



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für Metallberufe

# **Arbeitsbuch Zerspantechnik**

## **Lernfelder 5 bis 13**

2. verbesserte Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und Ingenieuren

Leiter des Arbeitskreises: Armin Steinmüller

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

**Europa-Nr.: 14832**

## **Autoren**

Bergner, Oliver	Dipl.-Berufspädagoge	Dresden
Dambacher, Michael	Studiendirektor	Hüttlingen
Gresens, Thomas	Dipl.-Berufspädagoge	Schwerin
Kretzschmar, Ralf	Dipl.-Ing.-Pädagoge	Lichtenstein
Krämer, Andreas	Dipl.-Ingenieur	Kronberg

## **Lektor und Leiter des Arbeitskreises**

Armin Steinmüller, Dipl.-Ing., Hamburg

Bildentwürfe: Die Autoren

Fotos: Leihgaben von Firmen (Verzeichnis, letzte Seite)

Der Abdruck des Umschlagbildes erfolgt mit freundlicher Genehmigung der Firma  
Gleason-Pfauter Maschinenfabrik GmbH in 71636 Ludwigsburg.

Bildbearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer  
GmbH & Co. KG, Ostfildern

2. Auflage 2012

Druck 5 4

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

Diesem Buch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter und der VDI/VDE-Richtlinien zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter und die VDI/VDE-Richtlinien selbst.

Verlag für DIN-Blätter: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10625 Berlin

Verlag für die VDE-Bestimmungen: VDE-Verlag GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin

**ISBN: 978-3-8085-1488-7**

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

© 2012 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG,  
42781 Haan-Gruiten, <http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Meis satz&more, 59469 Ense

Umschlag: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlagfoto: nach einer Idee von Ralf Kretzschmar

Druck: RCOM Print GmbH, 97222 Würzburg-Rimpar

## Vorwort

Mit diesem Arbeitsbuch wollen die Autoren und der Verlag Berufsschülern und Lehrern bei der Ausbildung der Zerspansungsmechaniker ein Arbeitsmittel in die Hand geben, mit dessen Hilfe die im Unterricht erworbenen Kenntnisse vertieft und erweitert werden können. Die Beschäftigung mit umfangreichen praxisnahen Aufgaben soll die Fähigkeit stärken, auf der Basis des vorhandenen Wissens und zusätzlicher Informationen neue berufliche Probleme zu analysieren und selbstständig zu bearbeiten. Das methodische Vorgehen dabei wird auf der folgenden Seite ausführlich dargestellt.

Neben dem Arbeitsbuch für die Schüler steht den Lehrern ein Lösungsbuch zur Verfügung, das ihnen die Unterrichtsvorbereitung und die Aufgabenstellung erleichtern kann. Hier finden sie neben dem vollständigen Text des Arbeitsbuches alle dort durch die Schüler in den Freiräumen direkt unterhalb der Aufgaben einzutragenden Lösungen. Darüber hinaus existieren Fragestellungen, zu denen die Antworten freier zu formulieren sind oder die ausführlicher beantwortet werden müssen (grüne Ziffern vor der Aufgabe). Ausgewählte Lösungsvorschläge stehen im Anhang des Lösungsbuches. Jedem Lösungsbuch liegt eine CD bei, die alle Lösungsvorschläge enthält.

Alle Seiten des Arbeitsbuches sind perforiert und gelocht, damit der Schüler sie zusammen mit anderen Unterrichtsmaterialien systematisch einordnen und für die Prüfungsvorbereitung sammeln kann.

Für die **2. Auflage** wurden Fehler beseitigt, manche Einzelheiten verbessert und einige Aufgaben aktualisiert.

Die Autoren und der Verlag werden auch weiterhin jedem Leser für Verbesserungsvorschläge und Fehlerhinweise dankbar sein, die die Weiterentwicklung dieses Unterrichtswerkes fördern können. Ihre Zuschriften senden Sie bitte an [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de).

Frühjahr 2012

Autoren und Verlag

## Inhaltsverzeichnis

### Lernfelder

#### Lernsituationen

<b>LF 5</b>	<b>Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigung</b>	<b>5</b>
LS 5.1	Vorbereiten eines wirtschaftlichen Fertigungsprozesses	5
LS 5.2	Ausführen eines Fertigungsauftrages	12
LS 5.3	Fertigungsvorbereitung für eine Distanzscheibe	18
LS 5.4	Arbeitsmittel und Fertigungsparameter beim Schleifen	30
<b>LF 6</b>	<b>Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen</b>	<b>31</b>
LS 6.1	Warten einer Drehmaschine	31
LS 6.2	Warten einer Fräsmaschine	37
LS 6.3	Beachten und Anwenden sicherheitstechnischer Maßnahmen	41
<b>LF 7</b>	<b>Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme</b>	<b>43</b>
LS 7.1	Pneumatischer Werkstückvereinzeler mit einem Zylinder	43
LS 7.2	Erweitern des Werkstückvereinzellers	47
LS 7.3	Optimieren der Funktion	53
LS 7.4	Umrüsten der Schaltung auf Elektropneumatik	56
<b>LF 8</b>	<b>Programmieren von und Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen</b>	<b>61</b>
LS 8.1	Die Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen vorbereiten	61
LS 8.2	Die Bearbeitung planen	65
LS 8.3	Die Fertigung des Grundkörpers durchführen	69
LS 8.4	Die Fertigung des Grundkörpers prüfen und optimieren	71
LS 8.5	Die CNC-Fertigung eines Drehteils planen, durchführen und prüfen	73
LS 8.6	Die Fertigung der Außenkontur optimieren	76
LS 8.7	Die Fertigung der Innenkontur optimieren	76
LS 8.8	Die Fertigung eines Frästeils planen, durchführen, prüfen und optimieren	77
LS 8.9	Die Bearbeitung eines Dreh-/Frästeils planen und vorbereiten	79
<b>LF 9</b>	<b>Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren</b>	<b>81</b>
LF 9.1	Feinbearbeitung von Spannbacken	81
LF 9.2	Herstellen eines Kegellehrdorns	86
LF 9.3	Feinbearbeitung eines Einspritzzylinders	92

