

# Lernsituationen in der Metalltechnik

## Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 1 bis 4 – Lösungen

### 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 Rimpar  
Bildquellen:

Fotos der der Autoren

©amnach – stock.adobe.com: 47/2

©UHU GmbH & Co. KG, Bühl (Baden): 47/3 und 47/4

©Axel Kock – stock.adobe.com: 62/2

FPS Werkzeugmaschinen, Wangen: 67/1

7. Auflage 2022

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-1216-2

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

© 2022 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar  
Umschlag: Büro für Gestaltung Birgit Slowak, 73557 Mutlangen  
Umschlagfotos: © Karbek und © Ingo Bartussek – Fotolia.com  
Druck: RCOM print GmbH, 97222 Würzburg-Rimpar

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

Europa-Nr.: 19509

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 **praktischen Aufgaben zu den Lernfeldern 1-4** werden in der Europathek zum Herunterladen bereitgestellt. Die Werkstücke können mit Hilfe der Zeichnungen in der Europathek auf konventionellen Werkzeugmaschinen selbst hergestellt werden. 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 **7. Auflage** wurde mit Fehlerkorrekturen, neuen Werten überarbeitet.

In den Zeichnungen wird auf die neue DIN 2769 Bezug genommen, welche die alte DIN 2768 zu den Allgemeintoleranzen ablöst. Sie ist Teil, und für Deutschland eine Präzisierung der Toleranzwerte, der neuen ISO 22081. Die speziellen Projektaufgaben sind dann jeweils im Teil Fertigungsplanung zusammengefasst. Werte und Tabellen beziehen sich auf das Tabellenbuch Metall (Verlag Europa-Lehrmittel).

In der Europathek finden Sie alle Arbeitsblätter zu den praktischen Versuchen für den Werkstattunterricht, die Lösungen im pdf-Format sowie die Zeichnungssätze von den Projekten im Buch. Die Excel-Tabellen zur Beurteilung von Schülerleistungen runden das 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	16
Dichte, Wärmeausdehnung	17
Kunststoffe	18
Biegen	19
Fertigungsplanung Türhaken	20
<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
Bezeichnungssystem für Stähle	32
Schneidstoffe	33
Drehen	34
Bügelmessschraube	35
Messabweichungen	36
Messuhr	37
Fertigungsplanung Rollenlagerung	38

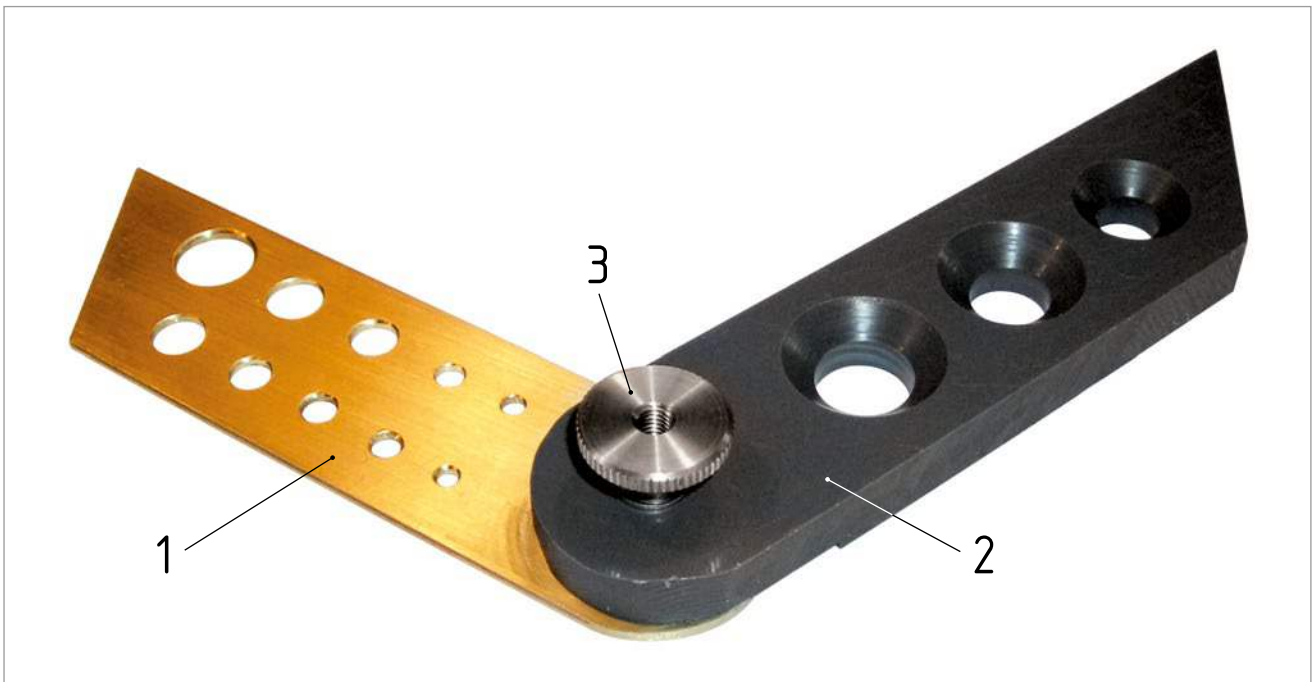
<b>Lernfeld 3</b>	<b>43</b>
<b>Projekt Mehrfachtürhaken</b>	<b>43</b>
Beschreibung	43
Aufbau	43
Maße	43
Bildliche Darstellung	43
Stückliste	43
Fügen	44
Schweißverfahren	45
Löten	46
Kleben	47
Fertigungsplanung Mehrfachtürhaken	48
Fertigungsplanung Schraubstock	49
<b>Steuerungstechnik</b>	<b>51</b>
Pneumatische Grundlagen	51
Schaltungsarten	51
Direkte, indirekte Schaltung	52
Kennzeichnung Wegeventile	52
Pneumatischer Schaltplan	53
Funktionsplan	53
Kolbenkraft	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
Korrosion	60
Heben und Tragen von Lasten	61
Lärmschwerhörigkeit	62
Elektrischer Stromkreis	63
<b>Grundlagen Elektrotechnik</b>	<b>63</b>
Ohm'sches Gesetz, Reihen- und Parallelschaltung	64
Anwendungsbeispiel Leuchtdioden	65
Sicherheit von Steuerungen	67
Gefahren elektrischer Strom	68
<b>Anhang</b>	<b>69</b>
Beurteilen und Bewerten von Leistungen im Lernfeld	69
Bewertungsaspekte im berufsfachlichen und projektorientierten Bereich	71
Bewertung von berufsfachlicher Kompetenz / Projektkompetenz	72

