

## Ausbildungshandbuch

### Grundausbildung

#### 6. Metall-, Holz und Steinbearbeitung

**Herausgegeben von:**

Aus- und Fortbildungszentrum (AFZ)  
Referat A 1 Ausbildung Gestaltung/Entwicklung

Provinzialstraße 93  
53127 Bonn

Freigabenummer: A1-22-GA-LA6-2-1.1

© 2022 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Bonn

Nachdruck, Veränderung, Veröffentlichung und fotomechanische  
Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des  
Aus- und Fortbildungszentrum (AFZ), Referat A1.  
Die Wiedergabe zu gewerblichen Zwecken ist verboten.  
Alle Rechte vorbehalten.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>11</b>
<b>6. Metall-, Holz- und Steinbearbeitung</b>	<b>13</b>
6.1 Metallbearbeitung	13
6.1.1 Metallbearbeitung - Einführung	14
6.1.2 Metallbearbeitung mit Handwerkzeugen	39
6.1.2.1 Messwerkzeuge	46
6.1.2.2 Werkzeuge zum Anreißen und Vorzeichnen	54
6.1.2.3 Formgebende Werkzeuge	60
6.1.2.4 Trennende bzw. schneidende Werkzeuge	64
6.1.2.5 Hilfsmittel zum Festhalten oder Spannen	83
6.1.3 Metallbearbeitung mit motorbetriebenen Geräten	91
6.1.3.1 Der Trennschleifer, elektrisch	94
6.1.3.2 Der Trennschleifer mit Verbrennungsmotor	111
6.1.3.3 Die Säbelsäge, elektrisch	130
6.1.3.4 Schlagbohrmaschine	138
6.2 Holzbearbeitung	146
6.2.1 Holzbearbeitung – Einführung	146
6.2.2 Holzbearbeitung mit Handwerkzeugen	147
6.2.2.1 Anreißen, Messen und Prüfen	149
6.2.2.2 Sägende bzw. schneidende Werkzeuge	154
6.2.2.3 Spaltende Werkzeuge	159

6.2.2.4	Hilfsmittel zum Festhalten, Spannen, Verbinden und Schlagen	166
6.2.2.5	Umgang mit Handwerkzeugen	173
6.2.3	Holzbearbeitung mit motorbetriebenen Geräten	193
6.3	Steinbearbeitung	195
6.3.1	Steinbearbeitung - Einführung	195
6.3.1.1	Steinarten	195
6.3.2	Steinbearbeitung mit Handwerkzeugen	199
6.3.2.1	Werkzeuge	200
6.3.3	Steinbearbeitung mit motorbetriebenen Geräten	203
6.3.3.1	Bohr- und Aufbrechhammer	203
<b>Anhang A</b>	<b>Bildverzeichnis</b>	<b>211</b>
<b>Anhang B</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>213</b>
<b>Anhang C</b>	<b>Autorenverzeichnis</b>	<b>215</b>
<b>Anhang D</b>	<b>Notizen</b>	<b>217</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Hochofen	17
Abb. 2:	Beschickung eines Hochofens	18
Abb. 3:	Torpedowagen	18
Abb. 4:	Frischen von Roheisen zu Stahl	19
Abb. 5:	Stranggussanlage schematisch	21
Abb. 6:	Strangguss	22
Abb. 7:	Handelsformen Stahl	23
Abb. 8:	trennende Wirkung	25
Abb. 9:	scherende Wirkung	26
Abb. 10:	spanabhebende Wirkung	27
Abb. 11:	Schneidengeometrie	27
Abb. 12:	Schraubenverbindung	29
Abb. 13:	Eisen-Nichteisen-Werkstoffe	30
Abb. 14:	Einteilung von Stahl mit Grenzwerten	35
Abb. 15:	Messwerkzeuge	49
Abb. 16:	Gliedermaßstab	50
Abb. 17:	Rollbandmaß 5 m	50
Abb. 18:	Messschieber	52
Abb. 19:	1. Handhabung Messschieber	53
Abb. 20:	2. Handhabung Messschieber	54
Abb. 21:	Anreißwerkzeuge	55
Abb. 22:	Reißnadel	56
Abb. 23:	Anschlagwinkel	57
Abb. 24:	Anreißen von Hilfslinien	58
Abb. 25:	Körner	59
Abb. 26:	Handhabung Körner	59

Abb. 27:	plastisches Umformen	60
Abb. 28:	formgebende Werkzeuge	61
Abb. 29:	Schlosserhammer	62
Abb. 30:	Fäustel	63
Abb. 31:	Vorschlaghammer	64
Abb. 32:	trennende Werkzeuge	66
Abb. 33:	Flachmeißel	67
Abb. 34:	Metallbügelsäge	68
Abb. 35:	Wirkungsweise der Sägezähne	70
Abb. 36:	Zahnteilung	71
Abb. 37:	Vergleich Bogen- und Winkelzähne	72
Abb. 38:	HSS Bi-Metallsägeblatt	72
Abb. 39:	geschränkte und gewellte Sägezähne	73
Abb. 40:	Flachstumpffeile	74
Abb. 41:	Gehauene und Gefräste Feilenzähne	75
Abb. 42:	Hiebarten	76
Abb. 43:	Feilenformen	77
Abb. 44:	Feilenbürste	78
Abb. 45:	Kraftseitenschneider Seitenschneider	79
Abb. 46:	Bolzenschneider	80
Abb. 47:	Blech- und Figureschere	81
Abb. 48:	Beiß- und Rabitzzange	82
Abb. 49:	Spannmittel	84
Abb. 50:	Schraubstock	85
Abb. 51:	Schutzbacken	87
Abb. 52:	Kombizange	89
Abb. 53:	Wasserpumpenzange	90
Abb. 54:	Schraubzwinde	91

Abb. 55: Motorbetriebene Geräte	92
Abb. 56: Trennschleifer	94
Abb. 57: Zweilochschlüssel	96
Abb. 58: Spannmutter	96
Abb. 59: Auflegen der Trennscheibe	97
Abb. 60: Arretieren der Trennscheibe	98
Abb. 61: Handgriff	99
Abb. 62: Aufbau einer Trennscheibe	102
Abb. 63: Normung von Trennscheiben	103
Abb. 64: technische Produktinformation von Trennscheiben	104
Abb. 65: Sicherheitshinweise Teil 1	105
Abb. 66: Sicherheitshinweise Teil 2	106
Abb. 67: Verwendung von Trennscheiben	107
Abb. 68: Motortrennschleifer rechts	112
Abb. 69: Motortrennschleifer links	112
Abb. 70: Welle blockieren	116
Abb. 71: Trennscheibe ausbauen	117
Abb. 72: Trennscheibe einsetzen	118
Abb. 73: Kunstharztrennscheiben	119
Abb. 74: Verwendung von Kraftstoff	121
Abb. 75: Kraftstoff einfüllen	122
Abb. 76: Starten des Motors	124
Abb. 77: Abstellen des Motors	125
Abb. 78: Luftfilter	126
Abb. 79: Säbelsäge, elektrisch	131
Abb. 80: Sägeblätter	133
Abb. 81: Angaben auf der Verpackung von Sägeblättern	134
Abb. 82: Schlagbohrmaschine	139

Abb. 83: Bohrfutter	140
Abb. 84: Spiralbohrer	142
Abb. 85: Bohrer-kassette	142
Abb. 86: Zimmermannsbleistift	150
Abb. 87: Zimmermannswinkel	150
Abb. 88: Zimmermannswinkel Detail	151
Abb. 89: Bandmaß 20 m	152
Abb. 90: Wasserwaage	152
Abb. 91: Stellwinkel	153
Abb. 92: Halbrundraspel	154
Abb. 93: Bohrsäge	155
Abb. 94: Bügelsäge	156
Abb. 95: Stichsäge	157
Abb. 96: Fuchsschwanz	158
Abb. 97: Stangen-Schlangenborer mit Griff	159
Abb. 98: Universalaxt	160
Abb. 99: Bestandteile der Axt	160
Abb. 100: Handbeil und Klauenbeil	161
Abb. 101: Zugmesser	162
Abb. 102: Aufbau Stechbeitel	163
Abb. 103: Abziehstein	164
Abb. 104: Lochbeitel	164
Abb. 105: Kistenbeitel	165
Abb. 106: Schreinerklüpfel	166
Abb. 107: Schlegel 6kg	167
Abb. 108: Latthammer	168
Abb. 109: Aufbau Latthammer	169
Abb. 110: Bauklammer rund und eckig	170



Abb. 111: Schraubenschlüssel	172
Abb. 112: Rollgabelschlüssel	173
Abb. 113: Ansägen mit Führholz	174
Abb. 114: Zapfenverbindung	175
Abb. 115: Anreißen eines Zapfens	176
Abb. 116: Schneiden der Zapfenlängsschnitte	177
Abb. 117: Abheben der Abschnitte	177
Abb. 118: Ecken säubern	178
Abb. 119: Zapflochstemmen	179
Abb. 120: Stemmen in Phasen	180
Abb. 121: Arbeitsstellung beim Stemmen	180
Abb. 122: Einfaches grades Blatt	181
Abb. 123: Bohrungen für Dübel oder Schrauben	182
Abb. 124: Gerades Hakenblatt	183
Abb. 125: Schräges Blatt	183
Abb. 126: Lochbleche in verschiedenen Anwendungen	184
Abb. 127: Kamm-/Ankernagel	185
Abb. 128: Lochbleche in verschiedenen Anwendungen	186
Abb. 129: gekreuzte Kanthölzer durch Gewindestange gesichert	188
Abb. 130: gekreuzte Kanthölzer durch Gewindestange gesichert	188
Abb. 131: Holzpfehl	189
Abb. 132: Anspitzen eines Pfahles mit dem Handbeil	190
Abb. 133: Anspitzen von Pfählen	191
Abb. 134: Kante gebrochen	191
Abb. 135: Einschlagen von Pfählen	192
Abb. 136: Holzbohrer	194
Abb. 137: Lehmziegel	196
Abb. 138: Ziegelsteinwand	197

Abb. 139: Kalksandsteinwand	197
Abb. 140: Betonteil	198
Abb. 141: Ölkreide	200
Abb. 142: Maurerhammer	201
Abb. 143: Spitz- und Flachsteinmeißel	202
Abb. 144: Bohr- und Aufbrechhammer	203
Abb. 145: Auszug aus der Betriebsanleitung	206
Abb. 146: Spitze des Steinbohrers	207
Abb. 147: SDS-Aufnahme	207
Abb. 148: Flachmeißel	208

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Legierungselemente	31
Tab. 2:	Stahlkategorien	33
Tab. 3:	Gebotszeichen	42
Tab. 4:	Verbotszeichen	44
Tab. 5:	Brandschutzzeichen	46
Tab. 6:	Übungswerkstücke	93
Tab. 7:	Vergleich Trennschleifer	114



## 6. Metall-, Holz- und Steinbearbeitung

In der Ausstattung des THW stehen eine Vielzahl von Werkzeugen und Gerätschaften für die Metall-, Holz- und Steinbearbeitung zur Verfügung. Da in vielen Einsätzen z.B. Hilfskonstruktionen benötigt werden, soll den Einsatzkräften ein Grundwissen zum Arbeiten mit diesen Werkzeugen und Gerätschaften vermittelt werden.

### 6.1 Metallbearbeitung

#### Geschichtlicher Hintergrund:

Der folgende **grobe** geschichtliche Überblick soll dem Ausbilder als Vorbereitung und Hintergrundinformation für die Ausbildung dienen. Der Detailgrad ist bewusst sehr niedrig gehalten worden.

Damit der Mensch sich Metalle nutzbar machen konnte mussten verschiedene Epochen der Geschichte durchlaufen werden. Gegliedert sind diese Epochen in:

1. Steinzeit ca. 2,6 Millionen Jahre v. Chr.
2. Bronzezeit ca. 2200 bis 800 v. Chr.
3. Eisenzeit ca. 800 bis 450 v. Chr. in Mitteleuropa

#### *Bronzezeit:*

In diese Zeit war der Mensch in der Lage Legierungen (*eine Legierung ist ein metallischer Werkstoff, der aus mindestens zwei chemischen Elementen besteht*) aus Kupfer Cu und Zinn Sn herzustellen.

Später entwickelte sich aus dieser Legierung das heutige Messing, welches aus Kupfer Cu und Zink Zn besteht.

### *Eisenzeit:*

Diese Epoche gehört zum letzten Abschnitt der Ur- und Frühgeschichte der Menschheit, an die sich die Antike anschließt.

In Mittel- und Nordeuropa gehört der Beginn der Eisenverhüttung in vielen Regionen zur Urgeschichte.

Ungefähr ab dieser Zeit war es den Menschen möglich, das in der Natur vorkommende Eisenerz zu gewinnen. Aus ihm konnte Metall bzw. Roheisen gewonnen werden um daraus Werkzeuge und Waffen herzustellen.

Waffen oder Werkzeuge aus Roheisen sind dem Gusseisen sehr ähnlich, da sie einen sehr hohen Kohlenstoffgehalt  $C$  aufweisen. Durch den hohen  $C$ -Gehalt sind sie zwar sehr hart aber auch spröde und brüchig; darüber hinaus gibt es Verunreinigungen durch erdige Bestandteile.

Um diesen Nachteil zu eliminieren, mussten Verfahren entwickelt werden, die das Roheisen von diesen Verunreinigungen befreien und es zu Stahl veredeln.

## 6.1.1 Metallbearbeitung - Einführung

Als *Eisen* bezeichnet man nicht gehärteten Stahl. Das sog. Roheisen ist das Ausgangsprodukt für Stahl. Roheisen wiederum wird aus Eisenerz gewonnen.

### **Eisenerze**

In der Natur kommt Eisen nicht als reines Produkt vor, sondern ist in Eisenerzen chemisch gebunden. Diese chemischen Verbindungen bestehen aus Eisen  $Fe$  und anderen Elementen, am häufigsten Sauerstoff. Zu-

sätzlich enthalten diese chemischen Verbindungen noch erdige Bestandteile die sog. Gangart.

Aus diesen Eisenerzen wird im Hochofen Roheisen erschmolzen.

Wesentliche Eigenschaften von Roheisen sind:

- C-Gehalt > 2,06% (meist um die 4%),
- Nicht plastisch verformbar,
- Hart und spröde,
- Dichte  $\rho$  von 7,87 kg/dm<sup>3</sup>,
- Schmelztemperatur  $\vartheta$  von 1536 °C,
- Längenausdehnungskoeffizient  $\alpha_1$  von 0,000012 1/°C oder 1/K.

Gehärtetes Eisen bezeichnet man als *Stahl*. Stahl wird im Stahlwerk durch das sog. *Frischen* hergestellt. Hierbei wird durch eine Sauerstoffflanze reiner Sauerstoff auf oder in das flüssige Roheisen geblasen. Dadurch wird der Kohlenstoff zu CO und CO<sub>2</sub> verbrannt. Weitere Verunreinigungen werden ebenfalls verbrannt. Hierbei entsteht wiederum Schlacke, welche durch Abgießen vom flüssigen Stahl getrennt wird. Während des Frischens können noch Legierungselemente der Schmelze hinzugefügt werden, um dem dabei entstehenden Stahl besondere Eigenschaften zu verleihen.

Wesentliche Eigenschaften von Stahl sind:

- C-Gehalt < 2,06%,
- Legierbar,
- Eigenschaftsänderung durch Wärmebehandlung,
- Warm umformbar,

- Dichte  $\rho$  von 7,85 kg/dm<sup>3</sup>,
- Schmelztemperatur  $\vartheta$  von  $\approx 1500$  °C,
- Längenausdehnungskoeffizient  $\alpha_1$  von 0,0000119 1/°C oder 1/K.

### **Vom Eisenerz zum Stahl**

Eisenerz wird im Hochofen, unter der Zufuhr von M $\ddot{u}$ ller und Koks, in Roheisen umgewandelt. Beim Abstich werden die Verunreinigungen, welche leichter als das Roheisen sind, als Schlacke vom reinen Roheisen getrennt.





Abb. 1: Hochofen

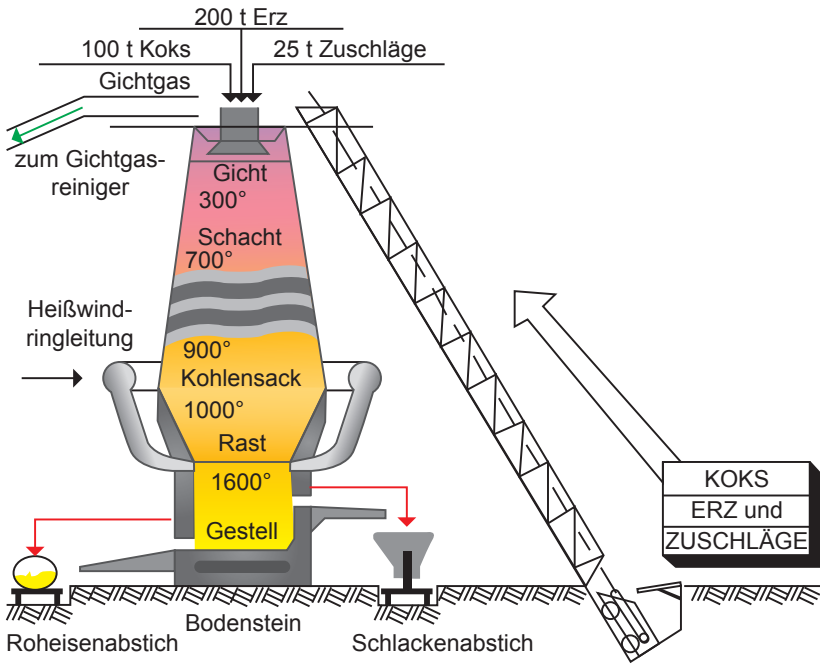


Abb. 2: Beschickung eines Hochofens



Abb. 3: Torpedowagen

Nach dem Abstich wird das Roheisen meist in sog. „Torpedowagen“ bzw. „Torpedopfannen“ zum Stahlwerk transportiert. Es befindet sich, je nach Größe der Wagen, ca. 150 bis 350 Tonnen flüssiges Roheisen in diesen Pfannen. Diese werden dann entweder zur Gießerei, wo Gusseisen hergestellt wird, gefahren, oder sie werden zum Konverter transportiert, wo aus dem flüssigen Roheisen durch *Frischen* Stahl hergestellt wird.

Je nach Verwendung wird das Roheisen auch in *Masseln* gegossen. Masseln sind eine Art Barren aus Metall, diese können anschließend in einem Kupolofen wieder eingeschmolzen und zu Gusseisen verarbeitet werden.

Man unterscheidet hier zwischen dem **Stahlroheisen** und dem **Gießereiroheisen**.

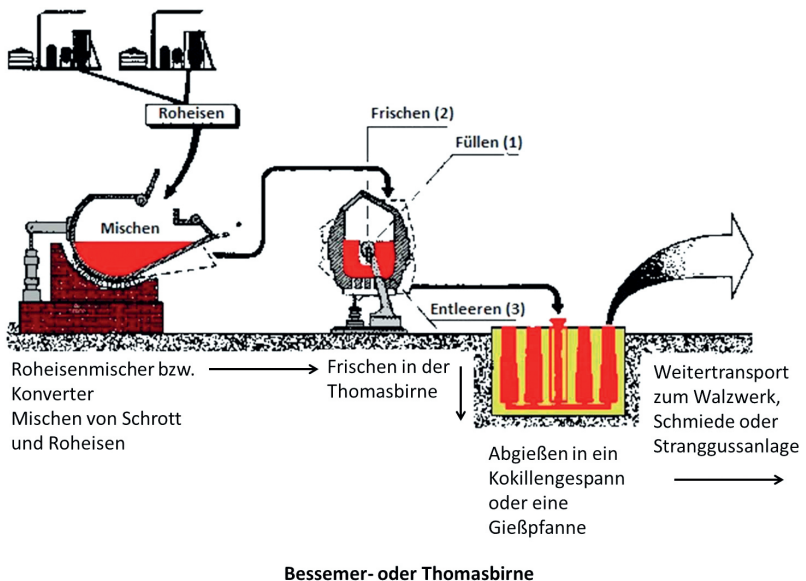


Abb. 4: Frischen von Roheisen zu Stahl

Hier ist es durch die Zugabe verschiedener Legierungselemente und/oder Frischen mit Edelgasen anstatt Sauerstoff möglich, auch Stähle mit höherer Qualität zu schaffen, wie z.B. hoch-/niedrig-legierte Stähle und Edelstähle. Nach dem Abgießen des Stahls wird dieser entweder in Kokillen zu Blöcken gegossen, welche anschließend in einem Walzwerk oder einer Schmiede weiterverarbeitet werden, oder der Stahl wird mit einer Gießpfanne im flüssigen Zustand zu einer Stranggussanlage gebracht, um dort fortlaufend zu Profilen oder *Brammen* gegossen zu werden. Brammen sind massive Blöcke aus Stahl welche später zu Blechen oder Bändern weiter ausgewalzt werden.

### **Stranggussanlage**

Die Stranggussanlage wird mit flüssigem Roheisen, welches in Gießpfannen angeliefert wird, kontinuierlich beschickt. So entsteht ein theoretisch endloser Strang.

Dieser Strang wird im noch heißen Zustand auf vorgegebene Längen getrennt, meist durch Sägen oder Brennschneiden.

Nahezu jedes Vormaterial wie Blöcke, Brammen und Knüppel werden im Stranggussverfahren heutzutage hergestellt; diese Produkte werden *Halbzeuge* genannt. Zudem ist es möglich, bestimmte Formen von Profilen vorzugeben, wie z.B. Stahlträger in T, I oder L Form.

Dieser Formen werden anschließend noch auf Ihre Endmaße ausgewalzt und ggf. kalibriert.

Hier kann Vormaterial aus allgemeinem Baustahl, niedrig- und hochlegierten-Stählen, Aluminium wie auch Edelstählen hergestellt werden.

Abhängig ist dies von dem Roheisen bzw. dem Gussmaterial, welches der Stranggussanlage zugeführt wird.

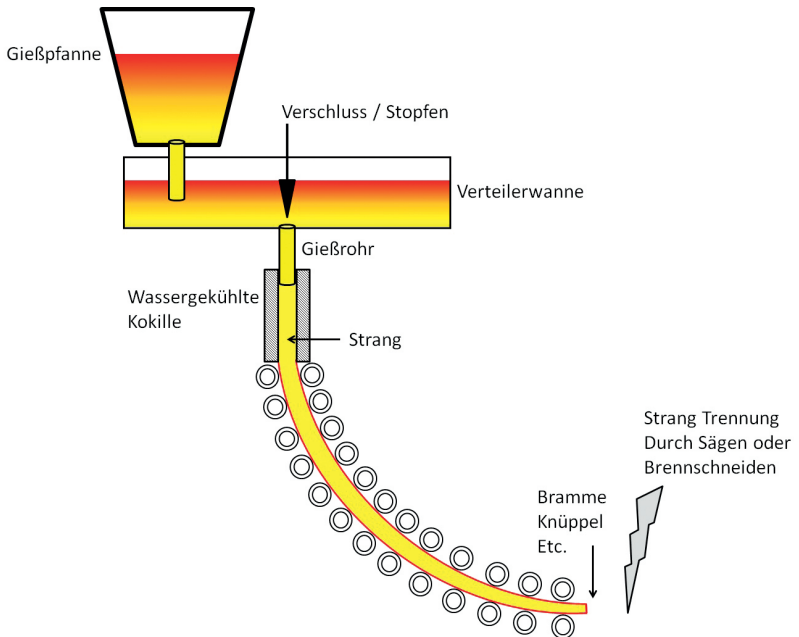


Abb. 5: Stranggussanlage schematisch



Abb. 6: Strangguss

## Walzwerk

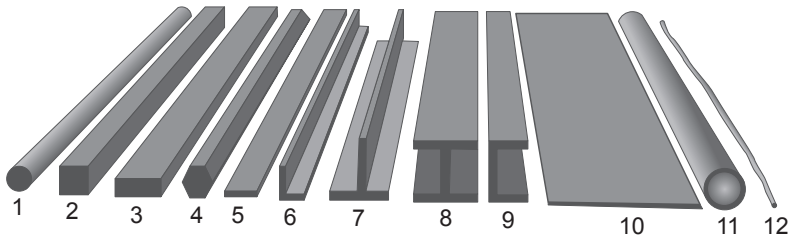
Im Walzwerk werden die Halbzeuge weiterverarbeitet. Je nach Walzstraße werden Brammen zu Blechen oder Knüppel zu Stangen oder Profilen ausgewalzt.

Bleche können bis zu einigen Zehntel Millimeter Dicke ausgewalzt werden. Diese Bleche werden zu großen Rollen, *Coils* genannt, aufgerollt. Coils werden oft in der Automobilindustrie für Fahrzeugchassis oder Bauteile wie Kotflügel, Motorhauben usw. umgeformt.

Aus Stangen entsteht oft das sog. *Rundmaterial*, das in verschiedensten Durchmesser weiterverarbeitet wird, z.B. in Drehautomaten.

Profile, wie sie im Stahlbau Verwendung finden, können als warm- oder kaltgewalzte Profile ausgewalzt werden.

Maße, Bezeichnung und Eigenschaften dieser Profile sind in den DIN-Normen festgelegt.



- |                   |                   |                |
|-------------------|-------------------|----------------|
| 1. Rundstahl      | 5. Bandstahl      | 9. U-Stahl     |
| 2. Vierkantstahl  | 6. Winkelstahl    | 10. Stahlblech |
| 3. Flachstahl     | 7. T-Stahl        | 11. Stahlrohr  |
| 4. Sechskantstahl | 8. Doppel-T-Stahl | 12. Stahldraht |

Abb. 7: Handelsformen Stahl

## Recycling

Stahl, Eisen, Edelstahl sowie Nichteisenmetalle wie Aluminium, Kupfer, Messing usw. sind Umlaufmaterialien, das bedeutet, dass bereits hergestellte Produkte aus diesen Materialien als Schrott wiederverwendet werden können. Dieser Schrott wird meist von Recyclingfirmen gesammelt, nach Werkstoffen getrennt und dann wieder im Stahlwerk angeliefert, um dort in *Chargen* neu eingeschmolzen zu werden. Dieses Verfahren unterscheidet sich von der Herstellung von Roheisen aus Eisenerz dadurch, dass bereits hergestellter Stahl wiederverwendet wird. Oft wird auch dem Roheisen aus dem Hochofen im Stahlwerk noch Schrott hinzugefügt.

Das gängigste Verfahren hierzu ist das Erschmelzen im Elektrostahl-ofen oder das Siemens-Martin-Verfahren.

## Metallbearbeitung

Die Metallbearbeitung gliedert sich in 6 Bearbeitungsverfahren:

- Urformen,
  - Gießen, Sintern,
- Umformen,
  - Schmieden, Biegen, Walzen,
- Trennen,
  - Sägen, Scheren, Spanen (mit geometrisch unbestimmten Schneiden z.B. Schleifen), Spanen (mit geometrisch bestimmten Schneiden z.B. Bohren, Drehen, Fräsen),
- Fügen,
  - Nieten, Schrauben, Schweißen, Löten,
- Beschichten,
  - Lackieren, (Hart-)verchromen,
- Stoffeigenschaften ändern,
  - Härten, Anlassen, Glühen, Magnetisieren,

Für die Arbeit bzw. den Einsatz im Technischen Hilfswerk sind eigentlich nur 2 Bearbeitungsverfahren interessant:

- **Trennen** z.B. Durchschleifen einer Leitplanke mit dem Motortrennschleifer oder das Brennschneiden eines Stahlträgers. Aber auch das Ablängen einer Gewindestange oder eines Rohres mit der Säbel- bzw. Metallbügelsäge,
- **Fügen** z.B. das Verschrauben zweier Bauteile aus Stahl oder das Schweißen mit dem Autogenschweißgerät.



## Trennen

Unter dem Begriff *Trennen* versteht man das Aufheben des atomaren Zusammenhalts eines Werkstoffs an der Trennstelle; aus einem Teil werden mindestens zwei Teile. Dieser Vorgang kann durch unterschiedliche Verfahrensweisen eingeleitet und vollzogen werden.

In der Metalltechnik unterscheiden wir das Trennen von Metallen nach dem Fertigungsverfahren bzw. dem Trennverfahren. Da es hier sehr viele, zum Teil sehr moderne, Varianten von Trennverfahren gibt, beziehen wir uns in diesem Handbuch auf die Trennverfahren, die in der Grundausbildung zum Einsatz kommen können.

Je nach verwendetem Werkzeug gestaltet sich das Trennen sehr unterschiedlich. Das Schneiden eines Bleches mit der Blechschere beispielsweise basiert auf gänzlich anderen Abläufen als das gleiche Blech mit einem Meißel zu durchschlagen, mit der Handbügelsäge zu durchsägen oder mit dem Trennschleifer zu durchschleifen. Hier wird nach der *Schneidengeometrie* unterschieden.

- Meißeln hat eine **trennende Wirkung**; durch das senkrechte Eindringen der keilförmigen Schneide in den Werkstoff wird der Werkstoff auseinander geschoben.

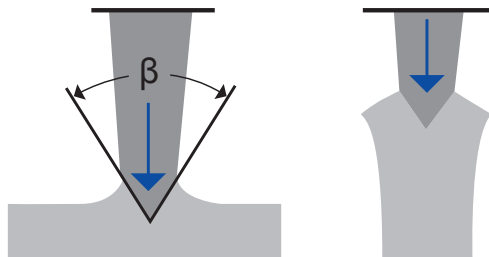


Abb. 8: trennende Wirkung

- Die **scherende Wirkung** wird i.d.R. durch zwei parallel zueinander verlaufenden Schneiden erreicht, wie z.B. das oben erwähnte Schneiden des Bleches mit der Blechschere. Beide Schneiden müssen hier bestimmte Winkel zueinander haben. Das Schneiden ist ein Prozess der in mehreren Schritten abläuft:
  1. Einschneiden,
  2. Stauchen,
  3. Brechen.

Betrachtet man sich ein geschertes Blech, kann man diese Schritte gut an der Schnittkante erkennen.

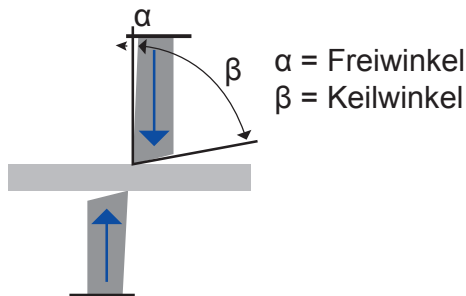


Abb. 9: scherende Wirkung

- Sowohl beim Sägen als auch beim Schleifen wird durch eine **spanabhebende Wirkung** der Werkstoff getrennt. Möglich ist dies ebenfalls mit dem Meißel, allerdings müsste dieser in einem anderen Winkel auf den Werkstoff treffen. Hierbei wird kontinuierlich ein Span vom Werkstoff abgetragen, was letztendlich dazu führt, dass ein Spalt im Werkstoff entsteht und diesen teilt. Unterschieden wird auch hier wieder nach der Schneidengeometrie:

- Der Meißel verfügt über *geometrisch bestimmte Schneiden* durch seinen Anschlag,
- Die Säge verfügt ebenfalls über *geometrisch bestimmte Schneiden* in Form des Sägeblattes bzw. des einzelnen Sägezahns,
- Eine Schleifscheibe verfügt über *geometrisch unbestimmte Schneiden* in Form des Schleifkorns.

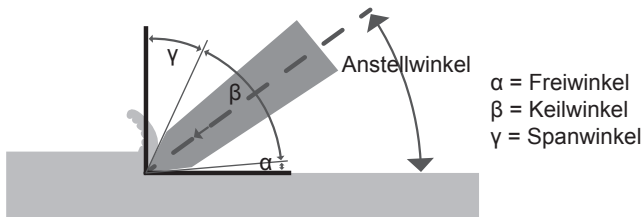


Abb. 10: spanabhebende Wirkung

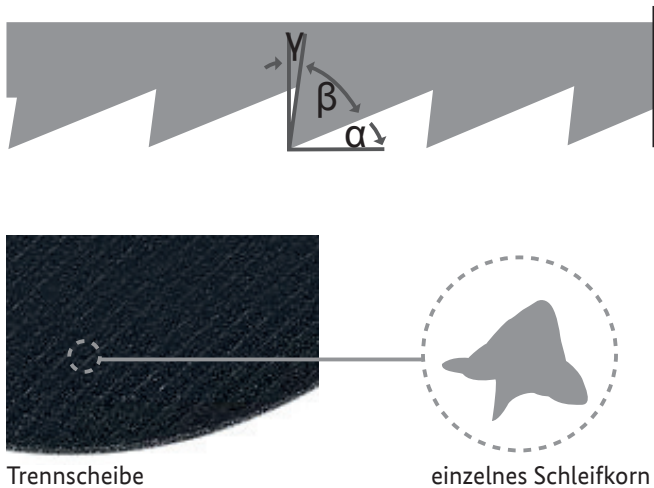


Abb. 11: Schneidengeometrie

## Fügen

Unter *Fügen* verstehen wir in der Metalltechnik das Verbinden zweier Bauteile. Diese Verbindungen können *lösbar* z.B. durch Verschrauben oder *unlösbar* z.B. durch Schweißen gestaltet sein.

Als Fertigungsverfahren stehen uns in der Metalltechnik Unmengen an Fügeverfahren zu Verfügung. Im Bereich der Grundausbildung kommt dem Bereich des Fügens nur sehr wenig Bedeutung zu. Aus diesem Grund wird dieser Fachbereich nur der Vollständigkeit halber angesprochen.

Die wichtigste Unterscheidung dabei ist die Form der Verbindung diese kann

- Kraftschlüssig (z.B. Schraubverbindung),
- Formschlüssig (z.B. Verbolzen),
- Stoffschlüssig (z.B. Schweißen),

sein.

Das gängigste Verfahren hierbei ist sicherlich das Verschrauben zweier Bauteile. Hierbei wird in jedes Bauteil ein Durchgangsloch gebohrt so, dass der Außendurchmesser der Schraube gut hindurchpasst. Durch Anziehen der Mutter wird über das Gewinde Druck auf die Unterlegscheibe sowie auf den Schraubenkopf aufgebracht. Die beiden Bauteile werden gegeneinander gepresst. Eine kraftschlüssige Verbindung zwischen den Bauteilen entsteht.

