

## ZUSAMMENFASSUNG BEREICH FERTIGUNGSMESSTECHNIK (SCHMUTZ)

### GRUNDBEGRIFFE DER LÄNGENMESSTECHNIK

#### QUALITÄT UND MERKMALE

##### *Was wird als TQM bezeichnet?*

TQM (Total Quality Management)

##### *In welche Sichtweisen wird die Qualität unterteilt?*

- Externe Sicht (Kunden, Markt, Gesellschaft)
- Interne Sicht (Herstellung und damit verbundene Tätigkeiten)

##### *Welche Punkte entscheiden den Kauf eines Produktes?*

1. Preis
2. Qualität
3. Termin

##### *Definition der Qualität:*

Unter Qualität eines Produktes oder einer Tätigkeit versteht man die Gesamtheit der qualitätsrelevanten Merkmale und Eigenschaften. Ein Merkmal oder eine Eigenschaft gehört zu dieser Gesamtheit, wenn es für die Erfüllung von Erfordernissen von Bedeutung ist.

##### *Nenne die Gruppierung der Produktmerkmale:*

- Objektiv unerlässliche Merkmale (Toleranzen)
- Objektiv notwendige Merkmale (kleiner Kraftstoffverbrauch)
- Objektiv wünschbare Merkmale (Katalysator)

##### *Nenne die Gruppierung der Produktmerkmale nach externer Sicht:*

- Hauptmerkmale
- Nebenmerkmale
- Zusatzmerkmale
- Gebrauchsmerkmale
- Prestigemerkmale

##### *Warum sind Grenzwerte der Merkmale erforderlich:*

Jedem qualifizierbaren Merkmal ist ein minimaler Grenzwert zugeordnet, welcher erreicht werden muss. Kein einziges Merkmal darf unter dem Grenzwert liegen. Sonst wird das Produkt vom Kunden nicht akzeptiert.

##### *Nenne die Qualitätsmerkmale eines möglichen Einzelteils:*

- Stoffmerkmale (Material, chemische Eigenschaften, Struktur, Beschichtung)
- Gestaltmerkmale (Mass, Lage, Form, Rauheit)
- Gesamtmerkmale (Gewicht, Volumen)

##### *Welche Gestaltmerkmale hat eine Bohrung (Beispiel)?*

- wirkliche Fläche (Realgestalt)
- Ausgleichszylinder (Idealgestalt)
- Mass der Bohrung (Durchmesser)
- Lage der Bohrung (Abstand von Bezugsfläche)
- Lage der Bohrung (Richtung der Achse)
- Form im Profilschnitt (Profil im Längsschnitt)
- Form im Profilschnitt (Profil im Querschnitt)

##### *In welche drei Arten von Merkmalen werden die Veränderungsmöglichkeiten unterschieden?*

- logische Merkmale (weisen nur zwei Wertemöglichkeiten auf; Ja-Nein, leer-voll)
- diskrete Merkmale (verändern sich nur in ganz diskreten Schritten; Anzahl Bohrungen)
- kontinuierliche Merkmale (verändern sich dauernd; Durchmesser einer Welle)

*Nenne die drei Kontrollarten:*

- Messen (Mass mit Zahlenwert bestimmen)
- Lehren (vorgeschriebene Abmasse überprüfen; gut/schlecht)
- Prüfen (Vorschrift erfüllt?)

*Nenne die Formel zur Berechnung der Produktivität:*

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Menge} \cdot \text{Wertschöpfung}}{\text{Aufwand}}$$

## MERKMALE VON EINZELTEIL UND SERIE

*Nenne die Ursachen die zur Prozess-Streuung führen:*

- Material (Gefüge, Restspannungen)
- Maschine (Reibungseinflüsse)
- Methode (Prozesswärme, Materialabfuhr)
- Mensch (Schmutz, Schwingungen)

*Was beschreibt die Prozess-Streuung?*

Beschreibt die Abweichung um einen Mittelwert.

