

# MINDEST- ANFORDERUNGEN METALL

**incl. Erweiterungsbereich und  
Kompetenzorientierte  
Aufgabenstellungen  
FAP – TRAINING**

Die Kompetenzbereiche sind als Überschriften angeführt. Die ausgewiesenen Teile entsprechen den Mindestanforderungen. Im Anschluss sind Musteraufgabenstellungen zur Durchführung der FAP.

Natürlich kann jederzeit der Anforderungskatalog außerhalb der Mindestanforderungen geändert und/oder erweitert werden.

Bei der Kommissionellen Prüfung ist darauf zu achten, dass die Kommission die Prüfung durchführt, die Lehrkraft ist nur als Regulativ (was wurde in welcher Intensität gelehrt) anwesend.

Stand SJ 2022/23

Erarbeitet von:

Andrle Valerie, Blatancic Vedran, Ertl Michael, Geiter Thomas, Gschwandner Markus,  
Hehenberger Herbert, Heindl Robert, Houska Bernhard, Lenz Bernhard, Lidinger  
Josef, Nezhyba Jürgen, Pfaffenlehner Sabine, Pfitzner Martin, Rupprecht Armin,  
Soretz Franz, Steinmetz Andreas, Strebinger David

unter der Leitung von: Alexandra Günther

Sämtliche Bild- und Literaturzugriffe erfolgten am 13. Oktober 2022

# Inhaltsverzeichnis

Arbeits- und Unfallschutz .....	5
Mindestanforderungsbereich .....	5
PRÜFTECHNIK – MESSEN und PRÜFEN.....	7
Mindestanforderungsbereich .....	7
Erweiterungsbereich .....	10
PRÜFTECHNIK – TOLERANZEN und PASSUNGEN .....	11
Mindestanforderungsbereich .....	11
Erweiterungsbereich .....	14
SPANABHEBENDE FERTIGUNG – ANREIßEN und KÖRNEN.....	15
Mindestanforderungsbereich .....	15
SPANABHEBENDE FERTIGUNG – FEILEN .....	17
Mindestanforderungsbereich .....	17
SPANABHEBENDE FERTIGUNG – SÄGEN .....	20
Mindestanforderungsbereich .....	20
SPANABHEBENDE FERTIGUNG – BOHREN .....	22
Mindestanforderungsbereich .....	22
Erweiterungsbereich .....	25
SPANABHEBENDE FERTIGUNG – SENKEN .....	26
Mindestanforderungsbereich .....	26
Erweiterungsbereich .....	26
SPANABHEBENDE FERTIGUNG – GEWINDE .....	27
Mindestanforderungsbereich .....	27
Erweiterungsbereich .....	29
FÜGEN – VERBINDUNGSARTEN.....	30
Mindestanforderungsbereich .....	30
Erweiterungsbereich .....	32
WERKSTOFFTECHNIK – ROHEISEN und STAHL .....	38
Mindestanforderungsbereich .....	38
Erweiterungsbereich .....	43

WERKSTOFFTECHNIK – KUNSTSTOFFE .....	45
Mindestanforderungsbereich .....	45
Erweiterungsbereich .....	46
Kompetenzorientierte Aufgabenstellungen.....	48

# Arbeits- und Unfallschutz

## Mindestanforderungsbereich

### Welche Sicherheitszeichen unterscheidet man? Wie sehen sie aus?

Bei den Sicherheitszeichen unterscheidet man Gebotszeichen, Verbotsschilder, Warnzeichen und Rettungszeichen.

- Gebotszeichen sind rund und blau-weiß
- Verbotsschilder sind rund und weiß-rot-schwarz
- Warnzeichen sind dreieckig und gelb-schwarz
- Rettungszeichen sind quadratisch oder rechteckig und grün-weiß.

### Welche Verhaltensweisen schreiben folgende Sicherheitszeichen vor?

#### Gebotszeichen



Augenschutz  
tragen



Schutzhelm  
tragen



Atemschutz  
tragen



Schutzschuhe  
tragen



Schutzhand-  
schuhe tragen



Gehörschutz  
tragen

#### Verbotsschilder



Mit Wasser  
löschen  
verboten



Für Fußgänger  
verboten



Feuer,  
offenes Licht  
und Rauchen  
verboten



Kein  
Trinkwasser

#### Rettungszeichen



Erste Hilfe



Richtungspfeil  
für Rettung



Rettungsweg nach links



Rettungsweg durch Ausgang

aus: <http://www.metall-wissen.de/sicherheitszeichen/>

### Wodurch können Unfälle verursacht werden?

Unfälle können durch menschliches oder technisches Versagen verursacht werden.

## **Erkläre die beiden Versagensarten anhand praktischer Beispiele!**

Menschliches Versagen: Leichtsinn, Nichterkennen der Gefahr, Übermüdung

Technisches Versagen: Werkstoffermüdung, Überlastung des Gerätes

## **Durch welche vorbeugenden Sicherheitsmaßnahmen können Unfälle verhindert werden?**

- Beseitigung von Gefahren:  
Mängel an Maschinen sofort melden.  
  
Fluchtwege freihalten.  
  
Scharfe und spitze Gegenstände nicht in der Kleidung tragen.  
  
Schmuckstücke, Uhren, Ringe vor der Arbeit ablegen.
- Abschirmung von Gefahrenstellen:  
Schutzvorrichtungen, Sicherheitseinrichtungen und Hinweisschilder dürfen nicht entfernt werden.  
  
Rotierende und ineinandergreifende Bauteile (Riemenantriebe) sind abzudecken.
- Verhinderung von Gefährdungen:  
Schutzkleidung muss getragen werden gegen Funkenflug, Hitze, Lärm, ....
- Bei allen rotierenden maschinellen Arbeiten sind Schutzhandschuhe strengstens VERBOTEN!
- Durch Schutzbrillen, Schutzschilder, Helme, etc. werden Gefahren für Gesicht und Augen ausgeschlossen.

Immer die persönliche Schutzausrüstung (PSA) an die Arbeitsbedingungen anpassen!!!

# PRÜFTECHNIK – MESSEN und PRÜFEN

Mindestanforderungsbereich

## Zähle einfache Messwerkzeuge auf?

Messschieber, Stahllineal, Winkelmesser, Maßband, Messschraube (Mikrometer)

## Erkläre den Unterschied zwischen Messen und Lehren.

Messen ist das Vergleichen des Werkstückes mit einem anzeigenden Messgerät.  
Als Ergebnis erhält man einen Zahlenwert. Dieser ist das Istmaß.

Beim Prüfen wird festgestellt, ob ein Werkstück der geforderten Größe oder Form entspricht.

Als Ergebnis erhält man entweder Ja = Gut oder Nein = Ausschuss.

## Welche Arten von Lehren gibt es und wo werden sie angewendet?

Maßlehren, Formlehren und Grenzlehren

Wie:

Fühllehren = Spion - zum Prüfen des Spiels z.B. bei Lagern, Ventilen usw.

Radiuslehren - zur Kontrolle von Abrundungen und Hohlkehlen

Winkellehren - zur Winkelprüfung

Gewindelehren - zur Überprüfung von Gewindeprofilen und der Steigung

Grenzlehren - zum Überprüfen ob das Istmaß des Werkstückes im Toleranzbereich liegt

## Womit prüft man die Ebenheit einer Oberfläche?

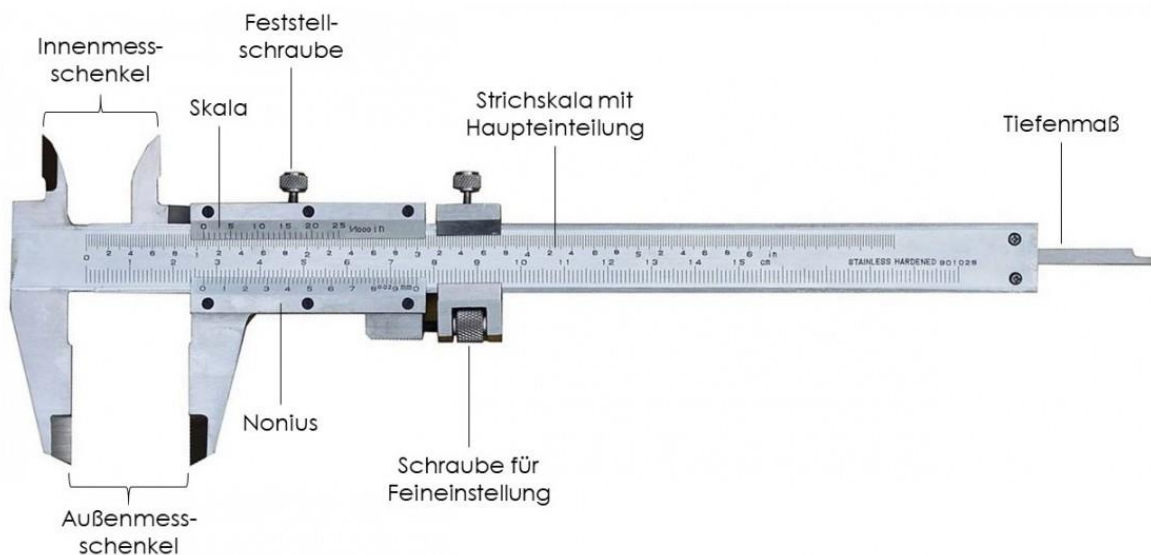
Die Ebenheit von Werkstücken wird mit Winkel, Lineal und/oder Haarwinkel, Haarlineal geprüft

## Wie prüft man die Ebenheit einer Oberfläche?

Die Ebenheit von Werkstücken wird mit der sogenannten Lichtspaltmethode geprüft.

Dabei wird das gesäuberte Werkstück gegen das Licht gehalten und das Haarlineal/der Haarwinkel so auf die zu prüfende Ebene gelegt damit ein Lichtspalt von 0,002 mm ersichtlich ist. Dringt Licht durch den Zwischenraum muss entsprechend weiterbearbeitet werden.