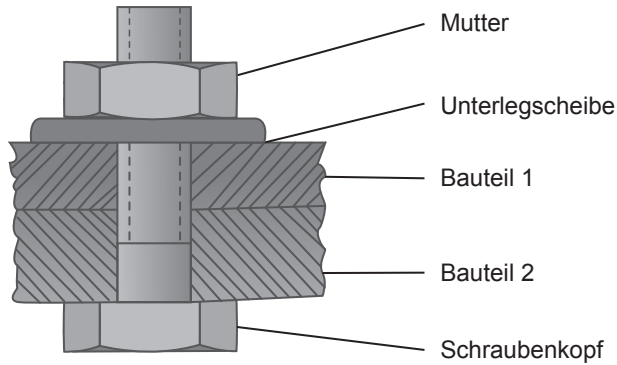


Abb. 12: Schraubenverbindung

## Metallarten

Um einen Werkstoff fachmännisch bearbeiten zu können, benötigt man ein gewisses Grundwissen über den zu bearbeitenden Werkstoff sowie ggf. über seine Entstehung. Hieraus bestimmen sich auch die Werkzeuge und Hilfsmittel die zur Bearbeitung erforderlich sind. Zu diesem Grundwissen gehören folgende Punkte:

- Eisen- oder Nichteisen-Werkstoff,
- Legierungen,
- Stahlnormung/Bezeichnung des Werkstoffs,
- Verwendung der Werkstoffe.

Eisen- und Nichteisen-Werkstoffe:

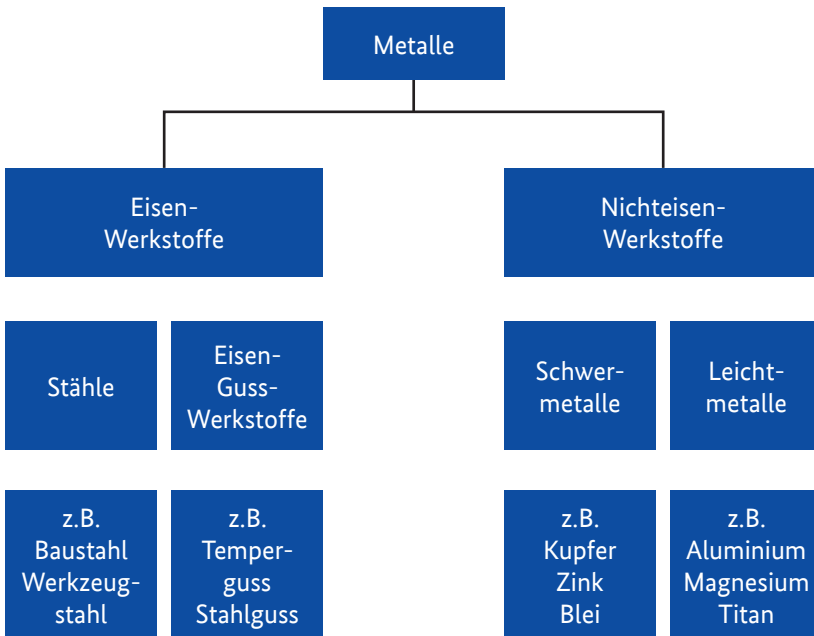


Abb. 13: Eisen-Nichteisen-Werkstoffe

### Legierungen

Bei der Herstellung von Stahl aus Roheisen erhält der Stahl je nach Legierungselement bestimmte Eigenschaften. Durch diese Eigenschaftsveränderung ist es gezielt möglich bestimmte Werkstoffe für bestimmte Anforderungen zu kreieren. Da dieses Thema sehr umfassend ist, soll hier nur ein kurzer Überblick über die wichtigsten Legierungselemente gegeben werden.

## Legierungselemente

Legierungsstoff	erhöht	vermindert
<b>Kohlenstoff C</b>	Festigkeit, Warmfestigkeit bis 400°, elektr. Widerstand, Grobkornbildung	Dehnung, Zähigkeit, Tiefziehfähigkeit, Verformbarkeit
<b>Mangan Mn</b>	Festigkeit, Zähigkeit, Schmiedbarkeit, Feuer-schweißbarkeit bei kl. Gehalt, Durchhärtung, Verschleiß-festigkeit, Grobkornbildung, Desoxydation	Dehnung
<b>Silizium Si</b>	Festigkeit, Durchhärtung, elektr. Widerstand, Zunderbeständigkeit, Grob-kornbildung, Desoxydation	Dehnung, Kalt-verformbarkeit, Schweißbarkeit
<b>Chrom Cr</b>	Festigkeit, Durchhärtung, Korrosionsfestigkeit, Warm-festigkeit, Zunderbeständig-keit, Rostsicherheit	Dehnung, Grobkornbildung

<b>Legierungsstoff</b>	<b>erhöht</b>	<b>vermindert</b>
<b>Molybdän Mo</b>	<b>Festigkeit, Warmfestigkeit, Anlassbeständigkeit, Durchhärtung, Dauerstandfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Salzsäure und Schwefelsäure, magnetische Eigenschaften</b>	<b>Dehnung</b>
<b>Vanadium Va</b>	<b>Festigkeit, Warmfestigkeit, Dauerstandfestigkeit, Desoxydation</b>	<b>Anlaßsprödigkeit</b>
<b>Schwefel S</b>	<b>zerspanende Bearbeitbarkeit, Rotbrüchigkeit, Seigerung</b>	<b>Schweißbarkeit</b>
<b>Wolfram W</b>	<b>Festigkeit, Härte, Schneidhaltigkeit, Warmbehandlungstemperatur, magnetische Eigenschaften, Korrosionsbeständigkeit</b>	<b>Dehnung, Grobsprödigkeit</b>

Tab. 1: Legierungselemente

Je nach Legierungsbestandteil sowie ggf. anschließender Wärmebehandlung erhält man Stähle, die entweder nach ihrer Legierung (z.B. hochlegiert) oder nach ihrer Verwendung (z.B. Federstahl) klassifiziert werden. Ausschlaggebend ist in jedem Fall die zugesetzte Legierung. So kann ein Edelstahl auch gleichzeitig ein hochlegierter Stahl sein.



Eingestuft werden Stähle danach in folgenden Kategorien (Auswahl):

### Stahlkategorien

Bezeichnung	Verwendung
unlegierter Stahl	Hämmer, Meißel, Äxte, Scheren
niedriglegierter Stahl	Fräser, Bohrer
hochlegierter Stahl	Sägeblätter, Fräser, Drehstähle
Einsatzstahl	Wellen, Bolzen, Zahnräder
Vergütungsstahl	Kurbelwellen, Wellen, Achsen
Federstahl	Blatt- sowie Zug- und Druckfedern
Edelstahl	Behälter, Essbesteck, Töpfe

Tab. 2: Stahlkategorien

### Stahlnormung

Um zu wissen, um welchen Stahl bzw. Werkstoff es sich handelt, wurde eine einheitliche Sprache in der Werkstofftechnik eingeführt. Diese Sprache ist in Normen festgelegt. Aus diesen Normen ergibt sich die Bezeichnung für den Werkstoff. Da auch dieses Thema sehr umfangreich ist, sollen hier nur einige Beispiele zum Verständnis beitragen.

#### Beispiele:

Die Bezeichnung *Baustahl* oder *Federstahl* sagt zwar etwas über den Bereich, in dem der Stahl verwendet wird, aus, enthält aber keine weiteren nützlichen Informationen über den Stahl selbst.

Der Begriff *Einsatz-* oder *Vergütungsstahl* bezieht sich in dieser Bezeichnung darauf, dass dieser Stahl für eine anschließende Weiterbehandlung in Form einer Wärmebehandlung (z.B. Härten oder Vergüten) geeignet ist. Warum er dazu geeignet ist, ist aus dieser Bezeichnung nicht ersichtlich.

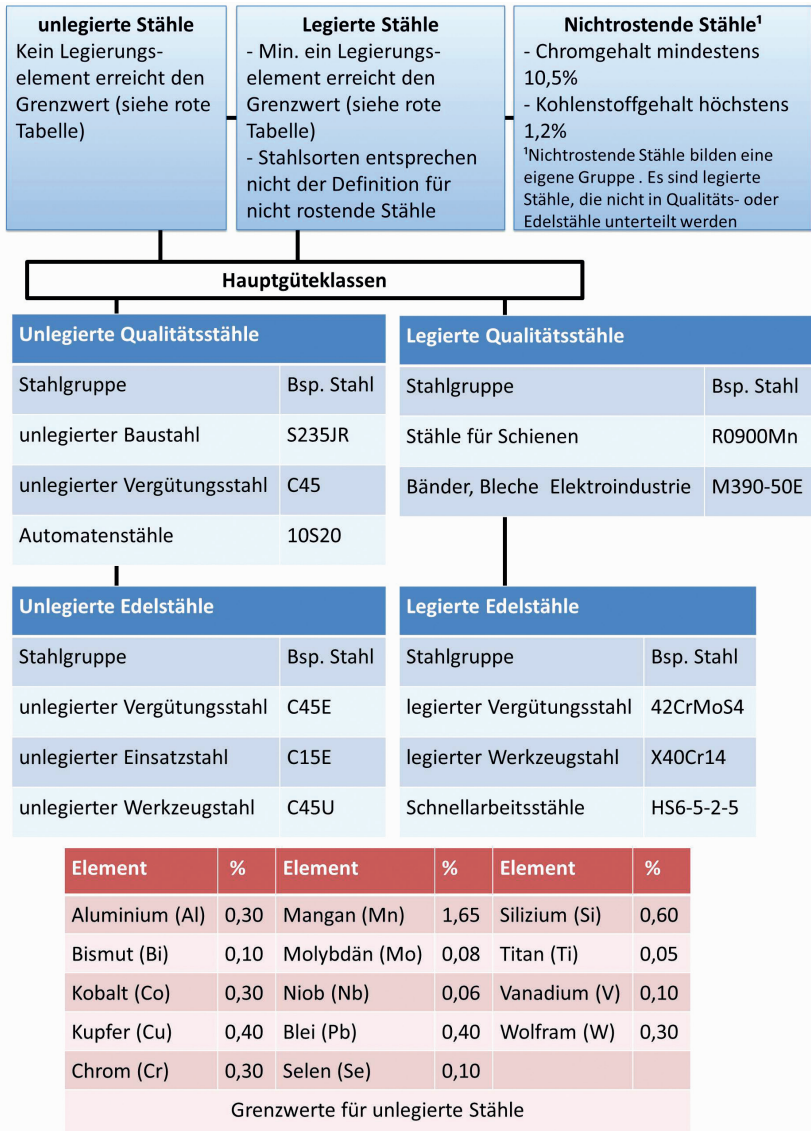


Abb. 14: Einteilung von Stahl mit Grenzwerten

Unterschieden werden diese Stähle anhand

- Der Werkstoffnummer,
- Dem Verwendungszweck,
- Der chemischen Zusammensetzung.

Zum besseren Verständnis werden hier 3 verschiedene Stahllarten beispielhaft näher betrachtet:

1. Stahl = Baustahl unlegiert, S235JRG2, 1.0038
2. Stahl = Vergütungsstahl legiert, 25CrMoS4, 1.7213
3. Stahl = Edelstahl hochlegiert, X10CrNi18-10, 1.4311

- Werkstoffnummer: Sie besteht immer aus einer Zahlenkombination mit sechs Stellen sowie einer Trennung der Hauptgruppe durch einen Punkt.

1: Hauptgruppe 1 = Stahl

.: Punkt als Trennung

00: Stahlgruppennummer = allg. Baustahl

38: Zähler-Nummer = Zur Werkstoffunterscheidung derselben Stahlgruppe

1: Hauptgruppe 1 = Stahl

.: Punkt als Trennung

72: Stahlgruppennummer = Maschinenbau- & Behälterstähle mit verschiedenen Legierungen

13: Zähler-Nummer = Zur Werkstoffunterscheidung derselben Stahlgruppe

- 1: Hauptgruppe 1 = Stahl
- ∴ Punkt als Trennung
- 43: Stahlgruppennummer = Nichtrostende Stähle
- 11: Zähler-Nummer = Zur Werkstoffunterscheidung derselben Stahlgruppe

Die Werkstoffnummer kann noch durch zwei weitere Stellen erweitert werden: das Stahlgewinnungsverfahren und den Behandlungszustand.

■ Verwendungszweck:

- S: Stahl für den Stahlbau
- 235: Angabe der Mindeststreckgrenze ca.  $235\text{N/mm}^2$
- JR: Kerbschlagarbeit 27J
- G2: beruhigt vergossen

Bei den anderen beiden Stählen findet keine Normeinteilung nach dem Verwendungszweck statt. Trotzdem ist der 25CrMoS4 ein Stahl, der aufgrund seiner Zusammensetzung zum Vergüten geeignet ist.

■ Chemische Zusammensetzung:

Der 1. Stahl S235 ist nicht nach seiner chemischen Zusammensetzung bezeichnet.

legierter Stahl; Legierungselemente  $\leq 5\%$

- 25: Kohlenstoffgehalt  $25/100 = 0,25\% \text{ C}$
- Cr: Legierungsbestandteil Spuren von Chrom
- Mo: Legierungsbestandteil Spuren von Molybdän
- S4: Schwefelgehalt  $4/100 = 0,04\%$

- X: legierter Stahl; Legierungselemente  $\geq 5\%$
- 10: Kohlenstoffgehalt  $10/100 = 0,10\% \text{ C}$
- Cr: Legierungsbestandteil Chrom  $18\%$
- Ni: Legierungsbestandteil Nickel  $10\%$
- 18: Prozentangabe des ersten Legierungsbestandteils
- 10: Prozentangabe des zweiten Legierungsbestandteils

Die Legierungsbestandteile sind oft durch Teiler/Faktoren auszurechnen. Diese Faktoren finden sich in entsprechenden Fach- bzw. Tabellenbüchern.

#### ■ Verwendung der Werkstoffe:

Der Urgedanke bei der Gewinnung bzw. Herstellung von Werkstoffen bestand darin Werkzeuge, Baumaterialien oder Waffen zu schaffen. Hierzu hat man dem Werkstoff gewisse Eigenschaften und/oder Formen gegeben. Eventuell ist sogar noch eine Weiterbehandlung nötig, um den Werkstoff ggf. zu schützen oder mehreren Anforderungen anzupassen.

So ist es zum Beispiel heute möglich Stahl mit einem Sägeblatt zu sägen, das ebenfalls aus Stahl besteht. Dies ist möglich, da der Sägeblattstahl andere Eigenschaften hat als der zu trennende Stahl. Ebenso kann mit einem Metallbohrer ein Loch in ein Stück Blech gebohrt werden.

Hier einige Beispiele:

- Bohrer, Fräser, Sägeblätter – aus HSS (**H**ochleistungs-**S**chnellschnitt-**S**tahl) besteht aus Wolfram, Molybdän, Vanadium und Kobalt,
- Stahlträger – besteht aus Baustahl (gut schweißbar, gut warmumformbar, aufgrund seiner Form sehr hohe Tragfähigkeit),

- Federn – bestehen aus Federstahl (große Elastizität, sehr dauerhaft, meist mit Silizium legiert),
- Messer – besteht aus nichtrostendem Edelstahl (lebensmittelecht, nicht magnetisch, immer mit Chrom und Nickel legiert).

## 6.1.2 Metallbearbeitung mit Handwerkzeugen

Obwohl der größte Teil der heutigen Bearbeitung von Metall maschinell durchgeführt wird, gibt es einige wenige Bereiche in denen Metall immer noch fachmännisch von Hand bearbeitet werden muss. Nötig ist dies zudem, um den richtigen Umgang mit Metall und seinen Bearbeitungsformen zu erlernen. In der Grundausbildung möchten wir uns auf einige wenige Grundfertigkeiten der Metallbearbeitung beschränken. Dem Technischen Zug, hier der Bergungsgruppe im Besonderen, steht auch nur eine beschränkte Anzahl an Werkzeugen und Hilfsmitteln zur Metallbearbeitung zur Verfügung.



### Hinweis

- **Um Metall bearbeiten zu können, muss das Werkzeug immer eine größere Härte aufweisen als der zu bearbeitende Werkstoff.**

*„Unter Härte versteht man den Widerstand, den ein Werkstoff dem Eindringen eines [Prüf-]Körpers entgegensetzt.“*

Quelle: Fachkunde Metall Band 531999, Seite 245.

## Werkzeugkunde und Pflege

Oft handelt es sich bei Werkzeugen zur Metallbearbeitung um scharfe und/oder spitze Gegenstände. Genauso kann es sich aber auch um Präzisions-Werkzeuge handeln, welche entsprechend sorgfältig behandelt werden müssen.

In der StAN Ausstattung der Bergungsgruppe finden wir einige Handwerkzeuge und Hilfsmittel zur Metallbearbeitung. Unterteilt werden diese in:

- Messwerkzeuge,
- Werkzeuge zum Anreißen und Vorzeichnen,
- Formgebende Werkzeuge,
- Trennende bzw. schneidende Werkzeuge,
- Hilfsmittel zum Festhalten oder Spannen.

## Unfallverhütung mit Werkzeugen in der Metallbearbeitung Grundsätze



### Hinweis

- **Spitze Werkzeuge nie ohne Schutzkappe/Hülle am Körper tragen z.B. Anreißnadel oder Messschieber in der Hosentasche,**
- **Schneidende Werkzeuge z.B. Blechschere, Seitenschneider geschlossen halten,**
- **Rotierende spanende Werkzeuge wie Bohrer nicht mit Handschuhen verwenden,**
- **Je nach Arbeitsvorgang z.B. Bohren, Meißeln Schutzbrille ggf. Gehörschutz tragen,**





## Hinweis

- **Metallspäne nicht mit Druckluft oder reinem Sauerstoff wegblasen – Pinsel oder Handfeger verwenden,**
- **Scharfe Schnittkanten mit der Feile entgraten,**
- **Trennende Werkzeuge sind meist nach Gebrauch sehr heiß – abkühlen lassen,**
- **Defekte oder beschädigte Werkzeuge/Hilfsmittel melden, kennzeichnen und aussondern.**
- **Bei Schlagwerkzeugen keine Personen im Gefahrenbereich.**
- **Stumpfe Schneiden z.B. Bohrer, Meißel nachschärfen,**
- **Bart bzw. Gratbildung an Meißeln, Körnern usw. vermeiden bzw. frühzeitig wegschleifen,**
- **Gehärtete Werkzeuge nicht gegeneinander schlagen,**
- **Werkzeuge und Hilfsmittel nicht werfen, fallen lassen oder überbeanspruchen,**
- **Herstellervorgaben beachten.**

Gefahren bzw. Warnzeichen im Bereich der Metallbearbeitung (Auszug):

Grundsätzlich wird der komplette Multifunktionale Einsatzanzug (MEA), bzw. geeigneter Arbeitsschutzanzug, inklusive Schutzhelm getragen. So, dass weitere Schutzbekleidung nur ergänzt wird.

## Gebotszeichen

Symbol	Bedeutung	Verhalten	Besonderheit
	Augenschutz tragen	Schutzbrille aufsetzen	Ggf. Korb- schutzbrille bei Brillenträgern
	Fußschutz tragen	(TWH Einsatz-) Schutzstiefel tragen MFA	Wird allg. während der praktischen Ausbildung im- mer getragen
	Gehörschutz tragen	Kapselgehör- schutz tragen	Ggf. Gehör- schutzstöpsel je nach Situation. Kann auch an Schutzhelmen befestigt sein
	Gesichtsschutz tragen	Visier anbrin- gen bzw. Helm mit Visier benutzen	Kann auch an Schutzhelmen befestigt sein

Symbol	Bedeutung	Verhalten	Besonderheit
	Handschutz tragen	(THW Einsatz-) Handschuhe benutzen MFA	Ggf. Leder-/ Stulpenhandschuhe benutzen – Situationsabhängig
	Kopfschutz tragen	(THW Einsatz-) Schutzhelm benutzen MFA	Ggf. Schutzhelm anderer Art benutzen (Trennschleifer)
	Schutzschürze tragen	(Leder-) Schutzschürze anlegen	Bei allen Arbeiten mit Funkenflug (Trennschleifer)
	Kopf-, Augen-, Gehörschutz tragen	Schutzhelm, Schutzbrille und Gehörschutz benutzen	Kombinationen verschiedener Schutzausrüstung sind immer möglich

Tab. 3: Gebotszeichen

## Verbotszeichen

Symbol	Bedeutung	Verhalten	Besonderheit
	Allgemeines Verbotsszeichen	Grundsymbol	
	Betreten verboten	Fläche, Gegenstand u.ä. nicht betreten bzw. belasten	
	Essen und Trinken verboten	Nahrungsaufnahme in diesem Bereich verboten z.B. beim Umgang mit Gefahrstoffen	
	Offene Flamme, Feuer usw. verboten	Kein Feuer oder motorbetriebene Geräte verwenden z.B. beim Auftanken von Geräten	Ggf. entsprechendes Löschmittel bereitstellen

Symbol	Bedeutung	Verhalten	Besonderheit
	Keine Handschuhe tragen	Vorsichtiges Arbeiten mit bloßen Händen z.B. Bohren mit dem Spiralbohrer	Späne können sich im Handschuh festsetzen und so zum Abriss von Hand und/oder Fingern führen
	Rauchverbot	Nicht rauchen, gilt auch für E-Zigaretten z.B. beim Umgang mit Gefahrstoffen, Auftanken	
	Nicht Schalten	Nichts ein- oder ausschalten ohne Anweisung	
	Nicht mit Wasser bespritzen	Geräte z.B. Elektrogeräte nicht mit Wasserstrahl reinigen	

Tab. 4: Verbotsschilder

## Brandschutzzeichen

Symbol	Bedeutung	Verhalten	Besonderheit
	Feuerlöscher	Feuerlöscher bereitstellen. Bei allen Arbeiten mit Brandgefahr ist	Ggf. geeignetes Löschmittel bereitstellen
	Brandklasse D Metallbrand	Entsprechendes Löschmittel für Metallbrände verwenden	Nicht mit Wasser löschen. z.B. trockenen Sand verwenden

Tab. 5: Brandschutzzeichen

### 6.1.2.1 Messwerkzeuge

Alle Maße in der Metalltechnik werden in Millimetern, Zehntel Millimeter, Hundertstel Millimeter oder Tausendstel Millimeter angegeben.

1 Meter	(m)	=	1000 Millimeter
1 Dezimeter	(dm)	=	100 Millimeter
1 Zentimeter	(cm)	=	10 Millimeter
1/10 Millimeter	(mm)	=	0,1 Millimeter
1/100 Millimeter	(mm)	=	0,01 Millimeter
1/1000 Millimeter	(mm)	=	0,001 Millimeter

(entspricht 1 Mikrometer  $\mu\text{m}$ )

Das Messen als Vorgang erfordert neben Geschick auch ein gewisses Grundverständnis, welche Messfehler auftreten können. Die häufigsten Messfehler sind:

- **Falsche Bezugstemperatur**

Die Bezugstemperatur in der Metalltechnik ist auf 20° Celsius festgelegt, d.h. sowohl das Messgerät als auch das zu messende Werkstück sollten die gleiche Temperatur aufweisen. Ist die Differenz hier zu hoch, können, je nach Dimension, einige Millimeter zu viel oder zu wenig gemessen werden,

- **Formänderung durch zu hohe Messkraft**

Dünnwandige Werkstücke können durch zu hohe Messkraft verformt werden. Wird das Messwerkzeug zu fest an das Werkstück gedrückt, können sich auch hier z.B. die Messschenkel eines Messschiebers verformen und so zu einem falschen Messergebnis führen,

- **Abgenutzte Messflächen oder Skala**

Sind die Messflächen abgenutzt, passen sie von der Kalibrierung her nicht mehr zu der Messskala; hieraus entsteht ein permanenter Messfehler. Gleiches gilt für eine abgenutzte oder verschmutzte (schlecht lesbare) Skala,

- **Verschmutzte Messflächen**

Schmutz wie Rost, Fett, Grat oder ähnliches können das Messergebnis beeinflussen, da nicht das eigentliche Werkstück gemessen wird, sondern die Verschmutzung. Deshalb Messgeräte sowie das zu messende Werkstück immer sauber halten und ggf. reinigen.

- **Falsche Handhabung des Messgerätes**

Wird ein Messgerät falsch angesetzt, z.B. schräg, verkantet oder nicht zentriert, führt dies unweigerlich zu Messfehlern. Daher ist die Messposition immer genau zu überprüfen.

- Parallaxenfehler

Dieser tritt auf, wenn ein Strich nicht in der Skalenebene liegt und schräg abgelesen wird. Daher sollte immer senkrecht auf die Skala geschaut werden und niemals seitlich.

Beispiel: Der Beifahrer eines Wagens versucht die genaue Geschwindigkeit auf einem analogen Tacho abzulesen. Da er in einem Winkel auf dem Tacho blickt, kann er den genauen Stand des Zeigers nicht erkennen. Der Fahrer hingegen blickt senkrecht auf den Zeiger des Tachometers und kann so die genaue Geschwindigkeit ablesen.

Grundsätzlich ist natürlich auch eine Kombination dieser Messfehler möglich.

Folgende Messwerkzeuge stehen uns in der Bergungsgruppe zur Verfügung:

- Gliedermaßstab,
- Rollbandmaß 5 m/(Bandmaß 30 m),
- Messschieber.





Abb. 15: Messwerkzeuge

## Der Gliedermaßstab

Das allg. bekannteste Messwerkzeug, das auch in der Metalltechnik zum Einsatz kommen kann, ist der Gliedermaßstab – umgangssprachlich „Meter“ oder „Zollstock“ genannt. Der Gliedermaßstab wird aus Holz, Metall, Aluminium oder Kunststoff hergestellt. Seine Gesamtlänge beträgt zwei Meter, aufgeteilt in zehn Glieder. Mit ihm lassen sich Maße bis auf einen Millimeter genau messen.



Abb. 16: Gliedermaßstab

## Das Rollbandmaß

Rollbandmaße gibt es in verschiedenen Längen und Ausführungen. Um es in der Metallbearbeitung einzusetzen, sollte das Maßband über eine Skala mit Millimereinteilung verfügen. Aus diesem Grund ist das Bandmaß 30 m oft nicht geeignet, da es i.d.R. nur über größere Skalierung verfügt. Grundsätzlich lassen sich mit dem Bandmaß schnell verschiedene Maße wie Länge, Höhe und Breite mit der Genauigkeit von etwa 1 mm messen.



Abb. 17: Rollbandmaß 5 m

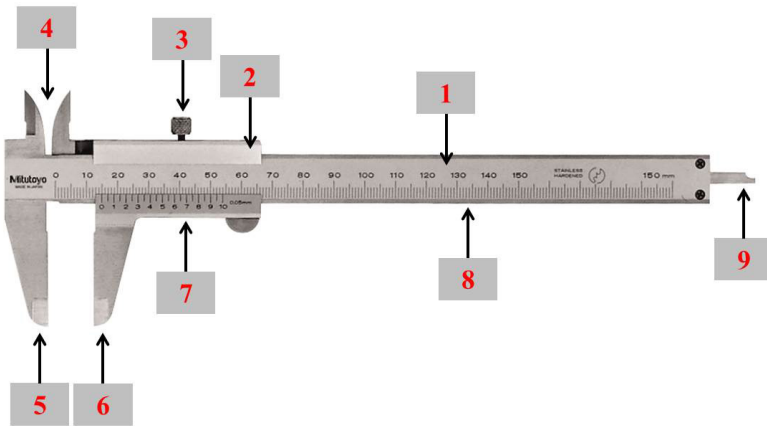


## Hinweis

- Beim Messen auf Parallaxenfehler achten,
- Maßband nicht knicken, großer Hitze oder Kälte aussetzen, gewaltsam heraus reißen oder einschieben,
- Gehäuse sowie Maßband sauber halten,
- Reinigen mit fusselfreiem Tuch, ggf. leicht einölen.

### Der Messschieber

Mit dem Messschieber lassen sich Maße mit einer Genauigkeit von 0,1 bis 0,05 mm messen. Es können Innen-, Außen- und Tiefenmaße ermittelt werden. In der abgebildeten Ausführung können Werkstücke bis maximal 150 mm gemessen werden. Es handelt sich um ein Präzisionsmessgerät aus diesem Grund sollte der Messschieber sehr sorgfältig behandelt werden.



- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Schiene                      | 6. beweglicher Messschenkel  |
| 2. Schieber                     | 7. Nonius                    |
| 3. Feststellschraube            | 8. Strichskala in Millimeter |
| 4. Messflächen für Innenmessung | 9. Tiefenmessgerät           |
| 5. fester Messschenkel          |                              |

Abb. 18: Messschieber



## Hinweis

- Beim Messen auf Parallaxenfehler achten,
- Messflächen für Innenmessungen sind sehr spitz,
- Messflächen sauber halten,
- Nicht in der Sonne liegen lassen oder in der Nähe von Wärmequellen lagern (Bezugstemperatur),
- Vor Gebrauch, auf Parallelität der Messflächen achten,
- Messschieber sauber halten in Schutzhülle aufbewahren,
- Reinigen mit fusselfreiem Tuch, ggf. leicht einölen.

### Messen mit dem Messschieber:

Für die Feinablesung muss der Teilstrich auf dem Nonius gesucht werden, der mit der Hauptteilung des Messschiebers deckungsgleich ist.

AbleSEN der **vollen Millimeter** mit dem Nullstrich des Nonius (16 mm).

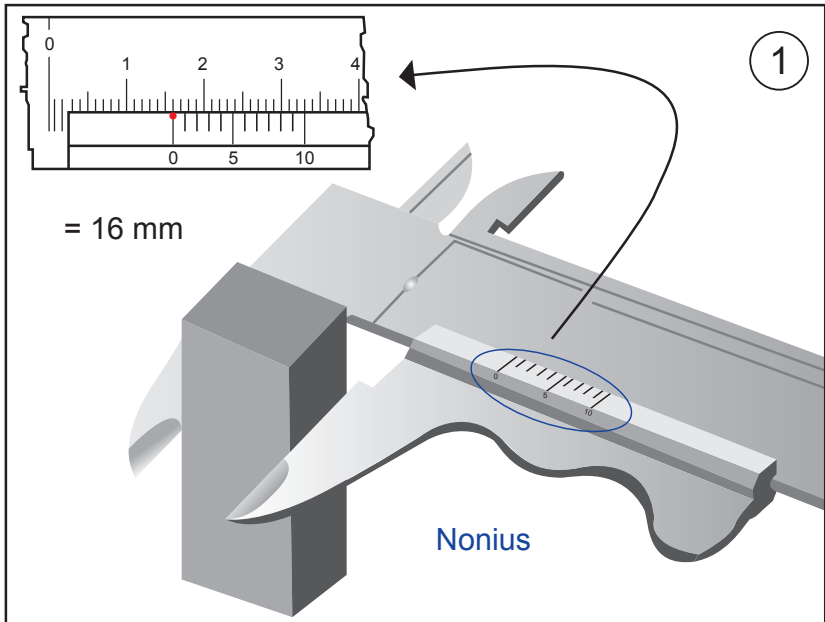


Abb. 19: 1. Handhabung Messschieber

AbleSEN der **zehntel Millimeter** grob durch den Nullstrich des Nonius (zwischen 26 und 27 mm).

Für die Feinablesung muss der Teilstrich auf dem Nonius gesucht werden, der mit der Hauptteilung des Messschiebers deckungsgleich ist. (5 Teilstrichdeckung mit 36)

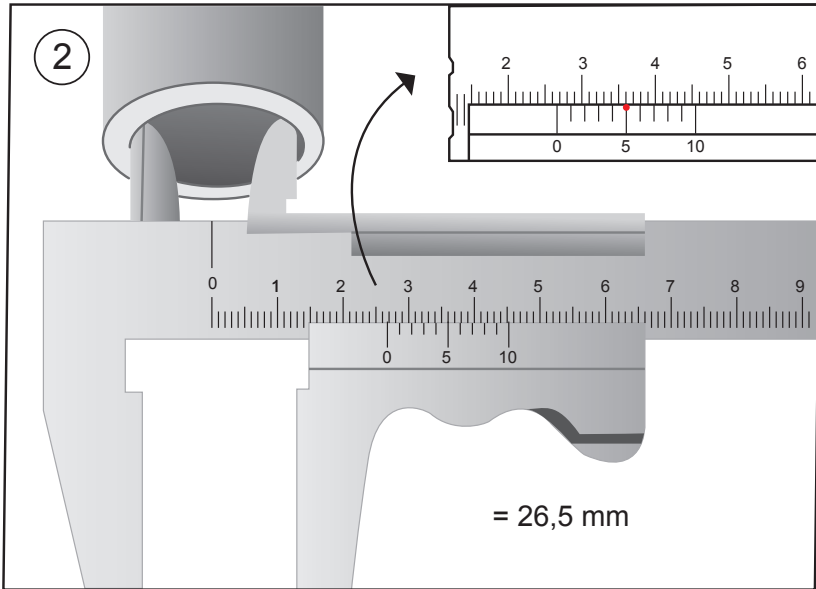


Abb. 20: 2. Handhabung Messschieber

### 6.1.2.2 Werkzeuge zum Anreißen und Vorzeichnen

Sollen Hilfslinien zum Trennen, Bohren o.ä. auf Metallen angebracht werden, spricht man vom *Anreißen*. Das gängigste Verfahren ist hier das Anreißen mit Hilfe einer Anreißnadel. Für grobe Hilfslinien kann aber auch angeschliffener Speckstein, Kreide oder ein Filzmarker benutzt werden. Hilfreich ist immer die Verwendung eines Messwerkzeuges, um das Maß genau abzutragen, sowie eines Anschlagwinkels, um parallele oder rechtwinklige Hilfslinien zu einer Bezugsebene zu realisieren.

Um Bohrungen korrekt anzubringen, wird zusätzlich zum Anreißen der Bohrungsmittelpunkt mit einem Körner in den Stahl eingeschlagen.

Folgende Anreißwerkzeuge und Hilfsmittel stehen uns in der Bergungsgruppe zur Verfügung:

- Hartmetall-Anreißnadel,
- Anschlagwinkel,
- Körner.



