

# Trenn- und Umformtechnik

AABK 1L



---

<b>Arbeitssicherheit zur Trenn- und Umformtechnik</b>	<b>7</b>
<b>Arbeitsvor- und -nachbereitung</b>	<b>23</b>
<b>Werkstücke trennen</b>	<b>105</b>
<b>Werkstücke umformen</b>	<b>225</b>
<b>Messen und Prüfen</b>	<b>269</b>

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

### **Projektleitung**

Oliver Schmid, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Pirmin Lüthi, Brunner Therm, Wald

Alfred Bettschen, Henggart

Daniel Troxler, Franke AG, Aarburg

Giuseppe Statti, azm, Langenthal

Paul Wermelinger, RUAG Aviation, Emmen

Thomas Gehring, STFW, Winterthur

Martin Neiger, Franke AG, Aarburg

George Raess, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Miriam Reiner, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Wir danken dem ganzen Team für die ausgezeichnete fachliche Unterstützung und für die gute Zusammenarbeit.

Für die Unterstützung mit Bildern und Inhalten danken wir:

Bystronic Group, Niederönz

TRUMPF Maschinen AG, Baar

PanGas AG, Dagmersellen

Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf

Fehlmann AG, Seon

Herausgeberin: Edition Swissmem  
3. Auflage 2019

Bezugsquelle:  
Swissmem Berufsbildung  
Brühlbergstrasse 4  
8400 Winterthur

Telefon Vertrieb +41 52 260 55 55  
Fax Vertrieb +41 52 260 55 59

[www.swissmem-berufsbildung.ch](http://www.swissmem-berufsbildung.ch)  
[vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch](mailto:vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch)

Copyright Text, Zeichnung und Ausstattung:  
© by Swissmem, Zürich

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in andern als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Herausgebers.

## Zeichenerklärungen, Inhaltlicher Aufbau

### Zeichenerklärung



Diese Variante ist zweckmässig. Im Sinne der Optimierung des Produktes suchen wir die stärkste Lösung.



Brauchbare Lösung. Sicher sind noch bessere Varianten zu finden!



Diese Lösung ist ungeeignet. Überlegen Sie, aus welchem Grund diese Lösung nicht befriedigt und suchen Sie eine bessere Variante.



Lösen Sie diese Aufgabe mit dem geeignetsten Hilfsmittel.



Lernziele



Wichtige Hinweise



Information



Informationen im Web: [www.swissmem-elearning.ch](http://www.swissmem-elearning.ch)

---



---

Notieren Sie hier die zutreffenden Informationen, wie nationale oder internationale Normen, Betriebsnormen, Titel von Fachbüchern, Betriebsanleitungen usw.

### Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang ist nach der gleichen Struktur wie der Kompetenzen-Ressourcen-Katalog aufgebaut.

Der Ressourcenaufbau ist wie folgt gegliedert:

#### **Aktivierung**

Jede Ausbildungseinheit beginnt mit Grundsatzfragen, welche den momentanen Wissensstand erfassen.

#### **Theorie / Übungen**

Der Theorieteil beinhaltet neben der Theorie auch Fragen und/oder Übungen, welche die Lernenden lösen müssen.

#### **Repetition**

Als Abschluss des Ressourcenaufbaus sind Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen der Festigung des Lernstoffs.

## Inhaltsverzeichnis

### Arbeitssicherheit zur Trenn- und Umformtechnik

<b>Vorschriften zur Arbeitssicherheit</b>	<b>7</b>
Die persönliche Schutzausrüstung	9
Sicherheitsmassnahmen	11
Verhalten im Notfall	15
Rettungs- und Fluchtwegschilder	16
Umweltschutz	18
Recycling der Metalle	20