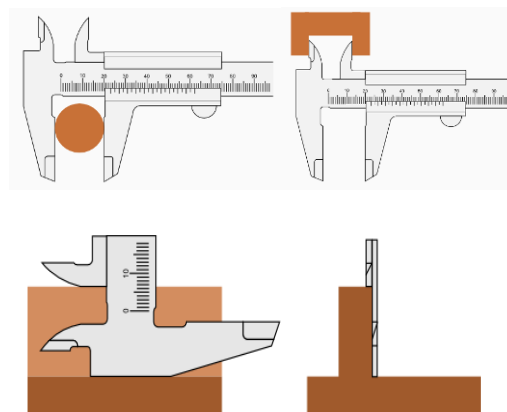
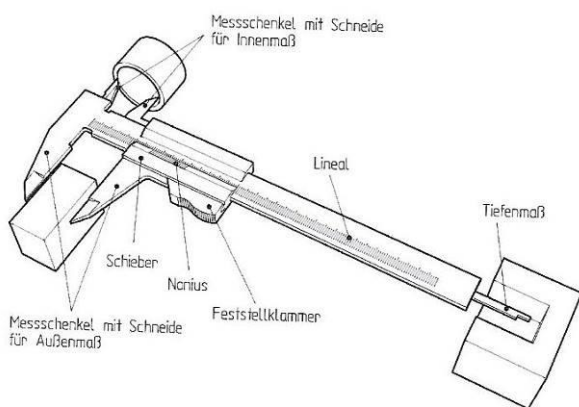
## Beschreibe den Aufbau des Messschiebers?



aus: <https://de.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=ideen-und-tipps/messschieber-leitfaden>

## Welche Messungen können mit dem Messschieber durchgeführt werden?

- fester und beweglicher Messschenkel für Außenmaß
- Kreuzschnäbel für Innenmaß
- Tiefenmessstange für Tiefenmaß
- Stufenmessfläche (Rückseite) für Stufen



aus: Frischherz/Semrad: *Technisches Zeichnen METALL und ELEKTRO S.20*

aus: <https://www.messschieber.org/messschieber-funktionen.html>



### Wie wird mit dem Messschieber richtig gemessen?

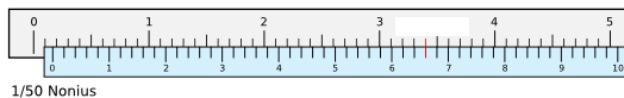
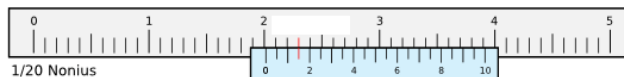
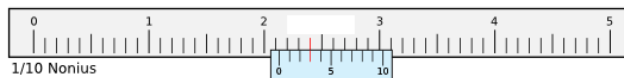
- Außenmessung: Schenkel des Messschiebers möglichst weit über das Werkstück führen; Messschenkel nicht verkanten.
- Innenmessung: Nuten und Kerndurchmesser (Kreuzschnäbel nicht zum Anreißen verwenden).
- Tiefenmessung: in der Bohrungsmitte messen, Messfläche auflegen.
- Auf richtigen Messdruck, richtiges Halten sowie saubere gratfreie Messflächen achten.

### Welche Nonien kennst du und welche Messgenauigkeit haben diese?

- 10er Nonius: Messgenauigkeit = 0,10 mm (1:10)
- 20er Nonius: Messgenauigkeit = 0,05 mm (1:20)
- 50er Nonius: Messgenauigkeit = 0,02 mm (1:50)
- Digitaler Messschieber = 0,01 mm

### Lies in den nachfolgenden Beispielen den eingestellten Messwert ab.

Ablesebeispiele: Nonien mit verschiedenen Nonienwerten



Lösungen: 21,3 mm/ 20,15 mm/ 1,66 mm

aus: <https://www.lehrerfreund.de/technik/1s/messschieber-nonius-erarbeiten/3211>

Weitere Übungen online: <https://www.paulinenpflege.de/messschieber/seite6.htm>

### Wie liest man den Nonius ab?

- Der gemessene Wert (ganze mm) lässt sich an der Stelle ablesen, die sich vor der Ziffer 0 am Nonius befindet.
- Danach muss der erste Strich am Nonius gesucht werden, der sich mit der darüber liegenden Millimereinteilung überschneidet. Dieser Wert wird abgelesen und hinter dem Komma zu den ganzen Millimetern dazugezählt.

### **Wie muss der Messschieber geschützt werden?**

Messschieber immer vor Stoß und mechanischer Beanspruchung schützen.  
Keine Werkzeuge drauflegen und nach dem Messen sorgsam verstauen.  
Messschieber von anderen Werkzeugen getrennt halten (Etui).

### **Was muss bei der Handhabung beachtet werden?**

Messschieber und Werkstück dehnen sich bei Erwärmung (Arbeitsprozess oder lange in der Hand halten) aus.  
Daher bei Raumtemperatur (ca. 20°C) Messungen durchführen.

### **Zähle einfache Messwerkzeuge auf!**

Stahlmaßstab, Gliedermaßstab, Rollmaßband, (Messschieber, Messschrauben)

## Erweiterungsbereich

### **Welche Ablesegenauigkeit haben analoge bzw. digitale Bügelmessschrauben?**

- Analoge Bügelmessschraube: 0,01 mm
- Digitale Bügelmessschraube: 0,001 mm

### **Wozu hat die Messschraube eine Gefühlsschraube?**

- Bei Präzisionsmessgeräten ist es notwendig den Messdruck zu begrenzen.
- Die Gefühlsschraube ist notwendig, damit beim Messen immer der gleiche Druck angewendet wird bzw. um ein zu starkes Anziehen der Messspindel zu verhindern.

### **Welche Einflüsse auf Messabweichungen können auftreten?**

- Temperaturunterschiede
- Unsaubere Flächen
- Großer Anpressdruck
- Abnutzung der Messflächen
- Kippfehler
- Unsicheres Ansetzen

# PRÜFTECHNIK – TOLERANZEN und PASSUNGEN

Mindestanforderungsbereich

## Was legen Toleranzen fest? Was versteht man unter Toleranz bei einem Werkstück?

- Toleranzen sind zulässige Abweichungen (erlaubte Ungenauigkeiten).

## Was sollen Maßtoleranzen sicherstellen? Warum sind sie notwendig?

- um die Funktion der Produkte und
- die Montierbarkeit der Bauteile sicherzustellen

## Wie bezeichnet man den Unterschied zwischen Höchst- und Mindestmaß?

- Toleranz

## Wie können Toleranzen eingeteilt bzw. unterschieden werden?

- Maßtoleranzen (beziehen sich auf Längen- und Winkelmaße)
- Form- und Lagetoleranzen (beziehen sich z.B. auf Ebenheit oder Rechtwinkligkeit)

## Maßtoleranzen werden eingeteilt in:

- Allgemeintoleranzen
- Freigewählte Toleranzen
- ISO-Toleranzen

## Wann gilt für ein Werkstück die Allgemeintoleranz für Längenmaße?

- Sie gilt dann, wenn auf der Zeichnung keine andere Toleranz für das Maß angegeben ist und auf die Allgemeintoleranz im Plan hingewiesen wurde.

## Welche Allgemeintoleranzklassen für Längenmaße gibt es?

- fein (f)
- mittel (m)
- grob (c)
- Sehr grob (v)

## Wie kannst du die Abmaße für die Allgemeintoleranz ermitteln?

- Aus Tabellen (Tabellenbuch)  
Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768-1 (bzw. ISO 22081 bei digitaler Fertigung)

**Tabelle 1 Grenzabmaße für Längenmaße**

Toleranz- klasse	Grenzabmaße in mm für Nennmaßbereich in mm									
	< 0,5	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	über 4000 bis 8000
f (fein)		± 0,05	± 0,05	± 0,10	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-	-
m (mittel)	siehe unten	± 0,10	± 0,10	± 0,20	± 0,30	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3
c (grob)		± 0,20	± 0,30	± 0,50	± 0,80	± 1,2	± 2,0	± 3,0	± 4	± 5
v (sehr grob)		-	± 0,50	± 1,00	± 1,50	± 2,5	± 4,0	± 6,0	± 8	± 12

Allgemeintoleranzen nach ISO 2768-1

aus: <https://sennrichag.ch/din791.html#>

## Wie kannst du die Abmaße der frei gewählten Toleranz ermitteln?

- Sie kann direkt aus der Zeichnung entnommen werden.

## Was versteht man unter dem Nennmaß N?

- Das Nennmaß N ist das in der Zeichnung genannte Maß.

## Durch welche Maße wird die Größe der Toleranz festgelegt?

- obere Abmaß
- untere Abmaß

## Was versteht man unter Grenzabmaßen?

- Grenzabmaße sind das Höchst- und Mindestmaß von Bauteilen.

## Wie berechnet sich das Höchstmaß?

- Nennmaß plus oberes Abmaß

## Wie berechnet sich das Mindestmaß?

- Nennmaß minus unteres Abmaß

## Erkläre den Unterschied Nennmaß - Istmaß?

- Das Istmaß I ist das tatsächliche Maß des Werkstückes.

**BEISPIEL:** Höchstmaß, Mindestmaß und Istmaß

Die Vorgabe für ein Werkstück lautet:  $65^{+0,2}_{-0,1}$

**Was bedeutet in der Werkstückzeichnung 65 mm?**

- Dies ist das Nennmaß N.

**Was bedeutet in der Werkstückzeichnung 65+0,2 mm?**

- + 0,2 mm bezeichnet man als oberes Abmaß  
Das Werkstück darf höchstens eine Größe von 65,2 mm haben (= Höchstmaß).

**Was bedeutet in der Werkstückzeichnung 65-0,1 mm?**

- - 0,1 mm bezeichnet man als unteres Abmaß  
Das Werkstück muss mindestens eine Größe von 64,9 mm haben (= Mindestmaß).

**Nenne drei möglich Istmaße, die innerhalb dieser Toleranzen liegen?**

- z.B.: 64,95 mm, 65 mm, 65,15 mm

**In der Zeichnung steht für die Maße ohne Toleranzangabe der Hinweis: ISO 2768 – m.**

**Ermittle für die folgenden Maße die Toleranz und die Grenzmaße?** (Tabelle in Frage 29)

- 5 mm: Die Toleranz ist 0,1 mm. Die Grenzmaße sind 4,9 mm und 5,1 mm.
- 45 mm: Die Toleranz ist 0,3 mm. Die Grenzmaße sind 44,7 mm und 45,3 mm.

**Wodurch können beim Messen von Längen Fehler auftreten?**

- wenn sich auf dem Werkstückkanten Grate befinden und/oder die zu messenden Flächen nicht sauber sind
- wenn die Messzeuge zu lange mit bloßen Händen gehalten werden (die Messwerkzeuge dehnen sich durch die Handwärme aus)
- wenn warm oder sehr kalt gewordene Werkstücke gemessen werden
- wenn die Messung nicht bei Normaltemperatur (20°C) erfolgt

## Erweiterungsbereich

### Auf welche Größen beziehen sich Maßtoleranzen?






- Längenmaße und Winkelmaße

### Auf welche Größen beziehen sich Form- und Lagetoleranzen?

- Form, Ebenheit, Lage, Rechtwinkeligkeit

### Oberflächenrauheit und Oberflächenbeschaffenheit!

#### Was bedeuten die folgenden Symbole/Oberflächenangaben?

	Das Grundsymbol für die Werkstückoberfläche besteht aus 2 Linien, die jeweils im 60° Winkel zur Grundlinie angeordnet sind. Das Grundsymbol soll nur verwendet werden, wenn du die Bedeutung des Grundsymbols durch eine zusätzliche Wortangabe genauer erläuterst.
	<b>Durch einen zusätzlichen Querstrich wird eine materialabtragende (spanende) bearbeitete Oberfläche gekennzeichnet.</b>
	<b>Kennzeichnung einer Oberfläche, für die eine materialabtrennende Bearbeitung nicht zulässig ist, bzw. das Werkstück im Ursprungszustand belassen werden soll. Beispiel: Gussrohling, der an der Außenfläche nicht weiterbearbeitet werden soll.</b>
	Für zusätzliche Oberflächenangaben wird am längeren Schenkel des Grundsymbols eine zusätzliche Linie hinzugefügt.
	Hat das Bauteil einen geschlossenen Außenriss und ist die Oberflächenbeschaffenheit des gesamten Teils identisch, so erhält das Symbol einen zusätzlichen Kreis.

#### Warum sollen diese in der technischen Zeichnung angeführt werden?

- Die Oberflächenangaben dienen dazu, deinem Lieferanten mitzuteilen, welche Oberflächenrauheit und welche Bearbeitungsverfahren zulässig sind. Jeder Konstrukteur und technischer Zeichner ist angehalten, Zeichnungsangaben nur normgemäß durchzuführen.

