

# Lernsituationen in der Metalltechnik

## Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 1 bis 4

### Autoren:

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| Küspert, Karl-Heinz  | Hof          |
| Müller, Thomas       | Leutkirch    |
| Schellmann, Bernhard | Wangen i. A. |

### Lektorat:

Schellmann, Bernhard    Wangen i. A.

### Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern  
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpf

6. Auflage 2019  
Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-8085-1908-0

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

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

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpf  
Umschlag: Büro für Gestaltung Birgit Slowak, 73557 Mutlangen  
Umschlagfotos: © Karbek und © Ingo Bartussek – Fotolia.com  
Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

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

Europa-Nr.: 19401

Das vorliegende Arbeitsbuch „Lernsituationen in der Metalltechnik, Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 1 bis 4“ beinhaltet eine vielseitige und interessante Auswahl an neuen Lernsituationen zur Umsetzung der Inhalte der neuen Lehrpläne in den Metallberufen. In den Lernsituationen werden zunächst die fachsystematischen Inhalte erarbeitet und im Anschluss mit Aufgaben zur Fertigungsplanung, bezogen auf das Projekt, abgerundet.

In den Lernfeldern 1 bis 3 bieten wir Lernsituationen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad und inhaltlichem Umfang an. So können die Schulen und Betriebe die Wahl der einzelnen Lernsituationen nach eigenen Schwerpunkten, der technischen Ausstattung sowie dem zeitlichem Rahmen treffen. Die Grundlagen der Pneumatik werden am Ende von Lernfeld 3 behandelt. Im Lernfeld 4 ist jeweils eine Lernsituation zu Wartung, Instandhaltung und Dokumentation einer Ständerbohrmaschine sowie zu den elektrischen Grundlagen ausgearbeitet.

Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellungen steht die logische und sinnvolle Abfolge in der Bearbeitung des Arbeitsauftrages im Vordergrund. Die Aufgaben sind so gestellt, dass eigenverantwortliches, aber auch gleichzeitig teamorientiertes Arbeiten gefördert sowie fachliches Wissen zielorientiert erworben werden kann. Dazu ist es in vielen Fällen notwendig, in einem Tabellenbuch bzw. einem Fachkundebuch nachzuschlagen.

Die praxisorientierten Versuche und Übungen werden im Anhang (CD) zusammengefasst behandelt. So lässt sich auch der in vielen Bundesländern gepflegte Trennung von Theorie und praktischem Versuch besser Rechnung tragen. Im Lösungsbuch werden z. T. Messwerte aus realen Versuchen dargestellt, die an den Einzelteilen der Baugruppen durchgeführt wurden. Die vorliegende **6. Auflage** wurde komplett überarbeitet. Zum Teil finden Sie neue Projekte, einen neuen Aufbau mit einer fachsystematischen Einführung und den Grundlagen der Metalltechnik, abgestimmt auf den Lehrplan und das behandelte Projekt. Die speziellen Projektaufgaben sind dann jeweils im Teil Fertigungsplanung zusammengefasst. Werte und Tabellen beziehen sich auf das Tabellenbuch Metall (Verlag Europa-Lehrmittel).

Auf der CD im Lösungsbuch finden Sie alle Arbeitsblätter zu den praktischen Versuchen für den Werkstattunterricht, die Lösungen im pdf-Format, die Zeichnungssätze für die Projekte der 6. Auflage, sowie alle Zeichnungssätze der alten Projekte. Die Excel-Tabellen zur Beurteilung von Schülerleistungen runden das CD-Paket ab.

Wenn Sie zu einzelnen Bereichen der Technologie, der Arbeitsplanung oder der Praxis weitere Informationen und weitere Aufgabenstellungen suchen, dann bieten sich darüber hinaus folgende Arbeitsbücher an:

- Technische Kommunikation Metall, Grundbildung Arbeitsblätter, Europa-Nr. 12911
- Technische Kommunikation Metall, Grundbildung Informationsband, Europa-Nr. 12717

Wir wünschen Ihnen viel Freude und guten Erfolg bei der Bearbeitung der Lernsituationen.

Teilen Sie uns Verbesserungsvorschläge, Kritik – gerne auch Lob – mit: [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de)

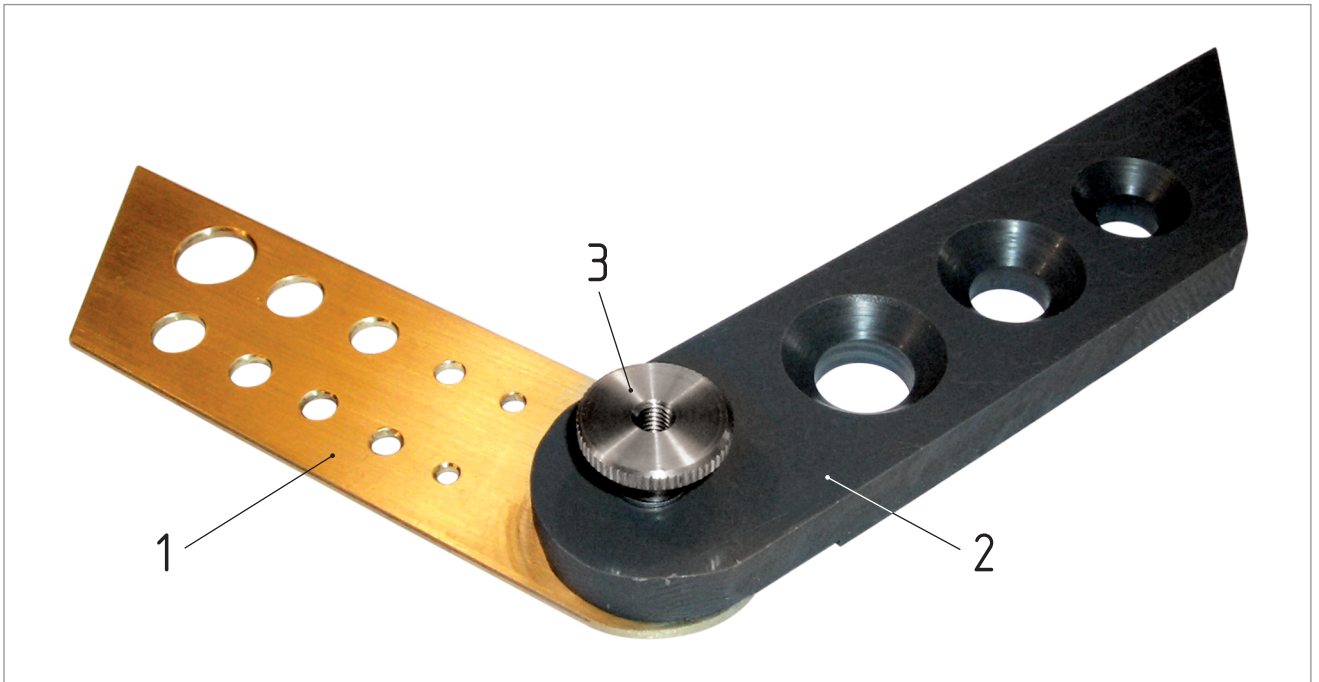
|  |           |
|--|-----------|
| <b>Lernfeld 1</b>  | <b>5</b>  |
| <b>Projekt Gehrungswinkel</b>                                      | <b>5</b>  |
| Bildliche Darstellung  | 5         |
| Einzelteile  | 5         |
| Stückliste   | 5         |
| Prüfen   | 6         |
| Lehren   | 7         |
| Maßeinheiten   | 8         |
| Messschieber   | 9         |
| Toleranzen   | 10        |
| Messregeln für den Messschieber                                    | 11        |
| Fertigungsplanung Gehrungswinkel                                   | 12        |
| <b>Projekt Türhaken</b>  | <b>15</b> |
| Bildliche Darstellung  | 15        |
| Werkstoffe   | 15        |
| Werkstoffeigenschaften, Zugfestigkeit                              | 16        |
| Dichte, Wärmeausdehnung  | 17        |
| Kunststoffe  | 18        |
| Biegen   | 19        |
| Fertigungsplanung Türhaken   | 20        |
| <br>   |           |
| <b>Lernfeld 2</b>  | <b>21</b> |
| <b>Projekt Schraubstock</b>  | <b>21</b> |
| Bildliche Darstellung  | 21        |
| Gesamtzeichnung  | 21        |
| Stückliste   | 21        |
| Passungen  | 22        |
| Werkzeugschneide   | 23        |
| Bohren   | 24        |
| Fräsen   | 25        |
| Reiben und Senken  | 26        |
| Gewindeschneiden   | 27        |
| Fertigungsplanung Schraubstock                                     | 28        |
| <b>Projekt Rollenlagerung</b>                                      | <b>31</b> |
| Isometrische Projektion, Explosionsdarstellung und Gesamtzeichnung | 31        |
| Stückliste   | 31        |
| Stahlnormung   | 32        |
| Schneidstoffe  | 33        |
| Drehen   | 34        |
| Bügelmessschraube  | 35        |
| Messabweichungen   | 36        |
| Messuhr  | 37        |
| Fertigungsplanung Rollenlagerung                                   | 38        |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| <b>Lernfeld 3</b>                  | <b>43</b> |
| <b>Projekt Mehrfachtürhaken</b>    | <b>43</b> |
| Beschreibung                       | 43        |
| Aufbau                             | 43        |
| Maße                               | 43        |
| Bildliche Darstellung              | 43        |
| Stückliste                         | 43        |
| Fügen                              | 44        |
| Schweißverfahren                   | 45        |
| Löten                              | 46        |
| Kleben                             | 47        |
| Fertigungsplanung Mehrfachtürhaken | 48        |
| Fertigungsplanung Schraubstock     | 49        |
| <b>Steuerungstechnik</b>           | <b>51</b> |
| Pneumatische Grundlagen            | 51        |
| Direkte, indirekte Schaltung       | 52        |
| Geschwindigkeitssteuerung          | 54        |

