

# Gestaltungstechnik

KRBK 2L



1. Allgemeine Grundsätze	9
2. Urformen	15
3. Umformen	37
4. Trennen	45
5. Fügen	53
6. Beschichten	85
7. Stoffeigenschaften ändern	93
8. Maschinenelemente	99
9. Sicherheitsgerechtes Konstruieren	129

Herausgeberin: Edition Swissmem  
4. 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.

## Vorwort

Der Lehrgang «Gestaltungstechnik» vermittelt die Grundlagen, die Konstrukteurinnen und Konstrukteure für ihre berufliche Tätigkeit benötigen.

Ergänzt wird der Lehrgang mit der Ausgabe für den Berufsbildner. Darin sind methodische und didaktische Hinweise sowie die Lösungen der Übungen enthalten. Zusätzlich wird online eine Auswahl an weiteren Übungen angeboten, welche der Berufsbildner je nach Bedarf einsetzen kann.

Auf Basis der «Fünfstufigenprüfung» der Berufsreform 2009 und des aktuellen Normenauszugs 2014, wurde diese Auflage neu überarbeitet. Auch wurden zusätzlich Elemente der geometrischen Tolerierung berücksichtigt. Betroffen davon ist nicht nur der Theorieteil, sondern auch der Übungsteil, in dem praktische Übungen für den Lernenden enthalten sind.

Gleichzeitig wurden bei den entsprechenden Themen Querverweise ergänzt, die auf die dritte Ebene des Kompetenzen-Ressourcen-Katalogs referenzieren. Das Layout wurde auch überarbeitet.

Über QR-Codes können neue Web-Seiten oder Applikationen gestartet werden.

Die Vermittlung der verschiedenen Themen ist in drei Schritte gegliedert:

1. Aktivierung
2. Theorie/Übungen
3. Repetition

Der Lehrgang entspricht dem Stand der Technik und den aktuellen Normen.

Februar 2016 Swissmem Berufsbildung

An der Ausarbeitung dieses Lehrganges waren beteiligt:

### Projektleitung

Joachim Pérez, Projektleiter, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Fischer Markus, Ausbildungszentrum der Stiftung azb, Strengelbach

Gnos Robert, Rieter AG, Winterthur

Huwiler Martin, BERUF ZUG, Zug

Illic Milovan, BOBST, Lausanne

Jungo Roger, FRIMECA Berufsbildung, Fribourg

Kellenberger Sven, Bühler AG, Uzwil

Müller Enrico, Ferag AG, Hinwil

Spahr Hans-Ulrich

Tschudi Willi, Swissmem Berufsbildung, Winterthur

Ucakalo Vladimir, Wibilea AG, Neuhausen

van Embden Carsten, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

Zingg Markus, RAU Regionales Ausbildungszentrum Au, Au

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:

