

Heinz Frisch, Erwin Lösch, Thomas Megele

# **Metalltechnik**

## **Lernfelder 2 bis 4**

Lernsituationen, Technologie, Technische Mathematik

6. Auflage

## **Vorwort**

Die Lernsituation Bohrvorrichtung S. 28 ff. entspricht in Art und Schwierigkeitsgrad der Abschlussprüfung Teil 1. Damit haben Sie die Möglichkeit, die Vorrichtung als Prüfungsvorbereitung komplett zu fertigen.

Zusatzmaterialien zu Titel

Für Lehrerinnen und Lehrer:

Lösungen zum Arbeitsheft: 978-3-427-42128-3

Lösungen zum Arbeitsheft Download: 978-3-427-42129-0

## ***westermann* GRUPPE**

© 2021 Bildungsv Verlag EINS GmbH, Köln, [www.westermann.de](http://www.westermann.de)

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen bzw. vertraglich zugestanden Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Nähere Informationen zur vertraglich gestatteten Anzahl von Kopien finden Sie auf [www.schulbuchkopie.de](http://www.schulbuchkopie.de).

Für Verweise (Links) auf Internet-Adressen gilt folgender Haftungshinweis: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausgeschlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich. Sollten Sie daher auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Inhalte treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail davon in Kenntnis zu setzen, damit beim Nachdruck der Verweis gelöscht wird.

**Die Seiten dieses Arbeitshefts bestehen zu 100 % aus Altpapier.**

Damit tragen wir dazu bei, dass Wald geschützt wird, Ressourcen geschont werden und der Einsatz von Chemikalien reduziert wird. Die Produktion eines Klassensatzes unserer Arbeitshefte aus reinem Altpapier spart durchschnittlich 12 Kilogramm Holz und 178 Liter Wasser, sie vermeidet 7 Kilogramm Abfall und reduziert den Ausstoß von Kohlendioxid im Vergleich zu einem Klassensatz aus Frischfaserpapier. Unser Recyclingpapier ist nach den Richtlinien des Blauen Engels zertifiziert.

Druck und Bindung: Westermann Druck GmbH, Braunschweig

ISBN 978-3-427-42127-6

Lernfeld 2		
1	ISO-Toleranzen	5
	Problemstellung	5
	A Passmaß	5
	B Beispiele für ISO-Passmaße	7
	C Leseregeln für ISO-Passmaße	8
	D ISO-Grundtoleranzen	9
	E Passungsarten	10
	F Berechnungen an Passungen	11
	G Erkenntnisse	13
	H Passsysteme	14
	I Passungsauswahl	14
2	Prüfen (Feinmessen)	15
	Problemstellung	15
	A Grundbegriffe	15
	B Signalverarbeitung	16
	C Prüfmittelüberwachung	17
	D Mechanische Feinmessgeräte	17
	E Pneumatische Feinmessgeräte	18
	F Elektronische Längenmessgeräte	19
3	Prüfen mit Endmaßen	20
	Problemstellung	20
	A Einsatz von Endmaßen	20
	B Genauigkeit von Endmaßen	21
	C Arbeitsregeln	21
4	Bohren – Senken – Reiben	22
	Problemstellung	22
	1 Bohren	22
	A Spiralbohrer	22
	B Drall und Bohrer Verwendung	22
	C Spitzenwinkel	23
	D Querschneide	23
	E Schleiffehler	24
	F Bohrerwerkstoff	24
	G Weitere Bohrwerkzeuge	25
	2 Senken	25
	A Aufsenken (Aufbohren)	25
	B Profilsenken (Ansenken, Einsenken)	26
	C Plansenken (Flachsenken)	26
	3 Reiben	27
	A Zweck	27
	B Werkstoffzugabe	27
	C Reibahlen	27
	D Zahnteilung bei Reibahlen	27
	E Arbeitsregeln	27
5	Lernsituation: Bohrvorrichtung	28
	Information, Planung, Ausführung, Kontrolle, Bewertung	29
	Übungen am Drehzahldiagramm	37
6	Drehen	38
	Problemstellung	38
	1 Aufbau einer konventionellen Drehmaschine	38
	A Drehmaschinen	38
	B Drehmaschinengröße	39
	C Werkzeugschlitten	39
	D Zug- und Leitspindel	39
	E Reitstock	39
	F Digitalanzeige	40
	2 Drehmeißel	41
	A Arten der Drehmeißel	41
	B Formen der Drehmeißel	41
	C Schneidstoffe von Drehmeißeln	43
	3 Flächen und Winkel an Drehmeißeln	43
	A Flächen an der Drehmeißelschneide	43
	B Winkel an der Drehmeißelschneide	43
	C Spannungsquerschnitt	45
	4 Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke	46
	A Spannvorrichtung für Drehmeißel	46
	B Spannfutter	46
	C Planscheibe	47
	D Spannen zwischen Spitzen	48
	5 Kegeldrehen	49
	A Herstellungsverfahren	49
	B Oberschlittenverstellung und Leitlineal	49
	C Kegeldrehen mit CNC-Drehmaschinen	51