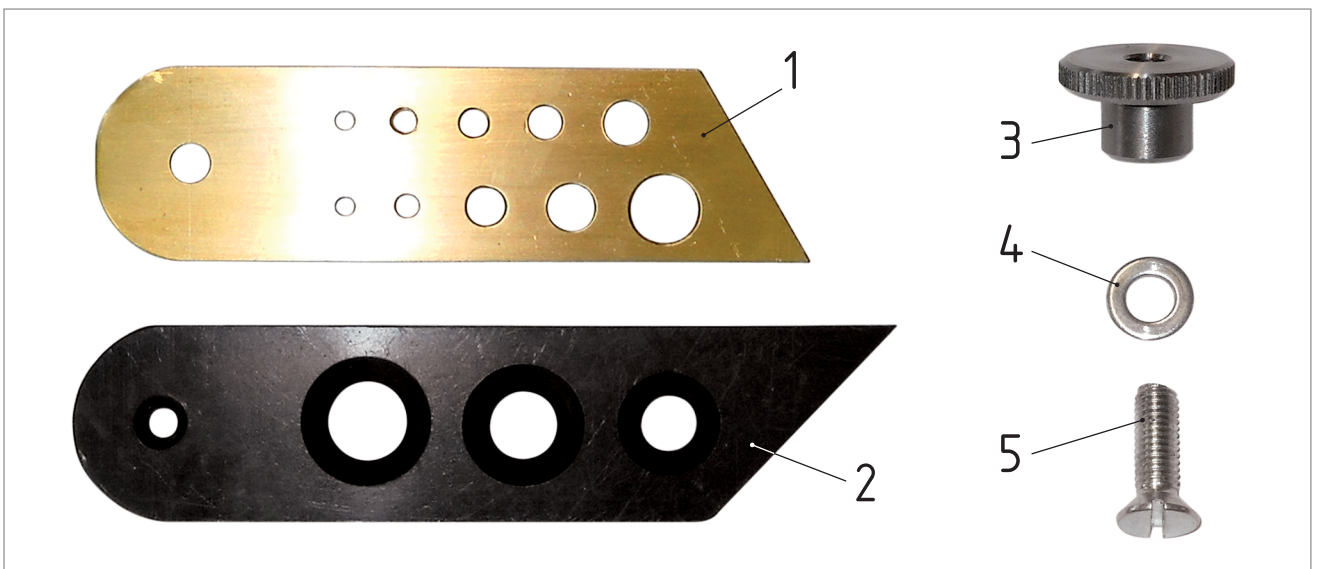
|  |           |
|--|-----------|
| <b>Lernfeld 4</b>                                    | <b>55</b> |
| <b>Instandhaltung</b>                                | <b>55</b> |
| Aufbau und Bauteilübersicht einer Säulenbohrmaschine | 55        |
| Instandhaltung                                       | 56        |
| Schmierplan  | 57        |
| Kühlschmierstoff                                     | 58        |
| Gefahren beim Umgang mit Kühlschmierstoffen          | 59        |
| Prüfen von wassergemischten Kühlschmierstoffen       | 60        |
| Korrosion  | 61        |
| Heben und Tragen von Lasten                          | 62        |
| Lärmschwerhörigkeit                                  | 63        |
| <b>Grundlagen Elektrotechnik</b>                     | <b>65</b> |
| Elektrischer Stromkreis                              | 65        |
| Ohm'sches Gesetz, Reihen- und Parallelschaltung      | 66        |
| Anwendungsbeispiel Leuchtdioden                      | 67        |
| Sicherheit von Steuerungen                           | 69        |
| Gefahren elektrischer Strom                          | 70        |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>Anhang Bewertungskriterien</b> | <b>71</b> |
|-----------------------------------|-----------|

### Bildliche Darstellung



### Einzelteile



### Stückliste

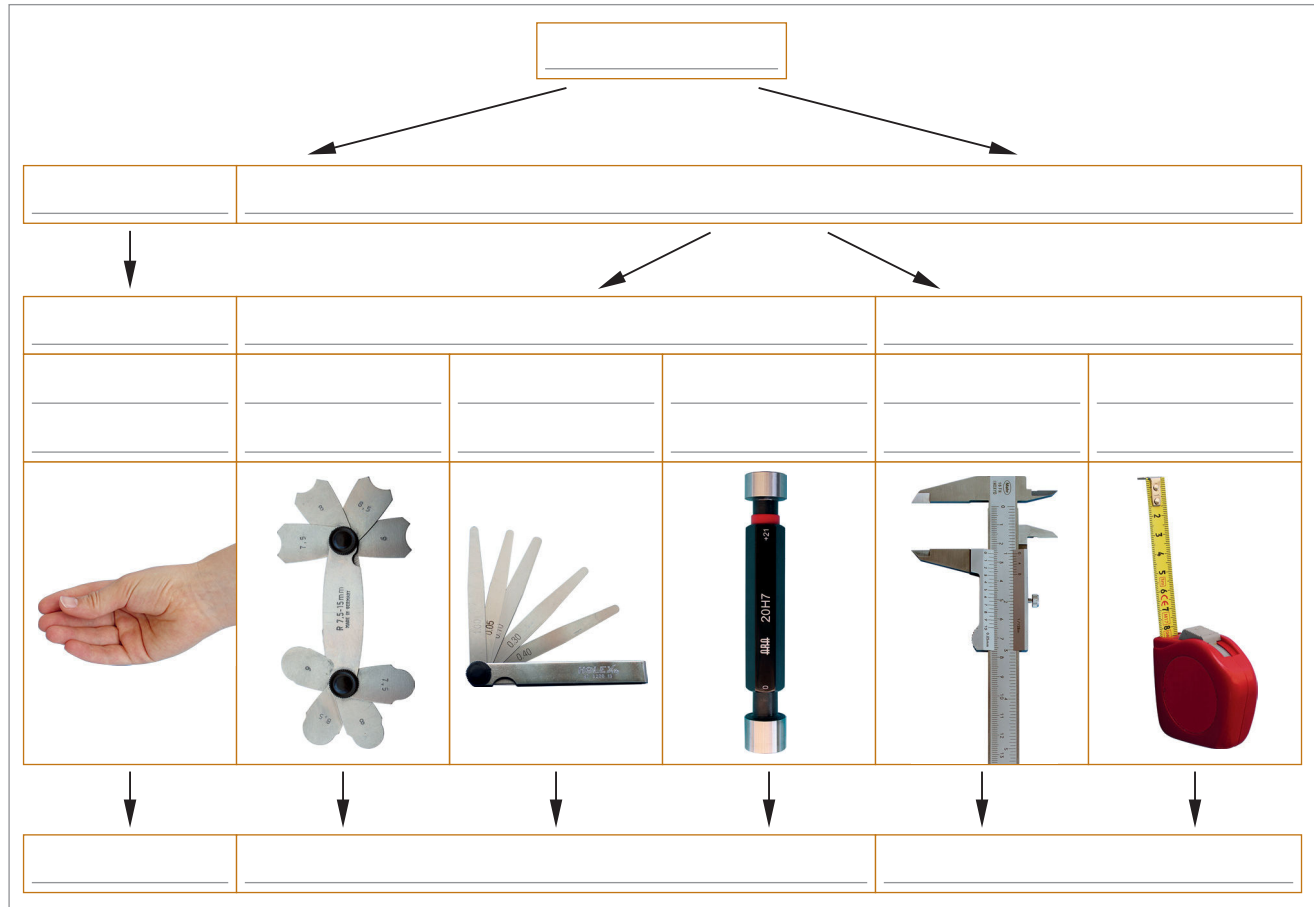
| Pos.-Nr. | Menge/ Einheit | Benennung         | Werkstoff          |
|----------|----------------|-------------------|--------------------|
| 1        | 1              | Bohrlehre         | CuZn37             |
| 2        | 1              | Gehrungswinkel    | PVC-U              |
| 3        | 1              | Rädelschraube     | DIN 466-M5-A1-50   |
| 4        | 1              | Scheibe           | ISO 7090-5-200HV   |
| 5        | 1              | Sechskantschraube | ISO 2009-M5x20-4.8 |