Gressel AG, Aadorf

Maschinenfabrik Rieter AG, Winterthur

azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemeine Grundsätze</b>		
<b>1.1</b>	<b>Fertigungsverfahren unterscheiden</b>	<b>9</b>
1.1.0	Aktivierungsfragen	9
1.1.1	Fertigungsverfahren	10
1.1.2	Übungsaufgaben	13
1.1.3	Repetitionsfragen	14
<b>2. Urformen</b>		
<b>2.1</b>	<b>Giess- und Sinterverfahren unterscheiden</b>	<b>15</b>
2.1.0	Aktivierungsfragen	15
2.1.1	Urformverfahren	16
2.1.2	Giessen	17
2.1.3	Feinguss	21
2.1.4	Druckguss	22
2.1.5	Sintern (Pulvermetallurgie)	23
2.1.6	Übungsaufgaben	25
2.1.7	Repetitionsfragen	27
<b>2.2</b>	<b>Kunststoffverfahren unterscheiden</b>	<b>29</b>
2.2.0	Aktivierungsfragen	29
2.2.1	Formgebung von Kunststoffen	30
2.2.2	Fügeverfahren bei Kunststoffbauteilen	31
2.2.3	Formgebung mit Faserverbundwerkstoffen	33
2.2.4	Übungsaufgaben	34
2.2.5	Repetitionsfragen	35
<b>3. Umformen</b>		
<b>3.1</b>	<b>Umformverfahren unterscheiden</b>	<b>37</b>
3.1.0	Aktivierungsfragen	37
3.1.1	Umformverfahren	38
3.1.2	Blechumformen	39
3.1.3	Übungsaufgaben	42
3.1.4	Repetitionsfragen	44
<b>4. Trennen</b>		
<b>4.1</b>	<b>Trennverfahren unterscheiden</b>	<b>45</b>
4.1.0	Aktivierungsfragen	45
4.1.1	Trennen	46
4.1.2	Übungsaufgaben	51
4.1.3	Repetitionsfragen	52
<b>5. Fügen</b>		
<b>5.1</b>	<b>Fügeverfahren unterscheiden</b>	<b>53</b>
5.1.0	Aktivierungsfragen	53
5.1.1	Fügen	54
5.1.2	Schraubverbindungen	55
5.1.3	Stiftverbindungen	58
5.1.4	Bolzenverbindungen	59
5.1.5	Schweissbolzen	60
5.1.6	Nieten	61
5.1.7	Pressen, Schrumpfen	63
5.1.8	Wellenverbindungen	66
5.1.9	Chemische Fügeverfahren	69
5.1.10	Übungsaufgaben	71
5.1.11	Repetitionsfragen	72
<b>5.2</b>	<b>Schweissverfahren unterscheiden</b>	<b>75</b>
5.2.0	Aktivierungsfragen	75
5.2.1	Schweissen	76


## Inhaltsverzeichnis


5.2.2	Steckverbindungen	79
5.2.3	Übungsaufgaben	80
5.2.4	Repetitionsfragen	83
<b>6. Beschichten</b>		
<b>6.1</b>	<b>Beschichtungsverfahren unterscheiden</b>	<b>85</b>
6.1.0	Aktivierungsfragen	85
6.1.1	Beschichten	86
6.1.2	Übungsaufgaben	90
6.1.3	Repetitionsfragen	91
<b>7. Stoffeigenschaften ändern</b>		
<b>7.1</b>	<b>Stoffeigenschafts-Änderungsverfahren unterscheiden</b>	<b>93</b>
7.1.0	Aktivierungsfragen	93
7.1.1	Gemeinsame Gestaltungsmerkmale	94
7.1.2	Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen	95
7.1.3	Wärmebehandlung von Eisen-Gusswerkstoffen	96
7.1.4	Wärmebehandlung von Nichteisenwerkstoffen	96
7.1.5	Übungsaufgaben	97
7.1.6	Repetitionsfragen	98
<b>8. Maschinenelemente</b>		
<b>8.1</b>	<b>Maschinenelemente unterscheiden, anwenden</b>	<b>99</b>
8.1.0	Aktivierungsfragen	99
8.1.1	Zweck und Anwendungsbereich	100
8.1.2	Schrauben	101
8.1.3	Muttern	102
8.1.4	Scheiben	102
8.1.5	Schraubensicherungen	105
8.1.6	Stifte, Kerbnägel, Niete	108
8.1.7	Standardgrößen von Konstruktionselementen	109
8.1.8	Lager	111
8.1.9	Fest- und Loslager	114
8.1.10	Zahnräder	115
8.1.11	Federn	115
8.1.12	O-Ringe	116
8.1.13	Richtlinien zur Formgestaltung	120
8.1.14	Allgemeiner Kostenvergleich	121
8.1.15	Standardwerkzeuge und Einrichtungen	122
8.1.16	Übungsaufgaben	123
8.1.17	Repetitionsfragen	126
<b>9. Sicherheitsgerechtes Konstruieren</b>		
<b>9.1</b>	<b>Sicherheitsaspekte unterscheiden</b>	<b>129</b>
9.1.0	Aktivierungsfragen	129
9.1.1	Pflichten des Herstellers von Maschinen	130
9.1.2	Sicherheit von Maschinen	130
9.1.3	Maschinenrichtlinie	130
9.1.4	Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung	130
9.1.5	Grundlegende Anforderungen	130
9.1.6	Maschinen	131
9.1.7	Gefahrenanalyse bzw. Risikobeurteilung	132
9.1.8	Prozess Risikobewertung	133
9.1.9	Gefährdungsarten	134
9.1.10	Repetitionsfragen	139

