

1. Visualisieren

Art der Zeichnung	Beispiel	Charakteristik	Verwendung
Ideenskizze		<ul style="list-style-type: none"> schnell nicht genormt freihand 2D und 3D reale Proportionen sehr freies Darstellungsmittel 	Ideen und Gedanken festhalten und weiterentwickeln. Zentrales Kommunikationsmittel in allen Prozessen
Prinzipskizze		<ul style="list-style-type: none"> schnell symbolische Darstellung, nicht genormt freihand 2D reduzierte 	Funktion und Funktionsweise systematisch dokumentieren.
Grobmaßstäbliche Handskizze		<ul style="list-style-type: none"> schnell freihand reale Proportionen bemaßt zeigt konstruktive Lösungen 	Ideen und Gedanken festhalten, weiterentwickeln und überprüfen. Kommunikationsmittel (Entwicklung und Fertigungen)
Maßstablicher Konstruktions-Entwurf		<ul style="list-style-type: none"> aufwendig Maßstab, CAD exakte Masse bemaßt fertige Konstruktion 	Gestalt festgelegt, Details größtenteils erkennbar. Für detaillierte Konstruktion und die Fertigung.
Zusammenstell-Zeichnung		<ul style="list-style-type: none"> aufwendig Maßstab, CAD exakte Masse Baugruppe zeigt die fertige Konstruktion 	Darstellung von Baugruppen (abgeschlossene Konstruktion) beziehungsweise, der Funktion, Montage und Struktur (Anzahl Elemente).
Detailzeichnung		<ul style="list-style-type: none"> aufwendig Maßstab, CAD exakte Masse bemaßt, toleriert zeigt die fertige Konstruktion 	Darstellung von Einzelteilen (abgeschlossene Konstruktion) für die Fertigungsunterlagen und Prüfung.

Abkürzungen:

- CAE, Computer-Aided Engineering → kinematische Simulationen
- CAM, Computer-Aided Manufacturing → Fertigungsprozesse planen
- FEM, Finit-Element-Methode (als Teil des CAE)
- EDM/PDM, Engineering-Data-/Product-Data-Management → Organisationssoftware
- VR, Virtual-Reality

2. Skizzen

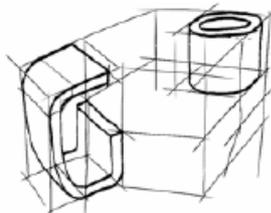
Vorteile:

- Viel Informationsdichte und -arten
- Einfaches, immer verfügbares Medium
- sehr schnell
- Interaktiv (Festhalten und Entwickeln von Ideen)
- Teamfähig

2.1 Methoden zur systematischen Erstellung und Kontrolle von Skizzen:

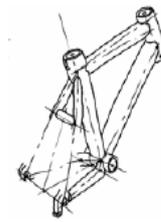
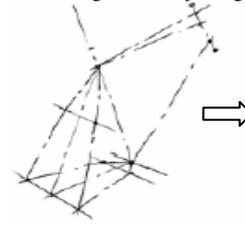
• Umreißen

- + schnell und einfach
- + sehr viele prismatische Gebilde darstellbar



• Reduzieren

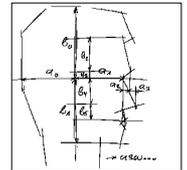
- + geeignet für nicht prismatische Objekte
- + Stimmigkeit d. Objekts gewährleiste (Detaillierung nimmt zu)



Randelemente nun soweit verbinden, wie die Stützgeometrie schon existiert

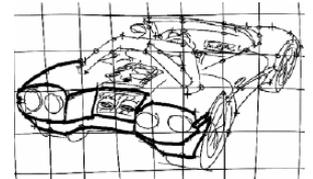
• Analysieren

- z.B. Gesicht mit Verhältnissen, Steigungen charakterisieren & zeichnen



• Rastern

- Stimmigkeit des Objekts
- + genaue Details

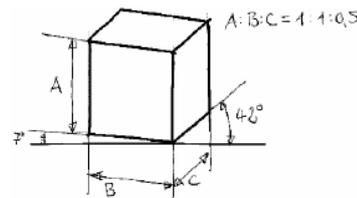


• Kontrollieren

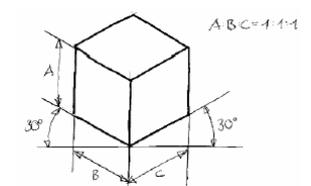
- Vergleichen (gewichten) von beliebigen Strecken, Lage, Winkel usw. zwischen Objekt und Skizze

