

Metalstechnik Grundstufe

Arbeitsblätter

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, Rimpf

9. verbesserte Auflage 2026
Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-1573-6

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an produktsicherheit@europa-lehrmittel.de.

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

© 2026 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Neumann, Rimpf

Umschlag: Grafische Produktionen Neumann, Rimpf

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

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

Druck: Silber Druck GmbH & Co. KG, 34253 Lohfelden

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

Europa-Nr.: 17115

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 9. Auflage wurde auf der Grundlage des Tabellenbuches Metall des Verlages Europa-Lehrmittel durchgeführt.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Bearbeiten der Themen!
Im Sommer 2026

Die Autoren

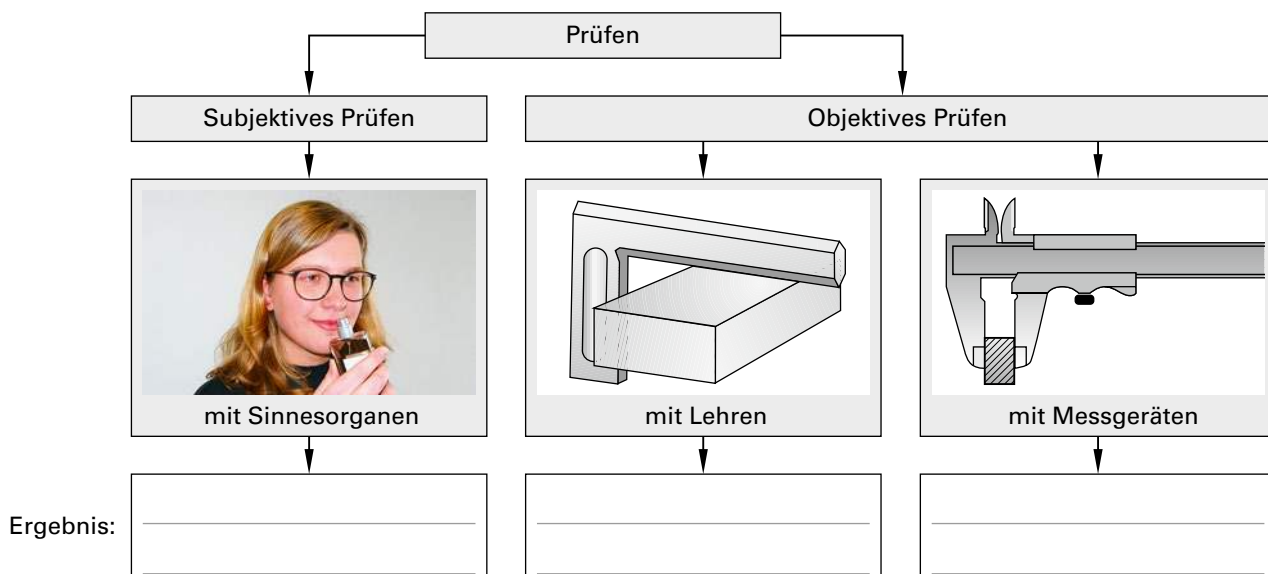
Inhalt

• 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
Löten	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

Prüftechnik

Längenprüftechnik, Grundlagen

- 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: _____
 Objektiv: _____
- Beschreiben Sie den Begriff Prüfen mit eigenen Worten:

- 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	_____	_____
Bohrer	Durchmesser	_____	_____
Getränk	Geschmack	_____	_____
Zündkerze	Elektrodenabstand	_____	_____

- 3 Vor der industriellen Revolution 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?
- _____

- 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	_____	Messschieber	_____
Messschraube	_____	Messuhr	_____

Prüftechnik

Längenprüftechnik, Grundlagen



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

- Geben Sie an, in welcher Maßeinheit in Europa Längen gemessen werden! _____

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 $1 \mu\text{m} = \frac{1}{1000} \text{ mm} = \frac{1}{1000000} \text{ m}$.

- Berechnen Sie deshalb folgende Aufgaben:

32,526 m = _____ mm	0,268 cm + 17,36 mm + 0,0365 dm = _____ mm
3,20 dm = _____ mm	$\frac{2}{100} \text{ mm} + \frac{43}{1000} \text{ mm} - 14 \mu\text{m} = _____ \mu\text{m}$
143 cm = _____ mm	$20,33 \text{ dm} + 12,75 \text{ cm} + \frac{2}{100} \text{ mm} = _____ \text{ mm}$
167 μm = _____ mm	$1002 \text{ mm} - 68 \mu\text{m} - \frac{2}{100} \text{ mm} + 1 \text{ cm} = _____ \text{ mm}$
$\frac{4}{100} \text{ mm} = _____ \text{ mm}$	$0,0000657 \text{ m} - 25,148 \text{ dm} + 18 \text{ cm} = _____ \text{ mm}$
7,8 mm = _____ μm	$12,562 \text{ mm} + 0,15784 \text{ m} - 965,259 \text{ cm} = _____ \text{ mm}$

Im englischsprachigen Raum ist es noch nicht üblich, eine andere Maßeinheit zu verwenden.

