

# Montagetechnik

AABK 3L



<b>Fügen</b>	<b>7</b>
<b>Arbeitssicherheit zur Montagetechnik</b>	<b>42</b>
<b>Montage und Inbetriebnahme</b>	<b>87</b>
<b>Anhang Zeichnungen</b>	<b>173</b>

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

**Projektleitung**

Schmid Oliver, Projektleiter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Thomas Gehring, azw, Winterthur

Pirmin Lüthi, msw-winterthur, Winterthur

Christian Gees, Ems-Chemie AG, Domat/Ems

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:

ABB Schweiz AG, Baden

Borgwarner TurboSystems, D-Kirchheimbelanden

Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf

Distrelec, Nänikon

Electrosuisse, Fehraltorf

Kisling AG, Tagelswangen

Roli Lanz, Fotostudio, Rorbas

Siemens Schweiz AG, Zürich

SKF (Schweiz), Schwerzenbach

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

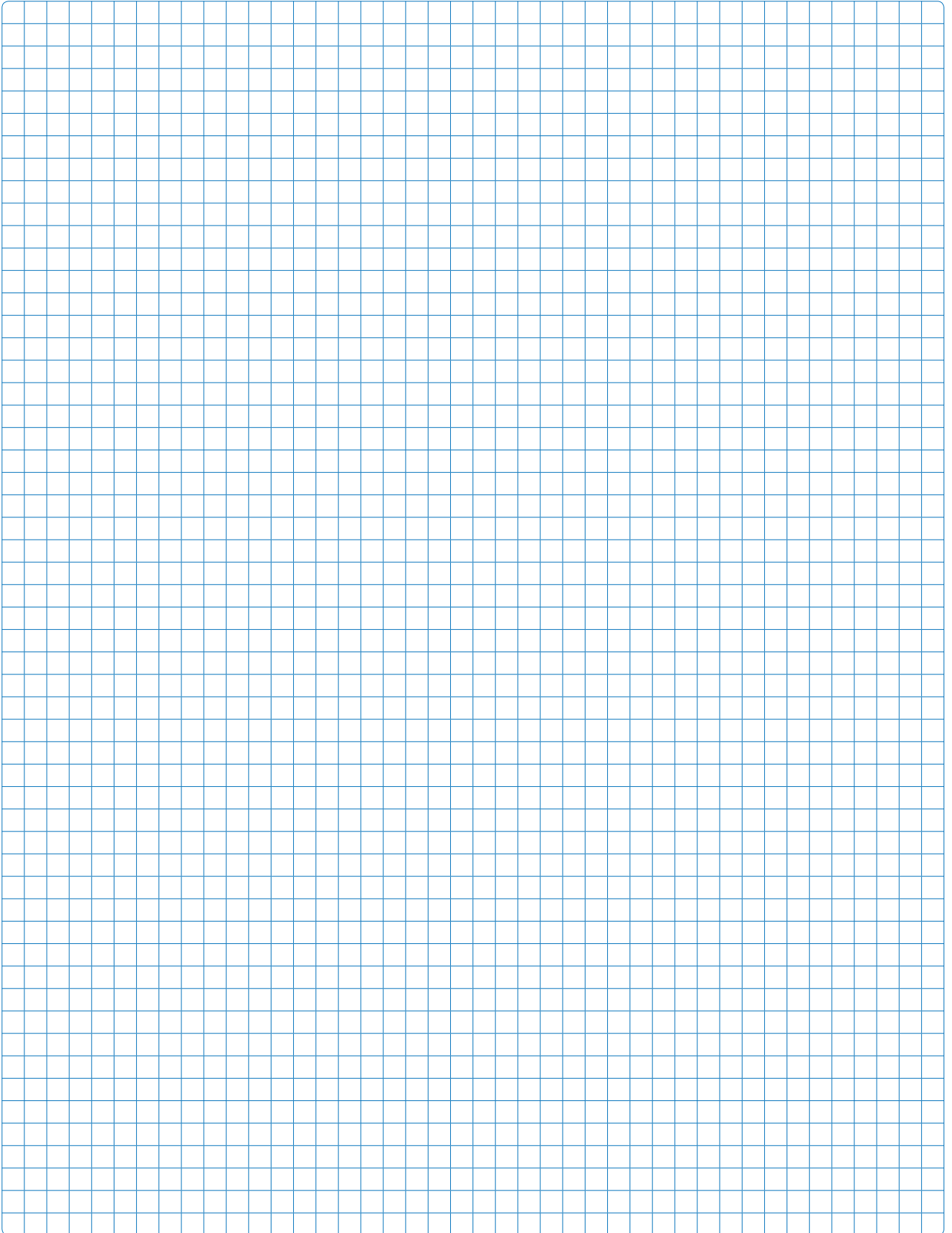
<b>Fügen</b>		
<b>Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen</b>		<b>7</b>
Einteilung der Fügeverfahren		11
Übersicht der Fügeverfahren		11
Grundlagen Schraubenverbindungen		12
Schrauben		14
Muttern		18
Festigkeitsklassen		19
Anziehdrehmoment		21
Schraubensicherungen		23
Stifte		26
Arbeitsfolge für eine Zylinderstiftverbindung		29
<b>Rohrbautechnik</b>		<b>35</b>
Pressverbindungstechnik		36
Pressfittings und Armaturen		36
Presswerkzeug, Pressbacken		36
Rohrbefestigung		37
Schraubverbindungstechnik		38
Montagehinweise		39
<b>Arbeitssicherheit zur Montagetechnik</b>		
<b>Erste Hilfe</b>		<b>42</b>
Gefahren des elektrischen Stroms		43
Verhalten bei einem Notfall		44
Rettungsmassnahmen bei Elektrounfällen		48
<b>Sicherheitsmassnahmen</b>		<b>50</b>
Technische Schutzmassnahmen		51
Arbeiten an elektrischen Anlagen		52
<b>Transportieren und Lagern</b>		<b>54</b>
Lagerung		55
Handling		56
Korrektes Lagern von Halbfabrikaten		58
Heben von Lasten		61
Transportieren von Lasten		64
Flurförderzeuge		65
Krane		67
Anschlagmittel und Zubehör		71
<b>Arbeitssicherheit im Umgang mit Leitern</b>		<b>81</b>
Anstellwinkel der Leiter		82
Bauarten		83
<b>Montage und Inbetriebnahme</b>		
<b>Baugruppen montieren (Verbindungen und Lager)</b>		<b>87</b>
Ausführen von Montagearbeiten		90
Unterscheidung von Verbindungen		93
Formschlüssige Verbindungen		94
Passfederformen		94
Keilformen		94
Kraftschlüssige Verbindungen		95
Spannsatz BAR		96

