Fügetechnik

AABK 2S



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

EDITION SWISSMEM

SWISSMEM

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 Berufsdbildung, 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
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

Der Umgang mit Halbfabrikaten **8**
Korrektes Lagern von Halbfabrikaten 11

Lösbare Verbindungen

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

Fügen durch Nieten

Nietverbindungen **26**
Nieten 26
Nietwerkzeuge 27
Niettechnik 28
Blindnieten 30
Blindnietmuttern 31
Fehler beim Nieten 31
Einpressmuttern 32
Schnellverschlüsse 32

Fügen durch Kleben

Kleben **35**
Anwendungen 36
Klebstoffe 37
Belastungsfälle 37
Arbeitsfolge 38

Arbeitsvorbereitung und Nachbereitung beim Schweissen

Schweissen und verwandte Prozesse **43**
Referenznummer 44
Schweiss-Symbole **46**
Schweissverfahren 46
Art der Schweissnaht 47
Nahtdicke 48
Lage der Schweissnaht 48
Schweisspositionen **49**

Inhaltsverzeichnis

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

Arbeitssicherheit beim Schweissen

Arbeitssicherheit im Umgang mit dem Schweissen 57
Gase, Rauche, Dämpfe und Stäube 60
Elektrischer Strom, elektromagnetische Felder 60

Autogen-Anlage

Autogen-Anlagen 63
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

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

Fügen durch Schweissen

Gasschmelzschweissen 91
Arbeitssicherheit 92
Schweisszusatzwerkstoff 92
Nach-links-Schweissen 93
Nach-rechts-Schweissen 94
Heften 94
Arbeitsfolge 94
Wahl der Schweissflamme 95

Inhaltsverzeichnis

Lichtbogenhandschweissen 99
Arbeitssicherheit 100
Schweissanlage 101
Schweissstromquellen 102
Blaswirkung 103
Stabelektrode 104
Bezeichnung der Stabelektroden 106
Arbeitsfolge 107
Praktische Hinweise 107
Sichtbare Schweissfehler beim Wurzelschweissen 108
Wolfram-Inertgas-Schweissen 111
Der Lichtbogen 112
Schutzgase 113
Hauptkomponenten der WIG-Schweissanlage 114
Wolframelektroden 114
Strombelastbarkeit 115
Schleifen der Elektrode 116
Formiergase 117
Arbeitsfolge 118
Arbeitssicherheit 119
Metallschutzgas-Schweissen 127
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
Widerstandspunktschweissen 151
Elektrodenwahl 152
Richtwerte für Punktschweissnähte 153
Einstellen der Schweissmaschine 154
Prüfen der Schweisspunkte 155
Abhilfe bei Schweissfehlern 156

Inhaltsverzeichnis

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

Messen und Prüfen

Qualitätssicherung beim Schweissen **165**
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
Literaturverzeichnis **186**
Farbkennzeichnung von Gasflaschen **189**

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 Normenauszug 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 einsetzten**
- **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. Schwitzwasserbildung.
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_2 Staub usw.) kann schon bei kleinen Temperaturdifferenzen das unerwünschte Schwitzwasser 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 – Schwitzwasser 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

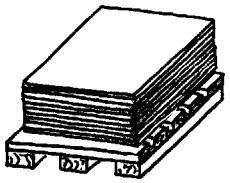
Wenn Sie mit aluminium- oder korrosionsbeständigem Halbzeug arbeiten, tragen Sie stets saubere Handschuhe aus weichen Textilen. Der durch Fingerabdrücke übertragene Handschweiss ist ein Medium, das die Metalloberfläche in kurzer Zeit angreift und in ihrem Aussehen beeinträchtigt; dies vor allem dann,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

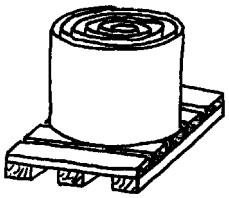
Auch beim innerbetrieblichen Transport, z.B. in einem wärmeren Raum, sind die gleichen Regeln zu beachten, wie sie für die Einlagerung gelten. Legen Sie nicht korrosionsfördernde Materialien wie Karton, Holzlatten oder synthetische Spezialprodukte zwischen die Teile.

