

Metalstechnik Grundstufe

Arbeitsblätter – Lösungen

unterrichtsbegleitende, fächerübergreifende Aufgaben

Autoren:

Bernhard Schellmann Wangen i. A.
Dietmar Morgner Chemnitz

Lektorat:

Bernhard Schellmann Wangen i. A.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern
Grafische Produktionen Neumann, Rimpär

8. erweiterte und verbesserte Auflage 2023

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-1404-3

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

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Neumann, Rimpär

Umschlag: Grafische Produktionen Neumann, Rimpär

Umschlagfotos: Adobe Systems Software Irland Ltd., Adobe Stock, IRL-Dublin:

©industrieblick, ©robertoa, ©mehmetcan, ©PaulShlykov, ©evkaz, ©bihanc

Druck: Plump Druck und Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

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

Europa-Nr.: 17417

Einführung

- Für wen ist das Buch?

Das Buch ist für alle, die sich mit der Technologie Metall und den Gebieten Technische Mathematik und Arbeitsplanung in der Ausbildung und im Unterricht auseinandersetzen oder sich auf eine Prüfung im Metallbereich vorbereiten.

Das Arbeitsheft ist für die Berufsschule, das Berufsgrundbildungsjahr, die Berufsfachschule und das Technische Gymnasium geeignet.
- Was erwartet Sie?

Sie finden in den Arbeitsblättern, nach den Themengebieten der Metalltechnik Grundstufe geordnet, Fragestellungen, Arbeitsaufträge und Merksätze. Mit den Arbeitsblättern wird Fachwissen durch praxisnahe Aufgabenstellungen vermittelt und überprüft. Das Buch eignet sich als fachsystematische Ergänzung zu Projekten der Lernfelder 1 bis 4.
- Wie sind die Blätter aufgebaut?

Der Schwerpunkt im Arbeitsheft liegt auf der Technologie. Die Themen werden fächerübergreifend mit Aufgaben aus der Technischen Mathematik und Arbeitsplanung ergänzt.

Die einzelnen Fachgebiete sind mit drei verschiedenen Farben hervorgehoben:

 -  Technologie – blau
 -  Technische Mathematik – grün
 -  Arbeitsplanung – gelb

Merksätze und wichtige Formeln sind rot eingerahmt.

Die wichtigsten Formeln und Tabellen zur Lösung der Aufgaben finden Sie auf der Innenseite des vorderen Umschlags. Als weitere Lösungshilfe empfehlen wir das Tabellenbuch.

Die Themen schließen mit den weiterführenden Aufgaben ab, die auf einem separaten Blatt zu lösen sind. Die Lösungen dieser Aufgaben finden Sie im Anhang des Lehrerhefts.
- Für den Lehrer und Ausbilder!

Alle Lösungsvorschläge sind im Lehrerheft enthalten. Die Aufgaben und Fragen können teilweise auch abweichend von der vorgegebenen Lösung beantwortet werden.
- Die Korrektur zur 8. Auflage wurde auf der Grundlage des Tabellenbuches Metall des Verlages Europa-Lehrmittel durchgeführt.

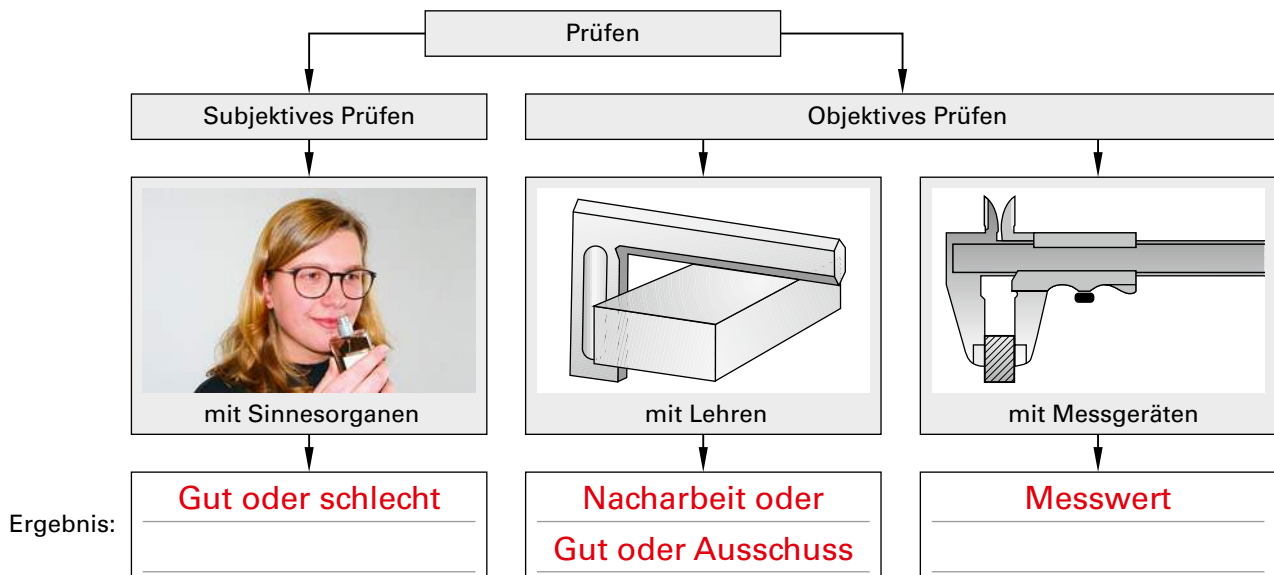
Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Bearbeiten der Themen!
Im Herbst 2023

Die Autoren

Inhalt

• Prüftechnik	
Längenprüftechnik, Grundlagen	4
Toleranz	6
Form- und Maßlehren	8
Der Messschieber	10
Die Messschraube	12
Die Messuhr	14
Prüfteil	16
Messabweichungen	17
• Trennen	
Werkzeugschneide	18
Bohren	20
Reiben, Senken	22
Schneidstoffe	24
Drehen	26
Gewindeschneiden	28
• Werkstofftechnik	
Werkstoffeigenschaften	30
Metallaufbau, Reine Metalle	32
Zweistofflegierungen, Legierungselemente	34
Kunststoffverhalten	36
Kunststofferkennung I	38
Kunststofferkennung II	40
Stahlherstellung	42
Eisengusswerkstoffe	44
Stahlnormung	46
• Urformen	
Gießen	48
• Umformen	
Biegen	50
Schmieden	52
• Fügen	
Kleben	54
Lötten	56
Schweißen	58
Schraubenverbindungen	60
• Elektrotechnik	
Elektrischer Stromkreis	62
Ohm'sches Gesetz	64
Reihen- und Parallelschaltung	66
Gefahren des elektrischen Stroms und Sicherheitshinweise	68
Elektronische Bauteile	70
Bildquellen- und Firmenverzeichnis	72

- 1 Zur Herstellung von Werkstücken müssen Sie in der Lage sein, diese Werkstücke prüfen zu können.
- Überdenken Sie die unterschiedlichen Prüfmethode und vervollständigen Sie die jeweilige Ergebniszeile.



- Geben Sie die Bedeutung der Worte objektiv und subjektiv im Zusammenhang mit Prüfen wieder:
 Subjektiv: **Personenbezogen; das Ergebnis hängt vom Prüfer ab.**
 Objektiv: **Gegenstandsbezogen; jeder Prüfer muss zum gleichen Ergebnis kommen.**
- Beschreiben Sie den Begriff Prüfen mit eigenen Worten:
Prüfen heißt feststellen, ob der Prüfgegenstand die geforderten Merkmale aufweist.

- 2 Ergänzen Sie die folgende Tabelle mit geeigneten Prüfmitteln und tragen Sie ein, ob es sich im entsprechenden Beispiel um ein objektives oder um ein subjektives Prüfverfahren handelt.

Prüfgegenstand	Zu prüfende Eigenschaft	»Prüfmittel«	Subjektiv o. objektiv?
Brett	Länge	Gliedermaßstab	objektiv
Bohrer	Durchmesser	Messschieber	objektiv
Getränk	Geschmack	Zunge/Gaumen	subjektiv
Zündkerze	Elektrodenabstand	Fühlerlehre	objektiv

- 3 Vor nicht allzu langer Zeit wurden Maße mithilfe naturgegebener »Messgeräte« geprüft. Es kamen »Längenvergleichsgegenstände« wie Handspanne, Elle, Fuß, Schritt ... zur Anwendung. Deren Bedeutung ist heute eher gering.

- Woran könnte das liegen?
Diese waren zu ungenau und wenig vergleichbar.

- 4 In der nachfolgenden Tabelle finden Sie Messgeräte, die heute in der Fertigungstechnik zum Einsatz kommen.

- Wie genau kann mit folgenden Messgeräten gemessen werden?

Messgerät	Messgenauigkeit	Messgerät	Messgenauigkeit
Stahlmaßstab	ca. 1 mm	Messschieber	ca. 0,1 mm...0,05 mm
Messschraube	ca. 0,01 mm	Messuhr	ca. 0,01 mm

Prüftechnik

Längenprüftechnik, Grundlagen



5 Um Längenmaße angeben zu können, benötigt man eine Maßeinheit.

- Geben Sie an, in welcher Maßeinheit bei uns alle Längenmaße gemessen werden! 1 m (Meter)

Wie für alle Basiseinheiten gibt es auch für die Längeneinheit »Meter« Vorsätze von dezimalen Vielfachen der Basiseinheit. In der Fertigungstechnik verwendet man fast ausschließlich die Einheit $1\text{ mm} = \frac{1}{1000}\text{ m}$; in selteneren Fällen die Einheit $1\text{ }\mu\text{m} = \frac{1}{1000}\text{ mm} = \frac{1}{1000000}\text{ m}$.

