



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für Metallberufe

# Der Werkzeugbau

**Arbeitsblätter und Prüfungsvorbereitung**

**1. Auflage**

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

Europa-Nr. 14320

**Autor**

Klein, Wolfgang	Studiendirektor	Eisingen
Dolmetsch, Heiner	Studiendirektor	Metzingen
Holznagel, Detlev	Studiendirektor	Bad Krozingen

**Lektor und Leiter des Arbeitskreises**

Wolfgang Klein

**Bildentwürfe**

Die Autoren

**Bildbearbeitung**

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

1. Auflage 2019

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander 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 die DIN-Blätter: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin

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

**ISBN: 978-3-8085-1432-0**

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

© 2019 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 51379 Leverkusen, [www.rktypo.com](http://www.rktypo.com)

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Kummer GmbH + Co. KG, 75443 Ötisheim und

Härter Stanztechnik GmbH & Co. KGaA, 75203 Königsbach-Stein

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

## Vorwort

Dieses Buch soll eine Unterstützung für die Ausbildung zum Werkzeugmechaniker sein. Es ist für Auszubildende, Berufsschullehrer und Ausbilder konzipiert, damit die Ausbildung erfolgreich gestaltet werden kann. So können die im Unterricht und aus dem Fachbuch „Der Werkzeugbau“ gewonnenen Erkenntnisse vertieft und angewandt werden. Durch seinen Aufbau bietet das Buch die Möglichkeit, sich auf die berufliche Abschlussprüfung vorzubereiten, da die in der Prüfung vorgesehenen Hauptgebiete „Auftrags- und Funktionsanalyse“ sowie „Fertigungstechnik“ aufgenommen sind.

Die jeweiligen Lernfelder sind in Lernsituationen aufgeteilt. Den Lernsituationen ist jeweils ein didaktischer Ablaufplan nach dem System der „vollständigen Handlung“ vorangestellt. Die nachfolgende „betriebliche Situation“ folgt dieser Handlung in nachvollziehbaren Fragen und Handlungsanweisungen für praxisrelevante Beispiele. Die Aufgabenstellungen sollen die Fähigkeit stärken, neue berufliche Probleme zu analysieren und selbstständig zu bearbeiten. Für die Kontrolle der Schülertätigkeit stehen Lösungsvorschläge in einem eigenen Band zur Verfügung.

### Vollständige Handlung:

#### Auftrags- und Funktionsanalyse Analysieren/Informieren

In dieser Arbeitsphase geht es um das Einarbeiten in die Arbeitsaufgabe. Nach dem Einordnen in die Tätigkeiten als Werkzeugmechaniker sind durch Information Unterlagen, Hinweis, technische Kenngrößen etc. zu beschaffen, um den gestellten Auftrag ordnungsgemäß und fachgerecht bearbeiten zu können.

#### Planen

Um die notwendigen Arbeiten in einer sinnvollen Reihenfolge erledigen zu können, ist es unabdingbar, eine Ablaufplanung zu erstellen. Darin enthalten sind die Arbeitsschritte, die benötigten Arbeitsmittel, die Werk- und Hilfsstoffe und die entsprechenden Unterlagen. Die Ablaufplanung kann auch ein einfacher Arbeitsplan zur Herstellung des Werkstücks sein.

#### Fertigungstechnik Durchführen/Ausführen

Der Auftrag kann mit den erstellten Planungsunterlagen theoretisch im Unterricht (in Kooperation mit dem Betrieb auch praktisch) durchgeführt werden.

#### Bewerten/Kontrollieren

Um den durchgeführten Auftrag ordentlich abschließen zu können, sollten die Ergebnisse bewertet bzw. kontrolliert werden. Eine Dokumentation darüber ist im Sinne der Qualitätssicherung notwendig.

#### Reflektieren/Optimieren

Nach Übergabe und Auftragsende sollen die Auftragsdurchführung und auch die Aufgabenstellung einer Nachschau unterzogen werden, um eventuell Verbesserungs- bzw. Optimierungsvorschläge unterbreiten zu können.

## Zur Handhabung dieses Arbeitsbuches

Grundlage der Lehrpläne innerhalb der Neuordnung der Metall- und Elektroberufe war die Anwendung praxisrelevanter beruflicher Handlungen für die Fachtheorie im Unterricht der Berufsschulen.

Diese Intention setzt sich in den ausgewählten Lernsituationen und Arbeitsaufgaben innerhalb des Buches fort. So sind Arbeitsaufträge entstanden, die sich im Fachunterricht lösen lassen und zur Prüfungsvorbereitung dienen, da sie zum großen Teil die fachlichen Inhalte der entsprechenden Lernfelder abdecken.

Die gestellten Fragen sind in den Leerzeilen zu beantworten. Das entsprechende Lösungsbuch bietet **Lösungsvorschläge**.

Zur Bearbeitung und zur Lösung der Aufgaben wird vorgeschlagen, sowohl das Fachbuch „Der Werkzeugbau“ als auch das „Tabellenbuch Metall“ zu verwenden.

Die Autoren und der Verlag sind jedem Leser für Verbesserungsvorschläge und Fehlerhinweise dankbar. Ihre Zuschriften senden Sie bitte an [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de).