### Lernfelder

#### Lernsituationen

<b>LF 10</b>	<b>Optimieren des Fertigungsprozesses</b>	<b>97</b>
LS 10.1	Eingangs- und Ausgangsgrößen des Zerspanungsprozesses	97
LS 10.2	Trockenbearbeitung	99
LS 10.3	Minimalmengenschmierung	102
LS 10.4	Hartbearbeitung	105
LS 10.5	Hochgeschwindigkeitsbearbeitung	109
LS 10.6	Bewerten von Werkzeugverschleiß	112
<b>LF 11</b>	<b>Teilsysteme rechnergestützter Produktionseinrichtungen</b>	<b>113</b>
LS 11.1	Rechnergestützte Fertigung	113
LS 11.2	Schnittstellen der Datenübertragung	114
LS 11.3	Rechnergestützte Betriebsmittel- und Werkzeugverwaltung	116
LS 11.4	Flexible Fertigungssysteme	117
LS 11.5	Maschinenfähigkeitsnachweis	119
LS 11.6	Industrieroboter	122
LS 11.7	Parameterprogrammierung	125
LS 11.8	CAD-CAM-Kopplung	128
LS 11.9	Die Komplettbearbeitung eines Frästeils planen und vorbereiten	129
<b>LF 12</b>	<b>Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrages</b>	<b>131</b>
LS 12.1	Herstellen einer Grundaufnahme	131
LS 12.2	Lasten anschlagen	136
<b>LF 13</b>	<b>Organisieren und Überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung</b>	<b>141</b>
LS 13.1	Auftragsorganisation	141
LS 13.2	Anforderungen an ein betriebliches Qualitätsmanagementsystem	143
LS 13.3	Betriebliches Audit	145
LS 13.4	Die Prozessfähigkeit untersuchen	146
LS 13.5	Eine Prozessregelkarte erstellen und auswerten	149
LS 13.6	Betriebsdatenerfassung	151
<b>Sachwortverzeichnis</b>		<b>3. US</b>
<b>Firmenverzeichnis</b>		<b>3. US</b>

## Didaktisch-methodische Hinweise zum Einsatz dieses Arbeitsbuches im Unterricht

Absicht der vor einigen Jahren durch alle zuständigen Gremien erarbeiteten neuen Lehrpläne ist es, die zukünftigen Gesellen und Facharbeiter auf die Anforderungen des beruflichen Lebens vorzubereiten. Erreicht werden soll dies durch eine Annäherung des Fachtheorie-Unterrichts in der Berufsschule an praxisrelevante berufliche Handlungen.

Für dieses Arbeitsbuch wurden Aufgaben ausgesucht, die betriebliche Handlungen beschreiben, aus denen entsprechende Arbeitsaufträge entstanden sind. Sowohl im Fachtheorie-Unterricht als auch in Zusammenarbeit mit dem Ausbildungsbetrieb lassen sie sich theoretisch und praktisch lösen. Bei sorgfältiger und umfassender Bearbeitung werden alle Lerninhalte des entsprechenden Lernfeldes damit zu einem großen Teil erarbeitet.

Neben freien Zeilen, in denen durch Eintragen der Lösungen hauptsächlich das notwendige Basiswissen überprüft werden soll, gibt es zusätzlich Aufgaben, in denen dieses Wissen in freier Form angewendet wird. Die Lösungen dieser Aufgaben finden sich teilweise am Schluss des Lösungsbuches und vollständig auf einer beigelegten CD. Es wird vorgeschlagen, neben einem Fachkundebuch und einem Tabellenbuch auch zusätzliche Unterlagen, wie zum Beispiel technische Zeichnungen, Arbeitspläne oder Übersichten zu verwenden. Sinnvoll ist es auch, betriebliche Unterlagen des Ausbildungsbetriebes soweit wie irgend möglich einzusetzen.

Die neun Lernfelder werden jeweils in einzelne Lernsituationen aufgegliedert. Innerhalb jeder Lernsituation wird neben der Lösung von Einzelaufgaben auch das Herangehen an eine größere Aufgabe geübt. Alle Arbeitsaufträge werden in der Abfolge **Analysieren**, **Planen**, **Durchführen** und **Beurteilen** durchgeführt. Diese Abschnitte sind wie auf dieser Seite farblich gekennzeichnet, sodass die Abfolge der einzelnen Arbeitsphasen sofort erkennbar ist.

### Betrieblicher Arbeitsauftrag

Ausgehend von einer fiktiven Firma wird ein Arbeitsauftrag zuerst kurz beschrieben. Eine Benummerung gibt an, welchem Lernfeld die entsprechende Lernsituation zuzuordnen ist. Als Beispiel: 8.1 entspricht der ersten Lernsituation für den ersten Arbeitsauftrag des Lernfeldes 8. Hier wird jeweils der Arbeitsauftrag oder der betriebliche Auftrag soweit erläutert, dass der Auszubildende sich orientieren kann und weiß, welche Informationen er im nächsten Schritt einholen muss um den Auftrag durchzuführen.

### Analysieren

In diesem Abschnitt werden die notwendigen Einzelheiten zur Bearbeitung des Auftrages aufgeführt und in einer Informationsphase in unterschiedlichem Maße durch den Nutzer selbst erarbeitet. Das Analysieren bedeutet eine aktive Auseinandersetzung mit dem Arbeitsauftrag und die Bereitstellung aller zum Verständnis und zur weiteren Abarbeitung des Arbeitsauftrages notwendigen Informationen.

### Planen

Um professionell handeln zu können, muss der zukünftige Facharbeiter fehlerfrei und optimal alle Arbeitsschritte planen. Im Arbeitsbuch werden Planungsunterlagen vorgestellt. Im konkreten Fall müssen sie selbst erstellt und mit Vorüberlegungen über zu erwartende Problemstellungen ergänzt werden.

### Durchführen

Der Arbeitsauftrag kann nach Erarbeitung der notwendigen Vorkenntnisse sowohl theoretisch nachvollzogen als auch im Ausbildungsbetrieb oder in der Lehrwerkstatt praktisch durchgeführt werden.

### Beurteilen (zusammen mit Dokumentieren und Präsentieren)

Die gefundenen Lösungswege sollen möglichst in Gruppenarbeit vorgestellt, diskutiert und bewertet werden. Der Vergleich teilweise unterschiedlicher Lösungswege soll in Fachgesprächen den Lernprozess unterstützen.



LF 5

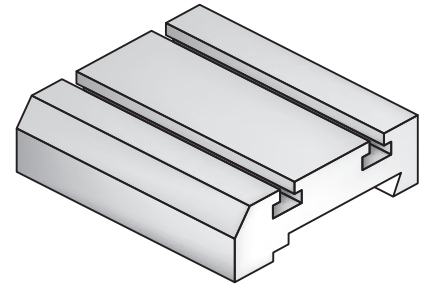
**Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren**  
*Using metal-cutting processes to manufacture building elements*



### Betrieblicher Arbeitsauftrag *Production work order*

Sie werden beauftragt die Fertigung eines Maschinentisches vorzubereiten. Durch Planfräsen soll ein Rohteil, Werkstoff S235JR, mit den Maßen 195 x 60 x 40 auf Ober- und Unterseite geschruppt werden.

Anschließend muss eine Seite geschlichtet werden. Vorab ist es notwendig den Zerspanungsprozess genauer zu betrachten und Schnittwerte zu ermitteln. Möglicherweise auftretende Probleme müssen vorab erkannt werden, um durch geschickte Auswahl der Fertigungsparameter einen reibungslosen und wirtschaftlichen Produktionsprozess zu gewährleisten.