# Lernfeld 1

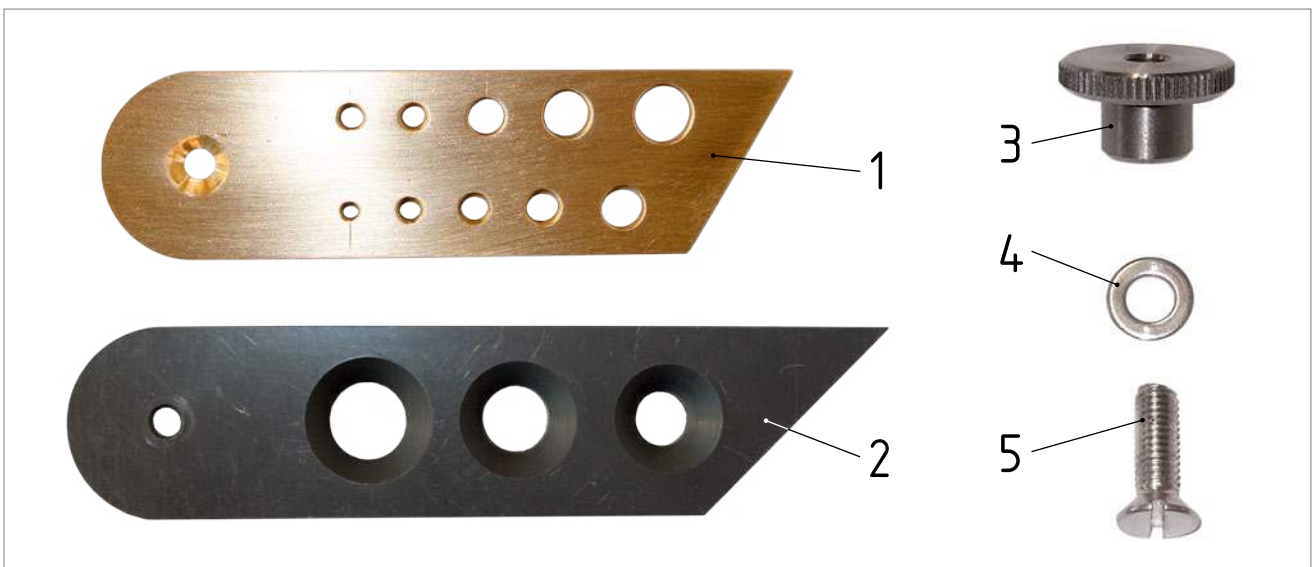
## Projekt Gehrungswinkel



### Bildliche Darstellung



### Einzelteile



### Stückliste

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

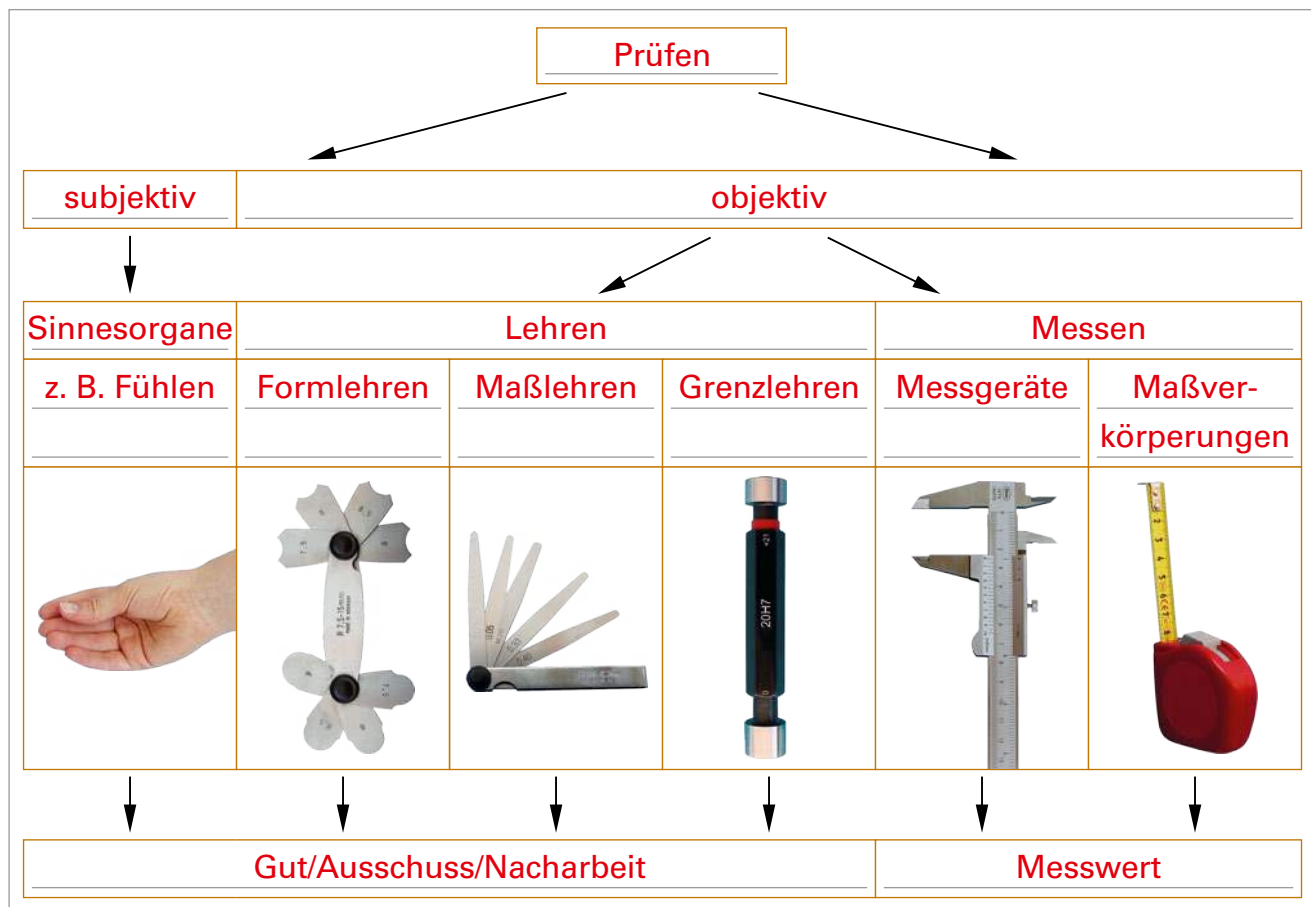
## Prüfen

Um die Qualität der Teile bei der Herstellung des Gehrungswinkels sicherzustellen, muss man in der Lage sein, die Werkstücke zu prüfen. Eine Kaufentscheidung wird nicht alleine wegen der Funktion getroffen, sondern auch aufgrund von Merkmalen, wie das Werkstück aussieht und sich anfühlt.

1 Definieren Sie den Begriff „Prüfen“.

Beim Prüfen wird festgestellt, ob die geforderten Merkmale wie Maße, Form oder Oberflächengüte erfüllt werden.

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?

Leichte Verstellung, keine scharfen Kanten, glänzende Oberfläche, angenehme Größe, liegt gut in der Hand.

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

Das Ergebnis wird nicht bei allen gleich sein, da jeder unterschiedlich schmeckt bzw. ein anderes Feingefühl hat.

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

Von verschiedenen Personen bekommt man das gleiche Ergebnis.

# Lernfeld 1

## Projekt Gehrungswinkel



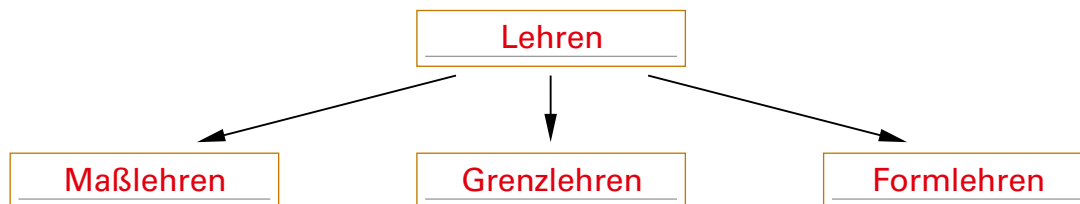
### Lehren

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:

### Maßlehren

<b>Fühlerlehre</b> Prüfen des Elektrodenabstandes einer Zündkerze zur optimalen Verbrennung des Kraftstoffgemisches		
<b>Bohrerlehre</b> Prüfen der Bohrer Durchmesser, damit keine falschen Durchmesser gebohrt werden.		