Sommer 2019

Autoren und Verlag

## Inhaltsverzeichnis

<b>Lernfeld</b> .....	<b>Seite</b>
LF 5	
Formgebung von Bauelementen durch spanende Fertigung .....	5
LF 6	
Herstellen technischer Teilsysteme des Werkzeugbaus .....	29
LF 7	
Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen .....	62
LF 8	
Planen und Inbetriebnehmen steuerungstechnische Systeme .....	83
LF 9	
Herstellen von Werkzeugoberflächen .....	102
LF 10	
Fertigen von Bauelementen in der rechnergestützten Fertigung .....	118
LF 11	
Herstellen der technischen Systeme des Werkzeugbaus .....	123
LF 12	
Inbetriebnehmen und Instandhalten von technischen Systemen des Werkzeugbaus .....	189
LF 13	
Planen und Fertigen technischer Systeme des Werkzeugbaus .....	206
LF 14	
Ändern und Anpassen technischer Systeme des Werkzeugbaus .....	224
Anhang	
Lösungen zu Lernfeld 5 .....	235
Lösungen zu Lernfeld 7 .....	241
Lösungen zu Lernfeld 11 .....	244

## **Lernfeld 5**

### **Formgebung von Bauelementen durch spanende Fertigung**

Die Ziele bzw. die Kompetenzen sowie die Inhalte aus dem Lernfeld werden in einer kompakten Lernsituationen abgearbeitet.

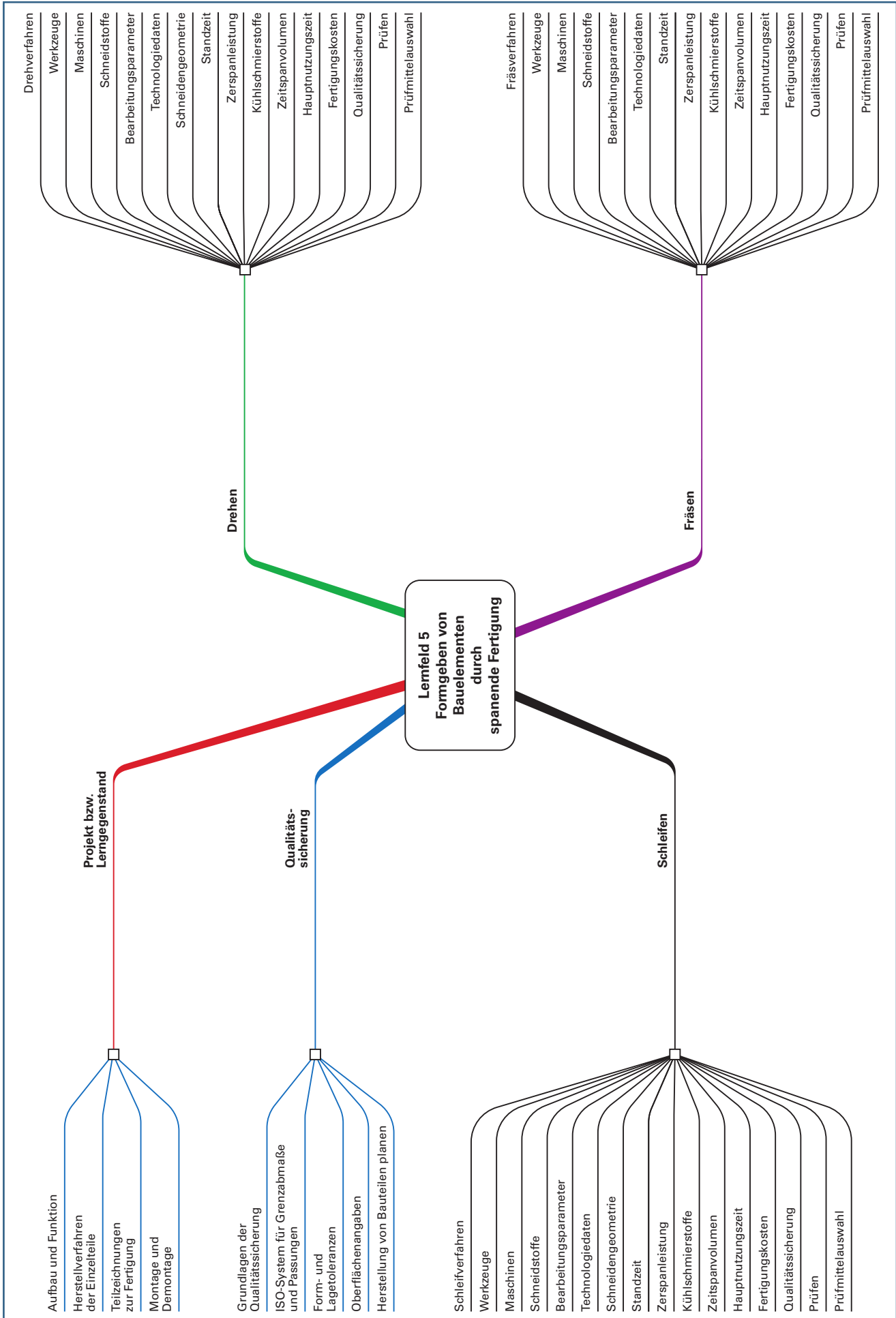
Der entsprechende didaktische Ablaufplan dient der inhaltlichen und pädagogischen Orientierung. In ihm wird die „vollständige Handlung“ abgebildet und die Kompetenzentwicklung beschrieben bzw. die jeweilige angestrebte Handlungskompetenz definiert

### **Aufteilung des Lernfeldes 5**

---

#### **Das Lernfeld wird in einer Lernsituation dargestellt.**

Die Inhalte des Lernfeldes sind in einer Mindmap auf Seite 6 dargestellt.