7	Lernsituation: Spannschraube .....	52
	Information, Planung, Ausführung, Kontrolle, Bewertung .....	52
	A Gewindesteigung und Vorschub .....	53
	B Arbeitsregeln .....	53
8	Fräsen .....	58
	Problemstellung .....	58
	A Aufbau einer konventionellen Universal-Fräsmaschine .....	58
	B Fräser .....	59
	C Arten des FräSENS .....	60
	D Umfangsfräsen (Walzfräsen) .....	60
	E Stirnfräsen .....	61
	F Schnittgeschwindigkeit und Vorschub .....	61
	G Spannwerkzeuge .....	62
9	Lernsituation: Schieber .....	63
	Information, Planung, Ausführung, Kontrolle, Bewertung .....	63

### Lernfeld 3

1	Grundlagen des kraft-, stoff- und formschlüssigen Fügens .....	68
	Überlegung .....	68
	A Überblick .....	68
	B Kraftschluss .....	69
	C Stoffschluss: Schweißen .....	70
	D Stoffschluss und Kohäsion .....	70
	E Stoffschluss: Kleben .....	71
	F Stoffschluss und Adhäsion .....	71
	G Stoffschluss: Löten .....	72
	H Formschluss .....	73
	I Formschluss: Stifte .....	73
	J Kopfformen von Schrauben .....	74
	K Festigkeitsklassen von Schrauben .....	74
	• Berechnungen zur Reibungskraft .....	75
	• Berechnungen zum Drehmoment .....	76

### Lernfeld 4

1	Lernsituation: Warten einer Säulenbohrmaschine .....	77
	Information, Planung, Ausführung, Kontrolle, Bewertung .....	77
	A Dokumentation, Funktion und Ausstattung der Bohrmaschine .....	77
	B Wartung von Maschinen .....	80
	C Schmierung und Schmierstoffe .....	81
	D Berechnungen zur Reibungskraft mit und ohne Schmierung .....	85
2	Grundlagen der Haltbarkeit von Bauteilen .....	88
	Problemstellung .....	88
	A Ursachen für Maschinenschäden .....	88
	B Arten der Belastung .....	89
	C Kerbwirkung .....	89
	D Dauerschwingversuch .....	90
	E Wirtschaftliche Folgen von Maschinenschäden .....	91
3	Korrosion und Korrosionsschutz .....	92
	Problemstellung .....	92
	1 Korrosion .....	92
	A Begriff und Arten der Korrosion .....	92
	B Chemische Korrosion .....	93
	C Elektrochemische Korrosion .....	94
	2 Korrosionsschutz .....	95
	A Möglichkeiten des Korrosionsschutzes .....	95
	B Nichtmetallische Überzüge auf Stahl .....	95
	C Metallische Überzüge auf Stahl .....	95
	D Schmelztauchen .....	96
	E Galvanisieren .....	96
	F Diffundieren (Diffusionsverfahren) .....	96
	G Verletzung des Metallüberzugs .....	97
	H Anodisieren (Eloxieren) von Aluminium .....	97
	I Korrosionsvorbeugung bei Konstruktion und Bau .....	97
	• Preis- und Prozentrechnung .....	98
4	Grundlagen der Elektrotechnik .....	99
	Problem: Leben ohne elektrischen Strom? .....	99
	A Elektrischer Strom und elektrische Leiter .....	99
	B Stromkreis .....	100
	C Erzeugung von elektrischer Spannung .....	101
	D Verteilung von elektrischer Spannung .....	102
	E Chemische Spannungserzeugung .....	103
	F Reihenschaltung und Parallelschaltung .....	104
	G Leistung und Arbeit .....	105
	H Fehlerquellen an elektrischen Anlagen .....	106
	I Sicherheitsvorkehrungen .....	106
	• Berechnungen zum ohmschen Gesetz .....	107
	• Berechnungen zur elektrischen Leistung .....	107
	• Berechnungen zur elektrischen Arbeit .....	108
	Bildquellenverzeichnis .....	109

Der Bereich, der vom Zeiger auf der Skale angezeigt werden kann. Bei der abgebildeten Messuhr: $100 \text{ Teilstriche} \triangleq \frac{100}{100} \text{ mm} \triangleq 1 \text{ mm}$	_____
Die größte mit einem Messgerät erfassbare Messgröße (bei Messuhren: die größte erfassbare Maßabweichung). Bei der abgebildeten Messuhr: $10 \times \text{der Anzeigebereich} \triangleq 10 \times 1 \text{ mm} \triangleq 10 \text{ mm}$	_____

**B Signalverarbeitung**

① Wie werden die abgebildeten Messgeräte fachgerecht bezeichnet, und welche grundsätzlichen Arten der Signalverarbeitung zeigen die Abbildungen?



\_\_\_\_\_ Signalverarbeitung

\_\_\_\_\_ Signalverarbeitung

② Welche Vorteile bieten die jeweiligen Messgeräte?