- Berechnen Sie deshalb folgende Aufgaben:

<p>32,526 m = <u>32526</u> mm</p> <p>3,20 dm = <u>320</u> mm</p> <p>143 cm = <u>1430</u> mm</p> <p>167 μm = <u>0,167</u> mm</p> <p>$\frac{4}{100}\text{ mm}$ = <u>0,04</u> mm</p> <p>7,8 mm = <u>7800</u> μm</p>	<p>0,268 cm + 17,36 mm + 0,0365 dm = <u>23,69</u> mm</p> <p>$\frac{2}{100}\text{ mm} + \frac{43}{1000}\text{ mm} - 14\text{ }\mu\text{m}$ = <u>49</u> μm</p> <p>20,33 dm + 12,75 cm + $\frac{2}{100}\text{ mm}$ = <u>2160,52</u> mm</p> <p>1002 mm - 68 μm - $\frac{2}{100}\text{ mm} + 1\text{ cm}$ = <u>1011,912</u> mm</p> <p>0,0000657 m - 25,148 dm + 18 cm = <u>-2334,7343</u> mm</p> <p>12,562 mm + 0,15784 m - 965,259 cm = <u>-9482,188</u> mm</p>
---	--

Im englischsprachigen Raum ist es noch nicht üblich, mit dieser Maßeinheit zu arbeiten.

- Wie lautet die für uns eher ungewohnte englische Maßeinheit? 1 Zoll = 1 inch (= 25,4 mm)

6 Häufig wird beim Prüfen kein Zahlenwert benötigt, um die Güte des Werkstücks zu bestimmen. Als Beispiel dient hier der Elektrodenabstand einer Zündkerze.

- Welches Prüfgerät kommt zum Einsatz?

Fühlerlehre (Spion)



7 Auch zum Prüfen der Eigenschaften »Ebenheit, Winkligkeit und Radiushaltigkeit« werden keine Messgeräte verwendet.

- Benennen Sie die skizzierten Prüfgeräte.

<u>Haarlineal</u>	<u>Haarwinkel</u>	<u>Radiusschablone</u>

- Zu welcher Gruppe von Prüfgeräten gehören die Prüfmittel von Aufgabe 6 und 7? Zu den Lehren

- Welches Prinzip steckt hinter dieser Prüfmethode? Prüfen mit Lichtspalt

8 Die Art des verwendeten Prüfgeräts wird nicht dem Zufall überlassen. Welche technischen Vorgaben bestimmen die Auswahl des Prüfmittels?

<u>Prüfeigenschaft</u>	<u>Werkstückform</u>
<u>Prüfmittelgenauigkeit</u>	<u>Werkstückgenauigkeit</u>

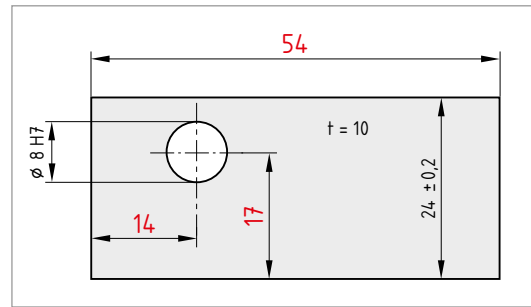
In der Fertigungstechnik kommen vorrangig objektive Prüfverfahren zum Einsatz. Bei richtiger Handhabung der Prüfgeräte hängt das Ergebnis der Prüfung von der Qualität des Werkstücks ab.



1 Nebenstehende Abbildung zeigt eine rechteckige Platte aus Stahl, in der sich eine Bohrung befindet.

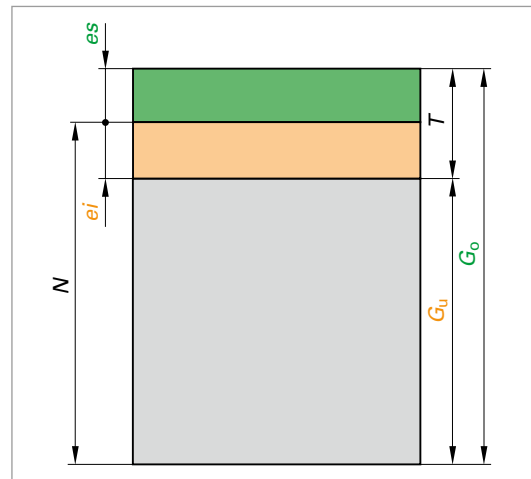
- Messen Sie die fehlenden Maße und tragen Sie die Maßzahlen in die Zeichnung ein. Runden Sie auf volle Millimeter.
- Welche Bedeutung hat die Angabe $t = 10$?

Maß für die Tiefe (Dicke) des Werkstücks



2 Tragen Sie die vollständige Bezeichnung und die Zahlenwerte für das Maß $24 \pm 0,2$ hinter dem jeweiligen Kurzzeichen ein.

Kurzzeichen	Vollständige Bezeichnung	Zahlenwert
N	Nennmaß	24 mm
ei	unteres Grenzabmaß	-0,2 mm
G_u	Mindestmaß	23,8 mm
es	oberes Grenzabmaß	+0,2 mm
G_o	Höchstmaß	24,2 mm
T	Toleranz	0,4 mm



- Wie lässt sich die Größe der Toleranz berechnen?
 $T = G_o - G_u = 24,2 \text{ mm} - 23,8 \text{ mm} = 0,4 \text{ mm}$

- Umschreiben Sie den Begriff »Mindestmaß«: **kleinstzulässiges Maß**
- Umschreiben Sie den Begriff »Höchstmaß«: **größtzulässiges Maß**

3 »Die Toleranz ist immer eine positive Zahl!«

- Wieso stimmt diese Aussage?

Es wird von einem größeren Wert (G_o) ein kleinerer Wert (G_u) abgezogen \Rightarrow positive Zahl.

4 Vervollständigen Sie folgende Tabelle!

Zeichnungsangaben	Nennmaß	Oberes Grenzabmaß	Höchstmaß	Unteres Grenzabmaß	Mindestmaß	Toleranz
$12 \begin{smallmatrix} +0,3 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$	12 mm	+ 0,3 mm	12,3 mm	- 0,3 mm	11,7 mm	0,6 mm
$28 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ -0,03 \end{smallmatrix}$	28 mm	+ 0,05 mm	28,05 mm	- 0,03 mm	27,97 mm	0,08 mm
$63 \begin{smallmatrix} +0,15 \\ 0 \end{smallmatrix}$	63 mm	+ 0,15 mm	63,15 mm	0	63,00 mm	0,15 mm

5 Die Kurzzeichen für das obere und untere Grenzabmaß (e_s und e_i) gelten für Außenmaße, auch »Wellenmaße« genannt. Geben Sie das Kurzzeichen für die Grenzabmaße von Innenmaßen (Bohrungsmaße) an.

- Oberes Grenzabmaß, Bohrung: **ES**
- Unteres Grenzabmaß, Bohrung: **EI**

6 Geben Sie ein Maß mit Abmaßen an, bei dem das Nennmaß außerhalb der Toleranz liegt:

z. B. $30 + 0,5/+ 0,2$

Franz.: Écart supérieur
Deutsch: Oberer Abstand
Franz.: Écart inférieur
Deutsch: Unterer Abstand

Prüftechnik

Toleranz



- 7 Auch Maße ohne Toleranzangabe haben eine Toleranz! Es gelten die Allgemeintoleranzen ISO 22081. Lösen Sie die folgende Aufgabe mithilfe des Tabellenbuchs. Verwenden Sie die in der allgemeinen Fertigungstechnik übliche Toleranzklasse nach DIN 2769-b, um hier vergleichbare Werte zu erhalten.

- Tragen Sie die entsprechenden Werte in die Tabelle ein.

Zeichnungsangaben	Grenzabmaß	Höchstmaß	Mindestmaß	Toleranz
54	$\pm 0,3 \text{ mm}$	54,3 mm	53,7 mm	0,6 mm
11	$\pm 0,2 \text{ mm}$	11,2 mm	10,8 mm	0,4 mm
270	$\pm 0,5 \text{ mm}$	270,5 mm	269,5 mm	1,0 mm

- 8 Die Angabe der Toleranz kann auch mithilfe von Buchstaben und Zahlen erfolgen. Diese Angaben sind genormt nach DIN ISO 286. Das Maß 8H7, welches den Durchmesser der Bohrung angibt, dient uns diesmal als Beispiel. Hierbei gibt der Buchstabe die Lage der Toleranz in Bezug auf das Nennmaß an. Die Zahl sagt etwas über die Größe der Toleranz aus.

Die Grenzabmaße in der DIN EN ISO 286-1 (2010-11) werden in μm bzw. mm angegeben.

- Füllen Sie die Tabelle vollständig aus.
- Vergleichen Sie die einzelnen Ergebnisse und stellen Sie Regeln auf, die etwas über die Lage und die Größe der Toleranz aussagen.