## Lernfeld 5: Formgebung von Bauelementen durch spanende Fertigung

Didaktischer Ablaufplan: Lernsituation / Arbeitsauftrag			
Phase der Handlung	Lernaufgabe	Handlungskompetenz Fachkompetenz	Projektkompetenz
<b>Analysieren / Informieren</b>	Analysieren Sie mithilfe der technischen Zeichnung die Aufgabe der Vorrichtung. Bestimmen Sie die Vorrichtungsteile nach ihrer Funktion und legen Sie die notwendigen Eigenschaften fest.	Die Schüler/-innen erkennen System- und Prozesszusammenhänge.  Transferdenken	Die Schüler/-innen beschaffen und verarbeiten eigenständig Informationen, lösen Probleme und verbessern ihre Lern- und Planungsfähigkeit.
<b>Planen</b>	Planen Sie die Fertigung und die Montage der Vorrichtung. Erstellen Sie für die Einzelteile die Fertigungsunterlagen wie: Einzelteilzeichnungen, Einrichteblätter zur Fertigung, Datenblätter zur Qualitätssicherung und stellen Sie diese vor. Entnehmen Sie aus der Zusammenstellungszeichnung die notwendigen Maße, stimmen Sie die Anschlussmaße ab. Bestimmen Sie die Oberflächengüten, die funktionsgerechten Form- und Lagetoleranzen und die erforderlichen Passungen. Erarbeiten Sie die Grundlagen der Kostenrechnung.	... wenden Fachwissen an, z. B.: – Fertigungsprozess Drehen, Fräsen, Schleifen – Auswahl und Einsatz von Werkzeugen und Maschinen – Berechnungen zur Technologie – Grundlagen der Qualitätssicherung – Toleranzen und Passungen	Sie steigern ihre Kreativität und fördern ihre Kommunikationsfähigkeit, Selbstständigkeit, sowie ihre Teamfähigkeit.  Sie beherrschen die Sozialformen des Unterrichts und unterschiedliche Lern- und Arbeitstechniken.  Sie steigern ihre Kritikfähigkeit.
<b>Durchführen / Ausführen</b>	Bestimmen Sie die Herstellverfahren der Vorrichtungsteile. Erstellen Sie Fertigungspläne für die von Ihnen festgelegten Fertigungsverfahren. Legen Sie die notwendigen Werkzeuge, Maschinen und Einstellparameter zur Fertigung in Datenblättern fest. Beachten Sie dabei das Zeitspannvolumen, die Schnittkraft und die Zerspanleistung. Bestimmen Sie die Fertigungszeiten für die Einzelteile. Erstellen Sie Prüfpläne mit den notwendigen Prüfmitteln. Wenn möglich, fertigen Sie die Vorrichtung.	... beachten Normen und Vorschriften und wenden Fachwissen an, z. B. – Inhalte und Gestaltung von Fertigungsverfahren, – Verhalten von Werkzeugen und Werkstoffen, – Einsatz von Maschinen, – Aufbau und Einsatz von Prüfplänen.	
<b>Bewerten / Kontrollieren</b>	Bewerten Sie Ihr Vorgehen und zeigen Sie Alternativen auf. Kriterien dazu könnten sein: Machbarkeit in den Fertigungsverfahren, Schwierigkeit und Wirtschaftlichkeit im Spannen und Zerspanen.	... bewerten und ermitteln Ergebnisse. ... steigern ihre Wirtschaftskompetenz.	
<b>Reflektieren / Optimieren</b>	Optimieren Sie Ihr Vorgehen innerhalb der Fertigungsverfahren durch Vorschläge für alternative Fertigungsverfahren.	... wenden Fachwissen an.	

