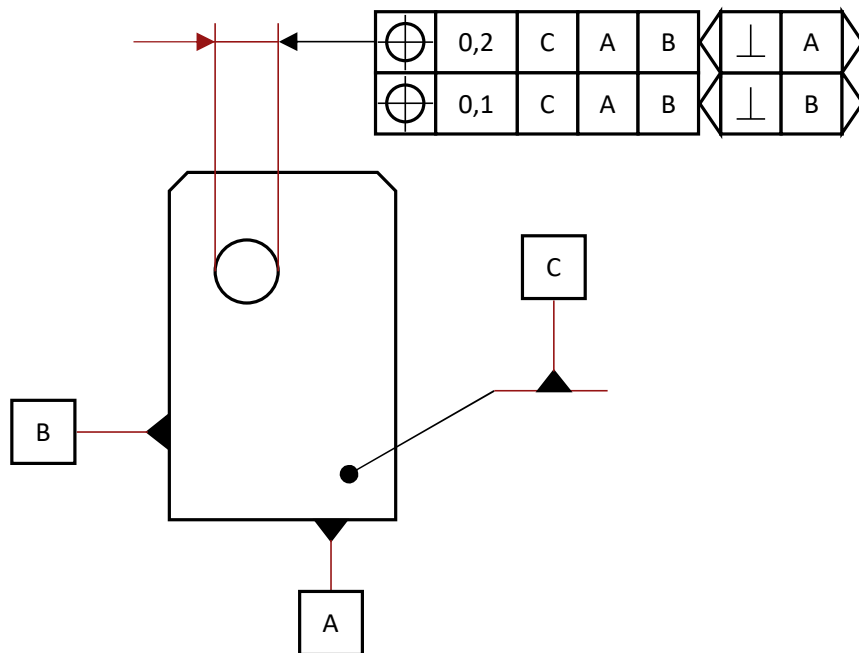
► Orientierungsebenen

- Definieren die Toleranzzone von Mittellinien oder Mittelpunkten



► Orientierungsebenen

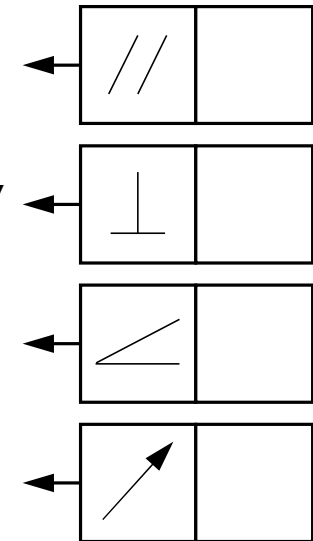
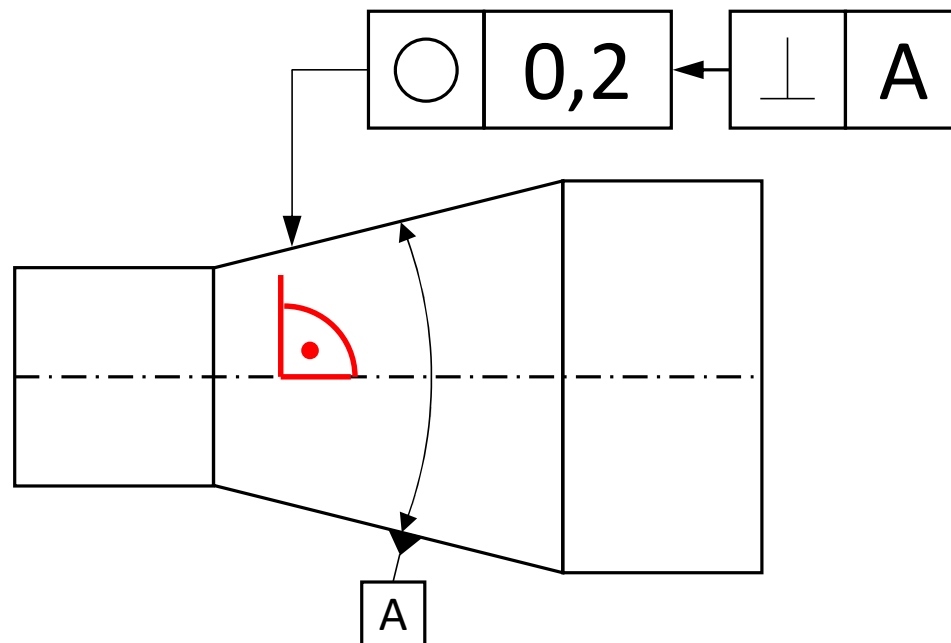
- Definieren die Toleranzzone von Mittellinien oder Mittelpunkten