2.2 Darstellungs- und Projektionsarten

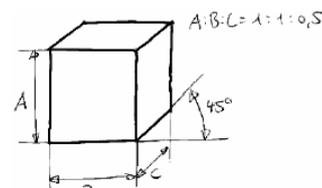
Dimetrische Projektion



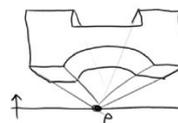
Isometrische Projektion



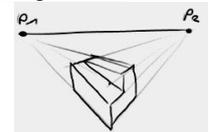
Dimetrisch schiefe Projektion



Ein-Fluchtpunkt-Perspektive:



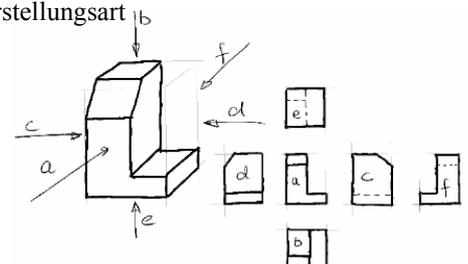
Zwei-Fluchtpunkt-Perspektive:



- Froschperspektive (Auge unterhalb des Horizontes)
- Normalperspektive (Auge auf der Höhe des Horizontes)
- Vogelperspektive (Auge oberhalb des Horizontes)

Orthogonale Projektion

→ wichtigste Darstellungsart



→ Siehe auch VSM S.24 ff

2.3 Prinzipskizzen

Lagerungen und Verbindungen:

radial fest
axial los
drehbar



Schwengelgelenk



radial fest
axial einseitig los
drehbar



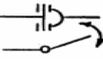
sphärisches Gelenk



radial fest
axial fest
drehbar



ebenes Gelenk



radial fest
axial los
nicht drehbar
(Keil, Keilkeil, ...)



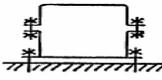
Gehäuse:
einseitig



radial fest
axial fest
nicht drehbar



geteilt, am
Boden befestigt



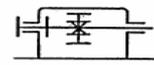
Bsp.: Kupplung,
Naben auf Keilen
aufgeschraubt



Bolezen



mit Wellelager



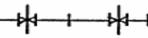
Verschraubung



Verschraubung an
Wand, Boden



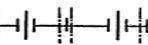
Radpaarungen:
Reibräder



Feder (mit
Bauteil)



Zahnräder



fester Flansch



3. Normen

Abbau der technischen Handelshemmnisse durch möglichst weitgehende Harmonisierung der Normwerke mit internationalen und europäischen Normen. Ermöglichen von allgemeinen Prüfverfahren und Anerkennungen. Die Normzahlenreihen basieren auf geometrischen Zahlenfolgen die wie folgt definiert sind: $[a(i+1)=a(i)*q]$
z.B. 1, 1.6, 2.5, 4, 6.3, 10 (geometrisch)
→ Siehe auch VSM S. 43 ff
→ Siehe auch INA (Technisches Taschenbuch) S. 161 ff.

4. Technische Zeichnung

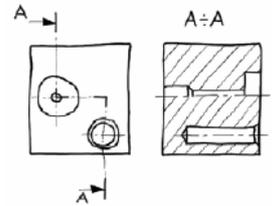
Schriftfeld: siehe beigelegte Zeichnungen

Benennung und Anwendungsbeispiele (Linienbezeichnung A1 ... K4 siehe Fig 21/1)	Empfohlene Linienbreiten für Zeichnungsformate	
	A4/A3/A2	A1/A0
Volllinie breit: Sichtbare Umrisse und Kanten (A1). A	0,5	0,7
Volllinie schmal: Fiktive Kanten (B1), Masslinien (B2), Masshilfslinien (B3), Hinweislinien (B4) Schraffuren (B5), Umriss am Ort umgeklappter Schnitte (B6), Kurze Mittellinien, angedeutete Biegekanten in Abwicklungen. B		
Freihandlinie schmal: C Zickzacklinie schmal: D1)	0,25	0,35
Strichlinie schmal: Verdeckte Umrisse und Kanten (F1). F		
Strichpunktlinie schmal: Mittellinien (G1), Symmetrielinien (G2). G		
Strichpunktlinien schmal, jedoch an den Enden und Richtungsänderungen breit: Kennzeichnung der Schnittebenen (H1). H	0,5/0,25	0,7/0,35
Strichpunktlinie breit: Kennzeichnung von Linien, Flächen und Werkstückpartien mit speziellen Anforderungen (J1). J	0,5	0,7
Strich-Zweipunktlinie schmal: Umrisse von angrenzenden Teilen (K1); Grenz- und Zwischenstellungen von beweglichen Teilen (K2); Umriss der ursprünglichen Form (K4); Schwerpunktslinien; Teile, die vor der Schnittebene liegen; Umriss eines in ein Reihenteil eingezeichneten Fertigteils. K	0,25	0,35