### Lernsituation 5.1 Vorbereiten eines wirtschaftlichen Fertigungsprozesses

*Preparing economical production processes*

#### Analysieren

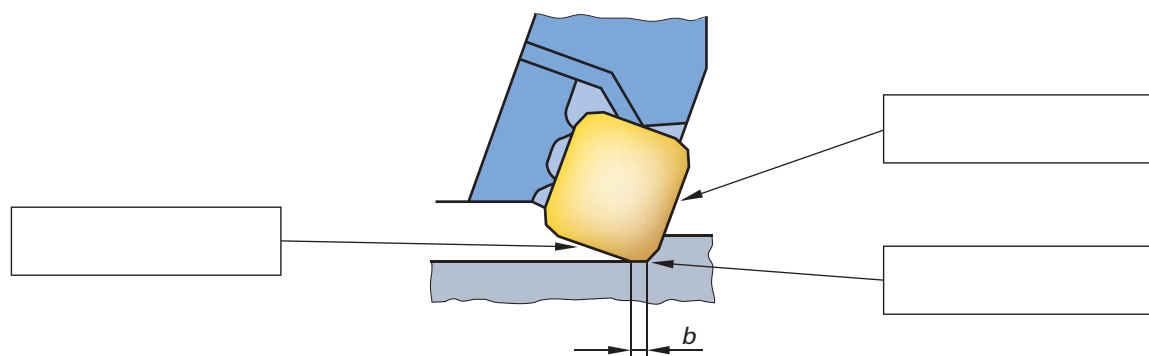
Die sorgfältige Auswahl von Schneidstoff und Fräswerkzeug und die Ermittlung der genauen Schnitt-daten ermöglichen einen wirtschaftlichen und zuverlässigen Herstellungsprozess.

#### Auswahl des Schneidstoffs und der Werkzeugschneide

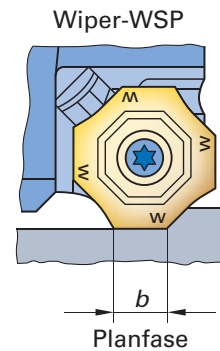
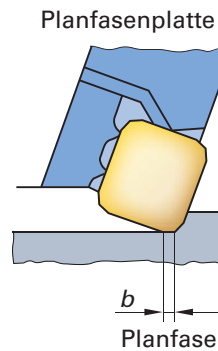
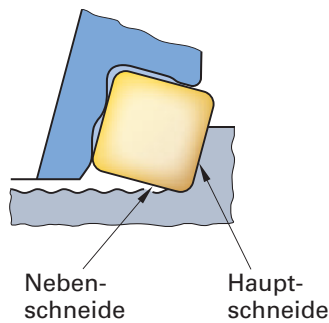
Für die Schrupp- und Schlichtarbeiten soll ein Planfräskopf verwendet werden.

1. In der Fachliteratur (z. B. Tabellenbuch) finden Sie eine Übersicht über gängige Schneidstoffe. Vergleichen Sie die Schneidstoffe hinsichtlich des Einsatzgebietes und der Eigenschaften. Wählen Sie den für die meisten Bearbeitungsfälle Günstigsten aus und begründen Sie Ihre Entscheidung.


2. Tragen Sie in der Skizze die Hauptschneide, die Nebenschneide und die Planfase ein.



3. Stellen Sie fest, warum es unterschiedliche Schneidplatten und Spannsysteme für das Schruppen (Vorfräsen) und das Schlichten (Fertigfräsen) gibt. Markieren Sie unter den folgenden Bildern, welche der abgebildeten Variante eher zum Schruppen oder welche zum Schlichten geeignet ist?





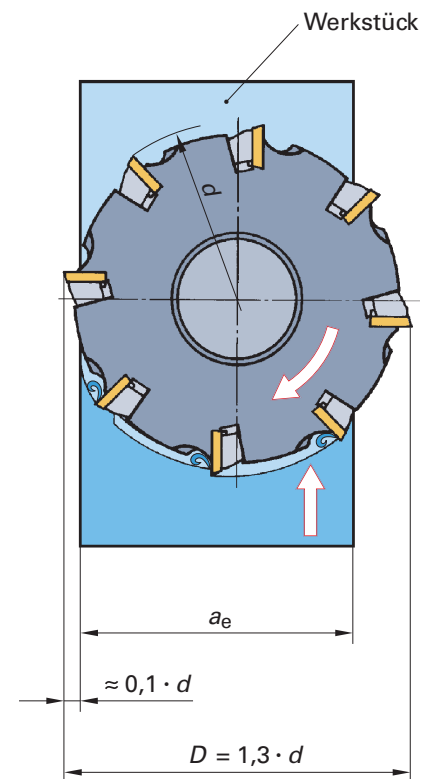
4. Notieren Sie, was bei der Endbearbeitung mit Breitschichtplatten hinsichtlich Vorschub je Fräserumdrehung zu beachten ist, um eine hohe Oberflächengüte zu erreichen?

5. Informieren Sie sich über die prinzipiellen Ursachen des Verschleißes bei Werkzeugschneiden. Vervollständigen Sie anschließend die untenstehende Tabelle über die Ursachen der verschiedenen Verschleißformen am Werkzeug.

Prinzipielle Ursachen sind:

Verschleißformen		Kolkverschleiß		Schneidkantenverschleiß	Schneidenausbruch	Aufbauschneide
Bild						
Verschleißort an der Schneidplatte						auf der Spanfläche an der Schneidkante
Ursache		Abrieb und Diffusion				

6. In der Zeichnung werden Aussagen zur Positionierung des Planfräasers über dem Werkstück getroffen. Erarbeiten Sie mit einem Mitschüler die Informationen bezüglich des idealen Fräserdurchmessers und der außermittigen Lage. Notieren Sie auch, was damit erreicht werden soll. Tauschen Sie sich über diesbezügliche Erfahrungen in Ihrem Ausbildungsbetrieb aus. Belegen Sie anschließend Ihre Erkenntnisse durch Fachliteratur. Fassen Sie die Ergebnisse in wenigen Sätzen zusammen.

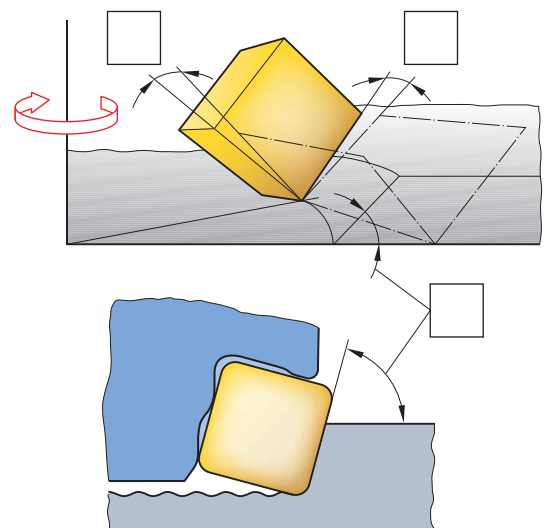
## Schneidengeometrie

7. Informieren Sie sich über die Schneidengeometrie an der Werkzeugschneide. Tragen Sie anschließend die durch Pfeile gekennzeichneten Winkel in die Zeichnung ein. Ergänzen Sie die Legende.