Vorteile analoger Messgeräte

Vorteile digitaler Messgeräte

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

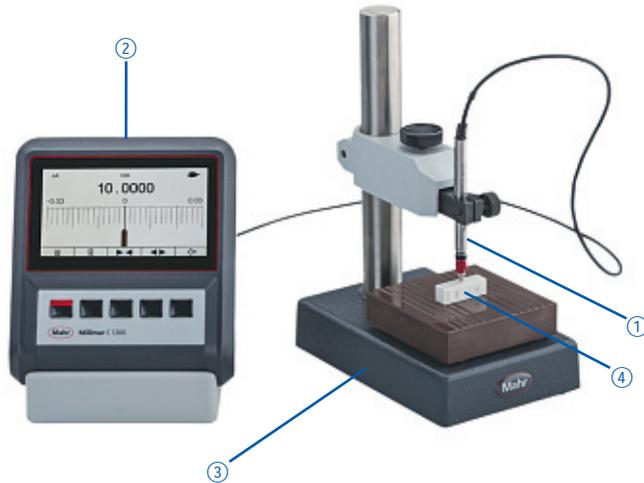
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### F Elektronische Längenmessgeräte

- ① Aus welchen Hauptteilen bestehen elektronische Längenmessgeräte? Benennen Sie das Prüfwerkzeug und das Werkstück.



1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_

- ② Nach welchem Prinzip funktionieren elektronische Längenmessgeräte (Beispiel: Induktiver Messtaster)?

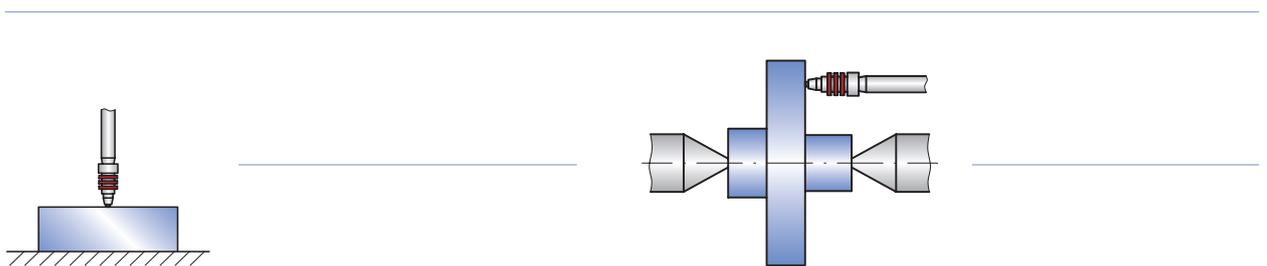
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

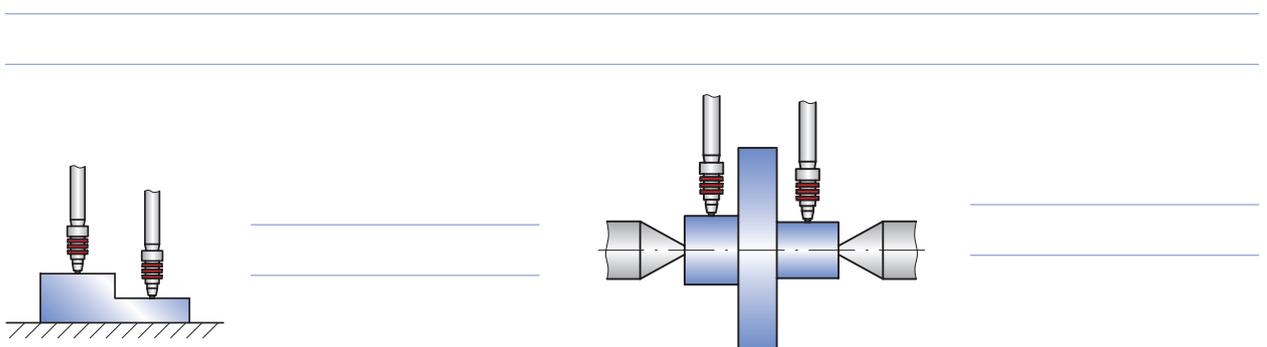
\_\_\_\_\_

- ③ Was zeigt das Anzeigergerät bei der Einzelmessung und der Differenzmessung jeweils an und was wird bei den Abbildungen geprüft?

a) Einzelmessung mit einem Messtaster:

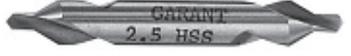


b) Differenzmessung mit zwei Messtastern:



### G Weitere Bohrwerkzeuge

Wie heißen die folgenden Bohrwerkzeuge und für welche besonderen Zwecke werden sie verwendet?

Bohrwerkzeug	Bezeichnung	Verwendung
	   	   
	   	   
	   	   
	   	   

## 2 Senken

### A Aufsenken (Aufbohren)

① Was versteht man unter Aufsenken? Welchen Zweck hat es?

---

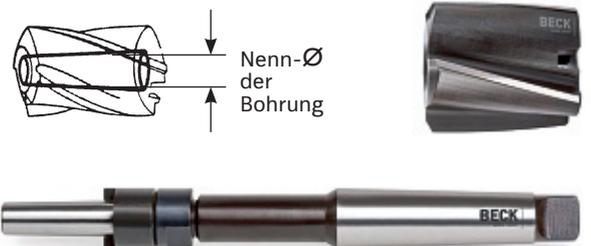


---



---

② Wie heißen die abgebildeten Werkzeuge zum Aufsenken?




---



---

③ Warum haben Aufsenkwerkzeuge mehrere Fasen?

---



---

Die Bohrvorrichtung (Foto unten, Zeichnung S. 30) soll gefertigt werden.

