

# Fügetechnik

AABK 2S



<b>Arbeitsvorbereitung und Nachbereitung: Halbfabrikate</b>	<b>8</b>
<b>Lösbare Verbindungen</b>	<b>13</b>
<b>Fügen durch Nieten</b>	<b>26</b>
<b>Fügen durch Kleben</b>	<b>35</b>
<b>Arbeitsvorbereitung und Nachbereitung beim Schweißen</b>	<b>43</b>
<b>Arbeitssicherheit beim Schweißen</b>	<b>57</b>
<b>Autogen-Anlage</b>	<b>63</b>
<b>Fügen durch Löten</b>	<b>77</b>
<b>Fügen durch Schweißen</b>	<b>91</b>
<b>Messen und Prüfen</b>	<b>165</b>

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

### **Projektleitung**

Oliver Schmid, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Thomas Gehring, azw, Winterthur

Pirmin Lüthi, msw-winterthur, Winterthur

Christian Gees, Ems-Chemie AG, Domat/Ems

Daniel Troxler, Franke AG, Aarburg

Giuseppe Statti, Ammann Schweiz AG, Langenthal

Martin Neiger, SR Technics, Zürich-Flughafen

George Raess, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Daniel Baur, 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:

Angst+Pfister AG, Zürich

Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf

Distrelec AG, Nänikon

Gloor AG, Schweisstechnik, Burgdorf

KVT-Fastening AG, Dietikon

Listec Schweisstechnik AG, Rheineck

PanGas AG, Dagmersellen

SFS unimarket AG, Zug

SUVA, Luzern

SVS, Schweiz. Verein f. Schweisstechnik, Basel

Herausgeberin: Edition Swissmem  
1. Auflage 2014

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.

## Inhaltsverzeichnis

### Arbeitsvorbereitung und Nachbereitung: Halbfabrikate

<b>Der Umgang mit Halbfabrikaten</b>	<b>8</b>
Korrektes Lagern von Halbfabrikaten	11

### Lösbare Verbindungen

<b>Schraubenverbindungen</b>	<b>13</b>
Wirkungsweise	14
Schrauben	14
Muttern	15
Schrauben für spezielle Anwendungen	15
Scheiben und Ringe	16
Festigkeitsklassen	17
Schraubenzieher	18
Schraubenschlüssel	19
Drehmomentschlüssel	20
<b>Stiftverbindungen</b>	<b>22</b>
Stifte	22
Zylinderstifte	22
Kerbstifte	23
Spannstifte	23
Stiftverbindungen	24
Demontage	25

### Fügen durch Nieten

<b>Nietverbindungen</b>	<b>26</b>
Nieten	26
Nietwerkzeuge	27
Niettechnik	28
Blindnieten	30
Blindnietmuttern	31
Fehler beim Nieten	31
Einpressmuttern	32
Schnellverschlüsse	32

### Fügen durch Kleben

<b>Kleben</b>	<b>35</b>
Anwendungen	36
Klebstoffe	37
Belastungsfälle	37
Arbeitsfolge	38

### Arbeitsvorbereitung und Nachbereitung beim Schweißen

<b>Schweißen und verwandte Prozesse</b>	<b>43</b>
Referenznummer	44
<b>Schweiss-Symbole</b>	<b>46</b>
Schweissverfahren	46
Art der Schweissnaht	47
Nahtdicke	48
Lage der Schweissnaht	48
<b>Schweispositionen</b>	<b>49</b>

## Inhaltsverzeichnis

<b>Schweissnahtvorbereitung und Fugenform</b>	<b>52</b>
Schweissnaht-Vorbereitung-Nahtformen	53
Werkstücke fixieren	54
Werkstück heften	54
<b>Schweissnähte nachbearbeiten</b>	<b>55</b>

### Arbeitssicherheit beim Schweißen

<b>Arbeitssicherheit im Umgang mit dem Schweißen</b>	<b>57</b>
Gase, Rauche, Dämpfe und Stäube	60
Elektrischer Strom, elektromagnetische Felder	60