- Wie lautet die für uns eher ungewohnte englische Maßeinheit? _____

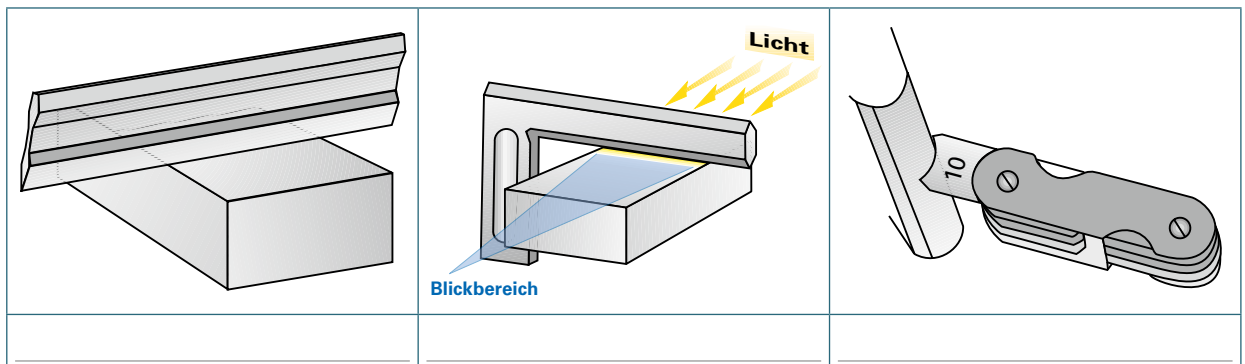
- 6 Häufig wird beim Prüfen kein Zahlenwert benötigt, um die Güte des Werkstücks zu bestimmen. Als Beispiel dient hier der Elektrodenabstand einer Zündkerze.

- Welches Prüfgerät kommt zum Einsatz? _____



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

- Benennen Sie die skizzierten Prüfgeräte. _____



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

- Welches Prinzip steckt hinter dieser Prüfmethode? _____

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

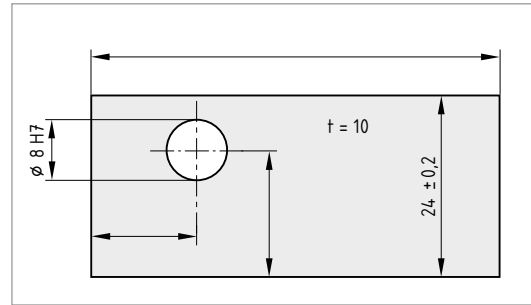
_____	_____
_____	_____

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.



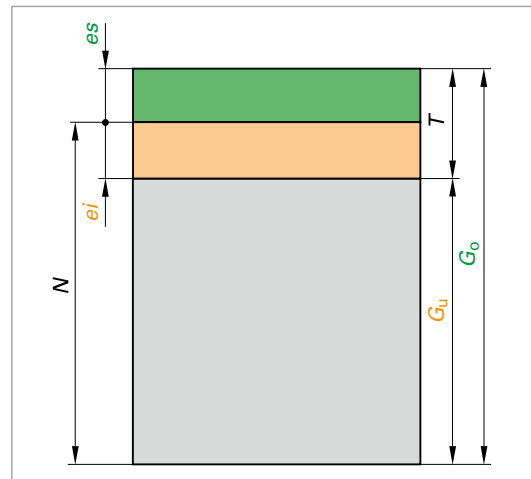
1 Nebenstehende Abbildung zeigt eine rechteckige Platte aus Stahl, in der sich eine Bohrung befindet.

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



2 Tragen Sie die vollständige Bezeichnung und die Zahlenwerte für das Maß $24^{+0,2}_{-0,2}$ hinter dem jeweiligen Kurzzeichen ein.

Kurzzeichen	Vollständige Bezeichnung	Zahlenwert
N		
ei		
G_u		
es		
G_o		
T		



- Wie lässt sich die Größe der Toleranz berechnen?

- Umschreiben Sie den Begriff »Mindestmaß«:

- Umschreiben Sie den Begriff »Höchstmaß«:

3 »Die Toleranz ist immer eine positive Zahl!«

- Wieso stimmt diese Aussage?

4 Vervollständigen Sie folgende Tabelle!

Zeichnungsangaben	Nennmaß	Oberes Grenzabmaß	Höchstmaß	Unteres Grenzabmaß	Mindestmaß	Toleranz
$12^{+0,3}_{-0,3}$						
$28^{+0,05}_{-0,03}$						
$63^{+0,15}_0$						

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: _____
- Unteres Grenzabmaß, Bohrung: _____

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

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

Prüftechnik

Toleranz



- 7 Werkstückmaße 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.

Zeichnungs- angaben	Grenzabmaß	Höchstmaß	Mindestmaß	Toleranz
54				
11				
270				

- 8 Die Angabe der Toleranz kann auch mithilfe von Buchstaben und Zahlen erfolgen. Diese Angaben sind genormt nach DIN EN ISO 286-1 (2019-09). 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 (2019-09) 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.