In dieser Lernsituation haben Sie den Auftrag, alle Bohrarbeiten (Bohren, Senken, Reiben) der Führungsleisten (Pos. 4 und Pos. 5) vorzubereiten und das Verschrauben und Verstiften mit der Trägerplatte (Pos. 2) zu planen.

Wenn Sie die Möglichkeit haben, können Sie die gesamte Bohrvorrichtung fertigen. Die Zeichnung des Schiebers (Pos. 6) ist auf S. 64 abgebildet.

#### Informieren/orientieren Sie sich, indem Sie ...

- sich überlegen, wofür der Bolzen (s. Zeichnung S. 29) verwendet werden kann,
- die Zeichnung mit dem genormten Bolzen bemaßen,
- sich mit dem Werkstoff des Bolzens beschäftigen,
- sich mit der Funktionsweise der Bohrvorrichtung vertraut machen,
- die Zeichnungen S. 31 und 32 ergänzen.

#### Planen/entscheiden Sie, indem Sie ...

- die Zeichnung der Führungsleiste oben (Pos. 5) S. 33 ergänzen und bemaßen.

#### Führen Sie Ihren Auftrag aus, indem Sie ...

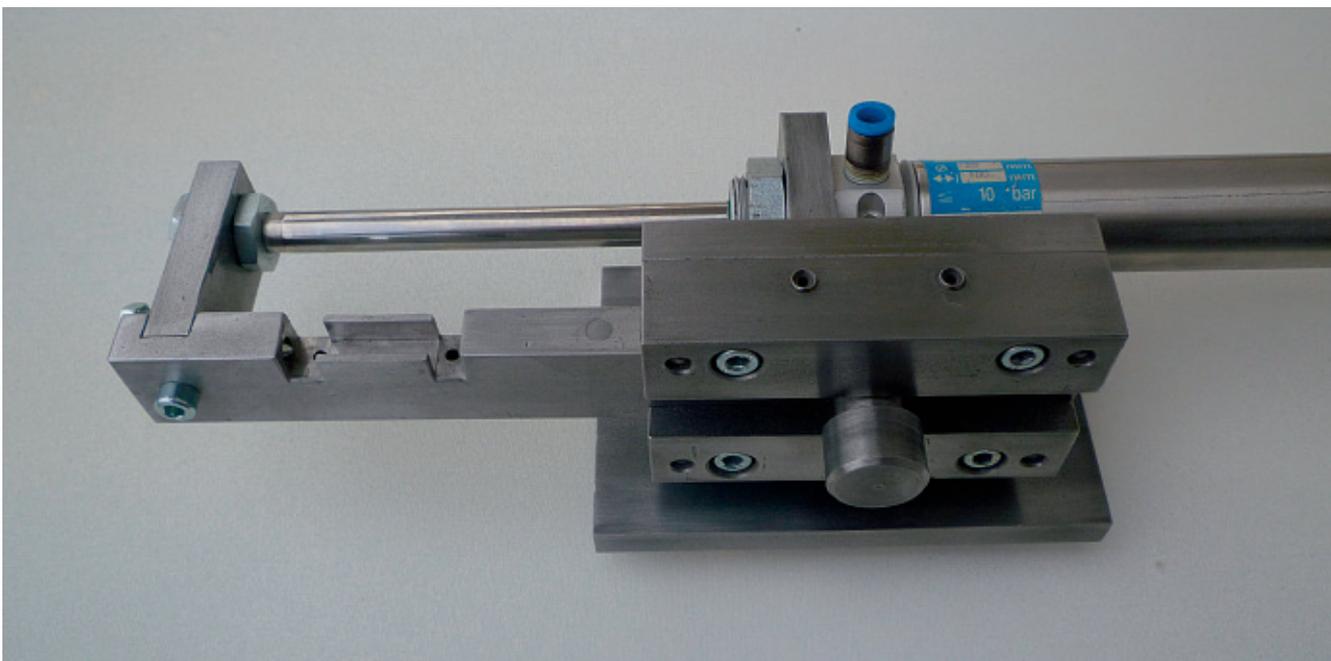
- den Arbeitsplan für die Bohrarbeiten erstellen,
- benötigte Werkzeuge auswählen,
- Schnittdaten ermitteln,
- Drehzahlen berechnen,
- Hauptnutzungszeiten berechnen,
- die Arbeitssicherheit beachten.