## Prüfen

Um die Qualität der Teile bei der Herstellung der Schmiege sicherzustellen, muss man in der Lage sein, die Werkstücke zu prüfen. Beim Verkauf einer Schmiege liegt die Kaufentscheidung nicht alleine an der Funktion, sondern auch daran, wie das Werkstück aussieht und sich anfühlt.

1 Definieren Sie den Begriff „Prüfen“.

2 Welche Prüfmethoden werden beim Prüfen unterschieden?



3 Beim **subjektiven Prüfen** werden alltägliche Gegenstände, aber auch Lebensmittel, auf ihre Eigenschaften hin geprüft. Der erste Eindruck bei einer Kaufentscheidung ist optisch. Wie sieht der Gegenstand aus, wie ist die Form? Als zweites folgt das Betasten, wie fühlt es sich an? Glatt, rau oder scharfkantig und wie bedienungsfreundlich ist es? Bei Nahrungsmitteln ist ebenso das Aussehen und der Geschmack von großer Bedeutung.

Das subjektive Empfinden hat bei einer Kaufentscheidung eine große Gewichtung.

a) Welche subjektiven Eigenschaften kommen bei der Schmiege zur Geltung?

b) Welche Nachteile hat das subjektive Prüfen im Vergleich zum objektiven Prüfen bei verschiedenen Prüfern?

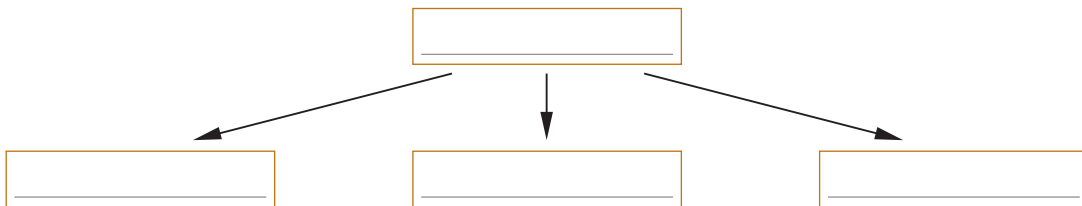
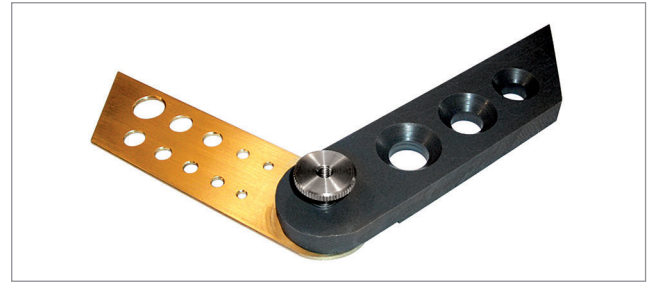
c) Welcher Vorteil ergibt sich daraus für das objektive Prüfen?

### Lehren

In der Fertigung wird versucht, möglichst nur objektive Prüfverfahren einzusetzen. Damit hängt das Prüfergebnis nicht vom Prüfer, sondern vom Werkstück ab.

Bei der Kontrolle von Werkstücken kommen häufig verschiedene Lehren zur Anwendung. Der Vorteil von Lehren liegt darin, dass relativ einfach und schnell erkannt werden kann, ob das Werkstück in Ordnung ist oder nicht.

1 In welche drei Gruppen werden die Lehren unterteilt?



2 Ordnen Sie die verschiedenen Gruppen von Lehren den Abbildungen zu:

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Fühlerlehre</b><br>Prüfen des Elektrodenabstandes einer Zündkerze zur optimalen Verbrennung des Kraftstoffgemisches |  |  |
| <b>Bohrerlehre</b><br>Prüfen der Bohrer Durchmesser, damit keine falschen Durchmesser gebohrt werden.                  |  |  |
| <b>Grenzlehndorn</b><br>Zum Prüfen genauer Bohrungen, ob diese innerhalb der Toleranz liegen.                          |  |  |
| <b>Grensrachenlehre</b><br>Prüfen genauer Wellen, ob der Durchmesser innerhalb der Toleranz liegt.                     |  |  |
| <b>Radienlehre</b><br>Prüfen von Radien auf Form und Größe, um die Funktion zu garantieren.                            |  |  |
| <b>Haarwinkel</b><br>Prüfen auf Geradheit und Winkligkeit für hohe Präzision.  |  |  |

3 Nach welchen Kriterien werden die jeweiligen Prüfmittel ausgewählt?



### Maßeinheiten

- 1 Früher gab es die Maßeinheit Meter noch nicht. Um Längen anzugeben benutzte man Körpermaße als Vergleich, wie z. B. Elle, Fuß, Spanne.

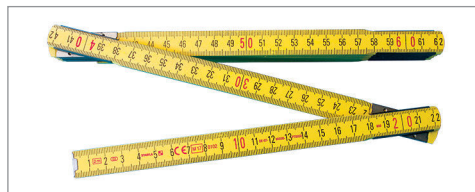
a) Welchen Nachteil hatten damals Längenangaben?



Körpermaß: Spanne

- b) Um Längen einheitlich anzugeben hat man sich auf eine Einheit geeinigt.

Mit welcher Maßeinheit werden bei uns alle Längen angegeben?



Maßverkörperung: Gliedermaßstab

- 2 Das Meter (m) gehört zu den „7 Basiseinheiten“ (SI-Einheiten), von denen alle Einheiten abgeleitet werden können. Für das Meter, wie auch für alle anderen Basiseinheiten gibt es Vorsätze von dezimalen Vielfachen oder Teile von Einheiten.

Geben Sie in der Tabelle die Bezeichnung an und nennen Sie das Beispiel mit der Einheit Meter?

| Vielfache/Teile    | Name      | Bezeichnung |  | Beispiel mit Meter |
|--------------------|-----------|-------------|--|--------------------|
| Dezimale Vielfache | kilo (k)  |             |  |                    |
| Dezimale Teile     | dez (d)   |             |  |                    |
| Dezimale Teile     | centi (c) |             |  |                    |
| Dezimale Teile     | milli (m) |             |  |                    |
| Dezimale Teile     | mikro (μ) |             |  |                    |

- 3 Berechnen Sie folgende Aufgaben:

|          |  |    |                                  |  |    |
|----------|--|----|----------------------------------|--|----|
| 3,45 m = |  | mm | 0,268 cm + 17,36 mm + 0,036 dm = |  | mm |
| 6,3 dm = |  | mm | 20,33 dm + 12,75 cm – 18 mm =    |  | mm |
| 105 cm = |  | mm | 0,45 m – 32 mm + 8,3 cm =        |  | mm |
| 8 μm =   |  | mm | 0,3 cm + 17 mm – 26 μm =         |  | mm |

Bei den Längenmaßen taucht immer noch eine andere Einheit auf, z. B. bei Bildschirmen, Autofelgen, Rohren und Bundgrößen bei Jeans, um nur einige zu nennen.

