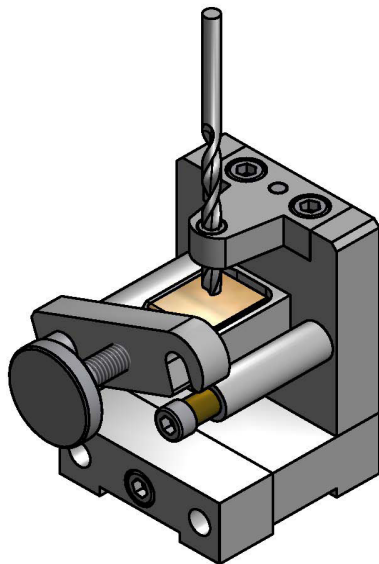


## Berufliche Schulen

Berufsschule,  
einjährige Berufsfachschule

# MUSTERLÖSUNG

*Innovativer  
Bildungsservice*



## Herstellung einer Bohrvorrichtung

Lernfeld 2 – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

Zinn | Louis | Sari | Wyrwal

## FIAM-Training

Lernmaterialien für die Grundstufe Metalltechnik

Stuttgart 2015 ■ Musterlösung zu H-15.13.3M



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Redaktionelle Bearbeitung:

### Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr. Bernd Zinn, Universität Stuttgart (Abt. BPT)

### Layout, Redaktion, Autoren:

André Louis, Universität Stuttgart (Abt. BPT)

Duygu Sari, Universität Stuttgart (Abt. BPT)

Matthias Wyrwal, Universität Stuttgart (Abt. BPT)

### Studentische Hilfskraft:

Christina Mußack, Universität Stuttgart (Abt. BPT)

### Inhaltliche / fachliche Unterstützung durch:

Georg Braun, Robert-Mayer-Schule, Stuttgart

Dirk Breuling, Robert-Mayer-Schule, Stuttgart

Hildegard Bunsen, Carl-Schaefer-Schule, Ludwigsburg

Gerrit Müller, Carl-Schaefer-Schule, Ludwigsburg

André Dressel, Berufliches Schulzentrum Leonberg

Ludger Feuerstein, Balthasar-Neumann-Schule I, Bruchsal

Viktor Ikkes, Balthasar-Neumann-Schule I, Bruchsal

Ulrich Kugelman, Balthasar-Neumann-Schule I, Bruchsal

Ralf Anderer, Heinrich-Meidinger-Schule, Karlsruhe

Sabine Fellbaum, Heinrich-Meidinger-Schule, Karlsruhe

Stand:

September 2015

Das Lernmaterial ist im Rahmen eines Forschungsprojekts zur Fachkompetenzförderung in der metalltechnischen Grundbildung entstanden. Das Projekt wurde durch die Baden-Württemberg Stiftung im Programm „Netzwerk Bildungsforschung“ finanziert und durch das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg organisatorisch unterstützt.

Der Förderansatz und die Grundkonzeption der Lernmaterialien entstammen dem Berufsbezogenen STRategie-training „BEST“, entwickelt und evaluiert durch Kerstin Norwig und Cordula Petsch. Das BEST-Material ist im Rahmen eines Forschungsprojekts zur Fachkompetenzförderung in der bautechnischen Grundbildung entstanden. Phase 1 dieses Forschungsprojekts war ein Projekt im Programm Bildungsforschung der Baden-Württemberg Stiftung. Phase 2 wurde durch die Robert Bosch Stiftung gefördert. Zusätzlich wurde das Projekt durch den Baden-Württembergischen Handwerkstag e.V. sowie das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg unterstützt.

## Impressum:

Herausgeber: Landesinstitut für Schulentwicklung (LS)  
Heilbronner Straße 172, 70191 Stuttgart  
Fon: 0711 6642-0  
Internet: [www.ls-bw.de](http://www.ls-bw.de)  
E-Mail: [poststelle@ls.kv.bwl.de](mailto:poststelle@ls.kv.bwl.de)

Druck und Vertrieb: Landesinstitut für Schulentwicklung (LS)  
Heilbronner Straße 172, 70191 Stuttgart  
Telefon: 0711 6642-1204  
[www.ls-webshop.de](http://www.ls-webshop.de)

Urheberrecht: Inhalte dieses Heftes dürfen für unterrichtliche Zwecke in den Schulen und Hochschulen des Landes Baden-Württemberg vervielfältigt werden. Jede darüber hinausgehende fotomechanische oder anderweitig technisch mögliche Reproduktion ist nur mit Genehmigung des Herausgebers möglich. Soweit die vorliegende Publikation Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Die Urheberrechte der Copyrightinhaber werden ausdrücklich anerkannt. Sollten dennoch in einzelnen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an den Herausgeber. Bei weiteren Vervielfältigungen müssen die Rechte der Urheber beachtet bzw. deren Genehmigung eingeholt werden.




© Landesinstitut für Schulentwicklung und Baden-Württemberg Stiftung gGmbH  
Stuttgart 2015

# Inhaltsverzeichnis

## Projektarbeit

Projekteinführung – Herstellung einer Bohrvorrichtung .....	4
<b>Ziel 1</b> – Planung der Bohrvorrichtung .....	6
<b>Ziel 2</b> – Passungen und Toleranzen .....	9
<b>Ziel 3</b> – Drehen und Fräsen .....	16

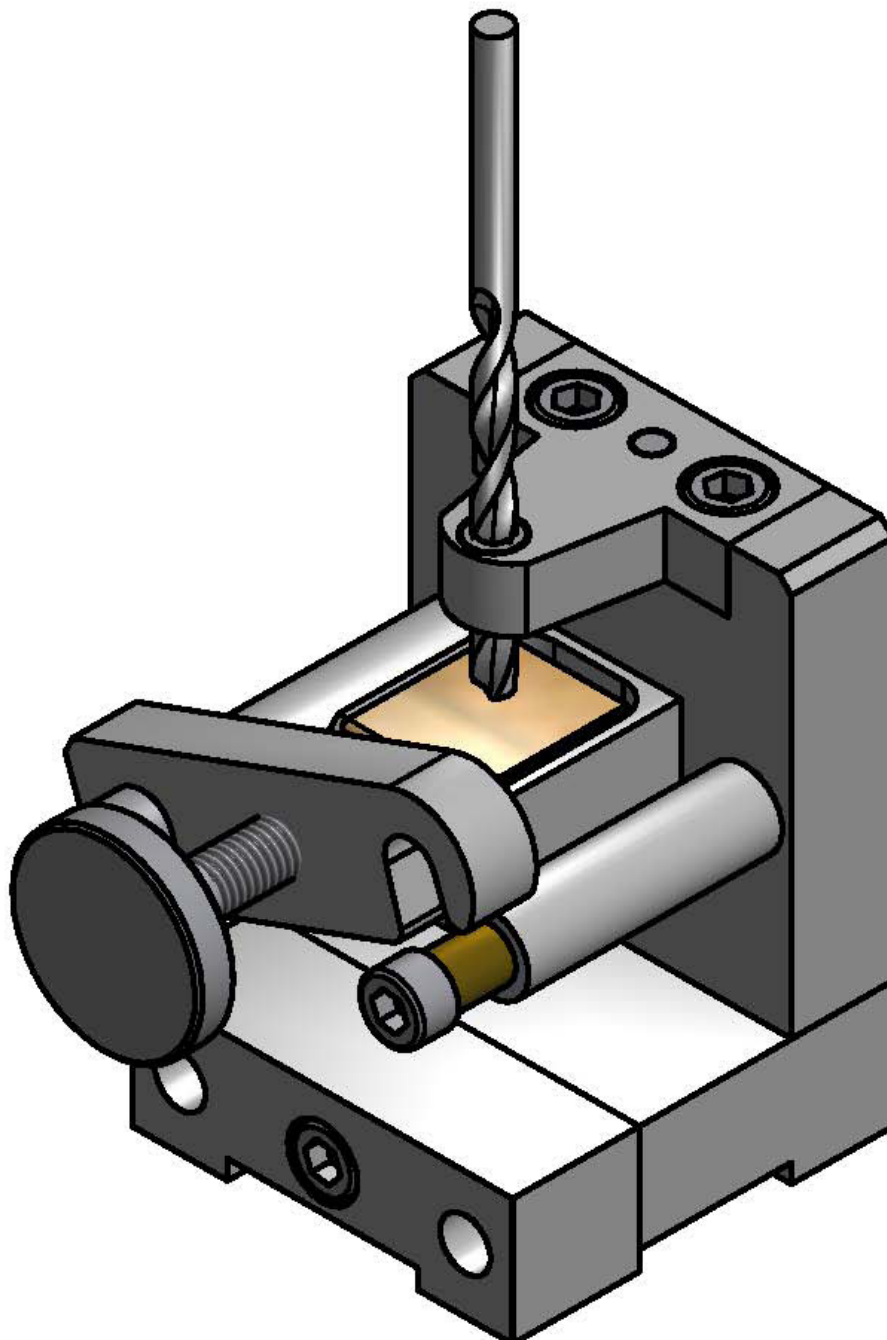
## Zusatzmaterial

 <b>Profiaufgaben</b> .....	30
 <b>Grundlagen</b> .....	38
Berechnen der Toleranzen .....	38
Bestimmung der Passung .....	39
Schnittgeschwindigkeit berechnen .....	40
Vorschubgeschwindigkeit berechnen .....	41
 <b>Übungsaufgaben</b> .....	42
ISO-Passungen berechnen .....	42
Prüfmittel ablesen .....	43
Schnittdaten berechnen .....	45



## Projekteinführung

Der Betrieb in dem du arbeitest hat einen Großauftrag erhalten. Für diesen Auftrag müssen eine größere Anzahl von Winkelblechen gebohrt werden. Um das Herstellen der Winkelbleche zu erleichtern, soll eine Bohrvorrichtung angefertigt werden. Dein Meister beauftragt dich, die Bohrvorrichtung (siehe Abbildung) herzustellen.





## Überblick verschaffen

Verschaffe dir zunächst einen Überblick über die beiliegenden Pläne (**siehe Anlage**). Beantworte mit Hilfe der Pläne folgende Fragen.

a) Welche Pläne sind in den Anlagen enthalten?

Ansichten, Explosionsdarstellung, Stückliste

Detail-Gewinde, Detail Pos. 3, Detail Pos. 8

b) Zusätzlich zu den Plänen erhältst du eine Stückliste (**Anlage 3.3 MB**).

Wozu brauchst du die Stückliste? Streiche alle Informationen durch, die du nicht aus der Stückliste erhältst.