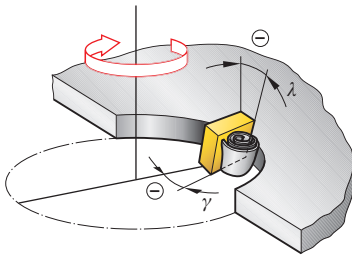
-winkel =

-winkel =

-winkel =



Beim Planfräsen werden drei Geometrieausführungen unterschieden:



**Doppelt-negative Geometrie**

---

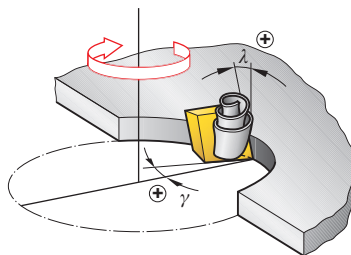


---



---

**Erfordert hohe Antriebsleistung**



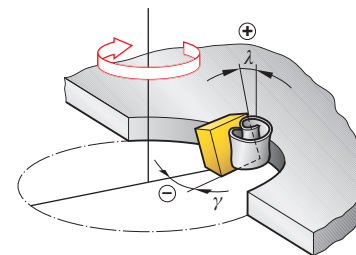
**Doppelt-positive Geometrie**

**Für dünnwandige, instabile Werkstücke, Teile mit Risiko zum Kaltverfestigen**

---



---



**Positiv-negative Geometrie**

---



---



---

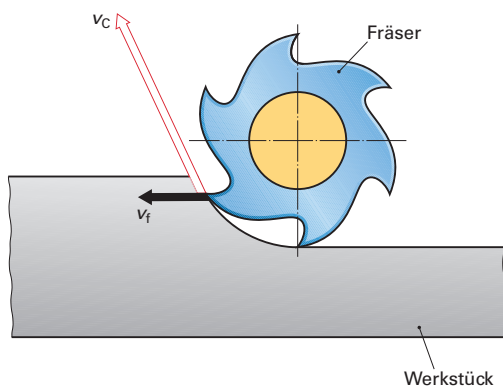
**Wird auch „clear shear“-Schnitt genannt.**

8. Ergänzen Sie die Erläuterungen!

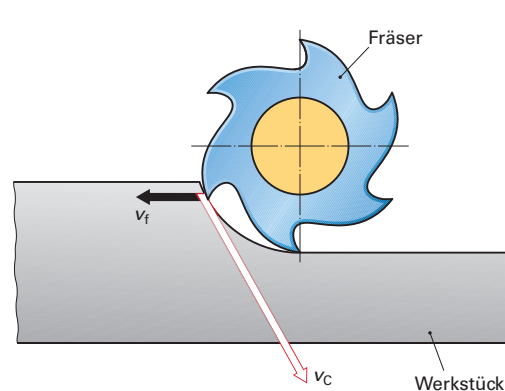
## Schnittkraft und Schnittleistung

9. Die **Schnittkräfte** wirken der Wirkrichtung (Schnitttrichtung) jeweils entgegen. Der **Eingriffswinkel** ergibt sich aus dem Anschnitt der Schneide bis zum Verlassen der Bearbeitungszone. Zeichnen Sie den Eingriffswinkel  $\varphi_s$  und mit Pfeilen die Schnittkraft  $F_c$  und die Vorschubkraft  $F_f$  für das Gegenlaufräsen, Gleichlaufräsen und das Symmetrische Stirnplanfräsen (nächste Seite) farbig ein.

Hinweis: Zur Vereinfachung nehmen Sie eine Hartmetallplatte oder einen ähnlichen Körper zur Hand und stellen die Lage der Schneidplatte auf der Zeichnung nach.

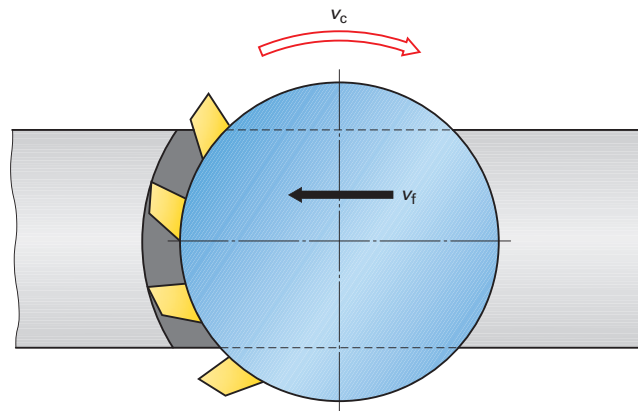


**Gegenlaufräsen**



**Gleichlaufräsen**





### Symmetrisches StirnplanfräSEN

**Hinweis zur spezifischen Schnittkraft:**

Die in Tabellen verfügbaren spezifischen Schnittkräfte werden durch Versuche ermittelt. Werkzeug- und werkstoffabhängig ergeben sich unterschiedliche Werte, die unterschiedliche Angaben in Tabellen zur Folge haben. Außerdem werden zum Teil weitere Faktoren berücksichtigt, wie z. B. ein gewisser Grad der Werkzeugabnutzung. Das von Ihnen genutzte Tabellenbuch kann also ein von diesem Lösungsvorschlag abweichendes Ergebnis erbringen. Diese Lösung orientiert sich an der Tabelle im Lehrbuch Fachbildung Zerspantechnik.

**10. Wie werden Schnittkraft und Schnittleistung ermittelt? Wozu werden diese Daten benötigt?**

Die Schnittkraft  $F_C =$  \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ wird benötigt um

Die Schnittleistung  $P_C =$  \_\_\_\_\_ wird benötigt um

**Planen****11. Informieren Sie sich, welche Hilfsmittel Ihnen zur Verfügung stehen, um die notwendigen Berechnungen über auftretende Kräfte und die erforderliche Maschinenleistung durchzuführen. Notieren Sie die Wichtigsten.**


**12. Informieren Sie sich über die Kenndaten (z. B. die Antriebsleistung) geeigneter FräSmaschinen Ihrer Schule oder des Ausbildungsbetriebes.****Durchführen****13. Ermitteln Sie die Antriebsleistung und die Hauptnutzungszeit für das StirnplanfräSEN des Rohteils gemäß Arbeitsauftrag (Seite 5). Beide Seiten sollen durch PlanfräSEN bearbeitet werden. Eine Seite soll mit einer Schnitttiefe  $a_p = 1$  mm geschichtet werden. Das Endmaß ( $T$ ) beträgt 32,5 mm. Fertigen Sie eine Skizze des Rohteils an. Überlegen Sie, welches Spannmittel Sie verwenden werden.**

Weitere Angaben:

Fräserdurchmesser:	$D = d = 90 \text{ mm}$	Vorschub je Schneide:	$f_z = 0,3 \text{ mm}$
Zähnezahl:	$z = 14$	Einstellwinkel:	$\kappa = 45^\circ$
Schneidstoff:	Hartmetall	Neigungswinkel:	$\lambda = 19^\circ$
Schnittgeschwindigkeit:	$v_c = 60 \text{ m/min}$	An- und Überlauf:	$l_a = 5 \text{ mm}; l_u = 5 \text{ mm}$

14. In einem ersten Bearbeitungsschritt soll die Oberfläche beidseitig um 3,25 mm geschruppt werden. Ergänzen Sie die Berechnungstabelle um die fehlenden Angaben.