→ Siehe INA S.163

5. Darstellung und Anordnung von Ansichten und Schnitten

- Benennung der Schnitte beginnt mit A-A, dann B-B etc
- Schraffur Abstand und Richtung sind für dasselbe Bauteil auf einer Zeichnung immer konstant zu halten (Ausnahme gedrehte Schnitte, Schraffur wird auch gedreht)
- Schnittgrenzen sind mit einer Bruchlinie zu kennzeichnen und dürfen nicht entlang einer Kante geführt werden
- am Übergang verschiedener Schnittebenen muss die Schraffur versetzt werden



5.1 Schnittarten:

Schnittart	Bauteil (geschnitten dargestelltes 3D Teil)	Darstellung des Schnittes auf der technischen Zeichnung	Bemerkungen
Vollschnitt			<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil komplett geschnitten • Bauteile mit viel unsichtbarer Geometrie • bei rotationssymmetrischen Teilen kein Schnittbezeichnung erf.
Teilschnitt			<ul style="list-style-type: none"> • wenig sichtbare Geometrie an einem Bauteil • einfach, erfordert keine zusätzliche Ansichten • keine Schnittbezeichnung erforderlich
Halbschnitt			<ul style="list-style-type: none"> • nur für rotationssymmetrische Teile • sichtbare und unsichtbare in der gleichen Ansicht darstellbar • keine Schnittbezeichnung erforderlich Nach DIN muss der Schnittbereich unterhalb oder rechts von der Mittellinie liegen, nach Schweizer Norm ist auch die dargestellte Variante zulässig
gedrehter Schnitt			<ul style="list-style-type: none"> • eine schräge Schnittebene wird in die Hauptebene des Schnittes gedreht • bei rotationssymmetrischen Teilen keine Schnittbezeichnung erforderlich
Schnitt mit mehreren Ebenen			<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung mehrerer Schnittebenen in der gleichen Ansicht • der Schnittverlauf muss immer angegeben werden • Versatz der Schraffur am Schnittebenen Übergang
geklappte Querschnitte			<ul style="list-style-type: none"> • zum einfachen Darstellen von Profilquerschnitten • Kanten schmal wenn Querschnitt im Bauteil geklappt dargestellt • keine Schnittbezeichnung erforderlich

Schnitte von Gewinden: → Siehe VSM S. 41
andere Materialien als Stahl → Siehe VSM S. 32 unten

6. Bemessung

→ Siehe VSM S. 33-40

→ Siehe INA S.

→ Siehe Technische Zeichnungen

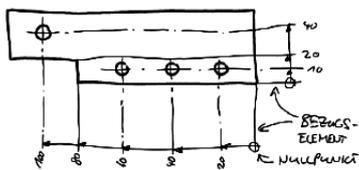
Die Bemessung soll: funktionsgerecht
fertigungsgerecht und
prüfgerecht sein

- Masszahl immer in mm ohne Einheit
- Masslinie min. 10 mm von Körperkante
- Abstand Masslinie – Masslinie min. 7 mm
- Vor **Radien** immer „R“ z.B. R 25
- Vor Durchmessern immer „Ø“
- Länge > 10 → Pfeile von Innen zeichnen (←→)
- Bei kugelförmiger Gestalt „S“ voranstellen z.B. SR 5
- Bei **Quadraten** □ voranstellen falls nur 1 Seite vermasst
- Bei **Winkeln** Gradzeichen nach der Masszahl
- **Hilfsmasse** in Klammern, z.B. (R35)
- **Prüfmass** umrundet

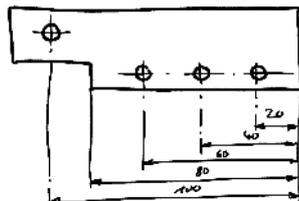
50±0.02

6.1 Bemessungsarten:

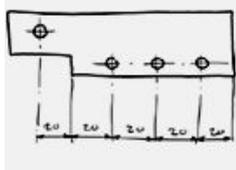
Koordinatenbemessung



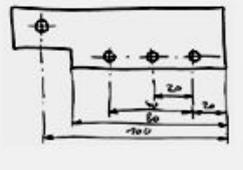
Parallelbemessung



Kettenbemessung



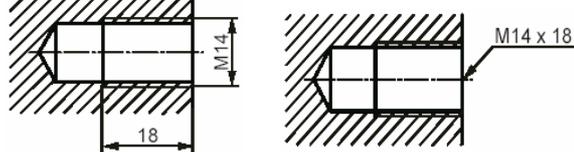
Kombinierte Bemessung



→ Siehe VSM S. 38

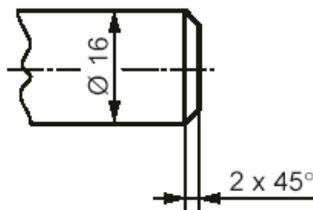
6.1.1 Gewinde Bemessung:

→ Abkürzung der Gewindeart durch genormte Kennbuchstaben, dem Nenndurchmesser, Länge, z.B. M16 x 8



6.1.2 Fasen Bemessung:

Bei 45° Fasen oder Senkungen ist eine Vereinfachung durch Angabe der Fasenbreite x 45° möglich



6.1.3 Bemessungsstrategie:

Eine Methode die Bemessung so anzubringen, wie sie in der Fertigung am besten verwendet werden kann.

6.1.4 Funktionsmasse = F

Sie bestimmen Form, Größe und Lage von Partien, die für die Funktion eines Stückes oder einer zusammengebauten Gruppe wesentlich sind. Sie sind immer einzutragen auch wenn sie für die Fertigung nicht relevant sind. → Allgemeintoleranzen

6.1.5 Nichtfunktionsmasse = NF

Sie bestimmen Form, Größe und Lage der übrigen Partien eines Stückes oder zusammengebauter Gruppen. Sie sind für die Herstellung und Prüfung günstig zu wählen und dementsprechend einzutragen. → Allgemeintoleranzen

6.1.6 Hilfsmasse = H

Sie dienen zur Vermeidung von Rechenfehlern bei der Überprüfung, indem sie Funktions- und Nichtfunktionsmasse ergänzen. → unterliegen keinen Toleranzen

7. Toleranzen, Passungen

→ Siehe INA S.173-188

- Masstoleranzen: Abmessungen der Bauteile
- Form- und Lagetoleranzen: Festlegung der Form und der Lage
- Je kleiner die Toleranz, desto teurer die Fertigung

Die Angabe der Toleranz erfolgt in Verbindung mit dem Nennmass N, durch oberes und unteres Abmass oder indirekt durch ISO Kurzzeichen.

$$40_{-0.3}^{-0.1} \text{ oder } \varnothing 20H7$$

Grenzmass:

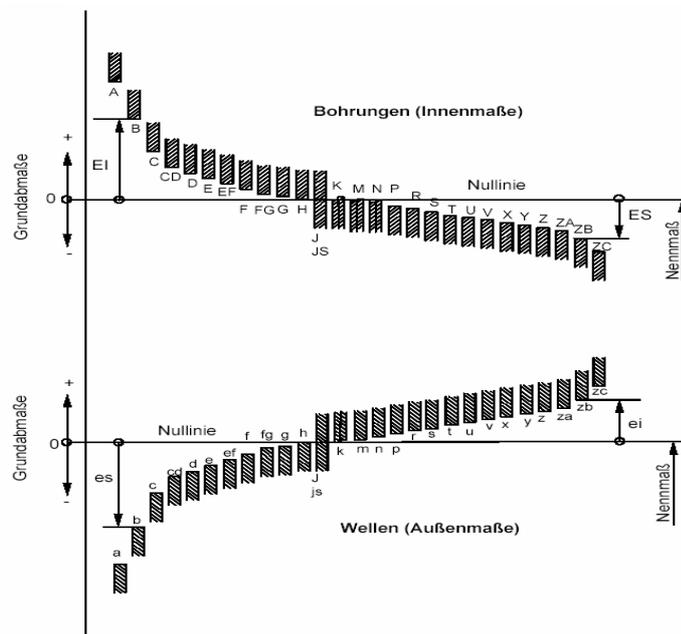
- bei Wellen das Höchstmass
- bei Bohrungen das Mindestmass

Passungen:

- Gibt an, wie 2 Teile zu fertigen sind, sodass sie zusammen die richtige Funktion übernehmen
- durch folgende Angaben bestimmt:
- Gemeinsames Nennmass der zu paarenden Geometrielemente;
- Kurzzeichen der Toleranzklasse für das Innenmass z.B. H7;
- Kurzzeichen der Toleranzklasse für das Aussenmass z.B. f6

Toleranzfeldlagen:

Buchstaben kennzeichnen den kleinsten Abstand der Toleranzfelder von der Nulllinie.