Menge
Benennung
<del>Materialfarbe</del>
Norm-Kurzbezeichnung
<del>Preis</del>
Bemerkung
<del>Bestellnummer</del>
Einheit
Position
<del>Produktionsdatum</del>

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



#### Ziel 1 – Planung der Bohrvorrichtung

Um die Bohrvorrichtung fertigen zu können, musst du dich erst einmal in die Planunterlagen einlesen. Du schaust, ob die Pläne korrekt sind und die Stückliste vollständig ist, um so die Fertigung planen zu können. Benutze dafür die Pläne (siehe Anlagen).



#### Aufgabe 1

I 1

- a) Ordne die Positionsnummern der Stückliste den Bauteilen **in der Explosionsdarstellung (Anlage 3.2 MB)** zu. Kennzeichne die Bauteile mit der entsprechenden Nummer.

I 2

- b) Ordne die Positionsnummern der Stückliste den Bauteilen **in den Ansichten (Anlage 3.1 MB)** zu. Kennzeichne die Bauteile mit der entsprechenden Nummer.

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



#### Aufgabe 2

I 3

In der Stückliste fehlen leider die Angaben zur Anzahl der benötigten Teile. Trage in die Stückliste die Anzahl der jeweiligen Teile ein, die du für die Bohrvorrichtung brauchst.

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐

## Modul 3

### Ziel 1 – Planung der Bohrvorrichtung



14

#### Aufgabe 3

Wie du bereits bemerkt hast, musst du bei der Herstellung der Bohrvorrichtung viele Bohrungen und Gewinde anfertigen.

a) Wie viele Bohrungen besitzt die Baugruppe?

35 Bohrungen

b) Wie viele Gewinde müssen geschnitten werden?

11 Gewinde

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



15

#### Aufgabe 4

Du sollst die Kernlochbohrung zwischen Platte und Grundplatte bohren (siehe **Anlage 3.5 MB**). Hierfür brauchst du einige Informationen.

a) Mit welcher Schraube wird hier die Grundplatte (Pos. 7) mit der Platte (Pos. 3) verbunden? (siehe **Anlage 3.3 MB**).

Schraubenbezeichnung: DIN EN ISO 4762-M6 x 20

b) Mit welchem Durchmesser muss das Kernloch gebohrt werden?

Durchmesser: 5,0

c) Gib an, welche Nennlänge und welche Kopfhöhe die Schraube hat.

Nennlänge: 20

Kopfhöhe: 6

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



16

#### Aufgabe 5

In der Planpappe ist leider keine Detailzeichnung der Kernbohrung vorhanden. Daher ist es deine Aufgabe, eine Detailzeichnung anzufertigen. Benutze dafür die Detailzeichnung im Anhang (siehe **Anlage 3.4 MB**).

- a) Zeichne die Kernbohrung.
- b) Zeichne das Gewinde in die Kernbohrung.
- c) Zeichne die Schraube in das eingezeichnete Gewinde der Kernbohrung ein.

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐

## Modul 3

### Ziel 1 – Planung der Bohrvorrichtung



#### Ziel 1 ist erreicht!

Super, nun hast du dich mit den Planunterlagen auseinandergesetzt und kannst die Bohrvorrichtung in Angriff nehmen.

**Gehe zum Trainer** und zeige ihm alle **Aufgaben**, die du für „Ziel 1“ bearbeitet hast. **Bewertet zusammen**, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben

Aufgabe Nr.	Wie hast du die Aufgaben gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
1	😊 😐 😞		
2	😊 😐 😞		
3	😊 😐 😞		
4	😊 😐 😞		
5	😊 😐 😞		





#### Ziel 2 – Passungen und Toleranzen

Im Modulheft 2 hast du dich bereits mit dem Bohren auseinandergesetzt. Du hast gelernt, wie Bohrer, Material und Drehzahl zusammenhängen.

Für unsere Bohrvorrichtung ist es wichtig, dass alle Teile genau passen.

Dementsprechend müssen auch die Bohrungen genau sein. Um das zu erreichen, musst du dich mit Passungen und verschiedenen Toleranzen auseinandersetzen. Zudem sollst du Messmittel einsetzen können, mit denen die Toleranzen genau gemessen werden.



#### Informationsbox

Passungen werden durch den Unterschied zwischen dem Maß der Bohrung und dem Maß der Welle bestimmt. Durch die richtige Wahl der Toleranzklassen von Bohrung und Welle ergibt sich beim Zusammenbau entweder Spiel oder Übermaß.

Man spricht hier auch von Spielpassungen und Übermaßpassungen.

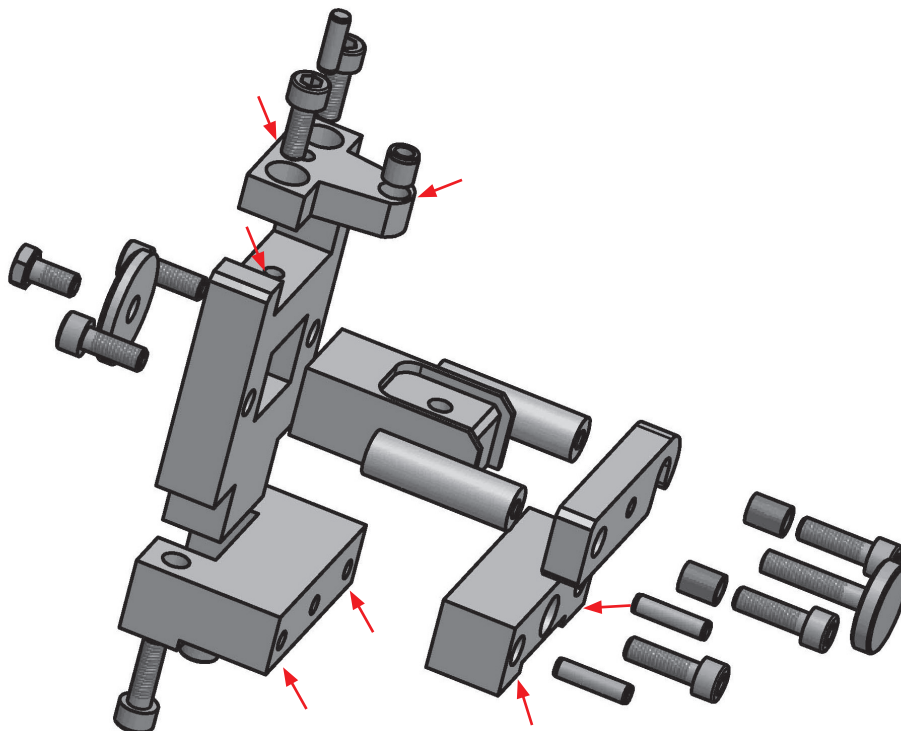
Wenn beim Zusammenbau sowohl Spiel als auch Übermaß auftreten, spricht man von Übergangspassungen.



#### Aufgabe 1

Kennzeichne in der nachfolgenden Explosionszeichnung alle Bohrungen farbig (z. B. blau), die als Passung ausgeführt werden müssen.

17



Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



### Aufgabe 2

In unserer Bohrvorrichtung können die verschiedenen Passungsarten berechnet werden. Dafür werden oft Abkürzungen verwendet.

18

- a) Gib zu der jeweiligen Abkürzung die genaue Bezeichnung an und kreuze an, ob die Abkürzung für die Bohrung oder für die Welle ist.

Abkürzung	Bezeichnung	Bohrung	Welle
$G_{oB}$	Höchstmaß der Bohrung	X	
$G_{uB}$	Mindestmaß der Bohrung	X	
$G_{oW}$	Höchstmaß der Welle		X
$G_{uW}$	Mindestmaß der Welle		X
N	Nennmaß	X	X

- b) Gib an, mit welcher Formel die Kurzzeichen  $G_{oB}$ ,  $G_{uB}$ ,  $G_{oW}$  und  $G_{uW}$  berechnet werden können.

$$G_{oB} = N + ES$$

$$G_{uB} = N + EI$$

$$G_{oW} = N + e_s$$

$$G_{uW} = N + e_i$$

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐

## Modul 3

### Ziel 2 – Passungen und Toleranzen



I 9

#### Aufgabe 3

Ergänze die Tabelle mit den angegebenen ISO-Passungssystemen. Berechne die verschiedenen Passungsarten und gib deren Bedeutung an.

Kurzzeichen	$G_{oB}$	$G_{uB}$	$G_{oW}$	$G_{uW}$
Bedeutung	Höchstmaß der Bohrung	Mindestmaß der Bohrung	Höchstmaß der Welle	Mindestmaß der Welle
Passung				
14H7/h6	14,018	14,000	14,000	13,989
28H8/h9	28,033	28,000	28,000	27,948
8H7/s6	8,015	8,000	8,032	8,023

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



I 10

#### Aufgabe 4

Position 11 und 16 der Stückliste (siehe **Anlage 3.3 MB**) sind Zylinderstifte. Finde anhand der Norm-Kurzbezeichnung die geeignete Passung für die Einheitsbohrung H7 und ergänze die Tabelle, wie du es bei Aufgabe 3 gelernt hast.

Kurzzeichen	$G_{oB}$	$G_{uB}$	$G_{oW}$	$G_{uW}$
Passung				
5 H7 / m6	5,012	5,000	5,012	5,004
6 H7 / m6	6,015	6,000	6,015	6,006

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐

Wenn du dies noch üben möchtest, bearbeite die Übungen zum Thema „Passungen“ auf Seite 42.



### Informationsbox

Bohrungen und auch Maßangaben werden in technischen Zeichnungen oft mit Toleranzangaben versehen. Um die Maße zu prüfen, reicht die Messgenauigkeit von Messschiebern nicht aus. Man verwendet hierfür genauere Prüfmittel, die eine Maßkontrolle im Bereich von hundertstel Millimetern zulassen. So können wir sicherstellen, dass die Bohrvorrichtung in der gewünschten Genauigkeit angefertigt werden kann.



### Aufgabe 5

Gib an, mit welcher Formel sich die Größe der Toleranz berechnen lässt.

I 11

$$T = ES - EI$$

( T = oberes Abmaß - unteres Abmaß )



### Aufgabe 6

Bevor wir uns mit den Prüfmitteln näher beschäftigen, musst du die Toleranzangaben verstehen. Fülle die Tabelle mit Maßen für die Bohrungen aus.

