

# Montagetechnik



Fügen	7
Arbeitssicherheit zur Montagetechnik	43
Montage und Inbetriebnahme	57
Anhang Zeichnungen	270

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

### **Projektleitung**

Arn Hanspeter, Projektleiter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Beyeler Stefan, Lernzentren LfW, Zürich

Canonica Renzo, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

Fricke Walter, Lernzentren LfW, Zürich

Hiese Philipp, Lernzentren LfW, Zürich

Knecht Daniel, Lernzentren LfW, Zürich

Kaufmann Christoph, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

Piraccini Boris, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

Rietschin Daniel, Ridari Consulting, Elsau

Vogler Marcel, Lernzentren LfW, Zürich

Baur Daniel, 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-Kirchheimbalden

Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf

Dätwyler Cables, Altdorf

Distrelec, Nänikon

Electrosuisse, Fehraltorf

Festo Didactic, Dietikon

Kisling AG, Tagelswangen

Moeller Electric AG, Effretikon

Roli Lanz, Fotostudio, Rorbas

Siemens Schweiz AG, Zürich

SKF (Schweiz) AG, Schwerzenbach

Herausgeberin: Edition Swissmem

3. Auflage 2016

Bezugsquelle:

Swissmem Berufsbildung

Brühlbergstrasse 4

8400 Winterthur

Telefon Vertrieb 052 260 55 55

Fax Vertrieb 052 260 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 und 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 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

### Fügen

<b>Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen</b>	<b>7</b>
Montagewerkzeuge, Geräte, Hilfsmittel	8
Einteilung der Fügeverfahren	11
Übersicht der Fügeverfahren	11
Grundlagen Schraubenverbindungen	12
Schrauben	14
Muttern	18
Festigkeitsklassen	19
Anziehdrehmoment	20
Schraubensicherungen	22
Stifte	24
Arbeitsfolge für eine Zylinderstiftverbindung	27
Gewindeeinsätze aus Draht	29
<b>Bauteile kleben</b>	<b>33</b>
Kleben	34
Klebstoffe	35
Belastungsfälle	35

### Arbeitssicherheit zur Montagetechnik

<b>Erste Hilfe</b>	<b>43</b>
Verhalten	45
Notrufnummern	45
Meldeschema	45
Rettungsmassnahmen bei Elektrounfällen	50
<b>Sicherheitsmassnahmen</b>	<b>53</b>
Technische Schutzmassnahmen	54
Arbeiten an elektrischen Anlagen	55