Zeichnungs- angaben	Oberes Grenzabmaß	Höchstmaß	Unteres Grenzabmaß	Mindestmaß	Toleranz
30H8					
30H11					
22H6					
42m6					
68j6					

- Regel 1: Je größer die Zahl hinter dem Buchstaben, umso

- Regel 2: Je weiter sich der Buchstabe im Alphabet vom Buchstaben H/h entfernt, umso

Merkregel: Bohrung → Großbuchstaben

Welle → Kleinbuchstaben

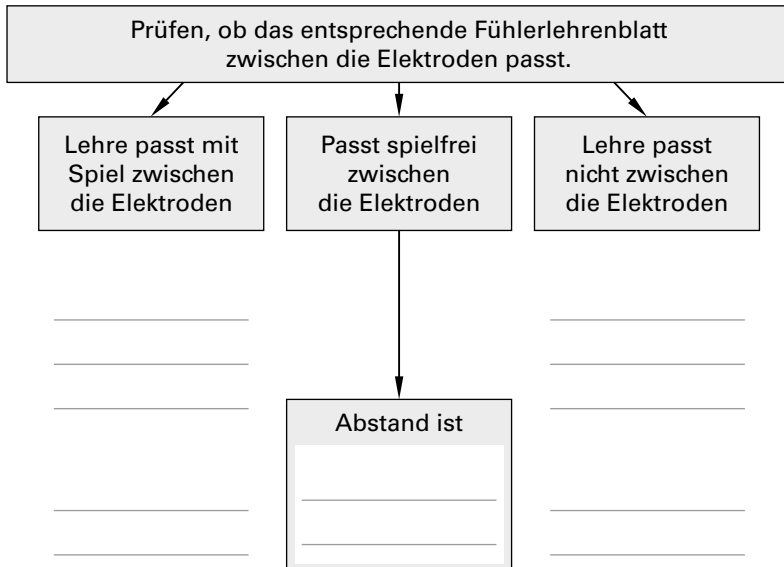
Weiterführende Aufgaben:

- 9 Berechnen Sie folgende Aufgaben:

43 mm + 0,15 mm	=		mm	6 mm + 0,3 mm + 0,06 mm + 0,002 mm	=		mm
71 mm + $\frac{2}{100}$ mm	=		mm	92 mm – 0,25 mm – 0,004 mm	=		mm
58 mm – 0,0035 mm	=		mm	54 mm – 0,5 mm – 0,003 mm – 0,08 mm	=		mm
22 mm – 0,022 mm	=		mm	149,998 mm – 149,985 mm	=		mm
12 mm – 0,12 mm	=		mm	2170,025 mm – 2169,975 mm	=		mm
99 mm + 1,015 mm	=		mm	75 mm + $\frac{2}{10}$ mm + $\frac{5}{100}$ mm + $\frac{7}{1000}$ mm	=		mm

- 1 Alle Unternehmen versuchen, Prüfzeiten zu verkürzen. Messvorgänge sind dabei oft sehr zeitaufwendig. Das Beispiel »Elektrodenabstand einer Zündkerze« zeigt uns den sinnvollen Einsatz von Lehren auf.

- Beschreiben Sie den Prüfprozess mithilfe eines Flussdiagramms, um den richtigen Elektrodenabstand zu erreichen.



- Wieso ist der richtige Elektrodenabstand wichtig?

- 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	
Haarwinkel	
Radiuslehre	

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

- Nennen Sie mögliche Ursachen für solche Fehler:

Es ist notwendig, mit Lehren sorgfältig umzugehen. Zustand der Lehre prüfen und im Schadensfall neue Lehren anschaffen.

Prüftechnik

Form- und Maßlehren

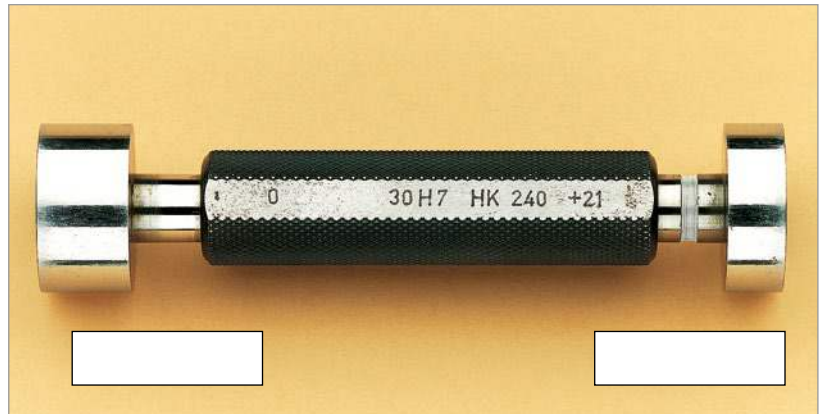


4 In einer Serienfertigung wird die Toleranz einer Bohrung mit einem Grenzlehrdorn geprüft.

- 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:

Maß der Ausschussseite:

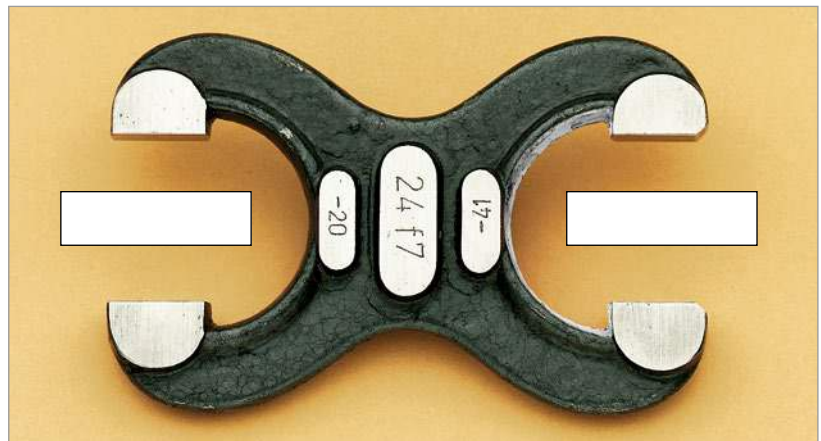


5 Wenn in Serie Drehteile auf Maßhaltigkeit geprüft werden müssen, kommen Grensrachenlehren zum Einsatz.

- 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 Grensrachenlehre 24f7 haben?