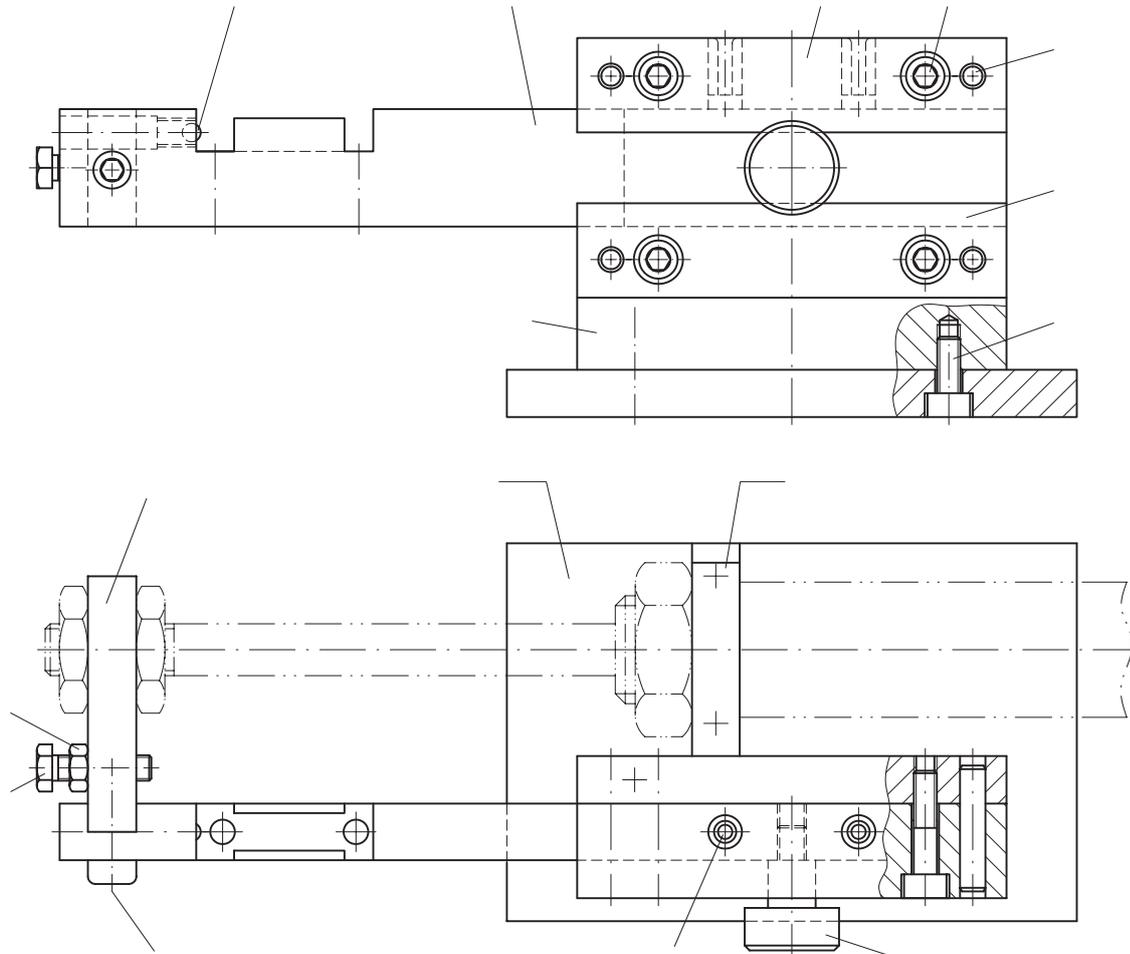
#### Kontrollieren Sie, indem Sie ...

- ein Prüfprotokoll erstellen,
- Prüfwerkzeuge auswählen,
- sich Gedanken zum Qualitätsmanagement machen.

#### Bewerten und dokumentieren Sie, indem Sie ...

- den Arbeitsablauf kritisch überdenken,
- weitere Möglichkeiten zur Ermittlung der Drehzahlen prüfen,
- mögliche Verbesserungen überlegen,
- die Ergebnisse mit anderen Schülern vergleichen.



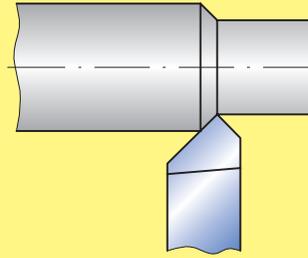


nicht maßstäbliche Zeichnung

4	Zylinderstift 5x26-A	ISO 8734		15		
1	Sechskantmutter M6	ISO 4032	8	14		
1	Sechskantschraube M6x30	ISO 4017	8.8	13		
4	Zylinderschraube M5x20	ISO 4762	8.8	12		
5	Zylinderschraube M5x12	ISO 4762	8.8	11		
2	Bohrbuchse A2x9	DIN 179		10		
1	Federndes Druckstück M6			9		
1	Griffstück		11SMn37+C	8	Rd 20x32	EN 10278
1	Verbindungsteil		S235JRC+C	7	Fl 25x10x50	EN 10278
1	Schieber		S235JRC+C	6	Fl 25x12x200	EN 10278
1	Führungsleiste oben		S235JRC+C	5	4kt 20x90	EN 10278
1	Führungsleiste unten		S235JRC+C	4	4kt 20x90	EN 10278
1	Zylinderplatte		S235JRC+C	3	Fl 60x10x45	EN 10278
1	Trägerplatte		S235JRC+C	2	Fl 70x10x90	EN 10278
1	Grundplatte		S235JRC+C	1	Fl 80x10x120	EN 10278
Stück	Benennung	Normblatt	Werkstoff	Pos.-Nr.	Halbzeug (nach Materialbereitstellungsliste)	