### Autogen-Anlage

<b>Autogen-Anlagen</b>	<b>63</b>
Arbeitssicherheit	64
Gasflaschen	66
Kennzeichnung	66
Farbtabelle	66
Umgang mit den Gasflaschen	67
Flammeneinstellung	68
Injektorbrenner	68
Druckreduzierventile	70
Sicherheitseinrichtungen	71
Gasschläuche	72
Inbetriebsetzen der Anlage	73
Ausserbetriebsetzen der Anlage	73

### Fügen durch Löten

<b>Hartlöten</b>	<b>77</b>
Gestaltung von Hartlötverbindungen	78
Lötspalt	78
Hartlote	79
Flussmittel	79
Arbeitsfolge	81
Lötstellen prüfen	81
Weichlote	85
<b>Weichlöten</b>	<b>85</b>
Flussmittel	86
Lötgeräte	87
Arbeitsfolge beim Weichlöten	88

### Fügen durch Schweißen

<b>Gasschmelzschweißen</b>	<b>91</b>
Arbeitssicherheit	92
Schweisszusatzwerkstoff	92
Nach-links-Schweißen	93
Nach-rechts-Schweißen	94
Heften	94
Arbeitsfolge	94
Wahl der Schweissflamme	95

## Inhaltsverzeichnis

<b>Lichtbogenhandschweissen</b>	<b>99</b>
Arbeitssicherheit	100
Schweissanlage	101
Schweisstromquellen	102
Blaswirkung	103
Stabelektrode	104
Bezeichnung der Stabelektroden	106
Arbeitsfolge	107
Praktische Hinweise	107
Sichtbare Schweisfehler beim Wurzelschweissen	108
<b>Wolfram-Inertgas-Schweissen</b>	<b>111</b>
Der Lichtbogen	112
Schutzgase	113
Hauptkomponenten der WIG- Schweissanlage	114
Wolframelektroden	114
Strombelastbarkeit	115
Schleifen der Elektrode	116
Formiergase	117
Arbeitsfolge	118
Arbeitssicherheit	119
<b>Metallschutzgas-Schweissen</b>	<b>127</b>
Verfahren	128
Der Lichtbogen	129
Arbeitssicherheit	130
Anwendungsbereich/ Werkstoffe	130
MSG-Brenner	131
Drahtförderrollen	132
Vierrollenantrieb	132
Einfluss der Schweißparameter	133
Schutzgase	134
Gasmengeneinstellung	134
Drahtelektroden	135
Der Lichtbogen	136
Einfluss der Lichtbogenspannung	138
Brennerhaltung und Schweißrichtung	140
Arbeitsfolge/Hinweise	141
Mögliche Fehler/ Fehlerbehebung	142
<b>Widerstandspunktschweissen</b>	<b>151</b>
Elektrodenwahl	152
Richtwerte für Punktschweißnähte	153
Einstellen der Schweißmaschine	154
Prüfen der Schweißpunkte	155
Abhilfe bei Schweißfehlern	156

## Inhaltsverzeichnis

<b>Bolzenschweissen</b>	<b>159</b>
Spitzenzündung (CDS, TS)	160
Hubzündung (GLV, ARC)	161
Schweissfehler	162
Prüfen der Schweisspunkte	162
Kurzzeithubzündung (SC)	163

### Messen und Prüfen

<b>Qualitätssicherung beim Schweißen</b>	<b>165</b>
Qualität	166
Qualitätssicherung	166
Äussere Fehler	167
Innere Schweissfehler	167
Schweissfehler	168
Zerstörungsfreie Prüfverfahren	168
Sichtprüfung (VT)	169
Prüfung mit Eindringverfahren (PT)	172
Ultraschallprüfung	174
Prüfung mit Röntgen- oder Gammastrahlen (RT)	175
Prüfung mit Magnetpulver (MT)	177
Zerstörende Prüfverfahren	179
Biegeprüfung	179
Härteprüfung	179
Metallografische Untersuchungen	180
Kriterien zur Qualitätssicherung bei Schweissverbindungen	182
Persönliche Qualitätssicherung	183
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>186</b>
<b>Farbkennzeichnung von Gasflaschen</b>	<b>189</b>

## 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

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

### Inhaltlicher Aufbau

Der Lehrgang «Trenn und Umformtechnik» ist in Module, sogenannte Ausbildungseinheiten, unterteilt. Dabei ist zu erwähnen, dass der Normen- auszug Bestandteil des Lehrganges ist.

