

Lernsituationen in der Metalltechnik

Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 5 bis 9

Autoren:

Küspert, Karl-Heinz Hof
Schellmann, Bernhard Wangen i. A.

Leiter des Arbeitskreises:

Schellmann, Bernhard Wangen i. A.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpf

7. Auflage 2020
Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern untereinander unverändert bleiben.

ISBN 978-3-7585-1108-0

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpf
Umschlag: Büro für Gestaltung Birgit Slowak, 73557 Mutlangen
Umschlagfotos: © Karbek und © Ingo Bartussek – fotolia.com
Druck: RCOM print GmbH, 97222 Rimpf

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 19606

Die **7. Auflage** der Lernfelder 5 bis 9 wurde überarbeitet. Die Autoren haben darauf geachtet, dass möglichst alle Inhalte der verschiedenen metalltechnischen Ausbildungsberufe im zweiten Ausbildungsjahr durch die Lernsituationen abgedeckt werden. Bei der Durchsicht der Lehrpläne fällt auf, dass die Themengebiete und Inhalte der Handlungsfelder in den verschiedenen Metallberufen zum größten Teil gleich oder ähnlich sind, diese jedoch in zum Teil anderer Reihenfolge in den Lehrplänen auftreten. Das vorliegende Buch wurde auf der Basis des Rahmenlehrplanes für die Industriemechaniker zusammengestellt. Mithilfe einer Übersicht lassen sich die behandelten Lernfelder auf die anderen Metallberufe und deren entsprechende Lernfeldnummerierungen umsetzen.

	Industrie- mechaniker	Zerspanungs- mechaniker	Werkzeug- mechaniker	Anlagen- mechaniker	Konstruktions- mechaniker	Fein- mechaniker
Herstellen	LF 5, 8	LF 5, 8	LF 5, 7	LF 5	LF 5, 7, 8	LF 5, 7
Montieren	LF 7	–	LF 6	LF 6, 7	LF 6	LF 15a
Instandhalten	LF 9	LF 6	–	LF 8	–	LF 9
Automatisieren	LF 6	LF 7	LF 8	–	–	LF 8

Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellungen steht die logische und sinnvolle Abfolge in der Bearbeitung des Arbeitsauftrages im Vordergrund. Die Aufgaben sind so gestellt, dass eigenverantwortliches, aber auch gleichzeitig teamorientiertes Arbeiten gefördert sowie fachliches Wissen zielorientiert erworben werden kann. Dazu ist es in vielen Fällen notwendig, in einem Tabellenbuch bzw. einem Fachkundebuch nachzuschlagen. Die mit einem Buch dargestellten Felder sind für entsprechende Seitenhinweise vorgesehen.

In der **7. Auflage** wurden Schnittwerte und Fehler korrigiert und die Steuerungstechnik auf den neuesten Stand (aktuelles Tabellenbuch) gebracht. Darüber hinaus startet jede Lernsituation mit wichtigen, grundlegenden theoretischen Inhalten und steigt danach mit der Fertigungsplanung in die Aufgabenstellungen zur Lernsituation ein.

Die **praxisorientierten Versuche und Übungen** werden zusammengefasst auf der CD zum Ausdrucken bereitgestellt. So lässt sich auch der in vielen Bundesländern gepflegte Trennung von Theorie und praktischem Versuch besser Rechnung tragen. Im Lösungsbuch werden Messwerte aus realen Versuchen dargestellt, die an den Einzelteilen der Baugruppen durchgeführt wurden. Um diese Versuche durchzuführen, werden z. T. die Baugruppen der Lernsituationen benötigt.

Im Lösungsbuch befinden sich auf der CD neben den Lösungen und Zeichnungen als PDF auch Excel-Tabellen für die Beurteilung.

Wenn Sie zu einzelnen Bereichen der Technologie, der Arbeitsplanung oder der Praxis weitere Informationen und weitere Aufgabenstellungen suchen, dann bieten sich darüber hinaus folgende Arbeitsbücher an:

- Metalltechnik Fachstufe, Arbeitsblätter, Europa-Nr. 17719
- Technische Kommunikation Metall, Fachbildung Arbeitsblätter, Europa-Nr. 13519
- Technische Kommunikation Metall, Informationsband, Europa-Nr. 12814

Fehlerhinweise und Verbesserungsvorschläge bitte an: lektorat@europa-lehrmittel.de

Wir wünschen Ihnen viel Freude und guten Erfolg bei der Bearbeitung der Lernsituationen.

Sommer 2020

Lernfeld 5

Lernsituation Hülsenspanndorn	5
Beschreibung der Lernsituation	5
Stückliste	5
Rauheitskenngrößen	6
Form- und Lagetolerierung	7
Passungen	8
Feinzeiger, Fühlhebelmessgerät	9
Zerspanungsprozess	10
Schnitt- und Spanungsgrößen	11
Fertigungsplanung Hülsenspanndorn	12
Fertigungs- und Belegungszeiten	17
Lernsituation Biegevorrichtung	18
Gesamtzeichnung	18
Beschreibung der Lernsituation	19
Stückliste	19
Fräsen	20
Wirkungsgrad, Schnittdaten	21
Schleifen	22
Fe-Fe ₃ C-Zustandsschaubild	23
Normbezeichnung von Eisenwerkstoffen	24
Glühverfahren	25
Härten und Vergüten	26
Härteprüfung, Härteprüfverfahren nach Brinell	27
Härteprüfung nach Vickers, Rockwell	28
Zugfestigkeitsprüfung	29
Fertigungsplanung Biegevorrichtung	30

Lernfeld 6

Lernsituation Verteil- und Sortierstation	35
Beschreibung der Lernsituation	35
Direkte und indirekte Steuerung	36
Pneumatische Selbsthaltung	37
Geschwindigkeitssteuerung	37
Signalüberschneidung in Ablaufsteuerungen	38
Anlagenplanung	39
Lernsituation Hydraulische Presse	48
Beschreibung der Lernsituation	48

Lernfeld 7

Lernsituation Spindeltrieb eines Getriebemodells	52
Beschreibung der Lernsituation	52
Baugruppenzeichnung	53
Stückliste	53
Welle-Nabe-Verbindung	54
Welle-Nabe-Verbindungsbeispiele	55
Lager	56
Achsen und Wellen	57
Kupplungen	58
Führungen	59
Haft- und Gleitreibung	60
Fertigungsplanung	61
Lernsituation Stirnrädergetriebe	68
Gesamtzeichnung	68
Stückliste	69
Sintern	70
Fertigungsplanung	71