## Zeichenerklärungen


---

 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 (schreiben, skizzieren, mit Hilfe des CAD usw.)


 Lernziele

 Wichtige Hinweise

 Informationen

 QR-Codes: Verlinkung zu Webseiten



 Hinweis auf KoRe-Ebene  
1.1.4

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

## Inhaltlicher Aufbau

---

Der Lehrgang Gestaltungstechnik ist in Module, sogenannte Ausbildungseinheiten, unterteilt. Dabei ist zu erwähnen, dass der **Normen-Auszug** Bestandteil des Lehrganges ist. Für die Beantwortung der Aktivierungs- bzw. Repetitionsfragen können Fachbücher zur Hilfe genommen werden.

Diese Ausbildungseinheiten sind inhaltlich folgendermassen aufgebaut:

### **Aktivierung**

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

### **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.

## Ressourceneffizienz in der Produktgestaltung

Seit Jahren steigen die Preise für Material und Energie stark an. Ressourceneffizientes Handeln wird deshalb immer wichtiger. Bei den heute knapp verfügbaren Ressourcen sind Nachhaltigkeit und der überlegte Umgang mit den in der Produktion eingesetzten Materialien und der verwendeten Energie ein sehr wichtiges Thema.

Ressourceneffizienz ist das Verhältnis von erzeugten Produkten und eingesetzten Ressourcen.

Dies kann folgendermassen erreicht werden:

### **Minimums-Prinzip**

Den gleichen Produktionslevel mit kleinerem Ressourceneinsatz erreichen.

### **Maximums-Prinzip**

Mit gleichbleibendem Ressourceneinsatz den Produktionslevel erhöhen.

### **Bei der Produktgestaltung sind nachfolgende Punkte zur Ressourceneffizienz zu berücksichtigen.**

#### **Gestaltung mit Formelementen/Maschinenelementen/nach Funktionsvorgaben/nach Fertigungsrichtlinien:**

- Ökologische Material- und Produktnormen und -richtlinien (z.B. Ökodesign Richtlinie der EU 2009/125/EG) berücksichtigen
- Werkstoffe bei der Gestaltung ressourcen- und umweltschonend einsetzen
- Verfahren und Komponenten auswählen, welche bei der Produktion und im Betrieb Energie sparen
- Geräte, Werkstoffe, Chemikalien und Gifte fach- und umweltgerecht anwenden, wiederverwerten und entsorgen
- Betriebsinterne Vorgaben zum Umweltmanagement (z.B. EMAS, ISO 14001 u.a.) anwenden

#### **Gestaltung nach Fertigungsrichtlinien:**

- Umweltschonende Beschichtungen wählen
- Wärmebehandlungen mit einem energieeffizienten Verfahren wählen
- Bei Kostenabschätzungen Energie- und Materialeffizienz berücksichtigen und Sparpotenzial bei Betriebs- (z.B. Nutzung von energiesparenden Geräten) und Unterhaltskosten (z.B. geringere Entsorgungskosten bei umweltschonenden Materialien) berechnen



**Es soll auf die Recyclingfähigkeit der zu verwendeten Materialien geachtet werden. Material- sowie Energieverschwendungen sind zu ermitteln und zu minimieren.**



**Überlegen Sie sich, wie Sie in Ihrem Einflussbereich weitere Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen umsetzen können.**



## 1.1 Fertigungsverfahren unterscheiden



- Fertigungsverfahren unterscheiden
- Gestalterische Lösungsvarianten unterscheiden