### Arbeitsvor- und Nachbearbeitung

<b>Arbeitsauftrag</b>	<b>23</b>
Fertigungsunterlagen	24
Zeichnungen	24
Stücklisten	27
Toleranzen	29
ISO-Toleranz-System	31
Form- und Lagetoleranzen	33
Oberflächenbeschaffenheit	35
<b>Arbeitsablauf</b>	<b>41</b>
Arbeitsplan (Operationsplan)	42
Arbeitsplanung	44
<b>Einführung in die Werkstofftechnik</b>	<b>49</b>
Werkstoffarten	50
Einteilung der Werkstoffe	51
Eigenschaften	51
<b>Eisen- und Nichteisenmetalle</b>	<b>57</b>
Einteilung der Stähle	58
Baustähle	59
Werkzeustähle	61
Eisen-Gusswerkstoffe	62
Nichteisen-Metalle	64
Preise von Halbfabrikaten	70
<b>Kunststoffe</b>	<b>73</b>
Einteilung der Kunststoffe	74
Eigenschaften und Verwendung	76
Thermoplaste	77
Duroplaste	80
Elastomere	81
Bearbeitung von Kunststoffen	82
Recycling von Kunststoffen	85
<b>Kühl- und Schmierstoffe</b>	<b>87</b>
Aufgaben der Kühl- und Schmierstoffe	88
Arten der Kühl- und Schmierstoffe	88
Pflege	91
<b>Grundlagen der spanenden Fertigung</b>	<b>95</b>
Werkzeugschneide	96
Spanbildung	100

## Inhaltsverzeichnis

Schnittgeschwindigkeit	102
Faustregel	103

### Werkstücke trennen

<b>Werkstücke anreissen, kornen und kennzeichnen</b>	<b>105</b>
Anreissen	106
Kornen	110
Kennzeichnen	112
<b>Sägen, Feilen, Entgraten</b>	<b>115</b>
Sägen / maschinelles Sägen	116
Feilen	119
Entgraten	129
<b>Bohrmaschinen</b>	<b>133</b>
Bohrmaschine	134
Wartung und Pflege der Bohrmaschine	137
<b>Werkstück mit Bohrmaschine bearbeiten</b>	<b>139</b>
Spannen der Werkzeuge	140
Spannen der Werkstücke	141
Bohren	146
Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl beim Bohren	151
Vorschub	152
Senken	154
Reiben	156
Gewinde	166
Gewindebohren von Hand	168
Gewindebohren maschinell	173
<b>Werkstücke durch Schleifen bearbeiten</b>	<b>177</b>
Aufspannen der Schleifscheibe	178
Aufbau einer Schleifscheibe	179
Umfangsgeschwindigkeit	182
Kennzeichnung	182
Schnittgeschwindigkeiten für Schleifstifte	183
Checkliste für sicheres Schleifen	188
<b>Trennen durch Scherschneiden und Klinken</b>	<b>191</b>
Scherschneiden	192
Lochstanz- und Ausklinkapparate	196
<b>Trennen durch Stanzen</b>	<b>199</b>
Die vier Phasen des Stanzens	201
Standzeit	205
<b>Werkstücke mit Hilfe von Druck oder Wärme trennen</b>	<b>207</b>
Thermisches Trennen	208
Laserschneiden	219
Wasserstrahlschneiden	222

### Werkstücke umformen

<b>Werkstücke biegen und richten</b>	<b>225</b>
Biegen von Blechen und Profilen	226

## Inhaltsverzeichnis

Gestreckte Länge	229
Biegeübung «Büroklammer»	230
Handbiegeapparat	231
Biegen von Profilen	239
Profile warm Umformen	243
Biegen von Rohren	244
Walzrunden	249
Biegen von Profilen	253
Richten	256
Richten von Flachstahl und Stäben	260
Richten von Profilen	260
Arbeitsregeln für das Flammrichten	263