Lernfeld 8

Lernsituation Stirling-Motor	76
Gesamtzeichnung	76
Stückliste	77
Beschreibung der Lernsituation	78
Stückliste, Funktionsbeschreibung	78
NC-Maschine	79
Wegmesssysteme	80
Steuerungen	81
Koordinaten	82
Referenzpunkt, Maschinennullpunkt	83
NC-Programm	84
Fräserradiuskorrektur	85
An- und Abfahrtsfunktionen	86
Kurven- und Mittelpunktbahn	87
Zyklen	88
Programmtteilwiederholung	89
Nullpunktverschiebung	90
Schnittdaten	91
Konturfehler	92
Konturzyklen	93
Einstechdrehen	94
Eckenrunden, Fasen	95
Gewindedrehen	96
Maßkontrolle	97

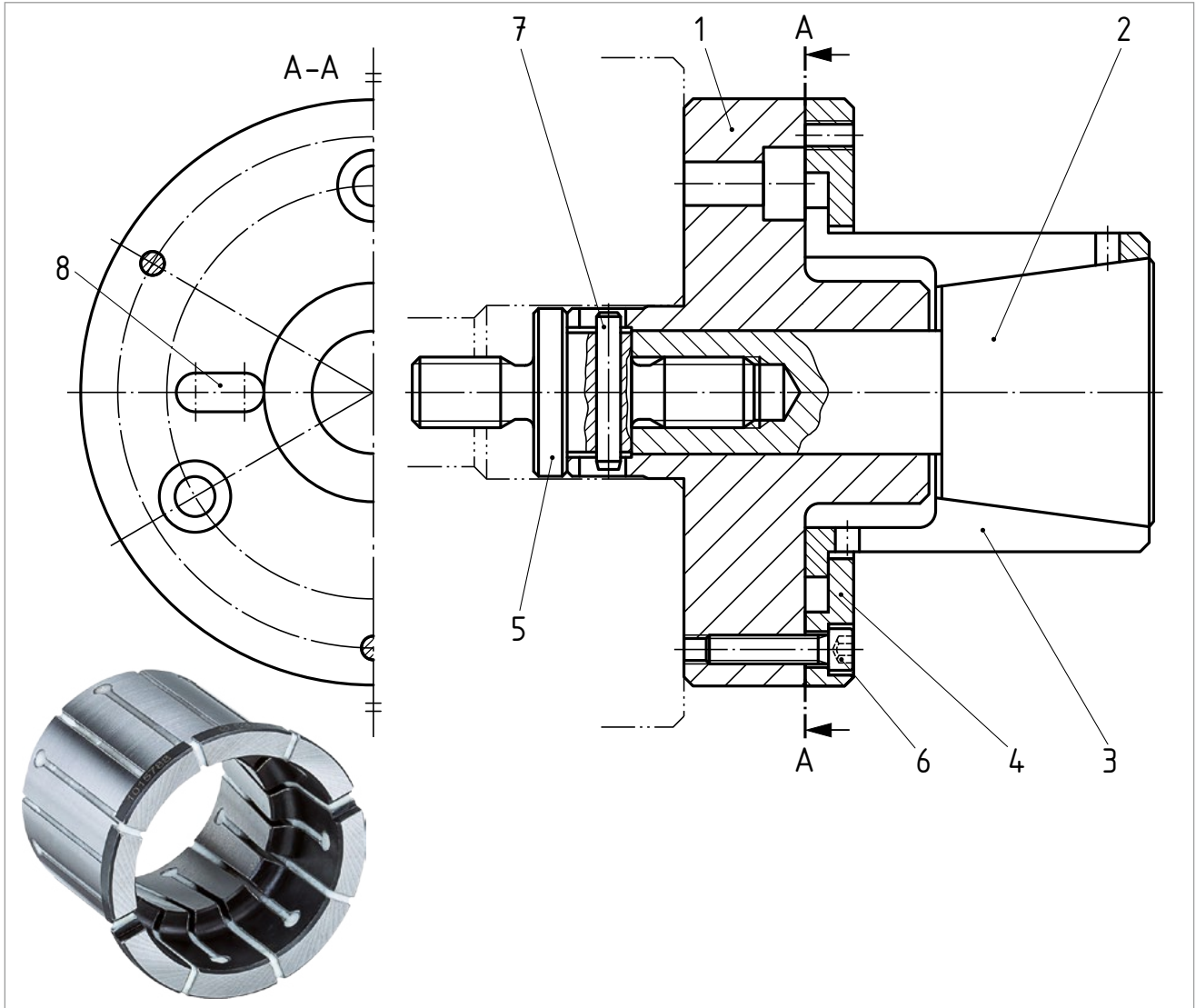
Lernfeld 9

Lernsituation Werkzeugmaschine	98
Beschreibung der Lernsituation	98
Technische Daten, Baugruppen	98
Technische Dokumentation	99
Inbetriebnahme und Instandhaltung	100
Instandhaltung und Wartung	101
Abnutzung, Abnutzungsvorrat	102
Beschreibung der Lernsituation	103
Kühlschmierstoffversorgung	103
Lernsituation Kühlschmierstoffversorgung	103
Wartung und Instandhaltung von Pumpen	106

Firmenverzeichnis	109
Beurteilen und Bewerten von Leistungen im Lernfeld	110
Kompetenzprofil	111
Bewertungsaspekte im berufsfachlichen und projektorientierten Bereich	112

Beschreibung der Lernsituation

Als Alternative zum Nachkauf von Ersatzteilen plant man in einer Werkstatt die Eigenfertigung von Bauteilen für einen Hülsenspanndorn. Die Planung gliedert sich in vielerlei Planungsschritte, ausgehend von der Funktionsanalyse, den Werkstoff- und Zeichnungsangaben über Fertigungsschritte bis zur Qualitätskontrolle von Bauteilen.



Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.
Copyright 2020 by Europa-Lehrmittel

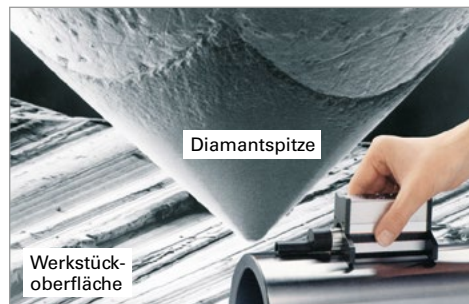
Stückliste

Pos.-Nr.	Menge/Einheit	Benennung	Werkstoff/Norm-Kurzbezeichnung	Bemerkung
1	1	Grunddorn	16MnCr5	
2	1	Spannkegel	42CrMo4	
3	1	Spannhülse	38Si7	
4	1	Halteplatte	16MnCr5	
5	1	Zwischenstück	44SMnPb28	
6	3	Zylinderschraube	ISO 4762 - M5 x 25 - 10.9	
7	1	Zylinderstift	ISO 8734 - 5 x 32 - C1	
8	2	Passfeder	DIN 6885 - A - 8 x 7 x 13	
Hülsenspanndorn Stückliste				

Rauheitskenngrößen

Alle spanenden Werkzeuge hinterlassen bei der Formgebung auf den Werkstücken verfahrensspezifische Bearbeitungsspuren.