## Inhaltsverzeichnis

Spannsatz Taper-Lock	97
Funktion von Lager	99
Gleitlager	100
Wälzlager	104
Einbau von Wälzlager im kalten Zustand	107
Einbau von Wälzlager im erwärmten Zustand	112
Einbau von Lagern mit Hilfe der Drucköltechnik	113
Ausbau von Wälzlager	114
<b>Baugruppen einstellen</b>	<b>121</b>
Funktion Riementrieb	122
Kraftschlüssige Riementriebe	122
Formschlüssige Riementriebe	124
Hinweise für die Montage	125
Ausrichten von Wellen	126
Funktion Zahnradtrieb	130
Hinweise für die Montage	132
<b>Baugruppen in Betrieb setzen und prüfen</b>	<b>137</b>
Einführung	138
Planung	146
Prüfplan	148
Durchführung der Arbeiten	150
<b>Störungen lokalisieren und beheben</b>	<b>155</b>
Einführung	156
Störung lokalisieren	156
Störungsursache herausfinden	162
Störungsursache beheben	164
Maschine bzw. Anlage wieder in Betrieb nehmen	168
Probelauf durchführen	168
Dokumentation nachführen	168

## Notizen

---



## 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 «Maschinelle Fertigungstechnik» 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

## Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen



- Maschinen, Geräte, Hilfsmittel und Hilfsstoffe zur Herstellung von Verbindungen unterscheiden
- Schraubenverbindungen erläutern und beurteilen
- Kraft-, form- und stoffschlüssige Sicherungsmassnahmen erläutern
- Bauteile verschrauben und sichern
- Bauteile verstiften
- Bauteile verschiedener Werkstoffe mit Verbindungselementen wie Gewindeeinsätze verbinden

## Grundsatzfragen



1. Was verstehen Sie unter dem Begriff «Bauteile fügen»?

Mit dem Begriff Fügen bezeichnet man in der Fertigungstechnik das dauerhafte Verbinden von mindestens zwei Bauteilen.