## Messen und Prüfen

<b>Messgeräte</b>	<b>269</b>
Prüfen	270
Prüfarten	270
Messabweichungen	272
Parallaxe	275
Nonius	275
Massstab	278
Messschieber	278
Universalwinkelmesser	283
Messuhren	284
Messschrauben	286
Bügelmessschraube (Aussenmikrometer)	288
Verstellbare Schweissnahtlehre	289
Parallelendmasse (SN EN ISO 3650-1998)	290
Endmasssätze	292
Optische Messgeräte	293
<b>Lehren</b>	<b>299</b>
Lehren	300
Formlehren	300
Masslehren	301
Grenzlehren	301
Haarwinkel und Haarlineal	304
Grensrachenlehren	304
Gewindeschablone	305
Gewinde-Lehrring	306
Wasserwaage	307
<b>Form- und Lagetoleranzen, Oberflächenrauheit</b>	<b>309</b>
<b>Pflege und Wartung von Prüfmittel,</b>	
<b>Qualitätsdokumentation</b>	<b>317</b>
Pflege und Wartung	318
Qualitätsdokumentation	319

## Aktivierung

## Vorschriften zur Arbeitsicherheit

**– Vorschriften zur Arbeitsicherheit in der Trenn- und Umformtechnik einhalten**

## Grundsatzfragen



1. Welche Schutzmassnahmen zur Arbeitsicherheit bei der Trenn- und Umformtechnik kennen Sie?

Schutzbrille, Handschuhe, Sicherheitsschuhe, Gehörschutz, Überkleid (Blaumann), Schutzbekleidung

2. Sie müssen an einer Ihnen noch unbekanntem, neuen Maschine arbeiten. Was tun Sie, bevor Sie die Maschine in Betrieb nehmen?

Ich muss mich zwingend durch den Berufsbildner oder ÜK-Leiter einführen und instruieren lassen. Erst dann bin ich befugt, an der Maschine zu arbeiten.

3. Wie verhalten Sie sich in einem Brandfall?

Feuerwehr alarmieren (Telefon 118), retten, alle Türen und Fenster schliessen, Feuerwehr einweisen, Sammelplatz aufsuchen

**Wichtig:**

Nie selber den «Helden» spielen wollen und das Feuer selber bekämpfen!

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitssicherheit

## Einleitung

Lernende weisen unter den Arbeitnehmenden das höchste Unfallrisiko aus. Von 10 Lernenden verunfallen jährlich deren fünf, zwei davon im Betrieb und drei in der Freizeit.



### Profis schützen sich und ihr Umfeld vor Schäden!

Ein Mitarbeiter hat sich an der Hand verletzt:



Beschreiben Sie, wieso sich dieser Unfall ereignen konnte.

- Mitarbeiter hat sich an einer scharfen Blechkante geschnitten. Er trug keine Arbeitshandschuhe beim Rüsten von scharfkantigen Blechen und Profilen.
- Mitarbeiter wollte bei einer laufenden Bohrmaschine die Späne entfernen und geriet an den Bohrer.

Im Bach neben einer Fabrik schwimmen lauter tote Fische:



Beschreiben Sie, wie es dazu kommen konnte.

- Ein Mitarbeiter hat die Kühlemulsion in den Regenwasser-Schacht des Vorplatzes geleert.
- Ein Galvanikbetrieb hat irrtümlicherweise die Spühlbäder in den Bach entleert.
- Der Lernende schüttete die Lösungsmittelreste in den Ausguss.

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitsicherheit

## Die persönliche Schutzausrüstung



Schützen Sie sich immer mit Ihrer persönlichen Schutzausrüstung. Halten Sie sich auch an zusätzliche Vorschriften.

Die Schutzausrüstung muss immer angepasst und in Ordnung sein. Ersetzen Sie defekte Schutzausrüstungen.



Benennen Sie die dargestellten Schutzausrüstungen.



Schutzbrille



Schutzhelm



Gehörschutz



Mundschutz

Atenschutz



Arbeitshandschuhe



Schweisschutz



robustes Schuhwerk

Sicherheitsschuhe



Schutzbekleidung



Lederschutzbekleidung (Schweissen)

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitssicherheit



Sie müssen Arbeiten an einer Tafelchere, Stanz- oder Klin-  
kenmaschine verrichten. Welche  
persönliche Schutzausrüstung  
müssen Sie hierzu tragen?