Diese Bearbeitungsspuren sind für die Aufgaben und die Funktion der einzelnen Bauteile von größter Bedeutung. Zur eindeutigen Bewertung der Oberflächenbeschaffenheit werden grafische Symbole mit Zahlen-, Buchstaben- und Wortangaben verwendet.



1 Erläutern Sie die Bedeutung der Oberflächenzeichen.

Eintragungsbeispiel	Fertigungsverfahren	Rauheitsangabe
	Schleifen	Ra-Obergrenze = 1,6 µm

2 Für die Bestimmung der Oberflächenrauheit der Werkstücke werden vorwiegend die Kenngrößen Rz und Ra verwendet.

a) Tragen Sie die Bestimmungsgrößen von Rz und Ra in die beiden Rauheitsprofile (R-Profil) ein.

Größte Höhe des Profils Rz : l_r , Z_p , Z_v , R_t	Arithmetischer Mittelwert aus allen Profilordinaten Ra : I_n

b) Weshalb ist es sinnvoll, dass zur Kenngrößenermittlung von Rz und Ra im Regelfall das arithmetische Mittel aus fünf Einzelmessstrecken (Regelmessstrecke) verwendet wird?

c) Stellen Sie in der Tabelle zwei weitere Fertigungsverfahren und deren erreichbare Oberflächenrauheiten Ra und Rz bei üblicher Fertigung gegenüber.

Fertigungsverfahren	Oberflächenrauheit		Werkstücke/ Fertigungsaufgabe
	Ra in µm	Rz in µm	
Längsdrehen	0,8 bis 12,5	4 bis 63	Getriebewellen

Form- und Lagetolerierung

- 1 In Ihrer praktischen Grundausbildung Metall benutzten Sie sehr häufig einen Haarwinkel zum Prüfen von Werkstücken. Welche Eigenschaften der Werkstücke werden mit dem Haarwinkel geprüft?



- 2 Geben Sie an, worin sich diese beiden Merkmale grundsätzlich unterscheiden.

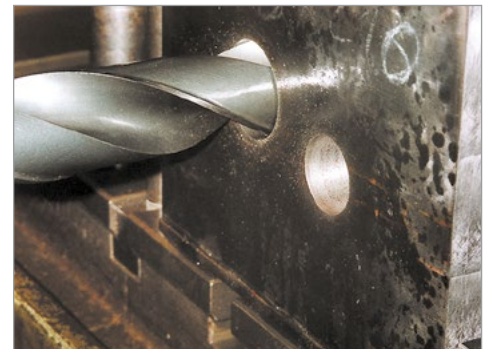
- 3 Mit einer 3-D-Messmaschine können geriebene Bohrungen in einer Grundplatte geprüft werden. Da die Bohrungen eine Tiefe $t > 2 \times$ Bohrungsdurchmesser haben, ertastet die Maschine je 4 Punkte in zwei Ebenen der Bohrung. Die Ebenen befinden sich am Anfang und am Ende der Bohrung, senkrecht zur Bohrungsachse.

Welche Angaben zur Bohrung können auf diese Weise bestimmt werden?



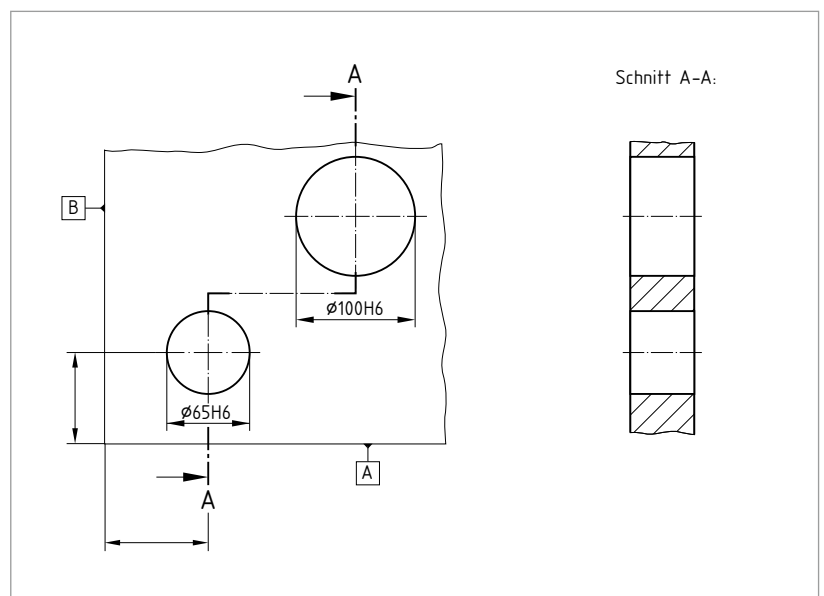
- 4 Die Lagerbohrung eines Getriebes werden hergestellt. Zählen Sie Form- und Lagerfehler auf, die hierbei entstehen könnten.

Form- oder Lagefehler	



- 5 Der Zeichnungsausschnitt zeigt maßstäblich den Teil der Getriebewandung, in dem sich die Lagerbohrungen der Zahnradwellen befinden.

- a) Tragen Sie einen Toleranzrahmen in die Zeichnung ein, der festlegt, dass die Bohrungsachsen nicht mehr als $\frac{2}{100}$ mm Parallelitätsabweichung haben dürfen.
- b) Legen Sie die Zylinderform der Bohrungen auf $\frac{3}{100}$ mm fest.
- c) Tragen Sie die Oberflächenzeichen für geriebene Bohrungen in die Zeichnung ein.
- d) Die Achse der Bohrung $\phi 65H6$ muss innerhalb eines Zylinders vom Durchmesser $t = 0,02$ mm liegen. Die Zylinderachse soll mit dem theoretisch genauen Ort der Bohrungsachse zu den Bezugsebenen A und B übereinstimmen.



Passungen

- 1 Folgende Bilder zeigen Baugruppen mit unterschiedlichen Funktionen.
- Welche Funktionseinheiten sind abgebildet?
 - Benennen Sie jeweils die relevanten Einzelteile, die miteinander in Verbindung stehen.
 - Geben Sie an, welche Eigenschaft/en die jeweilige Passung zwischen den Teilen aufweisen muss, um deren Funktion sicherzustellen und nennen Sie jeweils ein Beispiel.