#### Was ist eine Passung?

- Passungen treten dann auf, wenn man zwei mit Toleranzen versehene Bauteile zusammenfügt

#### Welche Arten von Passungen gibt es?

- Spielpassung, Übergangspassung, Übermaßpassung

# SPANABHEBENDE FERTIGUNG – ANREIßEN und KÖRNEN

Mindestanforderungsbereich

## Welche Aufgabe erfüllt das Anreißen?

- Beim Anreißen werden die Maße von der Zeichnung auf das Werkstück übertragen.

## Was versteht man unter Anreißen?

- Unter Anreißen versteht man das Anzeichnen der Bearbeitungslinien auf dem zu fertigenden Werkstück. Als Vorlage für das Auftragen der Bearbeitungsmaße dient die Werkzeichnung.

## Welche Werkzeuge werden zum Anreißen verwendet?

- Anreißnadel, Anschlagwinkel, Zentrierwinkel, Höhenreißer, Spitzzirkel

## Welche Anforderungen müssen beim Anreißen erfüllt werden?

- Die Werkstückoberfläche muss sauber und unbeschädigt sein.
- Die Maße müssen möglichst genau übertragen werden.
- Die Risslinien sind gut sichtbar anzubringen.
- Es dürfen keine Doppellinien entstehen.

## Wie können Risslinien deutlich sichtbar gemacht werden?

- Anreißlack, Edding

## Zähle einige Anreißwerkzeuge auf!

- Anreißnadel
- Spitzzirkel
- Körner
- Höhenreißer
- Parallelreißer
- Metallstreichmaß
- Stangenzirkel
- Anreißplatte
- Stahllineal und Anschlagwinkel

## Wofür wird der Körner verwendet?

- Körner dienen zum Kennzeichnen von Lochmittelpunkten und von Risslinien (vor allem an gekrümmten Flächen).

### **Warum wird gekörnt?**

- Zur Erleichterung des Anbohrens
- Um Risslinien an Krümmungen besser zu kennzeichnen

### **Wie funktioniert das Körnen?**

- Kegelspitze prüfen (zentrisch und spitz [90°]).
- Werkstück auf feste Unterlage legen.
- Körner mit allen Fingern halten.
- Spitze wird auf den Schnittpunkt schräg angesetzt.
- Handkante liegt, zur besseren Führung, auf dem Werkstück.
- Den Körner anschließend aufrichten (Spitze bleibt am Werkstück).
- Einmal schlagen.



# SPANABHEBENDE FERTIGUNG – FEILEN

Mindestanforderungsbereich

## Wozu dient die Feile?

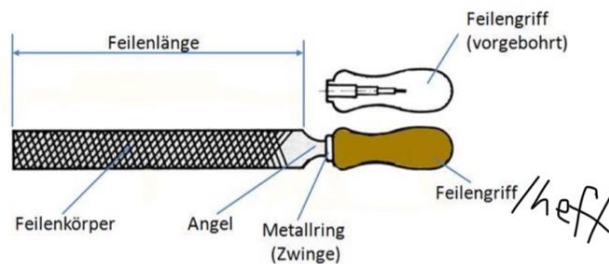
- Zweck ist die Spanabnahme zur Herstellung von ebenen, winkligen, gekrümmten Flächen.

## Was kann durch Feilen hergestellt werden?

## Für welche Aufgaben (Tätigkeiten) werden Feilen verwendet?

- Passarbeiten
- Reparaturarbeiten
- Entgratarbeiten

## Benennen Sie die Teile der abgebildeten Feile!



aus: <https://www.chegg.com/flashcards/fertigungsverfahren-und-werkstoffe-e0b91c74-9509-4c19-a27c-4b6a2b511ca8/deck>

## Nach welchen Kriterien werden Feilen ausgewählt?

- Bei der Auswahl achtet man vor allem auf die **Größe** (Länge) der Feile, auf ihre **Form** und ihre **Hiebart**.

## Nenne verschiedene Feilenarten! Wie kannst du sie einteilen?

- Größe/Länge: Armfeilen, Handfeilen, Schlüsselfeilen, Nadelfeilen
- Form: Flachfeile, Vierkantfeile, Dreikantfeile, Rundfeile, Halbrundfeile, ...
- Hiebart: Einhiebfeilen, Kreuzhiebfeilen, Raspelhiebfeilen
- Hiebteilung: Schruppfeile, Halbschlichtfeile, Schlichtfeile, Feinschlichtfeile

### Welche Hiebarten gibt es?

- Einhieb: für weiche Werkstoffe (Aluminium)
- Kreuzhieb (bestehend aus Ober- und Unterhieb): für harte Werkstoffe (Stahl, Gusseisen, Messing, Kunststoffe)
- Pocken- oder Raspelhieb: für Holz, Leder
- Gefräste Schrägverzahnung mit Spanbrechernuten

### Welche Regel gilt bei der Auswahl?

- Weicher Werkstoff oder Schruppen: grober Hieb, große Hiebteilung und kleine Hiebnummer
- Harter Werkstoff oder Schlichten: feiner Hieb, kleine Hiebteilung und große Hiebnummer

### Welche Vorteile hat ein Kreuzhieb?

- Der Vorteil am Kreuzhieb ist, dass er nicht nur die Späne abtransportiert, sondern auch bricht. Es erfolgt ein gleichmäßiger Werkstoffabtrag.
- Riefenbildung und einseitiges Feilen werden vermieden.

### Welche Querschnittsformen von Feilen kennst du?

- |                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| • Flachfeile    | Dreikantfeile       |
| • Vierkantfeile | Halbrundfeile       |
| • Rundfeile     | Messerförmige Feile |



aus: *Bartenschlager, etc: Metalltechnik Grundbildung, 7. überarbeitete Auflage, S. 75*

### Wie wird eine Feile gereinigt?

- mit der Feilenbürste und/oder Messingblech in Richtung des Oberhiebes

### Welche Haltung ist beim Feilen einzunehmen?

- Richtige Höhe des Schraubstockes (5 cm unter dem Ellbogen)
- Fußstellung: Beim Feilen wird eine seitliche Schrittstellung eingenommen. Das Gewicht lastet auf dem vorderen, linken Fuß (bei Rechtshändern).
- Feilbewegung erfolgt aus den Armen, nicht aus dem Oberkörper.

### **Nenne wichtige Arbeitshinweise beim Feilen!**

- Richtiges Einspannen: mittig und so niedrig bzw. so kurz wie möglich.
- Zum Schutz bereits bearbeiteter Flächen Schutzbacken verwenden.
- Beim Feilen von Flächen den Kreuzstrich anwenden (kreuzweise feilen).
- Die Feile mit gleichmäßigem Druck vorwärts schieben!
- Die ganze Feilenlänge ausnutzen und stets in Längsrichtung führen.
- Schlichtfeilen erst bei weniger als 0,2 mm Abnahme oder für die abschließende Oberflächenbehandlung verwenden.
- Die zu bearbeitende Fläche nicht mit den Fingern berühren. Es bildet sich ein Fettfilm.

### **Unfallverhütung beim Feilen – worauf muss man achten?**

- Das Feilenheft muss in seiner Größe an das Feilenblatt angepasst sein.
- Feile auf guten Sitz des Feilenblattes prüfen.
- Nie ohne Feilenheft arbeiten.
- Lockere Feilen können zu Handverletzungen führen.
- Gebrochene Feilenhefte sofort austauschen.
- Feilen nicht aufeinanderschlagen (Der Hieb ist gehärtet und wird dadurch spröde).
- Schlüsselfeilen brechen leicht bei unsachgemäßer Handhabung.
- Feilenspäne nicht wegblasen (Augenverletzung).
- Auf richtige und ausreichende Beleuchtung achten.

# SPANABHEBENDE FERTIGUNG – SÄGEN

Mindestanforderungsbereich

**Skizziere eine Handsäge und beschrifte sie!**



aus: <https://www.conrad.at/de/p/bahco-320-320-metallsaegebogen>

**Was versteht man unter Sägen?**

- Sägen ist ein spanendes Arbeitsverfahren mit kreisförmiger oder geradliniger Schnittbewegung.

**Wozu dient das Sägen?**

- Sägen wird vorwiegend zum Trennen von Werkstücken und zum Einschneiden von Nuten verwendet.

**Was weißt du über das Sägeblatt?**

- Das Sägeblatt wird aus unlegiertem Werkzeug- oder Schnellschnittstahl hergestellt und ist in Bi-Metall-Technik aufgebaut.
- Sägeblätter besitzen viele kleine, hintereinander angeordnete Zähne mit geringer Schnittbreite. Die Sägezähne sind zusätzlich gehärtet.

**Worauf ist beim Einspannen des Sägeblattes zu achten?**

**In welche Richtung müssen die Zähne des Sägeblattes zeigen?**

- In Vorschubrichtung; Die Zähne des Sägeblattes müssen in Stoßrichtung (vom Körper weg) zeigen.

**Wie wird bei der Auswahl der Sägeblätter vorgegangen?**

- kleine Zahnteilung – harte oder dünnwandige Werkstoffe
- große Zahnteilung – weiche Werkstoffe oder große Eingriffslänge

**Was versteht man unter der Zahnteilung?**

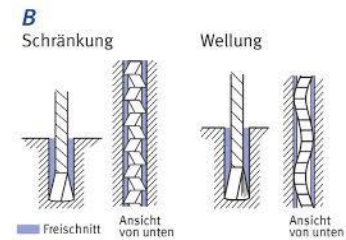
- Der Abstand von Zahnspitze zu Zahnspitze in mm wird Zahnteilung genannt.
- Die Größe der Zahnteilung wird von der Anzahl der Zähne pro 25,4 mm (1 Inch) Sägeblattlänge bestimmt.

### Was versteht man unter dem Freischnitt?

- Während der Sägearbeit entsteht Wärme durch Reibung. Die Ausdehnung des Materials kann zum Klemmen des Sägeblattes führen.
- Dieses Klemmen wird durch den Freischnitt verhindert. Die Schnittfuge muss breiter sein als die Dicke des Sägeblattes.

### Beschreibe das Freischneiden des Sägeblattes! Wodurch erreicht man es?

- Durch Schränken der Zähne (geschränkte Sägeblätter)  
Unter Schränken versteht man das nach links und rechts abwechselnde Ausbiegen der Sägezähne.
- Durch Wellen der Zähne (gewellte Sägeblätter)  
Anwendung: oft bei feiner Zahnteilung



aus:

[https://www.bghm.de/fileadmin/user\\_upload/Arbeitsschuetzer/Praxishilfen/Arbeitsschutz\\_Kompakt/PDF/013-AsK-Handbuegelsaege.pdf](https://www.bghm.de/fileadmin/user_upload/Arbeitsschuetzer/Praxishilfen/Arbeitsschutz_Kompakt/PDF/013-AsK-Handbuegelsaege.pdf)

### Wie kann das „Abrutschen“ beim Ansetzen des Sägeblattes verhindert werden?

- Zur besseren Führung des Sägeblattes und um das „Abrutschen“ zu verhindern, soll beim Ansägen eine Führungskerbe mit der Dreikantfeile dicht neben der Risslinie in das „Abfallstück“ gefeilt werden. Die Risslinie muss beim Sägen sichtbar bleiben.