*Wie ist die Lage des Mittelwertes einzustellen?*

Das angestrebte SOLL-Mass muss in der Mitte Toleranzzone liegen. Die Einstellung des Mittelwertes bleibt jedoch meist nicht konstant, da durch Abnutzung (Verschleiss, Umwelt) ein „Abwandern“ entsteht. Dies wird als Trend bezeichnet.

*Nenne die Ursachen für den Trend:*

- 4-M-Einflussgrößen

*Wann wird ein Prozess als beherrscht bezeichnet?*

Wenn er ohne ständige Eingriffe durch das Bedienpersonal dauernd toleranzhaltige Werkstücke liefert.

*Was muss verändert werden, wenn über die Zeit der Mittelwert wegläuft?*

Verschleiss des Werkzeuges → korrigierbar → physikalische Ursache

*Was muss verändert werden, wenn über die Zeit die Streuung wegläuft?*

Nicht korrigierbar → Werkzeug austauschen

*Nenne einen nicht beherrschbaren Prozess:*

- Herstellen von Kugeln

*Vorgehensweise bei einem nicht beherrschten Prozess: (z.B. Herstellen von Kugeln)*

1. Alle WS ausmessen
2. Aussortieren der WS
3. Evtl. Klassieren
4. Paarungen mit Laufringen vorsehen

*Nenne die Formel zur relativen Prozessfähigkeit:*

$$c_p = \frac{\text{Toleranz}}{\text{Prozessfähigkeit}} = \frac{T}{6 \cdot \sigma}$$

$$C_{P_u} = \frac{OGW - \mu}{3 \cdot \sigma}$$

$$C_{P_L} = \frac{\mu - UGW}{3 \cdot \sigma}$$

$$C_{P_k} = \text{MIN}(C_{P_u}, C_{P_L})$$

$C_p$	=	relative Prozessfähigkeit
$C_{P_u}$	=	upper process capability
$C_{P_L}$	=	lower process capability
OGW	=	oberer Grenzwert
UGW	=	unterer Grenzwert
T	=	Toleranz
$\sigma$	=	minimale Streuung
$6 \cdot \sigma$	=	6-fache Prozess-Streuung
$C_p < 1$	=	Prozess nicht beherrschbar
$= 1$	=	kontrollierbar
$> 1.6$	=	sehr gut kontrollierbar (beherrschbar)
$>> 1$	=	unwirtschaftliche Produktion

*Wie wird eine vom Zeitpunkt der Herstellung abhängige Produktion überwacht?*

SPC (statistical process control). Hierbei werden Werkstücke eines Loses verglichen. Die Auswahl erfolgt zufällig (stochastisch). Abweichungen können aufgrund Temperaturänderungen und WZ-Verschleiss auftreten (Physikalische Ursache = Deterministisch)

**MESSTECHNISCHE BEGRIFFE***Was bestimmt das Mass-System?*

Legt die Masseinheit Meter, die Massdefinition, die Definition der Sollgeometrie, Massbildungsreihe und Vorzugsmasse fest.

z. B.  $\emptyset 35 H 7$  (35 = Nennmass; H = Toleranzfeld/Art; 7 = Toleranzklasse)

*Was bestimmt das Toleranzsystem?*

Festlegung der Abweichungen und Abmasse, Toleranztafeln gestuft nach Hauptparameter, Genauigkeitsgraden und Auswahlreihen.

*Welchen Zusammenhang vermittelt das Passungssystem*

Vermittelt den Zusammenhang zwischen Toleranz und Passung und schlägt Vorzugspassungen vor.

**MASS- UND TOLERANZBEGRIFFE IN DER KONVENTIONELLEN MESSTECHNIK***Abmessung (dimension)*

Zahlenwert, welcher den Wert des Merkmals in der gewählten Masseinheit ausdrückt.

*Mass (measure, cote)*

Eine Abmessung, die an einem Werkstück festgestellt wird

*Wahres Mass (real measure)*

Wirkliches Mass, welches nicht erfasst werden kann.