I 12

	Nennwert	oberes Abmaß	unteres Abmaß	Höchstmaß	Kleinste- maß	Toleranzen
80 <sup>+12</sup> / <sub>+8</sub>	80,000	0,012	0,008	80,012	80,008	0,004
45 <sup>+13</sup> / <sub>-8</sub>	45,000	0,013	- 0,008	45,013	44,992	0,021
56 <sup>+30</sup> / <sub>-60</sub>	56,000	0,030	- 0,060	56,030	55,940	0,090
32 <sup>+11</sup> / <sub>-5</sub>	32,000	0,011	- 0,005	32,011	31,995	0,016
28 <sup>+41</sup> / <sub>+28</sub>	28,000	0,041	0,028	28,041	28,028	0,013
40 <sup>+25</sup> / <sub>+9</sub>	40,000	0,025	0,009	40,025	40,009	0,016
24 H7	24,000	0,021	0,000	24,021	24,000	0,021
12 H8	12,000	0,018	0,000	12,018	12,000	0,018

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐

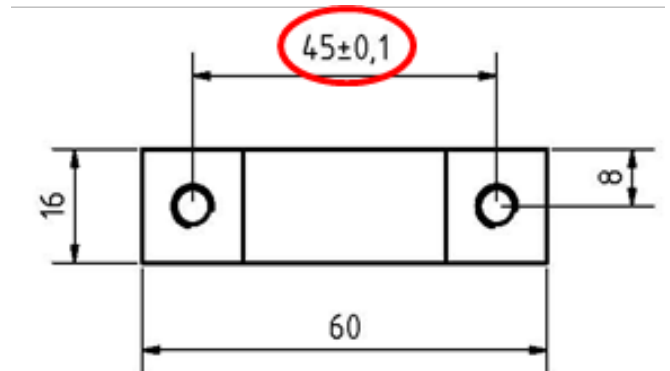


### Aufgabe 7

Trage jeweils die richtigen Zahlenwerte für das Maß  $45 \pm 0,1$  hinter der passenden Bezeichnung ein.

I 13

Bezeichnung	Zahlenwert
Nennwert	45,000
Unteres Abmaß	- 0,100
Mindestmaß	44,900
Oberes Abmaß	0,100
Höchstmaß	45,100
Toleranz	0,200



Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



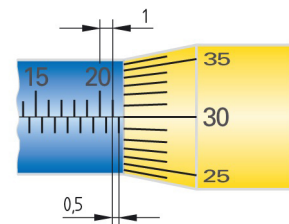
### Aufgabe 8

Die Zylinderstifte (Pos. 11 und 16) kauft dein Betrieb bei einem Fachhändler ein. Du möchtest nachprüfen, ob die Stifte auch den passenden Durchmesser haben.

I 14

a) Benenne das abgebildete Messgerät.

Bügelmessschraube



b) Erkläre, wie das Ablesen dieses Messgeräts funktioniert.

- Bestimmung der ganzen mm: 21 mm
- Ist der nächste 1/2 mm überschritten: + 0,5 mm
- Bestimmung der 1/100 mm: + 0,30 mm

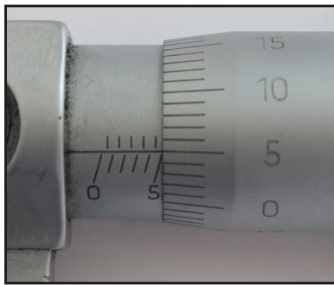
c) Welchen Wert hast du bei der abgebildeten Messschraube abgelesen?

21,80 mm

## Modul 3

### Ziel 2 – Passungen und Toleranzen

- d) Du misst nun den Durchmesser des Zylinderstiftes der Pos. 11.  
Welchen Wert zeigt dein Messgerät an?



5,05 mm
---------

- e) Ist der in Teilaufgabe d) gemessene Zylinderstift noch im Toleranzbereich?  
Begründe deine Entscheidung.

Nein, der Zylinderstift ist nicht im Toleranzbereich (5,004 mm bis 5,012 mm)  
und darf daher nicht eingesetzt werden.

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



### Aufgabe 9

Ein weiteres Prüfmittel ist der Grenzlehrdorn.

I 15

- a) Wofür kann der Grenzlehrdorn bei der Bohrvorrichtung verwendet werden?

Wenn in einer Serienproduktion Bohrungen auf Maßhaltigkeit geprüft  
werden, kommt der Grenzlehrdorn zum Einsatz.

- b) Hebe mit einer Farbe die Kennzeichnung der Gut- bzw. Ausschusseite hervor  
und gib das Maß der Gut- bzw. Ausschusseite des Grenzlehrdorns 12H7 an.



Maß der Gutseite:	12,000
Maß der Ausschusseite:	12,018

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐

Wenn du das Ablesen der Prüfmittel noch üben möchtest, bearbeite die Übungen auf den Seiten 43 und 44.

## Modul 3

### Ziel 2 – Passungen und Toleranzen



#### Ziel 2 ist erreicht!

Nun kannst du die Passungen und Toleranzen fachgerecht herstellen.

**Gehe zum Trainer** und zeige ihm alle **Aufgaben**, die du für „Ziel 2“ bearbeitet hast.  
**Bewertet zusammen**, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben

Aufgabe Nr.	Wie hast du die Aufgaben gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
1	😊 😐 😞		
2	😊 😐 😞		
3	😊 😐 😞		
4	😊 😐 😞		
5	😊 😐 😞		
6	😊 😐 😞		
7	😊 😐 😞		
8	😊 😐 😞		
9	😊 😐 😞		



### Ziel 3 – Drehen und Fräsen

In Ziel 3 sollen die Fräs- und Dreharbeiten durchgeführt werden. Hierbei müssen in verschiedenen Teilen Nuten, Absätze und Fasen gefräst werden. Dafür ist es wichtig, das richtige Werkzeug und das passenden Fräsverfahren für die anzufertigenden Stahlteile zu wählen.

Die Rändelschraube wie auch die Distanzbuchsen müssen fachgerecht gedreht werden. Um einwandfrei gedrehte Stahlteile zu erhalten, sind einige Bedingungen einzuhalten.



### Aufgabe 1

Zum Fräsen der Nuten und Absätze stehen dir verschiedene Fräswerkzeuge zur Verfügung. Finde zu dem abgebildeten Fräswerkzeug die richtige Bezeichnung und gib jeweils ein Einsatzbeispiel beim Fräsen der Bohrvorrichtung an.

I 16

	Fräswerkzeug	Einsatzbeispiel skizzieren
	Prismenfräser	
	Plan- Eckfräser	
	Winkelfräser	
	Kugelfräser	
	Scheibenfräser	

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐





#### Aufgabe 2

Um festzustellen, welche Fräsarbeiten zur Herstellung der Bohrvorrichtung getätigt werden müssen, verschaffst du dir einen Überblick.

I 17

- Schreibe dazu aus der Stückliste alle Positionen und die jeweilige Benennung heraus, an welchen du Fräsarbeiten durchführen musst.
- Gib zusätzlich an, welche Fräsverfahren nötig sind, um das gewünschte Teil zu erreichen. *Achtung:* Manchmal sind auch mehrere Fräsverfahren notwendig.

Position	Benennung	Fräsverfahren
Pos. 5	Führungsteg	Formfräsen, Rundfräsen
Pos. 3	Platte	Winkelfräsen, Eckfräsen, Planfräsen
Pos. 7	Grundplatte	Nutenfräsen, Eckfräsen
Pos. 1	Standfuß	Nutenfräsen
Pos. 6	Aufnahme	Formfräsen, Eckfräsen

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



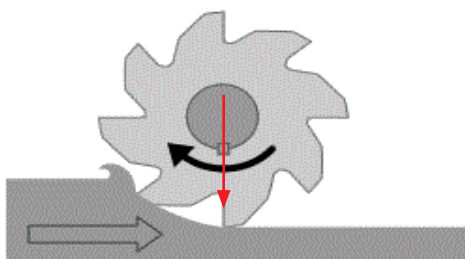
#### Aufgabe 3

Je nach Fräsverfahren kann das Gleichlaufräsen und das Gegenlaufräsen unterschieden werden.

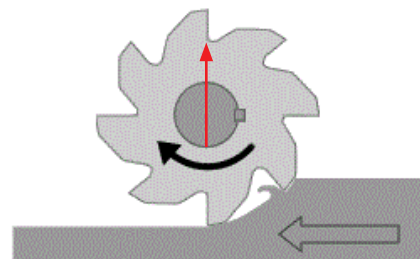
I 18

I 19

- Entscheide, welche der beiden Abbildungen das Gleichlaufräsen bzw. das Gegenlaufräsen abbildet, und schreibe es jeweils unter die Abbildung.
- Trage in der Abbildung die Schnitt- und Vorschubbewegung ein.
- Trage in einer anderen Farbe die Kräfte ein, die auf das Werkstück wirken.



Gegenlaufräsen



Gleichlaufräsen

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



### Aufgabe 4

Sowohl beim Drehen als auch beim Fräsen gibt es das „Schruppen“ und das „Schlichten“.

I 20

- Ergänze die Tabelle mit den Eigenschaften.
- Gib jeweils ein Anwendungsbeispiel bei der Bohrvorrichtung an, wo das Schruppen und das Schlichten eingesetzt wird.

	Spanart (fein oder grob)	Spanabnahme (viel oder wenig)	Oberfläche (glatt oder rau)	Anwendungsbeispiel bei der Bohrvorrichtung
Schruppen	<b>grob</b>	<b>viel</b>	<b>rau</b>	<b>grobes Zufräsen der Platte</b>
Schlichten	<b>fein</b>	<b>wenig</b>	<b>glatt</b>	<b>Endkontur der Platte fräsen</b>

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



### Informationsbox

Beim Fräsen wird die Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  in Abhängigkeit vom Schneidstoff und Werkstoff gewählt. Dabei sollte die Schnittgeschwindigkeit möglichst groß gewählt werden, um die Frästeile möglichst wirtschaftlich zu erzeugen.

Neben der Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  und der damit verbundenen Drehzahl  $n$  ist auch noch die Vorschubgeschwindigkeit  $v_f$  von Bedeutung. Die Vorschubgeschwindigkeit, gemessen in mm/min, erhält man aus dem Vorschub je Zahn  $f_z$ , der Zähneanzahl  $z$  des jeweiligen Fräasers und der Drehzahl  $n$ .

Entsprechend dem gewählten Vorschub je Zahn  $f_z$  und der Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  ist an der Fräsmaschine die Vorschubgeschwindigkeit einzustellen.



### Aufgabe 5

Der Rollerfahrer und der Skateboardfahrer fahren ein Rennen. Beide sind nach genau 10 Sekunden wieder im Ziel.

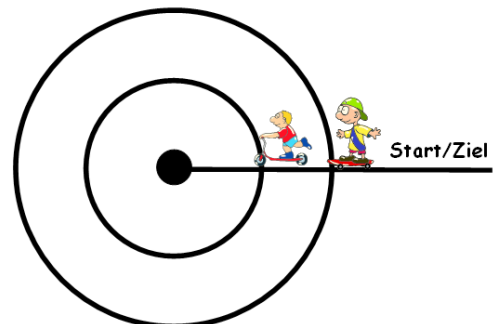
I 21

- Wer war der Schnellere, oder waren beide gleich schnell?

**Skateboardfahrer**  
(er legt mehr Wegstrecke zurück)

- Welcher Umdrehungszahl (Einheit Umdrehungen / min) entspricht dies?