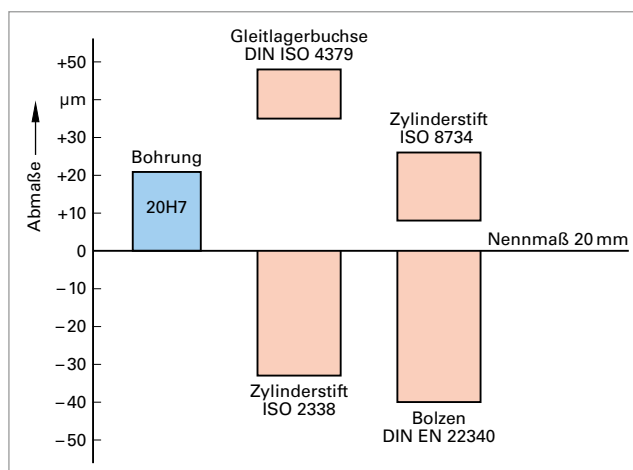
Bezeichnung der Funktionseinheit			
Relevante Teile	Rad und Radreifen	Kolben und Zylinderbohrung	Pinole und Reitstockbohrung
Eigenschaften der Passung			
Zu wählende Passungsart			
Beispiel (Einheitsbohrung)			

- 2 **Passungen beim Einbau verschiedener Normteile.** Welche Grenzpassungen ergeben sich im Passungssystem „Einheitsbohrung“, wenn in Bohrungen $\varnothing 20H7$ nachfolgende Normteile eingefügt werden:

- Zylinderstifte ISO 2338,
- Zylinderstifte ISO 8734,
- Bolzen DIN EN 22340,
- Gleitlagerbuchse DIN ISO 4379?

Tragen Sie in die abgebildeten Toleranzfelder die passenden Toleranzklassen der Normteile ein.

Geben Sie für die vier Normteile die Grenzmaße sowie das Passungsspiel bzw. -übermaß mit der Bohrung $\varnothing 20H7$ an.



Passmaß	Grenzmaße in mm		P_u/P_s in mm	
20H7	$G_{oB} =$	$G_{uB} =$		
a)	$G_{oW} =$	$G_{uW} =$	$P_{SH} =$	$P_{SM} =$
b)	$G_{oW} =$	$G_{uW} =$	$P_{SH} =$	$P_{uH} =$
c)	$G_{oW} =$	$G_{uW} =$	$P_{SH} =$	$P_{SM} =$
d)	$G_{oW} =$	$G_{uW} =$	$P_{SH} =$	$P_{uM} =$

- 3 Welchen Vorteil bietet das Passungssystem Einheitsbohrung?

Feinzeiger, Fühlhebelmessgerät

Mechanische Feinzeiger eignen sich für Messaufgaben, bei denen die Präzision der Messuhren nicht mehr ausreicht.

1 Wie groß ist die Skalenteilung bei mechanischen Feinzeigern?



2 Durch welches äußere Merkmal unterscheidet sich der Feinzeiger von analogen Messuhren?

3 Welche Vorteile bieten jeweils mechanische Feinzeiger bzw. digitale Ausführungen dieser Feinmessgeräte?

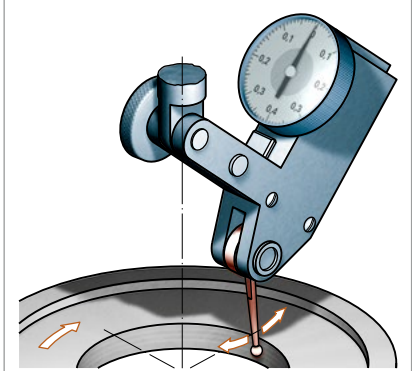
Vorteile von mechanischen Feinzeigern	Vorteile von digitalen Feinzeigern



Zur Vermessung von Bohrungen und Nuten, deren Durchmesser bzw. Breite geringer als 100 mm ist, eignen sich nur Fühlhebelmessgeräte.

4 Die Höhe der Bohrungsachse ($13 \pm 0,02$ mm) ist zu vermessen.

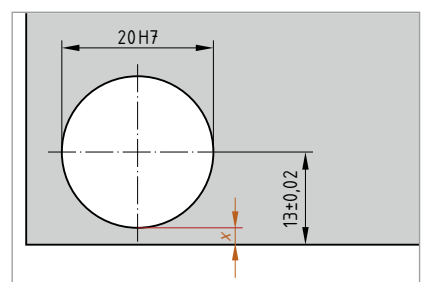
a) Welche Prüfwerkzeuge benötigen Sie zur Durchführung dieser Messung?



b) Beschreiben Sie den Vorgang stichwortartig.

5 Berechnen Sie, ob die Bohrungsachse innerhalb der vorgeschriebenen Toleranz liegt.

Istdurchmesser der Bohrung $d_B = 20,01$ mm; tiefster Punkt der Bohrung $x = 2,96$ mm.



Ergebnis:

6 Geben Sie an, zu welchem Zweck das Fühlhebelmessgerät in den folgenden Beispielen eingesetzt wird.

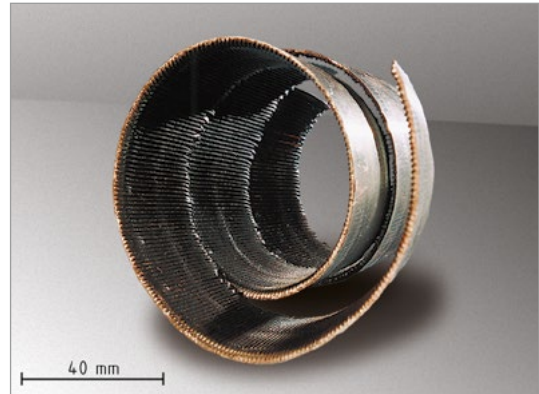


Zerspanungsprozess

- 1 Welche Spanformen sind allgemein im Fertigungsprozess erwünscht? – Begründen Sie Ihre Antwort!

- 2 Wie müssten die folgenden Einflussfaktoren gewählt werden, wenn in erster Linie günstige Spanformen erreicht werden sollen?