Diese Ausbildungseinheiten sind inhaltlich folgendermassen aufgebaut:

#### Aktivierung

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

#### Theorie

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

#### Übungen

Im Übungsteil sind verschiedene Aufgaben zu lösen, die im Theorieteil behandelt wurden.

#### Repetition

Als Abschluss jeder Ausbildungseinheit sind diverse Repetitionsfragen zu beantworten. Diese dienen zur Festigung des Lernstoffes und als Kontrolle für die Lernenden bzw. Berufsbildner.

In der Titelleiste ist jeweils angegeben, in welchem Teil der Ausbildungseinheit Sie sich befinden.

**Aktivierung****Der Umgang mit Halbfabrikaten**

- Korrekte Lagerung von Halbfabrikaten nennen
- Transporthilfsmittel nennen und korrekt einsetzen
- Vorschriften zur Arbeitssicherheit im Umgang mit Transportmitteln einhalten

**Grundsatzfragen**

1. Was wissen Sie über das Einlagern von Halbfabrikaten?

---

---

---

---

---

---

2. Welche Transport- und Lagerungsschäden können Halbfabrikaten widerfahren?

---

---

---

---

---

---



## Theorie

## Der Umgang mit Halbfabrikaten



Unzählige Tonnen von Halbfabrikaten werden durch den unsachgemäßen Umgang beim Transport und bei der Lagerung verletzt oder sogar unbrauchbar gemacht. Diese Ausbildungseinheit hilft Ihnen, Schadenssituationen zu erkennen und sich richtig zu verhalten. Durch Einhalten der Hinweise sowie richtiges Verhalten und Mitdenken am Arbeitsplatz vermeiden Sie Verluste.

### Arbeitssicherheit



Transport-, Handling- und Lagerungsschäden beeinträchtigen die Funktionstüchtigkeit von Halbzeugteilen kaum; sie treten aber spätestens nach einer Oberflächenbehandlung (anodische Oxidation, Einbrennlackierung, Pulverbeschichtung) negativ hervor und verhindern dadurch ein ästhetisches Erscheinungsbild. Mögliche Störfaktoren sind: Wasserflecken, Korrosion, Scheuerstellen (Reiboxidation), Kratzer, Beulen, Knicke. Um auf die praktischen Hinweise zur Schadenverhütung eingehen zu können, sind grundsätzliche Überlegungen zu den Problemen «Atmosphärische Korrosion» und «Kondensation» notwendig.

### Atmosphärische Korrosion

Seit Jahrzehnten wurden Aluminium und Aluminium-Legierungen nicht zuletzt wegen ihrer guten Korrosionsbeständigkeit angewendet. Die dünne, nützliche Oxidschicht auf der Metalloberfläche bietet grundsätzlich einen bedingten Schutz gegen atmosphärische Angriffe. Kommt es dennoch durch Einwirkung aggressiver Medien zu einem Angriff, so wirkt sich dieser Vorgang durch ein mehr oder weniger stark ausgeprägtes «Mattwerden» der Oberfläche oder in Form von punktförmigen Angriffstellen aus. Solche «Fehlstellen», die im allgemeinen die Funktionstüchtigkeit des Aluminiumteiles nicht beeinträchtigen, lassen sich – sofern aus ästhetischen Gründen erforderlich – nur durch einen mechanischen Oberflächenabtrag beseitigen.

### Luftfeuchtigkeit und Kondensation

Beachten Sie bei der Lagerung und Bearbeitung von Halbzeugen auch das Phänomen der Kondensation bzw. Schweißwasserbildung. Luft enthält bekanntlich stets Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf. Dieser kondensiert an kälteren Oberflächen, sobald seine Taupunkt-Temperatur unterschritten wird. Bringt man also z.B. ein kaltes Profil in einen geheizten Lagerraum, so ist je nach der hier herrschenden Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit mit einem Beschlagen der Metalloberfläche (also Kondensation) zu rechnen.