Abb. 21: Anreißwerkzeuge

## Die Reißnadel

Der größte Teil der Reißnadel, auch Hartmetall-Anreißnadel genannt, besteht meist aus allg. Stahl/ggf. Aluminium in dem eine Spitze aus Vollhartmetall eingelassen ist. Je nach Hersteller kann diese Spitze ausgetauscht oder nachgeschliffen werden. Meist ist aber mit Verschleifen der Spitze die Reißnadel auszusondern und es ist ratsam eine neue zu beschaffen. Die Hilfslinie wird mit der Hartmetallspitze, welche eine wesentliche größere Härte als das Werkstück aufweist, in eben dieses geritzt. Durch Lichtspiegelung lässt sich diese feine Kerbe gut auf dem Metall erkennen.



Abb. 22: Reißnadel



### Hinweis

- **Reißnadel nie ohne Schutzkappe in der Hosentasche transportieren,**
- **Hartmetallspitze nicht schlagartig belasten – splittert,**
- **Hartmetallspitze nur mit Siliciumcarbid-Schleifscheiben nachschleifen,**
- **Nicht fallen lassen oder werfen,**
- **Nicht zum Körnen geeignet,**
- **Anreißlinie nur einmal ziehen.**



## Der Anschlagwinkel

Der Anschlagwinkel besteht meist aus kaltgezogenem, geschliffenem und kalibriertem Werkzeugstahl. Es gibt auch Varianten aus rostfreiem Stahl. Der Anschlag ist meist an die Schenkel angeschraubt. Je nach Hersteller ist der Winkel verzinkt, verchromt oder eingeölt, um ihn vor Korrosion zu schützen. Es können genaue, gerade Hilfslinien auf dem Werkstück angezeichnet werden. Durch den Anschlag ist es möglich, zu einer Bezugsebene parallele sowie um  $90^\circ$  gedrehte Hilfslinien anzureißen. Zudem lassen sich Bauteile im  $90^\circ$  Winkel zueinander ausrichten.



Abb. 23: Anschlagwinkel

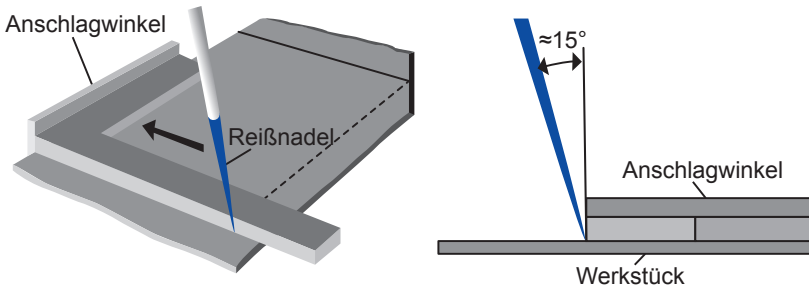


Abb. 24: Anreißen von Hilfslinien



## Hinweis

- Winkel sauber und trocken aufbewahren,
- Nicht werfen oder gar als Schlagwerkzeug benutzen,
- Keinen großen Wärmequellen aussetzen,
- Reinigen mit fussel freiem Tuch, ggf. leicht einölen.

## Der Körner

Körner bestehen meist aus Werkzeugstahl (CrV Stahl) und sind an der Körnerspitze gehärtet. Durch diese Härtung ist es möglich präzise Körnerschläge auf dem Werkstück zu platzieren. Dabei wird der Körner auf der Hilfslinie ausgerichtet und nur mit einem Schlag in das Material getrieben. Zusätzlich können mit Körnern auch Markierungen auf Stahlteilen angebracht werden.



Abb. 25: Körner

### Ankörden eines Werkstückes:

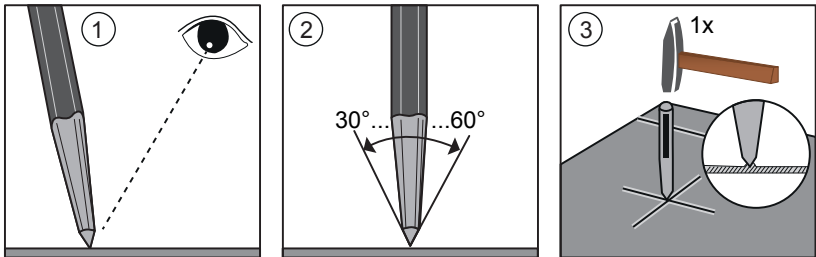


Abb. 26: Handhabung Körner



### Hinweis

- Nicht als Durchschlag verwenden,
- Nicht zum Durchschlagen von Blechen verwenden,
- Körnerspitze muss immer in der Mittelachse des Körners verlaufen,
- Gratbildung auf der Schlagfläche vermeiden,
- Keine gehärteten Stähle ankörden.

### 6.1.2.3 Formgebende Werkzeuge

Dies sind Werkzeuge mit deren Hilfe wir einem Ausgangsmaterial verschiedene Formen geben können. Hierbei wird kein Material abgetragen; das Ausgangsmaterial wird lediglich plastisch umgeformt. Dies bedeutet, dass der Stahl über seine Mindeststreckgrenze hinaus belastet werden muss, da er andernfalls seine vorherige Form wieder annimmt. Ein Beispiel wäre das Abwinkeln eines Flachstahles in einem Schraubstock.

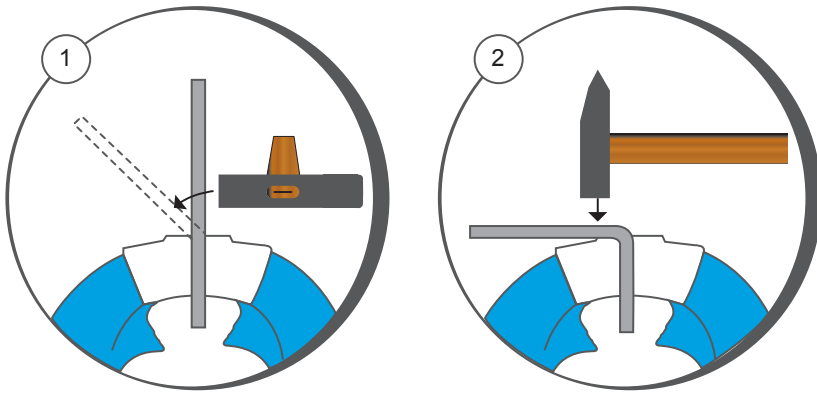


Abb. 27: plastisches Umformen

Wirkt auf den Stahl zu wenig Kraft ein, „federt“ er wieder in seine Ausgangsform zurück.

Folgende formgebende Werkzeuge stehen uns in der Bergungsgruppe zur Verfügung:

- Schlosserhammer 500 g und 1000 g,
- Fäustel,
- Vorschlaghammer 6000 g.



Abb. 28: formgebende Werkzeuge

### Der Schlosserhammer

Der Hammerkopf besteht meist aus im Gesenk geschmiedetem Werkzeugstahl, welcher anschließend gehärtet und angelassen (Wärmebehandelt) wird und ggf. noch lackiert. Hammerbahn und Finne werden geschliffen. Der Stiel kann aus besonderen Hölzern z.B. Hickory oder aus Kunststoffverbundmaterialien hergestellt sein. Je nach benötigter Schlagkraft gibt es Hämmer in verschiedenen Gewichtsausführungen. Das Gewicht bezieht sich nur auf den Hammerkopf ohne Stiel. Einsatz findet der Schlosserhammer u.a. beim

- Einschlagen von Nägeln, Bauklammern, Bolzen,
- Biege-, Richt- oder Treibarbeiten,
- Ausrichten von Stahlbauteilen,
- Können, Meißeln und Schmieden.



Abb. 29: Schlosserhammer



## Hinweis

- Gehärtete Werkzeuge nicht gegeneinander schlagen,
- Auf festen Sitz des Stiels achten,
- Gebrochene, beschädigte Stiele sofort austauschen,
- Nicht werfen,
- Nicht zum Spalten geeignet.

## Der Fäustel

Wird aus demselben Material wie der Schlosserhammer gefertigt. Der eigentliche Unterschied ist der massive Hammerkopf, welcher aus 2 Bahnen besteht und keine Finne besitzt. Er ist für schwerere Arbeiten als der Schlosserhammer geeignet. Er kann, bis auf ein paar wenige Ausnahmen wie z.B. Körnen, für die gleichen Arbeiten verwendet werden wie der Schlosserhammer.



Abb. 30: Fäustel



### Hinweis

- Siehe Schlosserhammer.

## Der Vorschlaghammer

Dieser wird meist für sehr grobe Arbeiten verwendet und ist aus dem gleichen Material geschmiedet wie Schlosserhammer und Fäustel. Vom Aufbau her ist er eine größere Version des Schlosserhammers und verfügt, wie dieser, über eine Finne. Verwendet wird der Vorschlag Hammer unter anderem für

- Abrissarbeiten,
- Einschlagen großer Bolzen,
- Richten, Biegen dicker Stahlbauteile,
- Ausrichten und Positionieren von Bauteilen,
- Einschlagen von Erdnägeln.



Abb. 31: Vorschlaghammer



### Hinweis

- Siehe Schlosserhammer,
- Keine Rundschläge ausführen.

#### 6.1.2.4 Trennende bzw. schneidende Werkzeuge

Siehe auch *Metallbearbeitung Einführung/Trennen*.

Den größten Teil der Ausstattung stellen die Werkzeuge dieser Kategorie dar. Je nach Vorhaben können verschiedene Trennverfahren von Nöten sein. Diese erfordern wiederum spezielle Werkzeuge.



Beispiele:

- Eine Gewindestange oder ein Rohr soll auf ein bestimmtes Maß abgelängt werden. Geeignetes Werkzeug wäre hier die Handbügelsäge, bei größeren Dimensionen eventuell die Säbelsäge,
- Eine verrostete Schraube soll entfernt werden. Die geeigneten Werkzeuge wären Hammer und Meißel. Mit dem Meißel wird die Mutter von der Schraube abgemeißelt,
- Eine Form soll aus einem 1 mm dicken Stahlblech ausgeschnitten werden. Geeignetes Werkzeug wäre die Blechschere. Nach dem Ausschneiden werden die Schnittkanten noch mit der Feile entgratet, um Verletzungen zu vermeiden,
- 2 mm Stahldraht wird mit dem Seitenschneider geschnitten. Eine Baustahlmatte wird mit dem Bolzenschneider getrennt.

Folgende trennende bzw. schneidende Werkzeuge stehen uns in der Berungsgruppe zur Verfügung:

- Meißel,
- Metallbügelsäge,
- Feile,
- Seitenschneider,
- Bolzenschneider,
- Blechschere,
- Beißzange,
- Bohrer.



Abb. 32: trennende Werkzeuge

## Der Meißel

Meißel bestehen meist aus Werkzeugstahl (CrV Stahl) und sind an der Schneide gehärtet. Die Grundform wird im Gesenk geschmiedet, wärmebehandelt und anschließend geschliffen. Neben dem Flachmeißel gibt es noch viele weitere Formen von Meißeln wie u.a. Kreuz-, Spitz- oder Nutenmeißel. Jede Form hat einen bestimmten Verwendungszweck. Generell wird der Meißel zum Trennen von Stahl verwendet, findet aber auch bei der Bearbeitung von Stein Verwendung.



Abb. 33: Flachmeißel



## Hinweis

- Grat bzw. Bartbildung am Meißelkopf vermeiden bzw. wegschleifen, Splittergefahr,
- Keine gehärteten Stähle trennen,
- Schutzbrille, ggf. Gehörschutz und Handschuhe verwenden,
- Schutz gegen Splitter verwenden z.B. Blech oder Holzplatte,
- Nicht in die Richtung von Personen arbeiten.

## Die Metallbügelsäge

Wird zum Trennen bzw. Sägen von kleineren Metallteilen benutzt. Größere, massivere Bauteile sind eigentlich nicht mit der Metallbügelsäge trennbar. Gut getrennt werden können Bauteile wie Gewindestangen, kleine Rohre, Vollmaterial, dünnwandige Bauteile (je nach Zahnteilung des Sägeblattes), Schrauben, Nieten usw. Das Trennen von Nichteisenwerkstoffen wie Aluminium oder Edelstahl ist mit einem Sägeblatt aus Bi-Metall möglich. Harte Kunststoffe können ebenfalls mit der Metallbügelsäge zersägt werden. Die Säge arbeitet nur in *Stoßrichtung* (*Schnittrichtung*), aus diesem Grund muss das Sägeblatt unbedingt mit der Zahnung in Stoßrichtung eingebaut werden.

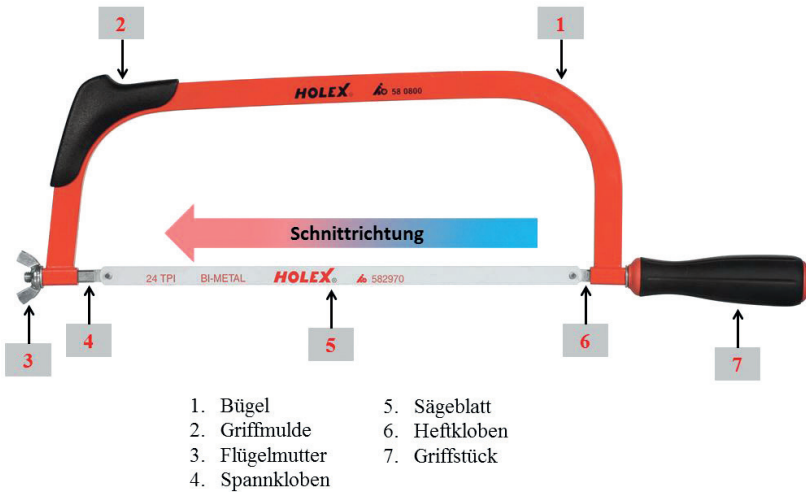


Abb. 34: Metallbügelsäge

Zum Umgang mit der Metallbügelsäge gehört eine umfassende **Vorbereitung des Arbeitsplatzes**:

- Schraubstock zum Spannen des Werkstückes vorbereiten,
- Bei Werkstücken mit empfindlicher Oberfläche sowie Gewindestangen Aluminiumschutzbacken verwenden,
- Rohre mit den Rohrspannbacken spannen,
- Werkstück nur soweit wie zum Trennen nötig überstehen lassen.

**Arbeiten/Trennen** mit der Metallbügelsäge:

- Metallbügelsäge zusammenbauen, dabei beachten, dass das Sägeblatt mit der Zahnung in Stoßrichtung eingesetzt wird (nur unbeschädigte Sägeblätter verwenden),

- Sägeblatt fest mit der Flügelmutter (oder Spannvorrichtung) spannen,
- Maß am Werkstück anreißen, dabei die Dicke des Sägeblattes beim Abtrennen bedenken,
- Zum besseren Anschnitt eine Kerbe mit der Dreikantfeile feilen,
- Werkstück ansägen, Hub in Stoßrichtung mit leichtem Druck nach unten ausführen, beim Rückhub Säge leicht entlasten,
- Ganze Sägeblattlänge benutzen,
- Nicht verkanten,
- Blatt nicht ölen oder fetten,
- Werkstück gleichmäßig durchsägen, zum Ende Druck leicht verringern,
- Werkstück mit der Feile entgraten.

**Nach dem Arbeiten** mit der Metallbügelsäge:

- Werkstück aus Schraubstock ausspannen,
- Arbeitsplatz reinigen,
- Zustand des Sägeblattes kontrollieren, bei ausgebrochenen Sägezähnen Sägeblatt ersetzen – ACHTUNG direkt nach dem Sägen ist das Sägeblatt sehr heiß,
- Sägeblatt eventuell Nachspannen.

## Das Sägeblatt

Mit ihm wird die eigentliche Trennarbeit verrichtet. Dabei besteht das Sägeblatt aus einer Vielzahl von Sägezähnen. Je nach Werkstoff sowie Form des zu trennenden Werkstücks ist neben der Auswahl des Werkstoffes, aus dem das Sägeblatt besteht, die *Zahnteilung* des Sägeblattes ein wichtiges Auswahlkriterium. Zusätzlich kann auch die *Zahnform* entscheidend

sein. Beim Sägen wird kontinuierlich Material in Form von kleinen Spänen durch die Sägezähne abgetragen. Diese Späne werden in den Zahn­lücken aufgenommen und bis zum Ende des Schnittes transportiert, um dort ausgeworfen zu werden.

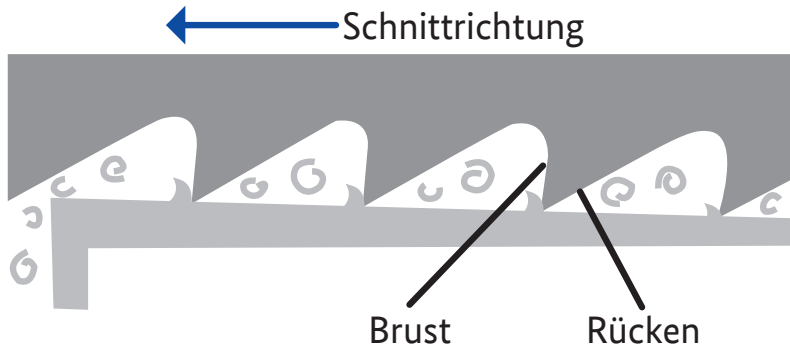


Abb. 35: Wirkungsweise der Sägezähne

#### Die Zahnteilung:

- Ist der Abstand von Zahnspitze zu Zahnspitze,
- Wird in Zähne pro Zoll (ZpZ) oder Zähne pro inch (Zpi) angegeben. 1 Zoll sowie 1 inch entsprechen 25,4 mm,
- Reicht von min. 1 ZpZ (grobe Zahnteilung) bis 32 ZpZ (feine Zahnteilung),
- Muss fein sein, wenn dünnwandige Bauteile wie Bleche oder Rohre gesägt werden. Hier sind mehrere Zähne gleichzeitig im Eingriff und gewährleisten somit eine bessere Führung des Sägeblattes,
- Muss grob sein, wenn größere Querschnitte gesägt werden. Hier sind weniger Zähne im Einsatz und somit steigt die Schnittleistung.

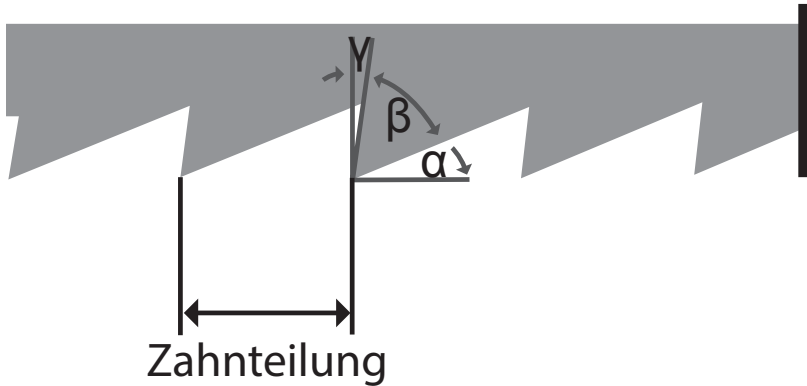


Abb. 36: Zahnteilung

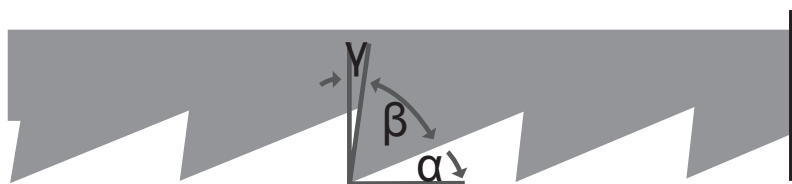
#### Zahnform:

Je nach Werkstoff kann eine bestimmte Zahnform erforderlich sein. Hiermit kann ein besserer Kräfteverlauf im Sägeblatt erreicht werden. Zudem können größere Spanräume bei weichen Materialien wie Aluminium vorteilhaft sein. Hierdurch werden die Zahnräume nicht so schnell überfüllt.

- Maschinensägeblätter haben meist Bogenzähne, da sie durch Ihre Form widerstandsfähiger sind und höhere Schnittkräfte aufnehmen können,
- Handsägeblätter sind meist mit Winkelzähnen versehen.



## Bogenzähne



## Winkelzähne

Abb. 37: Vergleich Bogen- und Winkelzähne

### Werkstoff:

Die meisten Sägeblätter bestehen aus Hochleistungsschnellschnittstahl (HSS Bi-Metall). Dieser Werkstoff ist sehr hart bzw. zäh und erbringt neben einer hohen Schnittgeschwindigkeit auch eine gute Temperaturbeständigkeit. Der Ausdruck Bi-Metall bedeutet, dass hier 2 Metalle miteinander verbunden sind. I.d.R. werden die Sägezähne aus HSS-Kobalt und das Trägerband aus Federstahl hergestellt. Oft wird sich diese Zusammensetzung nutzbar gemacht, um Wärmeverzug auszugleichen, da jedes Metall einen anderen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist.

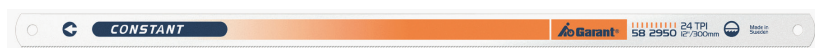
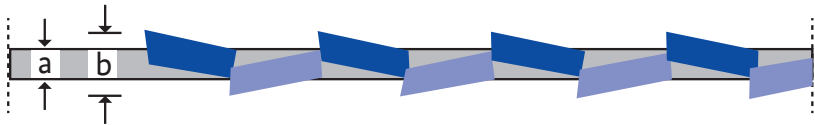


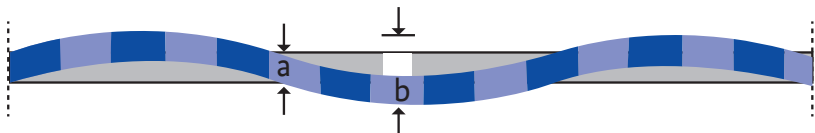
Abb. 38: HSS Bi-Metallsägeblatt



Damit ein Sägeblatt beim Sägen im Schnitt nicht klemmt (Wärmeausdehnung), muss es sich *freischneiden*. Erzielt wird dies durch *geschränkte* oder *gewellte Zähne*.



Geschränkte Zähne



Gewellte Zähne

a = Blattdicke  
b = Schnittfuge

Abb. 39: geschränkte und gewellte Sägezähne

## Die Feile

Feilen bestehen aus legiertem Werkzeugstahl. Ihre Grundform wird im Gesenk geschmiedet. Die Zähne werden als *geometrisch unbestimmte Schneiden* in das Feilenblatt eingehauen oder als *geometrisch bestimmte Schneiden* eingefräst und anschließend gehärtet. So entstehen mehrere hintereinanderliegende Schneiden, die geringe Mengen Werkstoff vom Werkstück abtragen. Feilen werden in verschiedenen Längen und Formen hergestellt. Unterschieden wird darüber hinaus nach dem *Hieb (Art & Zahl)*, der dazugehörigen *Hiebnummer* und dem *Querschnitt* des Fei-

lenblattes. Das Einsatzgebiet der Feile ist recht vielseitig und reicht von der groben Bearbeitung von Werkstoffen bis zur feinen, auf das Zehntel genauen Bearbeitung von Präzisionsteilen. Oberflächen können, ähnlich dem Polieren, *geschlichtet* werden. Mit Feilen können Formen an Metallteilen hergestellt werden. Zudem ist die Feile 1. Wahl beim Entgraten von Werkstücken. Mit ihr lassen sich mit Ausnahme gehärteter Werkstoffe nahezu alle Metalle bearbeiten.

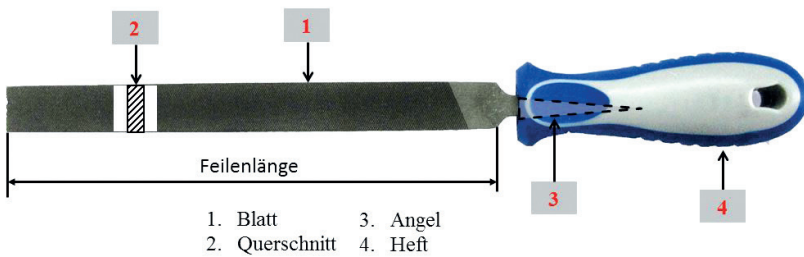


Abb. 40: Flachstumpffeile

*Hieb und Hiebnummer:*

- **Hiebart** wird bestimmt durch die linienförmige Anordnung der Zähne auf dem Feilenblatt,
  - Anordnung verläuft meist schräg zur Feilenachse, damit die Späne beim Feilen ablaufen können,
  - Einhieb zur Bearbeitung von weichen Werkstoffen wie z.B. Aluminium, Zink, Blei usw.,
  - Kreuzhieb (zweimal gehauenes Feilenblatt mit Ober- und ein Unterhieb) zur Bearbeitung härterer Werkstoffe wie z.B. Stahl, Guss und hartem Kunststoff. Geringere Riefenbildung beim Feilen,

- Raspelhieb zur Bearbeitung von Holz, Kunststoff, Stein usw.,
- **Hiebnummer** ist die Unterteilung von grob (kleine Hiebzahl) zu fein (große Hiebzahl),
  - Gehauene Feilen und Raspeln von 1 bis 8,
  - Werkstattfeilen von 1 bis 4,
  - Präzisionsfeilen 1 bis 8,
  - Gefräste Feilen werden in 1 = Schrupp / Bastard; 2 = halb-schlicht / mittel; 3 = schlicht / fein eingeteilt,
- **Hiebzahl** entspricht der Anzahl der Hiebe pro cm. Ändert sich je nach Feilenlänge.

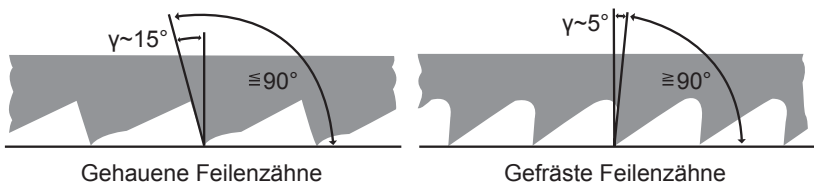


Abb. 41: Gehauene und Gefräste Feilenzähne

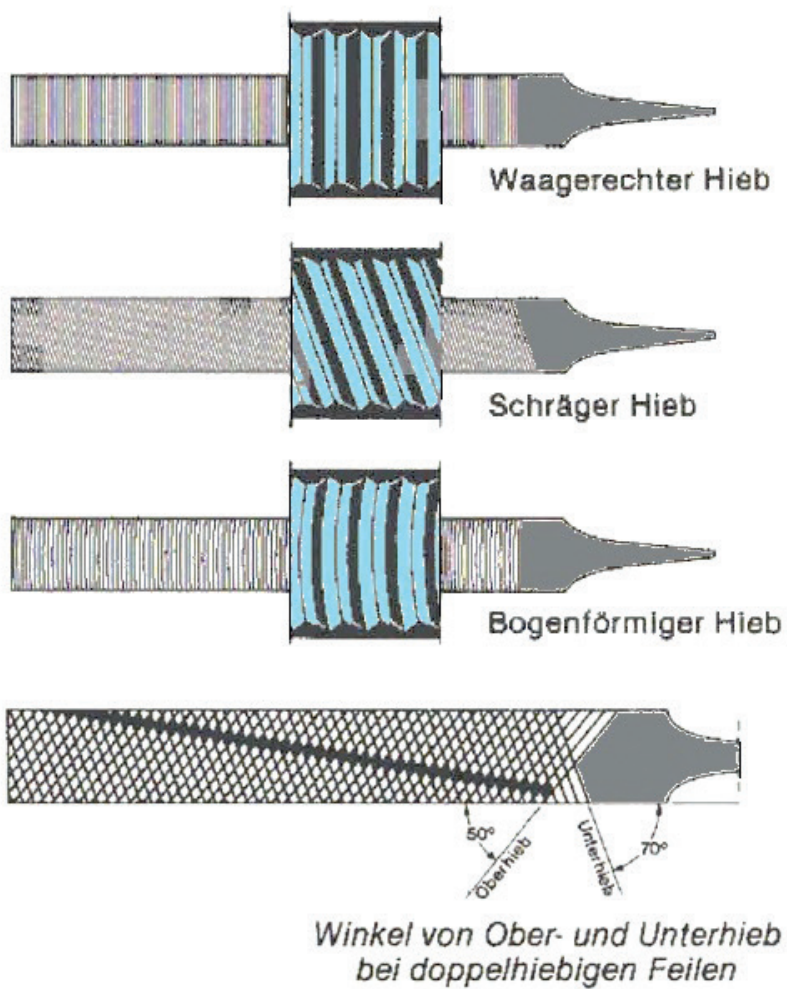


Abb. 42: Hiebarten

### Querschnitt:

Ein weiteres wichtiges Auswahlkriterium bei Feilen ist der Querschnitt des Feilenblattes, da sich bestimmte Arbeiten nur mit entsprechenden Querschnitten ausführen lassen.

### Beispiele:

Ein kleines Rohr kann innen nicht mit der Flachstumpffeile entgratet werden.

Das Anfasen (Brechen der Kanten) eines Metallklotzes kann zwar mit der Rundfeile ausgeführt werden, die Flachstumpf- oder Halbrundfeile ist aber wesentlich besser zu handhaben.



Abb. 43: Feilenformen

### Reinigen:

Nach längerer Benutzung können sich die Zähne des Feilenblattes zusetzen. Zur Reinigung aller Hiebarten verwendet man ausschließlich eine Feilenbürste.



Abb. 44: Feilenbürste



## Hinweis

- Feilenblatt nie ohne Feilenheft benutzen,
- Feilenblatt nicht auf Biegung beanspruchen,
- Nicht werfen oder als Schlagwerkzeug benutzen,
- Nicht ölen oder fetten,
- Reinigen nur mit Feilenbürste, nicht mit Stahlbürste,
- Feilenspäne nicht mit der Hand entfernen oder mit Druckluft wegblasen – Handfeger oder Pinsel verwenden,
- Werkstücke kurz einspannen,
- Beginnen mit grober Feile bis ca. 0,5 mm vor Endmaß, zum Ende mit Halbschlicht- oder Schlichtfeile auf Endmaß feilen,
- Gleichmäßige Hin- und Her-Bewegung; Vorhub mit Druck nach unten, Rückhub ohne Druck ausführen.

## Der Seitenschneider

Seitenschneider werden meist aus legiertem Werkzeugstahl (CrV) im Gesenk geschmiedet. Die Schneiden werden anschließend geschliffen und gehärtet. Das linke Bild zeigt eine Ausführung mit Hebelübersetzung zur Erhöhung der Schneidkraft, das rechte eine Ausführung ohne Hebel-

übersetzung. Zur besseren Handhabung werden die Griffe oft mit Kunststoff ummantelt. Es können Drähte sowie Rundmaterial bis ca. Ø 3 mm geschnitten werden.



Abb. 45: Kraftseitenschneider Seitenschneider



## Hinweis

- Leitungen und Kabel nur mit VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.) zertifiziertem Werkzeug trennen,
- Schneidkraft nicht durch Anbringen von Hebeln an den Griffen erhöhen; keine gehärteten Drähte, Nägel usw. trennen,
- Gelenke gelegentlich ölen,
- Herstellerhinweise beachten.

## Der Bolzenschneider

Der Kopf des Bolzenschneiders wird aus legiertem Werkzeugstahl im Gesenk geschmiedet und an die Griffe, welche aus Stahlrohren bestehen, angeschraubt. Die Schneiden werden gehärtet und geschliffen. Zur besseren Handhabung werden die Griffenden mit Kunststoff ummantelt. Zur Erhöhung der Schneidkraft ist der Bolzenschneider hebelübersetzt. Er eignet sich zum Trennen von Vorhängeschlossern, Drahtseilen, Rundstahl, Nieten, Schrauben und Bolzen bis ca. Ø 13mm.



Abb. 46: Bolzenschneider



### Hinweis

- Siehe Seitenschneider,
- Ggf. Muttern kontrollieren und nachziehen.

### Die Blechscher

Blechscheren werden meist aus legiertem Werkzeugstahl (CrV) im Gesenk geschmiedet. Die Schneiden werden anschließend geschliffen und gehärtet. Je nachdem welche Trennarbeiten ausgeführt werden sollen, gibt es verschiedene Ausführungen von Blechscheren. Das wichtigste Merkmal ist, ob es sich um eine links- oder rechtsschneidige Ausführung handelt. Wie die Bezeichnung vermuten lässt, ist die rechte Ausführung für Radien, die nach rechts verlaufen, und die linke Ausführung entsprechend für nach links verlaufende Radien konzipiert. Zusätzlich gibt es noch die Durchlaufschere, welche für gerade durchlaufende Schnitte gedacht ist; hierbei wird das Blech beim Schneiden nicht verbogen. Weitere Ausführungen sind die Loch- sowie die Universalschere. Generell gibt es auch hier Ausführungen mit und ohne Hebelübersetzung, genauso sind die Griffe oft mit Kunststoff ummantelt.





Abb. 47: Blech- und Figureschere

Bei höherwertigen Scheren können die Schneiden ausgetauscht werden. Je nach Modell können Bleche aus Eisen- und Nichteisen-Werkstoffen (Stahl-, Aluminium-, Kupfer-, Zinkblech usw.) bis zu einer Stärke von ca. 1,5 – 2 mm (je nach Werkstoff) geschnitten werden.



### Hinweis

- Nur zum Trennen von Blechen verwenden,
- Keine gehärteten Bleche trennen,
- Schnittkanten unbedingt entgraten,
- Handschuhe tragen,
- Gelenke gelegentlich ölen,
- Herstellerhinweise beachten.

## Die Beißzange

Beißzangen werden aus legiertem Werkzeugstahl im Gesenk geschmiedet. Die Schneiden werden anschließend geschliffen und gehärtet. Je nach Verwendungszweck stehen verschiedene Formen und Längen zur Auswahl. Die Griffe können, wie abgebildet, blank oder mit Kunststoffummantelt sein. Andere Bezeichnung für die Beißzange sind u.a. Kantenzange, Kneifzange, Rabitzzange oder Monierzange. Sie finden üblicherweise Anwendung beim Herausziehen von Nägeln, es können aber auch Drähte, je nach Ausführung bis ca.  $\varnothing$  2,4mm, getrennt werden. Zusätzlich kann die Beißzange beim *Rödeln* (zusammendrehen von Drähten z.B. beim Zubinden von Sandsäcken) eingesetzt werden. Somit ist die Beißzange kein ausschließliches Metallbearbeitungswerkzeug.



Abb. 48: Beiß- und Rabitzzange

### 6.1.2.5 Hilfsmittel zum Festhalten oder Spannen

Die folgenden Werkzeuge sind nicht ausschließlich nur für die Verwendung im Metallbereich vorgesehen. Sie können durchaus auch bei anderen Arbeiten verwendet werden.