Liegt das Toleranzfeld unterhalb der Nulllinie, dann wird durch die Buchstaben der Abstand des oberen Abmasses von der Nulllinie festgelegt. Bei einem Toleranzfeld oberhalb der Nulllinie wird durch die Buchstaben der Abstand des unteren Abmasses von der Nulllinie bestimmt.

Toleranzfelder liegen an der Nulllinie → H.

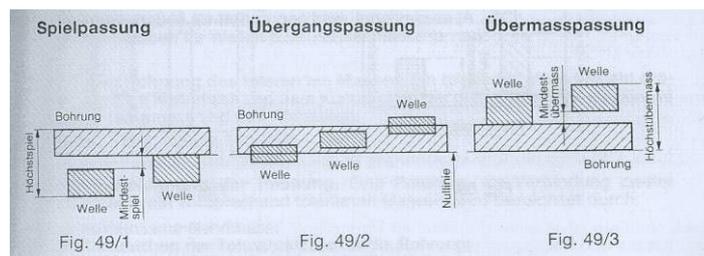
→ Siehe INA 186

Einheitsbohrung:

Für alle Bohrungen wird die Toleranzfeldlage H, für die Wellen dagegen werden beliebige Toleranzfeldlagen gewählt.

Einheitswelle:

Für alle Wellen wird die Toleranzfeldlage h, für die Bohrungen dagegen werden beliebige Toleranzfeldlagen gewählt.



1.) Spielpassung (Gleitsitz)

2.) Übergangspassung (Übergangssitz)

3.) Übermasspassung, Presspassung (Festsitz)

→ Siehe VSM S. 49 ff

Tabelle 62/2 Einheitswelle (h9; h6) mit entsprechenden Bohrungen gepaart

Passung	h9	h6	Passungscharakter	Anwendungsbeispiele
Spiel	H11		Meist reichliches Spiel	Leicht zusammensteckbare Teile
	D10		Sehr reichliches Spiel	Lose Keilverbindung mit Anzug
	E9		Reichliches Spiel	Steckverbindung, Hebellagerung
	F8		Merkliches Spiel	Gleitlagerung
	G7		Ohne merkliches Spiel	Präzisions-Geradführung
Übergang	H9		Von Hand gerade noch verschiebbar	Lose Keilverbindung (Welle und Nabe)
		H7		Verschiebbare Kupplung
	JS9		Unter leichtem Druck noch verschiebbar	Leichte Keilverbindung in Nabe
		JS7		Oft auseinanderzubauende Teile
Pressung		K7	Ohne erheblichen Krattaufwand zusammengefügt	Handrad, Kupplung, Riemenscheibe
		N7	Unter Druck zusammengefügt	Zylindrischer Stift
		P9	Eventuelle Einpassarbeit	Feste Keilverbindung (Welle und Nabe)
		P7	Durch Pressen zusammengefügt oder aufgeschumpft	Übertragung kleiner Drehmomente ohne zusätzliche Verdrehsicherung

Tabelle 62/1 Einheitsbohrung (H8, H7) mit entsprechenden Wellen gepaart

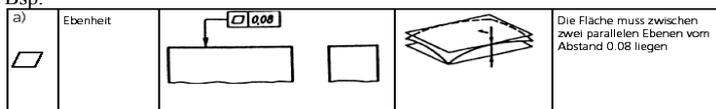
Pas-sung	H8 Welle	H7	Passungscharakter	Anwendungsbeispiele
Spiel	d9		Reichliches Spiel	Mehrfach gelagerte Welle, Gleitlagerung in weitem Temperaturbereich
	e8		Merkliches Spiel	Hebellagerung
	h9		Leicht verschiebbar	Verschiebbare Kupplung, Distanzhülse
	f7		Kleines Spiel	Führungsstein, Kreuzkopf-Gleitbahn
	g6		Ohne merkliches Spiel	Genauere Gleitlagerung
Über-gang	h6		Bei Verwendung von Schmiermitteln gerade noch verschiebbar	Stellung, Wechselrad Zentrierung, Reitstockpinole
	n6		Unter Druck zusammengefügt	Drehmomentübertragung mit zusätzlicher Verdrehsicherung
Pres-sung	p6		Durch Pressen zusammengefügt oder aufgeschraubt	Übertragung kleiner Drehmomente ohne zusätzliche Verdrehsicherung
	r6			
	s6			

7.1 Form und Lagetoleranzen:

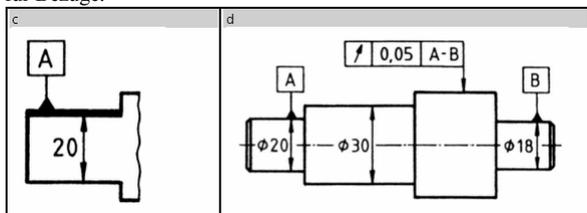
Die Form- und Lagetolerierung geht von sogenannten Formelementen bzw. sichtbaren und unsichtbaren Geometrieelementen aus. Die Tolerierung basiert auf der Festlegung von Toleranzzonen, innerhalb der, sich das Geometrieelement befinden muss. Die Toleranzzone wird begrenzt von zwei Grenzebenen bzw. Grenzlinien, ihr Abstand wird als Toleranz bezeichnet.