Schnittgeschwindigkeit	
Vorschub	
Schnitttiefe	
Schneidengeometrie	



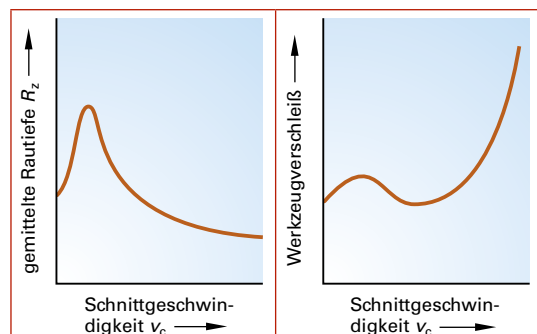
- 3 Welche Auswirkungen auf die Oberfläche des fertigen Werkstücks haben die vorgenannten Einstellungen?

- 4 Durch welche Maßnahme lässt sich die Oberflächengüte verbessern und welche Rolle spielt dabei die Spanleitstufe an der Werkzeugschneide?

- 5 Bezeichnen Sie die Verschleißformen, die in den Zeichnungen dargestellt sind, und nennen Sie Möglichkeiten, diese Verschleißformen zu verringern bzw. zu vermeiden.

- 6 Die beiden folgenden Diagramme zeigen den Werkzeugverschleiß bzw. die Oberflächengüte eines Werkstücks in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit v_c .

- a) Markieren Sie in beiden Diagrammen einen Bereich optimaler Schnittgeschwindigkeit.
b) Weshalb steigen Werkzeugverschleiß und Rautiefe schon bei geringer Schnittgeschwindigkeit an?



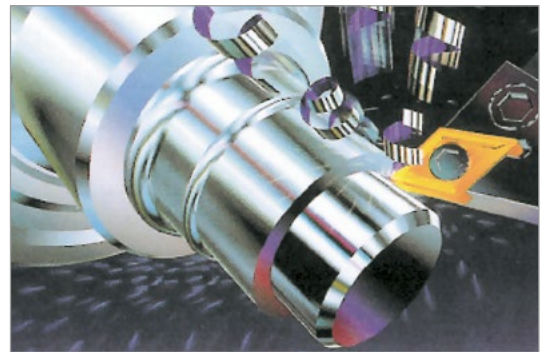
Schnitt- und Spannungsgrößen

- 1 Beim Zerspanungsprozess treten an der Werkzeugschneide in Richtung und Größe unterschiedliche Kräfte auf, welche in ihrer Gesamtheit die resultierende Zerspankraft F ergeben. Deren größte Einzelkomponente wird hierbei durch die Hauptschnittkraft F_c gebildet.

Vervollständigen Sie die nachstehende Tabelle, um die Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Einflussgrößen und der Schnittkraft F_c darzustellen.

Einflussgröße	Änderung der Einflussgröße	Änderung der Schnittkraft F_c
Werkstoff	Härte und Zugfestigkeit nehmen zu	Schnittkraft steigt
Spanwinkel γ		Schnittkraft steigt
Schnittgeschwindigkeit v_c	Schnittgeschwindigkeit nimmt zu	
Vorschub f		
Schnitttiefe a_p		
Verschleiß	Abnutzung der Werkzeugschneide	

- 2 An einer Welle aus nicht rostendem Stahl X30Cr13 mit dem Durchmesser $d = 60$ mm soll mit einer Schnitttiefe $a_p = 3,5$ mm längs geschruppt werden. Es kommt ein Drehmeißel mit Hartmetallwendeschneidplatte zum Einsatz, dessen Einstellwinkel $\chi = 85^\circ$ beträgt. Die CNC-Drehmaschine arbeitet mit einem Wirkungsgrad η von 0,8.



- a) Wählen Sie mithilfe Ihres Tabellenbuches die noch ausstehenden technologischen Daten für den Vorschub f , die zulässige Schnittgeschwindigkeit v_c und die spezifische Schnittkraft k_c .

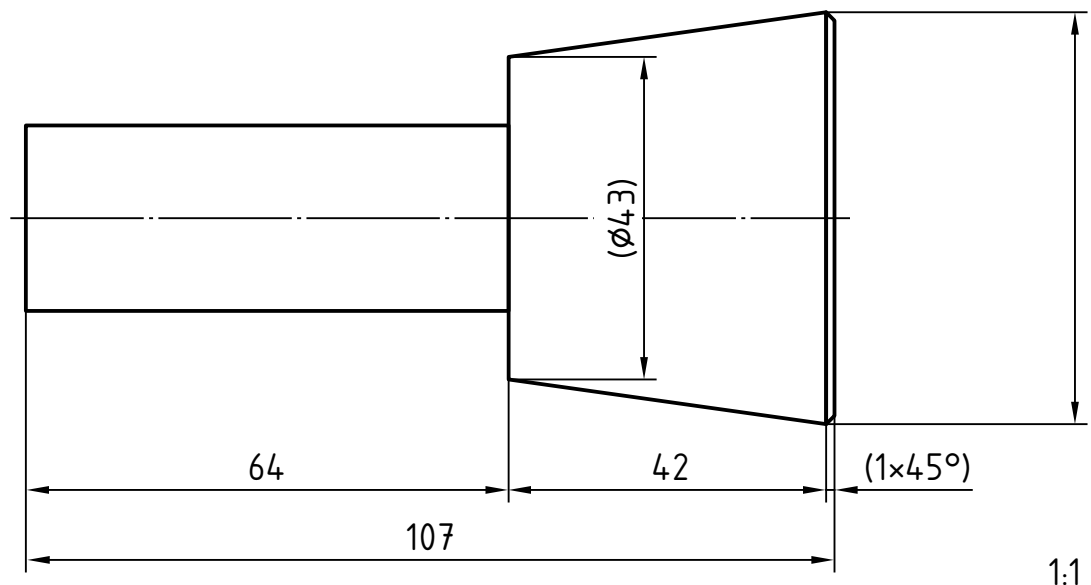
$$f =$$
 $V_c =$ $k_c =$

- b) Berechnen Sie die Spannungsdicke h , den Spannungsquerschnitt A und die Schnittkraft F_c .

- c) Berechnen Sie die für diese Arbeit erforderliche Antriebsleistung P_1 der Drehmaschine. Der Gesamtwirkungsgrad der Maschine beträgt $\eta = 0,8$.