Maß der Gutseite:

Maß der Ausschussseite:



6 Welche Maße verkörpern die entsprechenden Seiten der Maßlehren?

Lehre	Gutseite	Ausschussseite
Grenzlehrdorn		
Grensrachenlehre		

7 Wie hoch darf die Handkraft beim Prüfen mit diesen Maßlehren gewählt werden?

- Welche Bedeutung hat dies für den Gebrauch der Lehre in senkrechter Lage?
- Wie muss in waagrechter Lage gearbeitet werden?

8 Vervollständigen Sie folgende Tabelle:

Zu prüfen:	Gutseite	Ausschussseite	Prüfergebnis
Bohrung	»passt«	»passt nicht«	
Bohrung	»passt nicht«	»passt nicht«	
Welle	»passt«	»passt«	
Welle	»passt«	»schnäbelt an«	

Prüftechnik

Der Messschieber

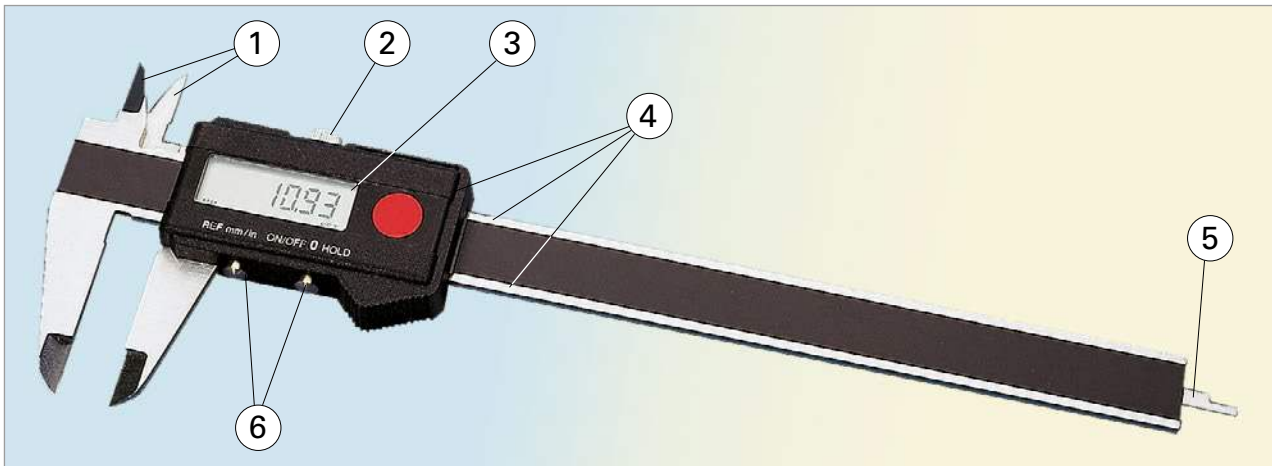
1 Für unterschiedliche Messaufgaben werden analoge bzw. digitale Messschieber verwendet.

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

Nachteile

Vorteile

2 Ordnen Sie den Zahlen die entsprechenden Begriffe zu.



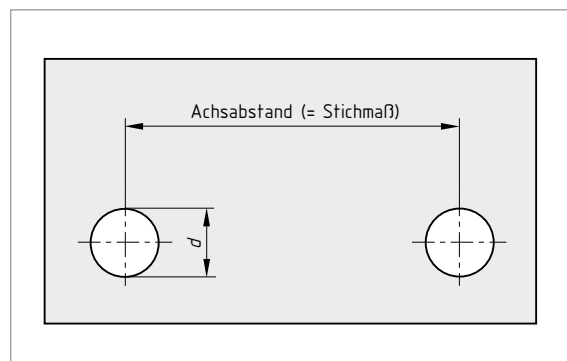
- | | | | |
|---|-------|---|-------|
| ① | _____ | ④ | _____ |
| ② | _____ | ⑤ | _____ |
| ③ | _____ | ⑥ | _____ |

Der Datenanschluss an einen PC ist möglich!

- 3 Warum sind die Schiene und der Schieber gehärtet? _____
- 4 Wozu dient die Schalterfunktion »Null-Stellung«? _____
- 5 Wozu dient die Schalterfunktion »Werthalten (hold)«? _____

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

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



Prüftechnik

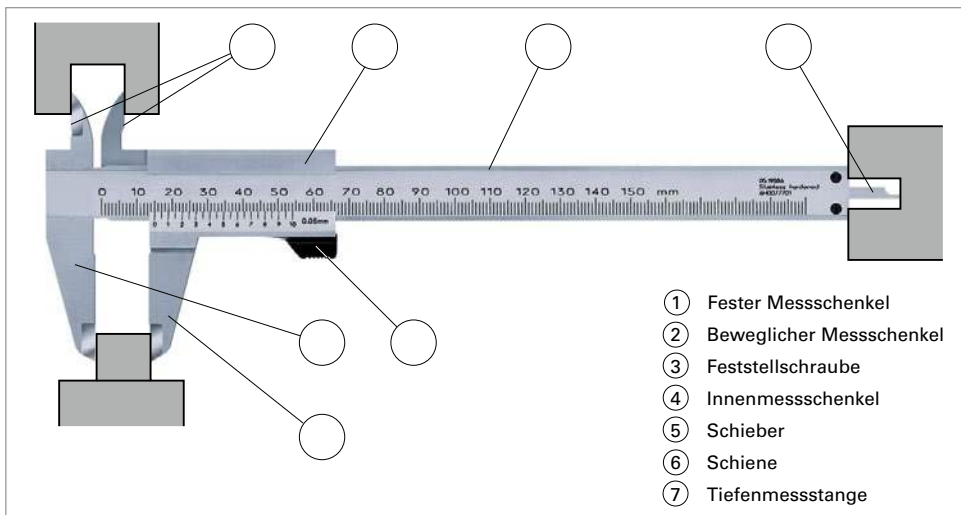
Der Messschieber



- 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 analog-mechanische Messschieber verwendet.