### Nenne und beschreibe Arbeitsregeln beim Sägen von Hand!

- Beim Sägen darf das Werkstück nicht federn, es wird kurz und straff eingespannt. Spanne es auch immer links in den Schraubstock. Nur so werden Verletzungen der linken Hand vermieden.
- Sägeblatt straff einspannen; Zähne müssen in Stoßrichtung zeigen.
- Die Schnittstelle wird mit einer Dreikantfeile angefeilt oder erfolgt mit nach vorne geneigter Säge. Die Säge greift sofort an und verläuft nicht. Das Ansägen der vorderen oder hinteren Werkstückkante muss unter flachem Winkel erfolgen.
- Die Sägebewegung erfolgt aus den Armen heraus, sie wird durch die entsprechende Körperbewegung unterstützt. Dazu wird eine seitliche Schrittstellung eingenommen.
- Während der Vorwärtsbewegung wird gleichmäßig Druck auf das Sägeblatt ausgeübt, der Rückhub erfolgt ohne Druck.

Es soll die ganze Länge des Sägeblattes ausgenutzt werden und die Säge darf nicht verkanten, da sonst Zähne ausreißen und das Sägeblatt reißen kann.

- Kurz vor dem Durchsägen ist der Schnittdruck zu vermindern, damit die Zähne nicht ausbrechen.

# SPANABHEBENDE FERTIGUNG – BOHREN

Mindestanforderungsbereich

## Welche Bewegungen treten beim Bohren auf?

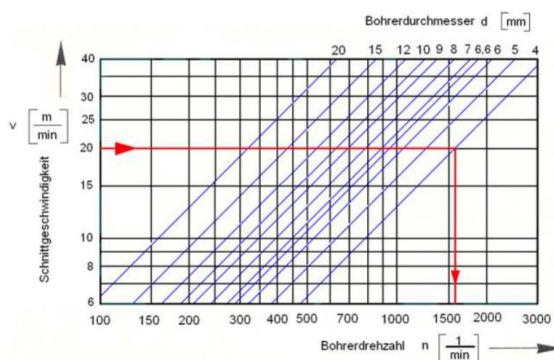
- Kreisförmige Schnittbewegung
- Geradlinige Vorschubbewegung

## Nach welchen Kriterien richtet sich die Schnittgeschwindigkeit $v_c$ und welche Einheit besitzt sie?

- Bohrertyp, Bohrerdurchmesser bzw. Bohrverfahren
- Geforderte Arbeitsqualität
- Einheit: m/min
- Werkstoff des Werkstückes
- Werkstoff des Werkzeuges
- Standzeit
- Zustand der Maschine (Stabilität)
- Bearbeitungsart (schruppen oder schlichten)
- Kühlschmierung

## Wie kann man die zulässige Drehzahl ermitteln?

- Durch Berechnung
- Durch Ablesen aus einem Drehzahlschaubild



aus: <https://docplayer.org/110153898-Kursinformationen-g-met-12.html>

## Von welchen Faktoren hängt der Vorschub $f$ ab?

- Werkstoff
- Schneidstoff
- Durchmesser des Bohrers
- Bohrtiefe
- Bauweise bzw. Beschaffenheit des Werkstückes und dessen Aufspannung
- Einheit mm/U

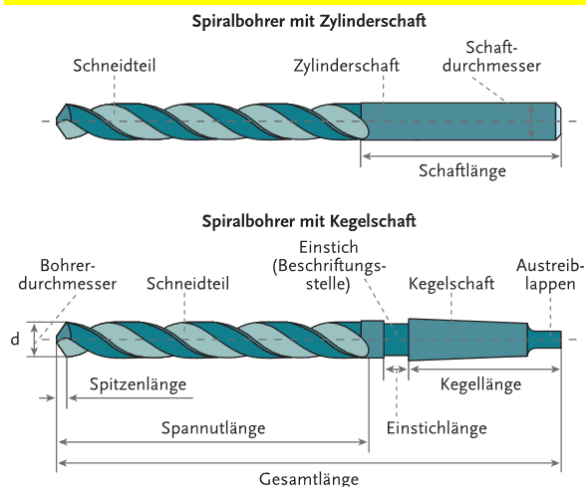
### Welche Aufgaben haben Kühl- und Schmierstoffe beim Bohren?

- die Reibung minimieren
- die entstehende Wärme abführen
- die Spanabfuhr erleichtern
- Standzeit des Bohrers verlängern

### Wie stellst du eine geeignete Bohröl-Emulsion her?

- Mischung aus neun Teilen Wasser und einem Teil Bohröl

### Aus welchen Teilen besteht im Wesentlichen der Spiralbohrer?



aus: Chodura u.a., Fachkunde Metall PTS, S. 54

### Warum gibt es unterschiedliche Spitzenwinkel an Spiralbohrern?

- Unterschiedliche Materialien erfordern unterschiedliche Spitzenwinkel.

### Nenne Vorteile des Spiralbohrers!

- Er hat günstige Winkel an der Schneide.
- Der Durchmesser bleibt beim Nachschleifen gleich.
- Gute Führung im Werkstück.
- Er lässt sich gut einspannen.
- Es ist eine gute Kühlmittelzufuhr möglich.
- Späne werden selbsttätig aus dem Bohrloch abgeführt.

### Worauf sollst du beim Einspannen des Bohrers achten?

- Der Bohrer soll bis zum Anschlag in das Bohrfutter geschoben werden.
- Der Bohrer muss fest und zentrisch eingespannt werden.
- Der Rundlauf muss danach geprüft werden. Der Bohrer darf nicht schlagen.
- Der Bohrerschaft bzw. Bohrermorsekegel ist vor dem Einspannen zu überprüfen.

## **Arbeitsregeln beim Bohren!**

- Werkstücke sind fest einzuspannen (Maschinenschraubstock)
- Kontrolliere, ob die Spindeldrehzahl, der Vorschub und der Bohrerdurchmesser den festgelegten Bedingungen entsprechen
- Beim Bohren ist stets eine enganliegende Kleidung zu tragen - lose Kleidungsstücke können sich an der Bohrspindel fangen. Beim Bohren sind Schutzbrillen und falls erforderlich Kopfbedeckungen oder Haarnetze zu verwenden
- Bevor große Bohrungen vorgenommen werden, ist vorzubohren
- Beim Bohren auf die Spanabfuhr aus dem Bohrloch achten; Bei tiefen Löchern ist der Bohrer mehrmals aus dem Bohrloch zu heben, um die Späne sicher aus dem Bohrloch auszuwerfen.
- Die Kühlmittelzufuhr beginnt bereits vor dem Auftreffen des Bohrers auf dem Werkstück.
- Beim Durchkommen der Bohrerspitze vorsichtig und mit Gefühl bohren. Die durchbrechenden Schneidkanten können einhaken und brechen. Beim Durchkommen sind auch die Drehkräfte am größten, daher achtgeben, dass der Werkstückträger gut gehalten wird.
- Haarnetz und/oder Kappe

## **Welche Arten von Bohrmaschinen gibt es? (Bauarten)**

- Handbohrmaschinen (elektrisch angetrieben oder Akkugerät)
- Tischbohrmaschinen
- Säulenbohrmaschinen
- Bearbeitungszentren



## Erweiterungsbereich

### Wie lautet die Formel zur Berechnung der Drehzahl?

- Um die Drehzahl berechnen zu können, benötigst du den Bohrerdurchmesser und die Schnittgeschwindigkeit  $V_c$ , die sich aus Tabellen ermitteln lässt.

Formel zum Berechnen der Drehzahl:	Wichtigste Schnittgeschwindigkeiten:
<i>(Schnittgeschwindigkeit x 1000) geteilt durch (Bohrerdurchmesser x 3,14)</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Baustahl ST33-34: <math>V_c=24</math> m/min</li><li>• Baustahl ST52-70: <math>V_c=15</math> m/min</li><li>• Edelstahl 42CrMo4: <math>V_c=12</math> m/min</li><li>• Aluminium: <math>V_c=40 - 60</math> m/min</li><li>• Holz: <math>V_c=40-60</math> m/min</li><li>• Gusseisen: <math>V_c=17</math> m/min</li></ul>
<i>In Variablen <math>n = (V_c \times 1000) / (d \times \pi)</math>.</i>	
<b>Beispiel:</b> $(24 \text{ m/min} \times 1000) : (8,5 \text{ mm} \times 3,14)$ = ca. 900 U/min	

aus: <https://www.woodstoneart.de/drehzahl-beim-bohren-berechnen-faustformel-und-formel/>

### Was versteht man unter der Standzeit des Bohrers?

- Mit Standzeit wird die durchgehende Verwendungszeit eines Werkzeuges in Minuten vom Schleifen bis zum Unbrauchbarwerden der Schneide (Abstumpfen) bezeichnet.

### Bezeichne die Flächen und Schneiden am abgebildeten Spiralbohrer?



aus: Chodura u.a., Fachkunde Metall PTS, S. 54

### Welchen Spitzenwinkel weist ein Spiralbohrer für Stahl und Grauguss auf?

- 118°

### Welchen Spitzenwinkel weist ein Spiralbohrer für weiche und zähe Werkstoffe, wie Aluminium auf?

- 130°, langgedrallt (bis 45° Drallwinkel)

# SPANABHEBENDE FERTIGUNG – SENKEN

## Mindestanforderungsbereich

### Was verstehst du unter dem Arbeitsverfahren Senken?

- Senken ist ein Bohrverfahren mit mehrschneidigen Werkzeugen zur Erzeugung von Kegelflächen in vorhandenen Bohrungen.

### Wie soll die Drehzahl beim Senken gewählt werden?

- Kleine Drehzahl – Richtwert 100 1/min.
- $V_c$  sollte auf ca.  $\frac{1}{4}$  der jeweiligen Bohrgeschwindigkeit eingestellt werden.

### Warum wird beim Senken eine niedrigere Bohrerndrehzahl gewählt?

- Man senkt mit verminderter Drehzahl, um Rattermarken an der Senkung zu vermeiden.
- Neuere Senker haben durch ungleiche Schneidteilung (Winkelteilung) keine Rattermarken mehr.

### Wofür wird der Kegelsenker verwendet?

- zum Entgraten von Bohrungen
- zum Senken von kegelförmigen Schrauben- und Nietsenkungen.

## Erweiterungsbereich

### Welche drei Möglichkeiten zu Senken gibt es?

- Planansenzen
- Planeinsenzen
- Profilsenzen

### Zähle Senkwerkzeuge auf und gib deren Verwendungszweck an!

- Flachsenker: Planansenzen und Planeinsenzen
- Kegelsenker: Profilsenzen von kegeligen Schrauben- und Nietensenkungen, Entgraten
- Zapfensenker: Planeinsenzen
- Spiralsenker: Aufbohren vorgebohrter, vorgestanzter Löcher
- Stufenwerkzeuge: mehrere Senkungen in einem Arbeitsgang
- Rückwärtssenker: Bearbeitung rückwärtiger Senkungen

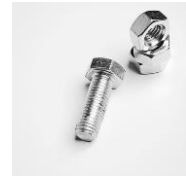
# SPANABHEBENDE FERTIGUNG – GEWINDE

Mindestanforderungsbereich

**Wie können Gewinde eingeteilt werden?**

**Nach welchen Kriterien werden sie unterschieden?**

- Nach der Lage: Außengewinde (Bolzen), Innengewinde (Mutter)
- Nach dem Verwendungszweck (Befestigungsgewinde, Bewegungsgewinde)
- Nach dem Drehsinn (rechtsgängig, linksgängig)



aus: <https://pixabay.com>

**Welche Arten der Gewindeherstellung kennst du?**

- Innengewinde (Muttergewinde) – Gänge werden an der Innenwand einer Bohrung geschnitten
- Außengewinde (Bolzensgewinde) – Vertiefungen (Gänge) werden außen um einen Zylinder geschnitten

**Welche Arten von Gewindebohrern gibt es?**

Handgewindebohrersatz (3-teilig):  
Vorschneider: 1 Ring  
Mittelschneider: 2 Ring  
Fertigschneider: kein Ring

Maschinengewindebohrersatz: Schneiden eines Gewindes in einem Schnitt

**Welches Werkzeug benötigt man zum Schneiden eines Außengewindes?**

Schneideisen und Schneideisenhalter

**Was bedeutet M10 x 0,5?**

- es handelt sich um ein metrisches Feingewinde
- Nenndurchmesser 10 mm
- Steigung 0,5 mm
- Kernlochbohrdurchmesser  $\varnothing$  8,5 mm (Faustregel: Nenndurchmesser minus Steigung)

**Welche Kernlochbohrung musst du für ein M8 Gewinde durchführen?**

**Wo findest du den Bohrdurchmesser?**

- $\varnothing$  6,8 mm
- Man findet die Angaben in einer Tabelle (z.B. auf dem Messschieber).