Zeichnungsangaben	Oberes Grenzabmaß	Höchstmaß	Unteres Grenzabmaß	Mindestmaß	Toleranz
30H8	+ 33 μm	30,033 mm	0	30,000 mm	0,033 mm
30H11	+ 130 μm	30,130 mm	0	30,000 mm	0,130 mm
22H6	+ 13 μm	22,013 mm	0	22,000 mm	0,013 mm
42m6	+ 25 μm	42,025 mm	+ 9 μm	42,009 mm	0,016 mm
68j6	+ 12 μm	68,012 mm	- 7 μm	67,993 mm	0,019 mm

- Regel 1: Je größer die Zahl hinter dem Buchstaben, umso **größer ist die Toleranz des Nennmaßes.**
- Regel 2: Je weiter sich der Buchstabe im Alphabet vom Buchstaben H/h entfernt, umso **weiter entfernt sich die Lage der Toleranz vom Nennmaß.**

Merkregel: **B**ohrung → **G**roßbuchstaben **W**elle → **K**leinbuchstaben

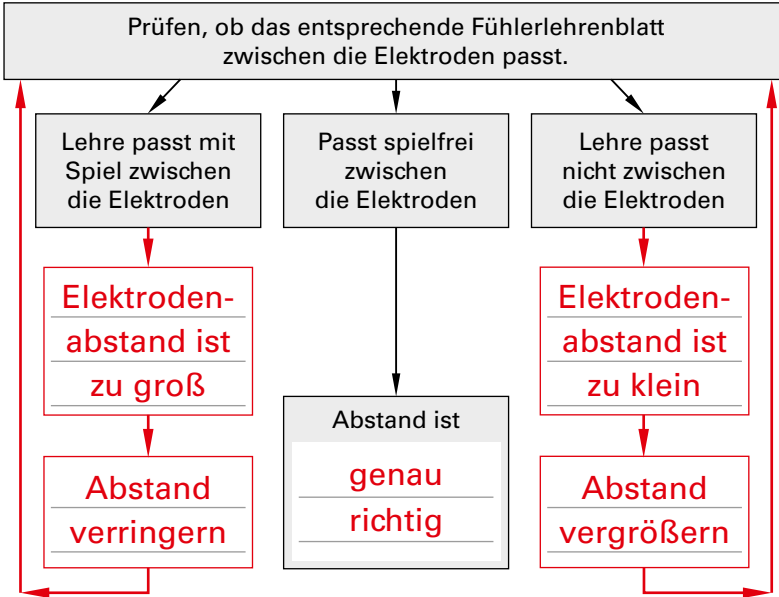
Weiterführende Aufgaben:

- 9 Berechnen Sie folgende Aufgaben:

$43 \text{ mm} + 0,15 \text{ mm} = \underline{43,15} \text{ mm}$	$6 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm} + 0,06 \text{ mm} + 0,002 \text{ mm} = \underline{6,362} \text{ mm}$
$71 \text{ mm} + \frac{2}{100} \text{ mm} = \underline{71,02} \text{ mm}$	$92 \text{ mm} - 0,25 \text{ mm} - 0,004 \text{ mm} = \underline{91,746} \text{ mm}$
$58 \text{ mm} - 0,0035 \text{ mm} = \underline{57,9965} \text{ mm}$	$54 \text{ mm} - 0,5 \text{ mm} - 0,003 \text{ mm} - 0,08 \text{ mm} = \underline{53,417} \text{ mm}$
$22 \text{ mm} - 0,022 \text{ mm} = \underline{21,978} \text{ mm}$	$149,998 \text{ mm} - 149,985 \text{ mm} = \underline{0,013} \text{ mm}$
$12 \text{ mm} - 0,12 \text{ mm} = \underline{11,88} \text{ mm}$	$2170,025 \text{ mm} - 2169,975 \text{ mm} = \underline{0,05} \text{ mm}$
$99 \text{ mm} + 1,015 \text{ mm} = \underline{100,015} \text{ mm}$	$75 \text{ mm} + \frac{2}{10} \text{ mm} + \frac{5}{100} \text{ mm} + \frac{7}{1000} \text{ mm} = \underline{75,257} \text{ mm}$

1 Alle Unternehmen versuchen, Prüfzeiten einzusparen. Eine Messung ist jedoch oft sehr zeitaufwendig. Das Beispiel »Elektrodenabstand einer Zündkerze« zeigt uns den sinnvollen Einsatz von Lehren auf.

- Überdenken Sie den Prozess, der ablaufen muss, um den richtigen Elektrodenabstand zu erreichen, und vervollständigen Sie das Flussdiagramm.



- Wieso ist der richtige Elektrodenabstand wichtig?

optimale Verbrennung

optimale Leistung

weniger Verbrauch

weniger Abgase

2 In nachfolgender Tabelle sind weitere Lehren genannt.

- Geben Sie an, welche Form(en) mit diesen Lehren geprüft werden kann (können):

Lehre	Geeignet zur Prüfung von (teilweise Mehrfachnennung möglich):
Flachwinkel	Ebenheit, Rechtwinkligkeit (eher grob)
Haarwinkel	Ebenheit, Rechtwinkligkeit (eher fein)
Radiuslehre	Formtreue von Radien (innen und außen)

3 Mit den genannten Lehren kann es durchaus zu Fehlern beim Prüfen von Werkstücken kommen.

- Nennen Sie mögliche Ursachen für solche Fehler:

Es befindet sich ein Grat am Werkstück.

Die Lehre ist verbogen.

Der Haarwinkel hat Scharten.

Schmutz oder Rost auf der Lehre oder dem Werkstück.

Es ist notwendig, mit Lehren sorgfältig umzugehen. Im Zweifel ist ihr Zustand zu prüfen.

- 4 Wenn in einer Serienfertigung Bohrungen auf Toleranzhaltigkeit geprüft werden müssen, kommt der Grenzlehrdorn zum Einsatz.

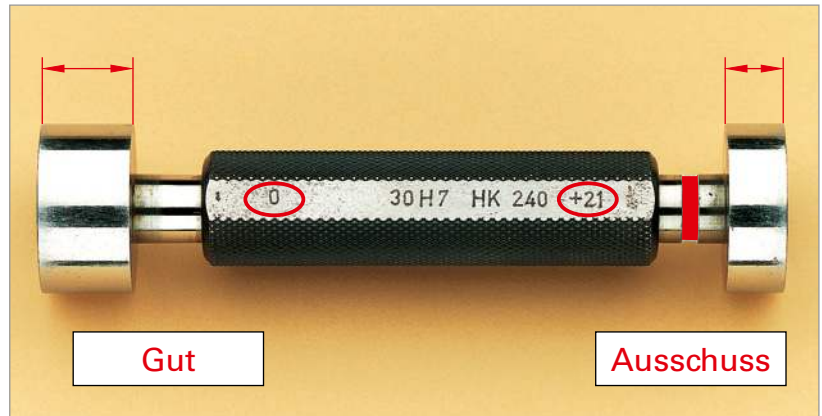
- Heben Sie mit roter Farbe die Kennzeichen der Gut- bzw. Ausschussseite im Bild hervor und benennen Sie die jeweilige Seite.
- Welches Maß muss die Gut- bzw. die Ausschussseite eines Grenzlehrdorns 30H7 haben?

Maß der Gutseite:

30,000 mm

Maß der Ausschussseite:

30,021 mm



- 5 Wenn in Serie Drehteile auf Maßhaltigkeit geprüft werden müssen, findet man die Grenzrachenlehre vor.

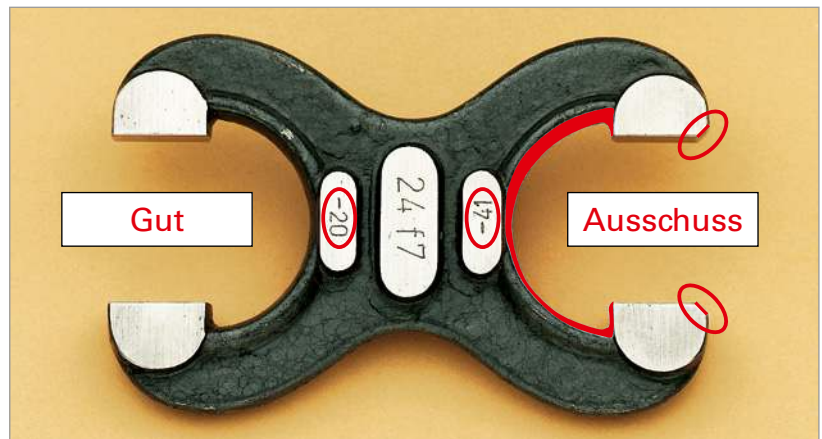
- Heben Sie auch hier die Unterscheidungsmerkmale von Gut- bzw. Ausschussseite mit roter Farbe hervor und benennen Sie die Seiten.
- Welches Maß muss die Gut- bzw. die Ausschussseite einer Grenzrachenlehre 24f7 haben?

Maß der Gutseite:

23,980 mm

Maß der Ausschussseite:

23,959 mm



- 6 Welche Maße verkörpern die entsprechenden Seiten der Maßlehren?

Lehre	Gutseite	Ausschussseite
Grenzlehrdorn	Mindestmaß der Bohrung	Höchstmaß der Bohrung
Grenzrachenlehre	Höchstmaß der Welle	Mindestmaß der Welle

- 7 Wie hoch müssen die Handkräfte beim Prüfen mit diesen Maßlehren gewählt werden?

Die Prüfkraft soll ungefähr dem Eigengewicht der Maßlehre entsprechen.

- Welche Bedeutung hat dies für den Gebrauch der Lehre in senkrechter Lage?

Die Lehre soll nur geführt werden; ohne Zusatzkraft.

- Wie muss in waagrechter Lage gearbeitet werden?

Die Lehre führen und mit dem Lehrengewicht vorwärts schieben.