Handschuhe, Sicherheitsschuhe, Schutzbekleidung, Gehörschutz,  
Schutzbrille

Welche persönliche Schutzaus-  
rüstung tragen Sie, wenn Sie ein  
Blech an einer Schwenkbiege  
bearbeiten?



Handschuhe, Sicherheitsschuhe, Schutzbekleidung, Schutzbrille

Wenn Sie an einer Schleifmaschi-  
ne arbeiten, tragen Sie...



Gesichtsschutz, geschlossene Schutzbrille, Gehörschutz

Welche Vorsichtsmaßnahmen  
treffen Sie bei der Arbeit an einer  
Band- oder Kreissäge?



Gehörschutz, Schutzbrille, Handschuhe, Sicherheitsschuhe, Schutzbe-  
kleidung

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitssicherheit

### Sicherheitsmassnahmen



**Unfälle können durch vorbeugende Sicherheitsmassnahmen verhindert werden.**

Gefahren müssen beseitigt werden! Wie?

- Mängel an Maschinen und Werkzeugen melden.
- Verkehrs- und Fluchtwege freihalten.
- Spitze und scharfe Werkzeuge nicht in der Kleidung tragen.
- Schmuckstücke, Uhren und Ringe vor der Arbeit ablegen.

Gefahrenstellen müssen abgeschirmt und gekennzeichnet werden! Wie?

- Schutzvorrichtungen und Hinweisschilder nicht entfernen.
- Alle Gefässe mit brennbaren, ätzenden oder giftigen Stoffen müssen gekennzeichnet und sicher gelagert werden.

Gefährdung muss verhindert werden! Wie?

- Persönliche Schutzausrüstung tragen.
- Elektrogeräte mit beschädigten Anschlussleitungen nicht verwenden.
- Anbringen von Warnschildern, Gefahrenhinweisen oder Absperrungen.
- Arbeitsplatz sauber und aufgeräumt halten.
- Elektrokabel, Luftleitungen vor Beschädigung schützen.

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitssicherheit



Notieren Sie die Bedeutung zu den folgenden Piktogrammen.



Tragpflicht für Schutzbrille; bei allen Arbeiten in der mechanischen Werkstatt, z.B. an Ständerbohrmaschine, bei Reinigungsarbeiten, Arbeiten mit Flüssigkeiten, Pressluft, beim Kleben und Schweißen



Tragpflicht für Gehörschutz; bei stark Lärm erzeugenden Arbeiten, Arbeiten mit Stichsäge an Blechen



Tragpflicht für Sicherheitsschuhe; Werkstatt- und Montageabteilungen, mechanische Fertigungstechnik



Rauchen verboten



Feuergefährliche Stoffe; Öllager, Reinigungsmittel wie Aceton, Lösungsmittel



Fussgänger verboten; Hochregallager, automatisierte Anlagen



Gefährliche Spannung; Elektroverteilkästen, Steuer-schränke an Maschinen, Prüfplätze von Steuerungen



Fluchtweg mit Richtungspfeil; alle Arbeitsräume, Notausgang



Sanitätszimmer; Sanitätsmaterial-Depot, im Eingangsbereich der Firma, Sanitätsbox in der Abteilung



Nicht hineinfassen; Biege- und Abkantmaschinen, Pressen, giftige Stoffe



Kopfschutz benutzen

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitsicherheit



Warnung vor Laserstrahl



Schutzkleidung benutzen



Sammelstelle



Verbot für Personen mit Herzschrittmacher



Warnung vor Flurförderzeugen



Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten



Handschutz benutzen



Warnung vor Gasflaschen



Berühren verboten



Warnung vor Handverletzungen



Nicht zulässig für Freihand- und handgeführtes Schleifen



Gesichtsschutz benutzen

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitssicherheit



Notieren Sie, wie und wo an Ihrem Arbeitsplatz Sanität und Feuerweh alarmiert werden.