Suche aus dem Tabellenbuch die fehlenden Werte für die folgenden Gewinde:

Bezeichnung Nenn Durchmesser (mm)	Steigung (mm)	Bohrerdurchmesser (mm)	Kerndurchmesser (mm)
M3	0,5	2,5	2,46
M5	0,8	4,2	4,13
M6	1	5	4,92
M8	1,25	6,8	6,65
M12	1,75	10,2	10,11

Bezeichnung Nenn Durchmesser (mm)	Steigung (mm)	Bohrerdurchmesser (mm)	Kerndurchmesser (mm)
M3		2,5	
M5	0,8		
M6			4,92
M8	1,25		
M12		10,2	

## Erweiterungsbereich

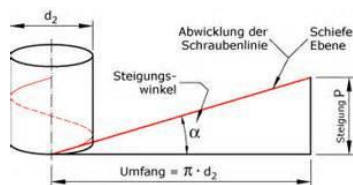
### Was versteht man unter einem Gewinde?

- Wird ein rechtwinkeliges Dreieck um einen Zylinder gewickelt, so bildet sich eine Schraubenlinie. Der einmalige Gang einer eingearbeiteten Nut um den Zylinder wird Gewindegang genannt.

### Nach welchen Kriterien kann man Gewinde *noch* unterscheiden?

- nach der Lage, Verwendungszweck, Drehsinn (siehe Frage 1)
- nach dem Gewindeprofil: Spitzgewinde (z.B.: Metrisches ISO-Gewinde: M12)  
Trapez-, Sägen-, Rund- und Flachgewinde
- nach der Gängigkeit: ein- und mehrgängige Gewinde

### Was verstehst du unter dem Begriff Steigung (P)?



aus: <https://online-schrauben.de/shop/Gewindearten?chapter=3>

- Unter Steigung (P) oder Ganghöhe versteht man den in achsialer Richtung zurückgelegten Weg der Gewindespirale.

# FÜGEN – VERBINDUNGSARTEN

Mindestanforderungsbereich

## Welche Arten von Verbindungen kannst du unterscheiden?

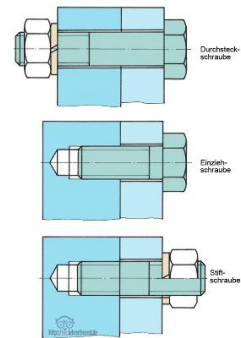
- Lösbare Verbindungen
- Unlösbare Verbindungen

## Nenne Beispiele für lösbare und unlösbare Verbindungen.

- Lösbare Verbindungen: Schrauben, Stiften, Keilen
- Unlösbare Verbindungen: Nieten, Schweißen, Löten, Kleben

## Wie können Schraubverbindungen ausgeführt werden?

- Durchsteckschraube (Schraube, Mutter, Sicherungselement)
- Einziehschraube (Schraube und Sicherungselement)
- Stiftschraube



aus: <https://www.lehrerfreund.de/technik/1s/verbindungstechnik-schraubverbindungen-11/4223>

## Wodurch unterscheiden sich Schrauben?

Sie unterscheiden sich durch Kopfform, Schaftabmessungen, Gewindeform, etc.

## Was sind die gebräuchlichsten Schrauben (nach den Kopfformen)?



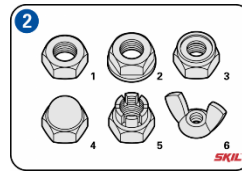
## Was sind die gebräuchlichsten Schrauben (nach den Antriebsformen/Schlitzformen)?

Phillips	Pozi	TORX®	Schlitz	Sechskant	Innensechskant Imbus

aus: <https://www.rueggeberg-schrauben.de/kopf-und-antriebsformen.php>

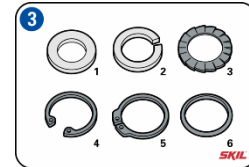
### Was sind die gebräuchlichsten Muttern?

- 1 Sechskantmutter, Ringmutter
- 3 Kontermutter (meist Halbe Muttern)
- 4 Hutmutter, 5 Kronenmutter, 6 Flügelmutter



### Was sind die gebräuchlichsten Schraubensicherungen?

- 1 Spannscheibe (Unterlegscheibe, Beilagscheibe), 2 Federring,
- 3 Zahnscheibe, 4/5 Sicherungsscheiben, 6 O-Ring



aus: <https://www.skil.de/schritt-fur-schritt-anleitungen/schrauben-in-metall.html>

### Wozu wird der Schraubendreher verwendet?

Dieser (auch Schraubenzieher genannt) wird zum Schrauben, Festziehen und Lösen von Schrauben verwendet.

Weiters gibt es: Maul-, Ring-, Steckschlüssel, Sechskant-Stiftschlüssel (Inbusschlüssel)

### Welche grundlegenden Nietverbindungen/Nietformen kennst du?

Vollniet und Blindniet

### Wo finden Nietverbindungen heute noch Verwendung?

- Im Leichtmetallbau, insbesondere in der Flugzeugindustrie (für einen Airbus benötigt man z.B. über 2 Millionen Nieten).
- Kran- und Brückenbau: Feste Nietverbindungen
- Behälterbau (bei Silos): Dichte Nietverbindungen

Im Maschinenbau wird das Nieten fast vollständig durch Schweißen ersetzt.

Nieten gewinnt wieder an Bedeutung.

Vorteil z.B. keine Änderung der Werkstoffeigenschaften

### Warum soll ein Niet aus den gleichen Werkstoffen bestehen, als die zu verbindenden Teile?

Um einer Korrosion oder elektrochemischen Korrosion und einer Lockerung durch ungleiche Wärmeausdehnung vorzubeugen.

## Erweiterungsbereich

### Beschreibe den Blindniet (Dornniet, POP-Niet) genauer?

- Er ist eine spezielle Form von Niet. Er besteht aus einer Niethülse mit Setzkopf und dem kugeligen Nietdorn.
- Der Blindnietvorgang erfordert nur den Zugang zu einer Seite der verbindenden Bauteile.

aus: Chodura u.a., *Fachkunde Metall PTS 2. Auflage 2021, S. 100*



Nietzange



Blindniete vor und nach Nietvorgang

### Arbeitsregeln beim Blindnieten!

- Nietstelle anreißen, körnen, bohren, entgraten.
- Niete rechtwinkelig in die Bohrung einführen und etwas über die zu verbindenden Teile stehen lassen.
- Nietzange über den Nietdorn schieben und den Zangenkopf auf die Niete pressen.
- Schenkel der Nietzange langsam und gleichmäßig zusammenpressen.
- Nietzange nachsetzen und wieder zusammenpressen bis der Dorn bricht.

### Voraussetzung für eine gute Lötverbindung ist, dass das flüssige Lot den Grundwerkstoff benetzt. Wann wird eine gute Benetzung erreicht?

- Wenn der Grundwerkstoff mit dem Lot eine Legierung bilden kann, die Lötstelle metallisch rein ist und Werkstücke und Lot genügend erwärmt werden.

### Lötverfahren und Arbeitstemperatur sind voneinander abhängig.

#### Welche Lötverfahren sind gemeint?

- Weichlöten: unter 450° mit Flussmittel
- Hartlöten: Über 450° mit Flussmittel, unter Schutzgas oder Vakuum
- Hochtemperaturlöten: über 900° unter Schutzgas oder Vakuum

#### Was ist Weichlöten?

- Ein Verfahren zum Verbinden gleicher oder verschiedener Metalle in festem Zustand mit Hilfe eines leicht schmelzenden Zusatzwerkstoffes (Lots) unter Einfluss von Wärme.

#### Wann wird das Weichlöten angewandt?

- Wenn an die Belastung keine hohen Anforderungen gestellt werden, die Verbindung aber dicht und leitfähig sein soll.



### **Was sind die Legierungsbestandteile der Weichlote?**

- Weiche Metalle wie Zinn und Blei, sowie geringe Anteile von Kupfer, Antimon und Silber.

### **Welche Aufgaben haben die Flussmittel?**

- Sie halten die Luft ab, lösen leichte Oxidschichten vom Werkstück und setzen die Oberflächenspannung des Lotes herab (gute Benetzbarkeit).

### **Wie vollzieht sich der Lötvorgang beim Weichlöten?**

- Er vollzieht sich in drei Stufen:
- Benetzen: Flüssiges Lot benetzt das erwärmte Werkstück
- Fließen: infolge der Kapillarwirkung (Saugwirkung) füllt es den Lötspalt
- Verbinden: Es diffundiert (dringt ein) in den Grundwerkstoff → Legierung

### **Wie groß soll beim Weichlöten der Lötspalt sein?**

- zwischen 0,05 mm und 0,2 mm

### **Was ist Hartlöten?**

- Ein Verfahren zum Verbinden gleicher oder verschiedener Metalle in festem Zustand mit Hilfe eines leicht schmelzenden Zusatzwerkstoffes (Lotes) unter Einfluss von Wärme. Der Schmelzpunkt des Lotes muss auch hier unterhalb des Schmelzpunktes der zu verbindenden Metalle liegen.

### **Wie vollzieht sich der Lötvorgang beim Hartlöten?**

- Wie beim Weichlöten in drei Stufen: Benetzen, Fließen, Verbinden

### **Welche Hartlotarten gibt es?**

- Kupferlote: für Hartmetallschneidplatten, Stahl, Kupfer und Nickellegierungen
- Silberhaltige Hartlote: für Stahl, Kupfer, Nickel und deren Legierungen
- Phosphorhaltige Hartlote: für Kupfer, nickelfreie CU-Legierungen aber nicht für Stahl

### **Welche Aufgaben haben beim Hartlöten die Flussmittel?**

- Oxidschicht entfernen, weitere Oxidation verhindern, gleichmäßiges Ausbreiten des Lotes gewährleisten
- Eine Oxidation kann hier auch durch Löten unter Schutzgas oder im Vakuum verhindert werden.

### **Nach der Art der Lotführung gibt es drei Löttechniken. Welche?**

- Löten mit angesetztem Lot (Lot auf das erwärmte Werkstück)
- Löten mit eingelegtem Lot (Lot wird zusammen mit dem Werkstück erwärmt)
- Tauchlöten (Werkstücke werden in einem Bad aus geschmolzenem Lot erwärmt)

**Welches Gas wird beim Gasschmelzschweißen (Autogenschweißen) meistens verwendet und warum?**

- Es wird meist Acetylen verwendet, da eine Temperatur bis zu 3200 °C möglich ist.