- 8 Vervollständigen Sie folgende Tabelle:

Zu prüfen:	Gutseite	Ausschussseite	Prüfergebnis
Bohrung	»passt«	»passt nicht«	Gut
Bohrung	»passt nicht«	»passt nicht«	zu klein → Nacharbeit
Welle	»passt«	»passt«	zu klein → Ausschuss
Welle	»passt«	»schnäbelt an«	Gut

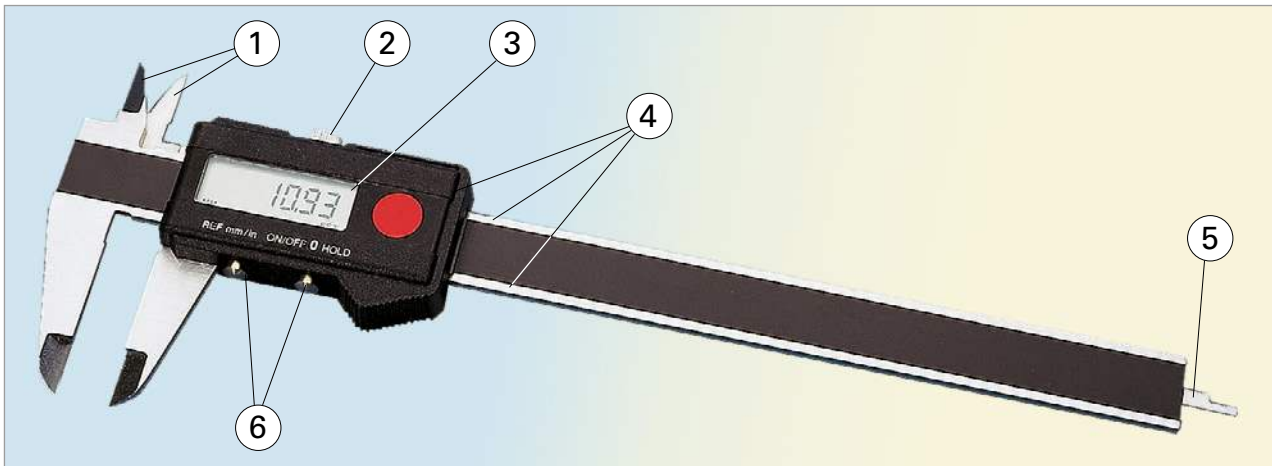
1 Es gibt Messschieber mit analoger und mit digitaler Anzeige.

- Zählen Sie sechs Vorteile und zwei Nachteile einer Digitalanzeige auf.

Nachteile
feuchtigkeits- und staubempfindlich
Die Nachkommastellen der Anzeige täuschen eine höhere Genauigkeit vor, als tatsächlich möglich ist.

Vorteile
einfaches Ablesen
eindeutige Anzeige
Messwertspeicherung
Anzeige beleuchtbar
kein Parallaxfehler
wenig Einarbeitungszeit

2 Ordnen Sie den Zahlen die entsprechenden Begriffe zu.



- | | |
|-----------------------------------|---|
| ① <u>Spitzen für Innenmessung</u> | ④ <u>Schiene und Schieber, gehärtet</u> |
| ② <u>Feststellschraube</u> | ⑤ <u>Tiefenmessstange</u> |
| ③ <u>Große Ziffernanzeige</u> | ⑥ <u>Funktionstasten</u> |

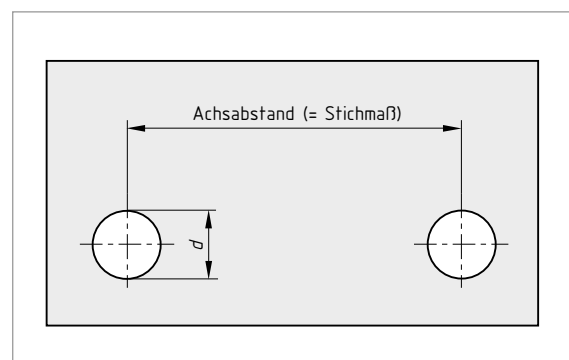
Der Datenanschluss an einen Computer ist möglich!

- 3 Warum sind die Schiene und der Schieber gehärtet? weniger Abnutzung
- 4 Wozu dient die Schalterfunktion »Null-Stellung«? Damit lässt sich die Anzeige an jeder beliebigen Position auf »null« stellen.
- 5 Wozu dient die Schalterfunktion »Werthalten (hold)«? Zur Messung an unzugänglichen Stellen. Sie erhält die Anzeige auch nach Verstellen des Schiebers.

6 Der Achsabstand von zwei gleich großen Bohrungen muss gemessen werden.

- Beschreiben Sie die Messung. Nutzen Sie die Vorteile des Digitalmessschiebers!

- Istdurchmesser einer Bohrung bestimmen (messen)
- »Nullstellen« der Anzeige
- Außenabstand der Bohrungen messen
→ Anzeige = Stichmaß



Prüftechnik

Der Messschieber



7 Die neue Technik kann trotz ihrer vielen Vorzüge nicht an allen Arbeitsplätzen eingesetzt werden. Hitze, Staub, Öl, Wasser usw. bereiten der Elektronik Probleme. Deshalb werden auch heute noch sehr häufig mechanische Messschieber verwendet.

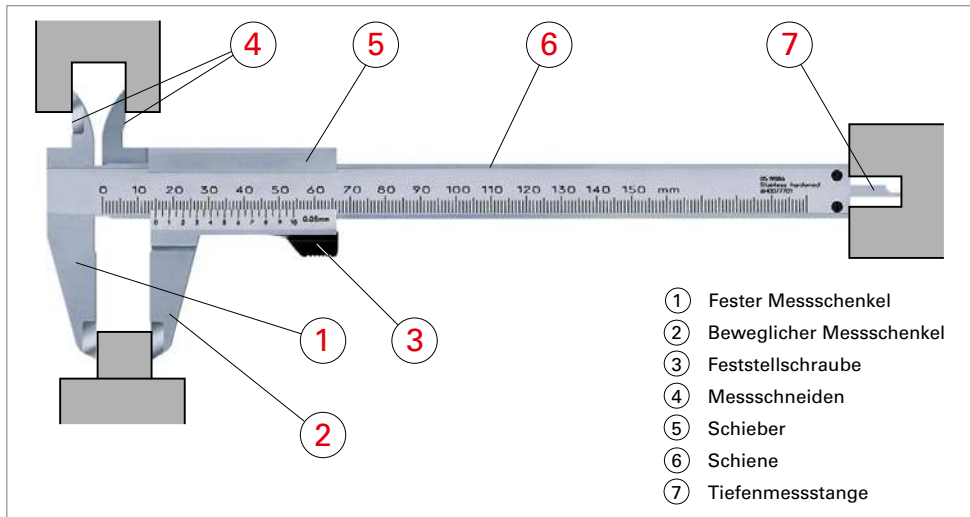
- Nennen Sie drei Fertigungsbereiche, an denen der Einsatz dieser robusten Messgeräte üblich ist.

Gießereien

Schlossereien

Nassbearbeitung

8 Ordnen Sie den Teilen des Taschenmessschiebers die richtigen Zahlen zu.

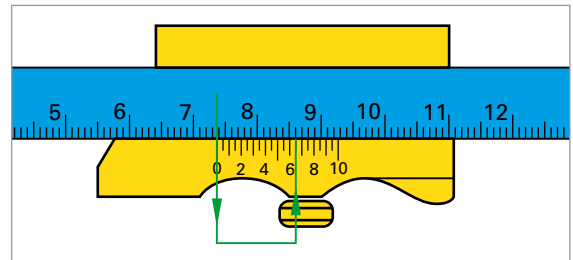


- ① Fester Messschenkel
- ② Beweglicher Messschenkel
- ③ Feststellschraube
- ④ Messschneiden
- ⑤ Schieber
- ⑥ Schiene
- ⑦ Tiefenmessstange

In den allermeisten Fällen finden Sie die metrische Strichskala mit einem Skalenteilungswert von 1 mm vor.
Beachten Sie:
Die Zahlen darauf markieren 10-mm- bzw. 1-cm-Schritte.
1 = 10 mm
2 = 20 mm
3 = 30 mm
usw.

9 Notieren Sie Schritt für Schritt den Ablauf einer Messung an nebenstehendem Beispiel:

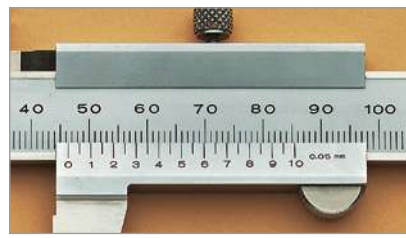
- | | |
|--|-----------------|
| 1. Ablesen der ganzen mm | 73,00 mm |
| 2. Welcher Nonius-Strich stimmt mit der mm-Skala überein? | 0,65 mm |
| 3. Addieren der Werte | 73,65 mm |



10 Lesen Sie die ersten drei Beispiele ab und tragen Sie die Ergebnisse unter der jeweiligen Abbildung ein.



Ergebnis: **10,5 mm**

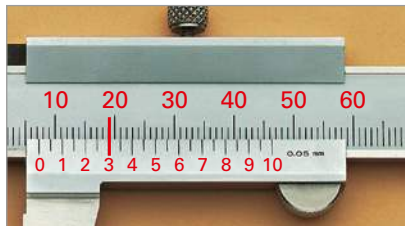


Ergebnis: **46,4 mm**

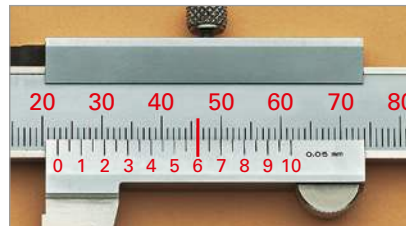


Ergebnis: **109,25 mm**

11 Ergänzen Sie jeweils die Skalen der Messschieberabbildung.



Messwert: **7,3 mm**



Messwert: **22,6 mm**



Messwert: **128,85 mm**

12 Die Messflächen des Taschenmessschiebers zur Tiefenmessung sind sehr klein. Sie verkanten deshalb oft.

- Wie kann Abhilfe geschaffen werden?