- 4 Um welche Längenmaßeinheit handelt es sich hier und wieviel Millimeter entspricht die Angabe?

| Längenmaßeinheit | Schreibweise | Größe in mm |
|------------------|--------------|-------------|
|                  |              |             |



- 5 Diese Maßeinheit wird noch in Amerika und anderen Ländern verwendet. Es kann daher passieren, wenn man Maschinen oder Motoren aus solchen Ländern bezieht, dass Schrauben Zollgewinde und Schlüsselweiten Zollmaße haben.

a) Geben Sie die Bildschirmdiagonale 4,7" des abgebildeten Handys in Millimeter an:

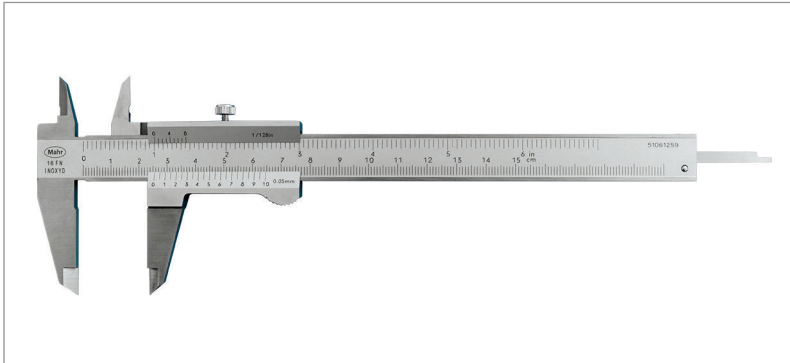
b) Bei Schläuchen wird nicht immer das metrische Maß angegeben. Berechnen Sie die Maße in mm.

| Zoll | Maß in mm | Zoll  | Maß in mm | Zoll  | Maß in mm |
|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
| 1/4  |           | 1     |           | 3/4   |           |
| 1/2  |           | 1 1/4 |           | 1 1/2 |           |



### Messschieber

- 1 Der Messschieber ist das am häufigsten eingesetzte Messgerät im Metallbereich. Er ist robust und die Messgenauigkeit reicht häufig aus. Benennen Sie die gekennzeichneten Teile an dem Messschieber.

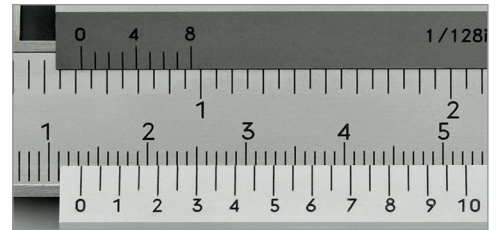


|   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 | Fester Messschenkel      |
| 2 | Beweglicher Messschenkel |
| 3 | Nonius                   |
| 4 | Strichskala              |
| 5 | Innenmessschneiden       |
| 6 | Feststellschraube        |
| 7 | Schieber                 |
| 8 | Schiene                  |
| 9 | Tiefenmessstange         |

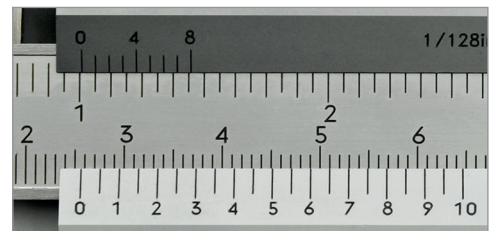
- 2 Ablesebeispiel für das Ablesen eines Messschiebers mit einem zwanzigstel Nonius ( $1/20 = 0,05 \text{ mm}$ ).

Lesen Sie rechts die Anzeigen mithilfe folgender Beschreibung ab:

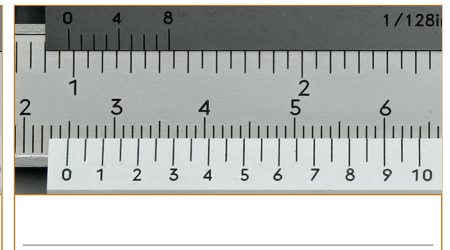
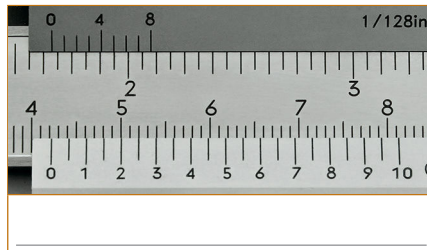
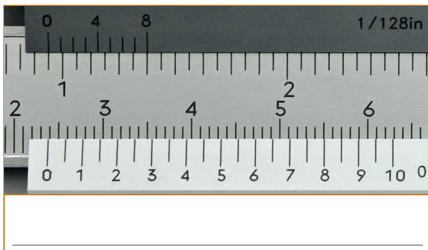
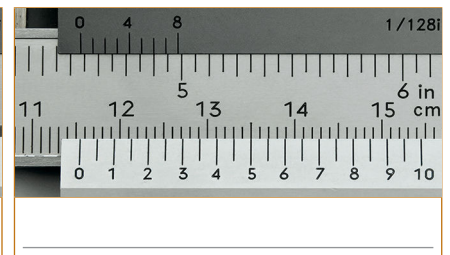
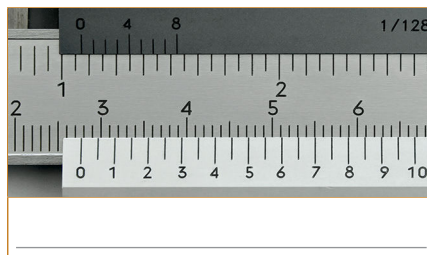
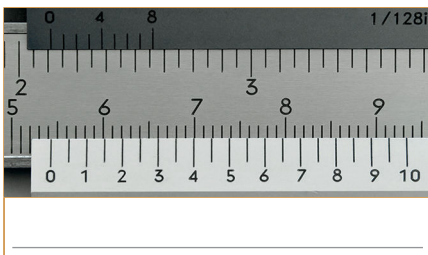
1. Zuerst schaut man auf die Strichskala mit den ganzen Millimetern, welche vor der Null auf dem Nonius liegen.
2. Danach blickt man auf den Nonius und sucht nach einem  $1/10$  Strich, ob einer mit der Strichskala übereinstimmt: 0, 1, 2, 3, 4, ... 10
3. Passt ein Zwischenstrich (5/100) rechts davon besser, sind  $0,05 \text{ mm}$  zum Zehntel zu addieren.



| Ablesung                   | 1. Beispiel | 2. Beispiel |
|----------------------------|-------------|-------------|
| ganze Millimeter           |             |             |
| zehntel Millimeter         |             |             |
| fünfhundertstel Millimeter |             |             |
| Ergebnis                   |             |             |



a) Lesen Sie die Beispiele ab und tragen Sie die Ergebnisse unter die jeweilige Abbildung ein.



- b) Mit welchen **Nonien** werden Messschieber normalerweise hergestellt und welche Ablesegenauigkeit haben diese?

### Toleranzen

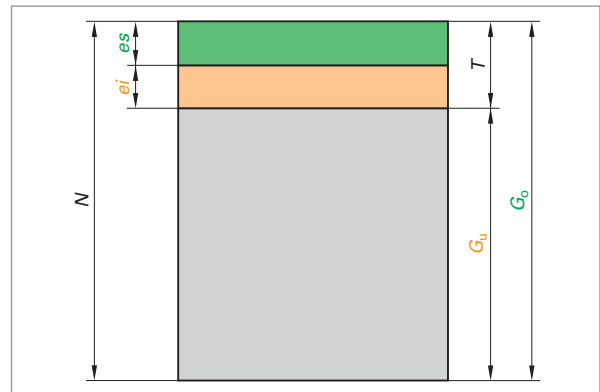
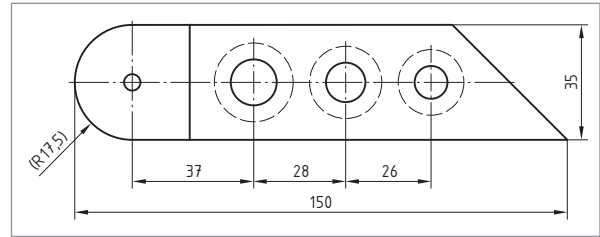
Bei der Fertigung von Werkstücken werden die Maße aus Zeichnungen entnommen und das Werkstück gefertigt. Da die Maße nicht ganz genau herzustellen sind, gibt es Toleranzen (Spielraum), in denen das Maß gefertigt werden muss.