### Grenzlehren

<b>Grenzlehndorn</b> Zum Prüfen genauer Bohrungen, ob diese innerhalb der Toleranz liegen.		
<b>Grensrachenlehre</b> Prüfen genauer Wellen, ob der Durchmesser innerhalb der Toleranz liegt.		

### Formlehren

<b>Radienlehre</b> Prüfen von Radien auf Form und Größe, um die Funktion zu garantieren.		
<b>Haarwinkel</b> Prüfen auf Geradheit und Winkligkeit für hohe Präzision.		

3 Nach welchen Kriterien werden die jeweiligen Prüfmittel ausgewählt?

**Nach der Werkstückform und nach der Genauigkeit.**



### 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?

**Die Längen waren von Person zu Person unterschiedlich.**

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

Mit welcher Maßeinheit werden bei uns alle Längen angegeben?

### 1 m (Meter)

2 Der Meter (m) gehört zu den „7 Basisgrößen und Basiseinheiten“ (SI-Einheiten), von denen alle Einheiten abgeleitet werden können. Für den 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)	1000	tausend	1 km, Kilometer
Dezimale Teile	dez (d)	1/10	zehntel	1 dm, Dezimeter
Dezimale Teile	centi (c)	1/100	hundertstel	1 cm, Centimeter
Dezimale Teile	milli (m)	1/1000	tausendstel	1 mm, Millimeter
Dezimale Teile	mikro (µ)	1/1000000	millionstel	1 µm, Mikrometer

3 Berechnen Sie folgende Aufgaben:

3,45 m =	<u>3450</u>	mm	0,268 cm + 17,36 mm + 0,036 dm =	<u>23,64</u>	mm
6,3 dm =	<u>630</u>	mm	20,33 dm + 12,75 cm – 18 mm =	<u>2142,5</u>	mm
105 cm =	<u>1050</u>	mm	0,45 m – 32 mm + 8,3 cm =	<u>501</u>	mm
8 µm =	<u>0,008</u>	mm	0,3 cm + 17 mm – 26 µm =	<u>19,974</u>	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
<u>1 Zoll = 1 inch</u>	<u>1"</u>	<u>25,4 mm</u>

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 5,85" des abgebildeten Handys in Millimeter an:

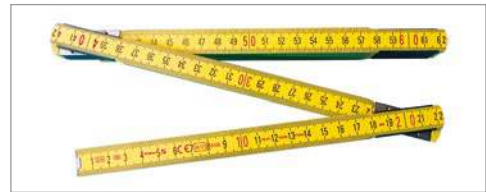
**5,85" x 25,4 mm = 148,59 mm**

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	<u>6,35</u>	1	<u>25,4</u>	3/4	<u>19,05</u>
1/2	<u>12,7</u>	1 1/4	<u>31,75</u>	1 1/2	<u>38,1</u>



Körpermaß: Spanne



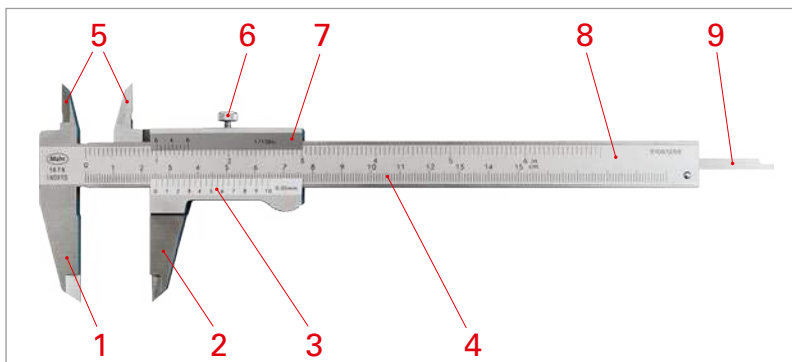
Maßverkörperung: Gliedermaßstab





### 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.

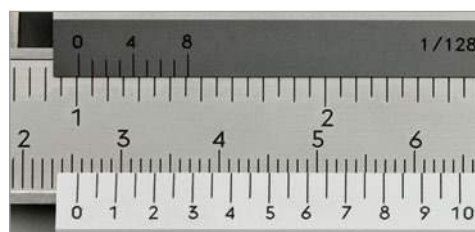
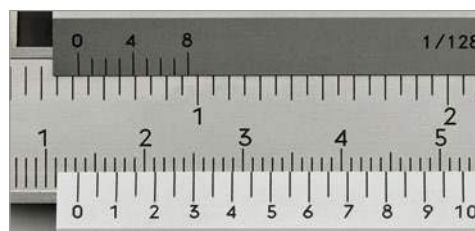


1	Fester Messschenkel
2	Beweglicher Messschenkel
3	Nonius
4	Strichskala
5	Innenmessschneiden
6	Feststellschraube
7	Schieber
8	Schiene
9	Tiefenmessstange

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

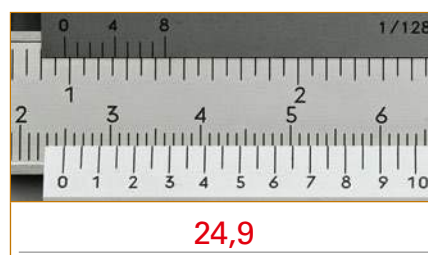
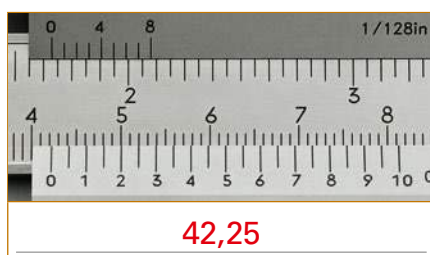
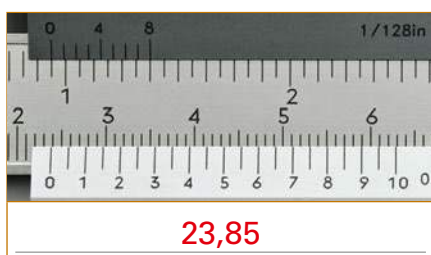
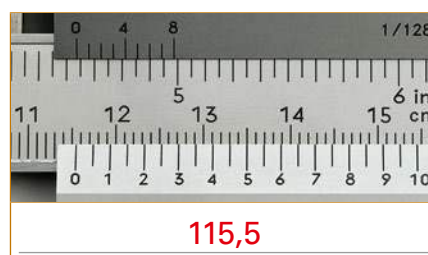
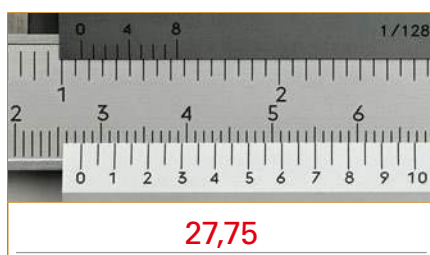
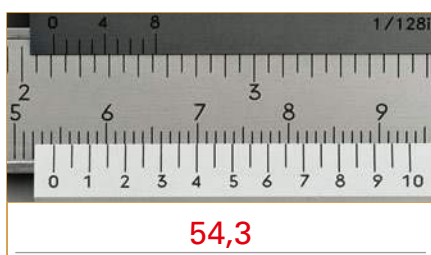
Lesen Sie rechts die Anzeigen mithilfe folgender Beschreibung ab:

- Zuerst schaut man auf die Strichskala mit den ganzen Millimetern, welche vor der Null auf dem Nonius liegen.
- 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
- Passt ein Zwischenstrich (5/100) rechts davon besser, sind  $0,05$  mm zum Zehntel zu addieren.