**6/min**



## Modul 3

### Ziel 3 – Drehen und Fräsen

I 22

- c) Welche Geschwindigkeit haben der Rollerfahrer und der Skateboardfahrer?  
Der Radius des Rollerfahrers beträgt 5 m, der des Skateboardfahrers 7,5 m.

Tipp: Hierzu kann die Formel zur Berechnung der Schnittgeschwindigkeit beim Fräsen verwendet werden. Begründe kurz, weshalb diese Formel verwendet werden kann.

Rollerfahrer:

$$v = d \cdot \pi \cdot n = 10 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 6 \frac{1}{\text{min}} = 188,4 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Skateboardfahrer:

$$v = d \cdot \pi \cdot n = 15 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 6 \frac{1}{\text{min}} = 282,6 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Begründung: Die Geschwindigkeit der Umrundung ist gleich der Geschwindigkeit des Fräasers, da sie die gleiche Bewegung ausführen.



Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐

#### Aufgabe 6

Du möchtest für die Bohrvorrichtung die Absätze rechts und links der Platte (Pos. 3) fräsen.

I 23

- a) Welchen Fräser verwendest du? Begründe deine Entscheidung.

Eckfräser, um Absätze in einem Arbeitsschritt maßgenau anfertigen zu können.

I 24

- b) Der von dir gewählte Fräser hat einen Durchmesser von  $d = 75 \text{ mm}$ . Du fräst die Absätze mit einer Drehzahl von  $n = 63/\text{min}$ . Berechne mit welcher Schnittgeschwindigkeit der Fräser arbeitet.

$$\begin{aligned} v_c &= d \cdot \pi \cdot n = 0,075 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 63 \frac{1}{\text{min}} \\ &= 14,84 \frac{\text{m}}{\text{min}} \end{aligned}$$

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



### Aufgabe 7

Du brauchst neben dem Walzenstirnfräser auch einen Scheibenfräser, um alle Fräsarbeiten der Platte vorzunehmen. Trage die fehlenden Werte in die Tabelle ein, indem du die Teilaufgaben berechnest.

I 25

Werkzeug	$v_c$	$n$	$f_z$	$v_f$
Walzenstirnfräser HM, $d = 75 \text{ mm}$ , 6 Zähne	$282,7 \frac{\text{m}}{\text{min}}$	$1200/\text{min}$	$0,1 \text{ mm}$	$720 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$
Scheibenfräser HSS, $d = 100 \text{ mm}$ , 16 Zähne	$60 \text{ m/min}$	$191/\text{min}$	$0,05 \text{ mm}$	$152 \text{ mm/min}$

a) Berechne die Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  für den Walzenstirnfräser.

$$v_c = d \cdot \pi \cdot n = 0,075 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 1200/\text{min}$$

$$= 282,74 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

b) Berechne die Vorschubgeschwindigkeit  $v_f$  des Walzenstirnfräasers.

$$v_f = d \cdot f_z \cdot z = 1200/\text{min} \cdot 0,1 \text{ mm} \cdot 6$$

$$= 720 \text{ mm/min}$$

c) Berechne die Drehzahl  $n$  des Scheibenfräasers.

$$v_c = d \cdot \pi \cdot n \longleftrightarrow n = \frac{v_c}{d \cdot \pi} = \frac{60 \text{ m/min}}{0,1 \text{ m} \cdot 3,14}$$

$$= 191/\text{min}$$

d) Berechne den Vorschub je Schneide  $f_z$  für den Scheibenfräser.

$v_f = n \cdot f_z \cdot z$	$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z}$
	$= \frac{152 \text{ mm/min}}{191/\text{min} \cdot 16}$
	$= 0,05 \text{ mm}$

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



#### Aufgabe 8

Nach dem Fräsen der ersten Platte für die Bohrvorrichtungen stellst du fest, dass du eine schlechte Oberflächengüte hast.

I 26

a) Kreuze an, was dir Abhilfe verschaffen kann, um eine bessere Qualität zu erreichen.

- ☒ Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  verringern
- ☐ Keinen Kühlschmierstoff verwenden
- ☐ Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  erhöhen
- ☒ Rundlauf der Schneiden prüfen

b) Wie würde sich die Oberfläche verändern, wenn du den Vorschub je Zahn  $f_z$  **erhöhen** würdest? Begründe deine Entscheidung.

Der Freiflächenverschleiß würde sich verringern,

wodurch die Oberfläche sich verbessert.

Alles erledigt? ☐

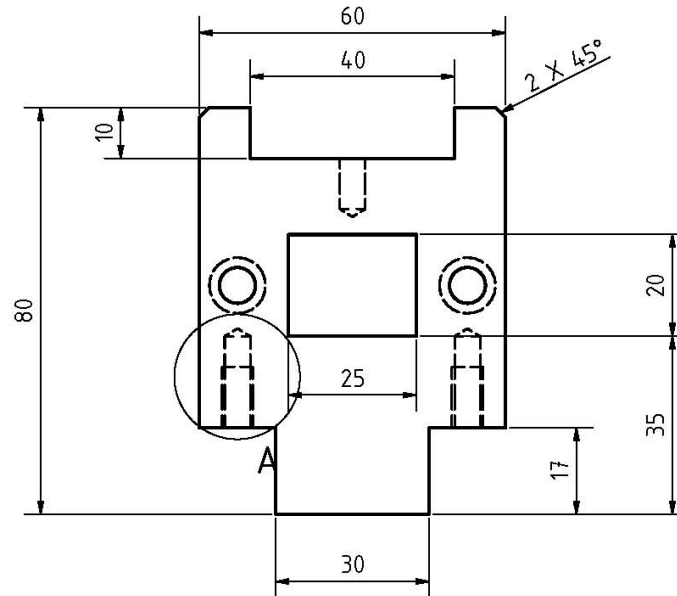
Ergebnis überprüft? ☐



### Aufgabe 9

Durch die Fräsarbeiten verändern sich die Flächen der Platte (siehe **Anlage 3.5 MB**).

I 27



- a) Berechne die verbleibende Fläche der Platte, nachdem du alle Fräsarbeiten durchgeführt hast.  
Hinweis: Die Bohrlöcher und Fasen musst du dabei nicht berücksichtigen.

$$A_0 = l \cdot b = 60 \text{ mm} \cdot 80 \text{ mm} = 4800 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = l \cdot b = 40 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm} = 400 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = l \cdot b = 20 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm} = 500 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = l \cdot b = 17 \text{ mm} \cdot 15 \text{ mm} = 255 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{\text{ges}} &= A_0 - A_1 - A_2 - (2 \cdot A_3) \\ &= 4800 \text{ mm}^2 - 400 \text{ mm}^2 - 500 \text{ mm}^2 - (2 \cdot 255 \text{ mm}^2) \\ &= 3390 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

## Modul 3

### Ziel 3 – Drehen und Fräsen

I 28

- b) Gib die Fläche in Prozent an, die du nach den Fräsarbeiten noch übrig hast, wenn die ursprüngliche Fläche 60 mm x 80 mm betrug.

$4800 \text{ mm}^2 \Leftrightarrow 100 \%$
$1 \text{ mm}^2 \Leftrightarrow 100 \% / 4800 \text{ mm}^2$
$3390 \text{ mm}^2 \Leftrightarrow 70,63 \%$

I 29

- c) Die Platte ist 16 mm dick. Mit welcher Formel kannst du das Volumen berechnen?  
Gib eine sinnvolle Einheit für das Volumen an.

Formel:  $V = A \cdot d$

Einheit:  $\text{dm}^3$

I 30

- d) Berechne die Masse einer fertig gefrästen Platte.

$V = A \cdot d = 3390 \text{ mm}^2 \cdot 16 \text{ mm} = 54240 \text{ mm}^3 = 0,05424 \text{ dm}^3$
$m = V \cdot \rho = 0,05424 \text{ dm}^3 \cdot 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 0,43 \text{ kg}$

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



#### Informationsbox

Um die Bohrvorrichtung herzustellen, musst du nicht nur fräsen und bohren, sondern auch einige Teile drehen. Unter Drehen versteht man die spanende Bearbeitung der Umdrehungsflächen eines Werkstückes. Hierbei führt das Werkstück die Drehbewegung aus und wird mit einem meist einseitigen Werkzeug bearbeitet. Die Spanabnahme erfolgt durch die Schnittbewegung und die Vorschubbewegung.



#### Aufgabe 10

Schau in den Anlagen nach und gib die Benennung aller Teile an, die du mittels eines Drehverfahrens herstellen musst.

I 31

Riegelträger, Rändelschraube

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



#### Aufgabe 11

Du möchtest den Riegelträger drehen. Dafür brauchst du eine normgerechte Zeichnung. Zeichne einen Riegelträger im Querschnitt (Maßstab 2:1) und gib alle erforderlichen Maße an (siehe **Anlage 3.6 MB**).

I 32



Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



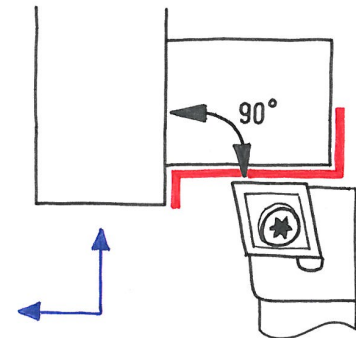


I 33

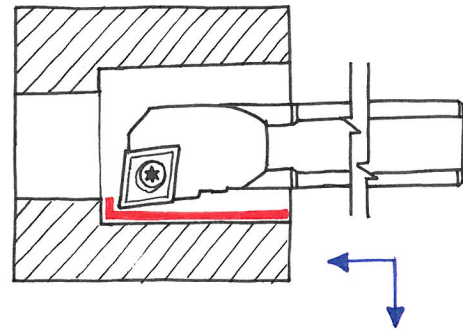
#### Aufgabe 12

Es gibt ganz unterschiedliche Drehverfahren und daraus resultierende Spanarten.

a) Welche beiden Drehverfahren sind hier abgebildet?



Außendrehen



Innendrehen

b) Spanarten werden unterschieden in Reißspäne, Scherspäne und Fließspäne. Wie entstehen die Spanarten?

Reißspäne: Drehen von spröden Werkstoffen

Scherspäne: Drehen von zähen Werkstoffen

Fließspäne: Drehen von gut plastisch verformbaren Werkstoffen

c) Du sollst die beiden Riegelträger drehen. Ziel ist das Erreichen einer guten Oberflächengüte. Welche Spanart ist anzustreben, um die gewünschte Oberflächengüte zu erreichen? Unterstreiche die richtige Spanart mit blauer Farbe in Aufgabenteil b).

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



I 34

#### Aufgabe 13

Nach dem Drehen der Riegelträger ist die Qualität der Oberfläche schlecht. Welche drei Größen lassen sich an einer Drehmaschine einstellen, um bei dem nächsten Drehvorgang ein besseres Ergebnis zu erzielen?

a) Gib neben der Größe auch das richtige Kürzel an.