Verwendung von Messbrücke oder Tiefenmaß.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. Copyright 2023 by Europa-Lehrmittel

1 In der Fertigungstechnik reicht heute eine Genauigkeit von $\frac{1}{10}$ mm oder auch von $\frac{5}{100}$ mm in vielen Bereichen nicht mehr aus. Messschrauben sind Messgeräte, die genauer messen als Messschieber.

- Welches Prinzip liegt der Funktionsweise der Messschrauben zugrunde?

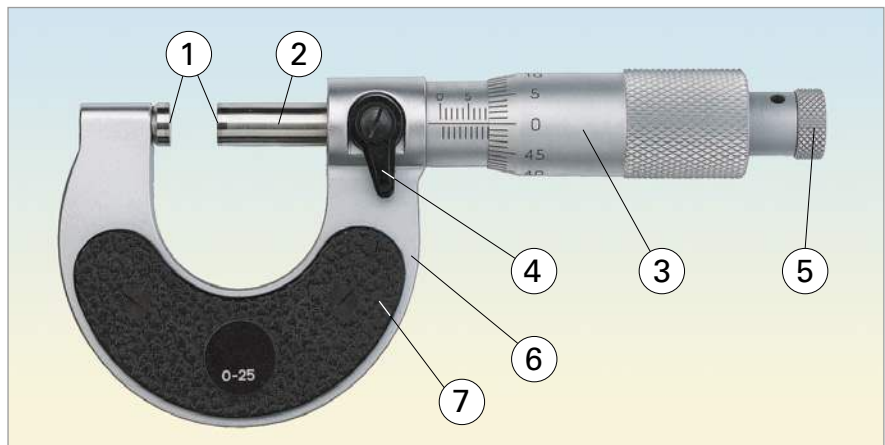
Die Steigung des Gewindes wird als Maßverkörperung genutzt.

- Wie genau lässt sich mit einer Messschraube messen?

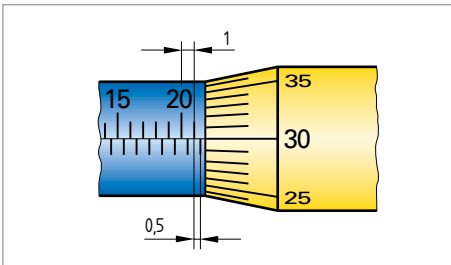
$$\frac{1}{100} \text{ mm} \dots \frac{5}{1000} \text{ mm} = 0,01 \dots 0,005 \text{ mm}$$

2 Ordnen Sie den Zahlen die entsprechenden Begriffe zu:

- ① Messflächen
- ② Messspindel
- ③ Messtrommel
- ④ Klemmhebel
- ⑤ Gefühlsratsche
- ⑥ Stahlbügel
- ⑦ Wärmedämmplatten



3 Beschreiben Sie, wie die Ablesung einer Messschraube mit der Steigung $P = 0,5$ mm erfolgt.



1. **Bestimmung der ganzen mm:** 21 mm
 2. **Ist der nächste $\frac{1}{2}$ mm überschritten:** + 0,5 mm
 3. **Bestimmung der $\frac{1}{100}$ mm:** + 0,30 mm
- Summe (Messwert) =** 21,80 mm

4 Tragen Sie die Messergebnisse jeweils unter der entsprechenden Abbildung ein:



Ergebnis: **1,50 mm**

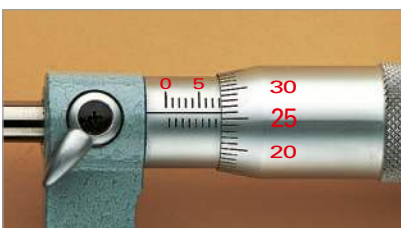


Ergebnis: **5,05 mm**

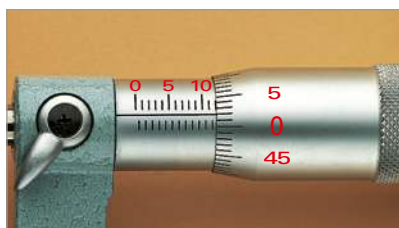


Ergebnis: **17,46 mm**

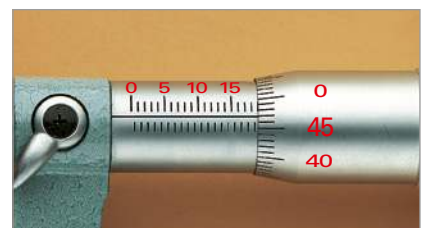
5 Ergänzen Sie die Skalen der entsprechenden Messschraubenabbildung:



Messwert: 8,26 mm



Messwert: 12,02 mm



Messwert: 18,97 mm

Prüftechnik

Die Messschraube



- 6 Verwenden Sie für die folgende Übung eine Bügelmessschraube für Messbereich M_{be} von 0 mm...25 mm. Messen Sie folgende Gegenstände und notieren Sie das Istmaß in μm und in mm.

Gegenstand	Maß in μm	Maß in mm	Gegenstand	Maß in μm	Maß in mm
\varnothing eines Haares	50	0,05	Alufolie (Dicke)	20	0,02
Endmaß 10 mm	10000	10,00	eigenes Beispiel		
Papierdicke	100	0,1	eigenes Beispiel		

- 7 Ihre Bügelmessschraube mit Messbereich von 0 mm...25 mm hat eine genormte Bezugstemperatur.

- Wie hoch ist diese in $^{\circ}\text{C}$ und in K? 20 $^{\circ}\text{C}$ \triangleq 293,15 K

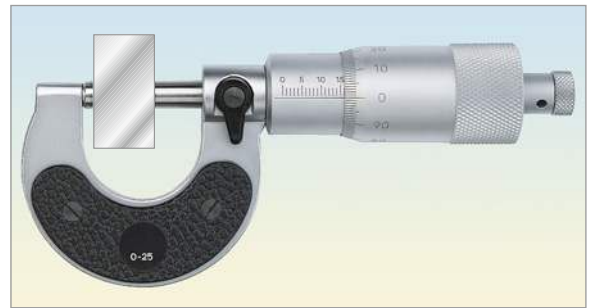
Sie messen die Länge Ihres zu prüfenden Werkstücks. Der Messwert beträgt 16,00 mm. Sie stellen allerdings fest, dass das Werkstück deutlich wärmer ist als die Messschraube.

- Womit ist zu rechnen?

Das Werkstück wäre bei 20 $^{\circ}\text{C}$ kleiner als im Augenblick.

- Beschreiben Sie kurz den physikalischen Vorgang, der die Ursache für dieses Phänomen darstellt.

Werkstücke, die man erwärmt, dehnen sich aus. Bei Abkühlung ziehen sie sich zusammen (Wärmedehnung).

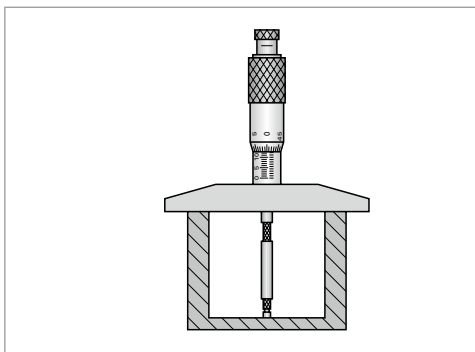


- 8 Erklären Sie den praktischen Nutzen der Gefühlsratsche an Messschrauben.

Die Rutschkupplung der Gefühlsratsche stellt sicher, dass die Messkraft immer gleich groß ist.

- 9 Bei den Messschrauben gibt es, ähnlich wie bei den Messschiebern, unterschiedliche Varianten.

- Ordnen Sie den nachstehenden Bildern die richtigen Bezeichnungen zu.
- Geben Sie jeweils ein Beispiel, für welche Art Messung die jeweilige Messschraube geeignet ist.



Tiefenmessschraube
Absätzen, Nutttiefen ...

Bezeichnung

Zur Messung von:



digitale Innenmessschraube
Passbohrungen

- 10 Warum sind die Messflächen aus Hartmetall gefertigt?

weniger Abnutzung

- 11 Warum sind die Griffflächen der Messschrauben wärmeisoliert?

Die Handwärme würde das Ergebnis verfälschen.

1 Ordnen Sie der Abbildung die Zahlen der Bauteilbezeichnung zu.

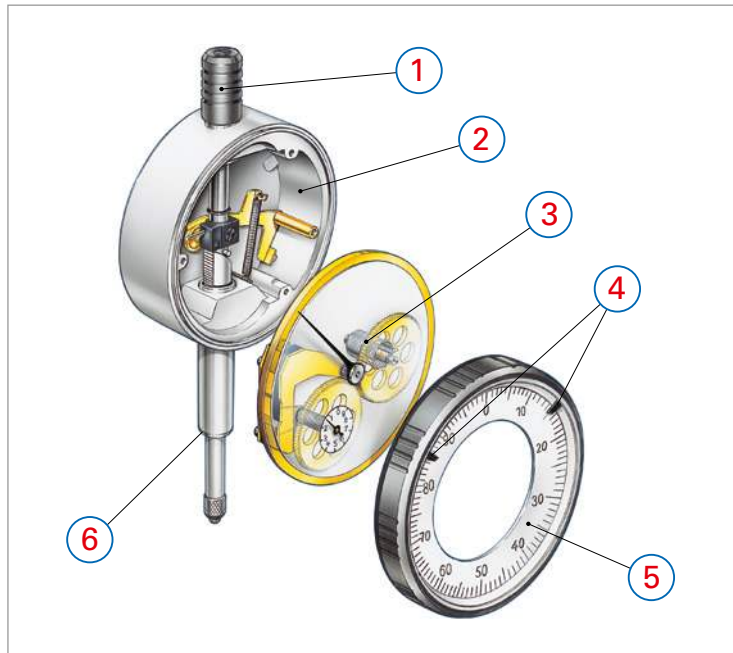
- ① Schutz- und Abhebekappe
- ② Schutzgehäuse, nur nach vorne offen
- ③ Messwerk
- ④ Verstellbare Toleranzmarken
- ⑤ Drehbares, kontrastreiches Zifferblatt
- ⑥ Einführungsschräge am Einspannschaft

• Welchen Skalenteilungswert Skw hat die abgebildete Messuhr?

$$0,01 \text{ mm} = \frac{1}{100} \text{ mm}$$

• Wie groß ist die Gesamtübersetzung der Messuhr, wenn der Abstand der einzelnen Teilstriche auf dem Umfang des Zifferblattes 1 mm beträgt?

$$100 : 1$$



2 Durch den Einbau von Ausgleichshebeln wird erreicht, dass der Messbolzen über den gesamten Messbereich mit konstanter Kraft auf die Unterlage gedrückt wird.