Ableseung	1. Beispiel	2. Beispiel
ganze Millimeter	13	25
zehntel Millimeter	0,3	0,6
fünfhundertstel Millimeter	/	0,05
Ergebnis	13,3	25,65

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



b) Mit welchem **Nonius** werden Messschieber normalerweise hergestellt und welche Ablesegenauigkeit haben diese?

**20er Nonius: 0,05 mm; 50er Nonius: 0,02 mm; Zollnonius: 1/128 inch**

### Toleranzen

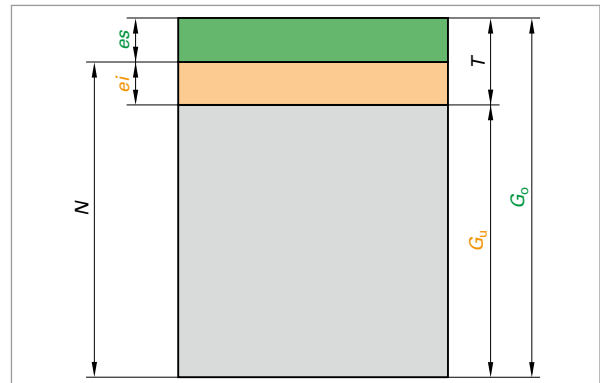
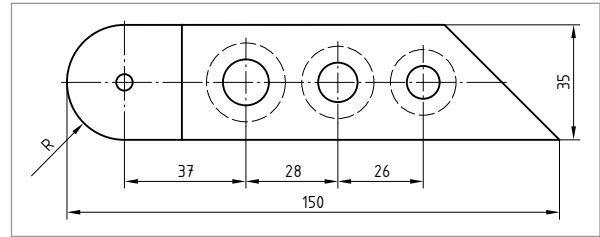
Bei der Fertigung von Werkstücken werden die Maße aus Zeichnungen entnommen und das Werkstück gefertigt. Da die Maße nicht ganz genau herzustellen sind, gibt es Toleranzen (Spielraum), in denen das Maß gefertigt werden muss.

- 1 a) Welche Grenzabmaße darf die Breite mit dem Maß  $35 \pm 0,3$  haben und wie groß ist die Toleranz?

Höchstmaß: 35,3 mm      Mindestmaß: 34,7 mm      Toleranz: 0,6 mm

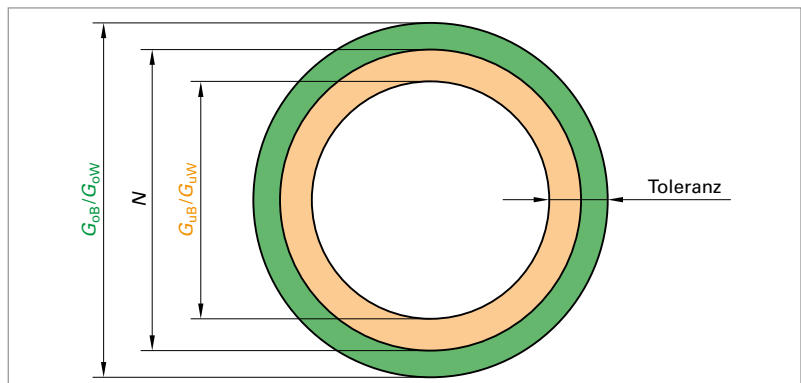
- b) Die Bezeichnungen für die Längentoleranzen sind genormt und deshalb einheitlich. Ergänzen Sie die Tabelle mithilfe des Tabellenbuches für das Maß  $35 \pm 0,3$ .

Kurzzeichen	Vollständige Bezeichnung	Zahlenwert
<i>N</i>	Nennmaß	35
<i>ei</i>	unteres Grenzabmaß	-0,3
<i>G<sub>u</sub></i>	Mindestmaß	34,7
<i>es</i>	oberes Grenzabmaß	0,3
<i>G<sub>o</sub></i>	Höchstmaß	35,3
<i>T</i>	Toleranz	0,6



- c) Die Längentoleranzen gelten auch für Durchmesserangaben von Bohrungen und Wellen. Ergänzen Sie die Tabelle für den Durchmesser  $\varnothing 12 \pm 0,2$ .

Kurzzeichen	Zahlenwert
<i>N</i>	12
<i>Ei/ei</i>	-0,2
<i>G<sub>uB</sub>/G<sub>uW</sub></i>	11,8
<i>ES/es</i>	0,2
<i>G<sub>oB</sub>/G<sub>oW</sub></i>	12,2
<i>T</i>	0,4



- 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	5	-0,1	4,9	+0,2	5,2	0,3
+0,3 25 +0,1	25	+0,1	25,1	0,3	25,3	0,2
+0,3 38 +0	38	0	38	0,3	38,3	0,3

- 3 In den meisten Fällen werden jedoch die Toleranzen nicht direkt angegeben. Für die Herstellung gelten häufig die **Allgemeintoleranzen DIN 2769** (2021-12) (s. Vorwort). In der Norm ist geregelt, wie groß die Toleranz ist. Nach der Norm werden vier Toleranzklassen a bis d definiert, die weitestgehend den früheren Klassen fei bis sehr grob entsprechen, welche der Konstrukteur frei wählen kann. Geben Sie die Grenzmaße für folgende Nennmaßbereiche für die Klasse b (entspricht Klasse m der DIN 2768) an:

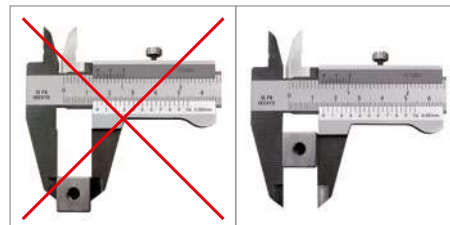
0 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000
$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$

### Messregeln für den Messschieber

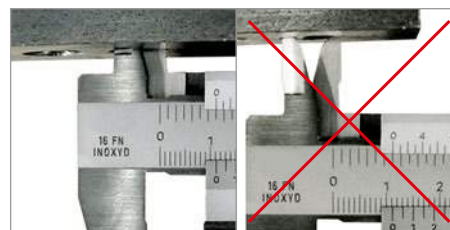
Um Fehlmessungen zu vermeiden ist die richtige Handhabung des Messschiebers wichtig. Auch wenn der Messschieber keine Beschädigungen aufweist, sind Fehlmessungen möglich.