Toleranzart		Symbole	Eigenschaften
Formtoleranzen		—	Geradheit
		▭	Ebenheit
		○	Rundheit (Kreisform)
		⊘	Zylinderform
Lagetoleranzen	Richtungstoleranzen	//	Parallelität
		⊥	Rechtwinkligkeit
		∠	Neigung
	Ortstoleranzen	⊕	Position
		⊙	Koaxialität (Konzentrität)
		≡	Symmetrie
Kombination Form- und Lagetoleranzen	Lauftoleranzen	↷	Rundlauf
		↶	Planlauf
		↷↶	Lauf in beliebige Richtung
		⊘	Gesamtrundlauf
		⊘	Gesamtplanlauf

Bsp.



Das erste Feld kennzeichnet die Toleranzart, im zweiten wird die Toleranz in mm eingetragen. Die restlichen Felder enthalten bei Lagetoleranzen Kennbuchstaben für Bezüge.

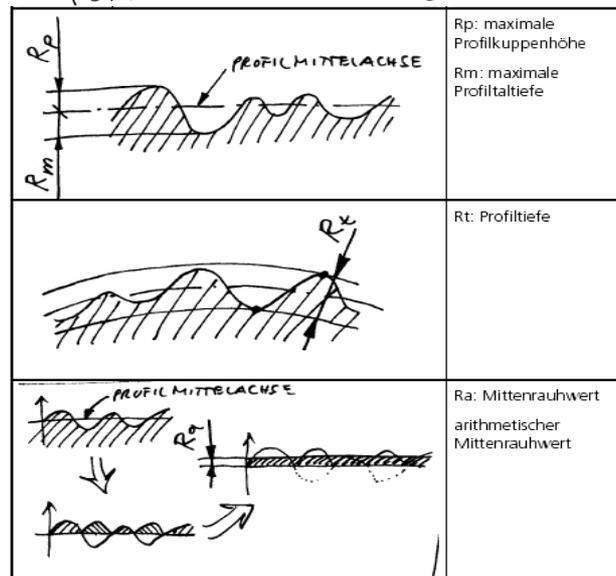
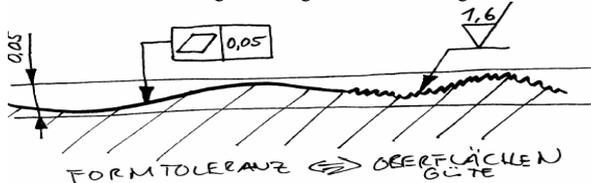


Bezugspfeil steht senkrecht auf dem tolerierten Formelement. Er zeigt an, in welcher Richtung die Abweichung gemessen wird.

→ Genaue Liste im VSM S. 73-75
→ Siehe INA S. 172

7.2 Oberflächen

Die Oberflächengüte wird durch die Rauheit beschrieben. Die Rauheit ist ein Maß für die Abweichung von der geometrisch ideal glatten Oberfläche



Feinere Oberfläche = kleinerer Ra Wert = längere Bearbeitungszeit = mehr Kosten

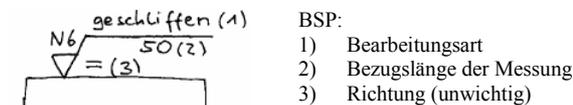
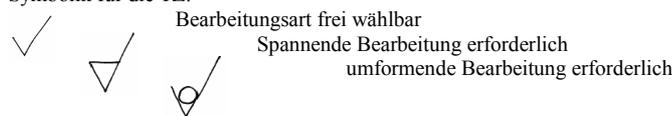
Als allgemeiner Richtwert für die Vergabe der Oberflächengüte gilt:
Oberflächengüte = (IT-Toleranz)-1 bis IT-Toleranz

Bsp. 30 H7: Es ist eine Oberflächengüte von N6 bis N7 zu wählen.