*SOLL-Mass (ideal measure)*

Das in der Herstellung zu erreichende Mass.

*IST-Mass (effectif measure)*

Da mit einer bestimmten Messmethode ermittelte Mass

*NENN-Mass (nominale measure)*

Das in der Zeichnung angegebene Mass

*Abmass (ecart)*

Abstand der Toleranzgrenzen vom Nennmass

*Toleranz*

Differenz zwischen oberem und unterem Abmass

*Toleranzfeld*

Die Lage der Toleranz bezüglich des Nennmasses

*Abweichung (error)*

Differenz Istmass minus Sollmass

*Fehler (defect)*

Abweichung die grösser sind als die halbe Toleranz

*Was verlangt das ISO-Toleranzsystem?*

Es verlangt, dass die wirkliche Fläche zwischen den idealgeometrischen Flächen von Kleinst- und Grösstmass liegt. Sämtliche Gestaltabweichung müssen diese Forderungen erfüllen.

*Wie wird ein Werkstück in der Koordinatenmesstechnik erfasst?*

Die Koordinatenmesstechnik erfasst ein Werkstück durch punktweise meist flächendeckendes Abtasten.

*Welche Gestaltarten werden in der Koordinatenmesstechnik unterschieden?*

- Sollgestalt
- wahre Gestalt
- Ist-Gestalt
- Ersatzgestalt (mittels der Ausgleichsrechnung erstellte Ersatzgestalt)

## GEOMERISCHE MERKMALE DER EINZELFLÄCHEN

*Nenne die Flächenarten, welche die Funktionsflächen verkörpern:*

- Regelflächen (Ebene, Kugel, Kegel, Zylinder, Torus, Schraubfläche)
- mathematische Funktionsflächen (Verzahnungsflächen, Strömungsflächen)
- Freiformflächen (Schaufel; im CAD erzeugt)

## SOLLGESTALT DER REGELFÄCHEN

*Was wird als Führende und Erzeugende beschrieben?*

Ein Kreiszyylinder zum Beispiel wird erzeugt, indem die Gerade als Erzeugende entlang dem Kreis als Führende bewegt wird.

*Wie werden die Abweichungen von der Sollgestalt erfasst?*

- Flächenweise
- linienweise (Profilmessmaschine)
- punktweise

*Wie ist die Arbeitsweise der linienweisen Erfassung?*

Es werden sog. Profilschnitte (längs oder rechtwinklig zur Zylinderachse) erzeugt. So werden die Abweichungen zum idealen Kreis oder Mantellinie festgestellt.

*Wie können Abweichungen dargestellt werden?*

- Geometrie-Massstab (1:1)
- Abweichungs-Massstab (100:1)  
Der Abweichungs-Massstab wird stark überhöht dargestellt, damit die Abweichungen sichtbar werden.

*Was ist die Bezugsbasis?*

Ist eine Idealgeometrische Fläche, mit welcher die reale Fläche verglichen wird. In der Koordinatenmesstechnik werden meist Flächen, in der konventionellen Messtechnik meist Linien als Bezugsbasis gewählt.

*Welche Lagen im Profilschnitt sind gebräuchlich?*

- die angrenzende Linie (Envelope)
- die Regressionslinie (Ausgleichsline nach Gauss; rechtlich relevant)
- die nach dem Minimumprinzip ermittelte Linie (Ausgleichsline nach Tschebyscheff [ISO-Norm])

## DEFINITION DER AUSGLEICHSELEMENTE

*Ausgleichskreis nach Gauss (Regressionskreis)*

Der Ausgleichskreis nach Gauss wird nun so bestimmt, dass die Summe der Quadrate der senkrechten Abstände zum Ausgleichselement minimal wird. ( $\sum d_i^2 = \text{MIN}$ )

Da beim Gauss-Kriterium die Formabweichungen des Profils als zufällig erachtet werden (Glockenverteilung). Ist dies eine geeignete Methode zur korrekten Steuerung von Prozessen.