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

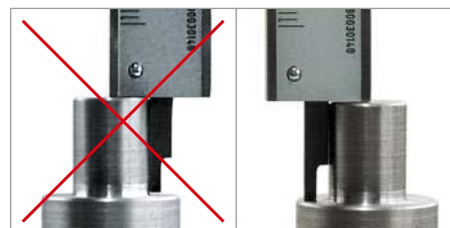
Außenmessung: **Möglichst nahe an der Messschieberschiene messen, da sich die schmalen Messschenkel schneller abnutzen.**



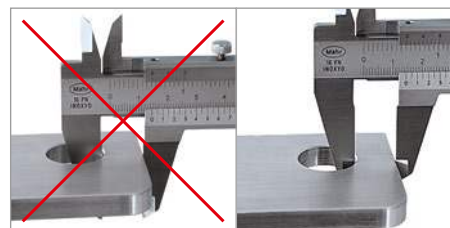
Innenmessung: **Die schneidenförmigen Messflächen an den Spitzen nützen sich schnell ab. Gleichzeitig kann man leicht verkanten.**



Tiefenmessung: **Bei Absätzen ist mit der Aussparung des Tiefenmaßes zu messen, da Innenkanten gerundet sind.**



Abstandsmessung: **Abstandsmessungen mit den schmalen Messschnäbeln durchführen, sonst ist der Fehler durch die Rundung zu groß.**



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

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?

**Juli 2021**

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

**Die Prüfmittel können ungenau sein oder Beschädigungen aufweisen und es wird Ausschuss produziert.**



Prüfsatz für einen Messschieber



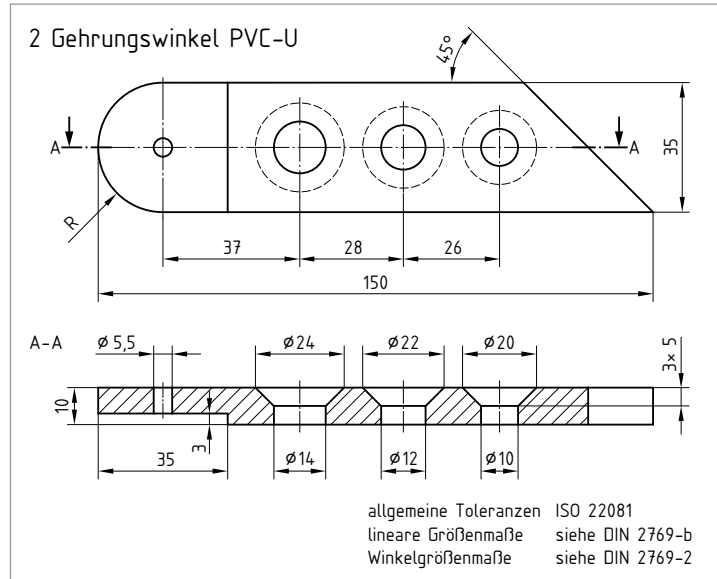
Prüfplakette

**Fertigungsplanung Gehrungswinkel**

**Arbeitsplan**

- Zur Fertigung des Gehrungswinkels Pos. 2 ist ein **Arbeitsplan** zu erstellen.
  - Aus welchen Gründen werden Arbeitspläne für die Fertigung erstellt?

**Richtige Arbeitsfolge gewährleisten, schnellere Fertigung bei Wiederholungsaufträgen, kürzere Rüstzeiten, Unfallverhütung, weniger Ausschuss.**



- 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. 1
Werkstück: Gehrungswinkel			
Nr.	Arbeitsschritt	Werkzeug/Prüfmittel/Hilfsmittel	Zeit
1	Zusägen mit Aufmaß 2 mm	Anschlagwinkel, Stahllineal, Anreißnadel, Handbügelsäge	4'
2	Absatz 3x 35 mm anreißen	Höhenreißer	3'
3	Absatz 3x 35 mm fertigen	Handbügelsäge, Schrupp- und Schlichtfeile	30'
4	45° anreißen	Winkelmesser, Stahllineal, Anreißnadel	3'
5	Schräge 45° fertigen	Handbügelsäge, Schrupp- und Schlichtfeile, Winkelmesser	25'
6	Radius 17,5 mm anreißen	Anreißzirkel, Lineal	3'
7	Radius 17,5 mm feilen	Schrupp- und Schlichtfeile, Radienlehre	12'
8	Bohrungen anreißen und ankörnen	Höhenreißer, Körner, Hammer	4'
9	Bohren: $\varnothing 5,5$ ; $\varnothing 14$ ; $\varnothing 12$ ; $\varnothing 10$	Bohrmaschine, Spiralbohrer, Messschieber	13'
10	Senken und entgraten	90° Kegelsenker, Messschieber	4'

**Prüfplan**

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

- Bestimmen Sie hierfür die Grenzabmaße nach den Allgmeintoleranzen ISO 2768-m für die einzelnen Maße:

$150 \pm 0,5$	$35 \pm 0,3$	$28 \pm 0,2$	$R17,5 \pm 1,0$	$\varnothing 10, \varnothing 12, \varnothing 14 \pm 0,2$
$\varnothing 5,5 \pm 0,1$	$45^\circ \pm 30'$	$37 \pm 0,3$	$3 \pm 0,1$	$\varnothing 20, \varnothing 22, \varnothing 24 \pm 0,2$

### 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 Montearbeitern oder Wiederholungsaufträgen immer gleich vorgegangen wird.
- a) Erstellen Sie einen Montageplan für den Gehrungswinkel mit den dazugehörigen Positionsnummern.

Nr.	Arbeitsschritt
1	Senkschraube Pos. 5 am Radius der Bohrerlehre Pos. 1, an der angesengten Seite einstecken
2	Bohrerlehre Pos. 1 mit der Senkschraube in der Flucht auf den Gehrungswinkel Pos. 5 stecken.
3	Die Scheibe Pos. 4 auf die Senkschraube Pos. 5 aufstecken
4	Die Rändelschraube Pos. 3 mit dem Absatz nach unten aufschrauben.

### 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.

### Teilung von Längen, Kosten und Volumenberechnung

- 5 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 und ein Sägeschnitt mit 2 mm berücksichtigt wird.

$$1000 : 154 = 6,49 \text{ Teile d.h. 6 Teile aus einem Stab}$$

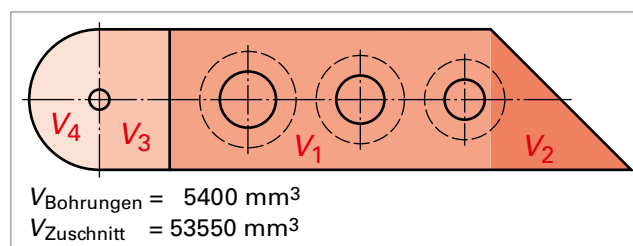
$$13 \text{ €} : 6 \text{ Teile } 2,17 \text{ €/Teil} \quad \text{Die Materialkosten für ein Teil betragen 2,17 €.}$$

- b) Wie lang ist das Reststück?

$$1000 - 6 \times 154 = 76 \text{ mm}$$

- c) Das abgesägte Rohmaterial hat ein Volumen von  $53550 \text{ mm}^3$ . Das zerspannte Volumen der einzelnen Bohrungen mit den Senkungen sind bekannt und betragen  $5400 \text{ mm}^3$ .