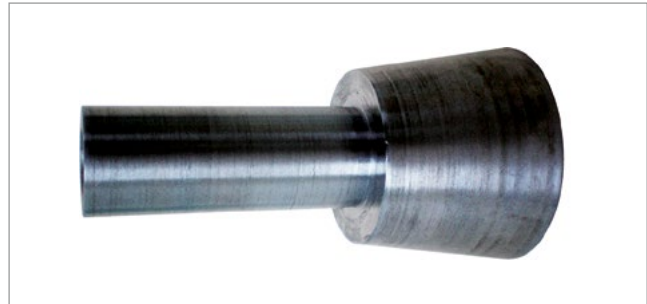
Fertigungsbezeichnung

- 4 Für eine geplante Fertigung des Spannkegels Pos. 2 soll die Einzelteilzeichnung normgerecht vervollständigt werden.
- Stellen Sie den Bereich des Innengewindes für das Einschrauben des Zwischenstückes Pos. 5 als Teilausbruch dar. Gewindegröße M14; nutzbare Gewindelänge 26,5 mm.
 - Tragen Sie für den Aufnahmedurchmesser im Grunddorn ($\varnothing 25$ mm) eine ISO-Toleranzklasse ein, so dass sich der Spanndorn im Grunddorn mit kleinem Spiel leicht bewegen lässt.
 - Vervollständigen Sie die unvollständige Kegelmäßung durch Eintragen der Kegelverjüngung 1:3,5, sowie des großen Kegeldurchmessers D und des Einstellwinkels $\frac{\alpha}{2}$ als weitere Hilfsmaße.
 - Die Mantelflächen des Aufnahmedurchmessers und des Kegels sollen durch ein geeignetes Wärmebehandlungsverfahren gehärtet werden. An der Oberfläche muss der HärteWert von 56 HRC bis 60 HRC erreicht werden. Im fertig bearbeiteten Zustand muss die Härtetiefe zwischen 0,8 mm und 1,6 mm durchlaufen.
 - Der Rz -Wert an den wärmebehandelten Mantelflächen darf $6,3 \mu\text{m}$ und bei allen übrigen Flächen $Rz = 25 \mu\text{m}$ nicht übersteigen.
 - Damit die Rundlaufabweichung der Spannflächen nicht zu groß wird, wird die Mantelfläche des Aufnahmedurchmessers 25 als Bezugselement A gekennzeichnet. Die Kegelmantelfläche darf bei Drehung um diese Aufnahme fläche eine maximale Rundlaufabweichung von 0,005 mm nicht überschreiten.
 - An der rechten Stirnseite muss am fertigen Bauteil eine Zentrierbohrung der Form A mit $d_1 = 3,15$ mm erhalten bleiben.
 - Für die Kanten des Spanndorns gilt allgemein: Außenkanten erhalten eine Abtragung zwischen 0,1 mm und 0,3 mm, Innenkanten dürfen einen Übergang von maximal 0,4 mm aufweisen.
 - Für Allgemeintoleranzen gilt DIN ISO 2768-mittel.



Fertigung Spannkegel

- 5 Der dargestellte Spannkegel (Fertigungszeichnung Seite 13) soll durch Drehen hergestellt werden. Ermitteln Sie für das Längsdrehen $\varnothing 25f7$ die Schnittwerte für das Schlichten bei Verwendung eines Hartmetall- bzw. eines HSS-Drehmeißels. Geben Sie einen Vorteil des jeweils verwendeten Schneidstoffes an.



Hartmetallwendeschneidplatten

HSS

Schnitt-

geschwindigkeit v_c

Vorschub f

Drehzahl n für $\varnothing 55$ mm

festgelegt mit $n =$

festgelegt mit $n =$

Jeweiliger Vorteil

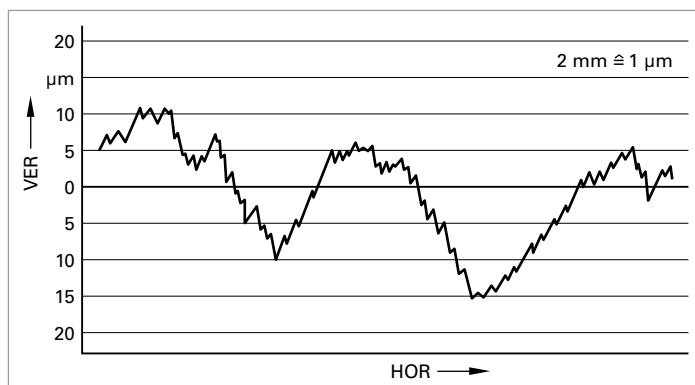
Zerspanungshauptgruppen

- 6 Ein sehr vielfältig verwendbarer Schneidstoff in der heutigen Fertigung ist Hartmetall.
- a) Vervollständigen Sie die Tabelle, in der die Zerspanungshauptgruppen der Hartmetalle dargestellt sind. (Bei den Eigenschaften ist ein entsprechender Pfeil einzutragen.)
- b) Unterlegen Sie die Felder der Zerspanungshauptgruppen mit den entsprechenden Farben.

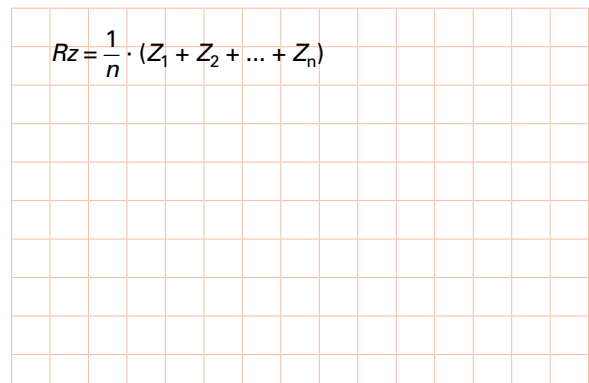
Zerspanungs- hauptgruppen		Zerspanungs-, Anwendungsgruppen		Eigenschaften
		Kurzzeichen	Anwendung für	
Kennbuchstabe		P 01		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Verschleißfestigkeit</div> <div style="margin: 0 10px;">↑</div> <div style="writing-mode: vertical-rl;">Zähigkeit</div> </div>
Kennfarbe		P 10		
		P 20 ...		
		bis P 50		
Kennbuchstabe		M 10		
Kennfarbe		M 20		
		M 30		hoch
		M 40		
Kennbuchstabe		K 01		
Kennfarbe		K 10		
		K 20 ...		niedrig
		bis K 40		

Rauwerte prüfen

- 7 Im Anschluss an die Fertigung des Spannkegels wird eine Rauheitsmessung am $\varnothing 25f7$ mit dem R_z -Wert $6,3 \mu\text{m}$ durchgeführt. Dabei wurde das nachfolgende Rauheitsprofil festgestellt.
- a) Werten Sie das Profil zeichnerisch aus und bestimmen Sie die Einzelrautiefen Z_1 bis Z_5 .
- b) Berechnen Sie aus den Einzelrautiefen den R_z -Wert und stellen Sie fest, ob die Oberfläche gut ist.



$$R_z = \frac{1}{n} \cdot (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n)$$



Lernfeld 5

Lernsituation Hülsenspanndorn



Messwerterfassung am Spannkegel

8 Zur Gewährleistung der Funktionssicherheit des Hülsenspanndorns müssen alle wichtigen Funktionsmaße des Spannkegels geprüft werden.

a) Wählen Sie geeignete Prüfmittel für die ausgegebenen Messgrößen aus.