Größe	Kürzel
Drehzahl	n
Vorschub	f
Schnitttiefe	a

## Modul 3

### Ziel 3 – Drehen und Fräsen

- b) Dein Chef macht dich darauf aufmerksam, dass du einen HM-Drehmeißel verwendest, du aber die Schnittgeschwindigkeit für ein HSS-Werkzeug eingestellt hast. Muss die Schnittgeschwindigkeit nun erhöht oder herabgesenkt werden? Begründe deine Entscheidung.



Die Schnittgeschwindigkeit muss erhöht werden, da die Schnittgeschwindigkeit eines HM-Werkzeugs ca. 5 mal so hoch ist.



Die Schnittgeschwindigkeit muss gesenkt werden, da \_\_\_\_\_

- c) Berechne die Drehzahl für einen HSS-Drehmeißel mit der Schnittgeschwindigkeit von 150 m/min. Du möchtest damit die Riegelträger drehen.

$n = \frac{V_c}{\pi \cdot d} = \frac{150 \text{ m/min}}{3,14 \cdot 0,012 \text{ m}} = 3980/\text{min}$
--

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



I 35

#### Aufgabe 14

Die Rändelschraube musst du ebenfalls drehen. Das verwendete Fräs Werkzeug hat einen Durchmesser von 70 mm. Die Schnittgeschwindigkeit beim Drehen beträgt 200 m/min.

- a) Lies aus dem Drehzahldiagramm deiner Formelsammlung die erforderliche Drehzahl ab.

$n = 900/\text{min}$

- b) Der Vorschub  $f$  beträgt 0,1 mm. Welche Vorschubgeschwindigkeit wird gewählt?

$v_f = n \cdot f$
$v_f = 900/\text{min} \cdot 0,1 \text{ mm}$
$v_f = 90 \text{ mm/min}$

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐

Wenn du das Berechnen der Schnittdaten noch üben möchtest, bearbeite die Übungen zum Thema auf den Seiten 45 - 47.



#### Aufgabe 15

Erstelle einen Fertigungsplan für die Drehbearbeitung der Riegelträger.

Fertigungsplan für Drehbearbeitung		
Nr.	Arbeitsschritt	Werkzeuge/Hilfsmittel
1	<i>Stirnseite plandrehen</i>	
2	Schruppen auf Ø 12,2	Drehmeißel
3	Schlichten auf Ø 12,0	Drehmeißel
4	Fase (rechte Seite)	Drehmeißel
5	Bohrung für Gewinde	Bohrer Ø auf 5,0
6	Gewinde bohren	M6 Gewindeschneider
7	Abstechen	Abstechdrehmeißel
8	Werkstück umspannen	
9	Fase (linke Seite)	Drehmeißel

Alles erledigt? ☐

Ergebnis überprüft? ☐



### Ziel 3 ist erreicht!

In diesem Ziel hast du das fachgerechte Drehen und Fräsen vertieft.

**Gehe zum Trainer** und zeige ihm alle **Aufgaben**, die du für „Ziel 3“ bearbeitet hast. **Bewertet zusammen**, wie gut du die Aufgaben gelöst hast.

#### Bewertung der Aufgaben

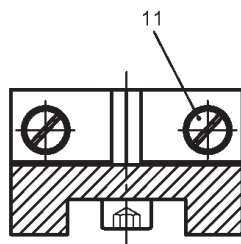
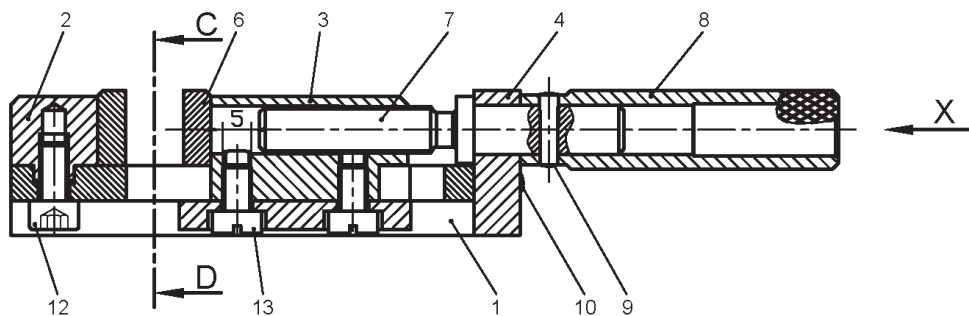
Aufgabe Nr.	Wie hast du die Aufgaben gelöst?	Was hast du gut gemacht?	Was solltest du noch üben?
1	😊 😐 😞		
2	😊 😐 😞		
3	😊 😐 😞		
4	😊 😐 😞		
5	😊 😐 😞		
6	😊 😐 😞		
7	😊 😐 😞		
8	😊 😐 😞		
9	😊 😐 😞		
10	😊 😐 😞		
11	😊 😐 😞		
12	😊 😐 😞		
13	😊 😐 😞		
14	😊 😐 😞		
15	😊 😐 😞		



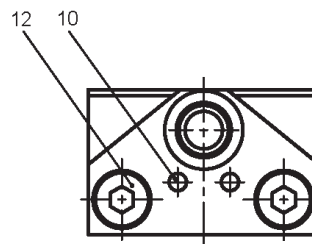
## Stückliste ergänzen

### Aufgabe 1

In den verschiedenen Ansichtszeichnungen des abgebildeten Schraubstockes sind bereits die Teile mit den entsprechenden Positionsnummern versehen. Ergänze die fehlenden Mengenangaben in der Originalstückliste.



Schnitt C-D



Ansicht X

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Norm-Kurzbezeichnung, Werkstoff	Bemerkung
1	1	Stück	Grundplatte	S235JR + AR	Flachstahl 40x15x83
2	1	Stück	Feste Backe	S235JR + AR	Flachstahl 4kant 16x43
3	1	Stück	Spannbacke	S235JR + AR	Flachstahl 40x20x37
4	1	Stück	Spindellager	S235JR + AR	Flachstahl 40x8x28
5	1	Stück	Führungsplatte	Edelstahl	PI 43x23
6	2	Stück	Backe	S235JR + AR	Flachstahl 16x5x43 DIN 174
7	1	Stück	Gewindespindel	X14CrMoS17	Rd 12x90
8	1	Stück	Griff	X14CrMoS17	Rd 15x90
9	1	Stück	Kegelstift	DIN 1 – 3x14	----
10	2	Stück	Zylinderstift	DIN 7 – 3m6x12	----
11	4	Stück	Zylinderschraube	DIN 84 – M4x10	----
12	3	Stück	Zylinderschraube	DIN 912 – M5x10-10,9	----
13	2	Stück	Zylinderschraube	DIN 84 – M5x8	----



## Stückliste ergänzen

### Aufgabe 2

Gib alle Informationen an, die du aus der Stückliste von Aufgabe 1 herauslesen kannst.

Position, Menge

Einheit

Benennung

Norm - Kurzbezeichnung / Werkstoff

Bemerkung

### Aufgabe 3

Um den in Aufgabe 1 abgebildeten Schraubstock anfertigen zu können, fehlen dir noch einige Zeichnungen. Unterstreiche nachfolgend alle Zeichnungsarten, die dir zur Fertigung behilflich sind.

Detailzeichnung der Grundplatte

Detailzeichnung der Zylinderstifte

Explosionszeichnung

Zeichnung der Gewindespindel

Gesamtzeichnung in drei verschiedenen Maßstäben

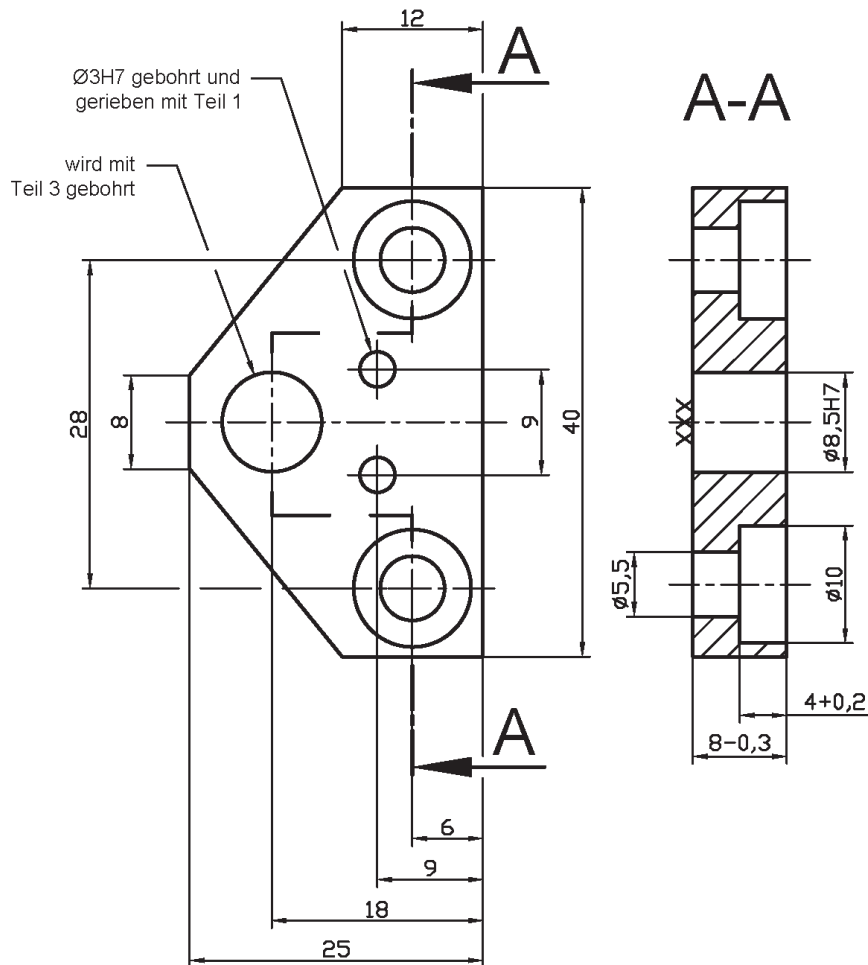
Detailzeichnung der Spindellager



## Passungen und Toleranzen

### Aufgabe 1

Kennzeichne in der Detailzeichnung des Spindellagers alle Stellen, die als Passung ausgeführt werden müssen, mit blauer Farbe.



### Aufgabe 2

Bei der Wahl der Passung kannst du dich je nach Bauteil zwischen der Spielpassung, der Übergangspassung und der Übermaßpassung entscheiden.

Ergänze die Tabelle, indem du die Passungen jeweils zuordnest und das Spiel bewertest.