### Montage und Inbetriebnahme

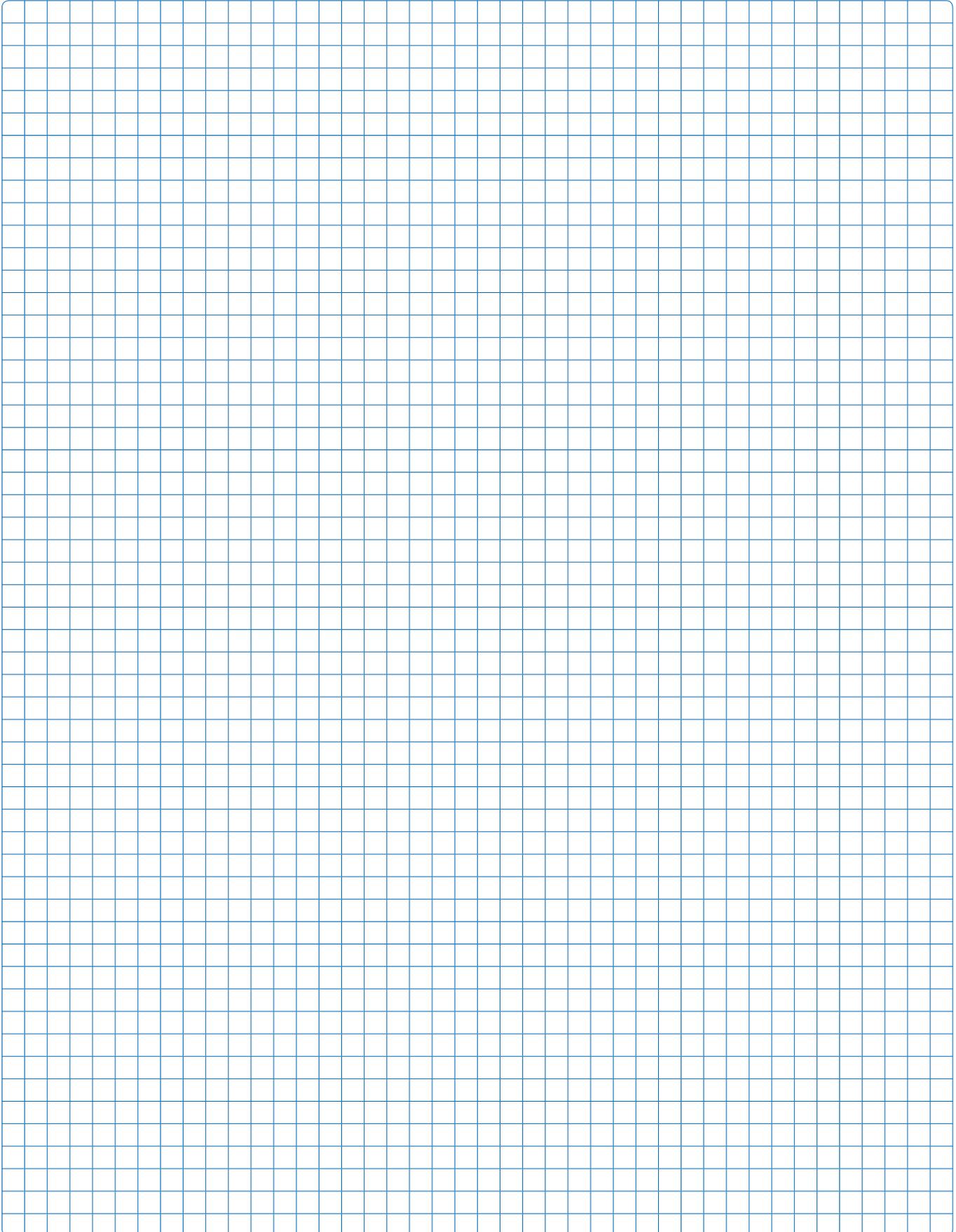
<b>Baugruppen montieren (Verbindungen und Lager)</b>	<b>57</b>
Einführung	58
Ausführen von Montagearbeiten	60
Unterscheidung von Verbindungen	63
Formschlüssige Verbindungen	64
Kraftschlüssige Verbindungen	65
Funktion von Lager	69
Gleitlager	70
Wälzlager	74
Maschine/Gerät	75
Einbau von Wälzlager im kalten Zustand	77
Einbau von Wälzlager im erwärmten Zustand	82
Einbau von Lagern mit Hilfe der Drucköltechnik	83
Ausbau von Wälzlager	84
<b>Baugruppen einstellen</b>	<b>91</b>
Funktion Riementrieb	92
Kraftschlüssige Riementriebe	92
Formschlüssige Riementriebe	94
Hinweise für die Montage	95
Funktion Zahnradtrieb	100
Hinweise für die Montage	102
<b>Baugruppen montieren (Leiter und Kabel)</b>	<b>107</b>
Leiterarten	108
Kabelarten	110
Leiterfarben	114
<b>Baugruppen montieren (Drähte, Litzen, Kabel konfektionieren)</b>	<b>117</b>

## Inhaltsverzeichnis

<b>Elektrische Bauteile</b>	<b>125</b>
Kennzeichnung von Betriebsmitteln	126
Anforderungen an Kennzeichnungsmittel	130
Bezeichnungsmaterial	130
Klemmen	133
Stecker	136
Bedien- und Meldegeräte	137
Relais	144
Schütze	147
Schmelzsicherungen	148
Leitungsschutzschalter	150
Widerstände	157
<b>Pneumatische Bauteile</b>	<b>161</b>
Wartungseinheit	165
Prozessorik	168
Wegeventile	169
Rückschlag- und Stromventile	176
Antrieb	179
Einfachwirkender Zylinder	180
Doppeltwirkender Zylinder	181
<b>Pneumatikschema</b>	<b>185</b>
Signalfluss	188
Weg-Schritt-Diagramm	191
<b>Montage und Fehlersuche (Pneumatik)</b>	<b>201</b>
Zubehörteile	202
Fehlersuche	208
<b>Elektropneumatische Bauteile</b>	<b>211</b>
Signalgeber	212
Signalfluss	224
<b>Symbole</b>	<b>227</b>
Elektrische Symbole	228
Pneumatische Symbole	230
Allgemeine Symbole	231
<b>Baugruppen in Betrieb setzen und prüfen</b>	<b>235</b>
Einführung	236
Planung	244
Prüfplan	246
Durchführung der Arbeiten	248
Inbetriebnahme der elektro-pneumatischen Anlage	250
<b>Störungen lokalisieren und beheben</b>	<b>253</b>
Einführung	254
Störung lokalisieren	254
Störungsursache herausfinden	260
Störungsursache beheben	261
Maschine bzw. Anlage wieder in Betrieb nehmen	265
Probelauf durchführen	265
Dokumentation nachführen	265
Fehlersuche an der elektro-pneumatischen Anlage	266
Beispiele von möglichen Fehlern auf Ihrer Anlage	267

## Notizen

---

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of 30 columns and 40 rows of small squares.