Sanität / Feuerweh: Alarmierung gemäss Angaben auf dem Anschlagbrett, Alarmtaste, Telefon-Nr. 144; 118

Notieren Sie, wo sich in Ihrer Werkstatt/Ihrem Betrieb Feuerlöscher und Branschutzdecke, bzw. Fluchtwege und Sammelplatz befinden.



Weitere Informationen finden Sie im Register «Ressourcen der Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz, Umweltschutz».



Nennen Sie die Schutzmassnahmen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz, die in Ihrem Betrieb vermittelt wurden. Welche zusätzlichen Vorkehrungen gelten am ÜK-Arbeitsplatz?

Tipp:  
Der ÜK-Leiter weist auf zusätzliche wichtige Vorschriften hin.

Repetition der Ressourcen «Vorschriften zur Arbeitssicherheit der mechanischen Fertigungstechnik einhalten»



Mängel an Geräten und Maschinen, wie zum Beispiel lose Kabel, sind sofort dem Ausbildner zu melden.

Theorie

Vorschriften zur Arbeitssicherheit

**Verhalten im Notfall**

Falls es trotz der Beachtung aller Sicherheitsmassnahmen zu einem Unfall kommen sollte, ist folgendes Verhalten wichtig:

1. Schützen Sie sich selbst (Maschinen abschalten, Strom ausschalten).
2. Bringen Sie Personen aus der Gefahrenzone und in Sicherheit.
3. Alarmieren Sie die verantwortliche Person im Betrieb.

Vorbereitungs-  
massnahmen



Wo sind die Notfallnummern in Ihrem Betrieb angeschlagen? Wo ist der Standort des Sanitätskastens? Welches sind die wichtigsten Notfallnummern? Ergänzen Sie die fehlenden Angaben.

Standort der Notfallnummern	_____
Standort Sanitätskasten	_____
Polizeinotruf	117
Feuerwehrrnotruf	118
Arzt	_____
Sanitätsnotruf	144
REGA	1414
Giftunfall (Toxikologisches Zentrum)	145
_____	_____

Tragen Sie eine Kopie dieser Telefonliste immer bei sich oder speichern Sie die Nummern auf Ihrem Handy.

**So informieren Sie bei einem Notruf:**

1. Wer ruft an? (Name, Betrieb, Standort)
2. Wer ist verunfallt? (Alter, Geschlecht)
3. Wann ist was passiert?
4. Wo ist die verunfallte Person?
5. Wie ist ihr Zustand?

Melden Sie nur, was Sie beobachtet haben (keine Vermutungen). Machen Sie keine eigenen Behandlungen (nur Soforthilfe).

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitssicherheit

Rettungs- und  
Fluchtwegschilder

Rettungswege und Notausgänge müssen klar gekennzeichnet und selbst im Dunkeln sichtbar sein. Die entsprechenden Fluchtwegschilder sorgen für Orientierung im Notfall. Hierzu eignen sich langnachleuchtende Schilder "Notausgang" und Fluchtwegschilder zur Kennzeichnung der Rettungswege, die allen Mitarbeitern und Besuchern im Ernstfall einen sicheren Fluchtweg aufzeigen. Zur Fluchtwegkennzeichnung zählt auch die Beschilderung wichtiger Notfalleinrichtungen, wie z.B. "Notruftelefon" oder "Defibrillator".

Rettungszeichen nach  
EN ISO 7010



Benennen Sie die folgenden Rettungszeichen:



Notausgang links



Erste Hilfe



Arzt



Notruftelefon



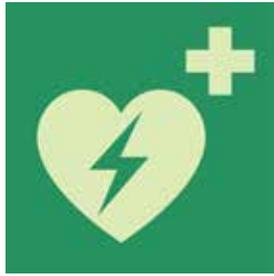
Krankentrage



Augenspüleinrichtung

## Theorie

## Vorschriften zur Arbeitsicherheit



Automatisierter externer  
Defibrillator



Sammelstelle

Evakuierungssituation



Wo in Ihrer Firma befindet sich die Sammelstelle? Zeichnen Sie den Situationsplan Ihrer Lehrfirma mit Umgebung und markieren Sie darauf die Sammelstelle.