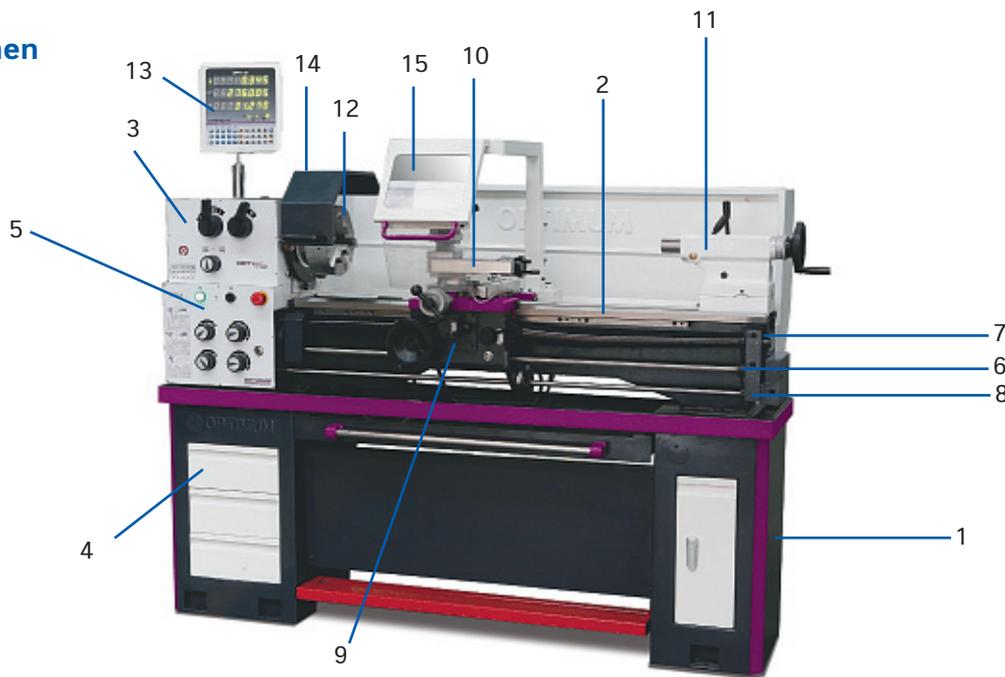
**Problemstellung:**

Nach einer Dreharbeit ist die Oberfläche der Welle unerwartet rau. Welche Ursachen kann diese unerwünschte Erscheinung haben?



**1 Aufbau einer konventionellen Drehmaschine**

**A Drehmaschinen**



① Wie bezeichnet man die abgebildete Drehmaschine? Welchen Vorteil hat sie gegenüber anderen Drehmaschinen?

\_\_\_\_\_

oder \_\_\_\_\_

oder \_\_\_\_\_

Vorteil:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

② Wie heißen die bezifferten Teile der Drehmaschine?

1 _____	8 _____
2 _____	9 _____
3 _____	10 _____
4 _____	11 _____
5 _____	12 _____
6 _____	13 _____
7 _____	14 _____
	15 _____

**F Digitalanzeige.**

① Welche Ausrichtungen werden beim Drehen unterschieden?




---

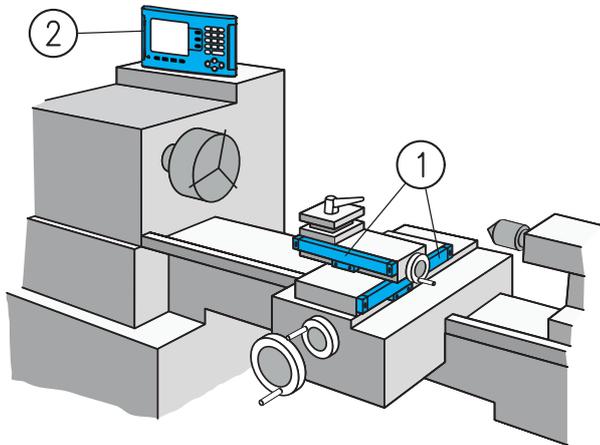


---



---

② Aus welchen Komponenten besteht eine Digitalanzeige?



1

---



---

2

---



---

③ Wie funktioniert eine Digitalanzeige?

---



---



---

④ Welche Vorteile bringt eine Digitalanzeige?

---



---



---



---

Beim unten abgebildeten Schraubstock ist das Gewinde der Spannschraube beschädigt. Sie erhalten die Aufgabe, die Fertigung einer neuen Spannschraube aus dem Maschinenbaustahl E360+C zu planen und das Drehteil herzustellen.

#### Informieren/orientieren Sie sich, indem Sie ...

- sich die Funktion und den Einsatz des Schraubstocks überlegen,
- sich mit der Teilzeichnung vertraut machen,
- sich die Bemaßung des Gewindes überlegen,
- sich mit der Herstellung von Gewinden auf der Drehmaschine beschäftigen.

#### Planen/entscheiden Sie, indem Sie ...

- sich über den Werkstoff und das geeignete Rohteil informieren,
- einen Arbeitsplan für die Fertigung des gesamten Werkstücks erstellen,
- Spannmittel und Drehmeißel auswählen,
- Schnittdaten auswählen.

#### Führen Sie Ihren Auftrag aus, indem Sie ...

- Drehzahl, Zustellung und Hauptnutzungszeit berechnen,
- das Werkstück fertigen,
- die Arbeitssicherheit beachten.