- 1 a) Welche Grenzabmaße darf die Breite  $35 \pm 0,2$  haben und wie groß ist die Toleranz?

Höchstmaß: \_\_\_\_\_ Mindestmaß: \_\_\_\_\_ Toleranz: \_\_\_\_\_

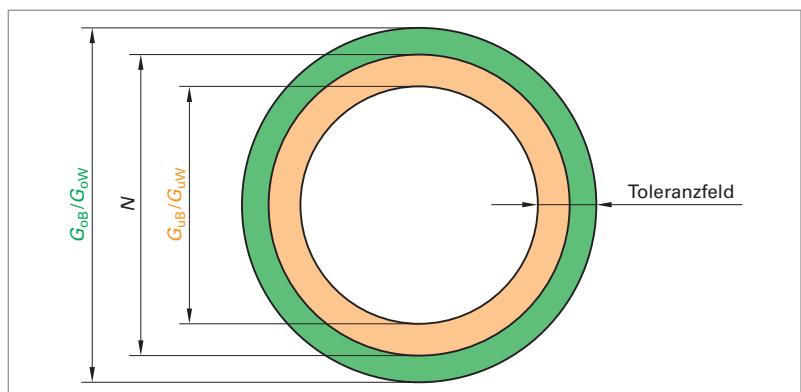
- b) Die Bezeichnungen für die Längentoleranzen sind genormt und deshalb einheitlich. Ergänzen Sie die Tabelle mithilfe des Tabellenbuches für das Maß  $35 \pm 0,2$ .

| Kurzzeichen | Vollständige Bezeichnung | Zahlenwert |
|-------------|--------------------------|------------|
| $N$         | _____                    | _____      |
| $ei$        | _____                    | _____      |
| $G_u$       | _____                    | _____      |
| $es$        | _____                    | _____      |
| $G_o$       | _____                    | _____      |
| $T$         | _____                    | _____      |



- c) Die Längentoleranzen gelten auch für Durchmesserangaben von Bohrungen und Wellen. Ergänzen Sie die Tabelle für den Durchmesser  $\varnothing 12 \pm 0,3$ .

| Kurzzeichen     | Zahlenwert |
|-----------------|------------|
| $N$             | _____      |
| $El/ei$         | _____      |
| $G_{uB}/G_{uW}$ | _____      |
| $ES/es$         | _____      |
| $G_{oB}/G_{oW}$ | _____      |
| $T$             | _____      |



- 2 Die Toleranzen sind in Plusrichtung und Minusrichtung nicht immer gleich groß. Ergänzen Sie die Tabelle mit den Maßen:

| Zeichnungsangabe | Nennmaß | Unteres Grenzabmaß | Mindestmaß | Oberes Grenzabmaß | Höchstmaß | Toleranz |
|------------------|---------|--------------------|------------|-------------------|-----------|----------|
| $+0,2$           | _____   | _____              | _____      | _____             | _____     | _____    |
| $5 -0,1$         | _____   | _____              | _____      | _____             | _____     | _____    |
| $+0,3$           | _____   | _____              | _____      | _____             | _____     | _____    |
| $25 +0,1$        | _____   | _____              | _____      | _____             | _____     | _____    |
| $+0,3$           | _____   | _____              | _____      | _____             | _____     | _____    |
| $38 +0$          | _____   | _____              | _____      | _____             | _____     | _____    |

- 3 In den meisten Fällen werden jedoch die Toleranzen nicht direkt angegeben. Für die Herstellung gelten häufig die **Allgemeintoleranzen ISO 2768-m** (mittel). In der Norm ist geregelt, wie groß die Toleranz ist. Diese Toleranzen werden in f- fein, m- mittel, c- grob und v- sehr grob eingeteilt. Für den Maschinenbau gilt im Allgemeinen die Klasse m. Geben Sie die Grenzabmaße für folgende Nennmaßbereiche **ISO 2768-m** an:

| 0,5 bis 3 | über 3 bis 6 | über 6 bis 30 | über 30 bis 120 | über 120 bis 400 | über 400 bis 1000 | über 1000 bis 2000 | über 2000 bis 4000 |
|-----------|--------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| _____     | _____        | _____         | _____           | _____            | _____             | _____              | _____              |

### Messregeln für den Messschieber

Um Fehlmessungen zu vermeiden ist die richtige Handhabung des Messschiebers wichtig. Auch wenn der Messschieber keine Beschädigungen aufweist, sind Fehlmessungen möglich.

1 Beschreiben Sie mit Begründung, welche Messung **richtig** ist. Streichen Sie die falsche Messung rot durch.

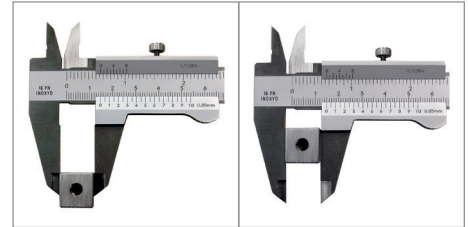
Außenmessung:

---

---

---

---



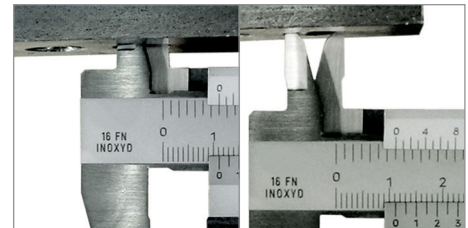
Innenmessung:

---

---

---

---



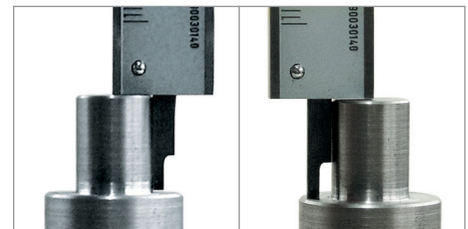
Tiefenmessung:

---

---

---

---



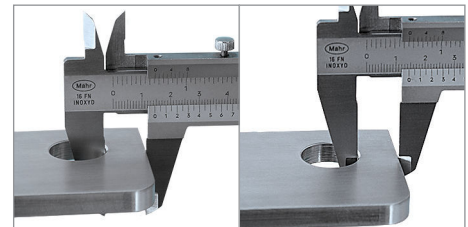
Abstandsmessung:

---

---

---

---



2 Messschieber wie auch andere Prüfmittel unterliegen einem natürlichen Verschleiß oder können beschädigt werden. Hierdurch können Fehler beim Messen auftreten.

Um die Funktion und Genauigkeit der Prüfmittel zu gewährleisten, werden diese in regelmäßigen Abständen in der **Prüfmittelüberwachung** kontrolliert. Die Prüfmittel werden mit Endmaßen und Einstellringen (genaue Maßverkörperungen) verglichen (**kalibriert**) und bei Bedarf eingestellt (**justiert**).

Nach einer Prüfung bekommen die Prüfmittel eine Plakette, auf der die nächste Überprüfung zu erkennen ist.

a) Welchen Prüftermin gibt die Plakette vor?

b) Welche Folgen kann es haben, wenn Prüfmittel nicht regelmäßig überwacht werden?

---

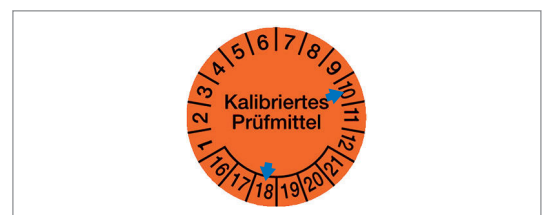
---

---

---



Prüfsatz für einen Messschieber



Prüfplakette

## Fertigungsplanung Gehrungswinkel

### Arbeitsplan

1 Zur Fertigung des Gehrungswinkels Pos. 2 ist ein **Arbeitsplan** zu erstellen.

a) Aus welchen Gründen werden Arbeitspläne für die Fertigung erstellt?