So können z.B. die folgenden Bedingungen zu unerwünschter Kondensation führen:

- Das kalte Material wird rasch in einen warmen Raum gebracht.
- Die Halbfabrikate erleiden eine zu rasche Abkühlung in geschlossenen Verpackungen, Behältern oder Transporträumen.
- Das Material ist einer raschen Erhöhung der Luftfeuchtigkeit bei gleichbleibender Temperatur, wie sie z.B. bei Gewittern auftreten kann, ausgesetzt.
- Bei starker Verunreinigung der Luft (CO<sub>2</sub> Staub usw.) kann schon bei kleinen Temperaturdifferenzen das unerwünschte Schweißwasser auftreten.

## Theorie

## Der Umgang mit Halbfabrikaten

**Praktische Hinweise zur Schadensverhütung****Transportieren**

**Transportieren Sie Halbzeug so, dass ein Nasswerden oder eine Beeinflussung beispielsweise durch Streusalz ausgeschlossen ist.**

**Abladen**

Damit das Halbzeug und vor allem geschlossene Packungen nicht nass werden, laden Sie grundsätzlich unter Dach ab. Ist das Material aus irgendeinem Grunde doch feucht geworden, so muss es noch am gleichen Tag abgetrocknet werden. Das Trocknen lassen an der Luft ist nur dann zulässig, wenn die feuchten Zwischenlagen entfernt und die Teile so gelagert werden, dass sie einander nicht berühren (Luftzirkulation). Langes Halbzeug fassen Sie mit den Hebezeugen an mehreren Stellen gleichzeitig, damit ein Knicken vermieden wird. Verwenden Sie gepolsterte Seilschlingen. Sind für den Gabelstapler auf dem Material besondere Greifstellen vorgesehen bzw. bezeichnet, so benutzen Sie nur diese. Das eintreffende Material muss einer sofortigen Eingangskontrolle unterzogen werden. Allfällige Transportschäden müssen Sie sofort melden, evtl. mit dem Vermerk «Annahme unter Vorbehalt». Ansprüche an die Transportversicherung können Sie nur während eines begrenzten Zeitraumes geltend machen. Diese Kontrolle muss auch bei Lieferungen an Dritte (Bearbeiter, Veredelungswerke) gewährleistet sein.

**Einlagern**

Wird kaltes Halbzeug unmittelbar in warme oder feuchte Räume gebracht, so kann – wie erwähnt – Schweißwasser entstehen, das besonders bei verpacktem Material sehr rasch einen Oberflächenangriff bewirkt. Um dies zu verhindern, können Sie je nach Möglichkeiten und Situation folgende Vorkehrungen treffen:

- Das Material wird vorübergehend an einem kühlen und trockenen Ort, an dem keine Kondensation zu befürchten ist, zwischengelagert.
- Um den Luftzutritt zu verringern, wird die Ware mit Planen so lange abgedeckt, bis sie die Raumtemperatur erreicht hat.
- Verpacktes Halbzeug sollte sofort ausgepackt werden.

**Lagerung**

Halbzeug möglichst nicht im Freien lagern. Geeignet sind wie erwähnt beheizte oder unbeheizte, vor allem aber trockene Räume. Hohe Luftfeuchtigkeit und rasche Temperaturschwankungen schaden dem Material. Absolut trockene Ware können Sie auch in der Originalverpackung aufbewahren. Sorgfältig stapeln, nur so hoch, dass die Verpackung des zuunterst liegenden Materials nicht beschädigt wird. Ausgepacktes Halbzeug darf nicht in direkter Berührung mit anderen Metallen gelagert werden, da es sonst zu einer Kontaktkorrosion kommen kann.

**Handhaben**

Achten Sie bei jeder Materialbewegung darauf, dass weder Kratzer noch Schürstellen entstehen. Für den innerbetrieblichen Transport legen Sie nicht korrosionsfördernde Materialien wie Karton, Holzlatten oder synthetische Spezialprodukte zwischen die Teile.