Bezeichnung	Formelzeichen	Formel	Berechnung	Ergebnis
Schnittbreite				
Schnitttiefe				
Eingriffswinkel				
Spanungsdicke				
Anzahl der Schneiden im Eingriff	$z_e$			
	$A$			
	$n$			
	$v_f$			
		$a_p \cdot a_e \cdot v_f$		
Spezifische Schnittkraft		$k_c = \frac{k_{c1.1}}{m_c}$	$k_{c1.1}$ und $m_c$ abgelesen in der Richtwerttabelle für S235	$\frac{1610 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{0,27^{34}} = 2513 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
	$F_C$			
Schnittleistung		$F_C \cdot v_c$		
Antriebsleistung	$P_a$	$\frac{P_C}{\eta}$		
Anschnitt				
Vorschubweg				
Hauptnutzungszeit	$t_h$			

15. Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse untereinander.



16. Ermitteln Sie die Schnittdaten für die Schlichtbearbeitung bei einem Vorschub je Zahn  $f_z = 0,1 \text{ mm!}$

Bezeichnung	Formelzeichen	Formel	Berechnung	Ergebnis
Schnittbreite				
Schnitttiefe				
Eingriffswinkel		$\sin \frac{\varphi_s}{2} = \frac{a_e}{a}$	$\sin \frac{\varphi_s}{2} = 0,66$	
Spanungsdicke				
Anzahl der Schnei- den im Eingriff	$z_e$			
	$A$			
	$n$			
	$v_f$			
		$a_p \cdot a_e \cdot v_f$		
Spezifische Schnittkraft		$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^{m_c}}$	$k_{c1.1}$ und $m_c$ abgelesen in der Richtwerttabelle für S235	$\frac{1610 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{0,27^{34}} = 2513 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
	$F_c$			
Schnittleistung		$F_c \cdot v_c$		
Antriebsleistung	$P_a$	$\frac{P_c}{\eta}$		
Anschnitt				
Vorschubweg				
Hauptnutzungszeit	$t_h$			

17. Überlegen und formulieren Sie, was beim Spannen des Werkstückes hinsichtlich der Spannbacken beachtet werden muss.
18. Vergleichen Sie die Leistungsdaten vom Schrappen und Schlichten.  
Ist die Leistung der Ihnen zur Verfügung stehenden Fräsmaschinen ausreichend?  
Welche Parameter sollten verändert werden, um die Hauptnutzungszeit zu verringern?

### Betrieblicher Arbeitsauftrag *Production work order*

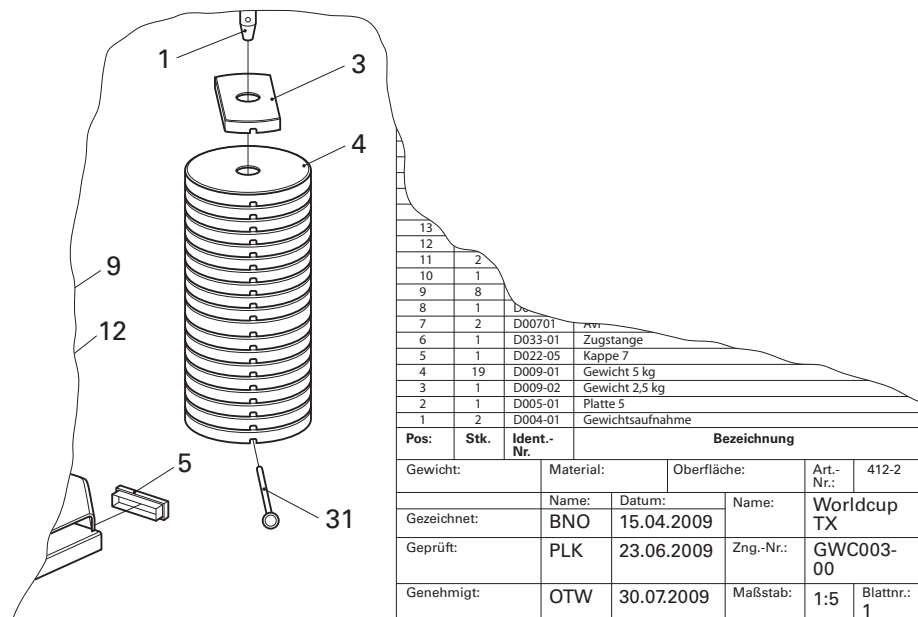
Ihre Firma hat von einem Ingenieurbüro den Auftrag erhalten, den Prototyp eines neu entwickelten Sportgerätes zu bauen. Dazu erhalten Sie den Auftrag die Gewichte aus Rundstahl herzustellen.

### Lernsituation 5.2 Ausführen eines Fertigungsauftrages *Executing a production order*

#### Analysieren

Aus der Gesamtzeichnung (GWC003-00) können erste Informationen gewonnen werden. Hier ist ersichtlich, an welcher Stelle des Gerätes das Werkstück zum Einsatz kommen soll und welche Funktion es dort erfüllt. Im rechten unteren Teil der Zeichnung sind weitere wichtige Informationen zu finden:

Die Teile an Position 3 und 4 wurden vom Konstrukteur als „Gewicht 2,5 kg“ und „Gewicht 5 kg“ bezeichnet. Es werden 19 Bauelemente mit der Ident.-Nr. D009-01 und ein Gewicht mit der Ident.-Nr. D009-02 pro Fitnessgerät benötigt.