---

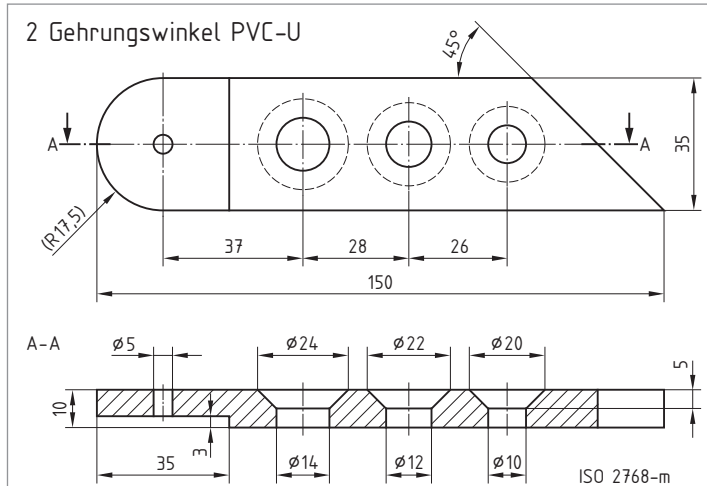
---

---

---

---

---



b) Das Rohmaterial ist in Streifen mit 35 x 10 x 1000 mm vorbereitet. Erstellen Sie einen Arbeitsplan und geben Sie an, welche Zeit Sie für die jeweiligen Arbeitsschritte benötigen (Schätzwerte).

| Arbeitsplan |                |                                 | Nr.  |
|-------------|----------------|---------------------------------|------|
| Werkstück:  |                |                                 |      |
| Nr.         | Arbeitsschritt | Werkzeug/Prüfmittel/Hilfsmittel | Zeit |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |
|             |                |                                 |      |

### Prüfplan

Damit die Funktion und die Montage gewährleistet werden kann, müssen die Teile zuvor kontrolliert werden, ob die Maße eingehalten wurden.

2 Bestimmen Sie hierfür die Größe der Toleranz nach den Allgemeintoleranzen ISO 2768-m für die einzelnen Maße:

|     |     |     |       |     |
|-----|-----|-----|-------|-----|
| 150 | 35  | 28  | R17,5 | ø12 |
| ø10 | 45° | ø14 | 3     | 37  |

### Montageplan

- 3 Montagepläne werden benötigt um Montageplätze, Werkzeuge und Hilfsstoffe vorzubereiten. Sie geben die Vorgehensweise bei der Montage und der anschließenden Funktionskontrolle an. Hierbei ist auch gewährleistet, dass bei wechselnden Montagearbeitern oder Wiederholungsaufträgen immer gleich vorgegangen wird.

a) Erstellen Sie einen Montageplan für den Gehrungswinkel mit den dazugehörigen Positionsnummern.

| Nr. | Arbeitsschritt |
|-----|----------------|
|     |                |
|     |                |
|     |                |
|     |                |
|     |                |
|     |                |
|     |                |
|     |                |
|     |                |
|     |                |
|     |                |

### Linien in technischen Zeichnungen

- 4 Erstellen Sie eine maßstäbliche, technische Zeichnung des Gehrungswinkels (Pos. 2) von Seite 12 im Maßstab 1:1 mit den Linienstärken der Liniengruppe 0,7 nach DIN ISO 128-24 und einer Schrifthöhe von 3,5 mm.

### Funktionsbeschreibung

- 5 Erstellen Sie eine Funktionsbeschreibung ausschließlich für die Funktion der Schmiege ohne die Nutzung der Bohrungen.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Masse, Volumenberechnung, Kosten

- 6 a) Für die Rechnungserstellung müssen die Materialkosten für ein Bauteil berechnet werden. Der Stab im Zugschnitt hat eine Länge von 1000 mm und kostet 13,- € im Einkauf. Berechnen Sie die Materialkosten für einen Gehrungswinkel, wenn das Teil auf 152 mm zugeschnitten wird und Sägeschnitt mit 2 mm berücksichtigt wird.

---

---

---

---


- b) Berechnen Sie mit den eingetragenen Fertigungszeiten aus dem Arbeitsplan die Lohnkosten, um ein Bauteil herzustellen. Stundenlohn eines Arbeiters: 45,- €

---

---

- c) Wie lang ist das Reststück?

---

|   |            |           |      |           |        |
|---|------------|-----------|------|-----------|--------|
| Allgemeintoleranzen<br>ISO 2768-m   |            | Datum     | Name | Benennung |        |
|   | Bearbeiter |           |      |           |        |
|  | Prüfer     |           |      | Schule    | Klasse |
|   | M :        | Werkstoff |      |           | Blatt  |



### Bildliche Darstellung



### Werkstoffe

| Messing | Stahl | Kunststoff (PVC) | Kupfer | CrNi-Stahl | Aluminium-Leg |
|---------|-------|------------------|--------|------------|---------------|
|         |       |                  |        |            |               |

### Tür Normfalz

Damit die Haken nach dem Biegen für die Türen passen, müssen die Maße der Türe bekannt sein. Handelsübliche Zimmertüren sind genormt und besitzen einen Normfalz. Die Maße können Sie aus der Zeichnung entnehmen.

Für die Projektaufgaben werden die Maße aus den Teilzeichnungen entnommen.

| Türhaken | Tür Normfalz; 25,5 mm |
|----------|-----------------------|
|          |                       |



## Werkstoffeigenschaften, Zugfestigkeit

- 1 a) Welche Werkstoffeigenschaften müssen die Materialien für den Kleiderhaken besitzen?



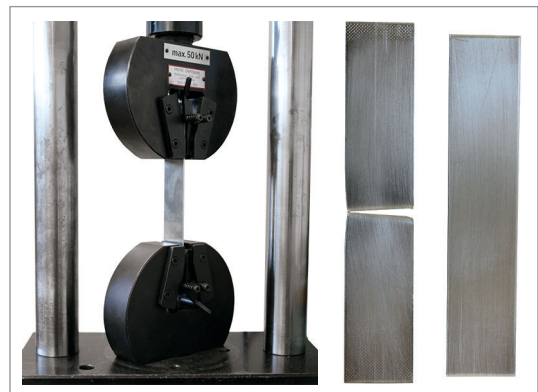
- b) Vervollständigen Sie die Tabelle der Werkstoffbezeichnungen für die Türhaken mithilfe des Tabellenbuches.

| Werkstoff             | Baustahl | Aluminium | rostfreier Stahl | Messing | Kupfer | Kunststoff |
|-----------------------|----------|-----------|------------------|---------|--------|------------|
| Werkstoffnr.          | 1.0038   | EN AW5754 | 1.4301           | CW508L  | CW008A | 2690       |
| Werkstoffbezeichnung: |          |           |                  |         |        |            |

Die Zugfestigkeit entscheidet, ob der Werkstoff für den Türhaken geeignet ist. Sie wird ermittelt, indem man ein Probestück auseinanderzieht, bis es bricht. Teilt man die Zugkraft durch die Querschnittsfläche der Probe, erhält man die Zugfestigkeit (N/mm<sup>2</sup>).

- 2 a) Schlagen Sie die Zugfestigkeit für die einzelnen Werkstoffe nach und tragen Sie diese in die Tabelle ein.

| Werkstoff                          | Baustahl | Aluminium | rostfreier Stahl |
|------------------------------------|----------|-----------|------------------|
| Werkstoffnr.                       | 1.0038   | EN AW5754 | 1.4301           |
| Zugfestigkeit in N/mm <sup>2</sup> |          |           |                  |



- b) Wie verändert sich die Stabilität der Türhaken mit der Größe der Zugfestigkeit?

- 3 a) Welche Beobachtung kann man machen, wenn an einem längeren Haken eine Jacke eingehängt und anschließend wieder abgenommen wird.

- b) Wie würde sich der Haken verhalten, wenn mehrere oder zu schwere Jacken an einem Kleiderhaken eingehängt würden?



Der Werkstoff hat sich bleibend (plastisch) verformt. Der Haken wurde über die zulässige Belastung beansprucht. Diese nennt man **Dehngrenze bzw. Streckgrenze**.