#### Kontrollieren Sie, indem Sie ...

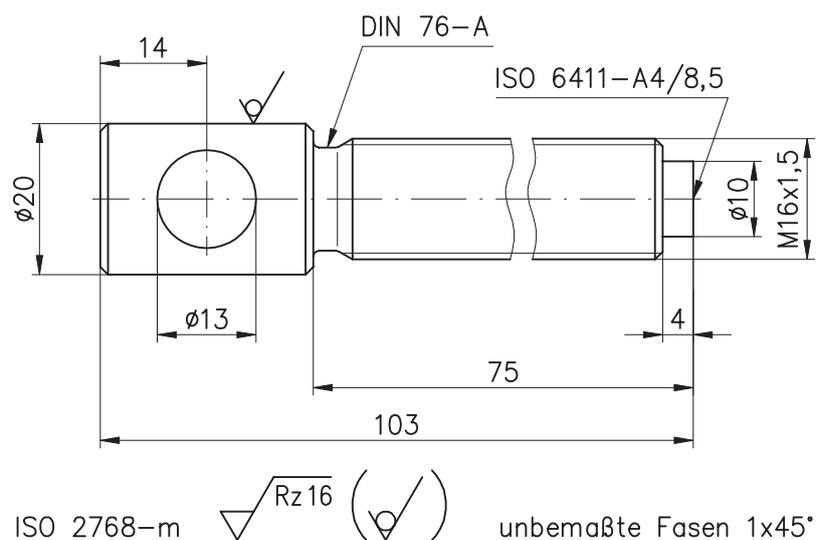
- sich mit Prüfmöglichkeiten für Gewinde beschäftigen,
- mögliche Abweichungen begründen.
- das Werkstück prüfen,

#### Bewerten und dokumentieren Sie, indem Sie ...

- den Arbeitsablauf kritisch überdenken,
- mögliche Verbesserungen überlegen,
- Ihre Ergebnisse mit denen anderer Schüler vergleichen.

#### Information

Machen Sie sich mit der Teilzeichnung vertraut und ergänzen Sie das Schriftfeld.



Datum		Werkstoff	_____
Gezeichnet		Rohteil	_____
<b>Spannschraube</b>			

**G Spannwerkzeuge**

- a) Wie bezeichnet man die folgenden Spannwerkzeuge für Fräser?
- b) Welche Fräser werden damit aufgespannt? (Nennen Sie Beispiele.)
- c) Wie wird das Drehmoment auf das Werkzeug übertragen?
- d) Welche Aufnahme in die Maschinenspindel haben die drei abgebildeten Spannwerkzeuge?



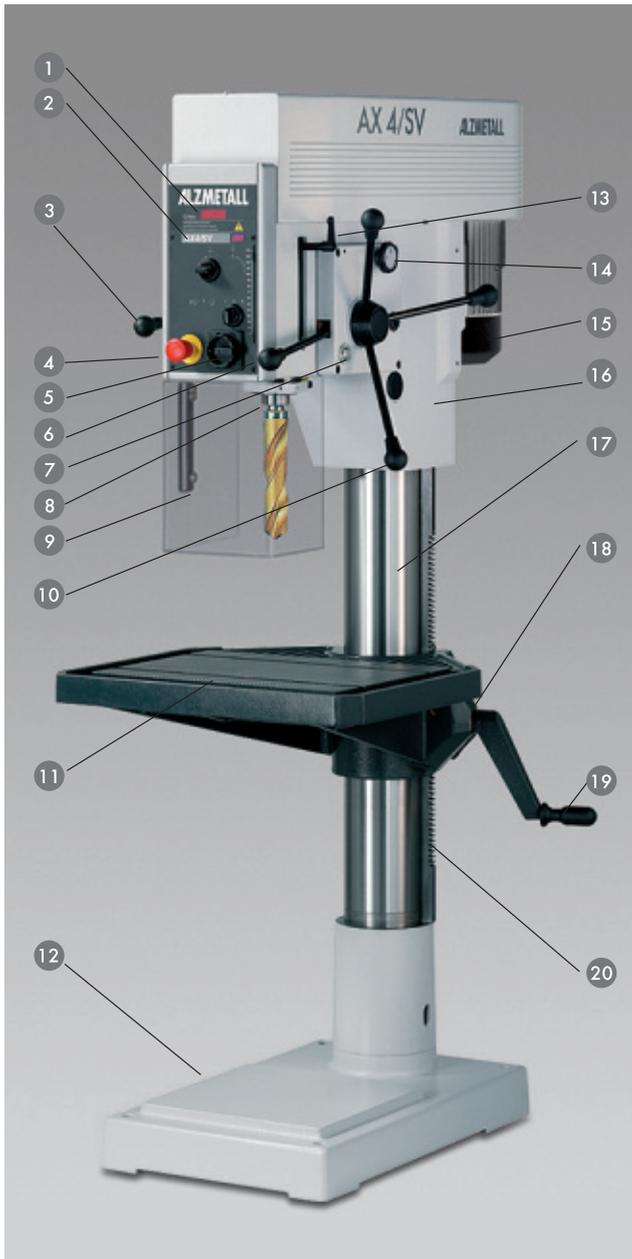
a) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 b) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 c) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

a) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 b) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 c) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

a) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 b) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 c) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

d) \_\_\_\_\_

- ② Tragen Sie jeweils die entsprechende deutsche Bezeichnung der nummerierten Teile ein.