- Warum ist das so wichtig?

Zum Ausgleich der größeren Federkraft bei Federverlängerung

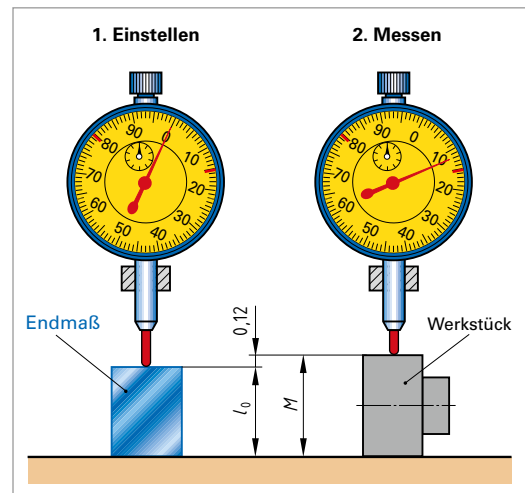
- Stellen Sie eine Parallele zur Messschraube her!

Gefühlsratsche sichert konstante Messkraft

3 Sie prüfen das Istmaß einer Reihe von Werkstücken mithilfe der Unterschiedsmessung.

- Vervollständigen Sie die Wertetabelle:

Nullstellen der Uhr l_0 in mm	Maßunterschied in $\frac{1}{100}$ mm	Istmaß M in mm
40,00	+ 42	40,42
62,00	- 16	61,84
135,50	- 58	134,92
114,30	+ 108	115,38
6,50	- 61	5,89
168,55	- 17	168,38



4 Fehlerquellen der Messanordnung und deren Vermeidung.

Fehlerquelle	Vermeidung des Fehlers
Die Uhreneinspannung hat Spiel	Klemmschraube nachziehen
Die Unterlage ist uneben	nur auf dem Prüftisch arbeiten
Es liegt Schmutz auf dem Prüftisch	Tisch, Werkstück u. Endmaß säubern

Prüftechnik

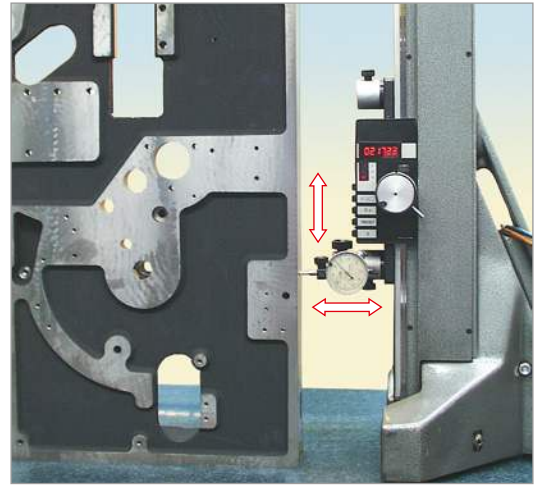
Die Messuhr



- 5 Messuhren lassen sich auch zum Prüfen der Rechtwinkligkeit von Werkstücken einsetzen, indem Sie die Messuhr in einen Vertikal-Längenmesser einsetzen. An der tiefstmöglichen Stelle der Werkstückstirnseite wird die Messuhr auf null gestellt. Anschließend wird die Abweichung über der vertikalen Messstrecke notiert.

- Bei drei unterschiedlichen Werkstücken zeigen sich folgende Ergebnisse:

Vertikale Messstrecke in mm	Messuhrenabweichung von null in $\frac{1}{100}$ mm
235	+ 6
410	+ 8
180	- 11



- Berechnen Sie anhand dieser Beispiele den »Winkelfehler« k in $\frac{\text{mm}}{\text{m}}$ nach folgender Formel:
Winkelabweichung $k = \frac{\text{Messuhrenabweichung} \cdot 1000 \text{ mm}}{\text{Messstrecke} \cdot 1 \text{ m}}$

Werkstück 1:	$k_1 = \frac{0,06 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}}{235 \text{ mm} \cdot 1 \text{ m}} = 0,255 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$
Werkstück 2:	$k_2 = \frac{0,08 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}}{410 \text{ mm} \cdot 1 \text{ m}} = 0,195 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$
Werkstück 3:	$k_3 = \frac{-0,11 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}}{180 \text{ mm} \cdot 1 \text{ m}} = -0,611 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$

- 6 Zählen Sie die Vor- und Nachteile der digitalen Messuhren auf:

Vorteile: **eindeutige Anzeige; keine Parallaxe; mit PC koppelbar; beleuchtbar; umschaltbar mm/inch**

Nachteile: **staubempfindlich; feuchtigkeitsempfindlich; Batterie kann leer sein; täuscht zu hohe Genauigkeit vor**

- 7 Digitale Messuhren können mit einem PC gekoppelt werden.

- Welche Vorteile ergeben sich hieraus für die Aufzeichnung von Prüfergebnissen?

Die Erstellung eines Messprotokolls erfolgt automatisch.

Die Ergebnisse bleiben gespeichert.



Weiterführende Aufgaben:

- Definieren Sie den Begriff »Messuhr« im Vergleich zu anderen Zeigermessgeräten.
- Fertigen Sie eine Skizze, anhand derer deutlich wird, wie man mithilfe einer Messuhr die Ebenheit einer Werkstückoberfläche überprüfen kann!
- Begründen Sie den Preisunterschied zwischen mechanischen und digitalen Messuhren bei annähernd gleicher Messgenauigkeit.



Prüftechnik

Prüfteil

- 1 Sie haben die Aufgabe, bestimmte Maße von Teilen aus der Produktion zu überprüfen.
- Wählen Sie Messwerkzeuge aus, die Sie in den vorigen Kapiteln kennen gelernt haben.
 - Liegen die geprüften Maße innerhalb der Toleranz?

① Ausgewähltes Messwerkzeug: Innenmessschraube

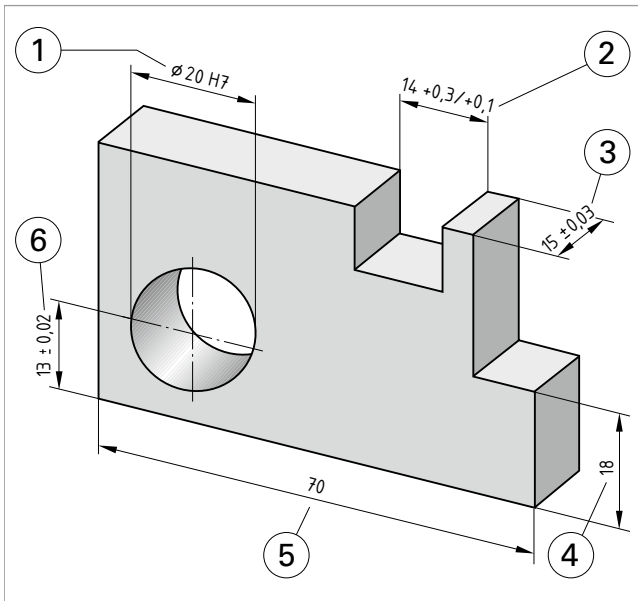
Festgestelltes Istmaß: 20,01 mm

Ergebnis mit Begründung: Das Maß liegt in der Toleranz (0 ... + 21 µm)

② Ausgewähltes Messwerkzeug: Messschieber (20er)

Festgestelltes Istmaß: 14,05 mm

Ergebnis mit Begründung: Das Maß ist zu klein.
→ Es muss Nacharbeit erfolgen.



③ Ausgewähltes Messwerkzeug: Innenmessschraube

Festgestelltes Istmaß: 14,96 mm

Ergebnis mit Begründung: Das Maß ist zu klein.
→ Arbeitsausschuss

④ Ausgewähltes Messwerkzeug: Messschieber

Festgestelltes Istmaß: 18,3 mm

Ergebnis mit Begründung: Das Maß ist zu groß.
→ Es muss Nacharbeit erfolgen.