- 4 a) Schlagen Sie die fehlenden Dehn- bzw. Streckgrenzen im Tabellenbuch bzw. Internet nach und tragen Sie diese in die Tabelle ein.

| Werkstoff                                     | Baustahl | Aluminium | rostfreier Stahl | Messing | Kupfer | PVC-U |
|---|----------|-----------|------------------|---------|--------|-------|
| Werkst. Nr.                                   | 1.0038   | EN AW5754 | 1.4301           | CW508L  | CW008A | 2690  |
| Zugfestigkeit in N/mm <sup>2</sup>            |          |           |                  |         |        |       |
| Dehn-, bzw. Streckgrenze in N/mm <sup>2</sup> |          |           |                  |         |        |       |

- b) Welche Beziehung kann zwischen der Streckgrenze und der Zugfestigkeit festgestellt werden?

### Dichte, Wärmeausdehnung

- 1 Wie schwer so ein Haken wird, ist von der **Dichte  $\rho$  (roh)** des jeweiligen Materials abhängig. Darüber hinaus wird der Preis bei den Metallen über die Masse berechnet.

Geben Sie die Formel zur Berechnung der Dichte an.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



Zuschnitt 150 x 2 x 18

- 2 a) Ermitteln Sie die Dichte für die verschiedenen Werkstoffe.

| Werkstoff                           | Baustahl | Aluminium | rostfreier Stahl | Messing | Kupfer | PVC |
|-------------------------------------|----------|-----------|------------------|---------|--------|-----|
| Dichte $\rho$ in kg/dm <sup>3</sup> |          |           |                  |         |        |     |

- b) Metalle werden in Leichtmetalle und Schwermetalle unterschieden. Worin liegt der Unterschied?

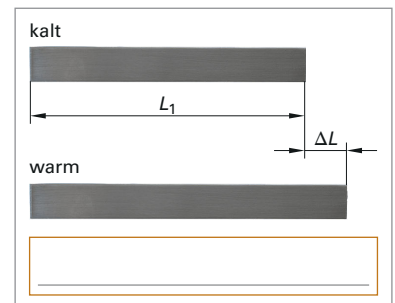
- 3 Berechnen Sie die jeweilige Masse für die verschiedenen Werkstoffe, wenn von einer kalkulierten Länge von 150 mm ausgegangen wird:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| Werkstoff  | Baustahl | Aluminium | rostfreier Stahl | Messing | Kupfer | PVC |
|------------|----------|-----------|------------------|---------|--------|-----|
| Masse in g |          |           |                  |         |        |     |

- 4 Wenn Werkstoffe erwärmt werden, dehnen sich diese aus: Die **Wärmeausdehnung** ist bei jedem Material anders. Es soll berechnet werden, um wie viel sich die Proben aus verschiedenen Materialien bei 20 °C Erwärmung ausdehnen.

- a) Bestimmen hierzu die jeweiligen **Längenausdehnungskoeffizienten  $\alpha$**  und tragen Sie diese in die Tabelle ein.
- b) Geben Sie die Formel zur Berechnung der Wärmeausdehnung an.
- c) Berechnen Sie die Längenänderung für die Werkstoffe ( $\Delta t = 20 \text{ °C}$ )



**Längenausdehnungskoeffizient  $\alpha$  in 1/°C**

| Baustahl | Aluminium | Rostfreier Stahl | Messing | Kupfer | PVC |
|----------|-----------|------------------|---------|--------|-----|
|          |           |                  |         |        |     |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

- d) Geben Sie die Ergebnisse in Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) an:

| Werkstoff                                    | Baustahl | Aluminium | rostfreier Stahl | Messing | Kupfer | PVC |
|--|----------|-----------|------------------|---------|--------|-----|
| Längenausdehnung $\Delta l$ in $\mu\text{m}$ |          |           |                  |         |        |     |

- e) Muss die Ausdehnung bei dem Türhaken berücksichtigt werden? (Begründung)


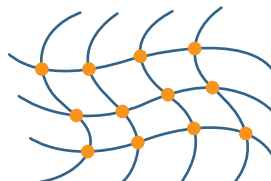
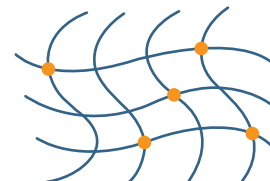

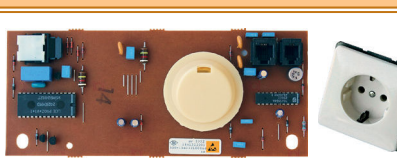
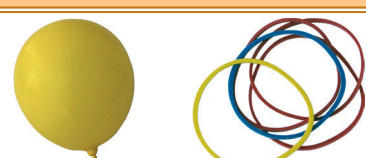
- f) Nennen Sie Beispiele aus der Technik, in der die Wärmeausdehnung beachtet bzw. eingesetzt wird:

## Kunststoffe

Beim Biegen von Türhaken aus Kunststoff stellte man fest, dass sich die Türhaken nach dem Biegen wieder zurückverformt haben. An den Biegekannten wurde der Kunststoff weiß. Es stellt sich nun die Frage, ob die Auswahl des Kunststoffs richtig war.

- 1 a) Aus welchen Rohstoffen werden Kunststoffe hauptsächlich hergestellt?
- b) Ordnen Sie die drei Kunststoffgruppen entsprechend deren Vernetzung in der Tabelle zu?
- c) Schlagen sie grundsätzliche Eigenschaften der jeweiligen Kunststoffgruppe nach und tragen Sie dies ein.
- d) Nennen Sie Anwendungsbeispiele zu jeder Kunststoffgruppe.



| Kunststoffe (Plastik)   |   |   |
|---|---|---|
| Kunststoffgruppe  | Kunststoffgruppe  | Kunststoffgruppe  |
|   |   |   |
| innere Struktur   | innere Struktur   | innere Struktur   |
| fadenförmige Makromoleküle ohne Vernetzung  | fadenförmige Makromoleküle mit vielen Vernetzungspunkten (●)                        | fadenförmige Makromoleküle mit wenigen Vernetzungspunkten (●)                         |
|  |  |  |
| Eigenschaften   | Eigenschaften   | Eigenschaften   |
|   |   |   |
|   |   |   |
|   |   |   |
|   |   |   |
|   |   |   |
| Beispiele   | Beispiele   | Beispiele   |
|  |  |  |
|   |   |   |
|   |   |   |

- 2 a) Zu welcher Kunststoffgruppe gehört PVC-U?

- b) Worauf muss man beim Biegen von PVC-U achten, damit die Umformung bestehen bleibt und die Biegekannte nicht weiß wird?

### Biegen

Ein Muster des Türhakens soll aus einem 2 mm Stahlblech S235JR (Werkstoff Nr. 1.0038) gefertigt werden.

Das Maß für die Biegung können Sie der Zeichnung, Tür Normfalz entnehmen (Seite 15). Es sollen 2 mm für eine rutschhemmende Auflage an der Türseite berücksichtigt werden. Die Toleranz des Türfalzes entnehmen Sie der DIN 2768-m.

- 1 a) Bestimmen Sie das Biegemaß für den Haken so, damit mindestens 0,3 mm Spiel vorhanden sind und tragen Sie dieses in die Zeichnung ein.

Mindestmaß für die Biegung am Türfalz:

---



---

- b) Welche Gefahr besteht, wenn man den Haken über eine scharfe Kante biegen würde?

---



---

Beim Biegen wird das Metallgefüge im äußeren Bereich gestreckt und im inneren Bereich gestaucht. In der Mitte gibt es eine Linie, die weder gestreckt noch gestaucht wird. Diese nennt man die **neutrale Faser**.

Um die Zuschnittlänge von Biegeteilen zu ermitteln wird die gestreckte Länge (Länge der neutralen Faser) berechnet.

Bei einem zu kleinen Biegeradius wird die Umformung (Streckung und Stauchung) im Randbereich zu groß. Es entstehen Risse oder es kommt sogar zum Materialbruch. Um dies zu vermeiden muss ein **Mindestbiegeradius** eingehalten werden.

- 2 Bestimmen Sie den Mindestbiegeradius für einen 2 mm dicken Baustahl S235JR?