**Acetylenflaschen stehen unter 25 bar und Sauerstoffflaschen stehen unter hohem Druck.**

**Wie kann man den richtigen Arbeitsdruck erzielen?**

- Mit einem Druckminderer wird der Arbeitsdruck richtig eingestellt.

**Welche Sicherheitsvorkehrungen wurden getroffen, damit es beim Umgang mit den Gasen zu keinen Verwechslungen kommen kann?**

- Die Gasflaschen und Schläuche haben verschiedene Farben.
- Sauerstoff - weiß,  
Acetylen – kastanienbraun



aus: <https://www.seilnacht.com/news/gasfl.html>

**Was ist die Aufgabe des Schweißbrenners?**

- Er erhitzt die Werkstücke und den Zusatzwerkstoff auf die Schmelztemperatur.

**Was ist für die Auswahl der richtigen Größe des Schweißbrennereinsatzes ausschlaggebend?**

- Der Schweißbrennereinsatz wird nach den zu schweißenden Blechdicken ausgewählt.

**Wie findet man den richtigen Schweißstabdurchmesser?**

- Der Schweißstabdurchmesser ist entsprechend der Werkstoffdicke nach der Regel „halbe Werkstoffdicke plus 1“ zu wählen.

**Wie müssen die Werkstücke zum Schweißen vorbereitet werden?**

- Sie müssen an den Nahtstellen durch Bürsten oder Schleifen von Rost, Zunder, Farbe, Öl sowie Fett gereinigt werden. Verzinkte Werkstücke nur nach restlosem Entfernen der Zinkschicht schweißen.

**Welche Nahtarten gibt es?**

- Bördelnaht, I-Naht, Doppel-Kehlnaht, Ecknaht, Kehlnaht, V-Naht, U-Naht.

**Nach der Art der Brennerführung unterscheidet man 2 Schweißtechniken. Welche?**

- Nach-Links-Schweißen, Nach-Rechts-Schweißen

### Welche Arbeitskleidung ist beim Schweißen zu tragen?

- schwer entflammbare Kleidung (keine Kunststoffkleidung),
- Sicherheitsschuhe und nötigenfalls auch die richtige Kopfbedeckung (Schutzhelm);
- Schweißerbrille oder Schweißhelm (um Augenverletzungen zu vermeiden)



Schmelzschweißen mit Schutzmaske

aus: Chodura u.a., *Fachkunde Metall PTS 2. Auflage 2021, S. 102*

### Welche Arbeitsmittel sind beim Elektrolichtbogenschweißen erforderlich?

- Schweißstisch, Schweißstromquelle, Elektrodenhalter, Polanschlussklemme, Schlackenhammer, Sichtschuttschild mit Seitenschutz, entsprechende Arbeitskleidung

### Es gibt blanke und umhüllte Schweißelektroden.

#### Welche Aufgaben und Vorteile bringt die Umhüllung?

- Gase, die den Lichtbogen stabilisieren
- gegen die umliegende Luft abschirmen
- die abschmelzende Umhüllung bildet eine Schlacke
- die Schweißzone kühlt langsamer ab

#### Was ist für die Auswahl der richtigen Elektroden maßgebend?

- Elektrodendurchmesser, Umhüllung

**Die Schweißstromleistung beeinflusst die Aufschmelzung des Grundwerkstoffes und damit die Einbrandtiefe sowie die Elektrodenabschmelzleistung.**

#### Wie lautet die Faustregel zur Bestimmung der Schweißstromstärke?

- Kerndurchmesser mal 40 A: Schweißstromstärke

#### Wie groß darf der Lichtbogenabstand sein?

- Er darf höchstens gleich dem Kerndrahtdurchmesser der Elektrode sein!

#### Welche Schweißraupenformen gibt es?

- schmale Schweißraupe (Strichraupe)
- breitere Schweißraupe (Pendelraupe)

### **Woraus besteht eine Metall-Schutzgas-Schweißanlage?**

- Schweißstromquelle mit Schutzgasflasche
- Schlauchpaket mit Steuerleitung
- Schutzgasleitung
- Kühlwasservorlauf und -rücklauf
- Schweißstromleitung
- Elektrodendrahtzuführung
- Schweißbrenner
- Gas
- Drahtvorschub

### **Was bedeutet MIG-Schweißen und wofür wird diese Schweißung angewandt?**

- Es wird reaktionsträges (inertes) Schutzgas (Argon oder Helium) verwendet. Man verwendet diese Gase bei NE-Metallen, (Nicht-Eisen-Metalle), Al-Legierungen und zum Schweißen von hochlegierten Stählen.

### **Was bedeutet MAG-Schweißen und wofür wird diese Schweißung angewandt?**

- Man verwendet reaktionsfähige (aktive) Gase. CO<sub>2</sub> und Mischgase aus Argon mit CO<sub>2</sub> werden als Schutzgas verwendet.

### **Was bedeutet WIG-Schweißen?**

- Bei Wolfram-Schutzgasschweißen wird eine nicht abschmelzende Wolframelektrode verwendet. Als Schutzgas werden inerte Gase verwendet.

### **Wofür wird das WIG-Schweißen angewandt?**

- Das WIG-Gleichstromschweißen wird zum Schweißen von legierten Stählen und NE-Metallen eingesetzt.
- Das WIG-Wechselstromschweißen wird zum Schweißen von Leichtmetallen eingesetzt.

**Kleben ist ein stoffschlüssiges Verbinden gleicher oder verschiedener Stoffe. Es gehört zu den unlösbaren Verbindungen.**

**Wo finden Klebeverbindungen Anwendung?**

- Verbinden von Konstruktionsteilen
- Dichten von Fügeflächen
- Sichern von Schrauben
- breitere Schweißraupe (Pendelraupe)

**Nenne Vorteile von Klebeverbindungen!**

- Viele Werkstoffkombinationen sind möglich
- Verbindungen sind dicht
- Keine Gefügeveränderungen
- Gleichmäßige Spannungsverteilung
- Wenig Passarbeit

**Nenne Nachteile von Klebeverbindungen!**

- Geringe Dauerfestigkeit
- Geringe Warmfestigkeit
- Große Fügeflächen notwendig
- Die Aushärtung ist teilweise lang und kompliziert

**Nenne Arbeitshinweise. Wie klebe ich richtig?**

- Fügeflächen gut vorbereiten: fettfrei, sauber und trocken, leicht aufgeraut
- Den Klebstoff unmittelbar nach der Vorbehandlung auftragen.
- Klebstoffschicht soll dünn sein.
- Während der Aushärtungszeit dürfen die Teile nicht verrutschen.

# WERKSTOFFTECHNIK – ROHEISEN und STAHL

Mindestanforderungsbereich

## Erkläre den Unterschied zwischen Rohstoffen, Werkstoffen und Werkstücken!

- Rohstoffe findet der Mensch in der Natur vor.  
Sie müssen zunächst abgebaut werden.
- Werkstoffe sind bearbeitete Rohstoffe.  
Durch die Verarbeitung ändern sich ihre Eigenschaften oder ihre Form.
- Werkstücke sind fertig bearbeitete Werkstoffe, die vom Menschen genutzt werden.

## In welche zwei Hauptgruppen können die Metalle eingeteilt werden?

- Eisenmetalle (Stahl und Gusseisen)
- Nichteisen-Metalle (Leicht- u. Schwermetalle)

## Welche allgemeinen Eigenschaften haben Metalle?

- Zähigkeit
- Walzbarkeit
- gute Wärmeleitfähigkeit
- gute elektrische Leitfähigkeit

## Was versteht man unter Stahl?

Stahl ist nichts Anderes als Eisen, jedoch mit einem sehr geringen Kohlenstoffgehalt. Stahl bzw. jede Stahllegierung haben einen maximale C-Gehalt von 2%.

## Was bewirkt der Kohlenstoff im Stahl?

Im Allgemeinen wird Stahl mit höherem Kohlenstoffanteil fester, aber auch spröder. Er vermindert die Schweißbarkeit und Schmiedbarkeit.

Beim Hochofenprozess nimmt das Roheisen Kohlenstoff auf, wodurch sein Schmelzpunkt auf 1400°C gesenkt wird.

## Was ist die Besonderheit von Gusseisen? Welche Eigenschaft hat es?

Gusseisen besitzt aufgrund des höheren C-Gehaltes (mehr als 2 %) eine höhere Schwingungsdämpfung als Stahl. Hohe Härte und Sprödigkeit, geringere Festigkeit!  
Verwendung für Maschinenfundamente.

## Was versteht man unter Edelstahl?

Edelstahl hat einen besonderen Reinheitsgrad; deren Schwefel- und Phosphorgehalt (sogenannte Eisenbegleiter) ist unter 0,025 %.

Ein Edelstahl muss nicht zwangsläufig den Anforderungen eines nichtrostenden Stahls entsprechen.

Trotzdem werden im Alltag in der Regel nur rostfreie Stähle als Edelstähle bezeichnet.

### **Nenne Arten von Nichteisen-Metallen!**

NE-Metalle: alle Metalle außer Eisen, sowie Metall-Legierungen, in denen Eisen nicht als Hauptelement enthalten ist bzw. der Anteil an Reineisen (Fe) 50 % nicht übersteigt.  
Beispiele: Kupfer, Aluminium, Zink, Bronze, Messing.

Wegen ihrer oft auffälligen Farbe werden sie auch als Buntmetalle bezeichnet, ebenso zählen die Weißmetalle zu den Nichteisenmetallen

### **Wodurch unterscheiden sich Leichtmetalle von Schwermetallen?**

Schwermetalle und Leichtmetalle weisen den größten Unterschied in Bezug auf ihre Dichte auf.

Die Dichte bei Leichtmetallen und/oder Legierungen liegt bei unter  $5 \text{ g/cm}^3$  bzw.  $\text{kg/dm}^3$   
Leichtmetalle: z.B.: Lithium, Natrium, Titan  $4,50 \text{ g/cm}^3$ , Aluminium  $2,70 \text{ g/cm}^3$ , etc.

Schwermetalle: z.B.: Blei, Eisen, Gold, Kupfer, Nickel, Platin, Quecksilber

Die Dichte bei Schwermetallen und/oder Legierungen liegt bei über  $5 \text{ g/cm}^3$  bzw.  $\text{kg/dm}^3$

### **Welche besonderen Eigenschaften hat Aluminium?**

Aluminium ist ein sehr unedles, silberweißes Leichtmetall, das stark glänzt.

Es bildet an der Luft eine Oxidschicht, es istbeständig gegen Korrosion.

Es ist weich und sehr dehnbar.

Es ist zu sehr dünnen Folien walzbar und ein guter elektrischer Leiter.

### **Warum ist es für den Einsatz als Getränkedose geeignet?**

Wegen seiner Korrosionsbeständigkeit wird es für Lebensmitteltanks, Fässer, Tuben, Dosen, etc. eingesetzt.

Auch als Verpackungsmaterial (Alufolie) kommt es in der Nahrungsmittelindustrie zum Einsatz.

### **Was versteht man unter Verbundwerkstoffen? Nenne ein Beispiel!**

Verbundstoffe sind aus mehreren Werkstoffen zusammengesetzt und vereinen so die positiven Eigenschaften der Einzelwerkstoffe zu einem Neuen.