⑥ Ausgewähltes Messwerkzeug: Messuhr

Festgestelltes Istmaß: 12,98 mm

Ergebnis mit Begründung: Das Maß liegt in der Toleranz (± 0,02 mm)

⑤ Ausgewähltes Messwerkzeug: Messschieber

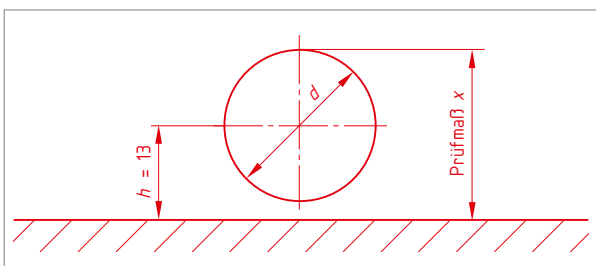
Festgestelltes Istmaß: 69,8 mm

Ergebnis mit Begründung: Das Maß liegt in der Toleranz (± 0,3 mm)

- 2 Die Höhe der Bohrungsmitte, $h = 13$ mm, lässt sich nicht direkt messen. Sie müssen den Bohrungsdurchmesser, $d = 20,01$ mm bestimmen, einen exakt passenden Bolzen in die Bohrung einbringen und dann den höchsten Punkt des Bolzens messen.

• Welche der uns bekannten Prüfmittel werden dafür benötigt?
Innenmessschraube, Messbolzen, Messuhr mit Halterung

• Fertigen Sie eine Prinzipskizze der Prüfsituation an:



• Berechnen Sie das Prüfmaß (höchster Punkt des Bolzens) und dessen Abmaße!

$$x = h + \frac{d}{2}$$

$$x = (13 \pm 0,02 + \frac{1}{2} \cdot 20,01) \text{ mm}$$

$$x = 23,005 \pm 0,02 \text{ mm}$$

Prüftechnik

Messabweichungen



- 1 Das Maß 15 aus Aufgabe 1, Blatt 16 haben Sie als Arbeitsausschuss eingestuft. Der Kollege an der Flachsleifmaschine behauptet aber, sein Maß sei in Ordnung.

- Zählen Sie Ursachen auf, die zu Abweichungen zwischen Istmaß und Messwert führen können, und sortieren Sie nach:

Ursachen zufälliger Messabweichungen:	Ursachen systematischer Messabweichungen:
Schmutz auf den Messflächen	Abweichung der Skala
Grat am Werkstück	Abnutzung der Messflächen
Verkanten der Messflächen	falsch eingestellte Messkraft
Gefühlsratsche wird nicht benutzt	Steigungsfehler des Gewindes

- 2 Bei der Überprüfung Ihrer Bügelmessschraube mit einem Endmaß 15,000 mm fällt Ihnen folgender Sachverhalt auf: Die Bügelmessschraube zeigt den Messwert 14,98 mm.

- Wählen Sie unter den folgenden möglichen Lösungen diejenigen aus, die unter logischen Gesichtspunkten in Frage kommen.
- Begründen Sie Ihre Entscheidung.

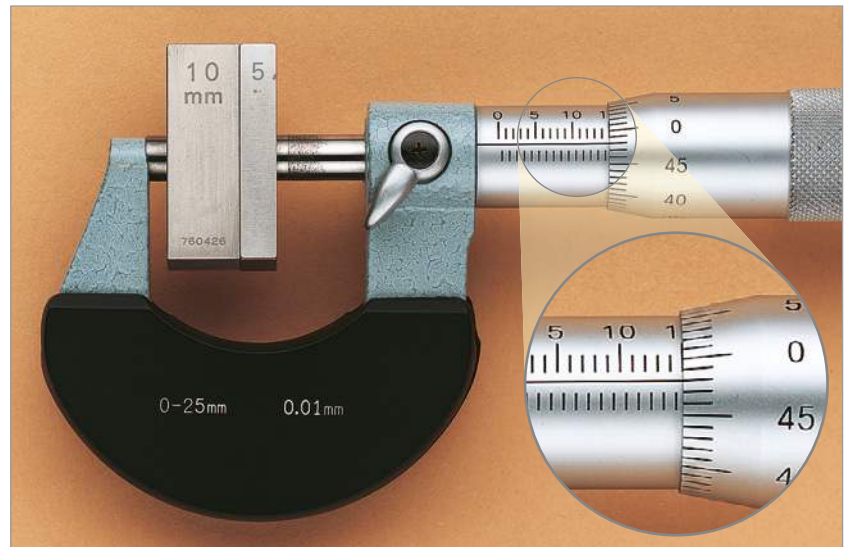
- a) Das Endmaß ist zu warm. ~~Möglich/nicht möglich~~, weil **das Endmaß bei Erwärmung länger würde**
→ Es müsste sich ein **Maß > 15,00 mm ergeben.**

- b) Der Bügel der Messschraube wurde auseinander gebogen. ~~Möglich/nicht möglich~~, weil **sich dadurch die Spindel weiter eindrehen lässt** → **Maß < 15,00 mm.**

- c) Es befindet sich Schmutz zwischen Werkstück und Messflächen. ~~Möglich/nicht möglich~~, weil **dann die Dicke des Schmutzpartikels zur Endmaßlänge hinzukäme**
→ **Maß > 15,00 mm.**

- d) Die Messflächen sind abgenutzt. ~~Möglich/nicht möglich~~, weil **dadurch das Endmaß in die »Lücke« rutscht** → **Spindel lässt sich weiter eindrehen**
→ **Maß < 15,00 mm.**

- e) Die Messkraft ist zu gering. ~~Möglich/nicht möglich~~, weil **dadurch die Messspindel weniger weit eingedreht wäre** → **Maß > 15,00 mm.**



- 3 Hatte der Kollege mit seiner Behauptung vielleicht Recht?

- Überprüfen Sie, ob das Maß 15 der vorigen Seite doch innerhalb der Toleranz liegt, und geben Sie eine entsprechende Begründung:

Die Messschraube zeigt offensichtlich 0,02 mm zu wenig an! Das Maß ③ ist demnach 14,98 mm groß und somit »Gut«.

Trennen

Werkzeugschneide

- 1 Ein Auszubildender will eine Dreharbeit verrichten und geht deshalb zu einer freien Drehmaschine in der Werkstatt seines Betriebes. Da er es eilig hat, fängt er an, sein Rohteil zu überdrehen, ohne den eingespannten Drehmeißel vorher noch einmal zu überprüfen. Schon beim ersten Schnitt nimmt er seltsame Geräusche wahr. Die danach sichtbare Oberfläche des Werkstücks entspricht nicht seinen Erwartungen. Es sind deutliche Riefen zu erkennen.

- Nennen Sie drei mögliche Ursachen für das beschriebene Problem.

Die Werkzeugschneide ist abgenutzt bzw. abgebrochen.

Die Schnittdaten (Drehfrequenz/Vorschub) sind falsch gewählt.

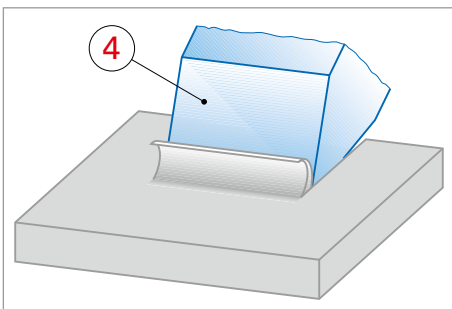
Der Werkstückwerkstoff ist zu hart für den eingespannten Meißel.

- 2 Bei der Behebung des oben genannten Problems wird unser Auszubildender sinnvollerweise auch die Werkzeugschneide des eingespannten Drehmeißels überprüfen.

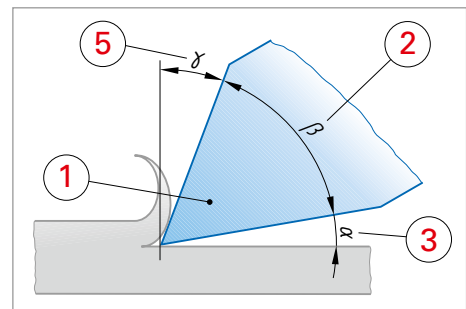
- Welche Anforderungen werden grundsätzlich an eine solche Werkzeugschneide gestellt?

Die Werkzeugschneide muss keilförmig ausgebildet sein und aus einem verschleißfesten und ausreichend zähen Schneidstoff bestehen.

- 3 Ordnen Sie in den untenstehenden Zeichnungen die Nummern der aufgeführten Begriffe richtig zu.



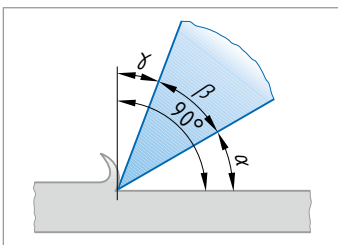
- ① Schneidkeil
- ② Keilwinkel
- ③ Freiwinkel
- ④ Spanfläche
- ⑤ Spanwinkel



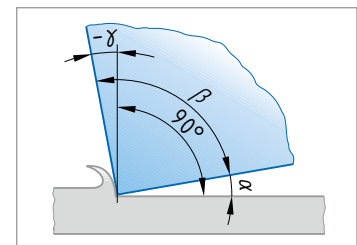
- 4 Welche Aufgabe hat der Freiwinkel an einer Werkzeugschneide und wie groß ist er üblicherweise bei einem Drehmeißel aus Schnellarbeitsstahl?

Der Freiwinkel α vermindert die Reibung zwischen Werkstück und Werkzeug. Er beträgt üblicherweise $4^\circ \dots 10^\circ$.

- 5 Nennen Sie drei Unterschiede zwischen den untenstehend abgebildeten Werkzeugschneiden.



klein – Keilwinkel – groß
positiv – Spanwinkel – negativ
schneidend – Wirkung – schabend



- 6 Nennen Sie einen wichtigen Vorteil für den Bearbeitungsprozess, der sich durch die Wahl eines großen Keilwinkels ergibt.

Durch einen großen Keilwinkel ergibt sich eine stabile Werkzeugschneide.