Auswahl	Passungsart	Spiel
H8/f7	Spielpassung	kleines Spiel
H6/k6	Übergangspassung	mittleres Spiel
H7/h6	Spielpassung	kleines Spiel
H7/s6	Übermaßpassung	großes Spiel
H11/c11	Spielpassung	kleines Spiel



## Passungen und Toleranzen

### Aufgabe 3

Die Bohrung in das Spindellager für die Gewindespindel soll mit einer Passung ausgeführt werden. Das dafür notwendige Maß ist in der Zeichnung mit einem Kasten umrahmt.

- a) Wie groß darf das Höchstmaß der Bohrung maximal sein?

8,515

- b) Welches Mindestmaß muss die Bohrung haben?

8,500

- c) Die eingesetzte Gewindespindel hat ein Passungsmaß von  $\varnothing 8,5h6$ . Gib das Höchstmaß und das Mindestmaß der eingesetzten Gewindespindel („Welle“) an.

Höchstmaß: 8,500

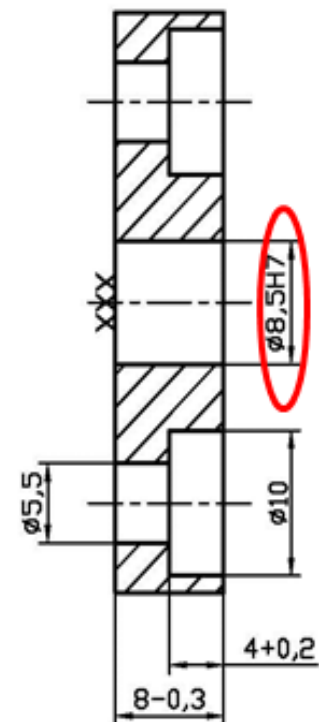
Mindestmaß: 8,491

- d) Berechne das Höchstspiel und das Mindestspiel zwischen der Bohrung und der Welle (Gewindespindel).

Höchstspiel:  $8,515 - 8,491 = 0,024 \text{ mm}$

Mindestspiel:  $8,500 - 8,500 = 0,000 \text{ mm}$

A-A



- e) Erkläre kurz, warum die Gewindespindel mit einer Spielpassung und nicht mit einer Übergangspassung ausgeführt wird.

---



---



---





## Passungen und Toleranzen

### Aufgabe 4

Du hast eine Welle mit dem Nennmaß  $N = 100 \text{ mm}$ . Die Grenzabmaße betragen dabei  $es = -30 \text{ }\mu\text{m}$  und  $ei = -60 \text{ }\mu\text{m}$ . Berechne das Höchstmaß, das Mindestmaß und die entstehende Toleranz.

$$G_{ow} = N + es = 100 \text{ mm} - 0,03 \text{ mm} = 99,970 \text{ mm}$$

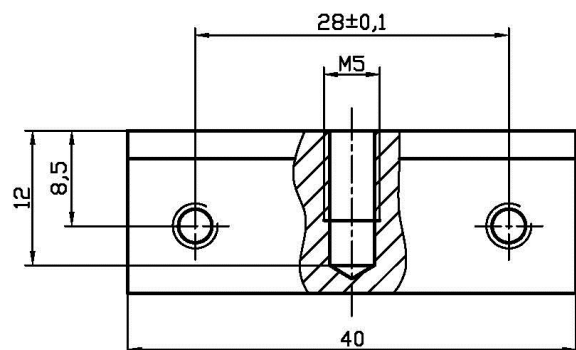
$$G_{uw} = N + ei = 100 \text{ mm} - 0,06 \text{ mm} = 99,940 \text{ mm}$$

$$T_w = N + ei = -30 \text{ }\mu\text{m} + 60 \text{ }\mu\text{m} = 30 \text{ }\mu\text{m}$$

### Aufgabe 5

Trage jeweils die richtigen Zahlenwerte für das Maß  $28 \pm 0,1$  hinter der passenden Bezeichnung ein.

Bezeichnung	Zahlenwerte
Nennmaß	28,000
Unteres Abmaß	27,900
Mindestmaß	-0,100
Oberes Abmaß	28,100
Höchstmaß	+0,100
Toleranz	0,200

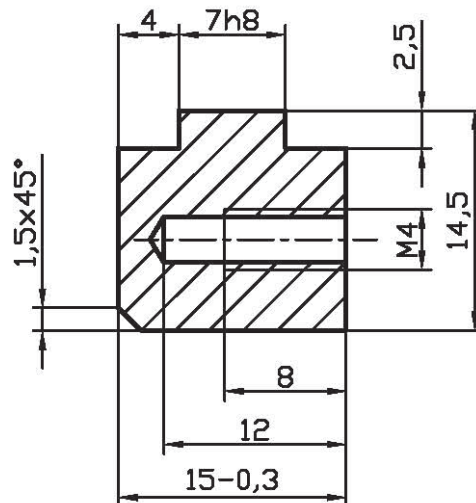




## Drehen und Fräsen

### Aufgabe 1

Du möchtest die Absätze und die Fase der abgebildeten Zeichnung anfertigen.



- a) Welchen Fräser verwendest du, um die Absätze zu fräsen?  
Begründe deine Entscheidung.

Walzenstirnfäser, da mit der richtigen Wahl der Wendeschneidplatten ein hohes Zeitspannungsvolumen erreicht wird.

- b) Welchen Fräser verwendest du, um die Fase zu fräsen?  
Begründe deine Entscheidung.

Planfräser, Begründung wie oben

- c) Der von dir gewählte HSS Fräser hat einen Durchmesser von 80 mm.  
Du frägst mit einer Drehzahl von 75/min die Fase.  
Berechne mit welcher Schnittgeschwindigkeit der Fräser arbeitet.

$$v_c = d \cdot \pi \cdot n$$

$$= 0,080 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 75/\text{min}$$

$$= 18,85 \text{ m/min}$$



## Drehen und Fräsen

### Aufgabe 2

Mit einem Planfräser ( $d = 80 \text{ mm}$ ) mit 8-HM-Schneiden soll ein  $70 \text{ mm}$  breites Werkstück gefräst werden. Wie groß müssen  $n$  und  $v_f$  sein, wenn die Schnittgeschwindigkeit  $300 \text{ m/min}$  beträgt und der Vorschub je Zahn mit  $0,1 \text{ mm}$  angegeben ist?

$$v_c = d \cdot \pi \cdot n \longleftrightarrow n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{300 \text{ m/min}}{0,08 \text{ m} \cdot 3,14} = 1194/\text{min}$$

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z = 1194/\text{min} \cdot 0,1 \text{ mm} \cdot 8 = 955 \text{ mm/min}$$

### Aufgabe 3

Berechne die Fläche des abgebildeten Spindellagers. Die Bohrungen und Passungen musst du dabei nicht berücksichtigen!

$$A_0 = 40 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm}$$

$$= 1000 \text{ mm}^2$$

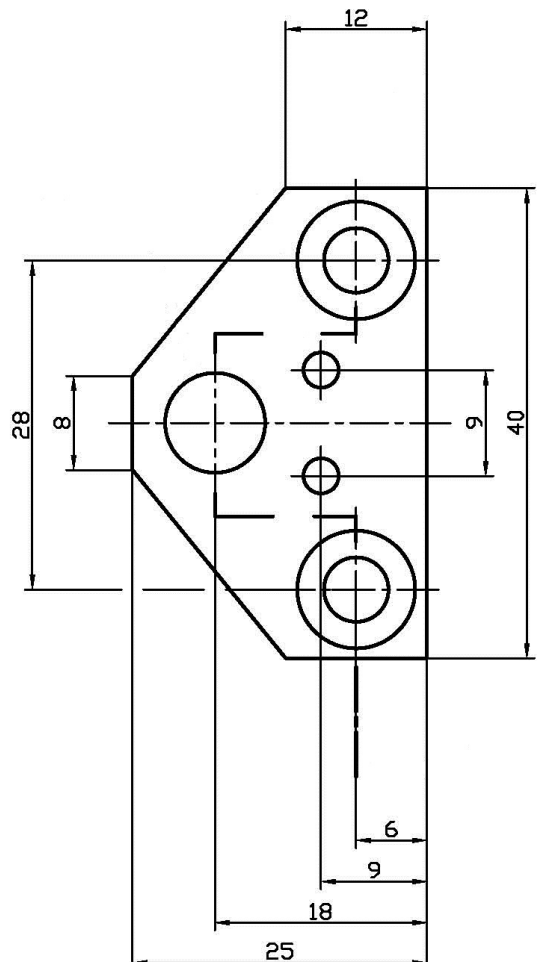
$$A_1 = 13 \text{ mm} \cdot 16 \text{ mm}$$

$$= 208 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{ges}} = A_0 - A_1$$