## Theorie

### Der Umgang mit Halbfabrikaten

Wenn Sie mit aluminium- oder korrosionsbeständigem Halbzeug arbeiten, tragen Sie stets saubere Handschuhe aus weichen Textilien. Der durch Fingerabdrücke übertragene Handschweiss ist ein Medium, das die Metalloberfläche in kurzer Zeit angreift und in ihrem Aussehen beeinträchtigt; dies vor allem dann, wenn die Teile nachträglich oberflächenbehandelt werden.

Sollte es dennoch zu Fingerabdrücken kommen, entfernen Sie diese sofort mit Äthanol oder Methanol. Später helfen keine chemischen Mittel mehr, die Schäden müssen durch mechanische Behandlung wie Schleifen oder Bürsten mühsam beseitigt werden.

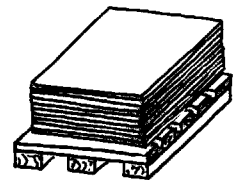
#### Innerbetrieblicher Transport

Auch beim innerbetrieblichen Transport, z.B. in einem wärmeren Raum, sind die gleichen Regeln zu beachten, wie sie für die Einlagerung gelten. Legen Sie nicht korrosionsfördernde Materialien wie Karton, Holzlatten oder synthetische Spezialprodukte zwischen die Teile.

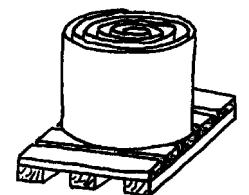
#### Korrektes Lagern von Halbfabrikaten

Liegende Lagerung von Blechen und Scheiben.

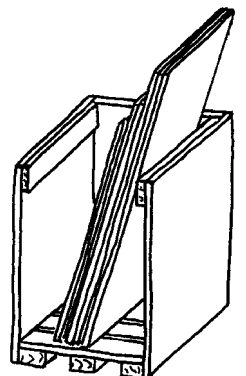
Achten Sie darauf, dass das Halbzeug nicht mit dem Zementfußboden und dem Mauerwerk in Berührung gebracht wird.



Sachgemässes Lagern von Bandmaterial in Form von Rollen (beschichtetes oder unbeschichtetes Halbzeug):



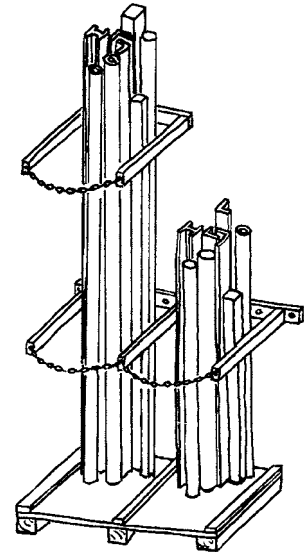
Stehende Lagerung von Blechen und Tafeln in Gestellen aus Holz oder Metall. Auflageflächen decken Sie mit weichem, nicht korrosivem Material (also Kunststoff, Holz usw.) ab.



## Theorie

## Der Umgang mit Halbfabrikaten

Stehende Lagerung von Rohren, Stangen und Profilen mit grösseren, widerstandsfähigen Querschnitten (Längen von max. 2 m).

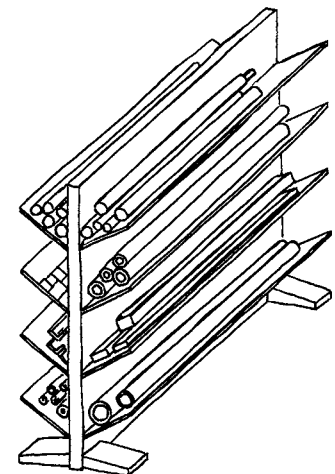


## Arbeitssicherheit



**Sichern Sie mit einer Kette oder einem stabilem Textilband die Ladung; Verschrauben Sie das Gestell an die dahinterstehende Wand.**

Liegende Lagerung von Rohren, Stangen und Profilen mit kleineren, empfindlicheren Querschnitten.