Mess- größe	Winkel		Rundlauf		Oberflächengüte		Randschichthärte
Prüf- mittel							
Mess- ergebnis	$\alpha/2 =$				$Rz =$		HRC
Mess- größe	l_{Wst}	l_{Bund}	l_{Kegel}	$l_{Gewinde}$	M14	Passmaß ø25f7	
Prüf- mittel							
Mess- ergebnis	$l =$ mm	$l =$ mm	$l =$ mm	$l =$ mm			

b) Bewerten Sie wichtige Prüfmerkmale des Spannkegels mit den ermittelten Istmaßen!

Nr.	Prüfmerkmal	Sollwert	Istwert	Bewertung
1	Rundlauf des Spannkegels	0,005 mm		
2	Innengewinde M14	M 14 x 26,5		
3	Kegelwinkel $\alpha/2$	$\alpha/2 = 8,13^\circ$	$\alpha/2 =$	
4	Oberflächenrauheitswert Rz	$Rz = 6,3 \mu m$	$Rz =$	
5	Randschichthärte SHD	58 ± 2 HRC	HRC	
6	Passmaß $\varnothing 25f7$	25 – 41/ – 20		

Standzeit

9 Zwischen den Schnittgeschwindigkeiten sowie dem Verschleiß und der Standzeit eines Werkzeuges bestehen grundsätzliche Zusammenhänge, die sich auch durch noch so gute Schneidstoffe nicht auflösen lassen.

Definieren Sie den Begriff „Standzeit“ T eines Werkzeugs. Wovon ist sie hauptsächlich abhängig?

Schneidstoffauswahl

10 Bei der Auswahl des optimalen Schneidstoffs gibt es eine Vielzahl von Überlegungen.

Nennen Sie vier Ziele, die im Fertigungsprozess durch die richtige Schneidstoffauswahl erreicht werden können.

Arbeitsplan Spannkegel

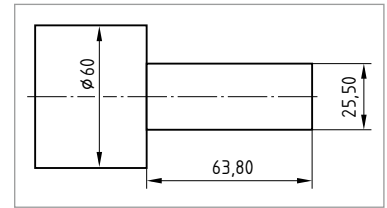
11 Erarbeiten Sie den vollständigen Arbeitsplan für die Herstellung des Spannkegels. Beachten Sie dabei die folgenden Hinweise für die einzelnen Spalten des Arbeitsplatzes.

- Ermitteln Sie die v_c -Werte mithilfe Ihres Tabellenbuches aus der Werkstoff-Schneidstoffkombination mit Drehmeißel aus Hartmetall.
- Berechnen Sie Drehzahlwerte $n_{\text{berechnet}}$ mit der Drehzahlformel, runden Sie auf ganze Zahlen.
- Bestimmen Sie die einzustellenden Drehzahlen durch die Normzahlenreihe n_{R20} .
- Ermitteln Sie die f - und a_p -Werte mithilfe ihres Tabellenbuches bzw. führen Sie die Werkzeugbewegungen aufgrund praktischer Erfahrungen von Hand aus.

Nr.	Fertigungsschritt	v_c m/min	$n \text{ min}^{-1}$		f mm	a_p mm
			berechnet	n_{R20}		
10	Rohteil prüfen $\varnothing 60 \times 109$	–	–	–	–	–
20	Rohteil kurz spannen	–	–	–	–	–
30	1. Seite Plandrehen	_____	_____	_____	_____	~ 0,5
40	Zentrierung ISO 6411-A3,15/6,7 bohren	12	_____	_____	_____	–
50	Kernloch $\varnothing 12$ bohren	_____	_____	_____	_____	_____
60	Gewindefase $2 \times 45^\circ$ senken	_____	_____	_____	_____	_____
70	Gewinde M 14 schneiden 26,5 mm tief	9	_____	_____	_____	_____
80	Absatz $\varnothing 25,2 \times 63,8$ Längsdrehen $i =$ _____	_____	_____	_____	_____	_____
90	Formdrehmeißel für Freistich DIN 509	120	1529	1400	Hand	0,4
100	Werkstück umspannen	_____	_____	_____	_____	_____
110	2. Seite auf Länge 107 mm Plandrehen	_____	_____	_____	_____	_____
120	Zentrierung ISO 6411 - A3,15/6,7 bohren	_____	_____	_____	_____	_____
130	Längsrunddrehen auf $\varnothing 56 \times 42$	_____	_____	_____	_____	_____
140	Kegeldrehen $\alpha/2 =$ _____ $d =$ _____ mm	_____	_____	_____	_____	_____
150	Fase $1 \times 45^\circ$ drehen	_____	_____	_____	_____	_____
160	Werkstück entgraten	_____	_____	_____	_____	_____
170	Einsatzhärten	Härtetemperatur $t_H = 820^\circ\text{C}$ bis 850°C				
180	Anlassen	Anlasstemperatur $t_A = 540^\circ\text{C}$ bis 680°C				
190	Außenrundscheifen: Kegel und $\varnothing 25f7$	$v_c = 30 \text{ m/s} \dots 35 \text{ m/s}$ $v_f = 10 \text{ m/min}$ $q = 125$				
200	Endkontrolle	lt. Prüfplan				

Fertigungs- und Belegungszeiten

Um die Fertigungskosten besser zu beherrschen, wird die Herstellungszeit beim Drehen des Absatzes am Spannkegel ermittelt. Für den Versuch wird lediglich der Durchmesser 25,5 mm in Längsrichtung bearbeitet.



- 12 a) Die Belegungszeit zur Herstellung des Absatzes teilt sich in Rüstzeit und Ausführungszeit. Erklären Sie kurz die Bedeutung dieser Begriffe.

Rüstzeit:

Ausführungszeit:

- b) Die Ausführungszeit teilt sich in die Hauptnutzungszeit und Nebennutzungszeiten. Erläutern Sie kurz die Begriffe.
- c) Welche Einzeltätigkeiten sind nötig, um die Maschine zu rüsten? Tragen Sie diese in die Tabelle ein.
- d) Schätzen Sie die Dauer der einzelnen Rüstzeiten und ergänzen Sie diese in der Tabelle.