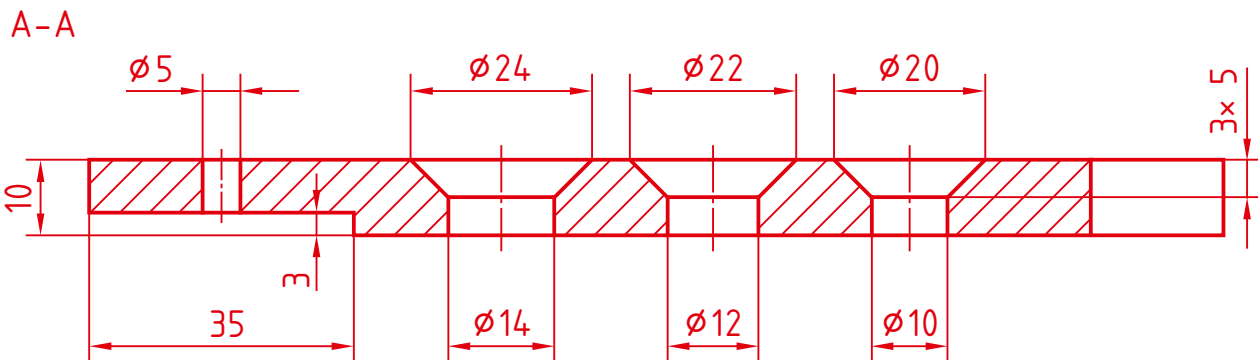
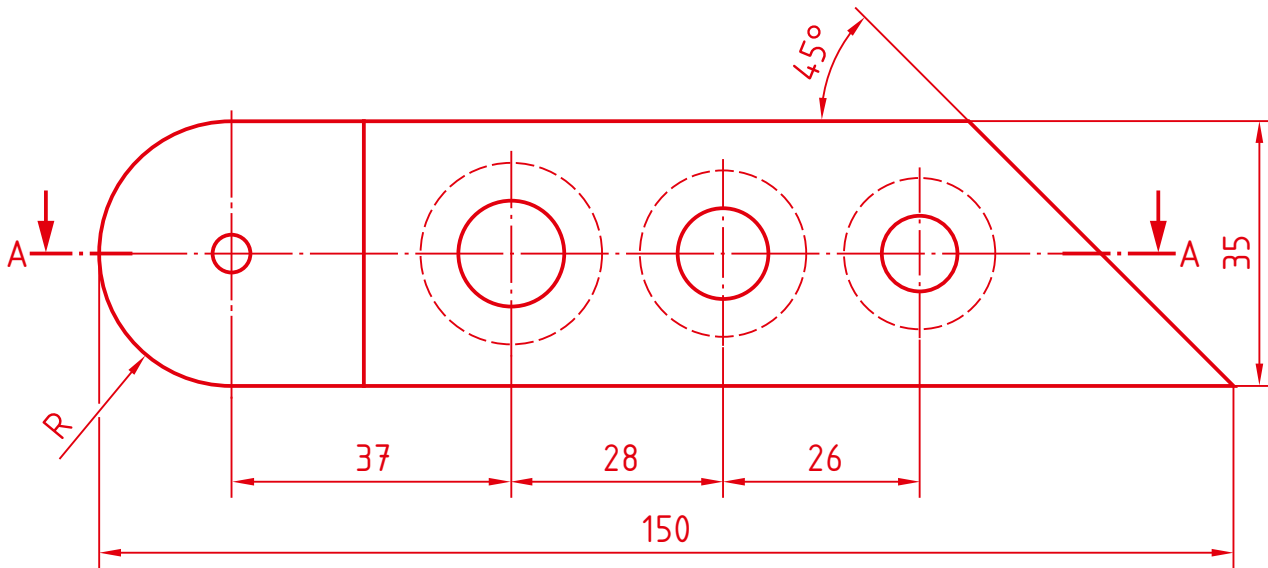
Berechnen Sie wie viel Prozent bei der Herstellung zerspannt werden. Unterteilen Sie hierfür den Gehrungswinkel in einzelne Körper.



$V_1 = l \cdot b \cdot h = 80 \text{ mm} \cdot 35 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}$	$= 28000 \text{ mm}^3$
$V_2 = \frac{l \cdot b}{2} \cdot h = \frac{35 \text{ mm} \cdot 35 \text{ mm}}{2} \cdot 10 \text{ mm}$	$= 6125 \text{ mm}^3$
$V_3 = l \cdot b \cdot h = 17,5 \text{ mm} \cdot 35 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm}$	$= 4287,50 \text{ mm}^3$
$V_4 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h : 2 = \frac{\pi \cdot (35 \text{ mm})^2}{4} \cdot 7 \text{ mm} : 2$	$= 3367,39 \text{ mm}^3$
$V_{\text{Teil}} = V_{1-4} - V_{\text{Bohr}} = 41779,89 \text{ mm}^3 - 5400 \text{ mm}^3$	$= 36379,89 \text{ mm}^3$
$V_{\text{Zers.}} = V_{\text{Rohm.}} - V_{\text{Teil}} = 53550 \text{ mm}^3 - 36379,89 \text{ mm}^3$	$= 17170,11 \text{ mm}^3$
<b>Prozentualer Anteil zerspanntes Volumen:</b>	
$V = \frac{100 \%}{V_{\text{Rohm}}} \cdot V_{\text{Zers.}} = \frac{100 \%}{53550 \text{ mm}^3} \cdot 17170 \text{ mm}^3$	$= 32 \%$

2 Gehrungswinkel PVC-U

1:1



allgemeine Toleranzen ISO 22081  
lineare Größenmaße siehe DIN 2769-b  
Winkelgrößenmaße siehe DIN 2769-2

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.  
Copyright 2022 by Europa-Lehrmittel

		Datum	Name	Benennung	
	Bearbeiter				
EUROPA LEHRMITTEL	Prüfer			Schule	Klasse
	M : Werkstoff				Blatt



### Bildliche Darstellung



### Werkstoffe

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

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.  
Copyright 2022 by Europa-Lehrmittel

### 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**

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

Hohe Festigkeit, umformbar, optisch ansprechend, glänzend, korrosionsbeständig, leicht, ...

b) Zur Herstellung des Kleiderhakens stehen verschiedene Werkstoffe zur Auswahl. Die Werkstoffe besitzen handelsübliche Werkstoffnummern. In der Fertigung sind jedoch auch die Werkstoffbezeichnungen gebräuchlich. Ergänzen Sie die Tabelle mit Hilfe des Tabellenbuches bzw. Internets.



Bild 1: Kleiderhaken (lange Form)

Werkstoff	Baustahl	Aluminium	rostfreier Stahl	Messing	Kupfer	Kunststoff
Werkstoff-Nr.:	1.0038	EN AW5754	1.4301	CW508L	CW008A	2690
Bezeichnung:	S235JR	AlMg3	X5CrNi18-10	CuZn37	Cu-OF	PVC-U

**Verformung, Streckgrenze, Zugfestigkeit**

2 Von der Festigkeit des Werkstoffes hängt es ab, ob der Kleiderhaken auch mehrere Jacken auf einmal tragen kann.

Diese Festigkeit wird mit Hilfe des Zugversuches ermittelt. Beim Zugversuch erhält man die **Streck- bzw. Dehngrenze  $R_e$  ( $R_{p0,2}$ )** und die **Zugfestigkeit  $R_m$**  (Bild 2).

Wie bei einer Spiralfeder dehnt sich der Stahl bis zur Streck- bzw. Dehngrenze  $R_e$  ( $R_{p0,2}$ ) und federt bei Entlastung wieder zurück.

a) Welche Beobachtung machen Sie beim Aufhängen und Abnehmen einer Jacke vom Kleiderhaken, wenn die Belastung unter dem Wert  $R_e$  ( $R_{p0,2}$ ) liegt?