*Nenne die Vor- und Nachteile eines Ausgleichskreises nach Gauss:*

Vorteile:

- Einfache Berechnung, robust, einzelne Messpunkte nicht sehr bedeutend,
- nur 1 Mittelpunkt

Nachteile:

- Keine direkte physikalische Bedeutung

#### *Ausgleichskreis nach Tschebyscheff (Minimumbedingung) [ISO-Norm]*

Der Ausgleichskreis nach Tschebyscheff wird nun so bestimmt, dass die Summe der senkrechten Abstände zum Ausgleichselement minimal wird. ( $\sum d_i = \text{MIN}$ )

Hier werden die Lage und der Durchmesser eines Ausgleichskreises gesucht. Dieser Kreis wird jedoch nicht direkt, sondern als Symmetriekreis zweier konzentrischer Kreise (Kreispaar) erhalten.

#### *Nenne die Vor- und Nachteile eines Ausgleichkreises Nach Tschebyscheff:*

Vorteile:

- Direkte Umsetzung der ISO-Norm

Nachteile:

- Mathematisch schwierig realisierbar
- Empfindlich, da einzelne Messpunkte das Gesamtergebn stark beeinflussen
- kann mehrere Lösungen ergeben

#### *Wie unterscheidet sich der Hüll- vom Pferchkreis?*

Beim Hüllkreis wird die Lage und der Durchmesser des Kreises solange verändert bis sämtliche Punkte des Profils innerhalb des Kreises liegen und der Kreisdurchmesser minimal wird.

Beim Pferchkreis wird der Kreis mit dem maximalen Radius gesucht, bei dem alle Messpunkte des Profils ausserhalb liegen.

#### *Wie wird das Spiel einer Passung bestimmt?*

Hierzu werden der Hüllkreis der Welle und der Pferchkreis der Bohrung bestimmt.

#### *Welcher Durchmesser wird in der Koordinatenmesstechnik verwendet? (Bezugsbasis für Massabweichungen)*

Der Durchmesser des Ausgleichselementes nach Gauss. Durch dessen Verwendung wird der zufällige Anteil der Messunsicherheit des Messgerätes herausgefiltert.

#### *Welche Ausgleichselemente werden als Bezugsbasis für Formabweichungen benutzt?*

Ausgleichselement nach Gauss

#### *Welche Ausgleichselemente werden als Bezugsbasis für Lageabweichungen benutzt?*

Ausgleichselement nach Gauss

## EINTEILUNG DER ABWEICHUNGEN

---

#### *In welche Abweichungsanteile der Wellenlänge wird ein Profil unterteilt?*

- Formabweichung (Wellenlänge in der Grössenordnung der Oberflächenausdehnung)
- Welligkeit (Wellenlänge/Welligkeits-Abweichung; 10-1000)
- Rauheit (Wellenlänge/Rauhigkeitsabweichung; 1-100)

## TRENNUNG DER ABWEICHUNGSARTEN

---

#### *In welchen Frequenzbereichen befinden sich die Formabweichung und/oder Rauigkeit?*

- Formabweichung = kleine Frequenzen
- Rauigkeiten = hohe Frequenzen

#### *Aus welchen Abweichungen setzt sich ein Kreisprofil (Profilschnitt = IST-Profil) zusammen?*

Die Abweichungen des IST-Profiles setzen sich zusammen aus einem Gemisch verschiedener periodischer und stochastischer (zufälliger) Anteile. Diese werden nun nach den Wellenlängen unterschieden.

#### *Wie erfolgt die Trennung zwischen den nieder- und hochfrequenten Signalen?*

Durch eine CUT-OFF-Filterung. Dies ist ein Hochpassfilter, d.h. es werden nur hochfrequente (kurzwellige) Signale durchgelassen.