Hauptnutzungszeit:

Nr.	Rüsten	Zeit geschätzt
	Rüstzeit Σ	

Nebennutzungszeit:

- e) Berechnen Sie die Hauptnutzungszeit t_h für das Drehen des Absatzes mit einem HSS-Drehmeißel:

$v_c =$ _____ $a_p =$ _____
 $f =$ _____ $l_a =$ _____

- 13 Welche Nebennutzungszeiten entstehen beim Drehen des Absatzes. Tragen Sie diese in die Tabelle ein.

- Schätzen Sie die Nebenzeiten und halten Sie diese in der Tabelle fest.
- Fertigen Sie den Absatz und nehmen Sie die einzelnen Zeiten mit einer Stoppuhr auf.
- Vergleichen Sie die geschätzten und die gestoppten Zeiten in der unteren Tabelle miteinander und bilden Sie jeweils die Gesamtsumme für die Maschinenbelegungszeit.

[illegible]

Belegungszeit für das Drehen des Absatzes				
Zeiten	Rüsten t_r	Hauptnutzungszeit t_h	Nebennutzungszeit t_n	Summe
geschätzt/berechnet				

Lernfeld 5

Lernsituation Biegevorrichtung



Beschreibung der Lernsituation

Eine Ausbildungswerkstatt erhält den Auftrag, für die Bewertung von Werkstoffeigenschaften z.B. Rückfederung, Biegeradius usw. eine Biegevorrichtung zu fertigen.

Mit der Biegevorrichtung ist es möglich, kreisförmige Bleche mit unterschiedlichen Durchmessern herzustellen.

Bevor Sie an die Fertigung gehen, müssen jedoch noch Arbeitspläne, Zeichnungen und die Stücklisten erstellt bzw. ergänzt werden.



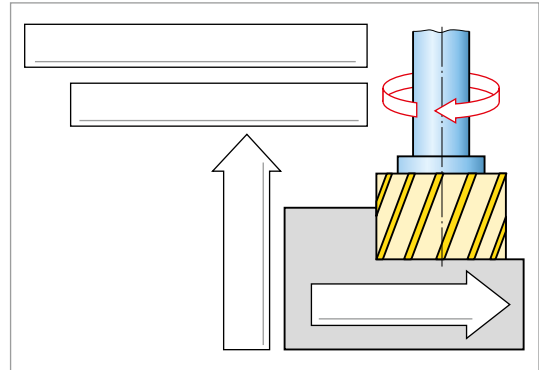
Stückliste

Pos.-Nr.	Menge Einheit	Benennung	Werkstoff/ Norm-Kurzbezeichnung			
1	1	Grundplatte	- 80 × 10 × 102 -			
2	1	Führungsleiste links	- 25 × 15 × 87 -			
3	1	Führungsleiste rechts	- 25 × 15 × 87 -			
4	1	Schlitten	- 40 × 12 × 47 -			
5	1		- 15 × 12 × 82 -			
6	1	Stellspindel	- Ø16 -			
7		Lagerschraube	- Ø16 -			
8		Antriebsrolle	- Ø25 - C60E+QT			
9		Biegerollen	- Ø25 - C60E+QT			
10	1		- Ø12 -			
11	1		- Ø8 -			
12	1		- Ø5 -			
13		Scheibe	CuZn37 Rd Ø20 von der Stange			
14	1	Halteblech	CuZn37 Bl 12 × 2 × 30			
15	1	Klemmschraube	CuZn37 Rd Ø20 von der Stange			
16		Kugel				
17		Zylinderschraube				
18		Zylinderstift				
19		Zylinderschraube				
20		Gewindestift				
		Biegevorrichtung Stückliste				

Fräsen

- 1 Die Führungsleisten (Pos. 2 und 3) werden mit einem Walzenstirnfräser überfräst. Beim Walzenstirnfräsen steht die Fräserachse senkrecht zur Bearbeitungsfläche.

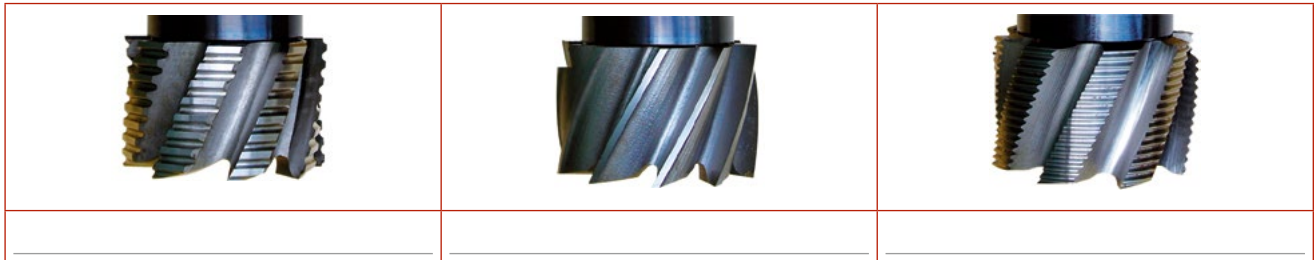
- a) Tragen Sie an die Pfeile die Begriffe Schnittbewegung, Zustellung und Vorschub mit den jeweiligen Kurzzeichen ein.
b) Welche Anforderungen müssen Spannsysteme für Fräser erfüllen?



- c) Welche Vorteile bietet das Stirnfräsen gegenüber dem Walzenfräsen?

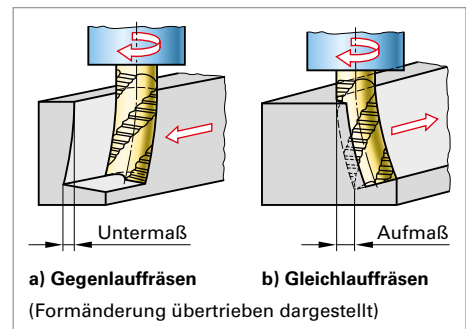
- 2 Für das Fräsen des Absatzes an den Führungsleisten (Pos. 2 und 3) können Fräser mit unterschiedlichen Zahnformen eingesetzt werden.

Ordnen Sie die Begriffe: Schrupp-, Schrupp/Schlicht- und Schlichtfräsen den einzelnen Zahnformen zu.



- 3 Beim Fräsen des Absatzes wirken die Schnittkräfte auf den Fräser und die Maschine. Dies führt zu einer Abweichung von der Kontur.

- a) Welche Auswirkung hat diese Abweichung auf die Maßhaltigkeit beim Gleich- und Gegenlaufräsen?



- b) Worauf ist bei der Auswahl des Fräserdurchmessers für das Fräsen des Absatzes zu achten?

- c) Welche Anforderungen müssen an eine Werkzeugfräsmaschine gestellt werden, wenn sie für das Gegenlaufräsen und das Gleichlaufräsen eingesetzt werden soll?