Der Kleiderhaken biegt sich nach unten und federt nach dem Abnehmen der Jacke wieder in die ursprüngliche Form zurück. Er verhält sich elastisch.

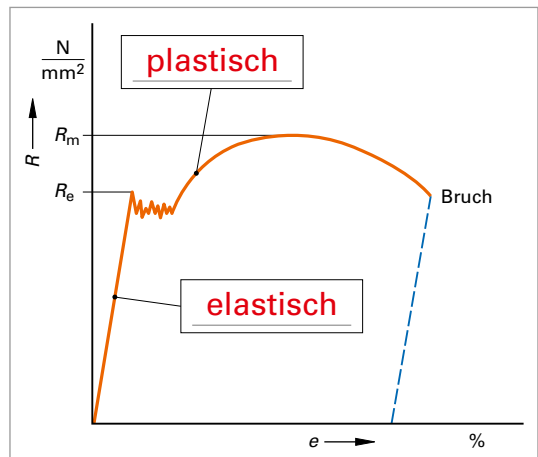


Bild 2: Zugversuch

b) Als nächstes hängen mehrere und zu schwere Jacken am Kleiderhaken. Nachdem die Jacken vom Kleiderhaken abgenommen wurden, hat der Kleiderhaken (Bild 1, rechts) nicht mehr sein Ursprungssehen. Was ist passiert?

Der Werkstoff wurde in dem Bereich zwischen Streck- bzw. Dehngrenze  $R_e$  ( $R_{p0,2}$ ) bis zur Zugfestigkeit  $R_m$  belastet und hat sich bleibend verformt.

**Festigkeitswerte**

3 a) Schlagen Sie die Werte für die Zugfestigkeit und die Streck- bzw. Dehngrenze für die verschiedenen Werkstoffe zur Fertigung des Kleiderhakens nach und tragen diese in die Tabelle ein.

Werkstoff	Baustahl	Aluminium	rostfreier Stahl	Messing	Kupfer	Kunststoff
Werkst. Nr.	1.0038	EN AW5754	1.4301	CW508L (R290)	CW008A	2690
Zugfestigkeit in N/mm <sup>2</sup>	360...510	190...240	540...750	290	200	50...75
Streck- bzw. Dehngrenze in N/mm <sup>2</sup>	235	80	230	230	110	5...37 % (Reißdehnung)

b) Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Streck- bzw. Dehngrenze und der Stabilität des Hakens?

Bei hoher Streck- bzw. Dehngrenze ergibt sich ein stabiler Haken.

### Dichte, Wärmeausdehnung

- 1 Wie schwer so ein Haken wird, ist von der **Dichte  $\rho$**  (griech. Rho) 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.

$$\rho = \frac{m \text{ Masse in kg}}{V \text{ Volumen in dm}^3}$$



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>	7,85	2,7	7,9	8,44	8,9	1,38

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

**Schwermetalle haben eine Dichte über 5 kg/dm<sup>3</sup>, Leichtmetalle unter 5 kg/dm<sup>3</sup>.**

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

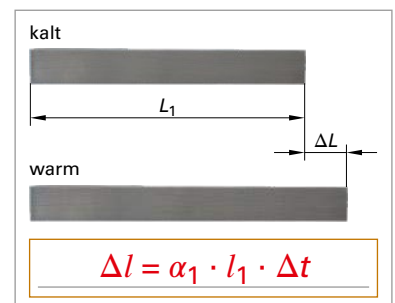
$$m = \rho \cdot V = 7,85 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1,5 \text{ dm} \cdot 0,02 \text{ dm} \cdot 0,18 \text{ dm}$$

$$m = 0,04239 \text{ kg} = 42,39 \text{ g (Beispiel Baustahl)}$$

Werkstoff	Baustahl	Aluminium	rostfreier Stahl	Messing	Kupfer	PVC
Masse in g	42,39	14,58	42,39	45,58	48,06	7,45

- 4 Wenn Werkstoffe erwärmt werden, dehnen sich diese aus: Die **Wärmeausdehnung** ist bei jedem Material anders. Es soll berechnet werden, um wieviel 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
0,0000119	0,0000238	0,0000161	0,0000185	0,0000168	0,000080

$$\Delta l = \alpha_1 \cdot l_1 \cdot \Delta t = 0,0000119 \text{ 1/°C} \cdot 150 \text{ mm} \cdot 20 \text{ °C}$$

$$\Delta l = 0,0357 \text{ mm}$$

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

Werkstoff	Baustahl	Aluminium	rostfreier Stahl	Messing	Kupfer	PVC
Längenausdehnung $\Delta l$ in $\mu\text{m}$	35,7	71,4	48	55,5	50,4	240

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

**Nein, die Längenänderung ist zu gering.**

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

**Brückenbau, Pipeline, beim Messen, Schrumpffutter, Bimetall, ...**

**Kunststoffe**


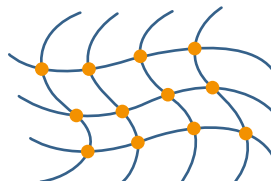
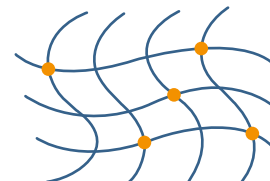



Beim Biegen von Türhaken aus Kunststoff stellte man fest, dass sich die Türhaken nach dem Biegen wieder zurückverformt haben. An den Biegekanten wurde der Kunststoff weiß. Es stellt sich nun die Frage, ob die Auswahl des Kunststoffs richtig war.



1 a) Aus welchen Rohstoffen werden Kunststoffe hauptsächlich hergestellt?

**Erdöl, Erdgas**

- 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 diese ein.
- d) Nennen Sie Anwendungsbeispiele zu jeder Kunststoffgruppe.

Kunststoffe (Plastik)		
Kunststoffgruppe	Kunststoffgruppe	Kunststoffgruppe
<b>Thermoplaste</b>	<b>Duroplaste</b>	<b>Elastomere</b>
<b>innere Struktur</b>	<b>innere Struktur</b>	<b>innere Struktur</b>
fadenförmige Makromoleküle ohne Vernetzung 	fadenförmige Makromoleküle mit vielen Vernetzungspunkten (●) 	fadenförmige Makromoleküle mit wenigen Vernetzungspunkten (●) 
<b>Eigenschaften</b>	<b>Eigenschaften</b>	<b>Eigenschaften</b>
warmumformbar schweißbar im allgemeinen klebbar zerspanbar	nicht umformbar nicht schweißbar klebbar zerspanbar	nicht umformbar nicht schweißbar klebbar gummielastisch
<b>Beispiele</b>	<b>Beispiele</b>	<b>Beispiele</b>
		
Becher, Rohre, Behälter Folien	Kochlöffel, Steckdosen, Leiterplatten	Dichtungen, Reifen, Türpuffer

2 a) Zu welcher Kunststoffgruppe gehört PVC-U?

**PVC-U gehört zu den Thermoplasten.**

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

**Der Kunststoff muss für die Umformung erwärmt werden.**

### 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:

$$13,5 \text{ mm} + 0,2 \text{ mm} + 2 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$$

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

**Der Haken könnte Risse bekommen oder sogar brechen.**

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?