Sie dienen als Hilfsmittel oder zur Sicherung bei der Bearbeitung von Werkstücken.

Sie können das oder die Werkstück-/e an einer bestimmten Position halten, das sog. Spannen.

- Rohr im Schraubstock einspannen.

Genauso können diese aber auch zum sicheren Handhaben dienen.

- Heißes Metallteil festhalten oder aufheben.

Ebenfalls können diese aber entsprechend ihrer Form jeweils nur zum Bewegen, Lösen oder Festziehen von Normteilen (Schrauben, Muffen usw.) benutzt werden.

- Eine Schraube mit dem Schraubendreher ein- oder ausdrehen,
- Zwei Rohrstücke mit einer Muffe verbinden und mit der Wasserrohrzange festziehen,
- Festziehen oder lösen einer Maschinenschraube mit der Ratsche (Knarre) und einer Nuss.

Folgende Hilfsmittel zum Festhalten oder Spannen stehen uns in der Bergungsgruppe zur Verfügung:

- Schraubstock,
- Kombizange,

- Wasserpumpenzange,
- Schraubzwinde.



Abb. 49: Spannmittel

Diese Aufzählung ist nicht abschließend. Es stehen noch weitere Hilfsmittel zur Verfügung wie Schraubendreher, Innensechskantschlüssel, Knarre und Steckschlüssel, (Rohrzange ist in der Anwendung der Wasserpumpenzange ähnlich) usw. Da die Handhabung dieser allg. Werkzeuge als bekannt voraus zu setzen ist, wird auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet. Sollte dennoch Ausbildungsbedarf bestehen, findet sich hierzu ausreichend Material in Fachliteratur, Herstellervorschriften oder im Internet.

## Der Schraubstock

Das meist verwendete Hilfsmittel zum Spannen und Bearbeiten von Werkstücken im Bereich der Metallbearbeitung ist der Schraubstock. Der Grundkörper wird meist aus Gusseisen hergestellt oder ganz aus Stahl geschmiedet, die Spannbacken werden zusätzlich oberflächengehärtet. Werden die Spannbacken nicht direkt angeschmiedet, können diese auch an den Grundkörper angeschraubt werden. In letzterem Fall werden sie aus legiertem Werkzeugstahl geformt und gehärtet. Es sind Varianten mit glatter Oberfläche oder mit einer Verzahnung erhältlich.

Mit dem Knebel können über die Trapezgewindespindel sehr hohe Druckkräfte erzeugt werden. Aus diesem Grund eignet sich der Schraubstock auch zum Verformen von Werkstücken z.B. Zusammendrücken eines Rohres. Durch die massive Bauweise ist auch ein grober Umgang mit dem Schraubstock möglich.

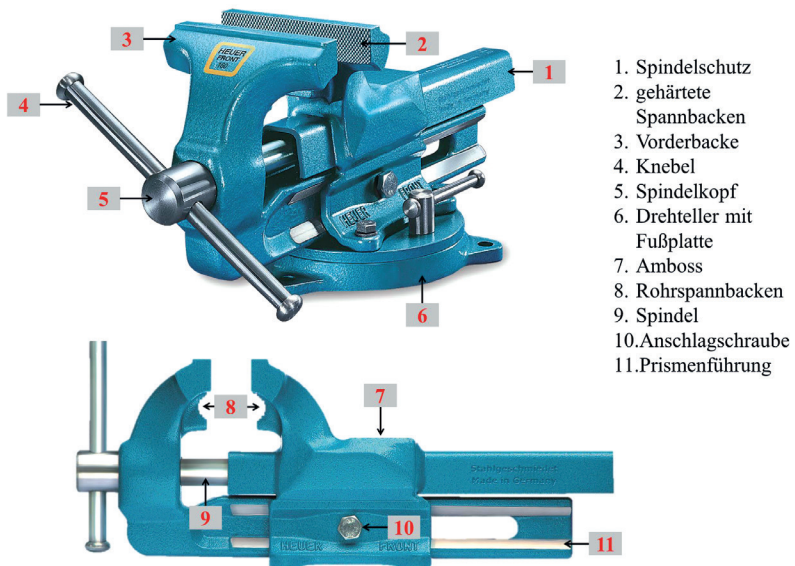


Abb. 50: Schraubstock

Schraubstöcke sollten nicht freistehend verwendet werden. Es empfiehlt sich immer die Befestigung an einer Werkbank o.ä., um die zum Teil großen Kräfte beim Arbeiten aufnehmen zu können oder um ein sicheres bewegungsfreies Bearbeiten eines Werkstückes zu gewährleisten. Zusätzlich sind Drehteller, um den Schraubstock zu schwenken, oder Höhenverstelleinrichtungen, um an die Körpergröße des Benutzers anzupassen, erhältlich.

Es sind verschiedene Größen, Spannweiten und Ausführungen von Schraubstöcken bei den Herstellern verfügbar. Neben speziellen Schraubstöcken für Rohre sind viele Standard-Schraubstöcke mit Rohrspannbacken unterhalb der parallelen Spannbacken ausgerüstet.

Möchte man Werkstücke mit empfindlicher Oberfläche spannen, empfiehlt sich die Verwendung von zusätzlichen *Schon-* bzw. *Schutzbacken*. Diese Spannbacken bestehen meist aus Aluminium oder einem anderen weichen Werkstoff, können aber auch aus Holz oder Kunststoff hergestellt sein.

Beispiel:

Spannen einer Gewindestange zum Ablängen mit der Handbügelsäge. Hier soll das Gewinde nicht durch die gehärtete Verzahnung an den Spannbacken beschädigt werden.

Spannbacken sind zudem in verschiedenen Formen erhältlich wie z.B. prismatisch zum Spannen von kleinen Rohren oder Rundmaterial mit geringem Durchmesser, geriffelt zum Spannen gummiartiger Werkstoffe u.v.m..

Die Befestigung erfolgt, je nach Hersteller, auf unterschiedliche Weise, so können diese z.B. über seitliche Federn an den vorhandenen Spannbacken gespannt, über Magnete angeheftet oder angeschraubt werden.



Abb. 51: Schutzbacken



## Hinweis

- Schraubstock muss sicher befestigt sein z.B. an einer Werkbank,
- Gehärtete Spannbacken nicht feilen, bohren oder mit anderen gehärteten Werkzeugen bearbeiten,
- Empfindliche Oberflächen nur mit Schutzbacken spannen,
- Rohre in Rohrspannbacken spannen,
- Keine unter Druck stehenden Behälter wie z.B. Spraydosen o.ä. spannen,



## Hinweis

- Keine splitternden Werkstoffe wie z.B. Glas spannen,
- Maximale Belastung der Gewindespindel nicht überschreiten,
- Schlagarbeiten auf dem angebrachten Amboss (sofern vorhanden) vornehmen, nicht auf den Spannbacken,
- Gewindespindel sauber halten ggf. fetten oder ölen,
- Herstellervorgaben beachten.

## Die Kombizange

Die Kombizange wird aus legiertem Werkzeugstahl im Gesenk geschmiedet. Die Schneiden werden anschließend geschliffen und gehärtet. Je nach Verwendungszweck stehen verschiedene Formen und Längen zur Auswahl. Die Griffe können, wie abgebildet, mit Kunststoff ummantelt oder blank sein. VDE Ausführungen für Arbeiten im Elektrobereich sind erhältlich. Die Verwendung ist recht vielseitig:

- Mit den Backen können Bleche oder dünne Drähte gegriffen oder gebogen werden,
- Das Maulloch kann verwendet werden, um kleinere Schrauben oder Muttern anzuziehen oder zu lösen,
- Dünne Drähte werden mit den seitlichen Schneiden getrennt.





- |             |                       |
|-------------|-----------------------|
| 1. Maulloch | 3. seitliche Schneide |
| 2. Backen   | 4. Griff              |

Abb. 52: Kombizange

Im Umgang sind dieselben Hinweise wie beim Seitenschneider zu beachten.

### Die Wasserpumpenzange

Die Wasserpumpenzange wird aus legiertem Werkzeugstahl im Gesenk geschmiedet. Die Zähne werden anschließend geschliffen und gehärtet. Je nach Verwendungszweck stehen verschiedene Formen und Längen zur Auswahl. Die Griffe können, wie abgebildet, mit Kunststoff ummantelt oder blank sein. Besonderheit der Wasserpumpenzange ist, dass die Öffnungsweite auf das Werkstück (Form und Größe) mittels Rasten individuell eingestellt werden kann. Somit können Werkstücke verschiedener Maßeinheiten wie Zoll oder Millimeter mit ein und derselben Zange gegriffen werden. Beim korrekten Handhaben klemmt sich die Zange auf das Werkstück. Die Rohrzanze ist eine größere Variante für schwere Arbeiten. Die gebräuchlichste Verwendung findet sich im Sanitär- und Heizungsbaubereich zum Anziehen und Lösen von Verschraubungen. Genauso können aber auch (heiße) Bleche, dickere Abmessungen mit der Zange gegriffen oder dünne Bleche gebogen werden.



Abb. 53: Wasserpumpenzange

## Die Schraubzwinde

Der feststehende und bewegliche Spannarm sowie die Gleitschiene bestehen meist aus Temperguss. Können aber auch aus Stahl geschmiedet sein. Schraubzwingen sind massive Spannmittel zum Festhalten oder Zusammenpressen von Bauteilen zur Lagesicherung oder zur besseren Bearbeitung. Grob wird die Schraubzwinde mit dem beweglichem Spannarm an der Gleitschiene eingestellt. Anschließend wird über den Griff die Trapezgewindespindel angezogen. Durch das Trapezgewinde können sehr große Kräfte auf die bewegliche Druckplatte übertragen werden. Schraubzwingen sind in verschiedenen Spannweiten und Ausführungen erhältlich.

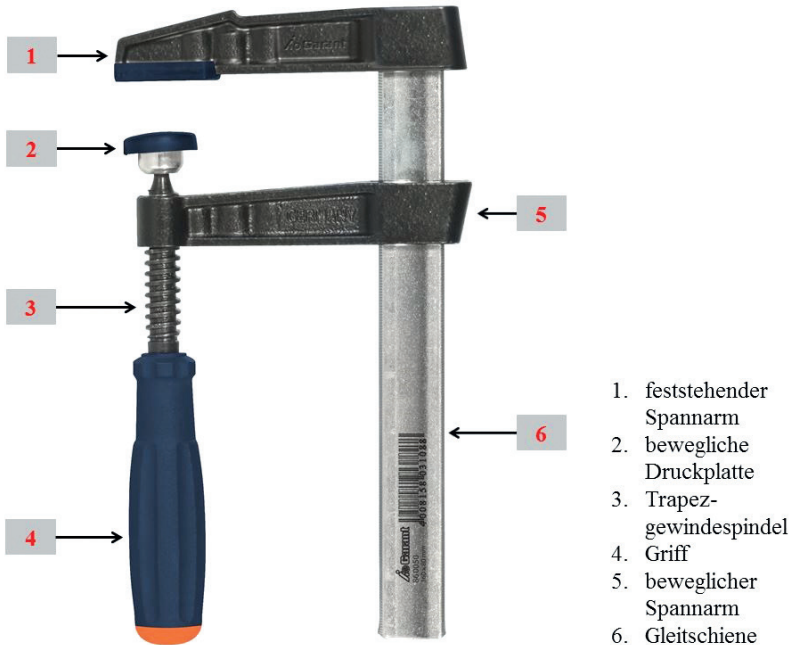


Abb. 54: Schraubzwinde

### 6.1.3 Metallbearbeitung mit motorbetriebenen Geräten

Um ein effektiveres Arbeiten beim Bearbeiten und Durchtrennen von Metallen zu gewährleisten, ist der Gebrauch von motorbetriebenen Geräten sinnvoll. Hierzu soll die HelferIn oder der Helfer – im Zuge der Grundausbildung – den sicheren Umgang mit den folgenden Geräten vermittelt bekommen:

- Trennschleifer, elektrisch,
- Trennschleifer mit Verbrennungsmotor,

- Säbelsäge, elektrisch,
- Schlagbohrmaschine.



Abb. 55: Motorbetriebene Geräte



## Hinweis

- **Zu jedem Motorbetriebenen Gerät ist die jeweils aktuell gültige Betriebsanweisung zu beachten. Diese sind dem Downloadbereich des Extranet auf [thw.de](http://thw.de) zu entnehmen.**

Als Übungsobjekt für die Helferin oder den Helfer sollen in der folgenden Tabelle genannten Werkstücke dienen.

## Übungswerkstücke

Trennschleifer, elektrisch	Trennschleifer mit Verbrennungsmotor	Säbelsäge, elektrisch
Stahlblech aus Bau- stahl S235 ca. 250 mm x 250 mm, Stärke 2 mm	Betonstabstahl z.B. B500 Ø 20 – 25 mm, 1 Stab oder Betonstahlmatte 6 x 2,3 m, Ø Stäbe 10 mm	Stahlblech aus Bau- stahl S235 ca. 250 mm x 250 mm, Stärke 2 mm
Stahlblech oder Flachstahl aus Bau- stahl S235 ca. 100 mm x 100 mm, Stärke min- destens 10 mm		
Aluminiumblech z.B. Al99 ca. 250 mm x 250 mm, Stärke 3-5 mm	Aluminiumprofil U- Form z.B. Al Mg Si 0,5, 80 mm x 50 mm, Stär- ke 5 mm	Aluminiumblech z.B. Al99 ca. 250 mm x 250 mm, Stärke 3-5 mm
Stahlrohr Ø ¾“	Stahlrohr Ø ¾“ – 2“	Stahlrohr Ø ¾“

Tab. 6: Übungswerkstücke

Bei allen Beispielen in den Instruktionsblättern wird sich auf die hier ge-  
nannten Werkstücke bezogen.

### 6.1.3.1 Der Trennschleifer, elektrisch

Der Trennschleifer kann zum Trennen verschiedener Werkstoffe eingesetzt werden wie:

- Metall in Form von Blechen, Profilen (Winkel, U, L usw.) Stahlträgern, Rohren u.ä.,
- Nichteisenmetallen (z.B. Aluminium) in Form von Blechen, Profilen (Winkel, U, L usw.) Rohren u.ä.,
- Gestein in Form von Pflastersteinen, Betonröhren, Betonbauteile u.ä.,
- Asphalt.

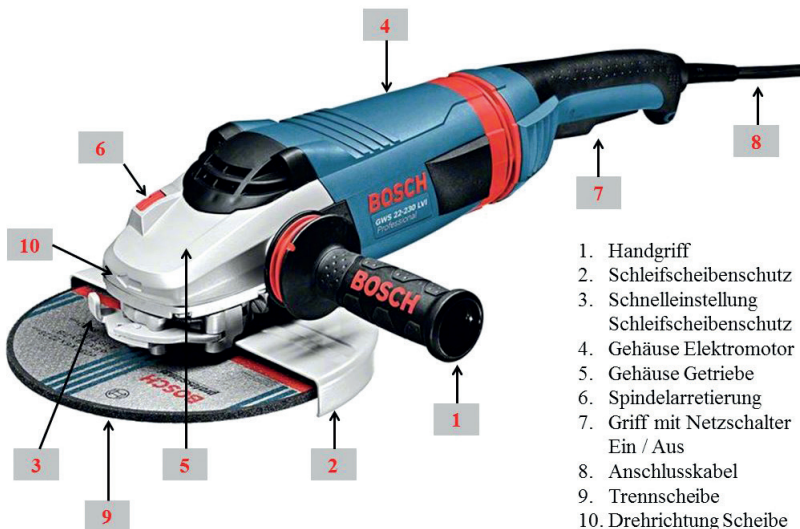


Abb. 56: Trennschleifer

**Anmerkung:** Im Beispiel ist das Gerät mit montierter Schruppscheibe dargestellt, an Position 9 soll eine Trennscheibe montiert werden. Schruppscheiben werden zum Schleifen von Metall und Stein eingesetzt, finden jedoch im THW nahezu keine Verwendung.

Es können verschiedene Werkstoffe mit dem Trennschleifer getrennt werden. Hierfür ist immer die entsprechende Trennscheibe zu verwenden. Trennscheiben in ihrem Aufbau und ihrer Verwendung werden später (nach der Gerätekunde) ausführlich beschrieben.

Zudem ist das Bearbeiten in Form von „*Schruppschleifen*“ möglich. Diese Art der Bearbeitung wird im THW-Einsatz jedoch sehr selten angewendet und findet aus diesem Grund in der weiteren Ausbildung keine Erwähnung. Zudem sind laut StAN der Bergungsgruppe keine Schruppscheiben vorgesehen.

Durch den elektrischen Antrieb ist der Trennschleifer immer an eine Stromquelle gebunden, welche im Einsatz auch durch ein SEA (Stromerzeugeraggregat) oder NEA (Netzersatzanlage) bereitgestellt werden kann. Zum Betrieb an diesen Ersatz-Stromquellen gelten besondere Vorschriften.

Zur weiteren Ausstattung des Trennschleifers gehören

- Der Zweilochs Schlüssel,
- Die Spannmutter und,
- Der Handgriff.

Je nach Hersteller und Modell können noch ein Gabelschlüssel zur Montage der Trennscheibe, ein Sechskant-Winkelschraubendreher zur Einstellung des Schleifscheibenschutzes sowie eventuell weiteres Zubehör zur Ausstattung gehören. Hierzu ist immer die Bedienungsanleitung des jeweiligen Herstellers und Gerätes zu beachten.

## Der Zweilochschlüssel

Der Zweilochschlüssel wird beim Montieren und Wechseln der Trennscheibe benötigt. Je nach Hersteller und Modell kann ein gerader Schlüssel oder eine gekröpfte Form benötigt werden – siehe Betriebsanleitung des Herstellers.



Abb. 57: Zweilochschlüssel

## Die Spannmutter

Die Spannmutter wird zum Festziehen der Trennscheibe verwendet. Hierzu wird der Zweilochschlüssel benötigt.



Abb. 58: Spannmutter

Die Zapfen des Zweilochschlüssels passen in Form und Durchmesser zur Spannmutter. Je nach Modell und Hersteller wird zum Festziehen ein Gabelschlüssel benötigt, welcher zwischen Schleifscheibenschutz und Schleifscheibe an der Antriebsspindel angesetzt wird. Mit dem Zweiloch-



schlüssel kann nun die Spannmutter festgezogen werden.

Auszug aus der Betriebsanleitung zur Montage einer Trennscheibe (gilt **ausschließlich** für das hier abgebildete Gerät und stellt ein Montage-Beispiel dar).

Gerät vom Stromnetz trennen, bzw. Netzstecker nicht einstecken! Auf trockener, ebener und fester Arbeitsunterlage ablegen.

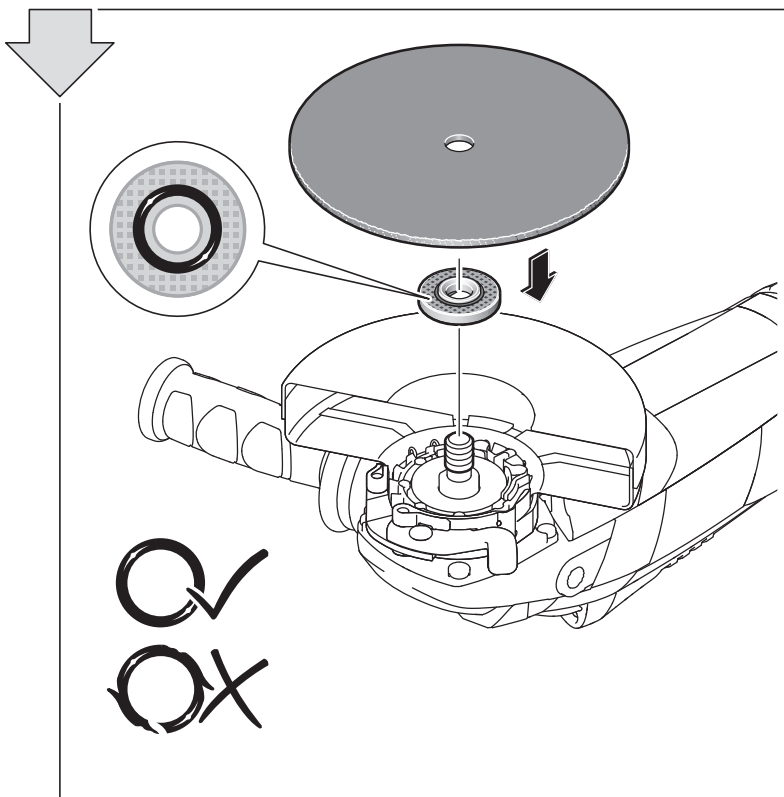


Abb. 59: Auflegen der Trennscheibe

Die Spindel wird mit der *Spindelarretierung* 6 gegen Verdrehen arretiert. So kann die *Spannmutter* mit dem *Zweilochschlüssel* festgezogen werden. Hierbei ist auf die Ausrichtung der *Spannmutter* zu achten.

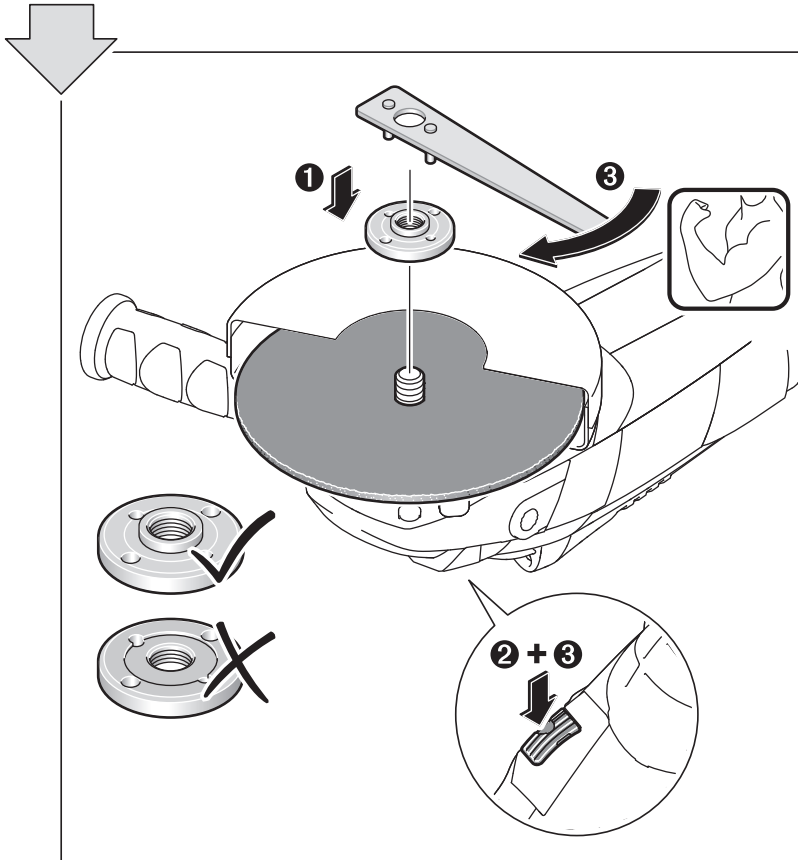


Abb. 60: Arretieren der Trennscheibe



## Hinweis

- Die Spindelarretierung keinesfalls während des Betriebes betätigen oder zum Stoppen der auslaufenden Schleifscheibe verwenden,
- Es dürfen keine anderen Werkzeuge zur Montage oder Wechsel der Trennscheibe verwendet werden,
- Je nach Modell und Hersteller besitzt die Spannmutter einen Zentrierring oder Zentrierflansch,
- Hier sollte besonders darauf geachtet werden, wie die Spannmutter in Bezug auf den Zentrierring verwendet werden muss,
- Die Montage der Trennscheibe ist von Modell und Hersteller sehr unterschiedlich, es ist unbedingt vor Montage der Trennscheibe nach der Betriebsanleitung des Herstellers zu verfahren.

## Der Handgriff

Der Handgriff muss am *Getriebegehäuse 5* angeschraubt werden. Der Handgriff wird zur sicheren Handhabung des Gerätes benötigt und ist in der Version des hier Abgebildeten Handgriffs zusätzlich noch schwingungsdämpfend.



Abb. 61: Handgriff

Der Trennschleifer darf **nicht** ohne den Handgriff verwendet werden, da der Trennschleifer auf die Zweihandbedienung ausgelegt ist!

Je nach Modell und Hersteller kann der Handgriff an andere Stellen am Getriebegehäuse angeschraubt werden. Hierbei sollte auf die Drehrichtung der Trennscheibe geachtet werden. Zudem ist immer die Betriebsanleitung des Herstellers zu beachten.



### Hinweis

- Die Grundausbildung der Helferinnen und Helfer sollte grundsätzlich in einer werkstatt-ähnlichen Umgebung stattfinden. Von der Ausbildung an Übungshäusern unter Bedingungen, wie sie tatsächlich im Einsatz herrschen, ist abzusehen,
- Helferinnen und Helfer im Alter von 16 - 17 Jahren dürfen nur unter Aufsicht eines geeigneten Ausbilders ausgebildet werden,
- Junghelferinnen und Junghelfer unter 16 Jahren ist die Benutzung sowie Ausbildung mit dem Trennschleifer grundsätzlich untersagt.

Der Trennschleifer ist für den Einsatz mit **beiden Händen** vorgesehen. Dies bedeutet, der Trennschleifer darf nur beidhändig und nur von einer Person geführt und bedient werden. Das Gerät ist für Links- sowie Rechtshänder gleichermaßen geeignet.

## Die Trennscheibe

Trennscheiben sind das eigentliche Arbeitsmittel, welche die Trennarbeit verrichten. Sie bestehen aus Schleifkörnern und gehören somit in die Gruppe der *spanenden Trenntechnik mit geometrisch unbestimmten Schneiden*. Beim Trennen wird die Trennscheibe – je nach zu trennendem Material – schneller bzw. langsamer aufgebraucht. Dies geschieht, weil über die Dauer des Trennprozesses immer neue „scharfe“ Schleifkörner freigegeben werden müssen, um ein kontinuierliches Trennen zu gewährleisten. Aus diesem Grund verbraucht sich die Trennscheibe bei verschiedenen Materialien schneller oder langsamer.



### Hinweis

- **Je härter das zu trennende Material, desto schneller müssen neue Schleifkörner freigegeben werden,**
- **Je schneller neue Schleifkörner freigegeben werden, desto schneller ist die Trennscheibe aufgebraucht und muss ersetzt werden.**

## Aufbau und Bestandteile



## Schleifmittel

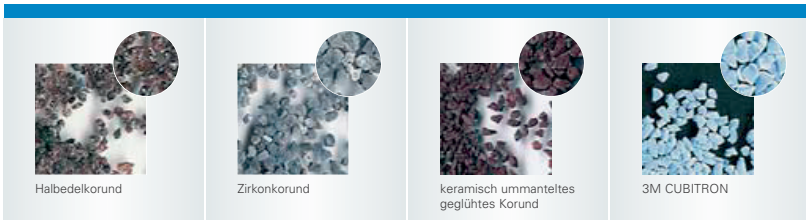
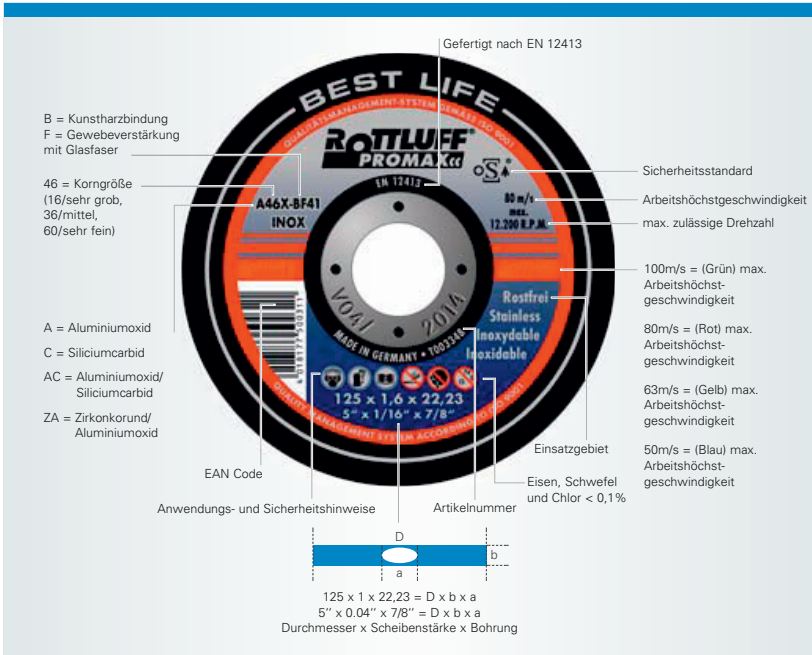


Abb. 62: Aufbau einer Trennscheibe

**Rotluff-Etiketten**



**Formen von kunstharzgebundenen Schleifscheiben**

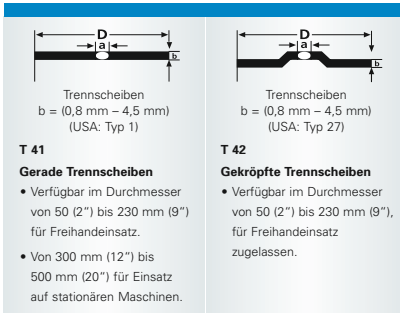


Abb. 63: Normung von Trennscheiben

## Technische Informationen

### Haltbarkeit

Kunstharzgebundene Schleifscheiben für Freihand Einsatz dürfen nur innerhalb von drei Jahren nach Herstellung benutzt werden.

Das Verfallsdatum ist auf dem Metallring aufgebracht und wird in Monat und Jahr wiedergegeben, zum Beispiel V07/2015.



### Kennzeichnungssystem für kunstharzgebundene Schleifscheiben

Beispiel:

<b>A</b>	<b>30/36</b>	<b>V</b>	<b>BF</b>
Schleifmittel	Korngröße	Härte	Bindung

Schleifmittelart	Körnng			Härtegrad			Bindung
	grob	mittel	fein	weich	mittel	hart	
A - Aluminiumoxid	12	36	60	M	R	U	BA – Kunstharzbindung
C - Siliciumcarbid	bis	bis	bis	Q	S	V	BF – Kunstharzbindung faserverstärkt
Z - Zirkonkorund	24	54	120	P	T	X	

### Arbeitsgeschwindigkeit

LUKAS-Schleifscheiben der Marke Rottluff sind entwickelt und getestet für bestimmte Arbeitshöchstgeschwindigkeiten und Schleifverfahren.

Vor der Fixierung des Schleifwerkzeugs auf der Maschine muss sichergestellt sein, dass die Nenn Drehzahl der Maschine (Typenschild) nicht größer ist als die auf der Schleifscheibe benannte maximale Drehzahl.



Arbeitshöchst- geschwindigkeit	Nenn Durchmesser der Schleifscheibe [mm]/Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]								
	100	115	125	150	180	230	305	355	406
80 m/s	15.300	13.300	12.200	10.200	8.500	6.600	5.100	4.400	3.850
100 m/s	19.100	16.650	15.300	12.700	10.650	8.350	6.400	5.500	4.800

Abb. 64: technische Produktinformation von Trennscheiben



## Sicherheitshinweise

- Eine unsachgemäße Handhabung der Scheiben ist zu vermeiden. Verwenden Sie ausschließlich faserverstärkte Trennscheiben auf freihandgeführten Antriebsmaschinen.
- Lagern Sie die Scheiben trocken bei Raumtemperaturen.
- Montieren Sie keine beschädigten Scheiben.
- Überschreiten Sie niemals die auf der Scheibe angegebene maximal zulässige Drehzahl.
- Verwenden Sie nur solche Scheiben, die sich ohne Gewaltanwendung auf der Maschinenspindel montieren lassen.
- Verwenden Sie niemals beschädigte, verunreinigte oder gratbehaftete Montageflansche.
- Ziehen Sie Montagemuttern oder Sicherungsflansche nicht zu fest an, um Verformungen zu vermeiden.
- Alle Werkzeuge dürfen nur mit entsprechender Schutzabdeckung der Schleifscheibe verwendet werden.
- Sorgen Sie für ausreichende Belüftung und tragen Sie entsprechenden Atemschutz.
- Üben Sie bei Trennscheiben keinen seitlichen Druck aus und vermeiden Sie ein Verbiegen der Scheibe.

Abb. 65: Sicherheitshinweise Teil 1

- Bringen Sie die Scheibe nicht dadurch zum Stillstand, dass Sie Druck auf die Umfläche oder die Auflagefläche ausüben.
- Schalten Sie die Maschine hierzu stets aus und lassen Sie die Scheibe frei auslaufen.
- Verkanten oder verklemmen Sie die Scheibe nicht beim Trennen.
- Vermeiden Sie übermäßigen Druck auf die Scheibe, der ein Abbremsen des Antriebsmotors bewirkt.
- Lassen Sie tragbare Maschinen nicht fallen und benutzen Sie weder Kabel noch Leitungen zur Luftzufuhr als "Transportgriff" zum Absetzen. Durch das Eigengewicht der Maschine können Schleifscheiben bei hartem Aufsetzen leicht zerbrechen. Dies ist eine verbreitete Ursache für das Brechen der Scheiben. Beim Schleifen mit einer gekröpften Scheibe muss ein Winkel von über 30° zum Werkstück eingehalten werden.
- Arbeiten Sie mit Maschinen nur in solchen Positionen, an denen Sie die Maschine unter voller Kontrolle haben und ihre sichere Standfestigkeit gewährleistet ist.