CUT-OFF-Wellenlänge = Grenzwellenlänge

*Wie wird die Grenze zwischen Formabweichung, Welligkeit und Rauheit festgelegt?*

Messtechnisch durch die Grenzwellenlänge festgelegt. Diese muss von Fall zu Fall neu ermittelt werden. Zwischen Formabweichung und Rauheit gibt es physikalisch gesehen jedoch keine natürliche Grenze.

**DIGITALE BEHANDLUNG EINER FLÄCHE***Von welchen Faktoren wird die Messung beeinflusst?*

Durch die Anzahl der Messpunkte (Punktichte) und Punkteverteilung

*Wie viel Messpunkte müssen erfasst werden, um eine Welligkeit nachzuweisen?*

5 pro Wellenlänge

**STATISCHE BESCHREIBUNG VON RAUHEITS-PROFILEN***Nenne die Anforderungen an ein Rauheits-Profil:*

Ein Rauheits-Profil wird durch Kennwerte (Merkmale, Parameter) beschrieben. Sie müssen eine bestimmte Funktion erfüllen (Dichtfläche, Gleitfläche)

*Welche Prüfgeräte werden zur Messung von Form, Welligkeit und Rauheit eingesetzt?*

- Rauheit (kleiner Messbereich; hohe Auflösung)
- Form-Messung (grosser Messbereich; geringere Auflösung)

*Mit welcher Frequenz wird die beste Dichtfläche erzeugt?*

Mit einer konzentrischen Welligkeit ( $R_a = 0.5$ ). Der Welligkeitsbereich ist wichtiger als der Rauheitsbereich für die Funktion der Dichtheit. So kann schon mit kleinen Anpresskräften eine hohe Dichtheit erreicht werden.

*Nenne die wichtigsten Profilarten:*

- stochastisch (zufällig), gaussverteilt
- stochastisch (zufällig), nicht gaussverteilt
- gemischt (periodische und stochastische Anteile)

*Was bedeutet, wenn ein Profil stochastisch (zufällig), gaussverteilt ist?*

Die Amplitudendichteverteilung hat die Form einer Normalverteilung. Oberflächen mit dieser Charakteristik wurden durch Prozesse erzeugt, die durch zufällige Ergebnisse geprägt werden.

*Wie ist der Kennwert „Schiefe“ definiert?*

$$s = \frac{\mu_3}{(\mu_2)^{3/2}}$$

S = Schiefe (Skewness) [-]

*Welche zwei Kennwerte ermöglichen eine gute Beschreibung eines gaussverteilten Profils?*

- Kennwert  $R_q = \sigma$  zur Beschreibung der Verteilung
- Kennwert der mittleren Wellenlänge

*Welche Prozesse werden durch ein Profil, welches zufällig, jedoch nicht gaussverteilt ist, beschrieben?*

Hohnen, Lappen. Der Betrag der Schiefe ist grösser als 0.8.

*Welche Kennwerte werden zur Beschreibung eines nicht gaussverteilten Profils benötigt?*

- $R_q$
- Schiefe
- Steilheit zur Beschreibung der Verteilungsfunktion
- mittlere Wellenlänge

*Welche Prozesse erzeugen ein gemischtes Profil (periodisch und zufällig)?*

Drehprozesse

*Was wird als die mittlere Wellenlänge  $\lambda_m$  bezeichnet?*

Wenn ein Profil zufällig verteilt ist, hat es keine ausgeprägte Wellenlänge, welche als Kennwert direkt verwendet werden kann. Deshalb wird als Ersatz die mittlere Wellenlänge  $\lambda_m$  genommen.

### *Welchen Zweck erfüllt das k-tes statisches Moment?*

Mit dem k-tes statisches Moment kann die Schiefe und Steilheit einer Messreihe berechnet werden.