---

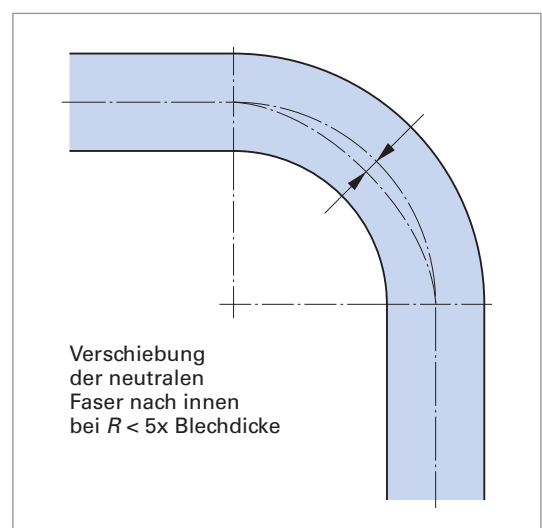
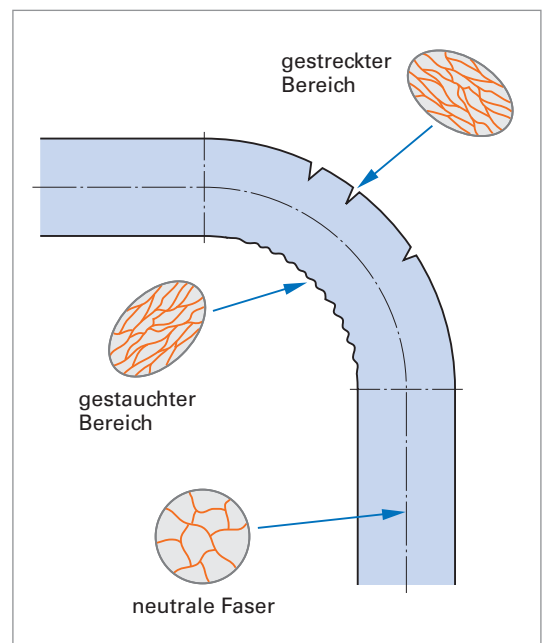
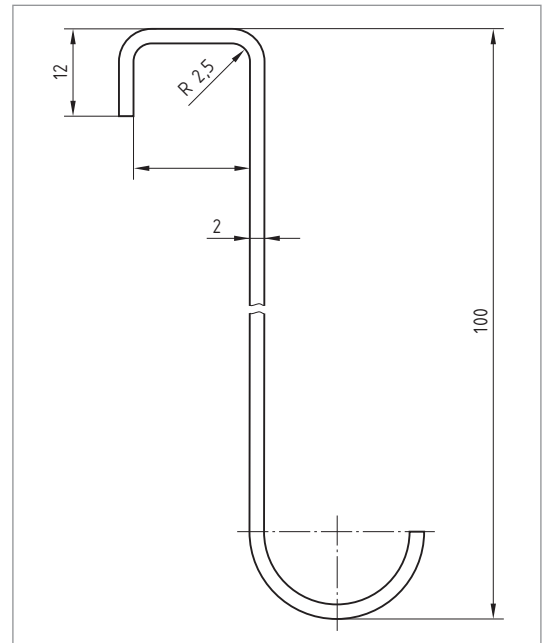
Bei kleinen Biegeradien liegt die neutrale Faser nicht mehr genau in der Mitte. Der Werkstoff wird auf der Außenseite mehr gestreckt als auf der Innenseite gestaucht. Die neutrale Faser verschiebt sich dadurch zur Innenseite der Biegung.

Für 90° Biegungen wird hier ein **Ausgleichswert  $v$**  berücksichtigt, der über Versuche ermittelt wurde.

Dieser berücksichtigt den Mindestbiegeradius und die Blechdicke.

- 3 Wie groß ist der Ausgleichswert für eine 90° Biegung für den Baustahl S235JR mit 2 mm Dicke?

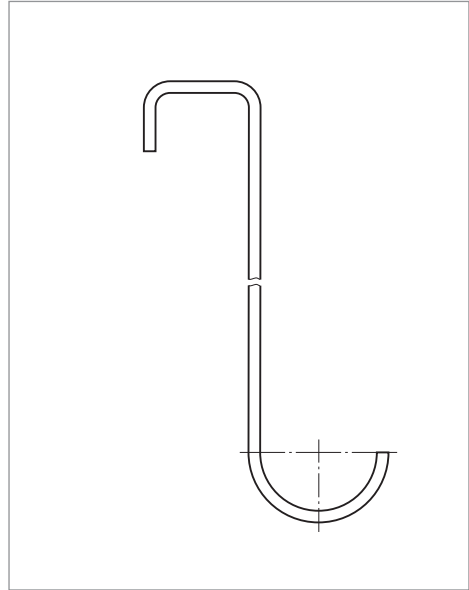
---



## Fertigungsplanung Türhaken

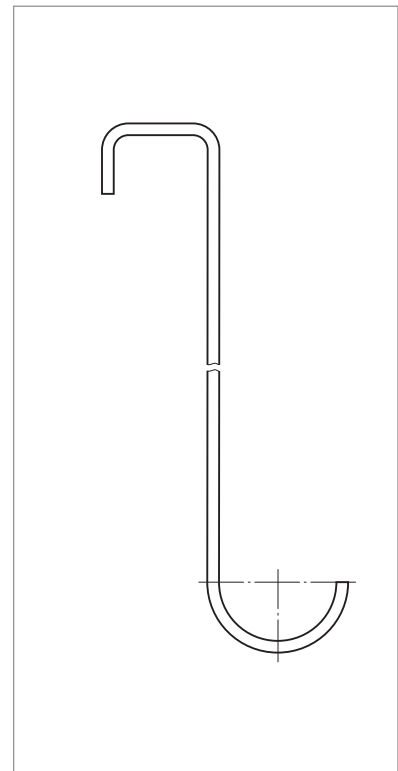
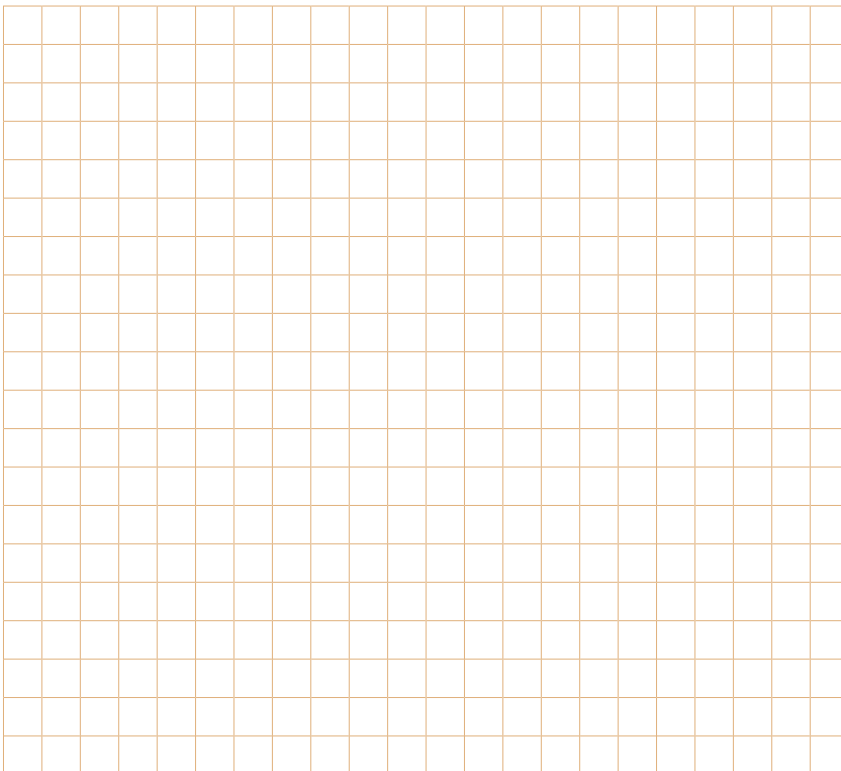
### Zuschnittlänge mit Ausgleichswert

- 1 Berechnen Sie die Zuschnittlänge mit der Hilfe des **Ausgleichswerts**. Tragen Sie die einzelnen Längen für die Berechnung in die Zeichnung ein.



### Zuschnittlänge über neutrale Faser

- 2 Berechnen Sie die Zuschnittlänge vom Türhaken, indem Sie die Länge der **neutralen Faser** bestimmen. Tragen Sie die für die Berechnung notwendigen Einzelstrecken in die Zeichnung ein.



- 3 a) Welcher der zwei berechneten Werte ist kleiner?

b) Warum ist dieser Wert kleiner?

c) Wann wird die Zuschnittlänge mit dem Ausgleichswert und wann mit der neutralen Faser ermittelt?