Ebenenindikatoren

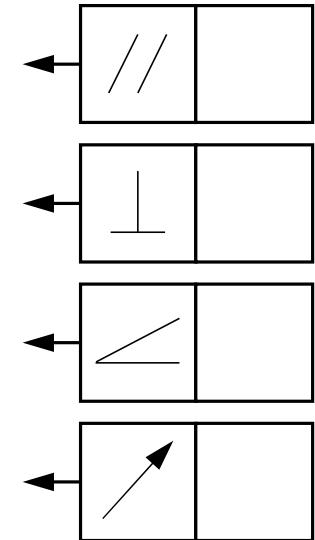
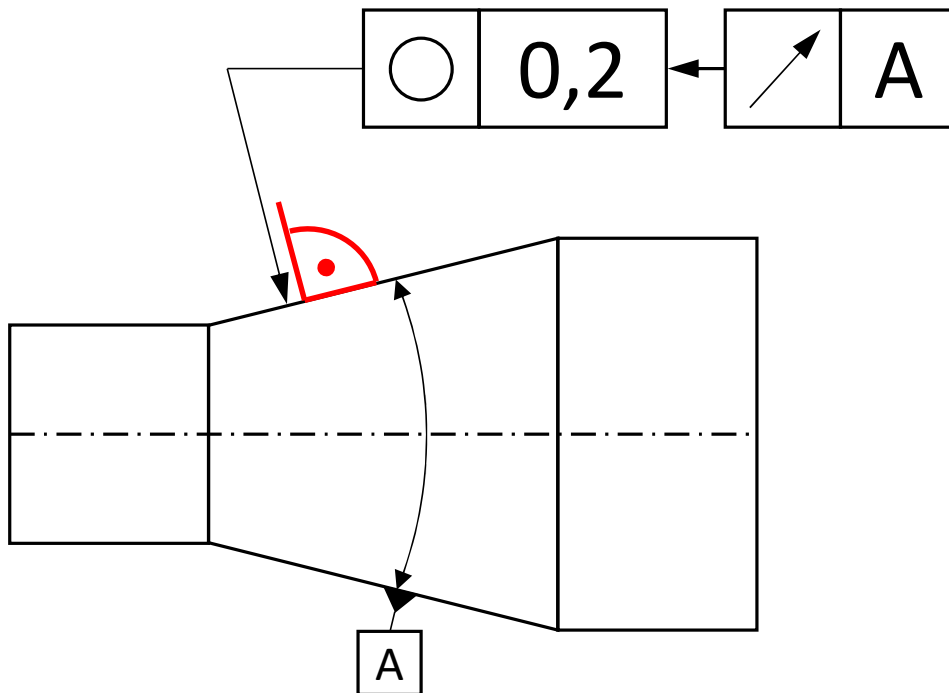
► Richtungselemente

- Prüfrichtung z.B. bei Rundheitstoleranzen
- Bei Geometrien, die weder zylindrisch noch kugelförmig sind, **muss** ein Richtungselementindikator angegeben werden.