## ÜBLICHE KENNWERTE

---

### *Was ist die Rautiefe $R_t$ ?*

Sie ist direkt messbar, aber abhängig von zufälligen Spitzen des Profils.  $R_t$  ist daher geeignet zur Charakterisierung von stark periodischen Profilen. ( $R_t = y_{MAX}$ )

### *Beschreibe den arithmetischen Mittenrauhwert $R_a$ :*

Gibt die mittlere Abweichung der Absolutwerte des Profils von der Bezugsbasis an. Er ist ein gutes Mass für die Beschreibung von zufälligen Profilen (massgebender Wert in den Normen)

### *Erläutere den quadratischen Mittenrauhwert $R_q$ (RMS):*

Dieser Wert entspricht der in der Statistik üblichen Streuung. (2. Statisches Moment)

### *Was wird als mittlere Rauhtiefe $R_p$ (Profondeur) bezeichnet?*

Sie beschreibt die mittleren Abweichungen der Absolutwerte zu einer Bezugsbasis, welche auf die Rauigkeitsspitzen gelegt wird.  $R_p$  wird auch als Glättungstiefe bezeichnet.

### *Was beschreibt der Traganteil $t_p$ ?*

Der Traganteil  $t_p$  beschreibt in Abhängigkeit der Rautiefe  $R_t$ , wie stark ein das Profil auf dieser Tiefe trägt.

### *Was sagt die Traganteilkurve aus und wie wird sie gezeichnet?*

Der Traganteil  $t_p$  wird in Funktion von  $y$  aufgetragen, so entsteht die Traganteilkurve. Durch berechnen der Teilstrecken kann in Bezug auf die Gesamtstrecke der Traganteil (%) ausgerechnet werden.

## FLÄCHENBETRACHTUNG DER RAUHEIT

---

### *Wie wird die Rauheit einer Fläche kontrolliert?*

Eine dreidimensionale Kontrolle steht noch nicht zur Verfügung. Der Fläche wird darum eine repräsentative Stichprobe entnommen, welche dann in mittels verschiedenen Profilschnitten auf Oberflächenmerkmalen untersucht wird.

## OBERFLÄCHENMERKMALE

---

### *Wie werden Oberflächen unterschieden?*

- rillige Oberflächen (gerade, kreisförmig, ungeordnet)
- nicht rillige Oberflächen (unregelmässig gewellt, porig, punktförmig verteilt, flächenversetzt)

### *Was ist speziell an der Randschicht?*

Jeder Bearbeitungsvorgang hinterlässt Oberflächenveränderungen. Risse, Gefügeumwandlungen und Restspannungen.

## GEOMETRISCHE MERKMALE DES WERKSTÜCKES

### BEWEGUNGS-FREIHEITSGRAD DES STARREN KÖRPERS

---

#### *Durch welchen Indikator lässt sich die Bewegung eines Körpers beschreiben?*

Durch die Kinemate. Sie beschreibt den Geschwindigkeitsvektor eines beliebigen Körper-Punktes und den (ortsinvarianten) Winkelgeschwindigkeitsvektor.

#### *Wie wird die Lage eines Körpers im Raum beschrieben?*

Durch den Ortsvektor eines beliebigen Punktes und der Richtung.

#### *Wie erfolgen die Einschränkungen von Bewegungs-Freiheitsgraden?*

Mittels vollständigen und einseitigen Bindungen

### *Nenne die Definition des Begriffes Flächen-Freiheitsgrad (Flächensymmetrie)*

Der Flächen-Freiheitsgrad entspricht der Anzahl Bewegungsfreiheitsgrade, die zu keiner Lageänderung der Fläche führen. Sie teilen den Raum nicht neu auf. (z.B. Zylinder = 2 Flächen-Freiheitsgrad)

### *Welche Flächen weisen keinen Flächen-Freiheitsgrad auf?*

Freiformflächen (räumlich beliebig gekrümmt)

## LAGEDEFINITION (SOLL-LAGE) DER EINZELFLÄCHEN

### *Wie wird die Lage einer Fläche in einem Bezugs-System festgelegt?*

Mit Hilfe von Lage-Freiheitsgraden. Dabei hat jede Fläche eine maximale einschränkbare Anzahl Lage-Freiheitsgrade.