Beispiel: Hartmetalle – Härte der Körner und Zähigkeit des Metalls (für Schneidwerkzeuge)

### **Wovon hängt es ab, welcher Werkstoff für ein Werkstück geeignet ist?**

Sie hängt überwiegend von seinen (physikalischen, chemischen, technologischen) Werkstoffeigenschaften ab.

### **Wann spricht man von einer Legierung?**

Von einer Legierung spricht man, wenn mindestens zwei Metalle oder Metalle und Nicht-Metalle in festem Zustand ineinander gelöst sind.

Man nennt diesen Vorgang auch Stahlveredelung.

### **Nenne den Grund, warum Stähle legiert werden.**

- Um Stähle für verschiedene Einsatzgebiete brauchbar zu machen.
- Durch Legierungen werden die Eigenschaften des Stahls, wie Zähigkeit, Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit verbessert.

### **Warum rosten Eisen und Stahl?**

Aufgrund deren chemischer Eigenschaften rosten sie an feuchter Luft. Es bildet sich Eisen-Oxidhydrat und infolge der Porosität schützt Rost das Grundmaterial nicht vor weiterem Angriff.

### **Beschreibe zwei Möglichkeiten, um Stahl vor Korrosion zu schützen!**

- Legieren: s.o.; teuer
- Überzug mit korrosionsbeständigen Schutzmetallen: diese sind wasser- und luftunempfindlich und verhindern einen Angriff von außen

### **Welche metallischen Werkstoffe erhöhen die Korrosionsbeständigkeit des Stahles?**

Nickel, Zink oder Chrom

### **Welche nichtmetallischen Überzüge erhöhen die Korrosionsbeständigkeit?**

Email, Lacke, Öle, Fette

Vorteil: billig

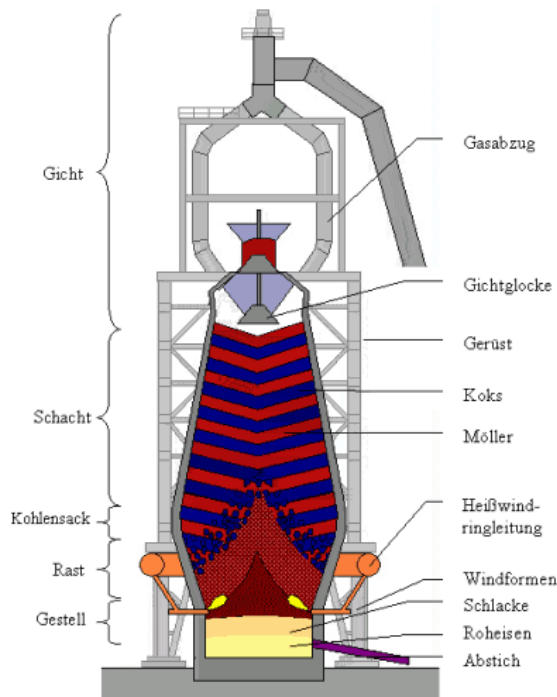
Nachteil: geringe Haltbarkeit bzw. hohe Empfindlichkeit der Schutzschicht



## Wie wird Roheisen gewonnen?

Im Hochofenprozess wird aus Eisenerz (Eisenoxid) Roheisen erzeugt.

### Beschreibe das Hochofenverfahren!



aus: <http://www.heichiewen.lu/hochofenmodell>

- 1. Der Hochofen wird von oben mit Koks, Zuschlagstoffen und Erz beschickt.**  
Um die Erze von Verunreinigungen zu befreien, wird z.B. Kalkstein oder Quarz zugegeben (zugeschlagen). Diese Zuschläge erleichtern das Schmelzen der Gangart.
- 2. Erzeugen von Kohlenmonoxid.** Im nächsten Schritt wird Heißluft eingeblasen. Dadurch verbrennt der Sauerstoff unvollständig zu Kohlenmonoxid.
- 3. Reduktion der Eisenerze.** Das entstandene Kohlenmonoxid nimmt dem Eisenoxid (Eisenerz) den Sauerstoff weg. Reines Eisen bleibt zurück.  
Das oben aus dem Ofen strömende Gas nennt man Gichtgas. Es wird als Heizgas weiterverwendet.
- 4. Schmelzen und Abstich des Roheisens.** Das Roheisen schmilzt oberhalb 1150 °C und sammelt sich im unteren Teil des Gestells. Der Abstich erfolgt alle 2 bis 3 Stunden.
- 5. Bildung und Anstich der Schlacke.** Die Schlacke bildet sich in der Schmelzzone aus den noch vorhandenen Erzbegleitstoffen (Gangart) und den Zuschlägen. Sie sammelt sich auf dem flüssigen Roheisen und wird ebenfalls abgestochen.

### **Nenne drei Produkte des Hochofens!**

- Roheisen (3-5% Kohlenstoff, sowie Spuren von Si, Mn, S, P)
- Hochofenschlacke (Verwendung: Straßen- u Gleisschotter, Split, Leichtbeton)
- Gichtgas (Verwendung: nach Entstaubung: Stromerzeugung in eigenen Kraftwerken)

### **Wofür wird das gewonnene Roheisen verwendet?**

- zur Stahlerzeugung
- für Gusseisen

### **Wie nennt man den Vorgang, bei dem aus Roheisen Stahl hergestellt wird?**

Frischen

### **Was versteht man unter dem *Frischen* des Stahls?**

Beim Frischen werden die unerwünschten Beimengungen wie C (Kohlenstoff), Si (Silizium), Mn (Mangan), S (Schwefel), P (Phosphor) teilweise beseitigt bzw. herabgesetzt.

Reduzierung des Kohlenstoffgehaltes!

Reduzierung unerwünschter Begleitstoffe!

### **Welche Verfahren sind die wichtigsten zur Stahlerzeugung?**

LD-Verfahren (= Sauerstoffblasverfahren)

Kombinierte Blasverfahren (= Sauerstoffdurchblasverfahren)

Elektro-Stahlverfahren

### **In welche 2 Hauptgruppen können die Stähle nach der Verwendung eingeteilt werden?**

- Baustahl (< 0,4 % C-Gehalt): Bleche Nägel, Schweißdrähte, Rohre, Stahlträger, etc.
- Werkzeugstahl (0,4-2 % C-Gehalt): Werkzeuge, Messerklingen, Federn, Seildrähte, Eisenbahnschienen, etc.

### **Wo werden Baustähle noch verwendet?**

im Maschinenbau, Stahlbau, Gerätebau, Fahrzeugbau



### **Wie werden Baustähle unterteilt?**

- Unlegierte Baustähle (S235JR): Maschinen- und Stahlbau
- Feinkornbaustähle (S420N): Kran- und Fahrzeugbau
- Automatenstähle (8S20): nicht für Schweißungen geeignet
- Einsatzstähle: unlegierte Edelstähle (C15R) oder legierte Edelstähle (18CrNi8): für Achsen, Press- und Stanzteile
- Nitrierstähle (35CrAl6): Kolbenstangen, Kurbelwellen
- Vergütungsstähle: Zahnräder, Kurbelwellen (42CRM04)
- Federstähle: Blattfedern, Ringfedern (61SiCr7)

### **Welche 5 Handelsformen von Stählen kennst du?**

Stabstähle, Formstähle, Drähte, Stahlbleche, Rohre, (Kleinzeug)

# WERKSTOFFTECHNIK – KUNSTSTOFFE

## Mindestanforderungsbereich

### Was versteht man unter Kunststoffen?

Kunststoffe sind auch als Plaste oder Plastik bekannt.

Kunststoffe sind makromolekulare Stoffe, die vorwiegend aus Kohlenstoffverbindungen bestehen. Sie werden entweder vollsynthetisch (künstlich) oder durch chemische Umwandlung aus Naturprodukten hergestellt.

### Woraus und wie werden sie hergestellt?

Sie werden aus Rohstoffen, wie z.B. Erdöl, durch Synthese (eine chemische Umwandlung) hergestellt.

Durch Spalt- und Syntheseprozesse werden verschiedene Ausgangsstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle) in verschiedene Kohlenstoffverbindungen zerlegt bzw. umgebaut.

### Nenne besondere Eigenschaften von Kunststoffen?

- geringe Dichte
- witterungs- und chemikalienbeständig
- glatte, dekorative Oberfläche
- je nach Sorte hart, biegsam oder elastisch
- kostengünstige Formgebung
- elektrisch isolierend und wärmedämmend

### Durch welche Eigenschaften sind sie nur begrenzt einsetzbar?

- Im Vergleich zu Metallen haben sie eine geringe Wärmebeständigkeit.
- Sie sind zum Teil brennbar.
- Einige Festigkeiten sind deutlich geringer als bei Metallen.
- Zum Teil sind sie unbeständig gegen Lösungsmittel.
- Sie sind nur begrenzt durch Recycling wiederverwendbar.

### In welche drei Hauptgruppen können Kunststoffe eingeteilt werden?

- Thermoplaste
- Duroplaste
- Elastomere

## Erweiterungsbereich

### Welche Eigenschaften haben Thermoplaste?

Sie gehen beim Erwärmen in einen verformbaren Zustand über und behalten nach dem Erkalten diese Form bei.

### Welche Thermoplaste gibt es? Wofür werden sie verwendet?

- Polyethylen (PE): formsteif bis 80°C; Hart-PE (Behälter, Flaschen, ...)  
Weich-PE (Schläuche, Folien, ...)
- Polypropylen (PP): formbeständig bis 130°C; Waschmaschinenteile, Kraftstofftanks
- Polyethylenterephthalat (PET): widerstandsfähig, bruchfest, formbeständig (Getränkeflaschen, Folien, ...)
- Polyvinylchlorid (PVC): Hart-PVC (Rohre, Gehäuse, Fensterrahmen, ...)  
Weich-PVC (Kabelisolierungen, Bodenbeläge, Schläuche, ...)
- Polystyren (PS): glasklar, hart, spröde, beständig gegen Säure  
Schlagfestes PS (Geräte- und Maschinengehäuse)  
Geschäumtes PS (Styropor)
- Polycarbonate (PC): Verglasungen, Lüfter, Pumpen, CDs, DVDs

### Welche Eigenschaften haben Duroplaste?

Sie sind hart und plastisch nicht verformbar.  
Gegen Wärme und Chemikalien sind sie besonders widerstandsfähig  
(Verwendung: Behälter für Säuren und Basen).

### Welche Duroplaste gibt es? Wofür werden sie verwendet?

- Ungesättigte Polyesterharze (UP): Basisharz für glasfaserverstärkte Kunststoffe, als Klebeharz für Metalle, PKW-Stoßstange, ...
- Epoxidharze (EP): Klebeharz, Bindeharz für glasfaserverstärkte Kunststoffe (Surfbrett, Bootskörper)
- Polyurethanharze (PUR): Hart-PUR: Zahnräder, Rollen  
Mittelhartes PUR: Zahnriemen  
Weich-PUR: Dichtungen  
PUR-Schaumstoff: Polster, Fugenfüllmasse
- Formaldehydharze: Melaminharze, Phenolharze, Harnstoffharze

### **Welche Eigenschaften haben Elastomere?**

Sie haben eine besonders hohe Elastizität in einem weiten Temperaturbereich.

### **Welche Elastomere gibt es? Wofür werden sie verwendet?**

- Naturgummi (NR): Er wird als Beimischungskomponente für die Reifenindustrie verwendet.
- Styrol-Butadien-Gummi (SBR): hohe Abriebfestigkeit; Anwendung ebenfalls in der Reifenindustrie.
- Silikongummi (Q): wasser- und klebstoffabweisend, beständig gegen Schmieröle. Verwendung für Dichtungen, Manschetten, etc.