Zusammenhang zw. N-Wert und Ra Wert
→ Siehe VSM S. 83
→ Siehe INA S.165 ff :

Ra Wert [µm]	Klasse
50	N12
25	N11
12.5	N10
6.3	N9
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4
0.1	N3
0.05	N2
0.025	N1

Symbolik für die TZ:

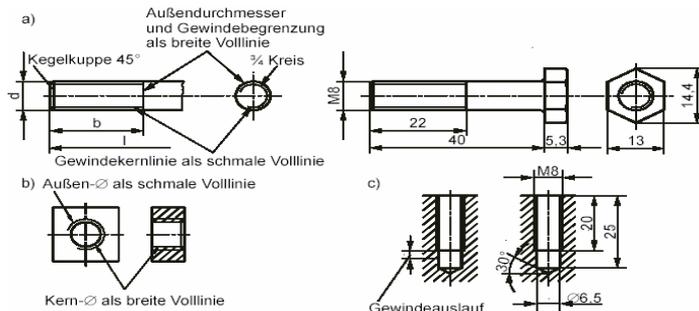


Der Setzbetrag ist jene Länge, um welche die Oberfläche noch zusammengestaucht wird, unter Belastung

8. Darstellung von ausgewählten Formelementen

a) Gewinde und Verschraubungen

Alle Gewindearten werden als eine breite und eine schmale Volllinie dargestellt.



Muttern:



Verschraubung:



Allgemein gilt:

- Bolzengewinde verdeckt Muttergewinde
- Breite Volllinie entsprechend erstem Fertigungsgang
- Schmale Volllinie am Gewindegrund

b) Rändeln und Kordeln

Rändeln: Längsrillen Kordeln: Kreuzmuster

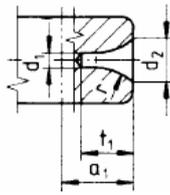
→ Siehe VSM S.109

Ziel: Besserer Grip, z.B. für Griffe, Kurbeln etc

c) Zentrierbohrung

Um Halbzeuge einzuspannen (Drehen), um mit einem größeren Bohrer nicht zu verlaufen → Präzision

→ Siehe VSM S. 110 - 111



d) Freistiche

für Werkzeugauslauf oder falls zwei senkrecht aufeinander stehende Flächen gewünscht sind.

Ein Freistich baut Spannungen im Bauteil ab.

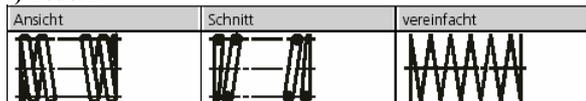
→ Siehe VSM S. 112 ff

e) Zahnräder

Mit Passfeder/Nut, Überschnitten zeichnen

→ Siehe VSM S. 200, 251 ff

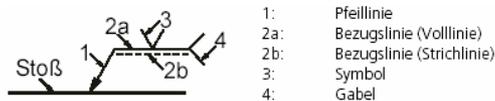
f) Federn



→ Siehe VSM S.202, 203

g) Schweißverbindungen

Schweißsymbole:



Je nachdem ob das Symbol auf der Voll- oder Strichlinie steht, wird auf der Pfeilseite (worauf der Pfeil zeigt) oder auf der Gegenseite (wenn auf der gestrichelten Linie) geschweisst.

→ Siehe VSM S.92 - 99

h) Wälzlager

→ Siehe VSM S.149

→ Siehe INA S. 188 + S.215 + S. 260 ff.

i) Dichtungen

→ Siehe VSM S. 157 - 160

j) Prinzipdarstellungen mit Elementsymbolen

Federn		Zylindrische Schraubenfeder Druck Zylindrische Schraubenfeder Zug
Schrauben		Bewegungsschraube Befestigungsschraube
Mechanische Inglieder		binär ternär quaternär
Gelenke		eben räumlich Kugelgelenk Kreuzgelenk
Gleitlager		Radiallager Radiallage Axiallager
Wälzlager		Radiallager Axiallager Radiallager
Kupplungen		Schalenkupplung Scheibenkupplung Elastische Kupplung Reibkupplung
Rädergetriebe		Stirnräderpaar Kegelräderpaar Schnecke und Schneckenrad Stirnrad mit Zahnstange
Hüllrieme		Flach- Keilriemen Kettentrieb