Korrektes Lagern von Halbfabrikaten

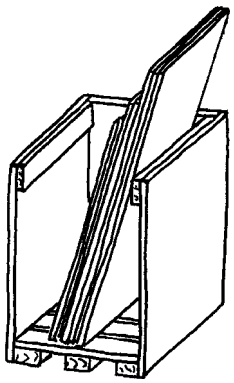
Liegende Lagerung von Blechen und Scheiben.
Achten Sie darauf, dass das Halbzeug nicht mit dem Zementfussboden und dem Mauerwerk in Berührung gebracht wird.



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



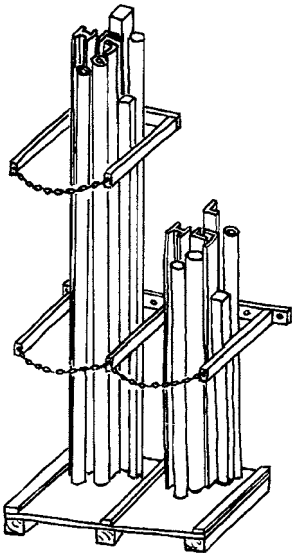
Stehende Lagerung von Blechen und Tafeln in Gestellen aus Holz oder Metall. Auflageflächen decken Sie mit weicherem, nicht korrosivem Material (also Kunststoff, Holz usw.) ab.



Theorie

Der Umgang mit Halbfabrikaten

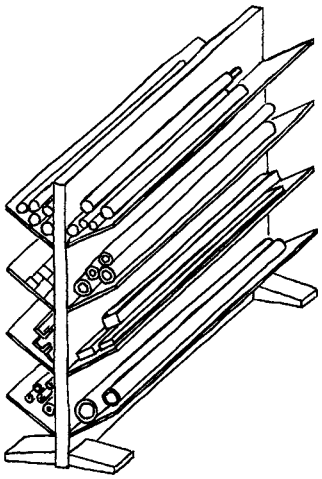
Stehende Lagerung von Rohren, Stangen und Profilen mit grösseren, widerstandsfähigen Querschnitten (Längen von max. 2 m).



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?

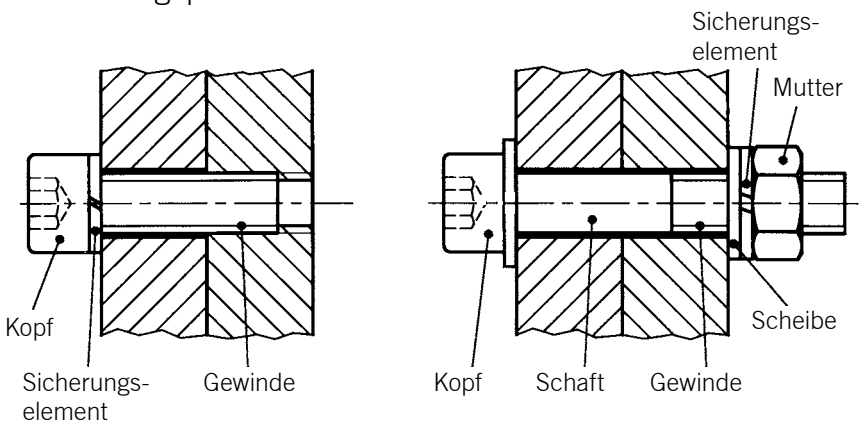
SWISSMEM

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 aneinandergepresst werden.