Abb. 66: Sicherheitshinweise Teil 2

Anwendungsgebiete/Materialien

	Baustähle, allgemein		Beton armiert
	Werkzeugstahl		Dachziegel, Tonrohre
	Stahlblech, dünne Profile		Fliesen, Keramik
	Rostfreie Stähle, hochlegiert Rostfreie Stähle, niedriglegiert		Klinker, feuerfeste Ziegel, Sandsteinziegel
	Rostfreier Stahl, VA-Stahlblech		Stein, allgemein
	Titan		Marmor
	Eisenbahnschienen		Gasbeton, Bimsstein
	Austenitische Stähle, Titan		Feinsteinzeug
	Duktile Gussrohre Grau-, Sphäro-, Stahl-, Temperguss		Beton
	Aluminium NE-Metalle allgemein		Sichtbeton, Waschbeton
	Asphalt		Granit

Abb. 67: Verwendung von Trennscheiben

## Umgang mit dem Trennschleifer

Zum Umgang mit dem Trennschleifer gehört eine umfassende **Vorbereitung des Arbeitsplatzes**:

- Alle brennbaren Gegenstände im Arbeitsbereich entfernen (Lappen, Papier, Kanister usw.),
- Löschmittel bereitstellen,
- Nicht benötigtes Werkzeug oder Gerät entfernen,
- Zweiten Helfer in sicherer Entfernung (Rufweite) bereithalten, für den Fall, dass Hilfe benötigt wird,
- Arbeitsplatz nach Möglichkeit in Bezug auf die Leitungsführung günstig auswählen (z.B. Steckdose nicht unbedingt zwei Räume weiter, sondern in unmittelbarer Nähe),
- Es muss eine geeignete Spannmöglichkeit für die zu trennenden Werkstücke geben (z.B. Schraubstock),
- Umstehende Personen auf die gleich beginnenden Arbeiten hinweisen.

**Vor dem Arbeiten mit dem Trennschleifer** ist dieser auf folgende Punkte zu überprüfen:

- Weist das Gerät Beschädigungen auf? (Gehäuse, Leitung, Stecker, Schutzabdeckungen, Schalter usw. prüfen),
- Ist der Schleifscheibenschutz so eingestellt, dass die Partikel von der Bedienerin oder dem Bediener wegelenkt werden?
- Ist der Handgriff entsprechend der Drehrichtung der Scheibe korrekt montiert?

- Ist die Trennscheibe, vom Datum her, noch verwendbar?
- Ist die richtige Trennscheibe für das entsprechende Material eingesetzt?
- Ist die Trennscheibe richtig montiert und festgezogen?
- Ist die Trennscheibe unbeschädigt?  
(auf Risse, Löcher, Deformation und Nässe prüfen),
- Ist das Zubehörwerkzeug zum Wechsel der Trennscheibe vorhanden und vollzählig?

Zum Arbeiten mit dem Trennschleifer ist **zusätzliche Schutzausstattung** zum MEA (Multifunktionaler Einsatzanzug) erforderlich:

- Kapselgehörschutz oder Gehörschutzstopfen,
- Handschuhe aus Leder in Stulpenform,
- Korbschutzbrille oder Helmvisier,
- Lederschürze,
- Die Einsatzjacke des MEA muss geschlossen sein, keinesfalls in der Polyesterweste trennen!
- Die Hose muss über den Stiefeln getragen werden,
- Staubschutzmaske (FFP1), falls mit dem Entstehen von Stäuben (z.B. beim Trennen von Stein) gerechnet werden muss.

**Arbeiten/Trennen** mit dem Trennschleifer:

- Personen aus dem Gefahrenbereich verweisen,
- Sicherstellen, dass der Netzschalter des Gerätes sich in der Position „AUS“ befindet,
- Stromversorgung herstellen, dabei das Gerät festhalten, ggf. zweiten Helfer hinzu ziehen,

- Sich so vor dem zu trennenden Werkstück positionieren, dass der Körper keine Funken und Partikel abbekommt,
- Auf sicheren Stand achten,
- Leitungsführung beachten,
- Das Gerät am Netzschalter einschalten und dabei gut festhalten, Gerät auf Höchstdrehzahl bringen,
- Langsam mit dem unteren Teil der Trennscheibe in das Werkstück einschleifen,
- Das Werkstück kontrolliert durchtrennen,
- Auf Funken- und Partikelflug achten,
- Gegen Ende des Trennschnittes den Druck langsam verringern,
- Trennschleifer außer Betrieb nehmen (durch Ausschalten am Netzschalter des Geräts),
- Ohne seitliche Bewegungen warten, bis die Trennscheibe zum Stillstand gekommen ist,
- Gerät auf geeigneter sicherer Unterlage (z.B. Werkbank) ablegen und dabei die Leitungsführung beachten,
- Gerät vom Stromnetz durch ziehen des Steckers trennen.

**Nach dem Arbeiten** mit dem Trennschleifer:

- Umfeld kontrollieren wegen des Funken- und Partikelfluges,
- Ggf. das Gerät von Staub oder groben Schmutz grundreinigen,
- Ggf. die Trennscheibe erneuern (sofern diese aufgebraucht worden ist),
- Ggf. das Werkstück entgraten (falls nötig),
- Arbeitsplatz reinigen,
- Gerät inklusive Zubehör verlasten.

Soll mit dem Trennschleifer an einer anderen Stellen weitergearbeitet werden (**Standortwechsel**), so ist:

1. Das Gerät am *Netzschalter Ein/Aus* außerbetrieb zu nehmen,
2. Abzuwarten bis die Trennscheibe zum Stillstand gekommen ist,
3. Der Finger nicht am *Netzschalter Ein/Aus* zu halten.

Falls nötig, die vorher benannten Schritte wiederholen.

### 6.1.3.2 Der Trennschleifer mit Verbrennungsmotor

Der Trennschleifer mit Verbrennungsmotor, auch als Motortrennschleifer bezeichnet, eignet sich in der Anwendung annähernd für dieselben Trennarbeiten wie der Trennschleifer mit Elektromotor. Mit dem Trennschleifer mit Verbrennungsmotor können in der Regel, jedoch dickere Bauteile durchtrennt werden. Der Scheibendurchmesser liegt hier meist im Bereich zwischen 300 mm bis 400 mm, während er beim Trennschleifer mit Elektromotor meist nur zwischen 180 mm und 230 mm liegt.

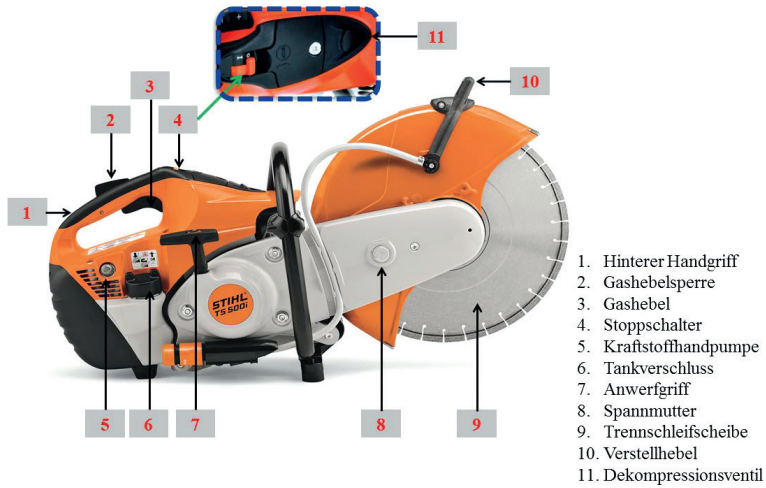


Abb. 68: Motortrennschleifer rechts

**Anmerkung:** Im Beispiel ist das Gerät mit montierter Diamanttrennscheibe dargestellt.



Abb. 69: Motortrennschleifer links



Durch seinen Antrieb mit Verbrennungsmotor ist dieser Trennschleifer an beliebigen Stellen einsetzbar, da er – im Gegensatz zu der elektrisch betriebenen Variante – nicht an einen Stromanschluss gebunden ist.

Allerdings ist der Einsatz in geschlossenen Räumen auf Grund der Abgasentwicklung verboten.

Zudem ist die Variante mit Verbrennungsmotor meist leistungsstärker, durch die Bauform bedingt, jedoch schwerer und schwieriger zu bedienen, bzw. in seiner Handhabung eingeschränkt. Somit eignet sich das Gerät fast nur für grobe Trennarbeiten an größeren Bauteilen.

Die Angaben in folgender Tabelle sollen dazu dienen, einen besseren Überblick über die Vorteile und Nachteile in der Anwendung zu bekommen.

## Vergleich Trennschleifer

Trennschleifer, elektrisch		Trennschleifer mit Verbrennungsmotor	
Vorteil	Nachteil	Vorteil	Nachteil
Keine Abgasentwicklung	An Stromquelle gebunden	An beliebigen Orten einsetzbar	Abgasentwicklung, daher nicht in geschlossenen Räumen verwendbar
Kein Nachtanken erforderlich	Geringere Leistung wie Verbrennungsmotor	Mehr Leistung durch Verbrennungsmotor	Kraftstoff, welcher verbraucht wird
Kompaktere Bauform (daher verschiedene Arbeitspositionen möglich)	Kleinerer Trennbereich (Scheibendurchmesser: 180 - 230 mm)	Größerer Trennbereich (Scheibendurchmesser: 300 - 400 mm)	Schweres Gerät (eingeschränkte Arbeitspositionen)
Nahezu wartungsfrei	–	–	Wartungsintensiver (Luftfilter, Zündkerzen, usw.)

Trennschleifer, elektrisch		Trennschleifer mit Verbrennungsmotor	
Vorteil	Nachteil	Vorteil	Nachteil
–	Nur bedingt im freien (Regen) zu verwenden	Gerät auch bei schlechter Witterung einsetzbar (auf trockene Trennscheibe achten)	–
Scheiben- wechsel relativ einfach und schnell	Scheibe verbraucht sich schneller (da kleinerer Durchmesser)	Längeres Arbeiten durch größere Scheibe	Scheiben- wechsel etwas aufwändiger

Tab. 7: Vergleich Trennschleifer

Durch den Verbrennungsmotor beinhaltet die Vorbereitung wie auch die Nachbereitung zum Einsatz des Gerätes einige umfangreichere Maßnahmen – gegenüber dem Trennschleifer mit Elektromotor.

Hierzu gehören:

- Trennscheibenwechsel,
- Kraftstoff kontrollieren/auffüllen/nachfüllen,
- Motor Starten,
- Luftfilter kontrollieren/reinigen/austauschen,
- Zündkerze kontrollieren/austauschen.

Alle oben genannten Punkte, in den folgenden Beispielen, beziehen sich **nur** auf das hier abgebildete Gerät und sind Auszüge aus der Betriebsanleitung.

Für andere Modelle und Hersteller sowie weitere Informationen ist immer die jeweilige Betriebsanleitung für das entsprechende Gerät des jeweiligen Herstellers zu verwenden.

### Trennscheibenwechsel

Auszug aus der Betriebsanleitung zur Montage einer Trennscheibe (gilt **ausschließlich** für das hier abgebildete Gerät und stellt ein Montage-Beispiel dar).

Einsetzen bzw. Auswechseln nur bei abgestelltem Motor – Stoppschalter auf **STOP** bzw. **0**.

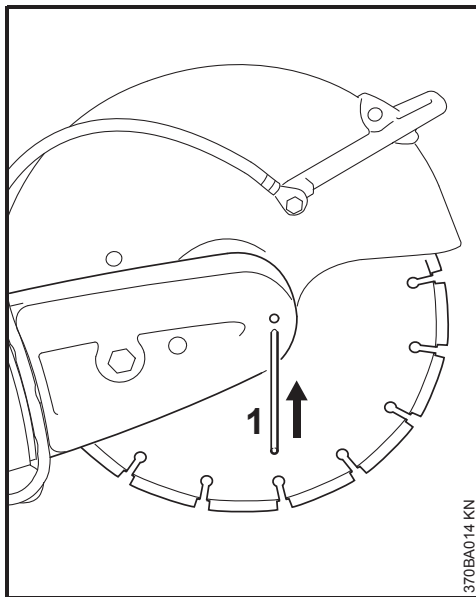


Abb. 70: Welle blockieren

- Steckdorn (1) durch die Bohrung im Riemenschutz stecken.
- Welle mit dem Kombischlüssel drehen, bis der Steckdorn (1) in die dahinter liegende Bohrung greift.

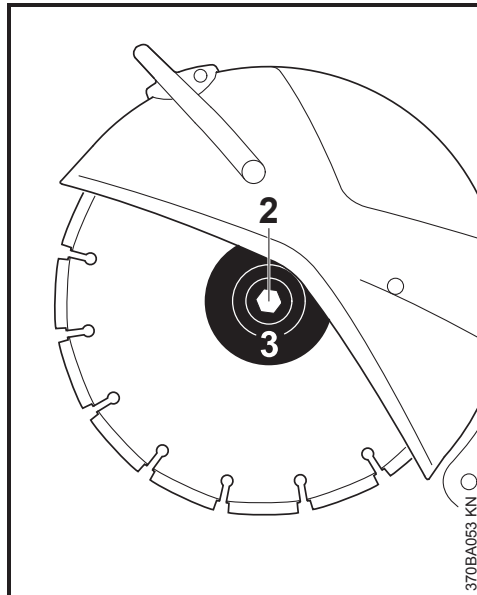


Abb. 71: Trennscheibe ausbauen

- Sechskantschraube (2) mit dem Kombischlüssel lösen und herausdrehen.
- Vordere Druckscheibe (3) und Trennschleifscheibe von der Welle abnehmen.

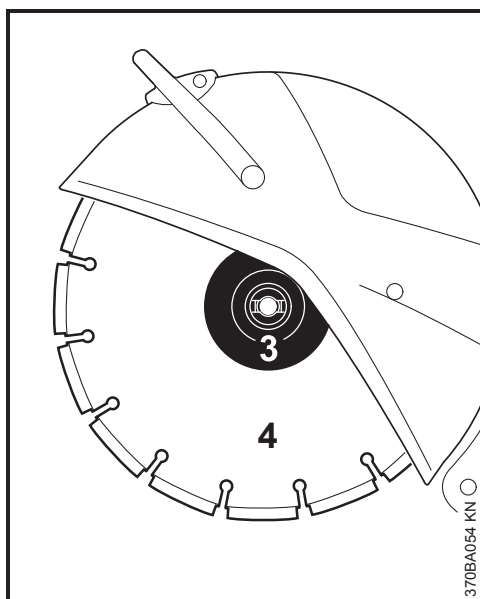


Abb. 72: Trennscheibe einsetzen

- Trennscheibe (4) einsetzen.



### Hinweis

- Bei Diamanttrennscheiben Drehrichtung beachten.

Im Gegensatz zu der Vielzahl an unterschiedlichen Trennscheiben für den Trennschleifer mit Elektromotor, sind für den Trennschleifer mit Verbrennungsmotor nur folgende Scheiben verfügbar:

- Kunstharztrennscheibe Stahl,
- Kunstharztrennscheibe Beton,
- Kunstharztrennscheibe Asphalt,
- Kunstharztrennscheibe Nass-Schnitt,
- Diamantrennscheibe (z.B. Stein oder Granit).

Die *Kunstharztrennscheibe Nass-Schnitt* wird in der THW StAN nicht aufgeführt. Dies bedeutet, auch wenn das zur Verfügung stehende Gerät über eine Nass-Schnitt Funktion verfügt, werden im THW keine Nass-Schnitte durchgeführt!

Somit leitet sich aus der Bezeichnung der Trennscheibe deren Verwendung ab.



Abb. 73: Kunstharztrennscheiben



## Hinweis

- **Einzigste Ausnahme bildet die Kunstharztrennscheibe Asphalt mit dieser kann auch Aluminium geschnitten werden.**

(Diese Trennscheibe verfügt über gröbere Schleifkörner, welche schneller durch die Kunstharzbindung freigegeben werden. Somit kann sich die Trennscheibe nicht so schnell mit dem Aluminium „zuschmieren“ wie die *Kunstharztrennscheibe Stahl*.)



## Kraftstoff allgemein

### Kraftstoff

Der Motor muss mit einem Kraftstoffgemisch aus Benzin und Motoröl betrieben werden.



#### WARNUNG

Direkten Hautkontakt mit Kraftstoff und Einatmen von Kraftstoffdämpfen vermeiden.

### STIHL MotoMix

STIHL empfiehlt die Verwendung von STIHL MotoMix. Dieser fertig gemischte Kraftstoff ist benzolfrei, bleifrei, zeichnet sich durch eine hohe Oktanzahl aus und bietet immer das richtige Mischungsverhältnis.

STIHL MotoMix ist für höchste Motorlebensdauer mit STIHL Zweitaktmotoröl HP Ultra gemischt. MotoMix ist nicht in allen Märkten verfügbar.

### Kraftstoff mischen



#### HINWEIS

Ungeeignete Betriebsstoffe oder von der Vorschrift abweichendes Mischungsverhältnis können zu ernststen Schäden am Triebwerk führen. Benzin oder Motoröl minderer Qualität können Motor, Dichtringe, Leitungen und Kraftstofftank beschädigen.

### Benzin

Nur **Markenbenzin** mit einer Oktanzahl von mindestens 90 ROZ verwenden – bleifrei oder verbleit.

Motoren mit M-Tronic oder STIHL Injection liefern mit einem Benzin mit bis zu 25% Alkoholanteil (E25) volle Leistung.

### Motoröl

Falls Kraftstoff selbst gemischt wird, empfiehlt STIHL ein STIHL Zweitakt-Motoröl. Das Zweitakt-Motoröl STIHL HP Ultra verbrennt besonders rückstandsarm und Ablagerungen im Motor werden reduziert.

Ein Zweitakt-Motoröl der Klasse JASO FB, JASO FC, JASO FD, ISO-L-EGB, ISO-L-EGC und ISO-L-EGD kann verwendet werden.

### Mischungsverhältnis

bei STIHL Zweitakt-Motoröl 1:50; 1:50 = 1 Teil Öl + 50 Teile Benzin

### Beispiele

Benzinmenge STIHL Zweitaktöl 1:50		
Liter	Liter	(ml)
1	0,02	(20)
5	0,10	(100)
10	0,20	(200)
15	0,30	(300)
20	0,40	(400)
25	0,50	(500)

- in einen für Kraftstoff zugelassenen Kanister zuerst Motoröl, dann Benzin einfüllen und gründlich mischen

### Kraftstoffgemisch aufbewahren

Nur in für Kraftstoff zugelassenen Behältern an einem sicheren, trockenen und kühlen Ort lagern, vor Licht und Sonne schützen.

**Kraftstoffgemisch altert** – nur den Bedarf für einige Wochen mischen. Kraftstoffgemisch nicht länger als 30 Tage lagern. Unter Einwirkung von Licht, Sonne, niedrigen oder hohen Temperaturen kann das Kraftstoffgemisch schneller unbrauchbar werden.

STIHL MotoMix kann jedoch bis zu 2 Jahren problemlos gelagert werden.

- Kanister mit dem Kraftstoffgemisch vor dem Auftanken kräftig schütteln



#### WARNUNG

Im Kanister kann sich Druck aufbauen – vorsichtig öffnen.

- Kraftstofftank und Kanister von Zeit zu Zeit gründlich reinigen

Restkraftstoff und die zur Reinigung benutzte Flüssigkeit vorschriften- und umweltgerecht entsorgen!

Abb. 74: Verwendung von Kraftstoff



## Hinweis

- Vorschriften im Umgang mit Kraftstoffen beachten.

## Kraftstoff kontrollieren/auffüllen/nachfüllen

### Kraftstoff einfüllen



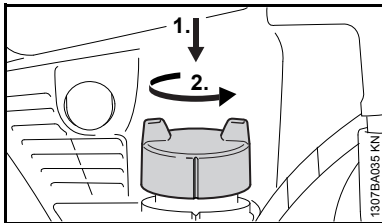
#### Gerät vorbereiten

- Tankverschluss und Umgebung vor dem Auftanken reinigen, damit kein Schmutz in den Tank fällt
- Gerät so positionieren, dass der Tankverschluss nach oben weist

#### **! WARNUNG**

Niemals den Bajonett-Tankverschluss mit einem Werkzeug öffnen. Der Verschluss kann dabei beschädigt werden und Kraftstoff ausfließen.

#### Verschluss öffnen

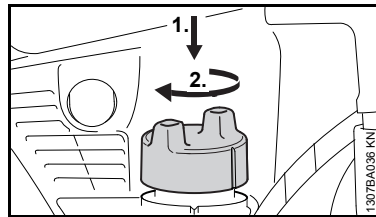


- Verschluss mit der Hand bis zum Anschlag niederdrücken, gegen den Uhrzeigersinn drehen (ca. 1/8 Umdrehung) und abnehmen

#### Kraftstoff einfüllen

Beim Auftanken keinen Kraftstoff verschütten und den Tank nicht randvoll füllen. STIHL empfiehlt das STIHL Einfüllsystem für Kraftstoff (Sonderzubehör).

#### Verschluss schließen



- Verschluss ansetzen und drehen, bis er in die Bajonettaufnahme gleitet
- Verschluss mit der Hand bis zur Anlage nach unten drücken und im Uhrzeigersinn (ca. 1/8 Umdrehung) drehen bis er einrastet

Abb. 75: Kraftstoff einfüllen

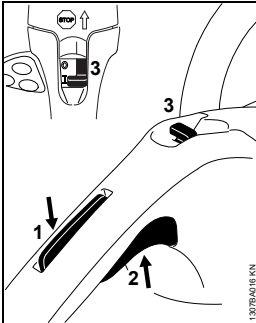


## Hinweis

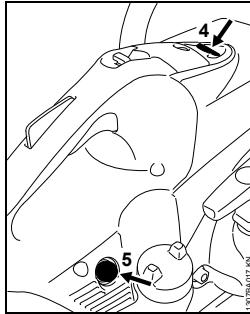
- **Gerät nur im abgekühlten Zustand nachtanken,**
- **Nicht während des Betriebes nachtanken,**
- **Gerät nicht auf Wiesen oder in der Nähe von Gewässern tanken,**
- **Verschütteter Kraftstoff sofort mit Bindemittel oder Lappen aufnehmen. Danach die Bindemittel und verschmutzte Lappen fachgerecht entsorgen.**

## Motor starten/abstellen

### Motor starten / abstellen

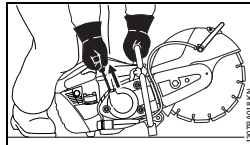


- Gashebelsperre (1) drücken und anschließend Gashebel (2) drücken
- beide Hebel gedrückt halten
- Stoppschalter (3) auf I stellen
- Gashebel, Stoppschalter und Gashebelsperre nacheinander loslassen – **Startstellung**



- Knopf (4) des Dekompressionsventils drücken
- Balg (5) der Kraftstoffhandpumpe vor jedem Startvorgang 7-10 mal drücken – auch wenn der Balg noch mit Kraftstoff gefüllt ist

### Anwerfen



- Trennschleifer sicher auf den Boden stellen – Trennschleifscheibe darf weder den Boden noch irgendwelche Gegenstände berühren – im

Schwenkbereich des Trennschleifers darf sich keine weitere Person aufhalten

- sicheren Stand einnehmen
- Trennschleifer mit der linken Hand am Griffrohr fest an den Boden drücken – Daumen unter dem Griffrohr
- Trennschleifer mit dem rechten Knie auf der Haube an den Boden drücken
- mit der rechten Hand den Anwerfgriff langsam bis zum Anschlag herausziehen – dann schnell und kräftig durchziehen – Anwerfseil nicht bis zum Seilende herausziehen



### HINWEIS

Anwerfgriff nicht zurückschnellen lassen – **Bruchgefahr!** Entgegen der Ausziehrichtung zurückführen, damit sich das Anwerfseil richtig aufwickelt.

### Sobald der Motor läuft

- Motor einige Sekunden laufen lassen – Achtung: die Trennschleifscheibe kann sich mitdrehen!
- Gashebelsperre und Gashebel kurz drücken – der Motor geht in den Leerlauf

Der Trennschleifer ist einsatzbereit.



### WARNUNG

Die Trennschleifscheibe darf sich im Motorleerlauf nicht drehen. Dreht sich die Trennschleifscheibe im

Abb. 76: Starten des Motors

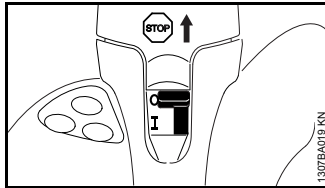


## Hinweis

- Die Trennscheibe darf sich im Leerlauf nicht mitdrehen.

Motorleerlauf, das Gerät vom Fachhändler instandsetzen lassen. STIHL empfiehlt den STIHL Fachhändler.

### Motor abstellen



- Stoppschalter auf **STOP** bzw. **0** stellen

### Weitere Hinweise zum Starten

#### **Der Tank wurde restlos leergefahren**

- Kraftstoff einfüllen
- Balg der Kraftstoffhandpumpe 7-10 mal drücken – auch wenn der Balg mit Kraftstoff gefüllt ist
- Motor erneut starten

#### **Bei sehr niedrigen Temperaturen oder stark abgekühltem Motorgerät**

- Motor nach dem Anspringen länger warmlaufen lassen – Achtung: die Trennschleifscheibe kann sich mitdrehen!
- Gashebelsperre und Gashebel kurz drücken – der Motor geht in den Leerlauf

Abb. 77: Abstellen des Motors

# Luftfilter kontrollieren/reinigen/austauschen

## Luftfiltersystem

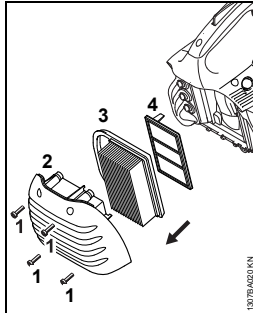
### Basisinformationen

Die Filterstandzeiten betragen durchschnittlich mehr als 1 Jahr. Filterdeckel nicht demontieren und Luftfilter nicht wechseln, solange kein spürbarer Leistungsverlust vorliegt.

Beim Langzeit-Luftfiltersystem mit Zyklon-Vorabscheidung wird schmutzige Luft angesaugt und gezielt in Rotation versetzt – dadurch werden die größeren und schwereren mitgeführten Partikel nach außen geschleudert und abgeführt. In das Luftfiltersystem gelangt nur vorgereinigte Luft – dadurch extrem lange Filterstandzeiten.

### Luftfilter wechseln

Nur wenn die Motorleistung spürbar nachlässt



- Schrauben (1) lösen
- Filterdeckel (2) abnehmen und von Schmutz befreien
- Hauptfilter (3) abnehmen
- Zusatzfilter (4) abziehen – keinen Schmutz in den Ansaugbereich gelangen lassen
- Filterraum reinigen
- neuen Zusatzfilter (4) und neuen Hauptfilter (3) einsetzen
- Filterdeckel (2) aufsetzen
- Schrauben (1) festziehen

Nur hochwertige Luftfilter verwenden, damit der Motor vor dem Eindringen von abrasivem Staub geschützt ist.

Abb. 78: Luftfilter



## Hinweis

- Die Grundausbildung der Helferinnen und Helfer sollte grundsätzlich in einer werkstatt-ähnlichen Umgebung stattfinden. Von der Ausbildung an Übungshäusern unter Bedingungen, wie sie tatsächlich im Einsatz herrschen, ist abzusehen,
- Helferinnen und Helfer im Alter von 16 – 17 Jahren dürfen nur unter Aufsicht eines geeigneten Ausbilders ausgebildet werden,
- Junghelferinnen und Junghelfer unter 16 Jahren ist die Benutzung sowie Ausbildung mit dem Trennschleifer grundsätzlich untersagt.

Der Trennschleifer ist für den Einsatz mit **beiden Händen** vorgesehen. Dies bedeutet, der Trennschleifer darf nur beidhändig und nur von einer Person geführt und bedient werden. Das Gerät ist für Links- sowie Rechtshänder gleichermaßen geeignet.

### Umgang mit dem Trennschleifer mit Verbrennungsmotor

Zum Umgang mit dem Trennschleifer gehört eine umfassende **Vorbereitung des Arbeitsplatzes**:

- Alle brennbaren Gegenstände im Arbeitsbereich entfernen (Lappen, Papier, Kanister usw.),
- Löschmittel bereitstellen,
- Nicht benötigtes Werkzeug oder Gerät entfernen,
- Zweiten Helfer in sicherer Entfernung (Rufweite) bereithalten, für den Fall, dass Hilfe benötigt wird,

- Arbeitsplatz nicht in geschlossenen Räumen,
- Nach Möglichkeit das zu trennende Objekt auf einer Unterlage (z.B. Holzplatte) auf dem Boden fixieren,
- Umstehende Personen auf die gleich beginnenden Arbeiten hinweisen,
- Eventuell Ölbindemittel bereitstellen, sollte beim Tanken Kraftstoff verschüttet werden.

**Vor dem arbeiten mit dem Trennschleifer** ist dieses auf folgende Punkte zu überprüfen:

- Weist das Gerät Beschädigungen auf? (Gehäuse, Tankverschluss, Schutzabdeckungen, Schalter, Seilzug, Zündkerzenstecker und Verkabelung),
- Ist das Gerät mit dem korrektem Kraftstoff (Gemisch 1:50) vollgetankt?
- Ist der Schleifscheibenschutz so eingestellt, dass die Partikel von der Bedienerin oder dem Bediener wegelenkt werden?
- Ist die Trennscheibe, vom Datum her, noch verwendbar?
- Ist die richtige Trennscheibe für das entsprechende Material eingesetzt?
- Ist die Trennscheibe richtig montiert und festgezogen?
- Ist die Trennscheibe unbeschädigt? (auf Risse, Löcher, Deformation und Nässe prüfen),
- Ist das Zubehörwerkzeug zum Wechsel der Trennscheibe vorhanden und vollzählig?



Zum Arbeiten mit dem Trennschleifer ist **zusätzliche Schutzausstattung** zum MEA (Multifunktionaler Einsatzanzug) erforderlich:

- Kapselgehörschutz oder Gehörschutzstopfen,
- Handschuhe aus Leder in Stulpenform,
- Korbschutzbrille oder Helmvisier,
- Lederschürze,
- Die Einsatzjacke des MEA muss geschlossen sein, keinesfalls in der Polyesterweste trennen!
- Die Hose muss über den Stiefeln getragen werden,
- Staubschutzmaske (FFP1), falls mit dem Entstehen von Stäuben (z.B. beim Trennen von Stein) gerechnet werden muss.

**Arbeiten/Trennen** mit dem Trennschleifer:

- Personen aus dem Gefahrenbereich verweisen,
- Schalterstellung des Geräts auf „EIN“ (Zündung),
- Bei kaltem Motor „Choke“ betätigen, „erhöhte Leerlaufdrehzahl“ einstellen,
- Gerät auf festen Untergrund mit dem Seilzug starten – nicht aus der Hüfte anwerfen,
- Sich so vor dem zu trennenden Werkstück positionieren, dass der Körper keine Funken und Partikel abbekommt,
- Auf sicheren Stand achten,
- Gerät auf Höchstdrehzahl bringen,
- Langsam mit dem unteren Teil der Trennscheibe in das Werkstück einschleifen,
- Kontrolliert das Werkstück durchtrennen,

- Auf Funken-Partikelflug achten,
- Gegen Ende des Trennschnittes Druck langsam verringern,
- Trennschleifer außer Betrieb nehmen,
- Ohne seitliche Bewegungen warten, bis die Trennscheibe zum Stillstand gekommen ist,
- Gerät auf festem, nicht brennbarem Untergrund abstellen.

**Nach dem Arbeiten** mit dem Trennschleifer:

- Umfeld kontrollieren wegen des Funken- und Partikelfluges,
- Ggf. das Gerät von Staub oder groben Schmutz grundreinigen,
- Ggf. die Trennscheibe erneuern (sofern diese aufgebraucht worden ist),
- Kraftstoff kontrollieren ggf. nachtanken – nur bei abgekühltem Motor,
- Ggf. das Werkstück wenn entgraten (falls nötig),
- Arbeitsplatz reinigen,
- Gerät inklusive Zubehör verlasten.

**Für die Verwendung der Trennscheiben siehe Punkt *Trennschleifer, elektrisch – Die Trennscheibe***

### **6.1.3.3 Die Säbelsäge, elektrisch**

Mit der elektrischen Säbelsäge können verschiedene Werkstoffe durch sägen getrennt werden. Somit gehört die Säbelsäge in die Kategorie der *spanenden Trennverfahren mit geometrisch bestimmten Schneiden*.

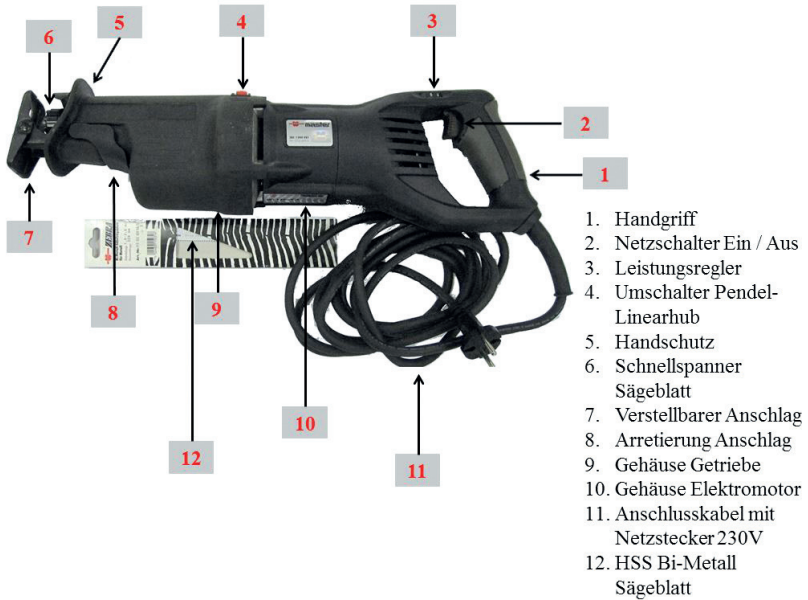


Abb. 79: Säbelsäge, elektrisch

Um verschiedene Werkstoffe mit der Säbelsäge zu trennen, ist die Auswahl des korrekten Sägeblattes notwendig.

Grundsätzlich können folgende Werkstoffe mit der Säbelsäge getrennt werden.

- Stahl (nicht gehärtet),
- Aluminium, Kupfer, Messing, Zink,
- Edelstahl (nicht Hochlegiert),
- Holz (am besten zu trennen mit Pendelhub),
- Kunststoffe,

- Verbundstoffe wie GFK (GlasFaserverstärkterKunststoff),
- Gipskartonplatten, Styropor, Dämmwolle.

Hierzu ist immer das entsprechende Sägeblatt für das jeweilige Material auszuwählen. Das Sägeblatt sollte aus dem entsprechenden Werkstoff hergestellt sein und muss die geeignete Schneiden-Geometrie aufweisen, um die oben genannten Materialien zu Trennen.