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

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



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.

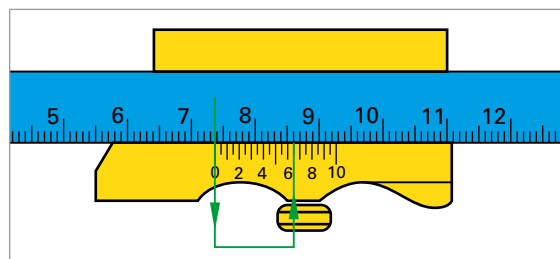
1 = 10 mm

2 = 20 mm

3 = 30 mm

usw.

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



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



Ergebnis:

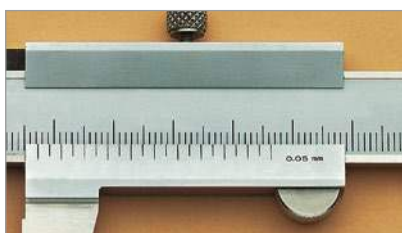


Ergebnis:



Ergebnis:

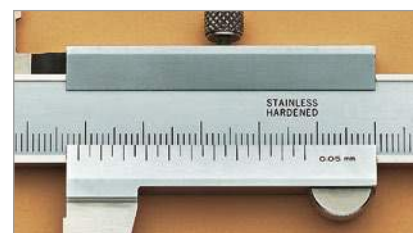
- 11 Ergänzen Sie jeweils die Skalen der Messschieberabbildung.



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?

Prüftechnik

Die Messschraube

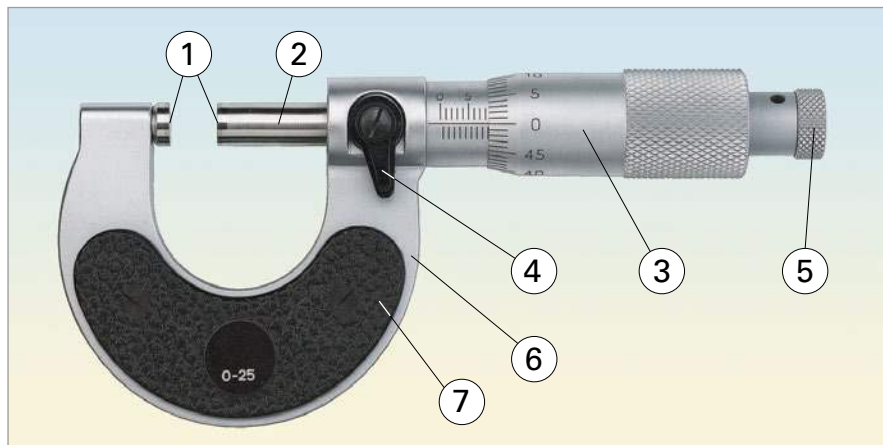
- 1 In der Fertigungstechnik reicht heute eine Genauigkeit von $\frac{1}{10}$ mm oder auch von $\frac{5}{100}$ mm in vielen Bereichen nicht mehr aus. Messschrauben sind Messgeräte, die genauer messen als Messschieber.

• Welches Prinzip liegt der Funktionsweise der Messschrauben zugrunde?

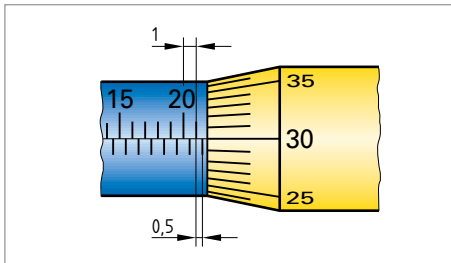
• Wie genau lässt sich mit einer Messschraube messen?

- 2 Ordnen Sie den Zahlen die entsprechenden Begriffe zu:

- ① _____
 ② _____
 ③ _____
 ④ _____
 ⑤ _____
 ⑥ _____
 ⑦ _____



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



1. _____
 2. _____
 3. _____

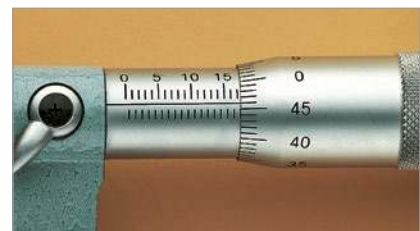
- 4 Tragen Sie die Messergebnisse jeweils unter der entsprechenden Abbildung ein:



Ergebnis: _____



Ergebnis: _____



Ergebnis: _____

- 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 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			Alufolie (Dicke)		
Endmaß 10 mm					
Papierdicke					

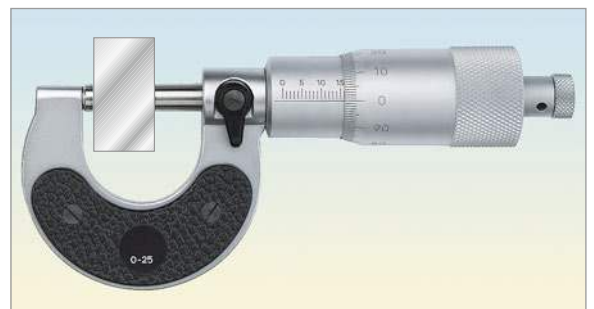
- 7 Ihre Bügelmessschraube mit Messbereich von 0 mm...25 mm hat eine genormte Bezugstemperatur.