### 1.1.0 Aktivierungsfragen

**1.1.0.1** Nennen Sie mindestens fünf verschiedene Fertigungsverfahren.

Urformen (z.B. Giessen, Extrudieren, Sintern)

Umformen (z.B. Walzen, Tiefziehen, Abkanten)

Trennen (z.B. Fräsen, Drehen, Schleifen, Strahlschneiden)

Fügen (z.B. Schweißen, Kleben, Einpressen, Löten)

Beschichten (z.B. Farbauftrag, Galvanisieren)

Ändern der Stoffeigenschaft (z.B. Härten, Aufkohlen, Nitrieren)

**1.1.0.2** Welche Fertigungsverfahren werden in Ihrem Betrieb angewendet?

---

---

---

---

---

---

**1.1.0.3** Geben Sie zu den in Aufgabe 1 genannten Fertigungsverfahren mindestens je zwei Lieferanten an.

Urformen (z.B. Benninger Guss AG, DRUAG Druckguss AG)

Umformen (z.B. Hans Eberle AG, CutCenter AG Cham)

Trennen (z.B. ALME AG Aadorf)

Fügen (z.B. 3M, INOX Schweisstechnik)

Beschichten (z.B. Hasler u. Matter AG, De Martin)

Ändern der Stoffeigenschaft (z.B. Härtereie Härtig AG, Härtereie Gerster AG)

**1.1.0.4** Was ist für die Wahl von Fertigungsverfahren relevant?

Stückzahl (Einzel-, Serie- oder Massenfertigung), Kosten (Wirtschaftlichkeit), Werkstoffwahl, Form, Oberflächenbeschaffenheit, Toleranzen

---

---

---

Die Lernenden sollen die Fragen selbständig beantworten.  
Korrigieren und besprechen Sie die Lösungen.