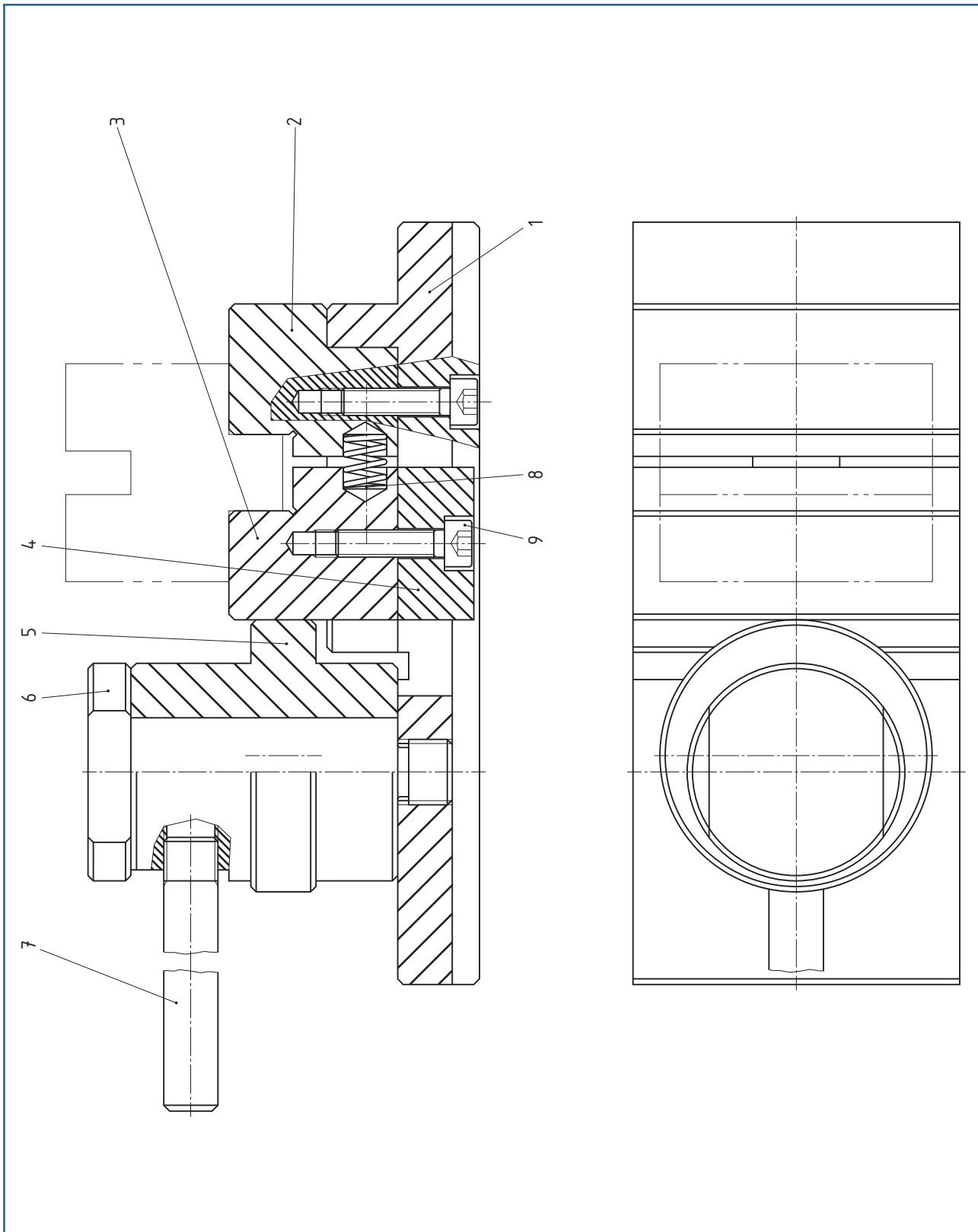
**Das Lernfeld lässt sich in die Lernsituationen Drehen, Fräsen und Schleifen unterteilen. Wobei der didaktische Ablaufplan nur situationsbezogen ergänzt werden muss.**

## Lernfeld 5: Formgebung von Bauelementen durch spanende Fertigung

### Lernsituation/Arbeitsauftrag:

Zum Spannen von einfachen Werkstücken zur spanenden Bearbeitung auf einer Fräsmaschine ist die dargestellte handbetätigte Spannvorrichtung konstruiert.

Zur Vorbereitung auf die Teilprüfung 1 soll diese Vorrichtung als Projekt von den Auszubildenden hergestellt werden. Dazu sind Teams zu bilden. Die Vorgehensweise und die Arbeitsschritte werden dokumentiert und nach Fertigstellung der Vorrichtung präsentiert.





## Auftrags- und Funktionsanalyse

### Analysieren/Informieren

#### Aufgabe 1

Beschreiben Sie mithilfe der Stückliste die Funktion und den Spann- und Entspannvorgang der skizzierten Vorrichtung.

#### Spannen:


#### Entspannen:


			Stückliste	Spannvorrichtungen	
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer/Norm-Kurzbezeichnung	Bemerkungen
1	1	Stck	Grundplatte	16MnCr5	Fl 60x30x145
2	1	Stck	Feste Spannbacke	16MnCr5	
3	1	Stck	Bewegliche Spannbacke	16MnCr5	
4	1	Stck	Gleitstück	16MnCr5	
5	1	Stck	Exzenterstück	16MnCr5	
6	1	Stck	Lagerschraube	16MnCr5	
7	1	Stck	Spannhebel	S275JR	
8	1	Stck	Druckfeder	Federdraht DM 1,0	EN 102701
9	3	Stck	Zylinderschraube	ISO 4762 –M5x20-8.8	S235JR

#### Aufgabe 2

Welchen Verwendungszweck haben Vorrichtungen grundsätzlich?


**Aufgabe 3**

Welche Vorteile lassen sich mit Vorrichtungen erzielen?