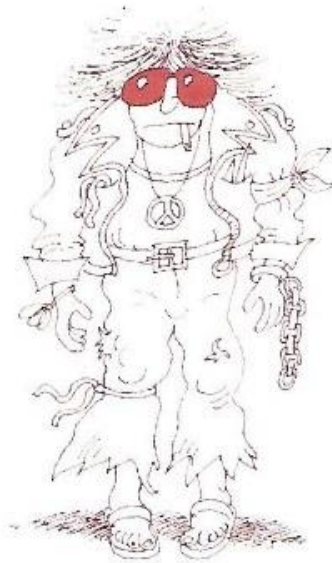
### **Nenne und beschreibe zwei Produktionsverfahren zur Erzeugung von Kunststoffartikeln!**

- Extrudieren: ... für Langprodukte (Profile, Rohre, ...)
- Spritzgießen: ... für Fortteile (Tassen, Zahnräder, Gehäuse, ...)
- Kalandrieren: ... für Folien, Bahnen
- Schäumen, Gießen, Warmformen (Tiefziehen), ...

# Kompetenzorientierte Aufgabenstellungen

## 1. Aufgabenstellung

Ein neuer Schüler kommt wie folgt in die Werkstatt. Erkläre ihm die Werkstattregeln und worauf er in Bezug auf Arbeitssicherheit achten muss.



aus: Gerngroß u. a., *Use your English*, 1. Auflage 2000, S. 131

## 2. Aufgabenstellung

Beschreibe deine persönliche Schutzausrüstung in der Werkstatt. Wofür sind einzelne Vorschriften notwendig?

## 3. Aufgabenstellung

Du siehst folgende Gebotszeichen an der Standbohrmaschine in deiner Werkstatt. Wie verhältst du dich?



aus: <https://www.bghm.de/arbeitschuetzer/praxishilfen/sicherheitszeichen/gebotszeichen>



#### 4. Aufgabenstellung

Welche Maßnahmen in Bezug auf Arbeitssicherheit musst du vor Beginn deiner Bohrtätigkeit an der Standbohrmaschine durchführen?

#### 5. Aufgabenstellung

Von wegfliegenden Werkstücken und Spänen geht eine erhöhte Unfallgefahr aus. Wie kannst du diese Gefahr verhindern.

#### 6. Aufgabenstellung

Du kannst leicht durch das rotierende Bohrfutter erfasst und verletzt werden. Was unternimmst du dagegen?

#### 7. Aufgabenstellung

Eine Grundplatte aus Flachstahl wird entgratet und entzundert. Es soll eine ebene Oberfläche hergestellt werden.

Welche Handwerkzeuge werden verwendet? Wie wird das Werkstück eingespannt? Beschreiben Sie den Vorgang Feilens sowie die richtige Arbeitshaltung beim Feilen.

#### 8. Aufgabenstellung

Durch Feilen soll eine Außenrundung hergestellt werden.  
Erkläre die einzelnen Arbeitsschritte!

#### 9. Aufgabenstellung

Ein Werkstück soll im rechten Winkel gefeilt werden. Was muss man beachten?  
Erkläre auch die Lichtspaltmethode!



aus: [https://www.autoschrauber.de/00044/flaechen\\_feilen\\_u-stahl](https://www.autoschrauber.de/00044/flaechen_feilen_u-stahl)

#### 10. Aufgabenstellung

Wie spannen Sie bei der Handbügelsäge ein neues Sägeblatt ein? Erklären Sie die einzelnen Teile einer Säge, worauf man beim Einspannen achten muss und wie ein gerader Schnitt fachgerecht durchgeführt wird.

### 11. Aufgabenstellung

Was weißt du über die Unfallverhütungsvorschriften beim Umgang mit der Handbügelsäge?

### 12. Aufgabenstellung

Die Abmessungen eines Werkstücks dürfen nach Angabe auf der Zeichnung um 0,1 mm größer bzw. kleiner sein (Toleranz).

Berechne das Mindestmaß (kleinstes Maß) und das Höchstmaß (größtes Maß) für folgende Abmessungen:

48,5 mm; 16 mm; 25 mm; 18 mm; 12,4 mm; 18,45 mm; 60 mm; 35,8 mm; 0,9 mm  
(ohne Taschenrechner!)

### 13. Aufgabenstellung

Miss die Tiefe eines Sackloches!

Welches Messwerkzeug wird dazu verwendet? Worauf muss geachtet werden?

### 14. Aufgabenstellung

Für einen Lagerdeckel aus Stahl fehlt noch ein M10 Innengewinde an der passenden Stelle. Wie ist deine Vorgehensweise?

### 15. Aufgabenstellung

Ein Lagerdeckel aus Flachstahl ist noch 0,2 mm über dem Höchstmaß und passt deshalb nicht, mit welchem Werkzeug bringst du den Lagerdeckel auf Maß?

### 16. Aufgabenstellung

Für eine Serienfertigung von 5 Stück muss für die Maschine ein Flachstahl (40x10) zugeschnitten werden. Das Nennmaß des fertigen Werkstückes soll 60 mm sein. Auf welche Länge schneidest du die Teile zu, wie ist deine Vorgehensweise?

### 17. Aufgabenstellung

Bei der Montage einer Platte bemerkst du, dass anstatt eines M12 Gewindeganges ein M10 Gewinde gefertigt wurde. Kannst du den Fehler beheben?

### 18. Aufgabenstellung

Die Gewindelänge einer M10-Schraube ist für die Montage zu kurz. Du musst die Länge des Gewindes nachschneiden. Wie ist deine Vorgehensweise?

### 19. Aufgabenstellung

Du hast die Aufgabe in der Werkstätte ein M8 Innengewinde zu bohren. Erkläre in Stichworten den genauen Arbeitsablauf.

### 20. Aufgabenstellung

Du hast die Aufgabe, in der Werkstätte ein M8 Außengewinde herzustellen. Erkläre in Stichworten den genauen Arbeitsablauf.

### 21. Aufgabenstellung

Damit zwei Teile zueinander passen z.B. Schraube und Mutter, muss jedes Teil relativ genau gefertigt werden. Welche Angaben sind daher in der Werkstattzeichnung erforderlich?

### 22. Aufgabenstellung

In der Praxis ist es gar nicht möglich, ein bestimmtes Maß exakt zu fertigen. Deshalb gibt man in Zeichnungen die zulässige Maßabweichung an. Welche Angaben zur Maßabweichung kennen Sie?

### 23. Aufgabenstellung

Bei der Auswahl der Toleranz ist man immer in der Zwickmühle. Welche Kriterien sind dabei besonders zu beachten?

### 24. Aufgabenstellung

Beschreibe die Problematik von zu engen Toleranzen. Bedenke bei der Beantwortung der Frage in wie weit zu enge Toleranzen noch wirtschaftlich sein können.

### 25. Aufgabenstellung

Beschreibe die Problematik von zu weiten Toleranzen. Bedenke bei der Beantwortung der Frage in wie weit zu weite Toleranzen ihre Funktion noch erfüllen können.

## 26. Aufgabenstellung

Beispiel: Gegeben sei das Maß  $28^{+0,2}_{-0,1}$ .

Bestimme:            Nennmaß N = .....  
                         oberes Abmaß = .....  
                         unteres Abmaß = .....  
                         Höchstmaß = .....  
                         Mindestmaß = .....  
                         Toleranz T = .....

## 27. Aufgabenstellung

In einer Zeichnung ist das Maß 65 eingetragen. Im Schriftfeld steht die Angabe DIN 2768-m.  
Wie wirst du vorgehen?

## 28. Aufgabenstellung (erweitert)

Ein Grenzlehrdorn mit Durchmesser 25 mm hat ein Mindestmaß von 25,020 mm und ein Höchstmaß von 25,053 mm. Wie groß sind das obere und untere Abmaß? Welche Anwendungsmöglichkeit kannst du dir für dieses Werkzeug vorstellen?

## 29. Aufgabenstellung

Du möchtest aus einem 50x15 Flachstahl eine Grundplatte mit der Länge 69,5 mm herstellen.

Wie gehst du vor? Nenne die einzelnen Werkzeuge, die du verwendest!

Wie kannst du Risslinien besser sichtbar machen?

## 30. Aufgabenstellung

Du musst laut Plan bei einer Bohrplatte zwei Bohrungen mit dem Durchmesser 5 mm und 12 mm herstellen. Die 12 mm Bohrung wird zusätzlich 2 mm tief gesenkt.

Erkläre die Arbeitsschritte vom Anreißen bis zur Fertigstellung der Bohrungen.

Was muss beim Einspannen der Bohrer beachtet werden?

Wie ermittelt man die richtige Drehzahl beim Bohren?

Welche Faktoren spielen bei der Auswahl der Drehzahl eine Rolle?

Was ist die Ursache, wenn die Bohrung zu groß wird?

Wie vermeidest du Rattermarken beim Senken?

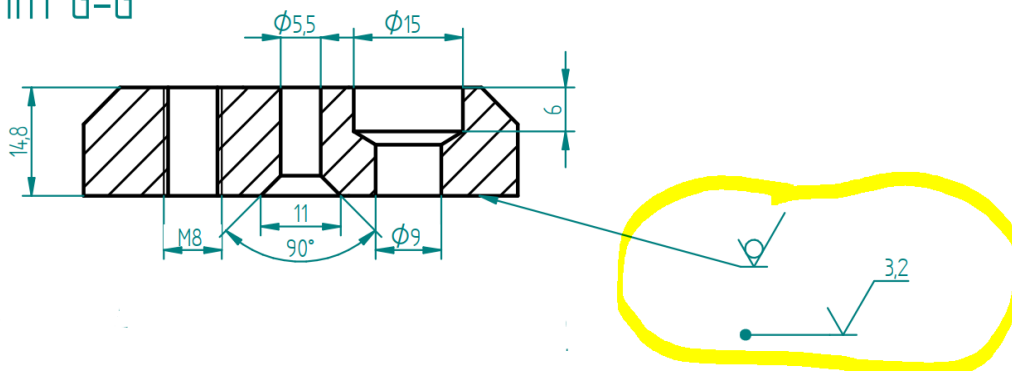
### 31. Aufgabenstellung

Du musst laut Plan bei einem Werkstück einen 10 mm tiefen Sägeschnitt durchführen.  
Wie gehst du vor? Nenne die einzelnen Werkzeuge, die du verwendest!  
Wie kannst du das Abrutschen des Sägeblattes beim Anschnitt verhindern?

### 32. Aufgabenstellung (erweitert)

Du findest in der Technischen Zeichnung folgende Angaben zur Oberflächenbearbeitung.  
Was bedeuten sie? Was ist zu tun?

Schnitt G-G



aus: Alexandra Günther, Ausschnitt aus Technische Zeichnung: Quadratische Grundplatte

### 33. Aufgabenstellung

Du musst laut Plan bei einer Prüfplatte zwei Gewinde (M5 und M8) herstellen.  
Erkläre die Arbeitsschritte vom Anreißen bis zur Fertigstellung der Gewinde.  
Warum werden Kernlöcher von Gewindebohrungen angesenkt?  
Woraus setzt sich der Handgewindebohrersatz zusammen?  
Beschreibe genau die Herstellung des Muttergewindes von Hand!