$$= 1000 \text{ mm}^2 - 208 \text{ mm}^2$$

$$= 792 \text{ mm}^2$$

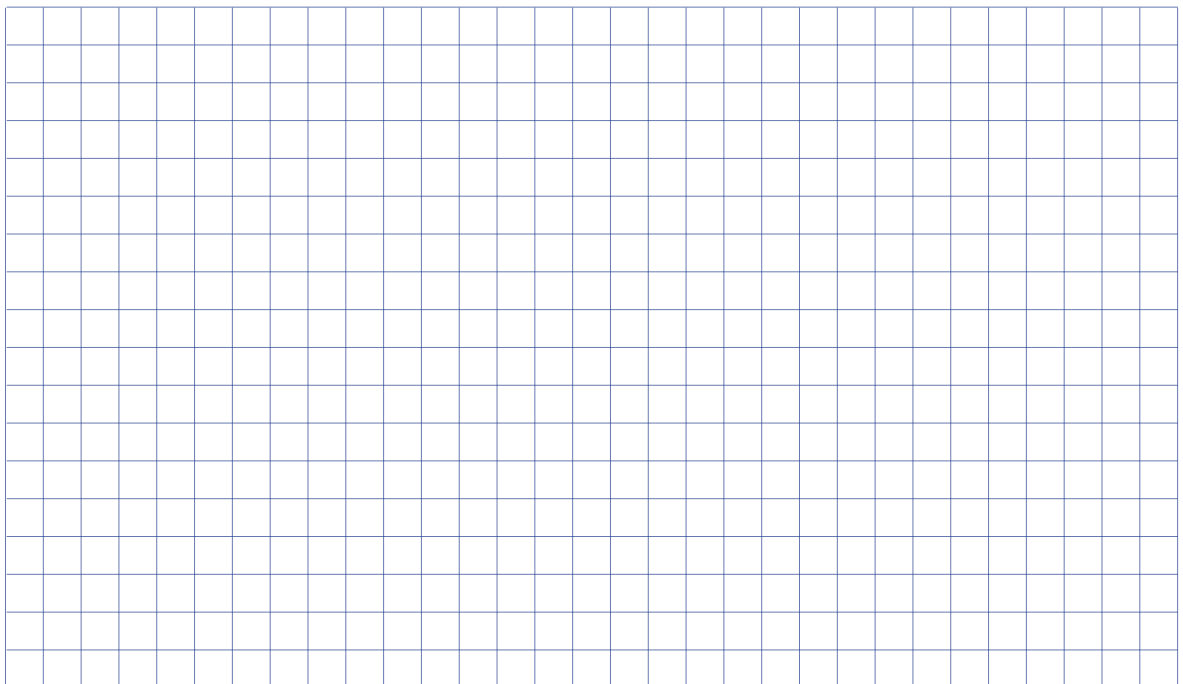
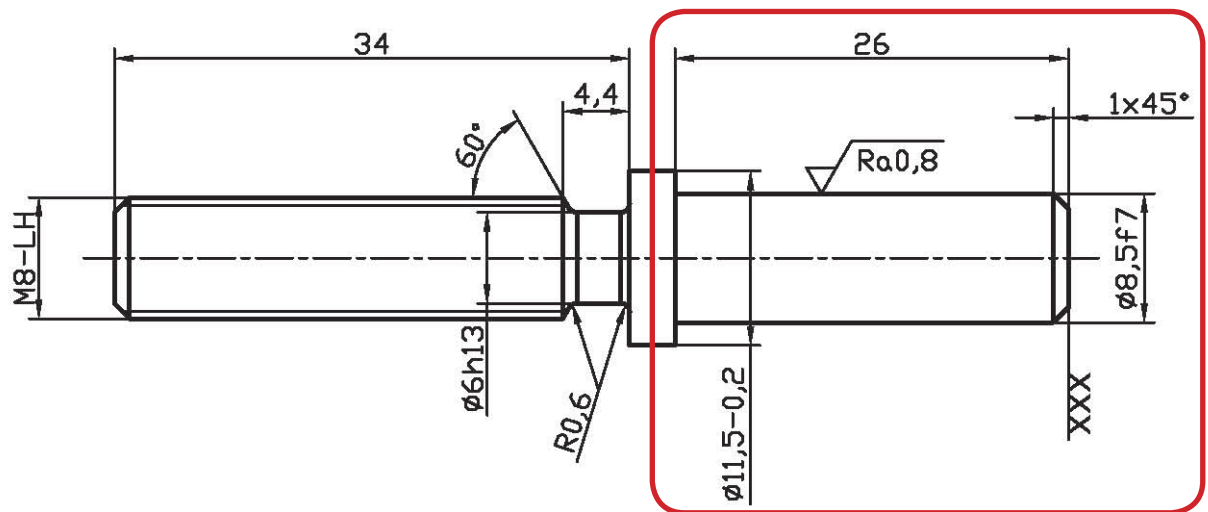




## Drehen und Fräsen

### Aufgabe 4

Du möchtest die Gewindespindel drehen. Dafür brauchst du eine maßstabsgetreue Zeichnung. Zeichne den umrahmten Teil der Gewindespindel im Maßstab 1:2.





## Drehen und Fräsen

### Aufgabe 5

Du drehst die Gewindespindel aus der vorherigen Aufgabe 4. Das dafür verwendete Werkzeug hat einen Durchmesser von 90 mm bei einer Drehzahl von 900/min.

a) Lies aus dem Drehzahldiagramm die erforderliche Schnittgeschwindigkeit ab.

$$v_c = 255 \text{ mm/min}$$

b) Der Vorschub  $f$  beträgt 0,2 mm. Welche Vorschubgeschwindigkeit muss eingestellt werden?

$$v_f = n \cdot f = 0,2 \text{ mm} \cdot 900/\text{min}$$

$$= 180 \text{ mm/min}$$

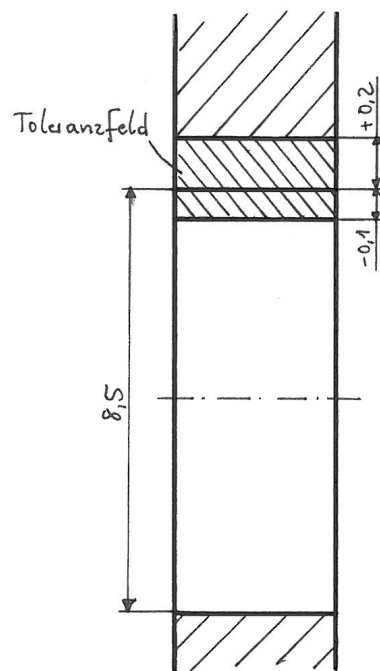


## Berechnen der Toleranzen

Für Bohrungen und Wellen werden einheitliche Begriffe verwendet, um die verschiedenen Maßtoleranzen zu beschreiben.

Du hast in deiner Zeichnung nun die folgende Maßangabe und möchtest die Toleranz bestimmen:

$$\begin{array}{r} \text{+ 0,2} \\ \text{Ø 8,5} \\ \text{- 0,1} \end{array}$$



Mit dieser Maßangabe kannst du das wie folgt machen:

1. Das **Ø**-Zeichen ist das Kürzel für den Durchmesser. Demnach hast du es hier mit einem runden Werkstück zu tun.
2. Die Zahl **8,5** ist das Nennmaß. Das ist das Maß, das in einer Zeichnung normal angegeben ist.
3. Die beiden Grenzabmaße **+0,2** und **-0,1** geben das höchste Maß (+0,2) und das niedrigste Maß (-0,1) an. Nur Abmessungen innerhalb dieses Bereiches sind erlaubt.

Höchstmaß: Ist das höchste Maß, das erlaubt ist, also 8,52 mm.

Kleinstmaß: Ist das kleinste Maß, welches erlaubt ist, also 8,49 mm.

4. Wenn man nun das höchste Maß vom niedrigsten Maß abzieht, erhält man die Toleranz. Die Toleranz beträgt in diesem Fall also 0,03 mm. Das kann man mit dem bloßen Auge gar nicht sehen!



## Bestimmung der Passung

### Grundbegriffe der Passung

Eine Passung entsteht, wenn das Maß einer Bohrung nicht genau mit dem Maß einer Welle übereinstimmt. Manchmal ist dieser Fall gewünscht, manchmal darf dies aber nicht so sein. Darum sind die Passungen genormt.

Du findest die sogenannten ISO-Passungen in deinem Tabellenbuch.

Es gibt drei verschiedene Arten von Passungen:

1. Die **Spielpassung**: es existiert „Luft“ zwischen der Bohrung und der Welle. Dies ist der Fall, wenn man die Welle beweglich haben möchte.
2. Die **Übermaßpassung**: die Bohrung ist eigentlich zu klein für die Welle. Man muss die Welle richtig reinpressen. Dies macht man, wenn ein Teil nicht beweglich sein soll.
3. Die **Übergangspassung**: wenn sowohl Luft als auch eine zu enge Bohrung möglich ist.

Du hast in deiner Zeichnung nun die folgende Maßangabe und möchtest die Toleranz bestimmen:

14H7/h6

Wie gehst du vor, wenn du die Passung herstellen möchtest?

1. Du hast ein Nennmaß von 14 mm.
2. In der Formelsammlung findest du die ISO-Passung H7 für Bohrungen.
3. In der Spalte H7 und in der Zeile mit 14 mm findest du zwei Angaben: +18 und 0.  
I. Der Wert +18 ist das Höchstmaß der Bohrung.  
II. Der Wert 0 ist das Mindestmaß der Bohrung.
4. Im nächsten Schritt bestimmst du die Passung für die Welle.
5. Du hast mit h6 eine Spielpassung mit den Werten 0 und -11.  
I. Der Wert 0 ist das Höchstmaß der Welle.  
II. Der Wert -11 ist das Mindestmaß der Welle.

Nun kennst du sowohl die Werte für die Bohrung, wie auch für die Welle und kannst die verschiedenen Passungstoleranzen berechnen.



## Wie wird die Schnittgeschwindigkeit berechnet?

Sowohl beim Fräsen als auch beim Drehen gibt es drei grundsätzliche Bewegungen. Diese Bewegungen müssen ausgeführt werden, damit ein Werkstück gedreht oder gefräst werden kann.

Die drei Bewegungen heißen:

1. **Schnittbewegung**
2. **Vorschubbewegung**
3. **Zustellbewegung**

Die drei Bewegungen werden ausgeführt, wenn an der Maschine die drei Größen eingestellt werden.

1. Die Schnittbewegung stellt man mit der Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  ein.
2. Die Vorschubbewegung bekommt man über den Vorschub  $f$ .
3. Die Zustellbewegung wird über die Zustellung  $a_p$  eingestellt.

Die Schnittgeschwindigkeit berechnet sich über die Formel:

$$v_c = d \cdot \pi \cdot n$$

Mit:  $v_c$  = Schnittgeschwindigkeit in m/min  
 $d$  = Durchmesser in m  
 $n$  = Umdrehungsfrequenz in /min

Die Formel setzt sich aus zwei Teilen zusammen: Zum einen aus dem Umfang eines Kreises mit der Formel  $d \cdot \pi$ . Der andere Teil besteht nur aus der Drehzahl  $n$ .

Die Formel der Schnittgeschwindigkeit kann man umstellen und dann die Drehzahl berechnen.





## Wie wird die Vorschubgeschwindigkeit berechnet?

Die Vorschubgeschwindigkeit  $v_f$  ist der Weg, der pro Minute zurückgelegt wird. Man berechnet das mit der folgenden Formel:

Drehen:  $v_f = f \cdot n$

Fräsen:  $v_f = f_z \cdot z \cdot n$

Mit:  $V_f$  = Vorschubgeschwindigkeit in m/min

$f$  = Vorschub in mm/Umdrehung

$n$  = Umdrehungsfrequenz in /min

$f_z$  = Vorschub je Zahn in mm

$z$  = Anzahl der Schneiden

Es gibt für das Drehen und Fräsen unterschiedliche Formeln. Beim Drehen wird die Vorschubgeschwindigkeit vom Werkzeug ausgeführt. Das Werkstück führt die Vorschubgeschwindigkeit beim Fräsen aus.

Wie muss ich die Vorschubgeschwindigkeit wählen?

1. Je kleiner die Vorschubgeschwindigkeit, desto besser ist die Oberflächenqualität.
2. Bei der Grobbearbeitung eine hohe Vorschubgeschwindigkeit wählen, um viel Span abzunehmen.
3. Je härter der Werkstoff des Werkstücks, desto geringer muss der Vorschub gewählt werden.
4. Wenn man einen harten Schneidstoff verwendet, kann man auch eine höhere Vorschubgeschwindigkeit wählen.



## ISO-Passungen berechnen

### Übung 1

Berechne die verschiedenen Passungsarten der angegebenen ISO-Passungssysteme und vervollständige die Tabelle.