**Aufgabe 4**

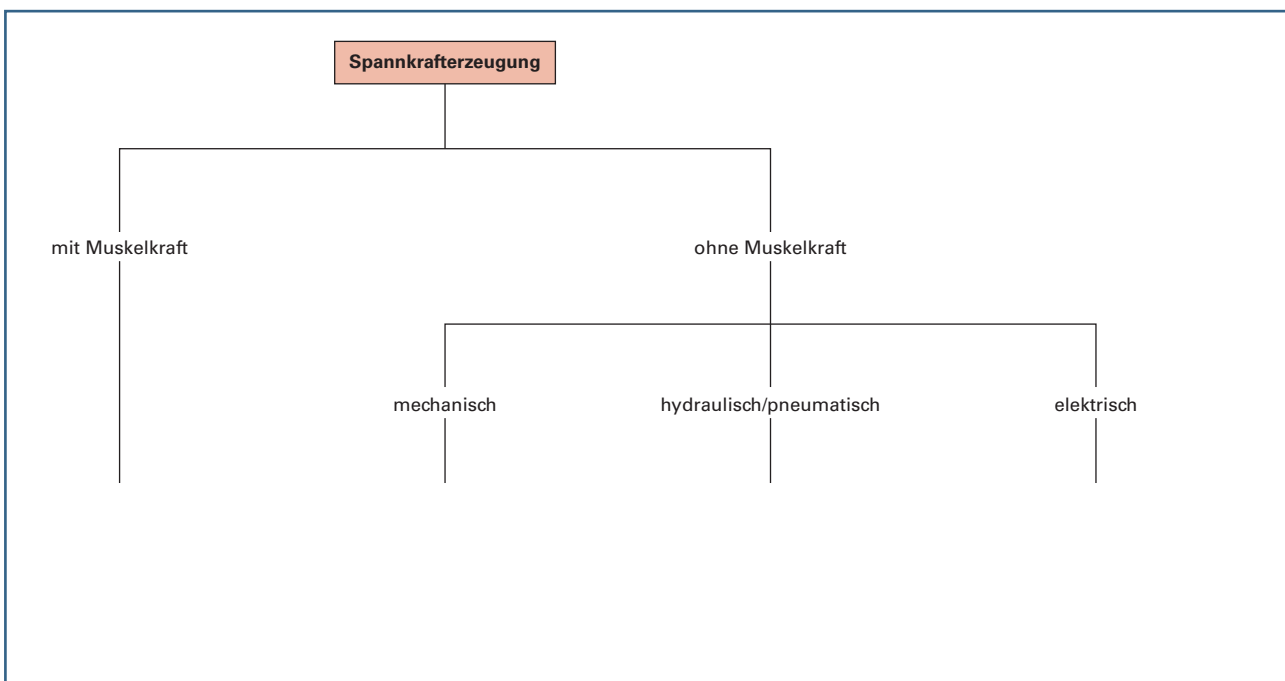
Wie wird bei der gegebenen Vorrichtung die Spannkraft erzeugt?


**Aufgabe 5**

Welche Vorteile bietet eine solche mechanische Spannkrafterzeugung?


**Aufgabe 6**

Ergänzen Sie das Diagramm mit den Elementen zur Spannkrafterzeugung.



**Bild: Spannkrafterzeugung**

**Aufgabe 7**

Auf welche Art und Weise wird die Vorrichtung auf dem Maschinentisch befestigt?


**Aufgabe 8**

Beim Öffnen und Schließen mithilfe des Exzenters, beim Verschieben der beweglichen Backe sowie beim Einlegen der Werkstücke tritt Verschleiß auf. Wie können die Einzelteile geschützt werden?


**Aufgabe 9**

Ordnen Sie den zu fertigenden Einzelteilen die notwendigen Fertigungsverfahren zu.

Tabelle: Fertigungsverfahren			
<b>Teil 1</b>		<b>Teil 6</b>	
<b>Teil 2</b>		<b>Teil 7</b>	
<b>Teil 3</b>		<b>Teil 8</b>	
<b>Teil 4</b>		<b>Teil 9</b>	
<b>Teil 5</b>			

**Planen****Aufgabe 10**

Welche Fertigungsunterlagen sind zur Herstellung der Einzelteile notwendig und müssen geplant werden?


**Aufgabe 11**

Erstellen Sie für die Einzelteile normgerechte Zeichnungen mit allen zur Fertigung notwendigen Angaben auf externen Blättern. Ermitteln Sie die notwendigen Maße und die Oberflächenangaben. Bestimmen Sie die für die Funktion notwendigen Passungen und die erforderlichen Form- und Lagetoleranzen. Zeichnen Sie zuerst die Ansichten der Einzelteile und stellen Sie die Zeichnungen nach dem Durcharbeiten der nachfolgenden Fragen fertig.

(Alle Einzelteile sind als Lösungsvorschläge im Löser dargestellt, siehe Anhang ab Seite <?> oder z. T. auch in Fragestellungen verwendet).

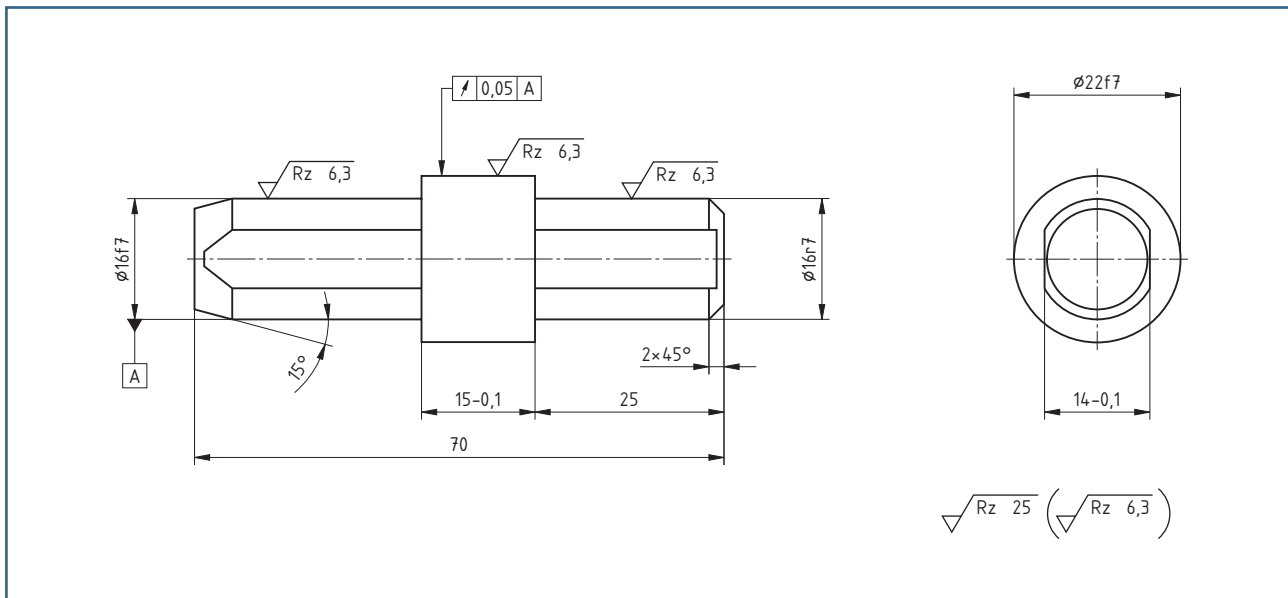
**„Die Oberflächen sowie die Abmaße der Toleranzen und der Passungen müssen erzeugt werden. Sie können nicht erprüft werden!“**