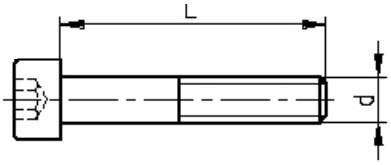


Die Schraube besteht aus Kopf, Gewinde und eventuell einem zylindrischen Teil zwischen Kopf und Gewinde, dem Schaft. Oft braucht es unter dem Schraubenkopf oder unter der Mutter eine Unterlagsscheibe, welche die Beschädigung des darunterliegenden Teils verhindert, und eine Sicherungsscheibe, welche dem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

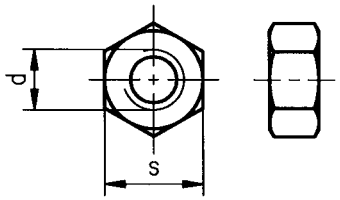
6kt-Schr ISO 4017 M10×30-8.8Zyl-Schr ISO 1207 M5×12-5.8

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:



s = Schlüsselweite

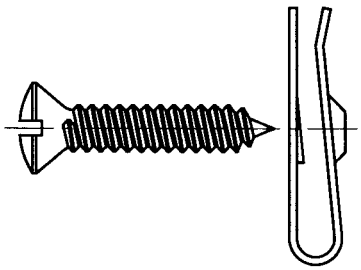
Bezeichnung ungekürzt: Sechskantmutter ISO 4032-M12-8

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

Kopfform
Norm der Mutter
Nenndurchmesser des Gewindes (*d*)
Festigkeitsklasse

Schrauben für spezielle Anwendungen

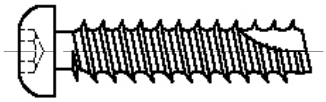
Blechschrauben haben auf ihrer ganzen Länge ein Spezialgewinde, welches in einem vorgebohrten Kernloch das Muttergewinde während dem Eindrehen **spanlos** formt.
Häufig werden sogenannte Clips-Blechmuttern eingesetzt, welche auch bei dünnen Blechen oder sehr weichen Werkstoffen eine stabile Verbindung 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 Kernauskehlung, 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

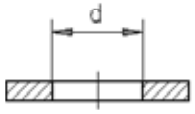
Scheiben und Ringe

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

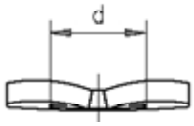


Sch	:	Scheibe
DIN 125	:	Norm
A	:	Formtyp (ohne Fase)
8,4	:	Innendurchmesser (d)
140 HV	:	Werkstoffspezifikation

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

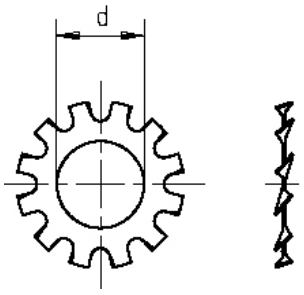
Beispiele:

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

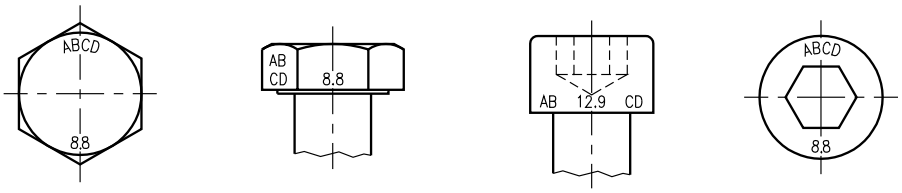


Zahn-Sch	:	Zahnscheibe
DIN 6797	:	Norm
A	:	Formtyp (aussengezahnt)
6,4	:	Innendurchmesser (d)
FSt	:	Werkstoffspezifikation

Theorie — Schraubenverbindungen

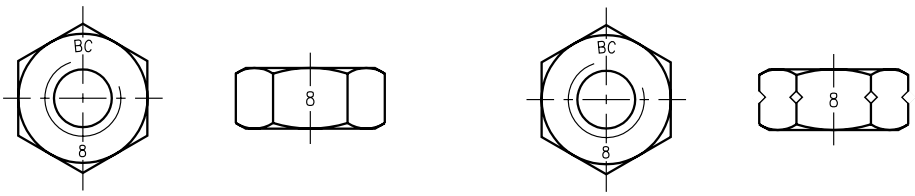
Festigkeitsklassen

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 ≥ 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 ≥ 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 ⇒ Mutter: ⇒ 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?