2. a) Welche Möglichkeiten haben Sie, um zwei Bauteile zu verbinden?  
b) Welche Überlegungen spielen dabei eine zentrale Rolle?

a) Verschrauben, nieten, schweißen, löten, klipsen, kleben

b) Müssen die Bauteile wieder zerstörungsfrei getrennt werden können? Die Kosten

3. Bei einem Montageauftrag haben Sie das Schraubengewinde überdreht (Schraube dreht leer, kann nicht angezogen werden).  
a) Wie können Sie das künftig vermeiden?  
b) Welche Möglichkeiten haben Sie, um das Schraubengewinde wieder funktionsfähig zu machen?

a) Schraubenverbindungen müssen mit dem geforderten Anziehdrehmoment, d.h. mit dem Drehmomentschlüssel, angezogen werden.

b) Das zerstörte Gewinde kann mit einem Gewindeeinsatz repariert werden.

4. Kennen Sie lösbbare Fügeverfahren? Wenn ja, welche?

Schraubenverbindungen, Klemmverbindungen, Kegelverbindungen, Passfederverbindungen, Stiftverbindungen, Schnappverbindungen

## Theorie

## Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen

Montagewerkzeuge,  
Geräte, Hilfsmittel

1. Benennen Sie die folgenden Werkzeuge und Hilfsmittel:



Drehmomentschlüssel



Drehmoment-Schraubenzieher



Sechskant-Steckschlüssel



Ringmaul-Ratschenschlüssel



Seegersicherungs-Zangensatz



Festhaltezange



Drahtwirbelzange



Ringmaulschlüsselsatz

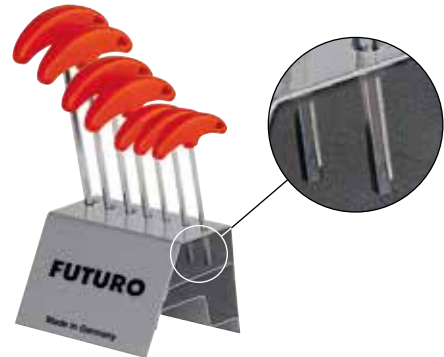


## Theorie

## Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen



Steckschlüsselsatz



Sechskant-Stiftschlüsselsatz



Splintentreibersatz mit Körner



Farbschaber



Auszieher mit Gleithammer (Ausziehen von Teilen mit Gewindebohrung)



Elektronisches Drehmomentprüfgerät

## Theorie

## Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen



Kartuschenpistole



Handnietzange



Heissluftgebläse



Kniehebelpresse

Theorie

Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen

Einteilung der Fügeverfahren

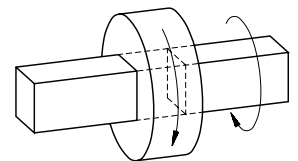
Unter dem Fügen verstehen wir das Verbinden zweier oder mehrerer Baugruppen, Werkstücke oder Fertigteile. Da die meisten Produkte nicht aus einem Stück hergestellt werden können, dient das Fügen dem Aufbau einer Baugruppe aus zwei oder mehreren Komponenten.

Verbindungen können lösbar (z.B. Schraubverbindungen), nur bedingt lösbar (z.B. Schnappverbindungen) oder nicht lösbar (z.B. Klebeverbindungen) sein.

Sie werden unterteilt in formschlüssige, kraftschlüssige und stoffschlüssige Verbindungen.

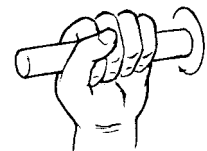
**Formschlüssige Verbindungen**

übertragen Kräfte durch ineinander passende Formen.



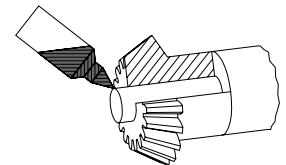
**Kraftschlüssige Verbindungen**

übertragen Kräfte durch Reibung zwischen Welle und Nabe (Hand entspricht Nabe).