Diesen Grundsatz gilt es beim Planen von Fertigungsschritten zu berücksichtigen. Deshalb sind bei der Konstruktion und bei der Erstellung der Fertigungszeichnung entsprechende Überlegungen anzustellen. Dabei stehen die Funktion der Werkstücke und ihre Herstellkosten im Mittelpunkt.

**Oberflächenkennzeichnung**

**Aufgabe 12**

In der Zeichnung „Bolzen“ sind Rauheitswerte angegeben. Ordnen Sie diese den geeigneten Fertigungsverfahren zu.



**Bild: Bolzen mit Oberflächenangaben und Toleranzen**

Tabelle: Oberflächenzeichenzuordnung		
Symbol	Erklärung	Fertigungsverfahren
$\sqrt{Rz\ 25}$		
$\sqrt{Rz\ 6,3}$		

**Aufgabe 13**

Welche Kenngrößen für die Oberflächenprofile werden noch auf technischen Zeichnungen angegeben?


**Aufgabe 14**

Wie kann eine Oberfläche erfasst bzw. gemessen werden?


**Aufgabe 15**

Welche Aussage über eine Oberfläche ist für die Funktionstüchtigkeit wie z. B. Tragfähigkeit noch wichtig?


## Toleranzen

**Aufgabe 16**

Wozu braucht man bei der Herstellung von Werkstücken Toleranzen?


**Aufgabe 17**

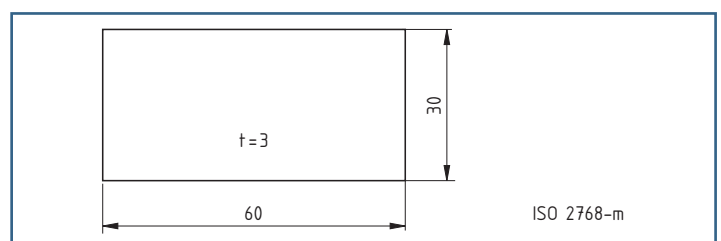
Welche Faktoren bestimmen die Größe der Toleranz?


**Aufgabe 18**

Wodurch unterscheiden sich Allgemeintoleranzen und ISO-Toleranzen?


**Aufgabe 19**

Welche Abmaße erhalten die Maße aus der nebenstehenden Skizze?

**Bild: Allgemeintoleranzen**

**Aufgabe 20**

Welche Bedeutung hat die Maßbezeichnung  $\varnothing 20 H7$ ?


**Aufgabe 21**

Setzen Sie den ISO-Toleranzgrad in Verbindung mit Fertigungsverfahren.

Toleranzgrad	Fertigungsverfahren
01 – 4	
5 – 11	
12 – 18	

**Aufgabe 22**

Welche Maße und Toleranzen ergeben sich bei den Maßangaben  $\varnothing 22H7$ ,  $\varnothing 22f7$  und  $\varnothing 16r6$ ?

$\varnothing 22H7$ ISO-Toleranz für Bohrung

$\varnothing 22f7$ ISO-Toleranz für Welle

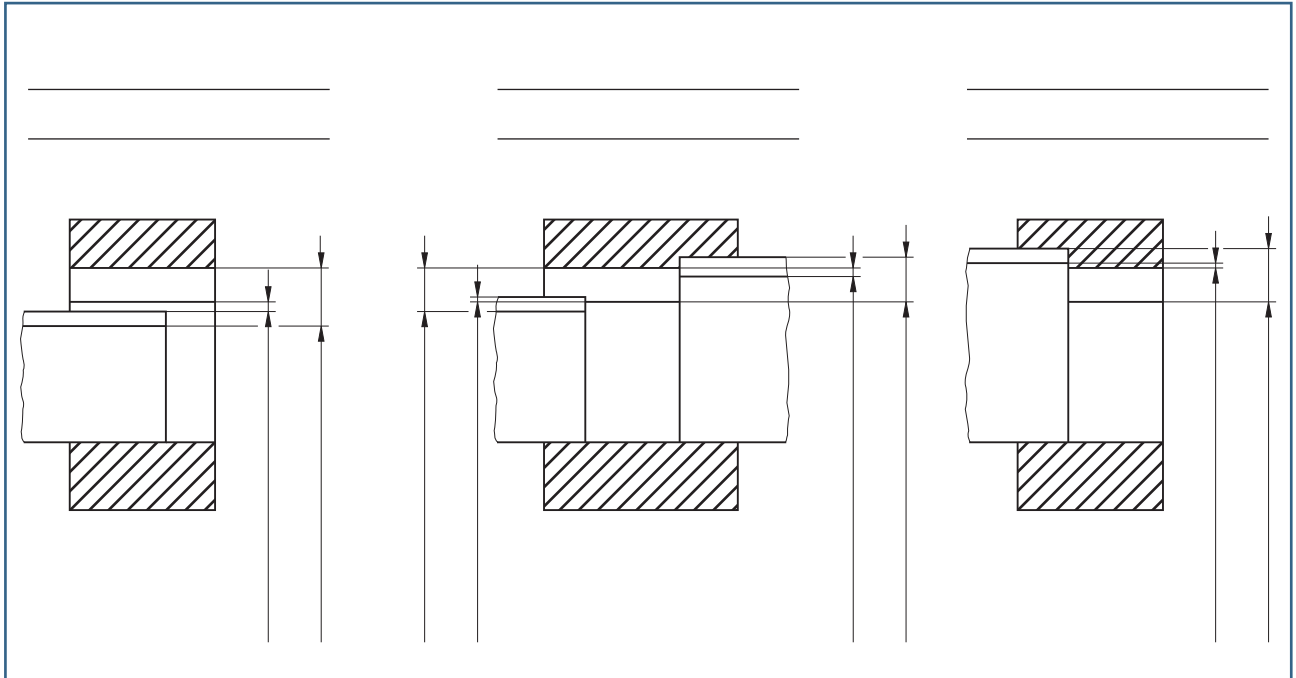
$\varnothing 16r6$ ISO-Toleranz für Welle