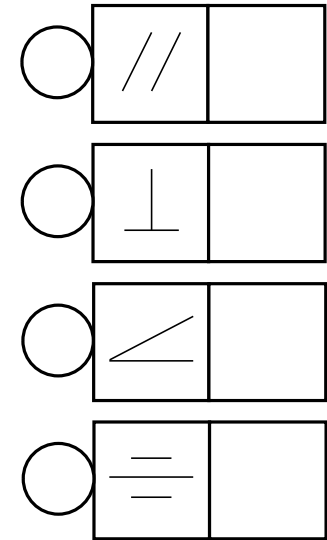
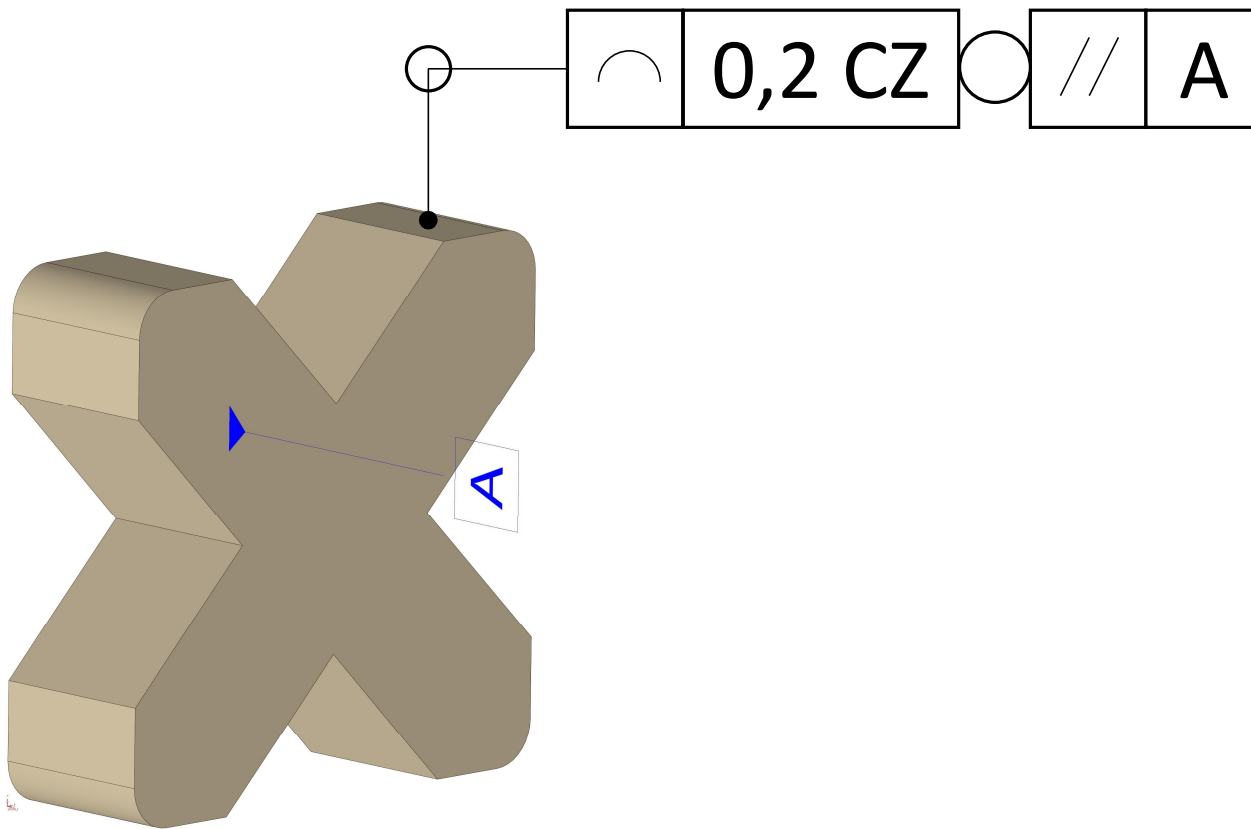
Ebenenindikatoren