**Beachten Sie die Tragfähigkeit des Gestelles und verteilen Sie die Last auf beide Seiten. So verhindern Sie das Kippen der Einrichtung.**



**Aktivierung****Schraubenverbindungen**

- Schrauben und deren Normbezeichnungen benennen
- Schraubenverbindungen korrekt anwenden

**Grundsatzfragen**

1. Welche Schraubenarten (Einteilung nach Kopfform) kennen Sie?

---

---

---

---

---

---

---

2. Welche Gewindearten kennen Sie?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Theorie

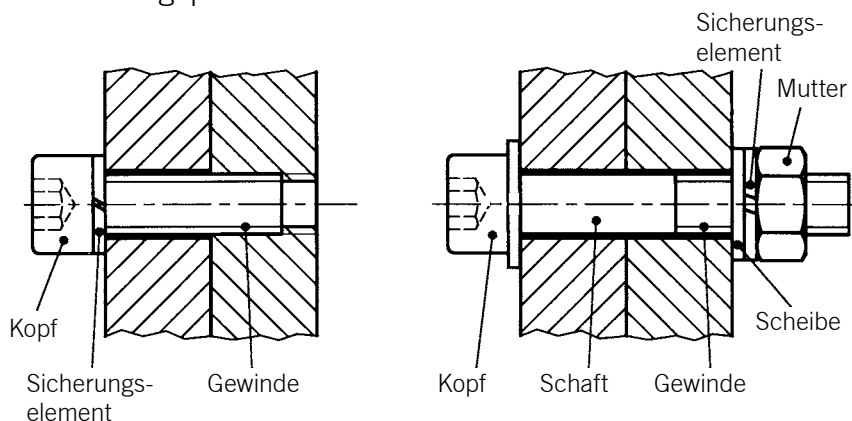
## Schraubenverbindungen



In dieser Ausbildungseinheit lernen Sie die üblichen Schrauben sowie deren Normbezeichnungen kennen und diese fachgerecht zu montieren.

## Wirkungsweise

Die Schraubenverbindung ist ein kraftschlüssiges, lösbares Fügeverfahren. Das Gewinde erzeugt eine Kraft in axialer Richtung. Die Auflage des Schraubenkopfes überträgt diese Kraft auf die Werkstücke, so dass diese aneinandergespresst werden.

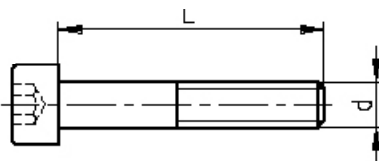


Die Schraube besteht aus Kopf, Gewinde und eventuell einem zylindrischen Teil zwischen Kopf und Gewinde, dem Schaft. Oft braucht es unter dem Schraubenkopf oder unter der Mutter eine Unterlagsscheibe, welche die Beschädigung des darunterliegenden Teils verhindert, und eine Sicherungsscheibe, welche dem selbsttätigen Lösen der Verbindung entgegenwirkt.

## Schrauben

Schrauben werden durch Kopfform, Gewindedurchmesser, Nutzlänge und Festigkeitsklasse des Schraubenwerkstoffes definiert. Ein weiteres Merkmal ist auch das Element, das zur Drehmomentübertragung beim Anziehen dient.

Beispiel:



Bezeichnung ungekürzt:

Zylinderschraube mit Innensechskant ISO 4762-M10×80-8.8

Bezeichnung abgekürzt:

**Zyl-Schr In-6kt ISO 4762-M10×80-8.8**

Kopfform \_\_\_\_\_  
 Form des Elements zur Drehmomentübertragung \_\_\_\_\_  
 Norm der Schraube \_\_\_\_\_  
 Nenndurchmesser des Gewindes ( $d$ ) \_\_\_\_\_  
 Nutzlänge ( $L$ ) \_\_\_\_\_  
 Festigkeitsklasse (siehe z.B. Normenauszug für Technische Ausbildung und Praxis) \_\_\_\_\_

Theorie

Schraubenverbindungen

Aufgabe



Schlagen Sie in einem Schraubenkatalog oder einer Norm (z.B. VSM Normenauszug für Technische Ausbildung und Praxis) die aufgeführten Schraubenbezeichnungen nach, skizzieren Sie die Schraube und tragen Sie deren Nutzlänge ein.