**Passungen****Aufgabe 23**

Was versteht man unter einer Passung?


**Aufgabe 24**

Unterscheiden Sie in den skizzierten Darstellungen von Welle und Bohrung die Passungsarten.



**Bild 1: Passungen**

**Aufgabe 25**

Tragen Sie in der Skizze die Toleranzen an den Wellen und den Bohrungen farbig ein. Bemaßen Sie Höchstspiel, Mindestspiel, Höchstübermaß, Mindestübermaß.

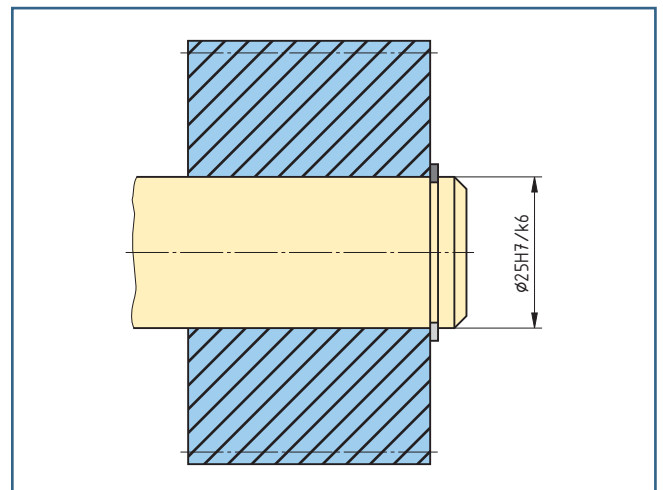
**Aufgabe 26**

Unterscheiden Sie die Passungssysteme Einheitsbohrung und Einheitswelle


**Aufgabe 27**

Entschlüsseln Sie die Passungsangaben bei den gefügt skizzierten Teilen. Bestimmen Sie Passungssystem und Passungsart.

Tabelle: Passungsangaben		
	Zahnrad	Welle
Nennmaß		
Höchstmaß		
Mindestmaß		
Oberes Abmaß		
Unteres Abmaß		
System		
Passung		



**Bild 2: Toleranzangaben in Gruppenzeichnungen**

## Form- und Lagetoleranz

### Aufgabe 28

Welche Aufgaben haben Form- und Lagetoleranzen?


### Aufgabe 29

Wie werden die Form- und Lagetoleranzen unterschieden?


### Aufgabe 30

Welche Form- oder Lagetoleranzen sind am Teil Bolzen Seite 12 festgelegt?

--

### Aufgabe 31

Welche Auswirkung auf die Planung der Fertigung hat die in der Zeichnung Bild, Seite 12 festgelegte Lagetoleranz?


## Qualitätstechnik

Die Prüfmittelauswahl richtet sich nach den Messbedingungen am Einsatzort und der Tolerierung der Prüfmerkmale z. B. Länge, Durchmesser oder Rundheit.

Ein Prüfmittel gilt als fähig, d. h., es kann ein Prüfmerkmal gemessen werden, wenn die Messunsicherheit  $U_{zul} = 1/10$  der Toleranz ist:  $U_{zul} = 1/10 \cdot T$

### Aufgabe 32

Bestimmen Sie die Messmittelfähigkeit der zur Prüfung des Bolzens aus dem Bild auf Seite 12 ausgewählten Messmittel.

Tabelle: Messunsicherheit				
Prüfmerkmal	Prüfmittel bzw. Messmittel	Messunsicherheit (voraussichtlich)	$U_{zul}$ (errechnet)	fähig/nicht fähig
Länge 70 mm Allgemeintoleranz m	Messschieber	$U = 50 \mu\text{m}$	_____	_____
$\varnothing 16f7$	Bügelmessschraube	$U = 10 \mu\text{m}$	_____	_____
$\varnothing 22f7$	Bügelmessschraube	$U = 10 \mu\text{m}$	_____	_____
$\varnothing 16r6$	Bügelmessschraube	$U = 10 \mu\text{m}$	_____	_____



**Aufgabe 33**

Welche Konsequenzen sind aus der Erkenntnis „Das Messgerät ist nicht fähig.“ bzw. „Die zulässige Messunsicherheit  $U_{zul}$  ist kleiner als die voraussichtliche Messunsicherheit.“ zu ziehen?