Säbelsägen verschiedener Hersteller verfügen über einen „*Pendelhub*“ hierbei wird das Sägeblatt nicht wie beim „*Linearhub*“ auf einer Geraden geführt, sondern pendelnd auf und ab bewegt. Der „*Pendelhub*“ bringt beim Sägen von Holz wie z.B. Holzbalken einen Geschwindigkeitsvorteil, er ist jedoch für das Trennen harter Werkstoffe (wie z.B. Metall) nicht geeignet.

### **Das Sägeblatt**

Oft ist ein Sägeblatt für eine Vielzahl von Materialien ausgelegt. So können z.B. mit einem HSS Bimetall-Sägeblatt sowohl Stahl und Edelstahl als auch Aluminium getrennt werden.

Weitere Angaben finden sich meist auf der Verpackung der Sägeblätter oder sind als Piktogramme auf das Sägeblatt aufgedruckt.

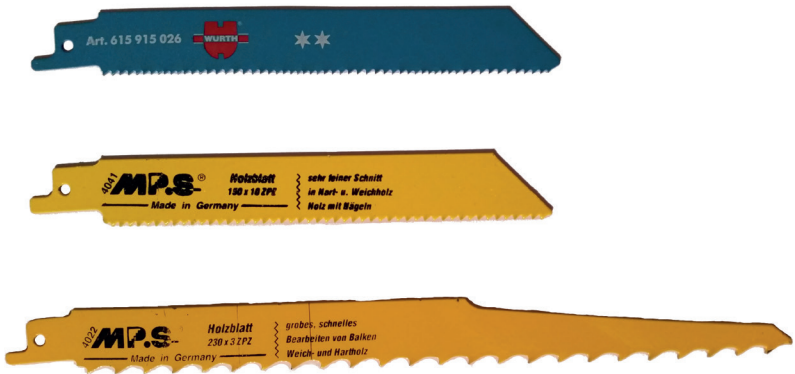


Abb. 80: Sägeblätter

von oben nach unten:

1. Metall
2. Holz feiner Schnitt
3. Holz grober Schnitt



1,06 mm	Metall, Bleche, Rohre und Profile < 1,5 mm
1,4 mm	Metall, Bleche, Rohre und Profile < 3,0 mm
1,8 mm	Metall und Buntmetall, Bleche, Rohre und Profile 3–8 mm
1,8–2,6 mm	Metall, Bleche, Rohre und Profile 3–12 mm, Holz mit Nägeln, Sandwich-Materialien und glasfaserverstärkte Kunststoffe

Abb. 81: Angaben auf der Verpackung von Sägeblättern

Die Abbildung zeigt die Rückseite einer Verpackung von Metallsägeblättern.

Die Piktogramme zeigen die Zahnform, die zu trennenden Materialien und die Montageaufnahme.

Das Trennen von sehr dicken Vollmaterialien aus Stahl ist wegen der unzureichenden Kühlung des Sägeblattes und der freihändig geführten Maschine nicht möglich.

Die Verwendung im Metallbereich bezieht sich meist auf

- Rohre,
- Profile,
- Bleche,
- Dünne Stäbe z.B. Gewindestangen, Nägel, Schrauben.

Hierbei wird die Trennleistung einmal durch die Länge des Sägeblattes und durch die Materialdicke des zu trennenden Bauteiles bestimmt.

**Beispiel:** Mit einem 150 mm langen Sägeblatt kann kein Rohr von  $\varnothing$  150 mm getrennt werden, da das Sägeblatt durch die Hin-und-her-Bewegung eine kleinere nutzbare Sägeblattlänge hat.

Auch ein U-Profil von mehr als 8 mm Dicke ist recht schwer mit der Säbelsäge zu durchtrennen.



## Hinweis

- Die Grundausbildung der Helferinnen und Helfer sollte grundsätzlich in einer werkstatt-ähnlichen Umgebung stattfinden. Von der Ausbildung an Übungshäusern unter Bedingungen, wie sie tatsächlich im Einsatz herrschen, ist abzusehen,
- Helferinnen und Helfer im Alter von 16 – 17 Jahren dürfen nur unter Aufsicht eines geeigneten Ausbilders ausgebildet werden,
- Junghelferinnen und Junghelfer unter 16 Jahren ist die Benutzung sowie Ausbildung mit der Säbelsäge grundsätzlich untersagt.

Die Säbelsäge ist für den Einsatz mit beiden Händen vorgesehen. Dies bedeutet, die Säbelsäge darf nur beidhändig und nur von einer Person geführt und bedient werden. Das Gerät ist für Links- sowie Rechtshänder gleichermaßen geeignet.

## Umgang mit der Säbelsäge, elektrisch

Zum Umgang mit der Säbelsäge gehört eine umfassende **Vorbereitung des Arbeitsplatzes**:

- Nicht benötigtes Werkzeug oder Gerät entfernen,
- Zweiten Helfer in sicherer Entfernung (Rufweite) bereithalten, für den Fall, dass Hilfe benötigt wird,
- Arbeitsplatz nach Möglichkeit in Bezug auf die Leitungsführung günstig auswählen (z.B. Steckdose nicht unbedingt zwei Räume weiter, sondern in unmittelbarer Nähe),
- Es muss eine geeignete Spannmöglichkeit für die zu trennenden Werkstücke geben (z.B. Schraubstock),
- Umstehende Personen auf die gleich beginnenden Arbeiten hinweisen.

**Vor dem Arbeiten mit der Säbelsäge** ist dieses auf folgende Punkte zu überprüfen:

- Weist das Gerät Beschädigungen auf? (Gehäuse, Leitung, Stecker, Schutzabdeckungen, Schalter usw. prüfen),
- Ist das richtige Sägeblatt für das entsprechende Material eingesetzt?
- Ist das Sägeblatt richtig montiert und festgezogen?
- Ist das Sägeblatt unbeschädigt? (auf fehlende Sägezähne, Deformation usw. prüfen)
- Ist das Zubehörwerkzeug zum Wechsel des Sägeblattes vorhanden und vollzählig?



Zum Arbeiten mit der Säbelsäge ist **zusätzliche Schutzausstattung** zum MEA (Multifunktionaler Einsatzanzug) erforderlich:

- Kapselgehörschutz oder Gehörschutzstopfen,
- Handschuhe aus Leder Stulpenform oder Einsatzhandschuh THW,
- Korbschutzbrille oder Helmvisier,
- Die Einsatzjacke des MEA muss geschlossen sein,
- Die Hose muss über den Stiefeln getragen werden.

**Arbeiten/Trennen** mit der Säbelsäge:

- Personen aus dem Gefahrenbereich verweisen,
- Sicherstellen, dass der Netzschalter des Gerätes sich in der Position „AUS“ befindet,
- Je nach Werkstoff am Leistungsregler die erforderliche Leistung einstellen (falls vorhanden),
- Von Pendelhub auf Linearhub umstellen (wenn möglich),
- Stromversorgung herstellen, dabei das Gerät festhalten,
- Auf sicheren Stand achten,
- Das Gerät mit dem Sägeblatt direkt über dem zu trennenden Werkstück mit Hilfe des Anschlages platzieren,
- Leitungsführung beachten,
- Gerät am Netzschalter einschalten und dabei gut festhalten,
- Langsam in das Werkstück einsägen,
- Das Werkstück kontrolliert durchtrennen,
- Auf wegfliegende Späne achten,
- Gegen Ende des Sägeschnittes den Druck langsam verringern,

- Säbelsäge außer Betrieb nehmen (durch Ausschalten am Netzschalter des Geräts),
- Säbelsäge auf geeigneter sicherer Unterlage (z.B. Werkbank) ablegen und dabei die Leitungsführung beachten,
- Netzstecker ziehen.

**Nach dem Arbeiten** mit der Säbelsäge:

- Ggf. das Gerät von Staub oder groben Schmutz grundreinigen,
- Ggf. das Sägeblatt erneuern oder ausbauen,
- Ggf. das Werkstück entgraten (falls nötig),
- Arbeitsplatz reinigen,
- Gerät inklusive Zubehör verlasten.

#### 6.1.3.4 Schlagbohrmaschine

Die Schlagbohrmaschine wird zum Herstellen von Bohrungen bis ca. 18 mm Durchmesser eingesetzt. Sie kann sowohl bei Holz, Stein und Metall eingesetzt werden.

Die Schlagbohrmaschine ist durch ihre unterschiedlichen Funktionen universell einsetzbar:

- Bohren ohne Schlag
- Bohren mit Schlag
- Nur Schlag (Stemmen)

Eine Besonderheit dieses Gerätes ist, dass sie über Kopf, senk- und waagrecht in der Reichweite der Arme eingesetzt werden kann. Hierbei wird sie an beiden Griffen geführt.

Die Schlagbohrmaschine ist elektrisch betrieben und kann somit auch in geschlossenen Räumen eingesetzt werden.



- |                                     |                                        |
|-------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. Zusatz-Handgriff                 | 4. Drehrichtungsschalter               |
| 2. Werkzeughalter                   | 5. Ein-/Ausschalter                    |
| 3. Umschalter „Bohren/Schlagbohren“ | 6. Feststelltaste für Ein-/Ausschalter |

Abb. 82: Schlagbohrmaschine

Die Schlagbohrmaschine kann mit verschiedenen Werkzeughaltern (Aufnahmen) ausgerüstet sein. Hier wird zwischen der SDS-Aufnahme (Special Direkt System) und der zylindrischen Aufnahme unterschieden.



Schnellspan-Bohrfutter



Bohrfutter mit SDS Aufnahme



Zahnkranz-Bohrfutter

Abb. 83: Bohrfutter



## Hinweis

- Haare müssen fest zusammen gebunden sein. (ggf. Haarnetz tragen),
- Schmuck (z.B. Halsketten, Ringe, Armbänder, Uhren etc.) sind vorher abzulegen,
- Bei längerem Arbeiten (>10 Minuten) Kapselgehörschutz oder Gehörschutzstopfen tragen,
- Korbschutzbrille oder Helmvisier tragen,
- Die Einsatzjacke des MEA muss geschlossen sein,



## Hinweis

- Die Hose muss über den Stiefeln getragen werden,
- Auf festen Sitz der Bohrer achten,
- Mit beiden Händen führen,
- Auf einen sicheren Stand achten,
- Auf sichere Leitungsführung achten,
- Schlagbohrmaschine erst am Werkstück ansetzen und dann in Betrieb nehmen,
- Das Tragen von jeglichen Handschuhen bei Bohrarbeiten mit der Schlagbohrmaschine ist verboten!

## Der Spiralbohrer

Bohrer für Stahl werden meist aus HSS hergestellt. Die Herstellung kann durch Rollwalzen mit anschließendem Schleifen der Schneiden oder durch Sintern erfolgen. Je nach Verwendungszweck gibt es eine Vielzahl von Bohrern mit verschiedenen Formen, Durchmessern, Längen und Werkstoffen. Die abgebildete Ausführung ist für handgeführte Maschinen geeignet.

Grundsätzlich besteht der Spiralbohrer aus 2 Schneiden, welche den Werkstoff zerspanen. Mit ihm werden zylindrische Löcher hergestellt. Durch die Spannt in Wendelform werden die Späne aus dem Bohrloch herausgeführt.

Der Spiralbohrer wird am Zylinderschaft in ein Bohrfutter fest eingespannt. Bei Verschleiß kann er ggf. von geübter Hand an einem Schleifbock nachgeschliffen werden. Verschlissene Bohrer unter einem  $\varnothing$  von etwa 6 – 8 mm sollten neu beschafft werden.

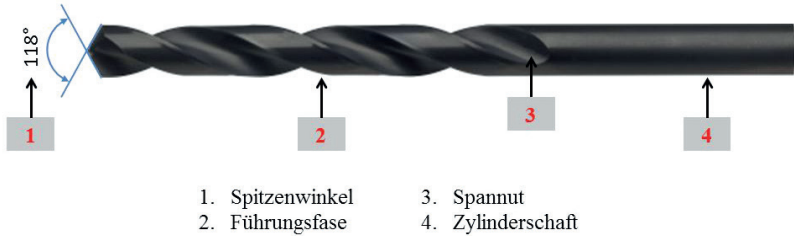


Abb. 84: Spiralbohrer

*Transport und Aufbewahrung:*

Um Schäden an den Schneiden zu vermeiden sowie den gewünschten Bohrlochdurchmesser leichter zu ermitteln, werden Bohrer nach Durchmesser gestuft in Kassetten aus Blech oder Kunststoff aufbewahrt.



Abb. 85: BohrerKassette

Je nach Verwendungszweck reichen die Abstufungen von 0,1 mm (8,1/8,2/8,3/8,4 mm usw.) bis 1 mm (4/5/6/7/8 mm usw.), zum Teil mit Sondergrößen z.B. für Kernlöcher beim Gewindeschneiden.



## Hinweis

- Ggf. Gehörschutz tragen,
- Nach dem Bohren ist der Bohrer sehr heiß,
- Bohrlöcher mit Senker, Rundfeile o.ä. entgraten,
- Auf Schnittgeschwindigkeit, Vorschub sowie Drehzahl achten,
- Bohrer nicht verkanten,
- Große Durchmesser immer in mehreren Schritten Bohren (vorbohren anschließend aufbohren),
- Bohrlöcher immer ankörnen (bei Metall),
- Bohrer für entsprechenden Werkstoff auswählen,
- Verschlissene Bohrer austauschen ggf. nachschleifen,
- In Bohrerbox aufbewahren.

## Umgang mit der Schlagbohrmaschine

Zum Umgang mit der Schlagbohrmaschine gehört eine umfassende **Vorbereitung des Arbeitsplatzes**:

- Nicht benötigtes Werkzeug oder Gerät entfernen,
- Zweiten Helfer in sicherer Entfernung (Rufweite) bereithalten, für den Fall, dass Hilfe benötigt wird,
- Arbeitsplatz nach Möglichkeit in Bezug auf die Leitungsführung günstig auswählen (z.B. Steckdose nicht unbedingt zwei Räume weiter, sondern in unmittelbarer Nähe),

- Es muss eine geeignete Spannmöglichkeit für das zu bohrende Werkstück geben (z.B. Schraubstock),
- Umstehende Personen auf die gleich beginnenden Arbeiten hinweisen.

**Vor dem Arbeiten mit der Schlagbohrmaschine** ist dieses auf folgende Punkte zu überprüfen:

- Weist das Gerät Beschädigungen auf?  
(Gehäuse, Leitung, Stecker, Schutzabdeckungen, Schalter usw. prüfen),
- Ist der richtige Bohrer für das entsprechende Material eingesetzt?
- Ist der Bohrer richtig montiert und festgezogen?
- Ist der Bohrer unbeschädigt?  
(auf beschädigte Schneiden, Deformation usw. prüfen)

Zum Arbeiten mit der Schlagbohrmaschine ist **zusätzliche Schutzausstattung** zum MEA (Multifunktionaler Einsatzanzug) erforderlich:

- Kapselgehörschutz oder Gehörschutzstopfen,
- Korbschutzbrille oder Helmvisier,
- Die Einsatzjacke des MEA muss geschlossen sein,
- Die Hose muss über den Stiefeln getragen werden.

**Arbeiten/Bohren** mit der Schlagbohrmaschine:

- Personen aus dem Gefahrenbereich verweisen,
- Sicherstellen, dass der Netzschalter des Gerätes sich in der Position „AUS“ befindet,
- Je nach Werkstoff am Leistungsregler die erforderliche Leistung einstellen (falls vorhanden),



- Richtige Geräteeinstellung prüfen (Bohren, Bohren mit Schlag oder nur Schlag),
- Stromversorgung herstellen, dabei das Gerät festhalten,
- Auf sicheren Stand achten,
- Das Gerät mit dem Bohrer direkt am Werkstück platzieren,
- Leitungsführung beachten,
- Gerät am Netzschalter einschalten und dabei gut festhalten,
- Langsam in das Werkstück einbohren,
- Das Werkstück kontrolliert durchbohren,
- Auf wegfliegende Späne achten,
- Gegen Ende des Bohrens den Druck langsam verringern,
- Schlagbohrmaschine aus dem Bohrloch herausziehen und außer Betrieb nehmen (durch Ausschalten am Netzschalter des Geräts),
- Schlagbohrmaschine auf geeigneter sicherer Unterlage (z.B. Werkbank) ablegen und dabei die Leitungsführung beachten,
- Netzstecker ziehen.

**Nach dem Arbeiten** mit der Schlagbohrmaschine:

- Ggf. das Gerät von Staub oder groben Schmutz grundreinigen,
- Ggf. den Bohrer ausbauen,
- Ggf. das Werkstück entgraten (falls nötig),
- Arbeitsplatz reinigen,
- Gerät inklusive Zubehör verlasten.

## 6.2 Holzbearbeitung

Holz ist seit hunderten von Jahren der Werkstoff, der am häufigsten Verwendung findet. Durch seine Beschaffenheit ist er gleichzeitig einer der vielseitigsten Werkstoffe. Je nach Holzart können diese zu verschiedenen Zwecken verwendet werden.

### 6.2.1 Holzbearbeitung – Einführung

#### Holzarten

Im Allgemeinen werden Laubhölzer (z.B. Buche, Eiche, Pappel, Esche) und Nadelhölzer (z.B. Fichte, Tanne, Lärche, Kiefer, Douglasie) verwendet.

#### Eigenschaften

Die Holzarten unterscheiden sich in der Struktur der Fasern im Inneren. Kurze Fasern von Laubhölzern sind härter und lange Fasern von Nadelhölzern sind weicher, daher unterscheidet man in Hart- und Weichholz.

Harthölzer haben senkrecht zur Faser eine höhere Druckfestigkeit. Weichhölzer sind bei Druck in Faserrichtung belastbarer. Im Bergbau wurden Nadelhölzer (Fichte) zum Abstützen der Stollen verwendet, weil diese sich durch Knacken bemerkbar machen, bevor sie brechen. Hartholz bricht „ohne Vorwarnung“ ab.

Die Holzarten besitzen unterschiedliche Zug-, Biege-, Knick-, Scher- und Torsionsfestigkeit (Verdrehung/Scherung).

Die Grenze zwischen Hart- und Weichholz liegt bei 0,55 g/cm<sup>3</sup> oder 550 kg/m<sup>3</sup> der Darrdichte, so kann auch ein Laubholz unter die Weich-

hölzer fallen (z.B. Pappel). Die Darrdichte bezeichnet die Rohdichte (spezifisches Gewicht) von trockenem Holz, das heißt bei 0 % Holzfeuchte.

### **Einsatzmöglichkeiten von Hart- und Weichholz**

Weichholz wird hauptsächlich zum Abstützen, Aussteifen, Stege- und Brückenbau verwendet. Es ist leichter zu beschaffen und zu bearbeiten. Es kann über Holzhandlungen und Sägewerke in den verschiedensten Abmessungen und Längen beschafft werden. Weichholz aus Fichte ist günstiger in der Anschaffung als Hölzer aus Laubbäumen wie Buche oder Eiche. Hartholz wird ausschließlich als Unterlegmaterial, Auflage für Werkzeuge (z.B. Brechstange) eingesetzt.

## **6.2.2 Holzbearbeitung mit Handwerkzeugen**

Ähnlich wie bei der Metallbearbeitung erfolgt heutzutage die Bearbeitung von Holz überwiegend maschinell. Da jedoch nicht alle Maschinen am Einsatzort zur Verfügung stehen oder auch nicht eingesetzt werden können, kann auch hier auf den Einsatz von Handwerkzeugen nicht verzichtet werden. In der Grundausbildung möchten wir uns auf einige wenige Grundfertigkeiten der Holzbearbeitung beschränken. Dem Technischen Zug, hier der Bergungsgruppe im Besonderen, steht auch nur eine beschränkte Anzahl an Werkzeugen und Hilfsmitteln zur Holzbearbeitung zur Verfügung.

### **Werkzeugkunde und Pflege**

Oft handelt es sich bei Werkzeugen zur Holzbearbeitung, ähnlich wie bei der Metallbearbeitung, um scharfe und/oder spitze Gegenstände, welche entsprechend sorgfältig behandelt werden müssen.

In der StAN Ausstattung der Bergungsgruppe finden wir einige Handwerkzeuge und Hilfsmittel zur Holzbearbeitung. Unterteilt werden diese in:

- Werkzeuge zum Anreißen, Messen und Prüfen,
- Sägende Werkzeuge,
- Spaltende Werkzeuge,
- Hilfsmittel zum Festhalten, Spannen, und Verbinden.

### Unfallverhütung mit Werkzeugen in der Holzbearbeitung Grundsätze



#### Hinweis

- Spitze Werkzeuge nie ohne Schutzkappe/Hülle am Körper tragen,
- Rotierende Werkzeuge wie Bohrer nicht mit Handschuhen verwenden,
- Je nach Arbeitsvorgang z.B. Bohren, Schutzbrille ggf. Gehörschutz tragen,
- Holzspäne nicht mit Druckluft oder reinem Sauerstoff wegblasen – Pinsel oder Handfeger verwenden,
- Splitter z.B. Schnittkanten mit der Raspel entfernen,
- Defekte oder beschädigte Werkzeuge/Hilfsmittel melden, kennzeichnen und aussondern.
- Bei Schlagwerkzeugen keine Personen im Gefahrenbereich,
- Stumpfe Schneiden z.B. Beitel nachschärfen,
- Werkzeuge nicht werfen, fallen lassen oder überbeanspruchen,
- Auf festen Sitz der Stiele, Griffe und Hefte achten,
- Herstellervorgaben beachten.

Gefahren bzw. Warnzeichen im Bereich für die Holzbearbeitung sind gleich der Metallbearbeitung.

Grundsätzlich wird der komplette Multifunktionale Einsatzanzug (MEA), bzw. geeigneter Arbeitsschutzanzug, inklusive Schutzhelm getragen. So, dass weitere Schutzbekleidung nur ergänzt wird.

### **6.2.2.1 Anreißen, Messen und Prüfen**

Sollen Hilfslinien zum Trennen, Bohren o.ä. auf einem Werkstück angebracht werden, spricht man vom Anreißen.

Der Begriff „Anreißen“ kommt noch aus dem Mittelalter. Früher wurden Zeichnungen mit einem Messer ins Holz geritzt. Daher redet man auch bei der Holzbearbeitung vom Anreißen und nicht vom Anzeichnen.

#### **Der Zimmermannsbleistift**

Der Zimmermannsbleistift besteht wie der normale Bleistift aus Holz und eine Mine aus Graphit. Er eignet sich am besten, um auf Oberflächen Markierungen anzureißen oder Hölzer zu beschriften. Durch die elliptische Form wird ein Wegrollen verhindert. Dank der rechteckigen Mine ist es möglich, sowohl breite als auch schmale Striche zu zeichnen. Da es für den Zimmermannsbleistift keinen passenden Spitzer gibt, wird dieser üblicherweise mit einem Messer angespitzt. Um die Verletzungsgefahr zu minimieren, bieten sich auch raue Oberflächen wie Schleifpapier zum Anspitzen an.

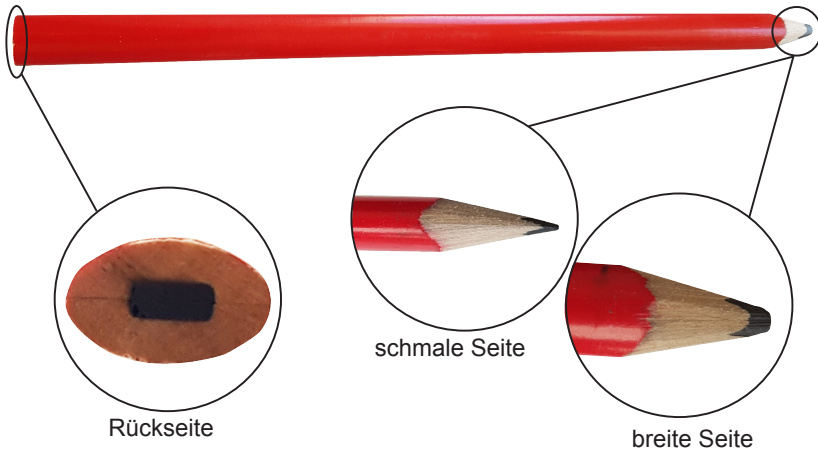


Abb. 86: Zimmermannsbleistift

### Der Zimmermannswinkel

Der Zimmermannswinkel ist ein wichtiges Hilfsmittel zum Anreißen von Holzteilen. Durch seine Größe können auch breite Bohlen, Dielen, Bretter und Kanthölzer exakt „angerissen“ werden (90° Winkel).

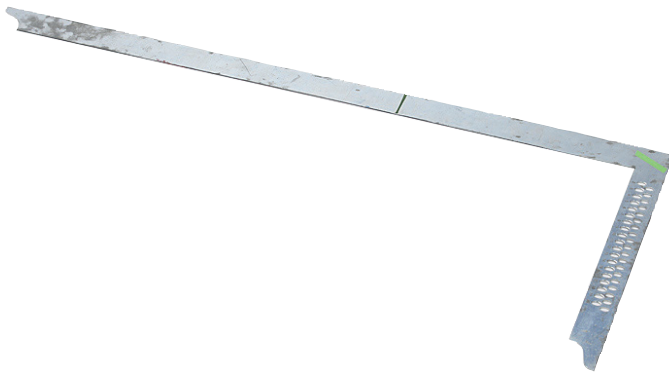


Abb. 87: Zimmermannswinkel

Die Besonderheit des Winkels besteht darin, dass am kurzen Schenkel Löcher in verschiedenen Abständen für den Zimmermannsbleistift vorhanden sind. Mit Hilfe dieser Löcher können lange Linien (Anrisse) sauber ausgeführt werden.



Abb. 88: Zimmermannswinkel Detail

### **Das Bandmaß**

Neben dem Bandmaß eignen sich bei der Holzbearbeitung natürlich sowohl der Gliedermaßstab als auch das Rollbandmaß (siehe Metallbearbeitung).

Bandmaße gibt es in verschiedenen Längen und Ausführungen. Ein Bandmaß 20 m ist für Feinmessarbeiten nicht geeignet, da es i.d.R. nur über eine gröbere Skalierung (1 cm) verfügt. Das Band kann aus Metall oder Stoff bestehen.

Das Bandmaß 20 m verfügt über eine seitlich angebrachte Handkurbel, mit der das Band festgestellt und aufgerollt wird.



Abb. 89: Bandmaß 20 m



## Hinweis

- Beim Messen auf Parallaxen-(Ablese-)Fehler achten.
- Band nicht knicken, großer Hitze oder Kälte aussetzen, gewaltsam herausreißen oder einschieben,
- Bandmaß sauber halten, mit fusselfreiem Tuch reinigen.

## Die Wasserwaage

Die Wasserwaage ist ein Prüfgerät zur horizontalen oder vertikalen Ausrichtung eines Objektes. Wasserwagen können aus Holz oder Aluminium gefertigt und unterschiedlich lang sein.



Abb. 90: Wasserwaage





## Hinweis

- Nicht als Schlagwerkzeug benutzen,
- Sauber halten,
- Messfläche nicht deformieren,
- Nicht stoßen,
- Keiner starken Sonneneinstrahlung aussetzen.

## Der Stellwinkel

Mit dem Stellwinkel (Schmiege) können Winkel vom Original übertragen werden. Der Vorteil des Stellwinkels besteht darin, dass man mit einer Feststellschraube den eingestellten Winkel fixieren und dadurch den exakten Anriss auf das Werkstück übertragen kann.



Abb. 91: Stellwinkel

### 6.2.2.2 Sägende bzw. schneidende Werkzeuge

#### Die Raspel

Die Raspel wird zur Anpassung und Formgebung von Hölzern verwendet. Sie ist ähnlich aufgebaut wie eine Feile, die für Feinarbeiten verwendet wird. Da das Blatt der Raspel eine gröbere Oberfläche als die Feile hat, ergibt sich ein höherer Materialabtrag. Beim Raspeln wird keine glatte Oberfläche erzielt.

Dieses Werkzeug gibt es in der Form als Flach- und Halbrundraspel.



Abb. 92: Halbrundraspel

## Die Bohrsäge

Die Bohrsäge, auch Stichling genannt, ist im Prinzip eine Raspel, bei der die Raspelschneide in einer Spirale angeordnet ist. Die Spitze verjüngt sich und ist als Handbohrer ausgeführt. So kann mit dem Bohrer ein Loch gebohrt, mit der Raspel vergrößert und ausgearbeitet werden. Auf diesem Weg kann auch eine Öffnung für den Einsatz der Stichsäge gefertigt werden. Die Bohrsäge eignet sich nur für geringe Materialstärken. Sie muss nach dem Einsatz gereinigt werden.



Abb. 93: Bohrsäge

## Die Bügelsäge

Die Bügelsäge besteht aus dem Bügel, an dem das Sägeblatt befestigt und mittels des Spannhebels gespannt wird. Durch den Spannhebel können die Sägeblätter schnell gewechselt werden. Die Bügelsäge eignet sich zum Schneiden von dünnen Hölzern und zum Entasten von Bäumen. Sie ist zum Bearbeiten von Bauholz zum Erstellen von Hilfskonstruktionen unentbehrlich.

Die Bügelsäge wird zum Ablängen von Kanthölzern, Dachlatten und Brettern eingesetzt. Sie hat ein grobes Sägeblatt, das im Gegensatz zum Fuchsschwanz und zur Stichsäge gewechselt werden kann. Anders als bei den Metallsägen, arbeitet die Bügelsäge sowohl auf Stoß als auch auf Zug.



Abb. 94: Bügelsäge

### Die Stichsäge

Die Stichsäge besteht aus dem Sägeblatt sowie dem Griffstück und wird mit einer Hand geführt. Sie kann über eine Bohrung in das Werkstück eingeführt werden, damit Ausschnitte innerhalb eines Werkstückes herausgearbeitet werden können (z.B. für Durchlässe von Leitungen).

Die Stichsäge kann bei verschiedenen Werkstoffen wie Holz, Plattenwerkstoffen, Kunststoffen sowie Gipskarton eingesetzt werden. Das Sägeblatt arbeitet auf Stoß, d. h. nur in der Vorwärtsbewegung leichten Druck auf das Sägeblatt ausüben. Der Freischnitt erfolgt anders als bei anderen Sägen dadurch, dass der Rücken dünner geschliffen ist als die Zähne.

Handelsüblich gibt es für die Stichsäge auch Sägeblätter zur Metallbearbeitung.

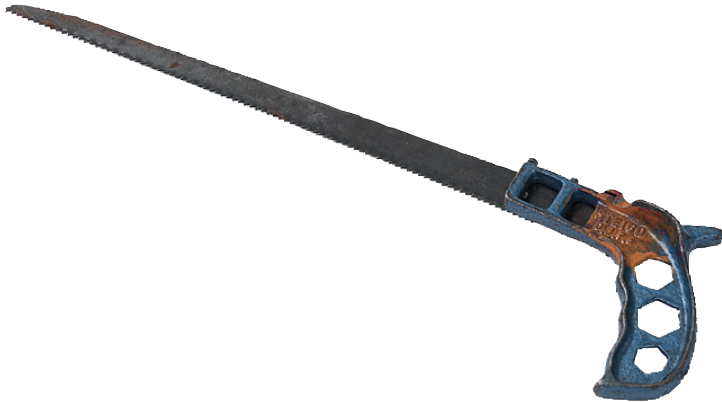


Abb. 95: Stichsäge

### **Der Fuchsschwanz**

Der Fuchsschwanz besteht, wie die Stichsäge, ebenfalls nur aus dem Sägeblatt und dem Griffstück und wird mit einer Hand geführt. Er ist geeignet um kleinere Passstücke mit saubereren Schnittflächen zu fertigen. Außerdem können mit ihm längere Schnitte angelegt werden und er eignet sich zum Sägen in beengten Räumen.

Der Fuchsschwanz wird zum Zuschneiden von Holz, Plattenwerkstoffen, Kunststoff und Gipskarton verwendet. Mit ihm kann auch in Platten präzise geschnitten werden, nur sollte der Werkstoff nicht allzu stark sein. Eine Korrektur des Schnittes ist beim Fuchsschwanz noch möglich, allerdings bedarf es etwas Übung, um exakte Schnitte mit dem Fuchsschwanz auszuführen. Er kommt überall dort zum Einsatz, wo mit der Bügelsäge nicht gearbeitet werden kann.



Abb. 96: Fuchsschwanz

### **Der Stangen-Schlangenbohrer**

Dieser Bohrer wird im THW verwendet, um Löcher in Holz zu bohren. Häufig werden mit ihm Löcher für Gewindestangen in Kanthölzer gebohrt, welche miteinander verbunden werden sollen. Zum Bohrer gehört ein passendes Griffstück, welches oben in das Auge eingeführt werden muss. Der große Vorteil des Stangen-Schlangenbohrers ist der Handbetrieb. Er ist in verschiedenen Durchmessern vorhanden. Den Namen hat er von der Spirale, welche sich wie eine Schlange nach oben windet. Auf diese Weise werden die Späne aus dem Bohrloch befördert. Die Zentrierspitze hat eine Art Gewinde, mit der sich der Bohrer in das Holz zieht. Daher muss nicht mit Druck gearbeitet werden. Der Durchmesser des Bohrers sollte der Holzstärke entsprechend gewählt werden, sonst kann das Holz zersplittern und ausreißen.



Abb. 97: Stangen-Schlangenborer mit Griff

Die Zentrierspitze darf nicht beschädigt sein, da sich sonst der Bohrer nicht mehr ordnungsgemäß ins Holz einarbeiten kann.

### 6.2.2.3 Spaltende Werkzeuge

#### Die Axt

Der Axtkopf ist aus Werkzeugstahl hergestellt, bei dem durch Wärmebehandlung ein guter Kompromiss zwischen Härte und Zähigkeit erzielt wurde. Die Axt ist geschmiedet. Sie wird mit beiden Händen geführt. Die Axt wird zum Spalten und Fällen, sowie zum Entasten benutzt. Der Nacken der Axt kann auch zum Klopfen benutzt werden, z.B. Einschlagen von Keilen. Der Stiel ist aus elastischen Hölzern (Hickory) hergestellt und ist im Auge mit Keilen gesichert.

Nach dem Gebrauch muss die Axt gereinigt und auf Beschädigungen überprüft werden.