6kt-Schr ISO 4017 M10×30-8.8Zyl-Schr ISO 1207 M5×12-5.8

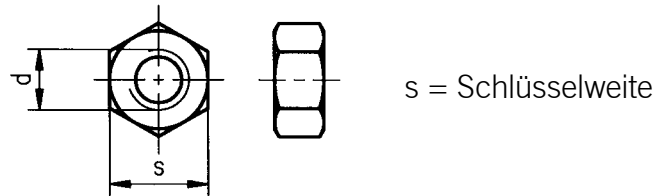
Gew-Sti ISO 4026-M6×12-45HZyl-Schr In-6kt ISO 4762 M10×30-12.9

Se-Schr ISO 2009-M4×12-5.8Ls-Schr ISO 2010-M5×16-5.8

Muttern

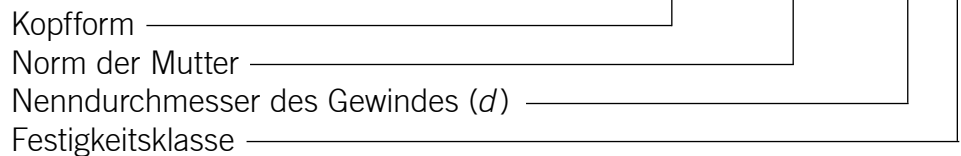
Muttern werden durch ihre Form, den Gewindedurchmesser und Angaben zu speziellen Eigenschaften definiert.

Beispiel:



Bezeichnung ungekürzt: Sechskantmutter ISO 4032-M12-8

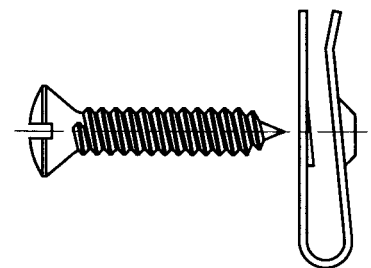
Bezeichnung abgekürzt: **6kt-Mu ISO 4032-M12-8**



Schrauben für spezielle Anwendungen

**Blechschauben** haben auf ihrer ganzen Länge ein Spezialgewinde, welches in einem vorgebohrten Kernloch das Muttergewinde während dem Eindrehen **spanlos** formt.

Häufig werden sogenannte Clips-Blechmutter eingesetzt, welche auch bei dünnen Blechen oder sehr weichen Werkstoffen eine stabile Verbindung gewährleisten.



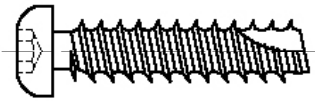
**PT®-Schrauben** sind Spezialschrauben für thermoplastische Kunststoffe, die sich ihr Muttergewinde spanlos formen. Die spezielle Gewindeform ergibt eine geringere Beanspruchung des Kunststoffes (Sprenggefahr) und kleinere Eindrehmomente.



## Theorie

## Schraubenverbindungen

**Schneidschrauben** formen sich ihr Muttergewinde beim Eindrehen **spanend**. Sie besitzen dazu an der Spitze eine Schneidkante mit einer Kernaussparung, in der das weggeschnittene Material Platz findet.



Ausführungen mit Spezialgewinde (ähnlich den Blechschrauben) werden hauptsächlich für Duroplaste, solche mit metrischem Gewinde vor allem für Aluminium- und Zinklegierungen eingesetzt.

## Aufgabe

Suchen Sie in Ihrem Betrieb weitere Spezialschrauben, welche standardmässig eingesetzt werden.



Benennung	Bezeichnung	Lagerort oder Lieferant

## Scheiben und Ringe

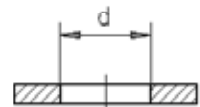
Wir unterscheiden Scheiben und Ringe nach ihrer Funktion.

– Scheiben (Unterlagsscheiben) zum **Schutz der Werkstückoberfläche** beim Anziehen der Schraube.

Beispiel:

**Sch DIN 125-A 8,4-140 HV**

Sch	:	Scheibe
DIN 125	:	Norm
A	:	Formtyp (ohne Fase)
8,4	:	Innendurchmesser (d)
140 HV	:	Werkstoffspezifikation

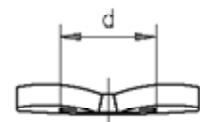


– Scheiben (Sicherungsscheiben) und Ringe (Federringe) zum **Sichern** der Schrauben oder Muttern **gegen selbsttätiges Lösen**.