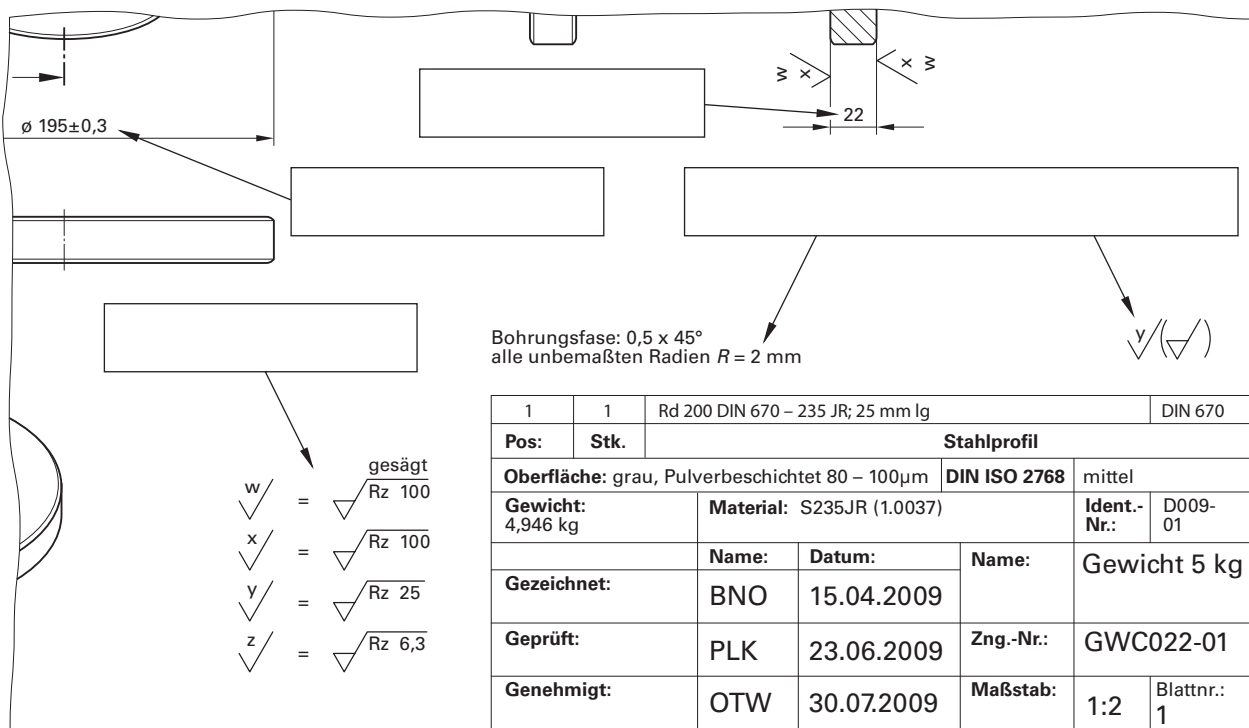


Ausschnitt aus der Gesamtzeichnung

- Überlegen und notieren Sie mindestens drei Gründe, warum der Konstrukteur Identifikationsnummern vergibt.


Auf technischen Zeichnungen können neben den Abmaßen, den Toleranzangaben, der Oberflächengüte und einigen Besonderheiten viele weitere Informationen dem Schriftfeld der Einzelteilzeichnung entnommen werden.

### 1. Tragen Sie die Begriffe im Bild ein.



Ausschnitt Einzelteilzeichnung „Gewicht 5 kg“

### 2. Notieren Sie die für die Herstellung notwendigen Informationen aus dem Schriftfeld:

- Ausgangsprodukt Halbzeug:

- Material:

- Insgesamt benötigte Menge:

- Masse pro Stück:

- Das Werkstück wird nach der Fertigung mit einer Schichtstärke von

µm ... µm mit Farbe beschichtet.

- Die Maße auf der Zeichnung entsprechen den Originalmaßen in einem Verhältnis von 1 zu 2. Das Werkstück ist also so groß wie auf der Zeichnung.

- Alle nicht extra ausgezeichneten Toleranzen entsprechen den Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768.

Technische Zeichnungen geben nicht nur Auskunft über Formen und Maße. Sie sind ein wichtiges Verständigungsmittel zwischen Konstrukteur und Hersteller. Damit das fertige Produkt wie geplant funktioniert, müssen die Anweisungen der Zeichnung genau befolgt werden.

### Planen

3. Fertigen Sie je eine Einzelteilzeichnung für das Gewicht 5 kg und das Gewicht 2,5 kg nach folgenden Maßen (Tabelle) an. Ergänzen Sie mithilfe des Tabellenbuches die Tabelle in der Spalte „Allgemeintoleranz“.
4. Es gilt die Toleranzklasse „mittel“. Welche Oberflächengüte halten Sie für die einzelnen Flächen und Radien sinnvoll?

Benennung	Nennmaß in mm	Allgemeintoleranz in mm
Durchmesser	195	
Dicke	22	
Bohrung	28	
Nut (siehe Gesamtzeichnung S. 12)	9 x 9	
Phase Außenradius	1 x 45°	
Bohrungsphase	0,5 x 45°	
Breite (nur Gewicht 2,5 kg)	85	
Rauheit	Mantelfläche: $R_z$ 100; Alle anderen Flächen $R_z$ 25	

Im Lager stellen Sie fest, dass Sie den geforderten Rundstahl mit einer Länge von 800 mm vorrätig haben. Sie müssen errechnen, ob die Menge ausreichend ist oder ob weiteres Material bestellt werden muss. Für die Werkstücke „Gewicht 5 kg“ und Gewicht 2,5 kg wird das gleiche Halbzeug gefordert. Sie benötigen also 20 Stück Halbzeug mit dem Durchmesser 200 mm und der Breite 25 mm. Um 20 Halbzeuge nach Zeichnungsvorgabe zu erhalten muss 19 oder 20 Mal gesägt werden. Bei jedem Schnitt gehen durch die Breite des Kreissägeblatts ca. 6 mm als Späne „verloren“.



Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.  
Copyright 2012 by Europa-Lehrmittel

5. Berechnen Sie den Materialbedarf und entscheiden Sie, ob Material bestellt werden muss.

geg:	ges:
Lös:	
Es muss	bestellt werden.



### Arbeitsplan erstellen

Um zu prüfen, ob eine Fertigung in ihrem Betrieb möglich ist, soll eine Fertigungsfolge erstellt werden. Ihnen stehen Bandsägemaschine, Ständerbohrmaschine, Drehmaschine und Fräsmaschine der Werkstatt zur Verfügung. Weil bei erfolgreicher Auftragsausführung eine Bestellung über größere Stückzahlen erwartet wird, sollen für die Herstellung der Einzelteile eine Sägemaschine und für die Bohrungen eine Ständerbohrmaschine verwendet werden.

#### 6. Erstellen Sie den Arbeitsplan:

Arbeitsplan Auftragsnummer:		Bearbeiter: Datum:		
Benennung: Gewicht		Losgröße:	20	
Werkstoff: S235JR		Gewicht/Teil:	4,948 Kg	
Abmessung: Ø 195 $\pm 0,3$ x 22		Termin:	sofort	
Arb.-gang	Arbeitsvorgang Maße in mm	Werkzeug	Spannmittel	WZM
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				

## Durchführen

### Werkzeuge und Einstellwerte festlegen

Zum Ausführen des Auftrages gemäß Arbeitsplan müssen Werkzeuge und Maschinen ausgewählt und deren Parameter ermittelt werden.

7. Wählen Sie geeignete Maschinen Ihres Ausbildungsbetriebes oder der Werkstatt Ihrer Berufsschule aus und begründen Sie, warum Sie diese Auswahl getroffen haben. Ändern Sie den vorgegebenen Arbeitsplan entsprechend ab.
8. Legen Sie die spezifischen Fertigungsparameter für die gewählten Maschinen fest. Wichtig sind insbesondere die Schnittgeschwindigkeit  $v_c$ , der Vorschub  $f$ , die Drehzahl des Werkstücks  $n$  und die Schnitttiefe  $a_p$  für das Drehen. Für die Fräsaufgaben müssen Schnittgeschwindigkeit  $v_f$ , die Vorschubgeschwindigkeit  $f_z$ , die Drehzahl des Fräasers  $n$  entsprechend der Zähnezahl des Fräasers ermittelt werden. Nutzen Sie dazu die Richtwerttabellen, das Drehzahldiagramm sowie die Berechnungsgrundlagen des Tabellenbuches. Wichtige Informationen und Berechnungsbeispiele finden Sie in Ihrem Lehrbuch.
9. Kontrollieren Sie mithilfe der Herstellerunterlagen des jeweiligen Werkzeugherstellers, ob die ermittelten Werte mit den vorhandenen Werkzeugen umgesetzt werden können.
10. Ermitteln Sie die an jeder Maschine auftretende maximal erforderliche Schnittleistung. Vergleichen Sie diesen Wert mit der verfügbaren Schnittleistung der gewählten Maschine. Ist eine Bearbeitung möglich? Wichtige Informationen und ein Berechnungsbeispiel finden Sie in Ihrem Lehrbuch.
11. Beschreiben Sie, welche Werkzeuge, Spannmittel und Hilfsmittel vor Beginn der Arbeit am Lager bestellt werden müssen.
12. Informieren Sie sich, welche Besonderheiten zur Arbeitssicherheit an den von Ihnen zu bedienenden Maschinen einzuhalten sind.