(Lage-Freiheitsgrad der Fläche = 6 – Flächen-Freiheitsgrad)

### *Nenne die Anzahl Lage-Freiheitsgrade der Normflächen:*

- Ebene = 3 (noch frei ohne neue Raumaufteilung)
- Zylinder = 2
- Kugel = 3
- Kegel = 1
- Torus(Donat) = 1

### *Nenne die Anzahl Lagefehler der Normflächen:*

- Ebene = 3
- Zylinder = 4
- Kugel = 3
- Kegel = 5
- Torus(Donat) = 5

### *Welche Lagebeziehungen zwischen den Funktionsflächen stehen zur Verfügung?*

- Parallelität
- Rechtwinkligkeit
- Neigung
- Position
- Konzentrität /Koaxialität
- Symmetrie
- Lauf und Gesamtlauf

### *Welchen Zweck erfüllen Lagebeziehungen?*

Sie definieren die Lage zwischen einem Bezug und dem tolerierten Element. Der Bezug kann auch durch mehrere Funktionsflächen gegeben sein. Man spricht dann von einem Bezugs-System.

### *Für welchen Zweck werden Unterkoordinaten-Systeme erzeugt?*

Da oft durch mehrere Flächen zusammen eine Funktion gebildet wird, somit ist die Lage der gesamten Funktionsgruppe für das Funktionieren von Bedeutung.

### *Wie wird der Bezug funktionsgerecht festgelegt?*

Durch die Symbole A,B,C.. wird der Bezug gekennzeichnet. Die Wertigkeit entspricht der Reihenfolge des Alphabetes: A = Hauptbezugselement; B = 1. Nebenbezugselement

### *Wie wird der Bezug bei der Koordinaten-Messtechnik realisiert?*

Er wird meist durch das Gauss-Ausgleichselement als Ersatzelement verwendet. Die Bezugsfläche wird mit erhöhter Punktdichte angetastet, um die Wiederholbarkeit einer Werkstückmessung zu gewährleisten.

### *Wie wird die Lage-Toleranz-Zone (Toleranzraum) definiert?*

Sie kann begrenzt sein durch zwei parallele Ebenen, ein Prisma, einen Zylinder, eine Kugel...

Die Masse des Toleranzraumes werden durch die Toleranz vorgegeben.

Die Form des Toleranzraumes kann der Konstrukteur nach den funktionellen Bedürfnissen vorgeben.



### Wie werden die Lageabweichungen unterschieden?

- Translatorische Abweichungen
- Rotatorische Abweichungen

### Wie wird die Lage einer Fläche definiert?

Jede Fläche benötigt somit so viele Punkte zu ihrer Lage-Definition, wie sie Lage-Fehler besitzt. (6 – Flächen-Freiheitsgrade).

### Beschreibe das allgemeine Vorgehen beim Definieren des Werkstückbezug-Systems:

1. Schritt : Die Hauptfläche I des Werkstückes bestimmt die Richtung z im Raum. Eine Normalebene darauf ist die Normalebene. Es werden 3 LFG eingeschränkt.
2. Schritt : Die Nebenfläche II ergibt die Richtungen x und y. Es werden weitere 2 LF eingeschränkt.
3. Schritt : Definieren des Ursprunges 0. Dies geschieht mit der Nebenfläche III, indem der Schnittpunkt mit der obigen Schnittgerade gebildet wird.
4. Schritt : Die Richtungen im gewählten Nullpunkt ergeben das Werkstück-Koordinatensystem.

### Nenne die Regeln für die Bestimmung des Bezugssystems:

1. Das Bezugssystem des Werkstückes ist dann bestimmt, wenn es den Freiheitsgrad 0 hat.
2. Eine Fläche kann maximal so viele Freiheitsgrade an das Werkstück übertragen, wie sie Lage-Freiheitsgrade aufweist (6 – Flächen-Freiheitsgrade)
3. Ein bestimmter Freiheitsgrad darf nur von einer Fläche an das Werkzeugbezug-System übertragen werden.