- Wie hoch ist diese in $^{\circ}\text{C}$ und in K? $\triangle$

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?

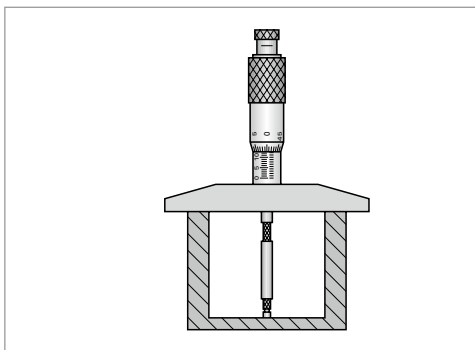
- Beschreiben Sie kurz den physikalischen Vorgang, der die Ursache für dieses Phänomen darstellt.



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

- 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.



Bezeichnung

Zur Messung von:

- 10 Warum sind die Messflächen aus Hartmetall gefertigt?

- 11 Warum sind die Griffflächen der Messschrauben wärmeisoliert?

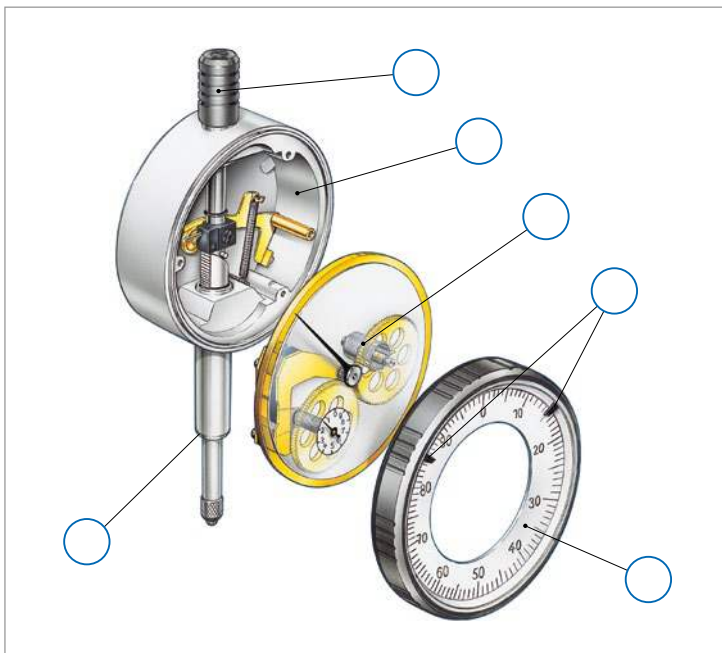
Prüftechnik Die Messuhr

1 Ordnen Sie der Abbildung die Zahlen der Einzelteile der Messuhr 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?

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



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

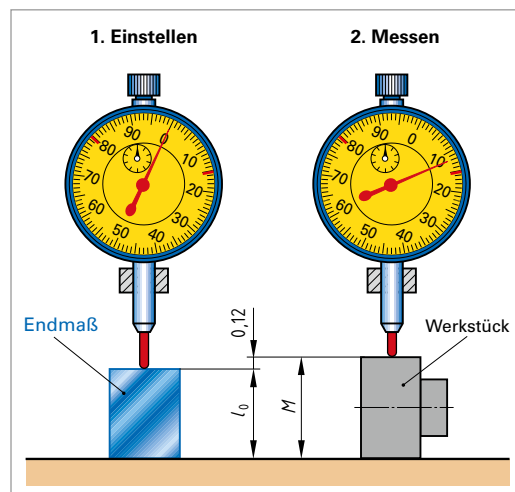
- Warum ist das so wichtig?

- Stellen Sie eine Parallele zur Messschraube her!

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	
62,00	- 16	
135,50	- 58	
114,30	+ 108	
6,50	- 61	
168,55	- 17	