**Kostenrechnung**

Bei der Herstellung eines Werkstückes entstehen Kosten. Diese Kosten müssen erfasst und dem Werkstück als sogenannter Kostenträger zugeordnet werden.

**Aufgabe 34**

Aus welchen Kosten ergeben sich die Herstellkosten für ein Werkstück nach der einfachen Kalkulation?

--

**Aufgabe 35**

Ergänzen Sie das Schema zur „Erweiterten Kalkulation“.

<b>Werkstoffkosten</b>	
+	
<b>Fertigungseinzelkosten</b>	
+	
<b>Fertigungsgemeinkosten</b>	
= Fertigungskosten	
+	
<b>Sondereinzelkosten der Fertigung</b>	
<b>= Herstellkosten</b>	

**Aufgabe 36**

Warum werden „Gemeinkosten“ ausgewiesen?


**Fertigungstechnik**  
Durchführen/Ausführen

**Drehen**

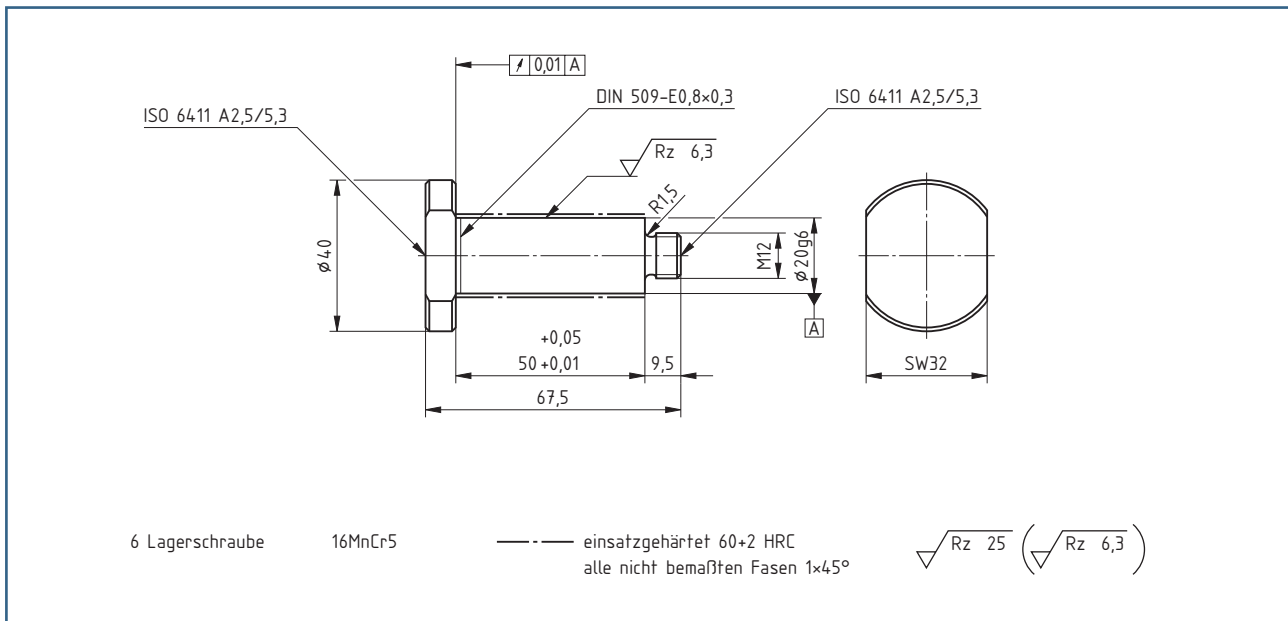
**Aufgabe 37**

Erstellen Sie zur Herstellung des Werkstückes „Lagerschraube“ einen Arbeitsplan.

Benutzen Sie die dargestellte Vorlage auf der nächsten Seite. Bestimmen Sie die notwendigen Einstellwerte nach den angegebenen Bearbeitungsangaben.

Das Werkstück wird nach dem Drehen und dem Fräsen Oberflächegehärtet und danach durch Rundschleifen weiterbearbeitet.

Beantworten Sie die einführenden Fragen.



**Bild: Lagerschraube**

Bearbeitungsparameter:	
Werkstoff: 16MnCr5	Messmittel: Messschieber, Bügelmessschraube
Schneidstoff: Hartmetall HC-P10	Maschine: Universaldrehmaschine
Einspannung: Dreibackenfutter	

**37.1** Entschlüsseln Sie den Werkstoff des Drehteiles.

--

**37.2** Entschlüsseln Sie den ausgewählten Schneidstoff.

--

**37.3** Bestimmen Sie für den gegebenen Werkstoff und Schneidstoff die geeigneten Bearbeitungswerte.

Schnittgeschwindigkeit $v_c$	Vorschub $f$	einzustellende Drehzahl

**Aufgabe 38**

Erstellen sie einen Arbeitsplan für das Drehteil Pos. 6 Lagerschraube.

Arbeitsplan						
Nr.	Arbeitsschritt	Werkzeug Schneidstoff	Schnittgeschwindigkeit $v_c$ in m/min	Drehzahl 1/min	Vorschub $f$ in m	Anmerkungen
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