1 Digital Speed Read-out

2 Digital Depth Read-out

3 Manual speed variator

4 Emergency OFF mushroom switch

5 Mains switch

6 Feed lever (feed ON/OFF)

7 Oil level gauge (feed gear)

8 Short spindle

9 Spindle protection, electr. secured

10 Manual advance lever

11 Machine table

12 Base plate (column drills)

13 Depth setting

14 Feed selector

15 Drive motor

16 Drilling head

17 Casted Column

18 Table clamping

19 Table height adjustment

20 Toothed rack

### Technical Data

<b>Drilling capacity in steel (St 60) E335</b>	55 mm
Tapping Performance in steel (St 60) E335	M 30
Tapping Performance in Cast-iron (GG20) EN-GJL-200	M 36
Tool Taper/Short Spindle	MK 4/MT 4
Z-travel of Spindle	140 mm
Distance Spindle to Column	300 mm
Column diameter	145 mm
Table Clamping Area	615 x 430 mm
T-Slots (number x width x distance)	2 x 14 x 224 mm
Distance Spindle/table min./max.	150/735 mm
Feed mm/r	0,1 + 0,3
Net weight approx.	380 kg
Motor: n = 1500 min <sup>-1</sup>	<b>3,0 kW</b>
Spindle speeds	70 – 2400 min <sup>-1</sup>

## Bildquellenverzeichnis

|Alzmetall Werkzeugmaschinenfabrik GmbH & Co. KG, Altenmarkt: 77.1, 78.1, 79.1, 80.1, 84.1. |August Beck GmbH & Co. KG, Winterlingen: 25.7, 25.8. |AXA Entwicklungs- und Maschinenbau GmbH, Schöppingen: 46.1, 46.2. |Di Gaspare, Michele (Bild und Technik Agentur für technische Grafik und Visualisierung), Bergheim: Titel, 5.1, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 10.1, 10.2, 10.3, 11.1, 14.1, 14.2, 15.1, 15.2, 17.1, 19.2, 19.3, 19.4, 19.5, 21.1, 22.1, 22.2, 22.3, 23.1, 23.2, 23.3, 23.4, 23.5, 24.1, 24.2, 25.6, 26.5, 26.6, 29.1, 30.1, 31.1, 31.2, 31.3, 32.1, 32.2, 33.1, 33.2, 33.3, 33.4, 37.1, 38.1, 40.2, 41.1, 41.2, 41.3, 41.4, 42.1, 42.2, 42.3, 43.1, 43.2, 43.3, 44.1, 44.2, 44.3, 44.4, 44.5, 45.1, 45.2, 45.3, 48.1, 49.1, 49.2, 49.3, 50.1, 50.3, 51.2, 52.2, 53.1, 53.2, 53.3, 55.3, 56.1, 59.13, 59.14, 60.3, 60.4, 60.5, 60.6, 64.1, 64.2, 68.1, 70.1, 70.2, 71.1, 71.2, 72.1, 72.2, 72.3, 72.4, 73.1, 73.2, 73.3, 73.4, 73.5, 73.6, 73.7, 74.1, 74.2, 74.3, 74.4, 74.5, 74.6, 75.1, 75.2, 75.3, 75.4, 75.6, 76.1, 76.3, 81.1, 81.2, 81.3, 81.4, 82.1, 83.1, 83.2, 83.3, 83.4, 83.5, 83.6, 89.1, 89.2, 89.3, 89.4, 89.5, 89.6, 89.7, 89.8, 90.1, 90.2, 90.3, 90.4, 90.5, 93.1, 93.2, 94.1, 95.1, 96.1, 96.2, 96.3, 99.1, 99.2, 100.1, 100.2, 101.1, 101.2, 101.3, 102.1, 102.2, 102.3, 103.1, 104.1, 104.2, 105.1, 106.1, 106.2, 106.3, 106.4, 106.5, 106.6. |DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Traunreut: 40.1. |Frisch, Heinz, Königsbrunn: 28.1, 46.3, 60.2, 88.1, 88.2, 88.3, 92.1. |Knuth Werkzeugmaschinen GmbH - www.knuth.de, Wasbek: 60.1, 61.1, 61.2. |KUNZMANN Maschinenbau GmbH, Remchingen-Nöttingen: 58.1. |Mahr GmbH, Göttingen: 16.1, 16.2, 16.3, 16.4, 16.5, 16.6, 17.2, 17.3, 18.1, 19.1, 20.1, 20.2, 56.2, 56.3, 56.4, 56.5, 67.1, 67.2, 67.3. |Röhm GmbH, Sontheim: 46.4, 46.5, 47.1, 47.2, 47.3, 48.2, 48.3. |Shutterstock.com, New York: Pixsolute Photography 98.1. |stock.adobe.com, Dublin: Vydrin, Vladimir 52.1. |© Hoffmann SE, München: 25.1, 25.2, 25.3, 25.4, 25.5, 26.1, 26.2, 26.3, 26.4, 27.1, 27.2, 59.1, 59.2, 59.3, 59.4, 59.5, 59.6, 59.7, 59.8, 59.9, 59.10, 59.11, 59.12, 62.1, 62.2, 62.3, 62.4, 62.5. |© Optimum Maschinen Germany GmbH, Hallstadt: 38.2, 39.1.

Wir arbeiten sehr sorgfältig daran, für alle verwendeten Abbildungen die Rechteinhaberinnen und Rechteinhaber zu ermitteln. Sollte uns dies im Einzelfall nicht vollständig gelungen sein, werden berechnigte Ansprüche selbstverständlich im Rahmen der üblichen Vereinbarungen abgegolten.