Trennen

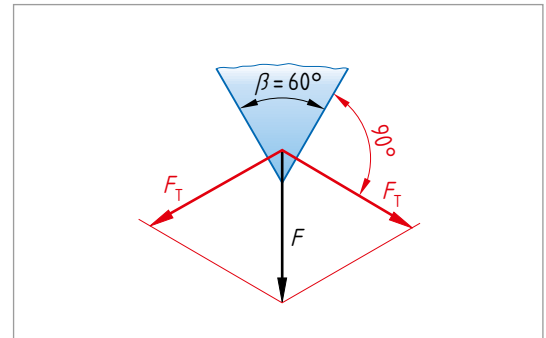
Werkzeugschneide



- 7 Ein Auszubildender bringt beim Meißeln mit einem Hammer eine Schlagkraft von $F = 200 \text{ N}$ auf. Wie groß sind die durch den Meißel erzeugten Trennkräfte F_T , wenn der Keilwinkel des Meißels 60° beträgt?

- Vervollständigen Sie die nebenstehende Zeichnung, indem Sie ein Kräfteparallelogramm zeichnen ($1 \text{ cm} \triangleq 100 \text{ N}$), und geben Sie den Kraftwert für die Trennkräfte F_T an.

$$F_T = \underline{200 \text{ N}}$$



- 8 Von welchen drei Einflussgrößen hängt die Schlagkraft F ab, die man beim Meißeln aufbringen muss?

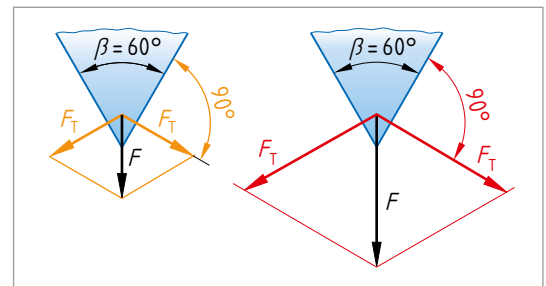
Von der Festigkeit des Werkstückwerkstoffs.

Von den Winkeln an der Werkzeugschneide.

Von der Dicke des Spans (Spanungsquerschnitt).

- 9 Machen Sie den Zusammenhang zwischen der Schlagkraft F auf einen Meißel und den daraus resultierenden Trennkräften F_T deutlich.

- Vervollständigen Sie dazu nebenstehendes Kräfteparallelogramm.



- 10 Geben Sie den Zusammenhang zwischen kleinem und großem Keilwinkel einer Werkzeugschneide und den daraus resultierenden Trennkräften F_T an.

kleiner Keilwinkel – Trennkräfte F_T groß!

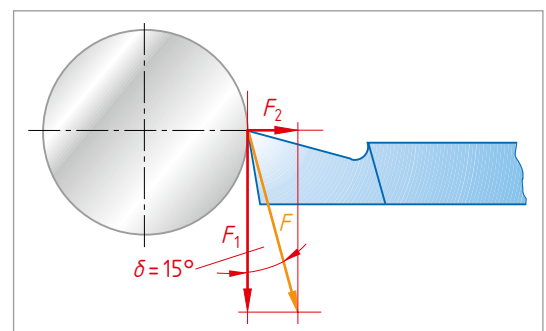
großer Keilwinkel – Trennkräfte F_T klein!

- 11 Auf die Schneide eines HSS-Drehmeißels wirkt eine Kraft von $F = 2500 \text{ N}$ ($1 \text{ cm} \triangleq 1000 \text{ N}$), wie nebenstehend dargestellt. Wie groß sind die senkrecht nach unten wirkende Teilkraft F_1 und die waagrecht wirkende Teilkraft F_2 ?

- Vervollständigen Sie die nebenstehende Zeichnung, indem Sie ein Kräfteparallelogramm zeichnen. Lesen Sie die Größe der Teilkräfte ab.

$$F_1 = \underline{2400 \text{ N}}$$

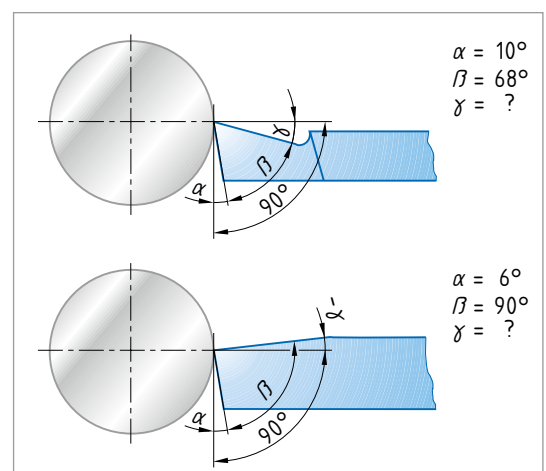
$$F_2 = \underline{650 \text{ N}}$$



Weiterführende Aufgaben:

- 12 An einer Welle aus 11SMnPb37 (Automatenstahl) soll, wie nebenstehend abgebildet, ein Span von 5 mm Dicke durch Drehen abgenommen werden. Die Schnittgeschwindigkeit v_c beträgt $50 \frac{\text{m}}{\text{min}}$.

- Berechnen Sie für die beiden abgebildeten Drehmeißel den jeweiligen Spanwinkel δ .
- Welcher Drehmeißel ist für diese Aufgabenstellung besser geeignet?
- Bei einer weiteren Dreharbeit wirkt eine Zerspankraft von $F = 8000 \text{ N}$ unter einem Winkel δ von 20° auf einen Drehmeißel, der die gleichen Winkel aufweist wie der oben abgebildete Drehmeißel.
- Zeichnen Sie ein Kräfteparallelogramm und ermitteln Sie hieraus die jeweiligen Teilkräfte F_1 und F_2 .



Trennen

Bohren

1 Endlich, nach dem Sägen, Meißeln und Feilen zum ersten Mal an einer Bohrmaschine! Aber was muss man da alles beachten und einstellen?

- Vervollständigen Sie die nachstehende Tabelle, indem Sie sechs verschiedene Arten der Einflussnahme, welche das Ergebnis des Bohrvorgangs beeinflussen können, nennen.

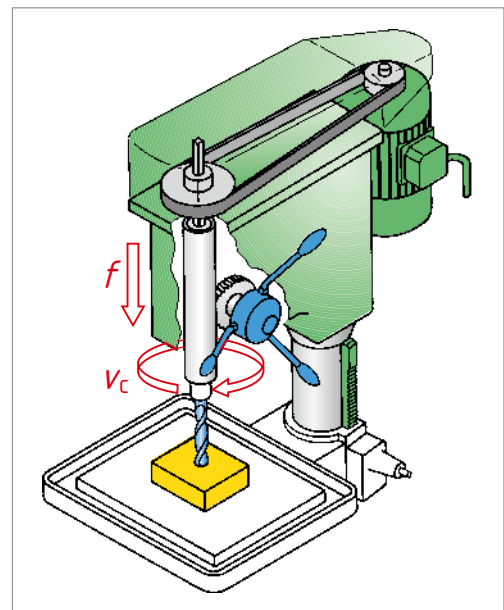
	Möglichkeiten der Einflussnahme auf das Ergebnis des Bohrvorgangs		
an der Bohrmaschine	Drehzahl	Vorschub	Kühlschmierung
am Werkzeug bzw. Werkstück	Schneidstoff	Schneidengeometrie	Werkstückwerkstoff

2 Mit der nebenstehend abgebildeten einfachen Tischbohrmaschine soll eine Bohrarbeit ausgeführt werden. Sie verfügt über folgende Drehzahlen: 160, 240, 360, 540 $\frac{1}{\text{min}}$

- Tragen Sie in die Skizze der Tischbohrmaschine die Schnittbewegung und die Vorschubbewegung in Form von Pfeilen ein.
- Bestimmen Sie die einzustellende Drehzahl, wenn der Bohrer einen Durchmesser von $\phi 10$ mm besitzt und seine Schnittgeschwindigkeit $v_c = 35 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ betragen soll. Lösen Sie die Aufgabenstellung zum einen durch Rechnung, zum anderen mithilfe des Drehzahldiagramms.

Formel zur Berechnung der Drehzahl n :

$$n \left[\frac{1}{\text{min}} \right] = \frac{v_c \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \cdot 1000 \frac{\text{mm}}{\text{m}}}{\pi \cdot d [\text{mm}]} = \frac{v_c \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]}{\pi \cdot d [\text{m}]}$$



Rechnung:

$$n = \frac{35 \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot 1000 \frac{\text{mm}}{\text{m}}}{3,14 \cdot 10 \text{ mm}}$$

$$= 1114 \frac{1}{\text{min}}$$

gewählt: **1200 $\frac{1}{\text{min}}$**

mit den Werten aus dem Drehzahldiagramm ergibt sich:

$$\phi 10 \text{ mm} \rightarrow v_c = 35 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$n = \mathbf{1200 \frac{1}{\text{min}}}$$

3 An einem Werkstück aus legiertem Stahl ($R_m < 1000 \text{ N/mm}^2$) werden mit einem Bohrer $\phi 26$ mm bei einer Drehfrequenz von 360 1/min Bohrungen hergestellt. Berechnen Sie die Schnittgeschwindigkeit.

$$v_c = \pi \cdot d \cdot n = 3,14 \cdot 0,026 \text{ m} \cdot 360 \frac{1}{\text{min}} = \mathbf{29,4 \frac{\text{m}}{\text{min}}}$$

4 Welche Folgen ergeben sich, wenn die Schnittgeschwindigkeit zu hoch gewählt wird?

Die Temperatur an der Werkzeugschneide wird sehr hoch.

Das Werkzeug wird schnell stumpf bzw. bricht an der Schneide aus.