## 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»?

---

---

---

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

a)

---

---

---

b)

---

---

---

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)

---

---

---

b)

---

---

---

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

---

---

---

## Theorie

## Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen

Montagewerkzeuge,  
Geräte, Hilfsmittel

1. Benennen Sie die folgenden Werkzeuge und Hilfsmittel:















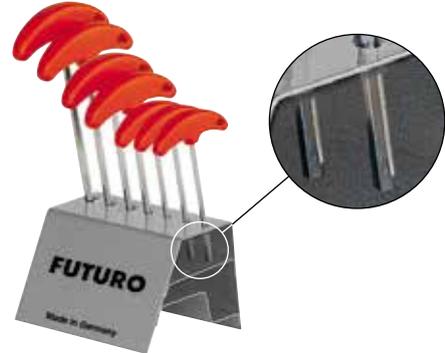


Theorie

Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen



---



---



---



---



---



---

## Theorie

## Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen



---

---



---



---

Theorie

Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen

Einteilung der Fügeverfahren

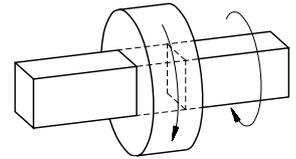
Unter dem Fügen verstehen wir das Verbinden zweier oder mehrerer Baugruppen, Werkstücke oder Fertigteile. Da die meisten Produkte nicht aus einem Stück hergestellt werden können, dient das Fügen dem Aufbau einer Baugruppe aus zwei oder mehreren Komponenten.

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**

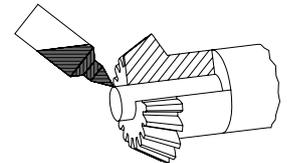
übertragen Kräfte durch Reibung zwischen Welle und Nabe (Hand entspricht Nabe).



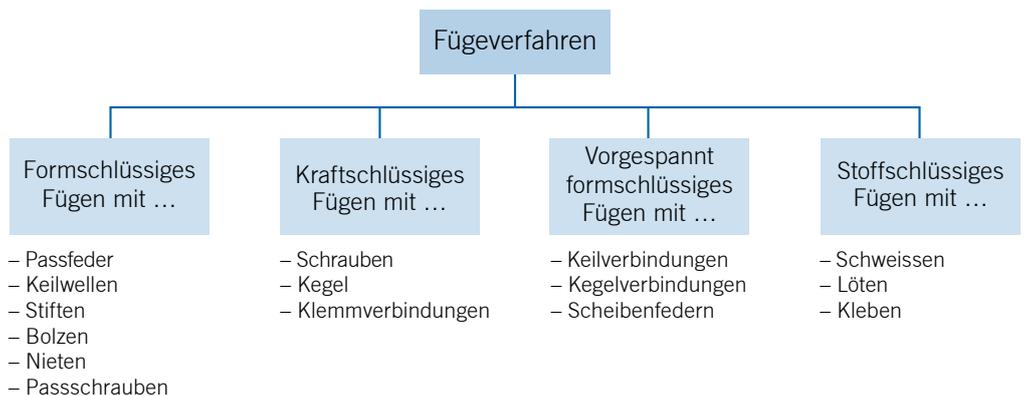
**Stoffschlüssige Verbindungen**

übertragen Kräfte, indem Welle und Nabe miteinander verschweisst, verlötet oder verklebt werden.

Diese Verbindungen sind in der Regel nicht mehr lösbar.



Übersicht der Fügeverfahren



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



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Theorie

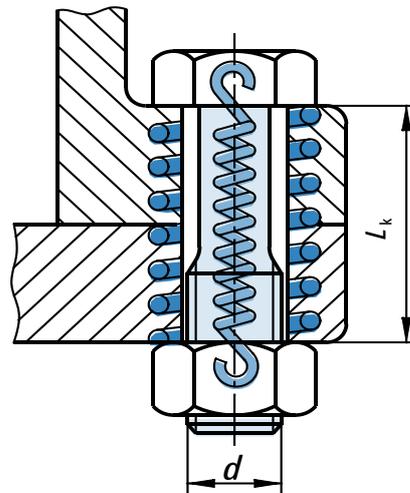
## Bauteile mit lösbaren Verbindungen fügen

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.



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

## Belastungsfälle

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.