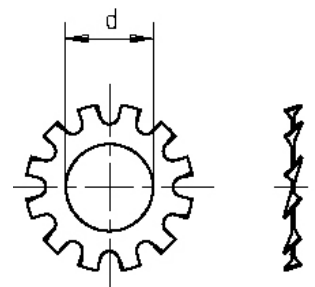
Beispiele:

**Fed-Ring DIN 128-A 12-FSt**

Fed-Ring	:	Federring
DIN 128	:	Norm
A	:	Formtyp (gewölbt)
12	:	Innendurchmesser (d)
FSt	:	Werkstoffspezifikation

**Zahn-Sch DIN 6797-A 6,4 - FSt**

Zahn-Sch	:	Zahnscheibe
DIN 6797	:	Norm
A	:	Formtyp (aussengezahnt)
6,4	:	Innendurchmesser (d)
FSt	:	Werkstoffspezifikation





Theorie

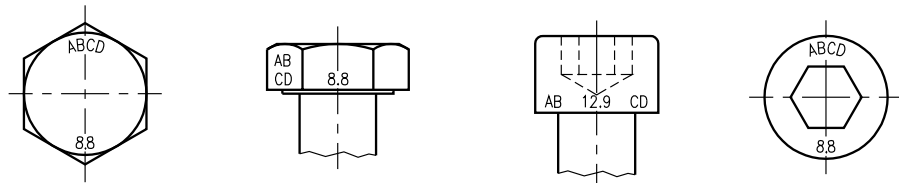
Schraubenverbindungen

Festigkeitsklassen

In der Festigkeitsklasse (z.B. 8.8, 12.9) sind die mechanischen Festigkeitswerte der Schraube codiert. Die Festigkeitsklasse ist, neben dem Schraubendurchmesser, die massgebende Grösse zur Bestimmung des Anziehdrehmomentes (Drehmoment, mit welchem die Schraube angezogen wird).

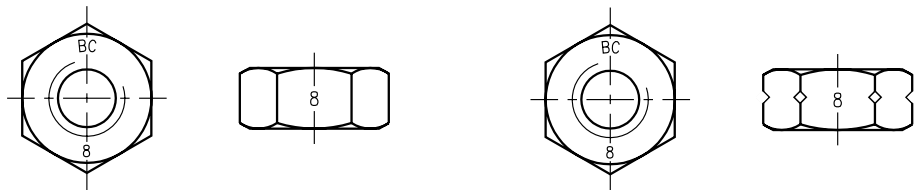
Die Festigkeitsklasse wird auf der Schraube angegeben (ISO 898) bei

- Sechskantschrauben mit Festigkeitsklassen von 3.6 ... 12.9.
- Zylinderschrauben mit Innensechskant mit Gewindedurchmesser  $\geq$  M5 und Festigkeitsklassen von 8.8 ... 12.9.
- Sechskantschrauben oder Sechskantmuttern aus korrosionsbeständigem Stahl z.B. mit Festigkeitsklassen A2, A4 (DIN 17 440).



ABCD: Herstellerspezifische Zeichen

Die Festigkeitsklasse (z.B. 04, 4, 8) wird auf Muttern  $\geq$  M5 angegeben (ISO 898).



BC: Hestellerspezifische Zeichen

Mutter mit Linksgewinde (Kerben am Umfang)

Die Festigkeitsklasse der Mutter sagt aus, mit welcher Festigkeitsklasse der Schraube sie gepaart werden darf. Die Zahl auf der Mutter soll **mindestens gleich** der ersten Zahl der Festigkeitsklasse der Schraube sein.

Beispiele: Festigkeitsklasse der  $\Rightarrow$  Mutter:  $\Rightarrow$  Schraube:

5	5.8
8	8.8
12	12.9

Aufgabe

Schauen Sie an Original-Maschinenelementen diese Festigkeitsklassen an. Suchen Sie im Betrieb nach diesen Elementen mit höheren Festigkeitsklassen. Wo werden sie eingesetzt?



---



---



---