► Richtungselemente

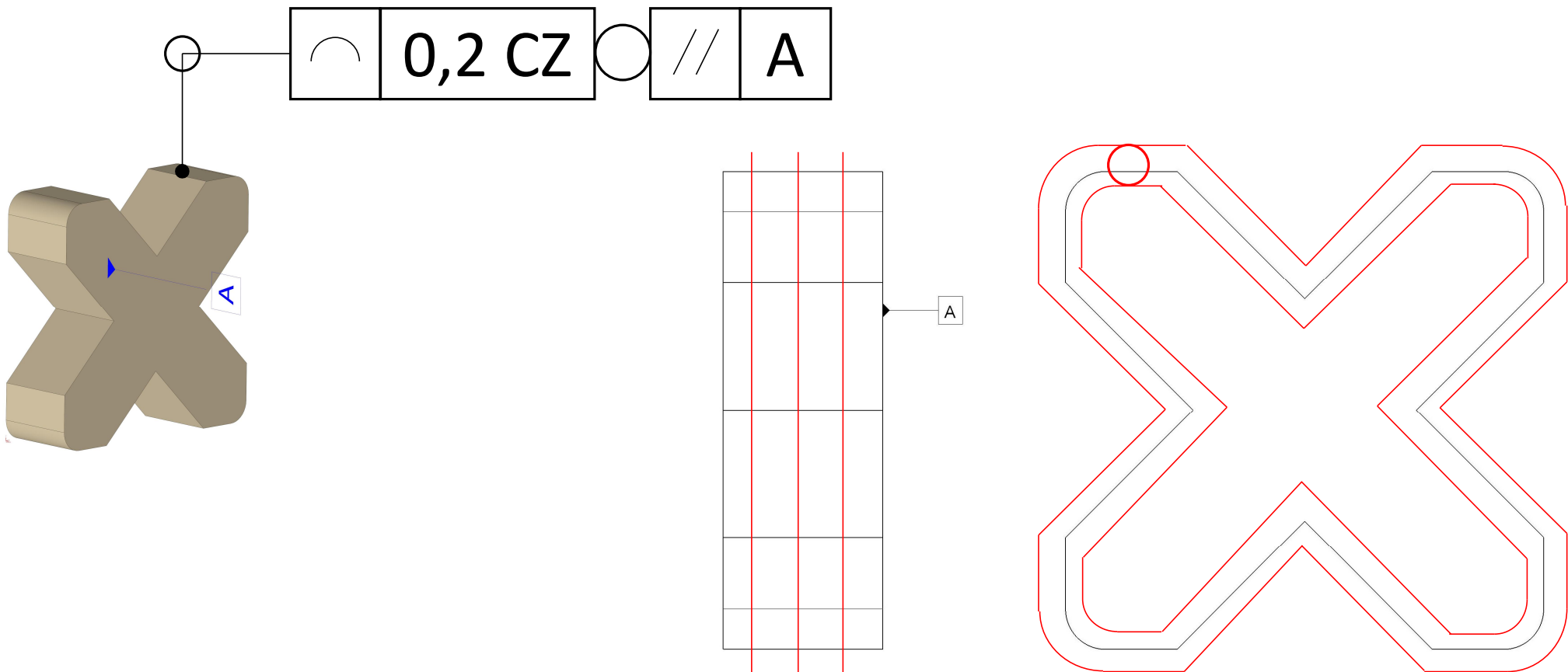


Ebenenindikatoren

► Kollektionsebenen

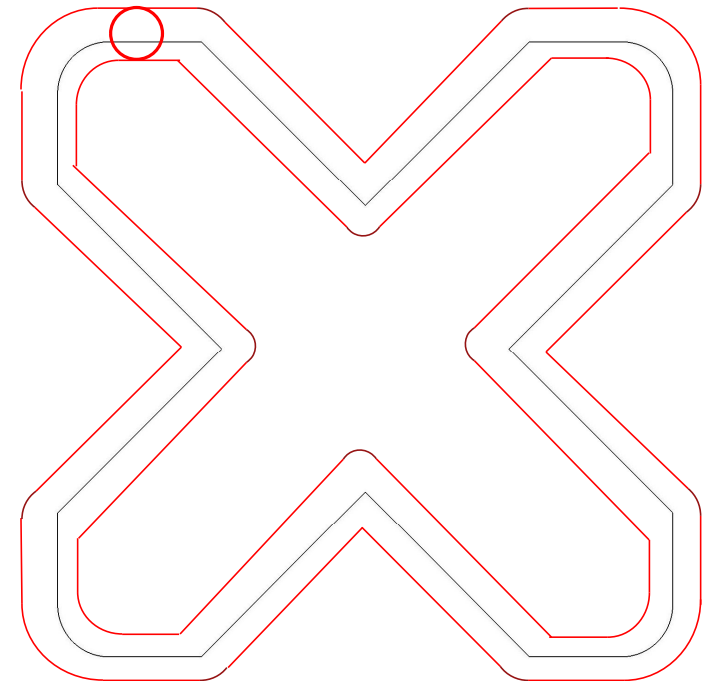
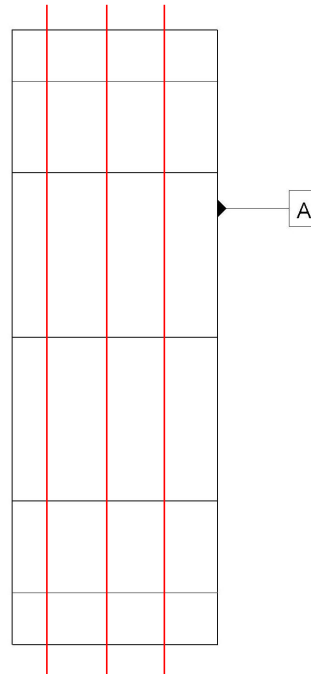
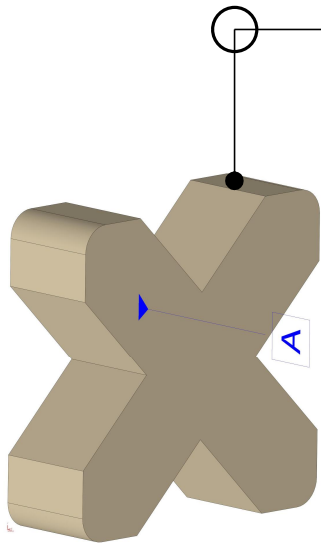
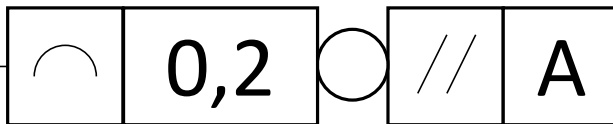


► Kollektionsebenen



► Kollektionsebenen

UF



- ▶ DIN EN ISO 1101:2017-09
- ▶ Form- und Lagetoleranzen – Geometrische Produktspezifikationen (ISO GPS) in Studium und Praxis, Carl Hanser Verlag, Walter Jordan, Wolfgang Schütte, 10. Auflage, 2020
- ▶ Grundlagen der Geometrischen Produktspezifikation (GPS), Beuth Verlag, Ernst Ammon, 1. Auflage, 2020 (2. Auflage für 04/2023 angekündigt)
- ▶ ISO GPS- Einführung in die Geometrische Produktspezifikation, Verlag Europa Lehrmittel, Daniel Brabec, Ludwig Reißler, Andreas Stenzel, 1. Auflage, 2021, (2. Auflage 2022 erschienen)
- ▶ Funktionsgerechte Spezifikation geometrischer Eigenschaften mit dem System der Geometrischen Produktspezifikation und –verifikation, Habilitationsschrift Dr. Sophie Gröger, TU Chemnitz, 2013

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Matthias Militsch
+49 (0) 23 51.10 64-105
militsch@kimw.de

Kunststoff-Institut Lüdenschied
Karolinenstraße 8
58507 Lüdenschied
www.kimw.de

© Kunststoff-Institut Lüdenschied