4 Fehlerquellen der Messanordnung und deren Vermeidung.

Fehlerquelle	Vermeidung des Fehlers



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: _____

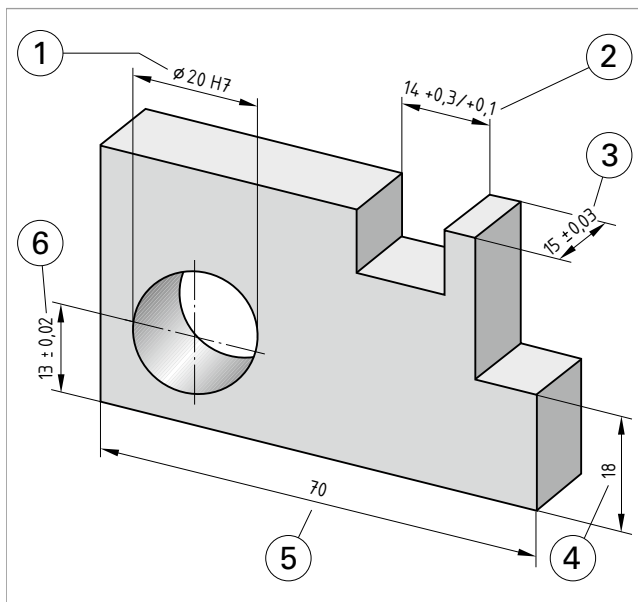
Festgestelltes Istmaß: 20,01 mm

Ergebnis mit Begründung: _____

② Ausgewähltes Messwerkzeug: _____

Festgestelltes Istmaß: 14,05 mm

Ergebnis mit Begründung: _____



③ Ausgewähltes Messwerkzeug: _____

Festgestelltes Istmaß: 14,96 mm

Ergebnis mit Begründung: _____

④ Ausgewähltes Messwerkzeug: _____

Festgestelltes Istmaß: 18,3 mm

Ergebnis mit Begründung: _____

⑥ Ausgewähltes Messwerkzeug: _____

Festgestelltes Istmaß: 12,98 mm

Ergebnis mit Begründung: _____

⑤ Ausgewähltes Messwerkzeug: _____

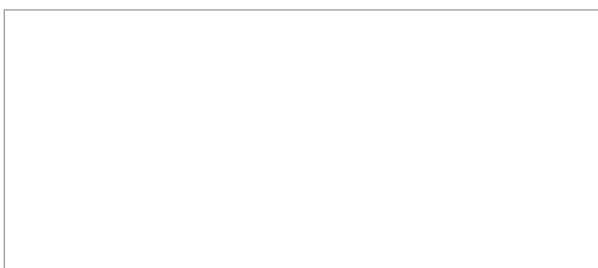
Festgestelltes Istmaß: 69,8 mm

Ergebnis mit Begründung: _____

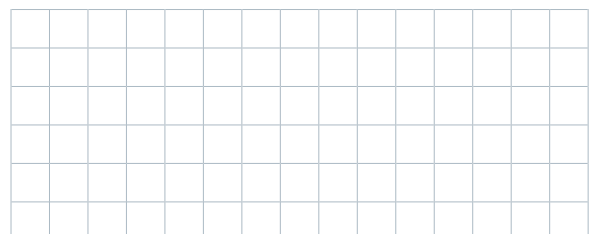
- 2 Die Höhe der Bohrungsmitte, $h = 13\text{ mm}$, lässt sich nicht direkt messen. Sie müssen den Bohrungsdurchmesser, $d = 20,01\text{ mm}$ bestimmen, einen exakt passenden Bolzen in die Bohrung einbringen und dann den höchsten Punkt des Bolzens messen.

- Welche der uns bekannten Prüfmittel werden dafür benötigt?

- Fertigen Sie eine Prinzipskizze der Prüfsituation an:



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



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:

- 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

- b) Der Bügel der Messschraube wurde auseinander gebogen. Möglich/nicht möglich, weil

- c) Es befindet sich Schmutz zwischen Werkstück und Messflächen. Möglich/nicht möglich, weil

- d) Die Messflächen sind abgenutzt. Möglich/nicht möglich, weil

- e) Die Messkraft ist zu gering. Möglich/nicht möglich, weil

- 3 Hatte der Kollege mit seiner Behauptung vielleicht Recht?

- Überprüfen Sie, ob das Maß 15 (Pos. ③) der vorigen Seite doch innerhalb der Toleranz liegt, und geben Sie eine entsprechende Begründung:

Trennen

Werkzeugschneide

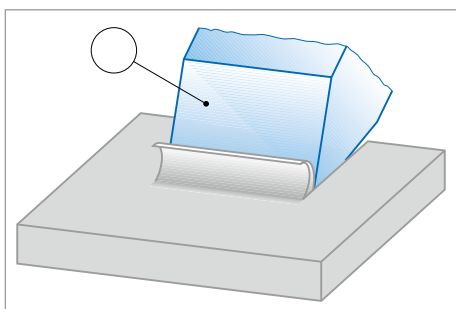
- 1 Ein Auszubildender will eine Dreharbeit verrichten und geht deshalb zu einer freien Drehmaschine in der Werkstatt seines Betriebes. Da er es eilig hat, fängt er an, sein Rohteil zu überdrehen, ohne den eingespannten Drehmeißel vorher noch einmal zu überprüfen. Schon beim ersten Schnitt nimmt er seltsame 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.

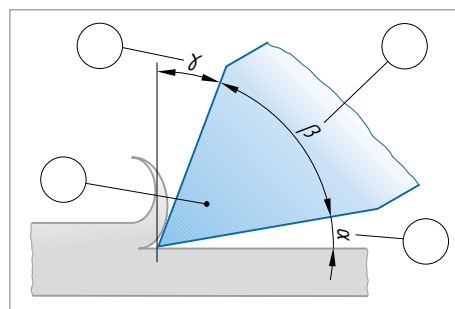
- 2 Bei der Behebung des oben genannten Problems wird unser Auszubildender sinnvollerweise auch die Werkzeugschneide des eingespannten Drehmeißels überprüfen.

- Welche Anforderungen werden grundsätzlich an eine solche Werkzeugschneide gestellt?