Kurzzeichen Passung	$G_{oB}$	$G_{uB}$	$G_{oW}$	$G_{uW}$
4H8/d9		4,000	3,970	3,940
11H7/h6	11,018	11,000	11,000	10,989
45H7/k6	45,025	45,000	45,018	45,002
145H8/u8	145,063	145,000	145,256	145,190
13H8/x8	13,027	13,000	13,067	13,014
5H7/f7	5,012	5,000	4,990	4,978
5H7/m6	5,012	5,000	5,012	5,004
5H7/r6	5,012	5,000	5,023	5,015
26H6/r5	26,015	26,000	26,041	26,028
11H6/j5	11,011	11,000	11,005	10,997
32H11/c11	32,160	32,000	31,880	31,720



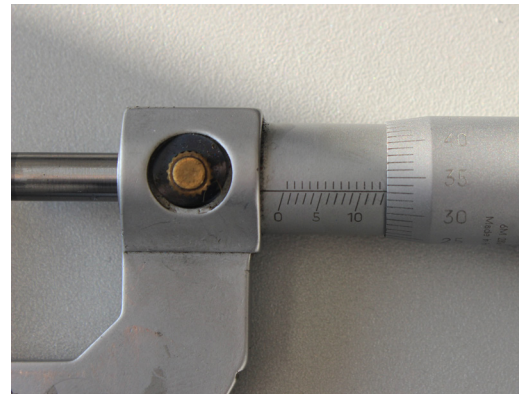
## Prüfmittel ablesen

### Übung 1

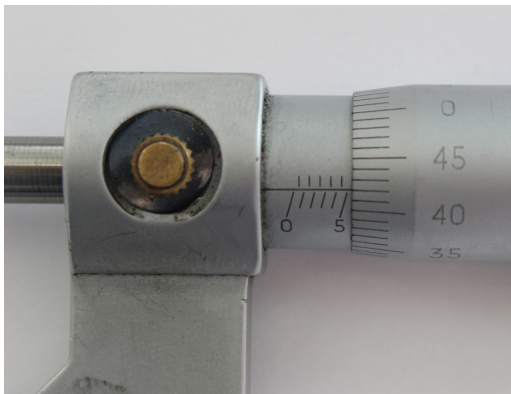
Lies die Werte der folgenden vier Bügelmessschrauben ab und schreibe jeweils den Wert in das Kästchen.



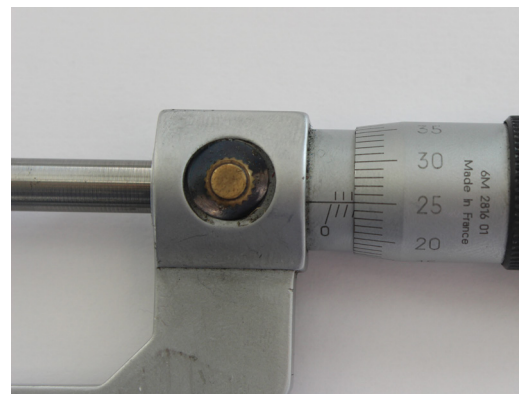
6,15 mm



13,33 mm



5,42 mm





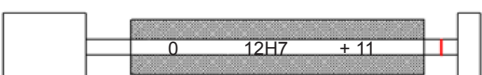
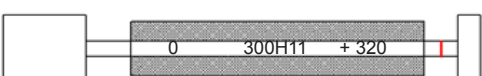
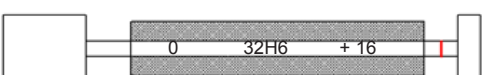
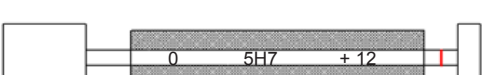
2,75 mm



## Prüfmittel ablesen

### Übung 2

Gib jeweils das Maß der Gutseite und das Maß der Ausschussseite der Grenzlehrdorne an.

Grenzlehrdorn	Maß der Gutseite	Maß der Ausschussseite
	30,000	30,021
	30,000	30,039
	12,000	12,011
	300,000	300,320
	32,000	32,016
	5,000	5,012



## Schnittdaten berechnen

### Übung 1

Berechne die Schnittgeschwindigkeiten  $v_c$  der angegebenen Fräser.

a) Walzenstirfräser HM,  $d = 80 \text{ mm}$ ,  $n = 450/\text{min}$ , 8 Zähne

$$\begin{aligned} v_c &= d \cdot \pi \cdot n = 0,08 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 450/\text{min} \\ &= 113,1 \text{ m/min} \end{aligned}$$

b) Prismenfräser HSS,  $d = 90 \text{ mm}$ ,  $n = 95/\text{min}$ , 32 Zähne

$$\begin{aligned} v_c &= d \cdot \pi \cdot n = 0,09 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 95/\text{min} \\ &= 26,86 \text{ m/min} \end{aligned}$$

c) Walzenstirfräser HSS,  $d = 80 \text{ mm}$ ,  $n = 70/\text{min}$ , 12 Zähne

$$\begin{aligned} v_c &= d \cdot \pi \cdot n = 0,08 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 70/\text{min} \\ &= 17,59 \text{ m/min} \end{aligned}$$

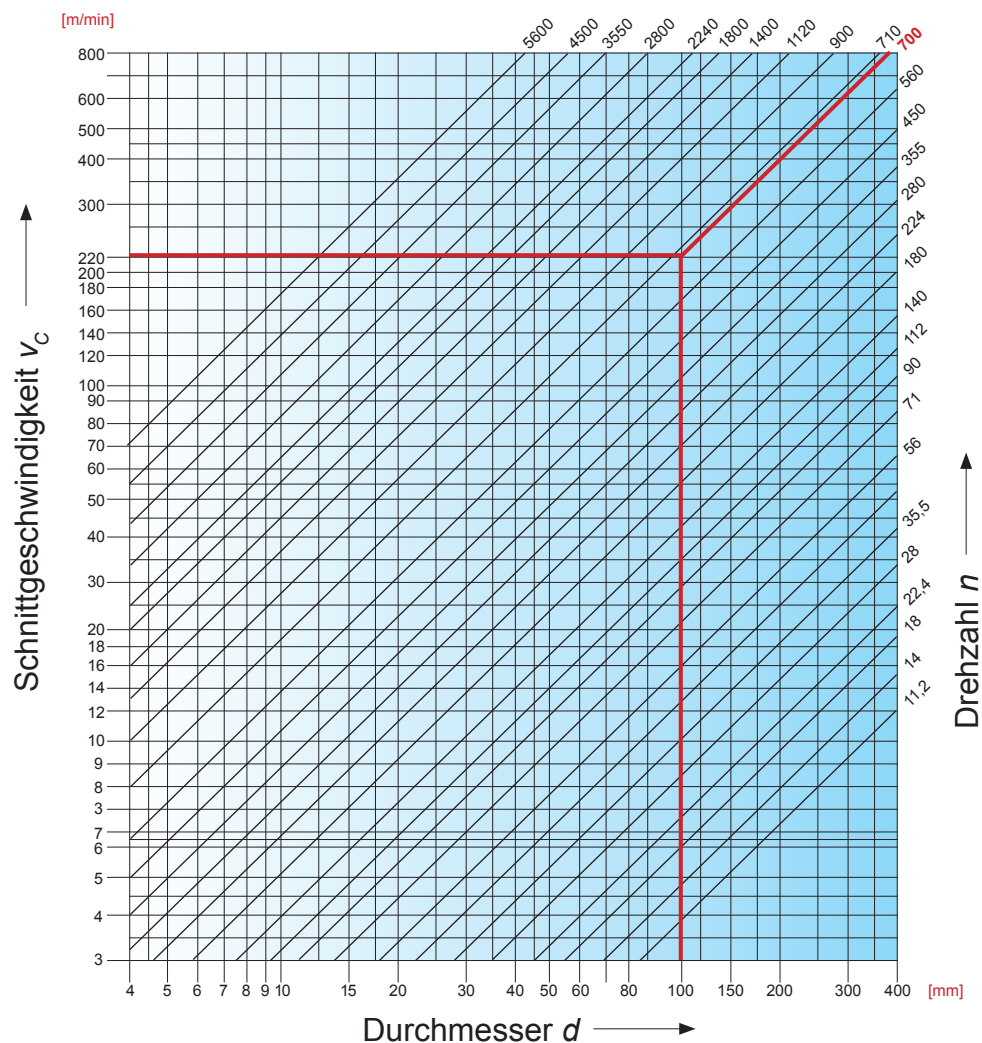


### Schnittdaten berechnen

#### Übung 2

Ergänze die Tabelle, indem du die Werte aus dem Drehzahldiagramm abliest.

	Schnittgeschwindigkeit $V_c$	Drehzahl $n$	Durchmesser $d$
1.	170 m/min	710/min	80 mm
2.	9 m/min	24 m/min	100 mm
3.	50 m/min	90/min	185 mm
4.	200 m/min	2240/min	30 mm
5.	35 m/min	250 m/min	50 mm
6.	400 m/min	900/min	140 mm





## Schnittdaten berechnen

### Übung 3

Berechne die Vorschubgeschwindigkeiten beim Fräsen für die folgenden Fräswerkzeuge aus Aufgabe 1.

a) Walzenstirnfräser HM,  $d = 80 \text{ mm}$ ,  $n = 450/\text{min}$ , 8 Zähne,  $f_z = 0,1 \text{ mm}$

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z = 450/\text{min} \cdot 0,1 \text{ mm} \cdot 8$$
$$= 360 \text{ mm/min}$$

b) Prismenfräser HSS,  $d = 90 \text{ mm}$ ,  $n = 95/\text{min}$ , 32 Zähne,  $f_z = 0,05 \text{ mm}$

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z = 95/\text{min} \cdot 0,05 \text{ mm} \cdot 32$$
$$= 152 \text{ mm/min}$$

c) Walzenstirnfräser HSS,  $d = 80 \text{ mm}$ ,  $n = 70/\text{min}$ , 12 Zähne,  $f_z = 0,08 \text{ mm}$

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z = 70/\text{min} \cdot 0,08 \text{ mm} \cdot 12$$
$$= 67,2 \text{ mm/min}$$

Sämtliche Abbildungen wurden mit folgenden Ausnahmen von den Autoren selbst erstellt:

**S. 16**

Fräswerkzeuge

Emuge-Franken

<http://www.emuge-franken.com>









Landesinstitut für Schulentwicklung  
Heilbronner Straße 172  
70191 Stuttgart



[www.ls-bw.de](http://www.ls-bw.de)

Das Lernmaterial ist im Rahmen eines Forschungsprojekts zur Fachkompetenzförderung in der metalltechnischen Grundbildung entstanden.

Das Projekt wurde von der Baden-Württemberg Stiftung gGmbH im Programm „Netzwerk Bildungsforschung“ finanziert und durch das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg organisatorisch unterstützt.