Abb. 98: Universalaxt

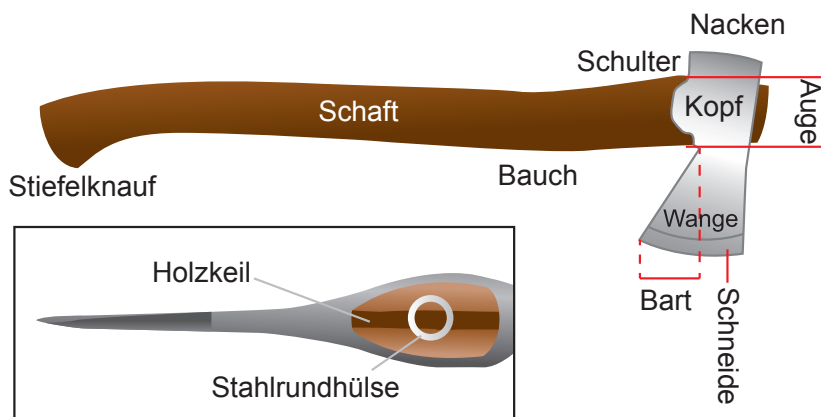


Abb. 99: Bestandteile der Axt



## Das Beil

Das Beil ist prinzipiell eine kleine Ausführung der Axt. Sie wird jedoch nur mit einer Hand geführt. Das Beil wird z.B. zum Anspitzen von Holzpfählen verwendet.

Mit dem Klauenbeil können zusätzlich noch Nägel gezogen werden.



Abb. 100: Handbeil und Klauenbeil

## Das Zugmesser

Das Zugmesser besteht aus einer oft leicht gewölbten, stabilen und etwa 30 cm langen einschneidigen Klinge, an deren beiden Enden Griffe sitzen, mit denen man das Zugmesser über das Werkstück zu sich hin zieht. Zugmesser werden für das Entrinden und für die Formgebung von Hölzern verwendet.

Es ist das einzige Werkzeug im THW, das zum Körper geführt wird.

Der Umgang mit dem Zugmesser bedarf einiger Übung, vor allen beim Entrinden. Je nach Stellwinkel dringt die Klinge unterschiedlich tief in das Holz ein. Mit dem Zugmesser kann in kurzer Zeit viel Material abgetragen werden.



Abb. 101: Zugmesser

## Der Beitel

Ein Beitel ist ein Werkzeug ähnlich einem Meißel und dient zur spanenden Holzbearbeitung. Je nach Aufgabenstellung werden verschiedene Formen verwendet.

Der Griff besteht aus Hartholz und ist mit einem Schlagring versehen. Er darf nur mit einem Klüpfel geklopft werden. Die Klinge ist wie bei einer Feile im Griff verankert. Bei der Benutzung eines Schlosser- oder Latthammer kann der Griff aufplatzen und unbrauchbar werden. In der Ausstattung des THW sind folgende Beitel vorhanden:

- Stechbeitel,
- Lochbeitel,
- Kistenbeitel.

## Der Stechbeitel

Der Stechbeitel wird für das Abspalten von Holzstücken an Zapfen, Überblattungen und für das Putzen verwendet. Unter Putzen versteht man das Säubern des Holzes von Splittern und Unebenheiten. Die Fläche wird gleichmäßig bearbeitet, so dass man eine glatte Fläche erhält.

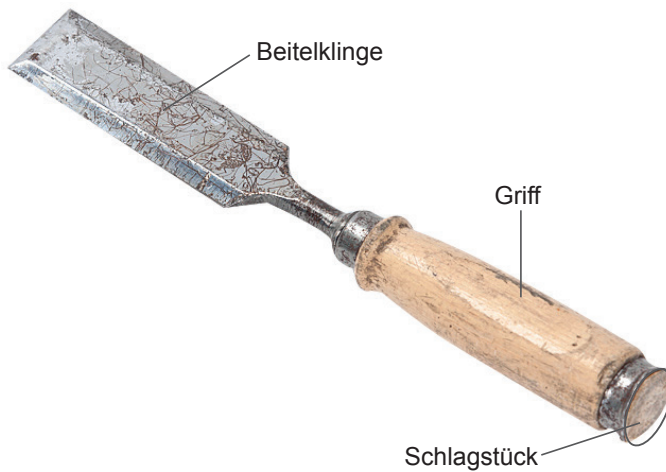


Abb. 102: Aufbau Stechbeitel

Vor der Benutzung des Stechbeitels ist die Klinge über einem angefeuchteten Abziehstein zu glätten.



Abb. 103: Abziehstein

### **Der Lochbeitel**

Lochbeitel werden, wie der Name sagt, zum Herstellen von Löchern verwendet. Wegen der stärkeren Klinge eignen sie sich zum Herstellen von Zapfenlöchern.



Abb. 104: Lochbeitel

Vor der Benutzung des Lochbeitels ist die Klinge, ebenfalls wie beim Stechbeitel, über einem angefeuchteten Abziehstein zu glätten.

### **Der Kistenbeitel**

Der Kistenbeitel, wird umgangssprachlich „Nageleisen oder Brecheisen“ genannt. Wie der Name schon sagt, wird er zum Öffnen von Kisten, Holzverschalungen und Bretterkonstruktionen verwendet. Man kann den Kistenbeitel auch zum Aufhebeln von Fenstern und Türen einsetzen. An den Enden ist der Kistenbeitel mit Klauen ausgestattet mit denen Nägel gezogen werden können. Im Gegensatz zu den anderen Beiteln kann mit dem Kistenbeitel kein Holz gestemmt werden.



Abb. 105: Kistenbeitel

## 6.2.2.4 Hilfsmittel zum Festhalten, Spannen, Verbinden und Schlagen

### Der Schreinerklüpfel

Im THW ist in der Ausstattung für die Holzbearbeitung ein Schreinerklüpfel vorhanden. Er wird für die Bearbeitung des Holzes mit dem Stechbeitel und Lochbeitel eingesetzt. Da die Hefte (Griffe) der Stech- und Lochbeitel aus Holz sind, würden sie zu schnell zerstört werden, wenn man ein Schlagwerkzeug aus Metall verwenden würde.

In der Regel wird Hartholz (Buche oder Ahorn) für den Kopf verwendet und unter Umständen, wegen der Elastizität, Esche für den Stiel.

Im Unterschied zu einem Holzhammer sind die Schlagflächen (Bahnen) des Schreinerklüpfel nicht parallel zum Stiel, sondern in einer Achse mit dem Handgelenk, da die Bewegung nicht wie beim Hammer aus dem ganzen Arm oder dem Ellenbogen, sondern aus dem Handgelenk kommt.



Abb. 106: Schreinerklüpfel

## Der Schlegel

Der Schlegel ist komplett aus Holz gefertigt. Der eigentliche Schlagkopf mit den Schlagflächen ist aus Hartholz gefertigt, bei dem zur Sicherung Stahlbänder angebracht sind. Der Stil ist meist aus einem elastischen Holz (Hickory) gefertigt.

Der im THW verwendete Schlegel hat ein Gewicht von 6 kg. Der Schlegel wird zum Einschlagen von Holzpfählen und Ausrichten von Holzkonstruktionen verwendet. Da er aus Holz gefertigt ist, kann beim Einschlagen oder Ausrichten auf ein Unterlegholz verzichtet werden. Durch seine Beschaffenheit zersplintern die Pfähle nicht, wie es bei der Verwendung des Vorschlaghammers der Fall ist.



Abb. 107: Schlegel 6kg

## Der Latthammer

Der Latthammer, auch „Zimmermanns Hammer“ genannt, unterscheidet sich von anderen Hämmern am stärksten durch die asymmetrische Klaue. Haben andere Hämmer die Finne, um kleine Flächen zu hämmern, dient die Klaue zum Ziehen von Nägeln. Um sehr schwere, ungünstig zu greifende Holzbauteile (z.B. ein Kantholz) umzusetzen, kann die Spitze in das Werkstück eingeschlagen werden. Der Latthammer dient dabei als Griff.



Abb. 108: Latthammer

Neben der Bahn und der Klaue hat der Latthammer einen muldenförmigen Teil mit Keilschlitz, den Nagelheber. Er wird zum Herausziehen von Nägeln verwendet. Für Nagelungen über Kopf oder an schlecht erreichbaren Stellen, an denen die Nagelstellen nicht mit beiden Händen erreicht werden können, sind manche Hammerbahnen mit einem Magnetnagelhalter versehen. Damit braucht man keine zweite Hand zum anfänglichen Halten des Nagels.





Abb. 109: Aufbau Latthammer

### Die Bauklammer

Die Bauklammer wird zum provisorischen Verbinden zweier Hölzer verwendet. Häufig wird die Bauklammer als Montagehilfe und Lagesicherung beim Herstellen von Verbindungen verwendet. So wird verhindert, dass die Verbindung verrutscht, bevor die gesamte Konstruktion fertiggestellt ist.

Ein dauerhafter Einsatz erfolgt im Allgemeinen nur bei der traditionellen Fachwerk- bzw. Holzbauweise.

In der technischen Hilfeleistung werden Bauklammern als Holzverbinder, aber auch zum Anschlagen von Leinenverbindungen oder als Abstandhalter verwendet (etwa bei der Konstruktion eines Dreibecks).

Die im THW verwendeten Bauklammern sind aus Rund- oder Flachstahl geschmiedet.

Die Bauklammer aus Rundstahl wird ausschließlich zum Anschlagen von Leinen, zum Beispiel zur Sicherung einer Tauchpumpe, verwendet.

Für alle anderen Zwecke werden die Bauklammern aus Flachstahl eingesetzt.

Die Spitzen der Bauklammer werden mit einem Hammer durch wechselseitige Schläge über den rechtwinklig abgeboenen Spitzen in das Holz eingeschlagen.



Abb. 110: Bauklammer rund und eckig

## **Der Schraubenschlüssel**

Zum Festziehen oder Lösen von Schraubverbindungen, deren Schraubenköpfe und -muttern mit genormten Schlüsselweiten, sind in der Ausstattung des THW folgende Schraubenschlüssel vorhanden:

- Doppelmaulschlüssel,
- Doppelringschlüssel,
- Ring-Maulschlüssel.

Die Schraubenschlüssel sind in Ihrer Maul- bzw. Ringgröße metrisch genormt. Sie wird in Millimeter (mm) angegeben. Sie sind aus Chrom-Vanadium-Stahl gefertigt. Die Doppelringschlüssel gibt es in grader oder gekröpfter Ausführung.

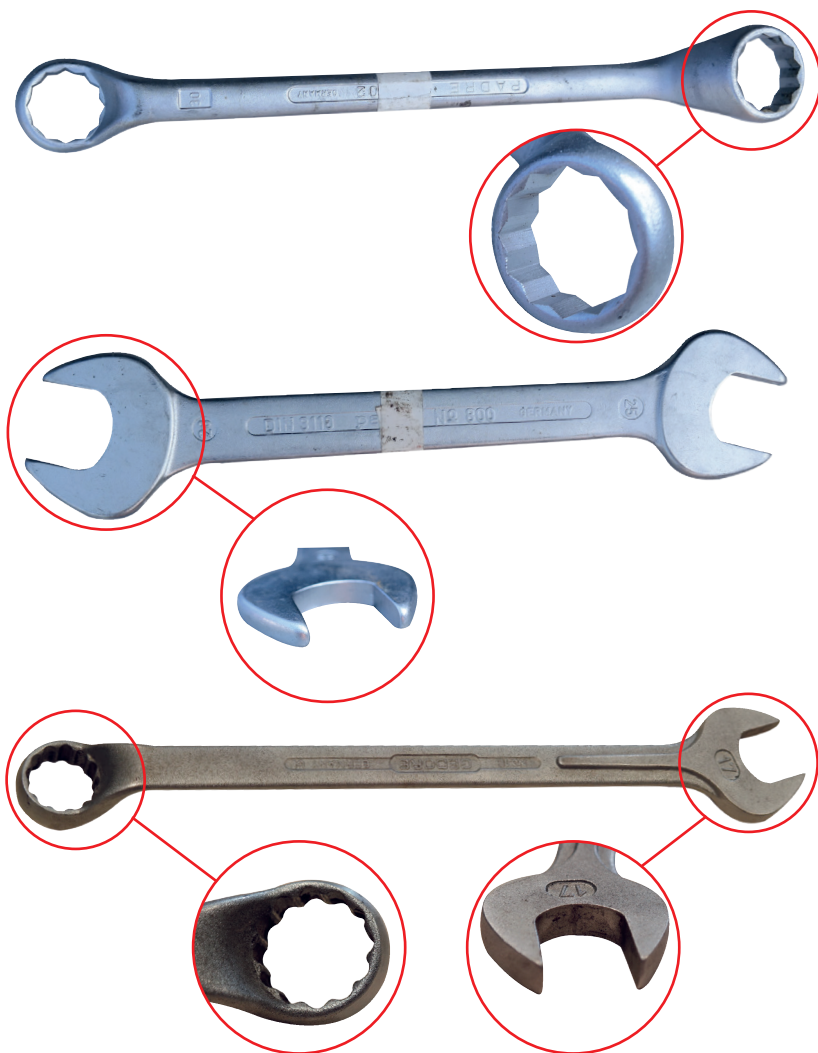


Abb. 111: Schraubenschlüssel

Eine besondere Form ist der Rollgabelschlüssel. Hier kann die Maulgröße stufenlos verstellt werden.



Abb. 112: Rollgabelschlüssel

### 6.2.2.5 Umgang mit Handwerkzeugen

Im Folgenden werden die in der Holzbearbeitung gebräuchlichsten Arbeitsabläufe erklärt.

Beim Arbeiten mit Handwerkzeugen ist immer auf folgendes zu achten:

- Fester Sitz der Stile und Griffe,
- Ausreichende Standfähigkeit,
- Ausreichender Sicherheitsabstand zur nächsten Einsatzkraft.

### Ablängen

Unter Ablängen versteht man das Kürzen von Kanthölzern, Brettern, Dielen, Bohlen, Rundhölzern usw. mit Hilfe einer Säge auf eine bestimmte Länge.

Zunächst wird mit Hilfe des Zimmermannsbleistifts und eines Messwerkzeugs, z.B. des Gliedermaßstabs, die Schnittstelle angerissen.

Danach mit Hilfe des Führholzes, welches zur seitlichen Führung des Sägeblattes dient, den ersten Sägeschnitt, ansetzen und ausführen. Hierbei ist zu beachten, auf welcher Seite der Anreißlinie die Säge angesetzt wird. Die Anreißlinie muss auf dem Werkstück, das verwendet werden soll, sichtbar bleiben. Den sog. Anschnitt über die ganze Länge des Sägeblattes so tief ausführen (mind. Sägezahnhöhe), dass das Führholz nicht mehr benötigt wird. Das Sägeblatt erhält dann die Führung durch den Sägeschnitt. Beim Sägen ist die ganze Länge des Sägeblattes zu nutzen.

Vor dem endgültigen Durchtrennen des Werkstückes den Druck auf das Sägeblatt verringern, so wird das Ausreißen des Materials verhindert.



Abb. 113: Ansägen mit Führholz

## Zapfenverbindung

Zapfenverbindungen gehören mit den Überblattungen nicht nur zu den ältesten Verbindungen, sondern auch zu den am weitesten verbreiteten und am häufigsten variierten Holzverbindungsarten. Fest steht jedenfalls, dass spätestens 3.000 v. Chr. Holzverbindungen in Form von „Einsatzlöchern“ (d. h. in voller Stärke in das zu verbindende Holz einbindende Holzenden), als gewöhnliche Zapfen, aber auch als quadratische – also zweiseitig abgesteckte Zapfen – ausgeführt wurden.

Zapfloch und Zapfen müssen stramm ineinander passen. Beide sind daher mit größter Sorgfalt auszuarbeiten. Bei der Zapfenverbindung wird der Druck von den Brüstungen aufgefangen.

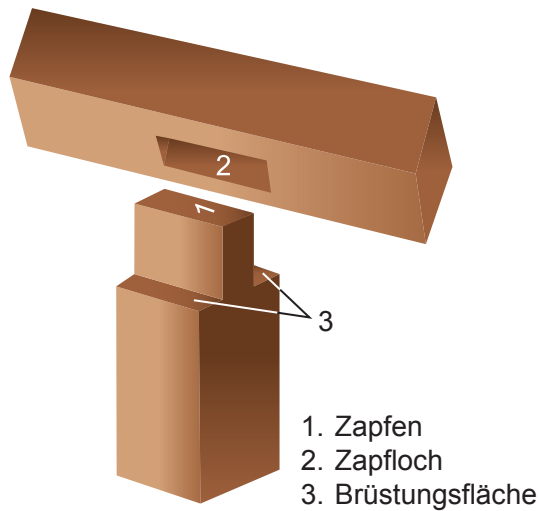
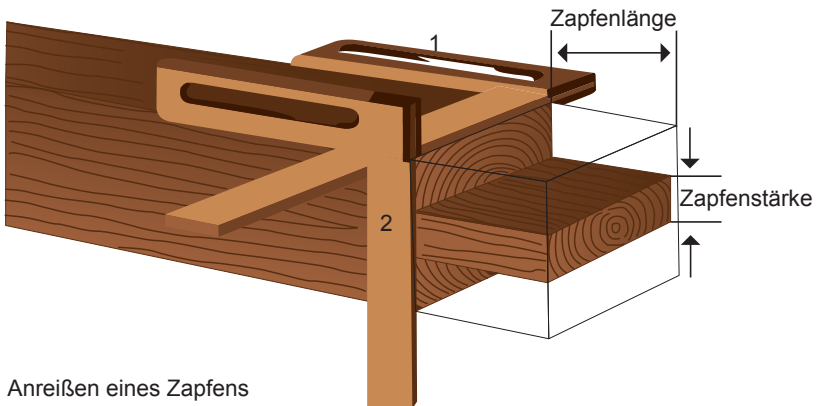


Abb. 114: Zapfenverbindung

## Herstellen eines Zapfens

Als ersten Schritt wird der Zapfen mit dem Zimmermannswinkel oder dem Stellwinkel und dem Bleistift angerissen. Die Zapfenstärke beträgt ein Drittel der Werkstückdicke, darf aber nicht ganz so tief wie das Zapfloch sein, da sonst die Brüstungen nicht richtig aufliegen können.



Anreißen eines Zapfens

Abb. 115: Anreißen eines Zapfens

Im nächsten Schritt werden mit einer Säge die Zapfenlängsschnitte erstellt.



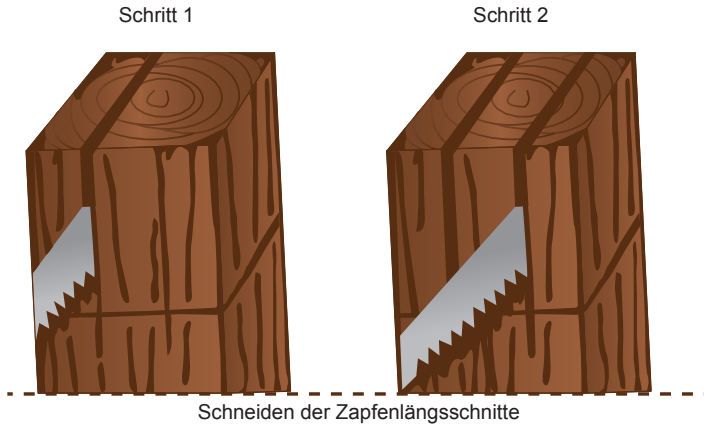


Abb. 116: Schneiden der Zapfenlängsschnitte

Danach wird der Brüstungsschnitt ausgeführt und die Abschnitte mit dem Stechbeitel abgehoben.

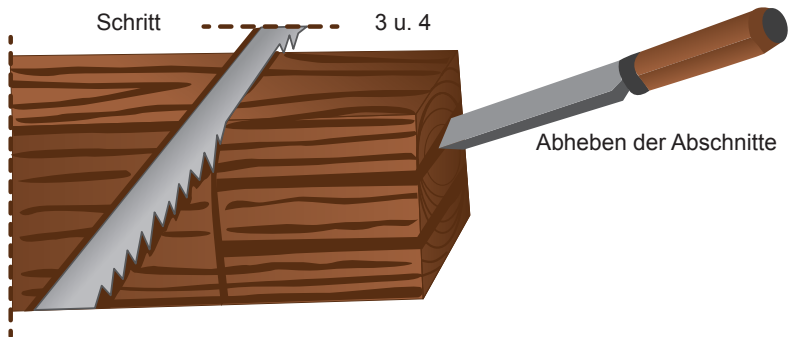


Abb. 117: Abheben der Abschnitte

Im letzten Schritt werden mit dem Stechbeitel und dem Schreinerklüpfel die Ecken gesäubert und mit der Halbrundraspel die Kanten abgerundet.

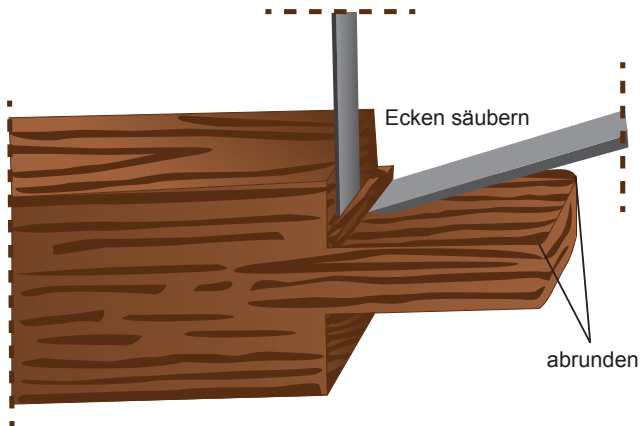


Abb. 118: Ecken säubern

## Herstellen eines Zapflochs

Zapflöcher werden stets an der Längsseite angebracht.

Im ersten Schritt wird das Zapfloch mit dem Zimmermannswinkel oder dem Stellwinkel und dem Bleistift angerissen. Anschließend wird das Zapfloch mit dem Stechbeitel und dem Schreinerklüpfel 1 bis 2 mm tief vorgerissen.

## Zapflochstemmen

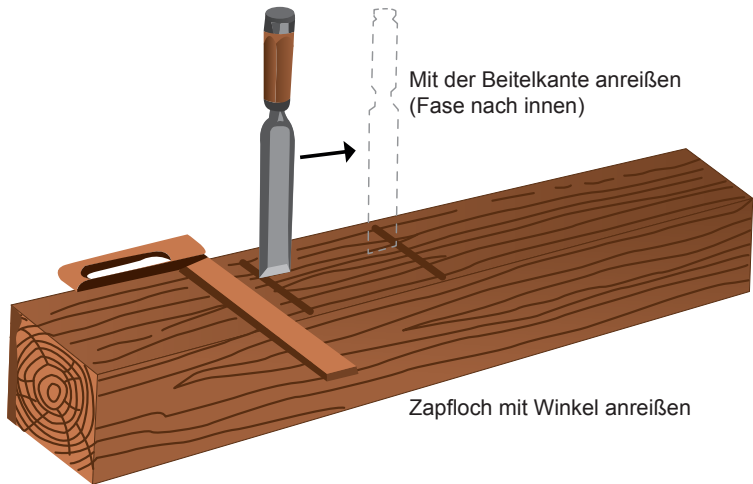


Abb. 119: Zapflochstemmen

Das Stemmen des Zapfloches erfolgt in mehreren Phasen. In den ersten beiden Phasen wird ein kleines Stück herausgestemmt. Bis Phase sechs werden die Stücke immer größer. Danach werden einzelne Stücke abgespaltet. In der letzten Phase wird das Zapfloch sauber auf Maß geputzt.

## Stemmen in Phasen

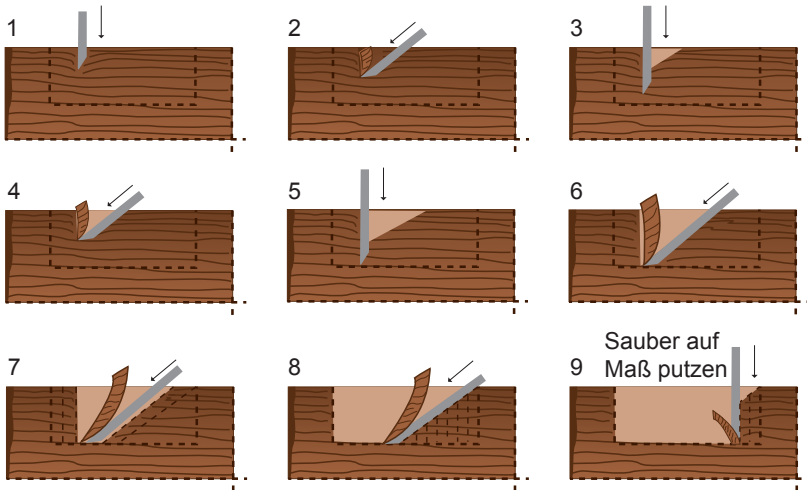


Abb. 120: Stemmen in Phasen

## Arbeitsstellung beim Stemmen und Nacharbeiten des Zapfloches

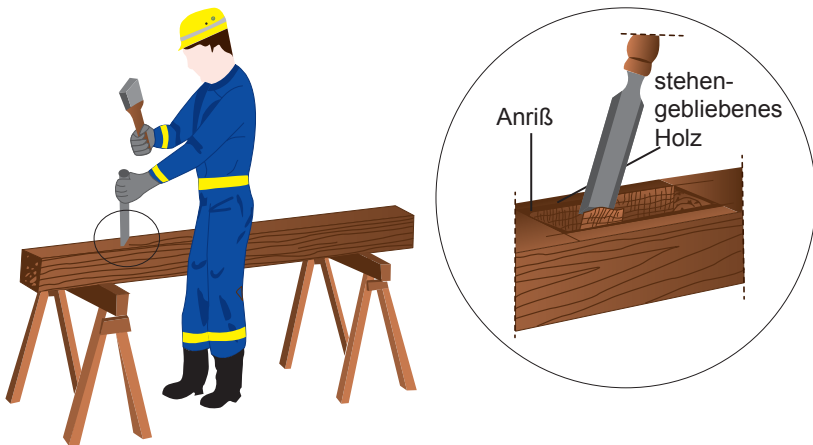


Abb. 121: Arbeitsstellung beim Stemmen



## Hinweis

- Immer vom Körper weg stemmen,
- Werkstück immer fixieren,
- Einsatzhandschuhe tragen.

## Überblattung

Eine Überblattung ist ein Verfahren, um zwei Kanthölzer gleicher Stärke miteinander zu verbinden. Es kommen dabei verschiedene Techniken zum Einsatz.

### Anreißen

Zum Anfertigen einer einfachen Überblattung muss das Blatt an beiden Werkstücken angerissen werden. Die Länge des Blattes muss der zweifachen Höhe des zu verbindenden Kantholzes entsprechen. Die Höhe des Blattes entspricht der halben Höhe des Werkstückes.

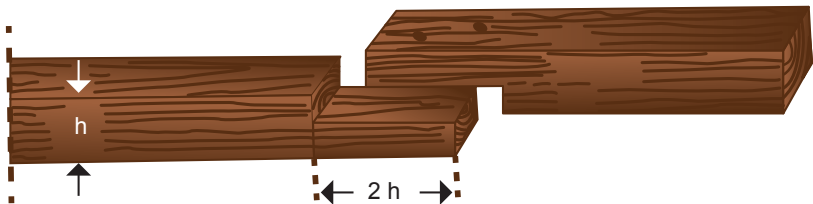


Abb. 122: Einfaches grades Blatt

## Herstellen der Überblattung

Die Werkstücke sind vor der Bearbeitung in geeigneter Weise zu sichern (z.B. mittels Schraubzwinge).

Entlang der Anreißlinie wird mit dem Fuchsschwanz oder der Bügelsäge ein senkrechter Schnitt bis zur Hälfte ( $\frac{1}{2} h$ ) des Kantholzes gesetzt.

Nun wird mit dem Stechbeitel das Material in der Höhe des Blattes abgetragen. Alle Flächen müssen eben und rechtwinklig zueinander bearbeitet sein. Gegebenenfalls ist hier zum Beispiel mit dem Stechbeitel die Fläche zu putzen.

Anschließend werden die Kanthölzer zusammengefügt. Zur Sicherung der Überblattung muss diese noch mit Schrauben oder Dübel gesichert werden. Der Größe des Holzes und der Belastung entsprechende Schrauben oder Dübel auswählen.

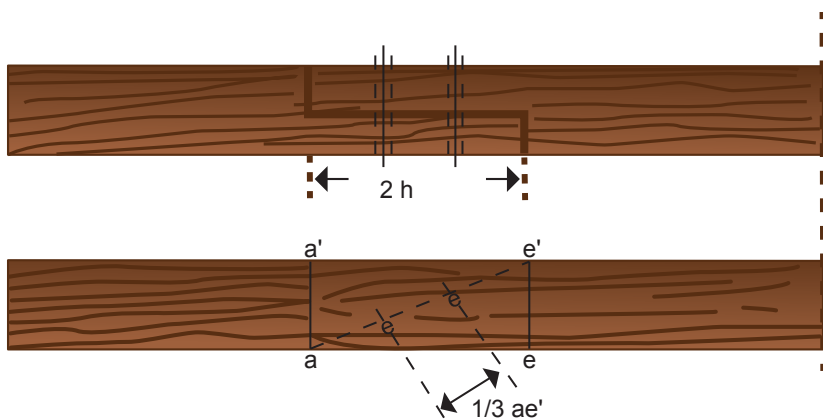


Abb. 123: Bohrungen für Dübel oder Schrauben

Weitere Formen der Überblattung sind „Gerades Hakenblatt“ und „Schräges Blatt“.

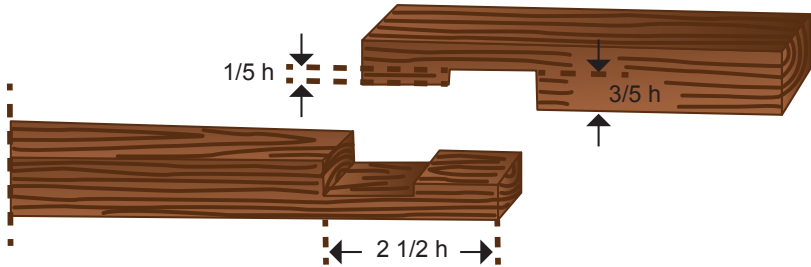


Abb. 124: Gerades Hakenblatt

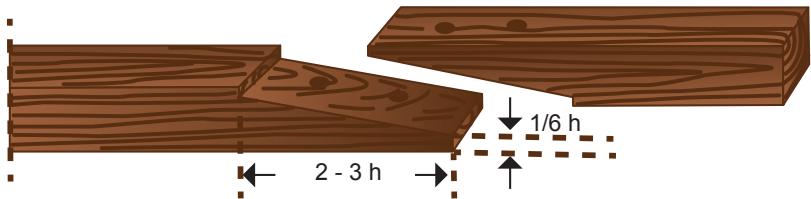


Abb. 125: Schräges Blatt

### Verbindung mit Lochblechen

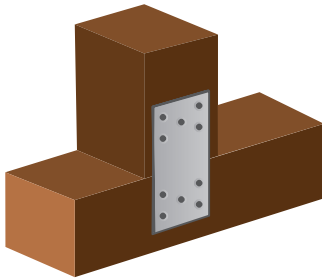
Lochbleche (Nagelverbinder) sind Platten in verschiedenen Längen und Ausführungen, welche zum Verbinden von Holzkonstruktionen benutzt werden. Je nach Ausführung werden sie auch Lochplatte, Flachverbinder etc. genannt.

Wie der Name schon sagt, sind die Bleche mit Bohrungen versehen, damit Kammnägel/Ankernägel oder Schrauben in das Holz eingebracht werden können.

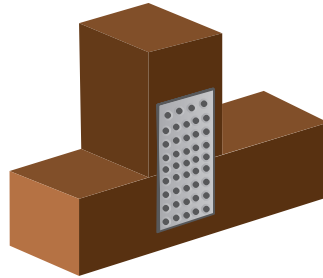
Je nach Belastung und Zweck der Verbindung werden auch gewinkelte Lochbleche, z.B. sogenannte Lochplattenwinkel, verwendet.

Mit Lochblechen können Verbindungen schnell hergestellt werden – ohne die aufwendigere Zapfenkonstruktion.

### Flachverbinder



### Lochplatte



### Lochplattenwinkel

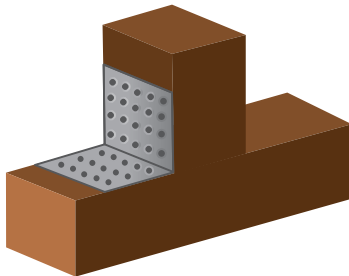


Abb. 126: Lochbleche in verschiedenen Anwendungen



## **Kamm-/Ankernägel**

Kamm-/Ankernägel sind eine besondere Art von Nägeln. Sie unterscheiden sich grundsätzlich von herkömmlichen Nägeln (Stahlstifte) durch ihre Beschaffenheit. Sie haben eine rundum laufende Riffelung ähnlich einer Schraube. Bei Nägeln ist dies nicht gegeben. Sie können sich bei Belastung der Verbindung lösen.

Aufgrund ihrer speziellen Form werden Kamm-/Ankernägel hauptsächlich für Verbindungen mit starker Belastung verwendet.



Abb. 127: Kamm-/Ankernagel

## **Herstellen einer rechtwinkligen Holzverbindung mit Lochblechen**

Zuerst muss mit Hilfe des Gliedermaßstabes und des Zimmermannswinkels die Position der Verbindung festgelegt und angerissen werden. Evtl. muss das Holz an der Stirnseite mit der Bügelsäge noch in den rechten Winkel geschnitten werden.

Dann werden die Holzteile in Position gebracht und gegen Verrutschen gesichert.

Anschließend wird das Lochblech aufgelegt und mit den Kamm-/Ankernägeln an die vorgesehene Position geheftet (Nägel nicht ganz einschlagen).

Bevor die Kamm-/Ankernägel ganz eingeschlagen werden, muss der rechte Winkel überprüft werden.

Die Kamm-/Ankernägel müssen vollständig eingeschlagen werden.

Bei Lochblechen müssen nicht alle Löcher mit einem Kamm-/Ankernagel besetzt werden. Welche Löcher zu belegen sind, ist dem jeweiligen Datenblatt des Herstellers zu entnehmen. So genügen z.B. bei Blechen mit fünf Löchern vier Kamm-/Ankernägel pro Seite, damit die Stabilität gewährleistet ist.