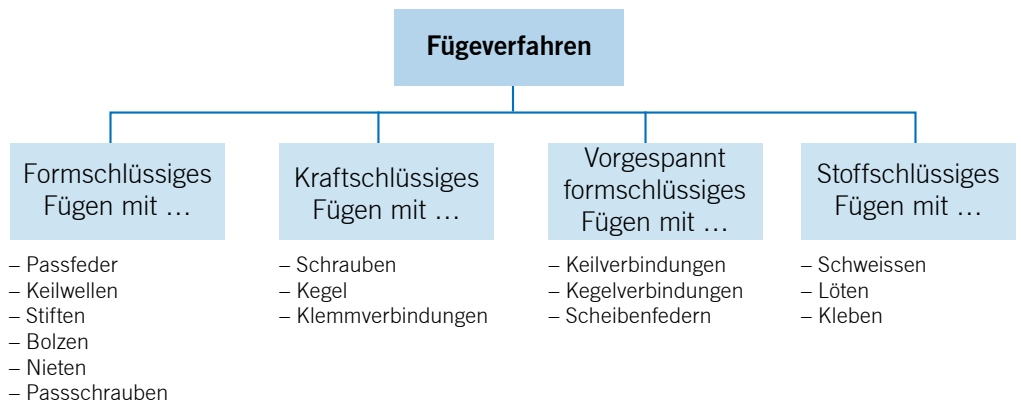


**Stoffschlüssige Verbindungen**

übertragen Kräfte, indem Welle und Nabe miteinander verschweisst, verlötet oder verklebt werden. Diese Verbindungen sind in der Regel nicht mehr lösbar.



Übersicht der Fügeverfahren



2. Beschreiben Sie das vorgespannt formschlüssige Fügen bei einer Wellen- und Nabenverbindung mittels eingetriebenen Keils.

Der eingetriebene Keil verspannt die Welle mit der Nabe, wobei der Keil seitlich die Nabennut nicht berührt. Beim Überschreiten der Reibungskraft wird das Drehmoment hauptsächlich formschlüssig übertragen, da die Seitenflächen von Wellen- und Nabennut nun am Keil anliegen.

## Theorie

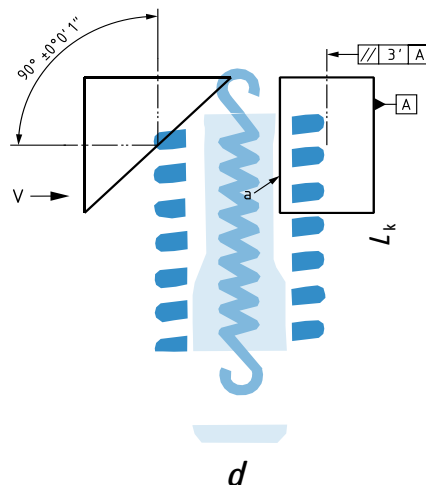
## Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen

## Grundlagen Schraubenverbindungen

Die Schraubenverbindung ist ein einfaches Maschinenbauelement und wird deshalb häufig unterschätzt. Der richtige Einsatz von Schrauben und Sicherungsmassnahmen kann oft gravierende Probleme und Unfälle verhindern.

Schraubenverbindungen sind deshalb nach wie vor eine der wichtigsten lösbaren Befestigungen in Konstruktion, Montage und bei Reparaturen. Dabei haben die Einsatzmöglichkeiten und Varianten von Verbindungselementen stets zugenommen.

Die Wirkungsweise einer Schraubenverbindung kann als Federpaket dargestellt werden. Dabei wird die Schraube wie eine Zugfeder gestreckt. Hierbei ist es jedoch wichtig, dass die Summe der Belastung nicht zu einem Überschreiten der Fließgrenze der Schraube kommt.



## Belastungsfälle

Das Werkstück wird wie bei einer Druckfeder zusammengepresst. Die Schraube sollte dabei elastischer sein als die verspannten Teile.

Schraubenverbindungen können statisch, d.h. mit einer gleichbleibenden Kraft, oder dynamisch, d.h. mit schwellender oder wechselnder Kraft, belastet werden.

Diese Kräfte rufen Verformungen und eventuell Verschiebungen am Bauteil hervor.

Bei dynamischen Belastungen (z.B. Vibrationen) können Effekte auftreten, die dazu führen, dass sich eine Schraubverbindung löst, obwohl zulässige Werte nicht überschritten werden. Man spricht in solchen Fällen vom selbsttätigen Lösen.