## Beurteilen

13. Überlegen und begründen Sie, ob es sinnvoll ist, die Bohrungen der Werkstücke durch das Fertigungsverfahren „Reiben“ zu bearbeiten.
14. Fertigen Sie ein Prüfprotokoll für beide Gewichte an. Füllen Sie den Kopfbereich der Tabelle (Seite 17) komplett aus.

## Analysieren

15. Fassen Sie Ihre erarbeiteten Unterlagen (Arbeitsplan, Technische Zeichnungen, Prüfplan, Berechnungen) zusammen. Überlegen Sie, wie Sie einem Fachkollegen (z. B. dem Meister) die einzelnen Schritte der gefundenen Lösungen erläutern und begründen können. Erstellen Sie falls notwendig entsprechende Präsentationsunterlagen, wie z. B. Übersichten, Skizzen oder ein Gedächtnisprotokoll über Begründungen warum einzelne Entscheidungen getroffen worden sind.





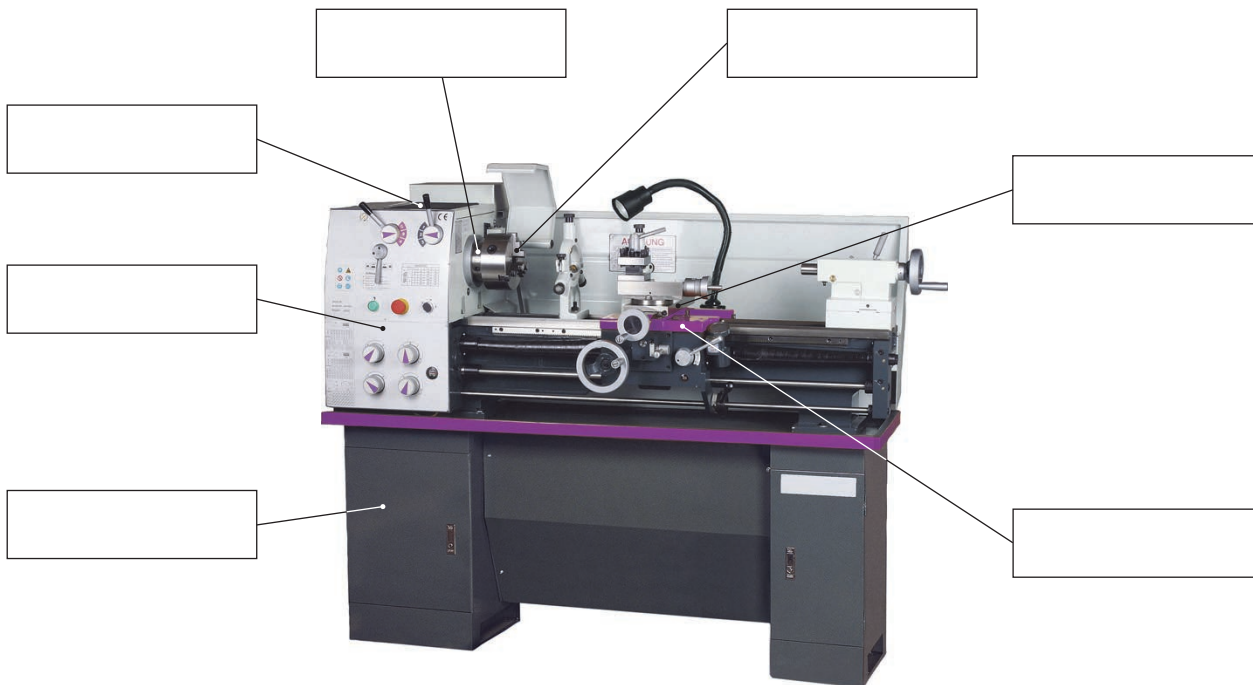
Prüfprotokoll												
Auftrag Nr.:												
Benennung:						Ident-Nr.:						
Prüfer:						Datum:						
Teil Nr:	Prüfmerkmal									Gut	Nach- arbeit	Aus- schuss
	Maß	Maß	Maß	Maß	Maß	$R_z$	$R_z$	Maß				
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

**Betrieblicher Arbeitsauftrag** *Production work order*

Bei Wartungsarbeiten an einer Maschine Ihres Betriebes wurde festgestellt, dass ein Maschinenteil ausgewechselt werden muss. Sie werden beauftragt ein bereits vorgefertigtes Teil durch Drehen zu bearbeiten (im Bild sehen Sie das komplette Teil).


**Lernsituation 5.3 Vorüberlegungen und Fertigungsvorbereitung für eine Distanzscheibe** *Preliminary considerations and preparations for the manufacture of shims*
**Analysieren**

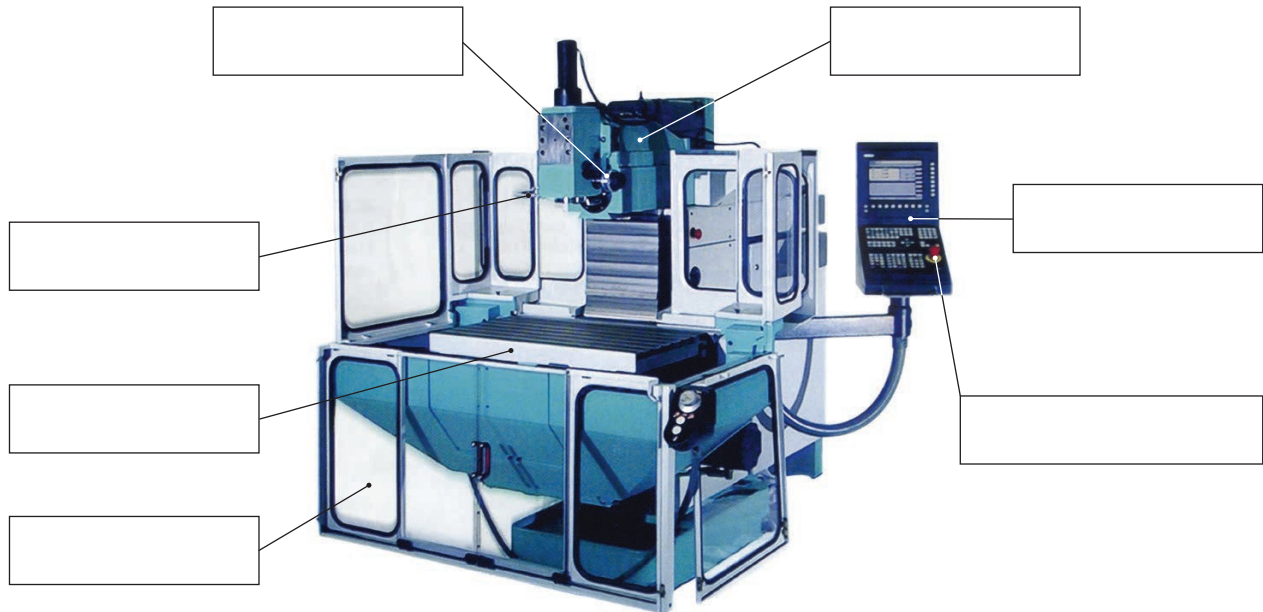
1. Drehen gehört zur Gruppe der spanenden Fertigungsverfahren. Kennzeichnen Sie im folgenden Bild die Funktionseinheiten Maschinenbett, Längsschlitten, Reitstock, Planschlitten, Spindel, Bedieneinheit, Spindelstock.