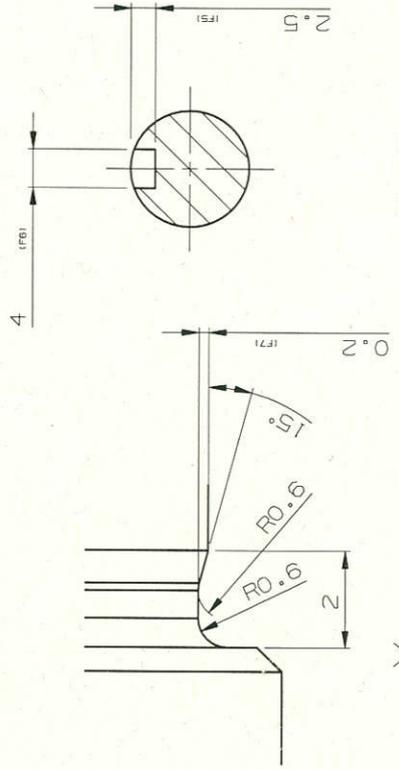
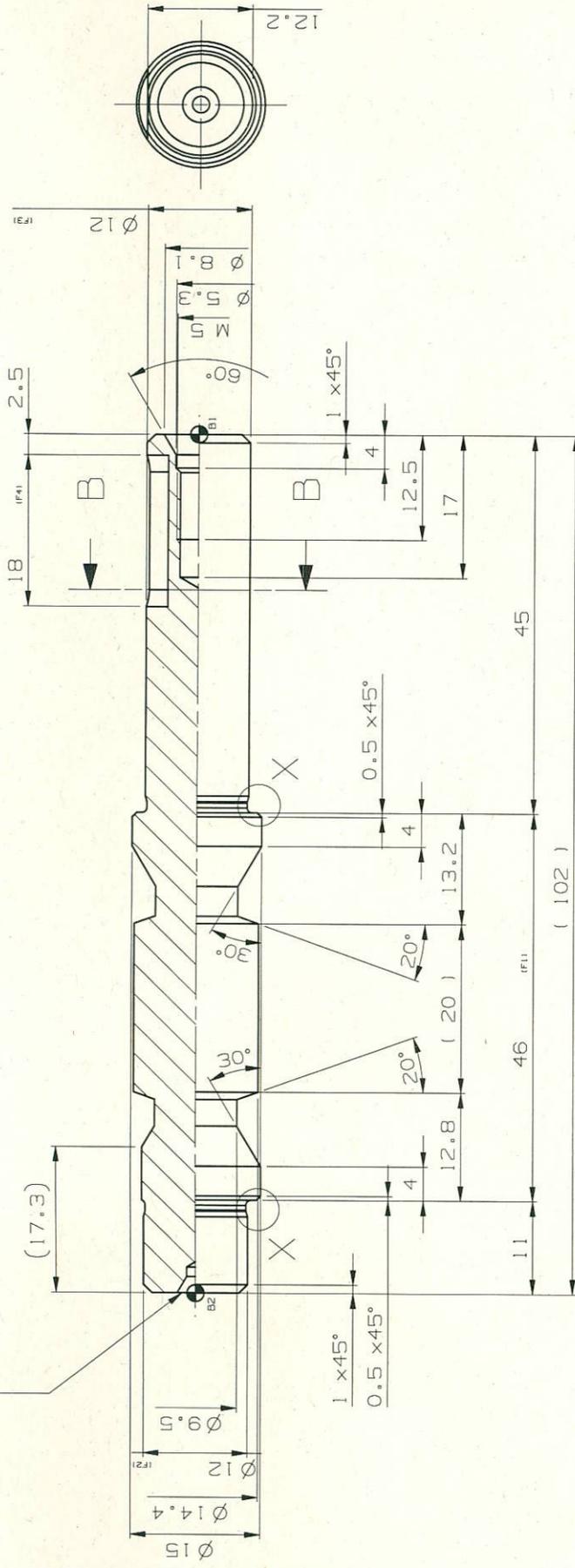
Stücklisten

Stückliste: beinhaltet alle Informationen zu einer Baugruppe & der darin enthaltenen Teile, sie definiert, wie oft ein Bauteil verwendet wird
Zusammenstellzeichnung: die zeichnerische Darstellung einer Baugruppe
Man unterscheidet:

- Baukastenstückliste: tabellarisch, auf Zeichnung
- Strukturstückliste: meist in PDM, wenig verbreitet

→ Siehe VSM S. 232 - 239

Zentrierbohrung
ISO 6411-A2/4.25



Stueckzahl	Gegenstand	Pos.	Werkstoff	Gew.	Modell	Bemerkungen
3	Aenderung					
2	Bemassung Musterloesung: sigg003ad1a4_bem Vorlage: sigg003ad1a3_tol					Ersetzt durch Ersatz fuer
1	Schneckenwelle Getriebe Guedel					Massstab 2:1 Gepr. 10:1 Norm Gesehen
Betr. Ass. sl-gg-003ad1						

Zentrum fuer Produkte-Entwicklung
ETH-Zuerich Prof. Dr. M. Meier