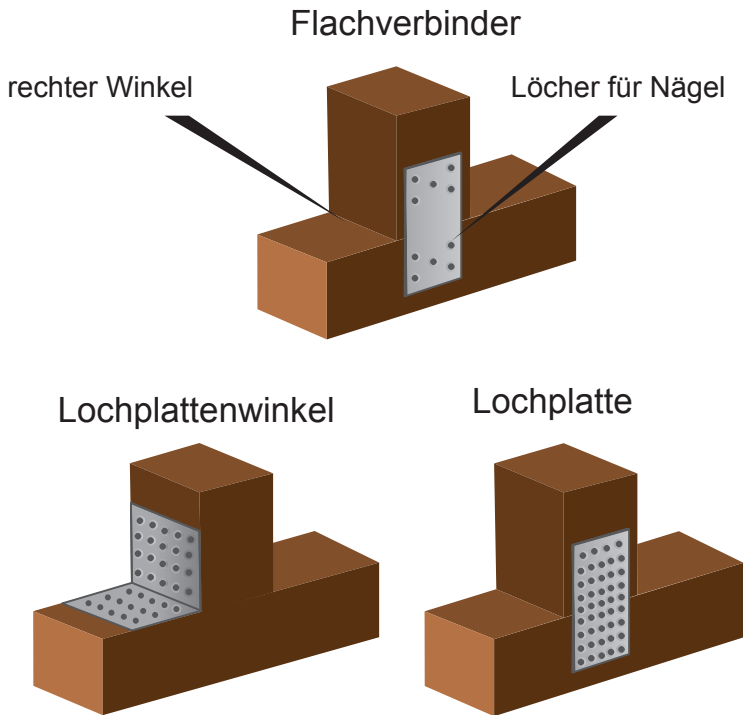


Abb. 128: Lochbleche in verschiedenen Anwendungen

## **Verbindung zweier Kanthölzer mit Gewindestange**

Diese Art der Verbindung wird angewendet, um beispielsweise eine bessere Stabilität beim Abstützen und Aussteifen zu erreichen.

### **Herstellen einer Verbindung zweier gekreuzter Kanthölzer mittels Gewindestange**

Zuerst muss die Position der Kreuzung der Kanthölzer festgelegt werden. Anschließend müssen die Kanthölzer mit geeigneten Hilfsmitteln fixiert werden (Schraubzwinde).

Jetzt ist die Position der Bohrung anzureißen. Danach kann zum Beispiel mit dem Stangenschlangenbohrer oder der Schlagbohrmaschine eine Bohrung mit dem passenden Durchmesser für die Gewindestange gebohrt werden.

Nun wird die Gewindestange durch die Bohrung hindurch geführt. Um die Gesamtlänge der zu verwendenden Gewindestange zu ermitteln, gilt folgende Faustregel:

- 2 x Holzstärke plus,
- 2 x Mutter plus,
- 2 x Unterlegscheibe plus,
- 6 Gewindegänge.

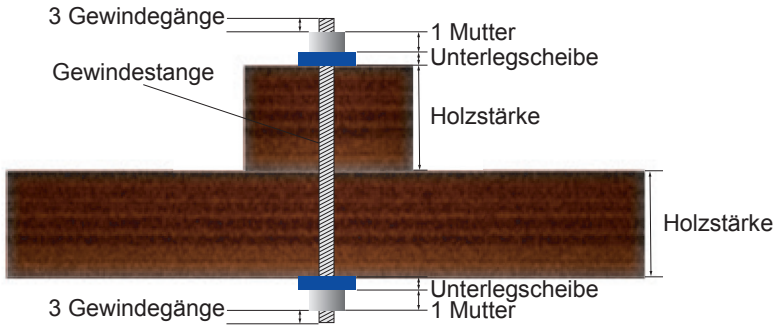


Abb. 129: gekreuzte Kanthölzer durch Gewindestange gesichert

Die Gewindestange wird von beiden Seiten mit je einer Unterlegscheibe und einer Mutter mittels Schraubenschlüssel fixiert.

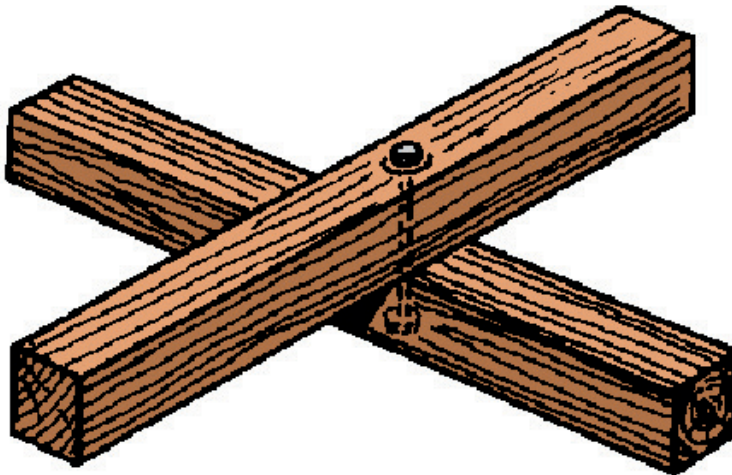


Abb. 130: gekreuzte Kanthölzer durch Gewindestange gesichert

## Pfahl

Pfähle sind wichtige Bestandteile beim Sichern von Verankerungen und Objekten und bestehen meist aus Holz.

Die Nutzung und Herstellung von Pfählen wirkt zwar veraltet, ist aber im Einsatz eine Alternativlösung zu Erdankern und Stahlnägeln.

Pfähle können vierseitige, dreiseitige oder runde Spitzen aufweisen. Spitzen die mit dem Handbeil angefertigt werden, sind meist vierseitig. Runde Spitzen sind industriell hergestellt.



Abb. 131: Holzpfahl

Die Begriffe Zopfende und Stammende kommen von dem natürlich gewachsenen Baum. Das Zopfende ist die Seite die Richtung Baumkrone gewachsen ist. Somit ist das Zopfende etwas dünner als das Stammende. Beim industriell hergestellten Rundholzen sind beide Seiten im Durchmesser gleich stark.

Rundholz kann sehr schnell beschafft werden. Daher soll die Einsatzkraft darin geschult werden, einen Pfahl selbst herstellen zu können. Am besten geeignet ist Weichholz wie Fichte oder Tanne.

## Anspitzen des Pfahls

Mit dem Handbeil dürfen Pfähle nur auf einer Unterlage aus Holz angespitzt werden.

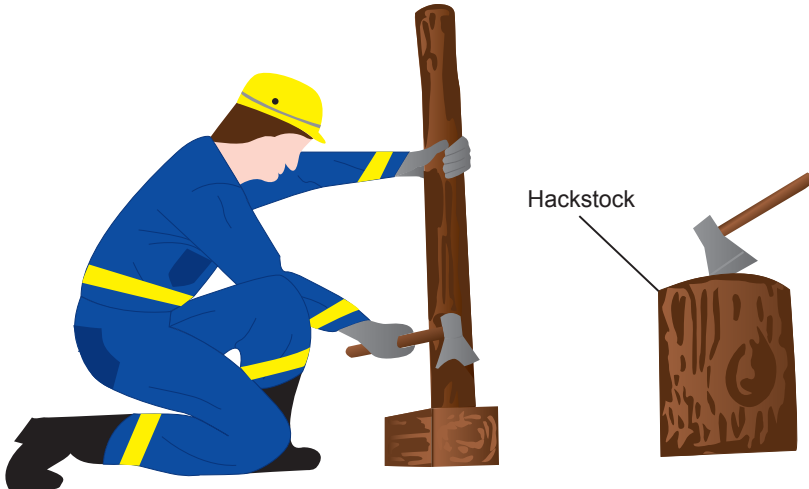


Abb. 132: Anspitzen eines Pfahles mit dem Handbeil

Das Anspitzen eines Pfahls erfolgt in mehreren Arbeitsschritten. Die Spitze wird in der Verlängerung der Pfahlachse am Zopfende angelegt. Die Länge der Spitze ist ca. zweimal so lang wie der Durchmesser des Pfahles (2 x d).

Das Anfertigen der Spitze erfolgt in drei Arbeitsschritten.

Als erstes wird das Rundholz von zwei Seiten abgetragen, so dass ein Steg von ca. 1 cm Dicke stehen bleibt.

Als zweites wird das Rundholz um  $90^\circ$  gedreht und erneut von zwei Seiten abgetragen, so dass sich eine vierseitige Spitze mit einer Kantenlänge von ca. 1 cm bildet.

Im dritten Schritt werden die vier Seiten nachgeputzt, damit eine fertige Spitze mit einer Fläche von ca.  $1 \text{ cm}^2$  entsteht.

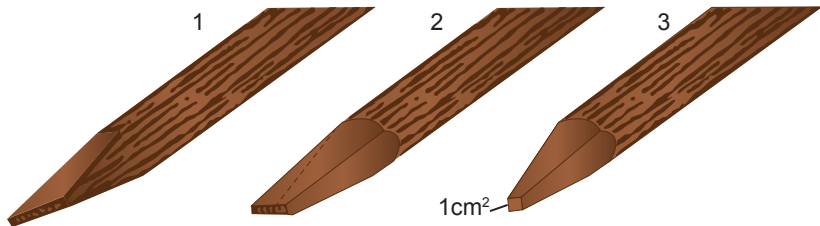


Abb. 133: Anspitzen von Pfählen

Anschließend werden die scharfen Kanten am Stammende aufgebrochen. Dies kann mit dem Handbeil, aber auch mit dem Zugmesser oder der Halbrundraspel erfolgen.



Abb. 134: Kante gebrochen

## Einschlagen eines Pfahls

Zum Einschlagen eines Pfahls werden zwei Einsatzkräfte benötigt. Pfähle werden mit dem Schlegel eingeschlagen. Zur Vermeidung von Unfällen darf der Pfahl nicht von Hand geführt werden. Die zweite Einsatzkraft muss sich seitlich der Schlagrichtung des Schlegels befinden und führt mit geeignetem Hilfsmittel, z.B. Spaten oder Kreuzhacke, den Pfahl.

Rundschläge sind verboten.



Abb. 135: Einschlagen von Pfählen



## 6.2.3 Holzbearbeitung mit motorbetriebenen Geräten

Zum Bearbeiten von Holz stehen in der Ausstattung des THW auch motorbetriebene Geräte zur Verfügung.

### **Arbeiten mit der Säbelsäge**

Die Säbelsäge eignet sich besonders zum Ablängen von Werkstücken. Der Aufbau und die Funktionsweise der Säbelsäge sind bereits in der Metallbearbeitung beschrieben.

### **Arbeiten mit der Schlagbohrmaschine**

Die Handhabung der Schlagbohrmaschine ist bereits in der Metallbearbeitung beschrieben. Bei der Holzbearbeitung kommt, genau wie in der Metallbearbeitung, nur das „Bohren ohne Schlag“ zur Anwendung. Des Weiteren kommen hier die Holzbohrer zum Einsatz, die Handhabung entspricht dem Spiralbohrer.

### **Der Holzbohrer**

Der Holzbohrer ist aus Hochleistungs-Schnellschnitt-Stahl (HSS) hergestellt. Er ist in verschiedenen Durchmessern vorhanden. Der wesentliche Unterschied zum Spiralbohrer liegt in der Zentrierspitze, sie dient zum genauen Ansetzen auf dem Werkstück.



Abb. 136: Holzbohrer

Die Zentrierspitze darf nicht beschädigt sein, da sich sonst der Holzbohrer nicht mehr ordnungsgemäß ins Werkstück einarbeiten kann.

Der Durchmesser des Holzbohrers sollte der Holzstärke entsprechend gewählt werden, sonst kann das Holz zersplittern und ausreißen.

Holzbohrer werden ebenfalls wie die Spiralbohrer in Kassetten aufbewahrt.

## 6.3 Steinbearbeitung

Die Steinbearbeitung ist das Ver- und Bearbeiten von Natur- und Kunststeinen.

Das Gestein ist Teil der Erdkruste wie z.B. auch der Fels. Es ist die Naturbelassene Form des Steins. Der Begriff Gesteinsbearbeitung stammt aus der Arbeit im Steinbruch. Die Gesteinsbearbeitung ist das Aufbrechen der natürlichen Form des Gesteins, dadurch wird es ein Naturstein.

Die Mehrzahl der Bauwerke in Deutschland und vielen anderen Ländern sind aus Stein errichtet. Die Baustoffe sind behauene und unbehauene Natursteine (z.B. Marmor, Granit), sowie künstlich geformte Steine (z.B. Ziegel, Beton, Lehm). Die Grundstoffe werden von der Natur geliefert und aus Flussbetten, Kiesgruben, Steinbrüchen und Bergwerken gewonnen.

### 6.3.1 Steinbearbeitung - Einführung

#### 6.3.1.1 Steinarten

Es wird zwischen Natursteinen und künstlichen Steinen unterschieden.

##### **Naturstein**

Naturstein ist in der Natur bereits vorhanden, meist wird er jedoch zur weiteren Verarbeitung noch bearbeitet und somit in Form gebracht.

Natursteine wurden früher beim Hausbau eingesetzt. Die Mauern aus diesen sogenannten „Feldsteinen“ sind in alten Häusern vor allem im ländlichen Raum zu finden. Auf diesen Mauern, die meist den Keller bilden, sind dann Stockwerke aus Fachwerk aufgebaut. Die Wandstärken betragen zwischen 50 cm und 80 cm, in manchen Fällen auch darüber.

Die großen Bauwerke des Mittelalters (Kathedralen, Burgen, Schlösser) sind ausschließlich aus behauenen Natursteinen errichtet worden.

Heute werden Natursteine überwiegend zur Fassadenverkleidung z.B. durch Schieferplatten eingesetzt.

### **Künstlicher Stein**

Künstliche Steine (Kunststein) sind in den verschiedensten Ausführungen bekannt und werden in unterschiedlichen Verfahren hergestellt. Künstliche Steine können nass gepresst und gebrannt werden (Ziegelstein). Andere werden an der Luft getrocknet (Lehmziegel).

Durch die verschiedenen Herstellungsverfahren entwickeln die künstlichen Steine ihre Eigenschaften gegen Nässe und Druck.



Abb. 137: Lehmziegel

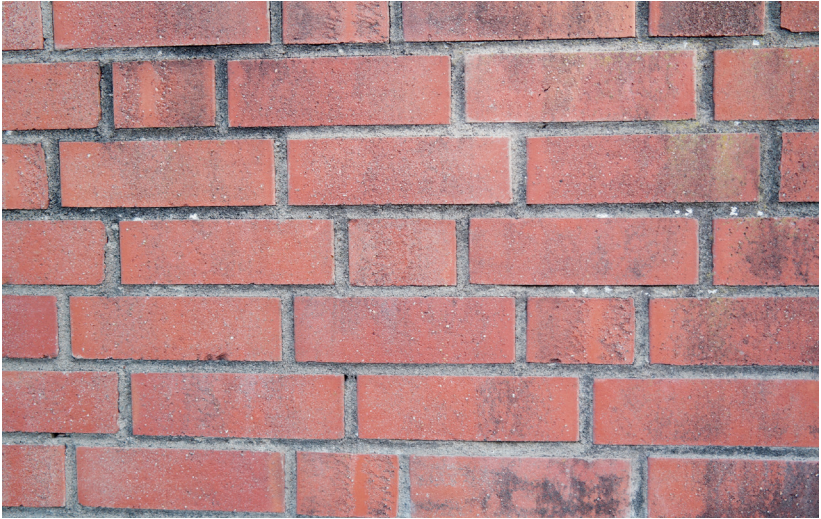


Abb. 138: Ziegelsteinwand



Abb. 139: Kalksandsteinwand

## Eigenschaften

Natur- und Kunststeine können hohe Belastungen durch Druck aushalten, dagegen haben sie Schwächen bei der Zug- und Torsionsbelastung (Dreh- und Scherbelastung).

Natur- und Kunststeine werden mit einem Bindemittel wie Mörtel zu einer Mauer zusammengefügt. Die Mauern sind für die unterschiedlichsten Anforderungen ausgelegt.

Man unterscheidet zwischen tragenden und nichttragenden Wänden. Tragende Wände sind z.B. Außenwände, sie tragen die Last der darüber liegenden Mauern und Decken. Nichttragende Wände grenzen Räume ab.

Mit der Stahlbetonbauweise wird diesen Kräften entgegen gewirkt. Daher sind spektakuläre Bauwerke mit Stahlbeton möglich (Hochhäuser, Brücken).



Abb. 140: Betonteil

## 6.3.2 Steinbearbeitung mit Handwerkzeugen

### Werkzeugkunde und Pflege

Oft handelt es sich bei Werkzeugen zur Steinbearbeitung, anders als bei der Metall- und Holzbearbeitung, eher um grobe Gegenstände, welche dennoch entsprechend sorgfältig behandelt werden müssen.

### Unfallverhütung mit Werkzeugen in der Steinbearbeitung Grundsätze



#### Hinweis

- **Rotierende Werkzeuge wie Bohrer nicht mit Handschuhen verwenden,**
- **Je nach Arbeitsvorgang z.B. Bohren, Schutzbrille ggf. Gehörschutz tragen,**
- **Bohrmehl nicht mit Druckluft wegblasen – Handfeger verwenden,**
- **Defekte oder beschädigte Werkzeuge melden, kennzeichnen und aussondern,**
- **Bei Schlagwerkzeugen keine Personen im Gefahrenbereich,**
- **Werkzeuge nicht werfen, fallen lassen oder überbeanspruchen,**
- **Auf festen Sitz der Stiele achten,**
- **Herstellervorgaben beachten.**

Gefahren bzw. Warnzeichen im Bereich für die Steinbearbeitung sind gleich der Metallbearbeitung.

Grundsätzlich wird der komplette Multifunktionale Einsatzanzug (MEA), bzw. geeigneter Arbeitsschutzanzug, inklusive Schutzhelm getragen. So, dass weitere Schutzbekleidung nur ergänzt wird.

### 6.3.2.1 Werkzeuge

Zum Messen und Prüfen werden folgenden Handwerkzeuge in der Steinbearbeitung angewendet:

- Der Gliedermaßstab,
- Das Rollbandmaß und das Bandmaß,
- Die Wasserwaage.

Diese Werkzeuge sind bereits in der Metallbearbeitung beschrieben.

#### Die Ölkreide

Zum Anzeichnen der Schnitt- und Bohrstellen eignet sich die Ölkreide. Sie ist wetterfest und kann auf trockenem als auch auf nassem Werkstücken eingesetzt werden.



Abb. 141: Ölkreide



## Der Maurerhammer

Mit dem Maurerhammer können Steine formgerecht bearbeitet werden. Weiter dient er zum Ausrichten von z.B. Mauersteinen, zum Abschlagen von Verputz und zum Einschlagen von Nägeln und Bauklammern.



Abb. 142: Maurerhammer

## Der Steinmeißel

Für die Steinbearbeitung werden im THW der Spitz- und der Flachsteinmeißel eingesetzt. Steinmeißel werden zum Zertrümmern von großen Trümmerteilen, Mauerwerk und Beton bzw. zur Herstellung von Öffnungen im Mauerwerk und Beton genutzt.

Die Steinmeißel werden genau so wie der Meißel in der Metallbearbeitung verwendet. Die Steinmeißel sind jedoch länger und haben einen Anschlagsschutz aus Kunststoff.



Abb. 143: Spitz- und Flachsteinmeißel

Der Steinmeißel ist im richtigen Winkel zum Werkstück anzusetzen. Es gilt der Grundsatz:

- Je steiler der Winkel desto mehr Material wird abgetragen,
- Je flacher der Winkel desto weniger Material wird abgetragen.

Mit dem Spitzsteinmeißel können auch Löcher hergestellt werden, wenn er im rechten Winkel zum Werkstück angesetzt wird. Es besteht die Gefahr, dass sich der Meißel im Werkstück verklemmen bzw. festsetzen kann. Das Einschlagen des Spitzsteinmeißels in das Werkstück sollte immer mit einer Drehbewegung erfolgen.



### Hinweis

- **Festsitzende Steinmeißel durch leichte seitliche Schläge wieder lösen.**

### 6.3.3 Steinbearbeitung mit motorbetriebenen Geräten

Zur Steinbearbeitung mit motorbetriebenen Geräten ist in der Ausstattung des THW unter anderem die Schlagbohrmaschine, zum Erstellen von Bohrlöchern vorhanden. Zum Trennen stehen in der Ausstattung des THW der Trennschleifer, elektrisch sowie der Trennschleifer mit Verbrennungsmotor zur Verfügung. Mit diesen Maschinen können sowohl einzelne Steine getrennt, als auch Schlitze in Wänden und Decken für Durchbrüche erstellt werden. Hierbei werden sowohl die Kunstharztrennscheibe Beton als auch die Diamanttrennscheibe eingesetzt.

Die vorgenannten Maschinen wurden bereits in der Metallbearbeitung erläutert.

#### 6.3.3.1 Bohr- und Aufbrechhammer

Der Bohr- und Aufbrechhammer wird zum Herstellen von Bohrlöchern eingesetzt. Durch den Einsatz von Meißeln können auch Durchbrüche in Wänden und Decken erstellt werden. Weiter wird er für Abbrucharbeiten eingesetzt. Er wird nur in der Steinbearbeitung verwendet. Hierzu wird der Hammer auf reines Schlagen am Getriebe umgestellt.

Der Bohr- und Aufbrechhammer ist elektrisch betrieben und kann somit auch in geschlossenen Räumen eingesetzt werden.



Abb. 144: Bohr- und Aufbrechhammer

In der Handhabung ist der Bohr- und Aufbrechhammer gleich der Schlagbohrmaschine.

Das Tragen von Handschuhen ist beim Bohren unter normalen Bedingungen auf Grund der Einzugsgefährdung durch rotierende Teile grundsätzlich zu unterlassen

Bestehen Gefahren bei denen die Schutzwirkung der Handschuhe größer ist als eine Gefährdung des Einzuges durch rotierende Teile, so muss dies im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung ermittelt und dokumentiert werden (z. B. in Trümmern, eingestürzten Gebäuden und Mauerdurchbrüchen durch Gefahr des Abrutschens und von Verletzungen durch scharfkantige Eisen- und Trümmerteile) Auf Grund der niedrigeren Drehgeschwindigkeit, als bei der Schlagbohrmaschine, und der stumpferen Kanten der Steinbohrer, im Gegensatz zu den Spiralbohrern und Holzbohrern, können beim Arbeiten mit dem Bohr- und Aufbrechhammer die Handschuhe nach erfolgter Gefährdungsbeurteilung getragen werden.

Die Handhabung (z.B. Umschaltung Stemmen/Bohren) sowie die Sicherheitsvorgaben des Herstellers sind zu beachten. Diese sind der gerätespezifischen Bedienungsanleitungen zu entnehmen.

Der Bohr- und Aufbrechhammer eignet sich auch zum Bohren von Ton und Natursteinen. Das Bohren mit dem Bohr- und Aufbrechhammer kann in allen Positionen ausgeführt werden: Über Kopf, senk- und waagrecht in der Reichweite der Arme.



## Hinweis

- Haare müssen fest zusammen gebunden sein. (ggf. Haarnetz tragen),
- Schmuck (z.B. Halsketten, Ringe, Armbänder, Uhren etc.) sind vorher abzulegen,
- Beim Stemmen Handschuhe tragen,
- Kapselgehörschutz oder Gehörschutzstopfen tragen,
- Korbschutzbrille oder Helmvisier tragen,
- Die Einsatzjacke des MEA muss geschlossen sein,
- Die Hose muss über den Stiefeln getragen werden,
- Auf festen Sitz der Bohrer achten,
- Mit beiden Händen führen,
- Auf einen sicheren Stand achten,
- Auf sichere Leitungsführung achten,
- Bohr- und Aufbrechhammer erst am Werkstück ansetzen und dann in Betrieb nehmen.

## SICHERHEITSHINWEISE FÜR BOHR - UND AUFBRUCHHÄMMER MIT ELEKTROMOTORISCHEM ANTRIEB

### Allgemein

1. Mit dem selbständigen Führen von Bohr- und Aufbruchhämmer dürfen nur Personen beschäftigt werden, die
  - \* das 18. Lebensjahr vollendet haben,
  - \* körperlich und geistig geeignet sind,
  - \* zum Arbeiten mit Bohr- und Aufbruchhämmern unterwiesen sind und ihre Befähigung hierzu gegenüber dem Unternehmer nachgewiesen haben und
  - \* erwarten lassen, daß sie die ihnen übertragenen Aufgaben zuverlässig erfüllen.

Sie müssen vom Unternehmer zum Führen der Bohr- und Aufbruchhämmer bestimmt sein.
2. Bohr - und Aufbruchhämmer dürfen nur produktspezifisch unter Berücksichtigung der Betriebsanleitungen des Herstellers und dieser Sicherheitshinweise betrieben werden.
3. Die mit der Bedienung von Bohr- und Aufbruchhämmer beauftragten Personen sind mit den notwendigen, maschinenbezogenen Sicherheitsvorkehrungen vertraut zu machen. Bei außergewöhnlichen Einsätzen hat der Unternehmer die erforderlichen, zusätzlichen Anweisungen aufzustellen und bekanntzugeben.
4. Bei diesen Bohr- und Aufbruchhämmern ist die Überschreitung des zulässigen Beurteilungs- Schallpegels von 89 dB (A) möglich. Bei Beurteilungs- Schallpegeln von 89 dB (A) und mehr sind von den Beschäftigten persönliche Schallschutzmittel zu tragen.

Abb. 145: Auszug aus der Betriebsanleitung



### Hinweis

- **Wie auch bei den anderen motorbetriebenen Geräten ist auch beim Bohr- und Aufbruchhammer die jeweils aktuell gültige Betriebsanweisung zu beachten. Diese ist dem Downloadbereich des Extranet auf [thw.de](http://thw.de) zu entnehmen.**

## Der Steinbohrer

Der Steinbohrer ist aus Werkzeugstahl hergestellt. Er wird nur in der Steinbearbeitung eingesetzt. Da beim Bohren von Stein höhere Temperaturen an der Bohrspitze auftreten, sind die Schneiden aus Hartmetall hergestellt und eingelötet. Die Steinbohrer für den Bohr- und Aufbruchhammer werden auch Durchbruchbohrer bzw. Hartmetall-Wendelbohrer genannt.



Abb. 146: Spitze des Steinbohrers

Kleinere Steinbohrer werden ebenfalls wie die Spiralbohrer in Kassetten aufbewahrt. Größere bzw. längere Steinbohrer werden in separaten Schutzhüllen aufbewahrt, diese müssen so gelagert werden, dass ein Verbiegen des Steinbohrers verhindert wird.

Beim Erstellen größerer Bohrlöcher kann mit einem kleineren Steinbohrer vorgebohrt werden, um eine bessere Führung zu erhalten.

Die Steinbohrer für die Schlagbohrmaschine sind meist kleiner und unterscheiden sich in der Aufnahme. In der Regel verfügen sie über eine SDS-Aufnahme. Dies gilt im Folgenden ebenso für die Meißel.



Abb. 147: SDS-Aufnahme

## Der Meißel

Der Meißel für den Bohr- und Aufbrechhammer ist ähnlich aufgebaut wie der handgeführte Meißel. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass anstelle des Schlagschutzes eine Aufnahme für den Bohr- und Aufbrechhammer angebracht ist. Man unterscheidet zwischen einem Flach- und einem Spitzmeißel.

Die Spitzen der Meißel können unterschiedlich ausgeführt sein. Diese erhöhen die Lebensdauer und die Abtragleistung.



Abb. 148: Flachmeißel

Er ist ein wichtiges Hilfsmittel, das den Einsatzkräften die Möglichkeit gibt, durch Trümmer in zerstörte Gebäude einzudringen.





## Hinweis

- Haare müssen fest zusammen gebunden sein, ggf. Haarnetz tragen (beim Bohren),
- Schmuck (z.B. Halsketten, Ringe, Armbänder, Uhren etc.) sind vorher abzulegen,
- Kapselgehörschutz oder Gehörschutzstopfen tragen,
- Korbschutzbrille oder Helmvisier tragen,
- Die Einsatzjacke des MFA muss geschlossen sein,
- Die Hose muss über den Stiefeln getragen werden,
- Auf festen Sitz der Bohrer/Meißel achten,
- Mit beiden Händen führen,
- Auf einen sicheren Stand achten,
- Auf sichere Leitungsführung achten,
- Bohr- und Aufbrechhammer erst am Werkstück ansetzen und dann in Betrieb nehmen,
- Einsatzhandschuhe nur bei Stemmarbeiten.



## **Anhang A Bildverzeichnis**

### **ANDREAS STIHL AG Co KG**

Abb. 55, Abb. 68, Abb. 69, Abb. 73, Abb. 98

### **Betriebsanleitung Bosch**

Abb. 59, Abb. 60

### **Betriebsanleitung TS500i ANDREAS STIHL AG Co KG**

Abb. 70, Abb. 71, Abb. 72, Abb. 74, Abb. 75, Abb. 76, Abb. 77, Abb. 78

### **Bosch Power Tools**

Abb. 55, Abb. 56, Abb. 57, Abb. 58, Abb. 61

### **Brockhaus HEUER GmbH**

Abb. 49, Abb. 50, Abb. 51

### **GEDORE Werkzeugfabrik & Co KG**

Abb. 28, Abb. 31

### **HAHN+KOLB Werkzeuge GmbH**

Abb. 28, Abb. 30, Abb. 44, Abb. 84, Abb. 85

### **Hoffmann GmbH Qualitätswerkzeuge, München**

Abb. 15, Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18, Abb. 21, Abb. 22, Abb. 23, Abb. 25, Abb. 28,  
Abb. 29, Abb. 32, Abb. 33, Abb. 34, Abb. 38, Abb. 49, Abb. 52, Abb. 54

### **KNIPEX**

Abb. 45, Abb. 48, Abb. 49, Abb. 53

### **LAYER-Großhandel GmbH & Co.**

Abb. 127

## **LUKAS ERZETT**

Abb. 62, Abb. 63, Abb. 64, Abb. 65, Abb. 66, Abb. 67

## **Mercateo AG**

Abb. 107

## **Tabellenbuch Metall 2005**

Abb. 14

## **THW/Matthias Krieger**

Abb. 1, Abb. 2, Abb. 3, Abb. 4, Abb. 5, Abb. 6, Abb. 13, Abb.40, Abb. 43,  
Abb. 45, Abb. 46, Abb. 47, Abb. 48, Abb. 55, Abb. 79, Abb. 80, Abb. 81

## **THW**

Abb. 7, Abb. 8, Abb. 9, Abb. 10, Abb. 11, Abb. 12, Abb. 19, Abb. 20, Abb. 24,  
Abb. 26, Abb. 27, Abb. 35, Abb. 36, Abb. 37, Abb. 39, Abb. 41, Abb. 42,  
Abb. 82, Abb. 83, Abb. 86, Abb. 87, Abb. 88, Abb. 89, Abb. 90, Abb. 91, Abb. 92,  
Abb. 93, Abb. 94, Abb. 95, Abb. 96, Abb. 97, Abb. 99, Abb. 100, Abb. 101,  
Abb. 102, Abb. 103, Abb. 104, Abb. 105, Abb. 106, Abb. 108, Abb. 109,  
Abb. 110, Abb. 111, Abb. 112, Abb. 113, Abb. 114, Abb. 115, Abb. 116,  
Abb. 117, Abb. 118, Abb. 119, Abb. 120, Abb. 121, Abb. 122, Abb. 123,  
Abb. 124, Abb. 125, Abb. 126, Abb. 128, Abb. 129, Abb. 130, Abb. 131,  
Abb. 132, Abb. 133, Abb. 134, Abb. 135, Abb. 136, Abb. 137, Abb. 138,  
Abb. 139, Abb. 140, Abb. 141, Abb. 142, Abb. 143, Abb. 144, Abb. 146,  
Abb. 147, Abb. 148

## **Wacker Neuson**

Abb. 145

## Anhang B      Literaturverzeichnis

Betriebsanleitung Säbelsäge SBS 1300-VES - Adolf Würth GmbH & Co. KG  
Reinhold-Würth-Straße 12-17 74653 Künzelsau-Gaisbach

Fachkunde Metall (53. überarbeitete Auflage) - Europa Lehrmittel,  
42781 Haan-Gruiten

Gebrauchsanleitung STIHL TS 480i, 500i - Stand 01.08.2012 ANDREAS  
STIHL AG & Co. KG Badstr. 115 D-71336 Waiblingen

Harry H. Binder: Lexikon der chemischen Elemente - das Periodensystem  
in Fakten, Zahlen und Daten. S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1999,  
ISBN 3-7776-0736-3

Ludwig Beck: Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturge-  
schichtlicher Beziehung. Band 1-5, Vieweg, Braunschweig 1884-1903.

Tabellenbuch Metall (43. neu bearbeitete und erweiterte Auflage) -  
Europa Lehrmittel, 42781 Haan-Gruiten

Originalbetriebsanleitung GWS Professional  
22-180 LVI | 22-230 LVI | 24-180 LVI | 24-230 LVI | 26-180 LVI | 26-230  
LVI - Ausgabe 2013.08 Robert Bosch GmbH Power Tools Division 70745  
Leinfelden-Echterdingen

Otto Johannsen: Geschichte des Eisens 3. Auflage, Verlag Stahleisen,  
Düsseldorf, 1953

Schleifer Ausgabe: 2010 - BGI 543 Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Verein Deutscher Eisenhüttenleute: Gemeinfassliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. 17. Auflage, Stahleisen, Düsseldorf 1970/71

## **Anhang C    Autorenverzeichnis**

### **Matthias Krieger**

OV Idar-Oberstein

### **Thorsten Scheurer**

AZ Neuhausen

### **THW-Leitung**

Referat EA 3

### **Mit Unterstützung von:**

### **Günter Schwitalla**

OV Hoya

### **Überarbeitet im März 2022 von:**

### **Referat A1**

THW Aus- und Fortbildungszentrum





## Anhang D Änderungsdiens

Seite/Kapitel	Änderung, alter Text, Bild, Tabelle	Version
204/6.3.3.1	Änderungen aus der neuen Betriebsanweisung Bohr- und Aufbrechhammer (Stand: 03.2022) übernommen.	1.1
205/6.3.3.1	Hinweiskasten aktualisiert. Tragen von Handschuhen beim Bohren nach Gefährdungsbeurteilung	1.1
217/Anhang D	Änderungsdienst neu mit aufgenommen	1.1



## Anhang E Notizen