**Mindestbiegeradius bei S235JR = 2,5 mm**

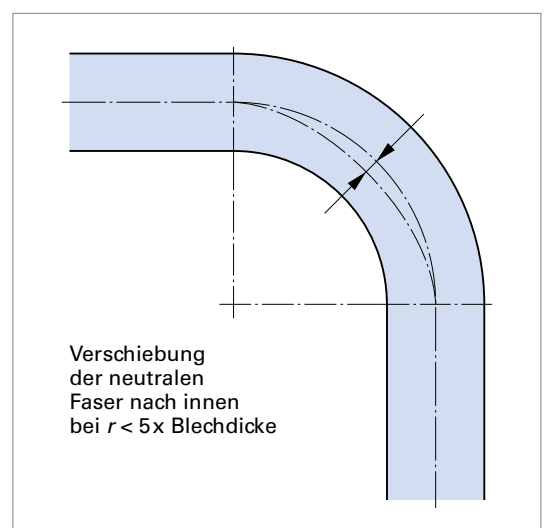
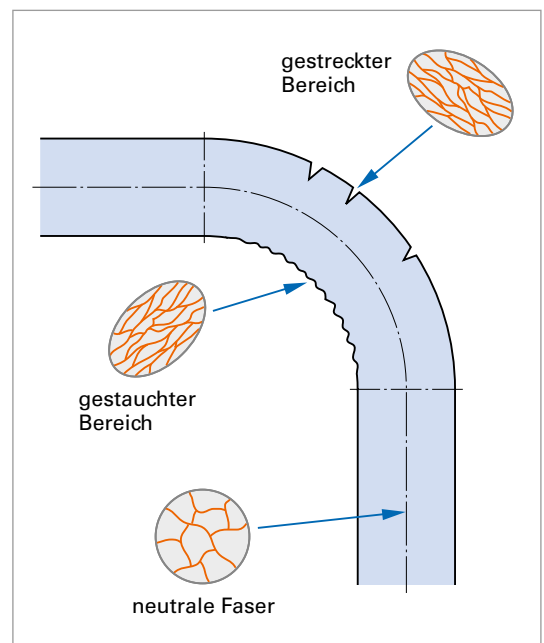
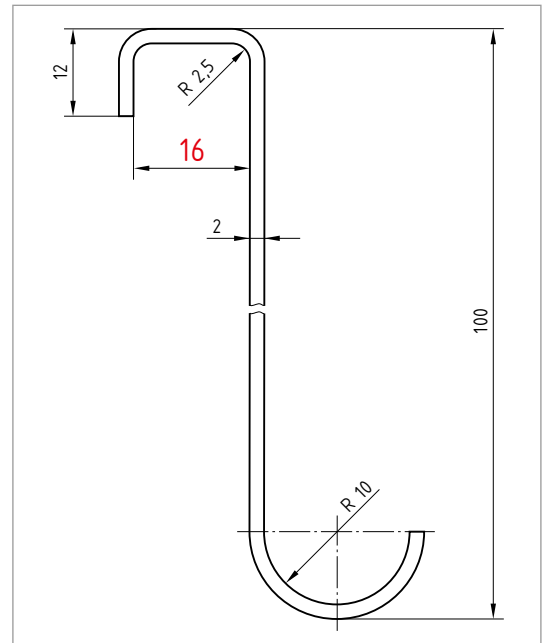
Bei kleinen Biegeradien liegt die neutrale Faser nicht mehr genau in der Mitte. Der Werkstoff wird auf der Außenseite mehr gestreckt als auf der Innenseite gestaucht. Die neutrale Faser verlagert sich dadurch zur Innenseite der Biegung.

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?

**Ausgleichswert v = 4,0 mm**



## Fertigungsplanung Türhaken

### Zuschnittlänge mit Ausgleichswert

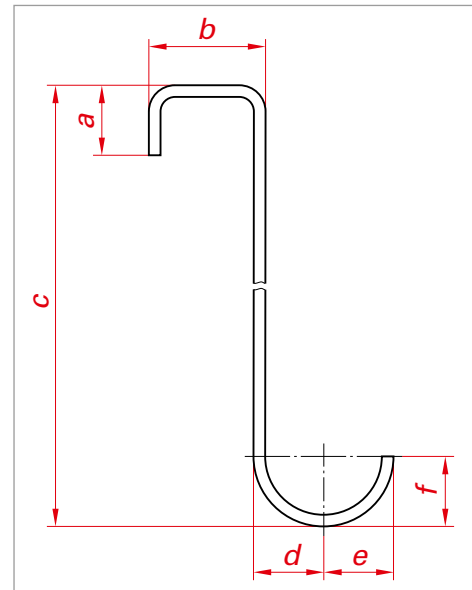
- 1 Berechnen Sie die Zuschnittlänge mit der Hilfe des **Ausgleichswerts**. Tragen Sie die einzelnen Längen für die Berechnung in die Zeichnung ein.

$$L = a + b - n \cdot v_1 + c + d + e + f - n \cdot v_2$$

$$L = 12 \text{ mm} + 20 \text{ mm} - 2 \cdot 4 \text{ mm} + 100 \text{ mm}$$

$$+ 12 \text{ mm} + 12 \text{ mm} + 12 \text{ mm} - 2 \cdot 6,7 \text{ mm}$$

$$L = 146,6 \text{ mm}$$



### 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.

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6$$

$$l_1 = 12 \text{ mm} - 2 \text{ mm} - 2,5 \text{ mm} = 7,5 \text{ mm}$$

$$l_2 = \frac{\pi \cdot d}{4} = \frac{\pi \cdot 7 \text{ mm}}{4} = 5,49 \text{ mm}$$

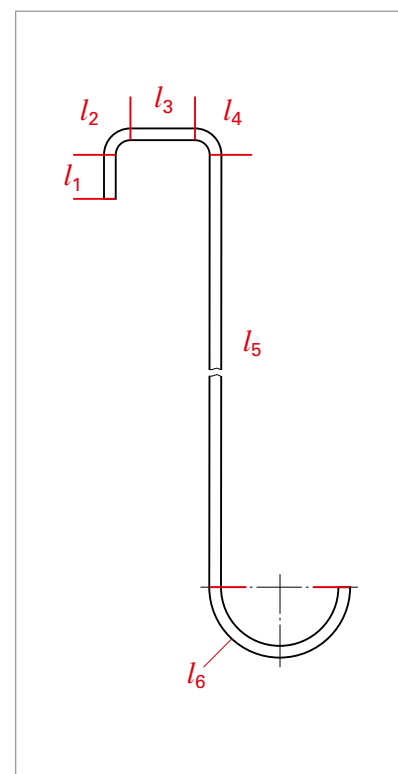
$$l_3 = 20 \text{ mm} - 2 \text{ mm} - 2 \text{ mm} - 2,5 \text{ mm} - 2,5 \text{ mm} = 11 \text{ mm}$$

$$l_4 = l_2 = 5,49 \text{ mm}$$

$$l_5 = 100 \text{ mm} - 2 \text{ mm} - 2,5 \text{ mm} - 2 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 83,5 \text{ mm}$$

$$l_6 = \frac{\pi \cdot d}{2} = \frac{\pi \cdot 22 \text{ mm}}{2} = 34,55 \text{ mm}$$

$$L = 147,53 \text{ mm}$$



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

**Das Ergebnis mit dem Ausgleichswert.**

- b) Warum ist dieser Wert kleiner?

**Bei kleinen Biegeradien ist die Streckung außen größer als die Stauchung innen, die neutrale Faser wandert nach innen.**

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

**Neutrale Faser → Biegeradius größer als 5 x Blechdicke**

**Ausgleichswert → Biegeradius kleiner als 5 x Blechdicke**