**Drehmaschine**

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.  
Copyright 2012 by Europa-Lehrmittel

2. Notieren Sie, wie sich das Drehen grundsätzlich vom Fräsen unterscheidet?

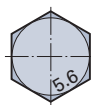
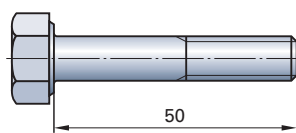

3. Kennzeichnen Sie an der Fräsmaschine im folgenden Bild Steuerpult, Spindelstock, Fräskopf, Schwenkkopf, Spanntisch, Schutzkabine, Not-Aus-Schalter



#### CNC-Fräsmaschine

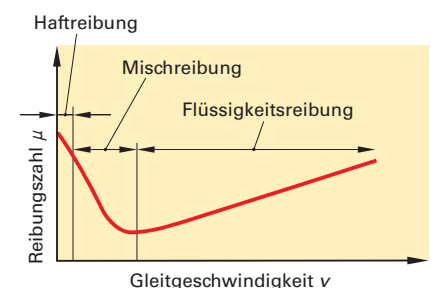
Die Funktionseinheiten von Werkzeugmaschinen setzen sich meist aus einer Vielzahl von Maschinenelementen zusammen. Sehr häufig eingesetzte Funktionseinheiten und Maschinenelemente sind Schrauben, Muttern, Stifte, Bolzen, Führungen, Lager, Achsen, Wellen, Kupplungen und Getriebe. Ohne genaue Kenntniss über Aussehen, Funktion und Bezeichnung sind Fachgespräche mit Kollegen nicht möglich.

4. Nennen Sie Maschinenelemente, die an Fräsmaschinen zu finden sind!
5. Was besagt die Bezeichnung 5.6 auf dem Schraubenkopf im Bild?

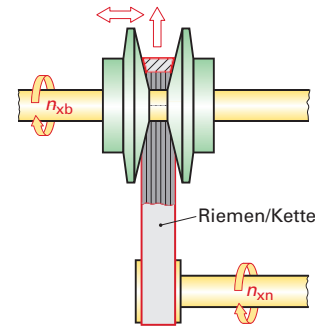



6. Was bedeutet die Bezeichnung: Sechskantschraube DIN EN 24014 – M 12 x 80 - 8.8?
7. Warum werden im Maschinenbau häufig Stift- und Bolzenverbindungen statt Schraubenverbindungen eingesetzt? Handelt es sich um lösbare oder um unlösbare Verbindungen?
8. Aus welchen Gründen werden an Waagrecht-Fräsmaschinen die Fräswerkzeuge durch eine Welle-Nabe-Verbindung gespannt?

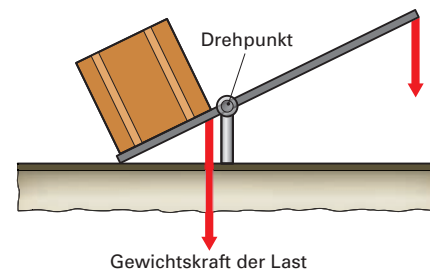
9. Unter welchen Einsatzbedingungen ist es sinnvoller Gleitlager statt Wälzlager zu verwenden?
10. Wozu dienen Schmiermittel?
11. Erläutern Sie die Reibungszustände mithilfe des Stribeck-Diagramms (Bild).



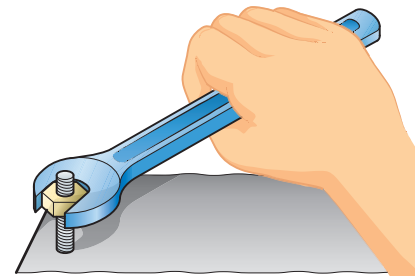
12. Wellen und Achsen können die gleiche Bauform haben. Wo liegt der Unterschied?
13. Was muss beim Betätigen formschlüssiger Kupplungen beachtet werden?
14. Erläutern Sie die Funktionsweise des Umschlingungstriebes im Bild. Nennen Sie Werkzeugmaschinen in denen dieses Getriebe verbaut ist.
15. Die von den Motoren der Werkzeugmaschinen erzeugten Kräfte werden durch Zahnräder, Riemen- oder Kettentriebe und Hebel an die Wirkstelle (z. B. Werkzeug, Maschinentisch) übertragen. Dabei ändern sich Drehzahl, Drehmoment und Übersetzungsverhältnisse. Notieren Sie die Berechnungsgrundlagen.
16. Berechnen Sie folgende Problemstellungen:
- 16.1 Ein Werkstück mit einer Masse von  $m_1 = 90 \text{ kg}$  soll durch Hebelkraft kurz angehoben werden (Bild 2). Das benutzte Rohr ist 1800 mm lang. Der Drehpunkt des Rohres liegt bei einer Länge  $l_1 = 450 \text{ mm}$  an. Welche Kraft  $F_2$  ist notwendig um die Last zu heben? Ist diese Vorgehensweise zulässig?
- 16.2 Eine Schraubenverbindung darf mit einem maximalen Drehmoment von  $M = 40 \text{ Nm}$  angezogen werden (Bild 3).
- Da Sie keinen Drehmomentenschlüssel zur Hand haben, benutzen Sie einen herkömmlichen Maulschlüssel.
- Welche Kraft dürfen Sie maximal erzeugen, wenn der Schlüssel eine wirksame Grifflänge von 250 mm hat?
  - Welche Masse könnte man mit der errechneten Kraft heben?
  - Ist es sinnvoll in einem solchen Fall auf einen Drehmomentenschlüssel zu verzichten?
- 16.3 In welchem der Zahnräder (Bild 4) ergibt sich das größere Drehmoment?
- 16.4 Welches Übersetzungsverhältnis liegt vor, wenn das treibende Rad 14 Zähne und das getriebene Rad 22 Zähne hat?



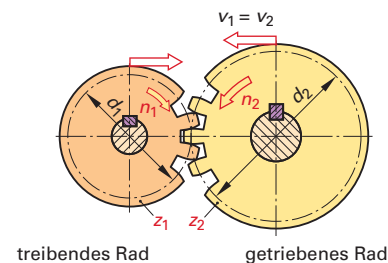
1 Riementrieb



2 Hebel



3 Schraubenverbindung



4 Zahnradtrieb