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

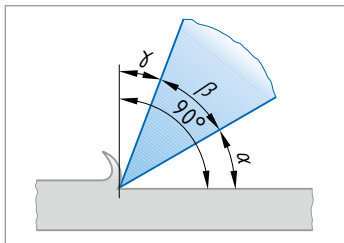


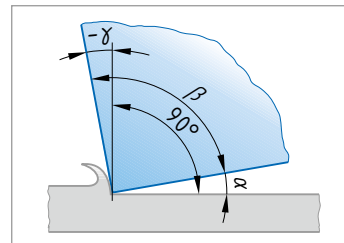
- ① Schneidkeil
- ② Keilwinkel
- ③ Freiwinkel
- ④ Spanfläche
- ⑤ Spanwinkel



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

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





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

Trennen

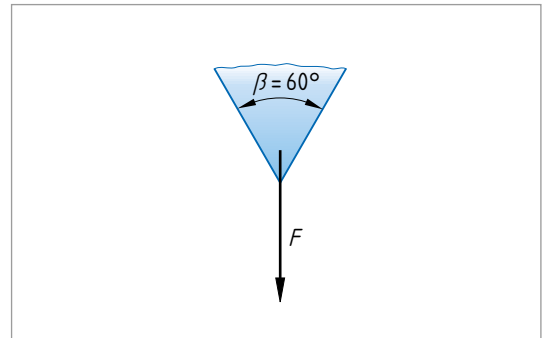
Werkzeugschneide



- 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.

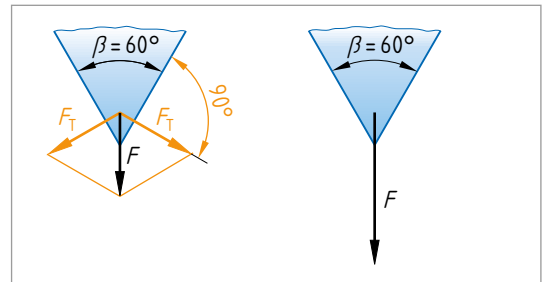
$$F_T = \underline{\hspace{2cm}}$$



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

- 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.



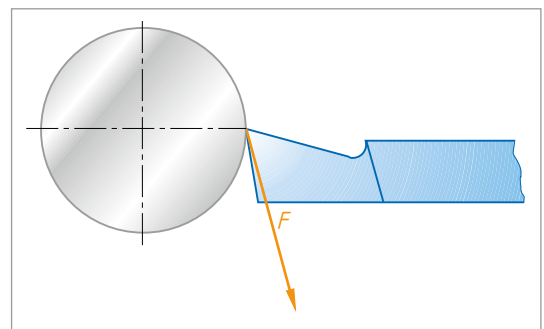
- 10 Geben Sie den Zusammenhang zwischen kleinem und großem Keilwinkel einer Werkzeugschneide und den daraus resultierenden Trennkräften F_T an.

- 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 waagerecht wirkende Teilkraft F_2 ?

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

$$F_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

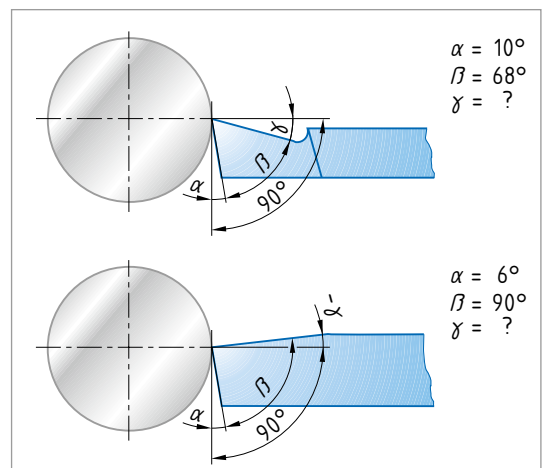
$$F_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$



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?

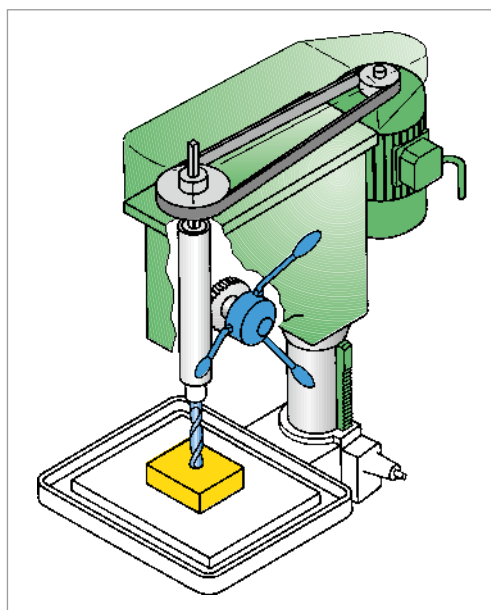
- Vervollständigen Sie die nachstehende Tabelle, indem Sie sechs verschiedene Arten der Einflussnahme, welche das Ergebnis des Bohrvorgangs beeinflussen können, nennen.

	Möglichkeiten der Einflussnahme auf das Ergebnis des Bohrvorgangs		
an der Bohrmaschine			
am Werkzeug bzw. Werkstück			

- 2 Mit der nebenstehend abgebildeten einfachen Tischbohrmaschine soll eine Bohrarbeit ausgeführt werden. Sie verfügt über folgende einstellbaren Drehzahlen n : 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 $\varnothing 10$ 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 (s. Tabellenbuch).

Formel zur Berechnung der Drehzahl n :



Rechnung:

mit den Werten aus dem Drehzahldiagramm (s. Tabellenbuch) ergibt sich:

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

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