## 1.1 Fertigungsverfahren unterscheiden

### 1.1.1 Fertigungsverfahren

KoRe 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4

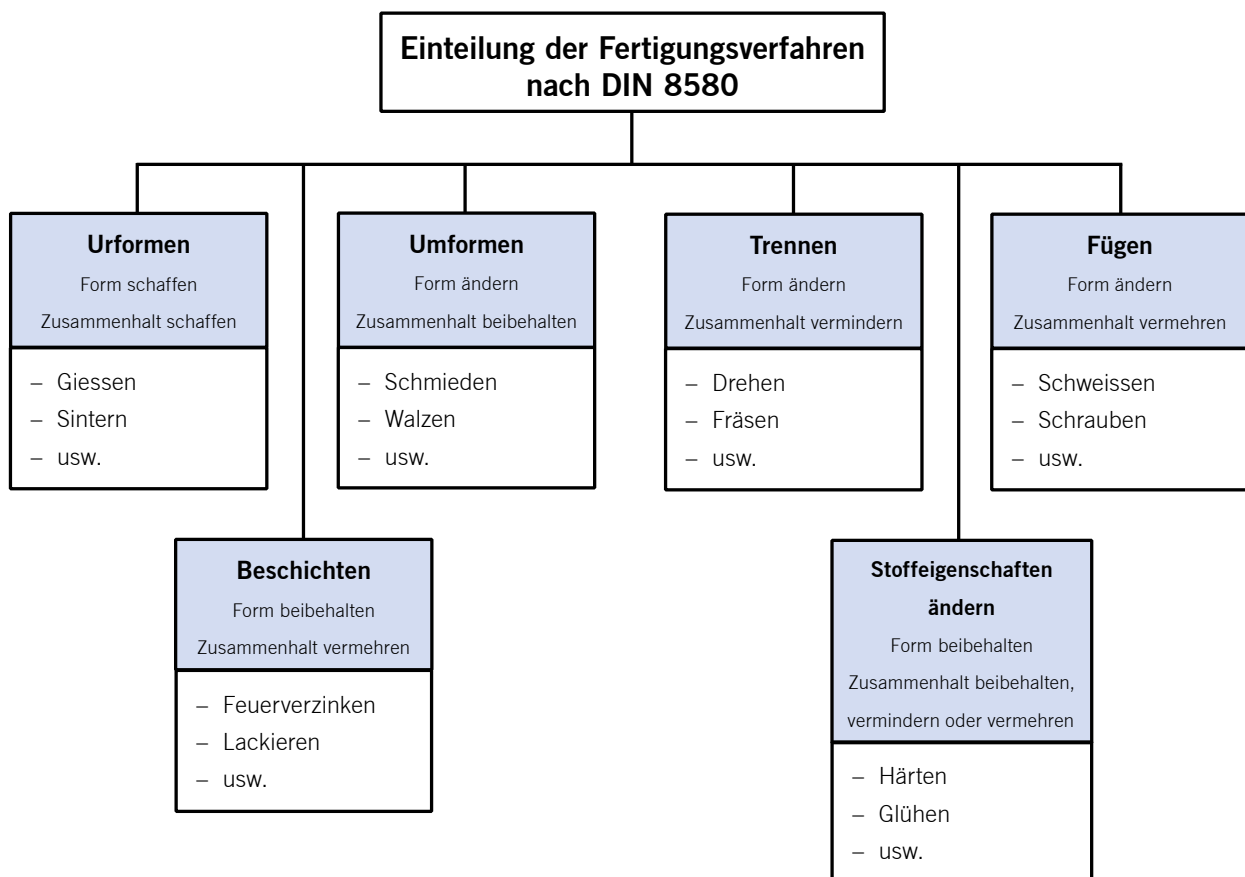
In der Fertigungstechnik werden Fertigungsverfahren definiert, die zur Herstellung von geometrisch bestimmten, festen Körpern dienen. Diese Körper können sowohl Halbzeuge, oder auch Bestandteile von technischen Gebilden sein. In der Regel müssen mehrere Fertigungsverfahren miteinander kombiniert werden, um aus Rohteilen fertige Produkte wie beispielsweise Maschinen, Apparate, Werkzeuge, Fahrzeuge und andere einteilige oder mehrteilige Gegenstände herzustellen.

### Einteilung der Fertigungsverfahren

KoRe 2.4.6, 2.4.7

Die Fertigungsverfahren sind nach der Norm DIN 8580 in sechs Hauptgruppen unterteilt. Merkmal der Einteilung ist der Begriff Zusammenhalt im Sinne des Zusammenhaltes von Teilchen eines festen Körpers oder als Zusammenhalt der Teile eines zusammengesetzten Körpers. Dabei wird die Form des Körpers entweder geschaffen, verändert oder beibehalten.

Bessere Kenntnisse der unterschiedlichen Fertigungsverfahren und deren Merkmalen ermöglichen Ihnen, anforderungsgerechte und kostengünstige Lösungen zu erarbeiten.



Die Lernenden sollen den Theorieblock dieser Ausbildungseinheit selbständig durcharbeiten.

Ergänzend arbeiten Sie mit den Lernenden von den «Ressourcen der Arbeitssicherheit, des Gesundheitsschutzes und des Umweltschutzes» der Handlungskompetenz b.1 die Themen Umweltschutz, persönliche Schutzausrüstung und Maschinenrichtlinie» durch.

## 1.1 Fertigungsverfahren unterscheiden

### Gestaltungskriterien

Nachfolgend sind wichtige Punkte aufgelistet, die bei der Gestaltung von Werkstücken berücksichtigt werden müssen.

- mechanische Beanspruchung (Festigkeit und Funktion bestimmen den Werkstoff)
- Oberflächenbeschaffenheit (Oberflächengüte und Toleranzen nur so genau wie nötig)
- Qualitätsstandard (abhängig von den Kundenbedürfnissen und Funktion des Werkstückes)
- kostengünstige Gestaltung und Fertigung
- Stückzahlen beachten (Stückzahlen bestimmen das Fertigungsverfahren)
- Entsorgung

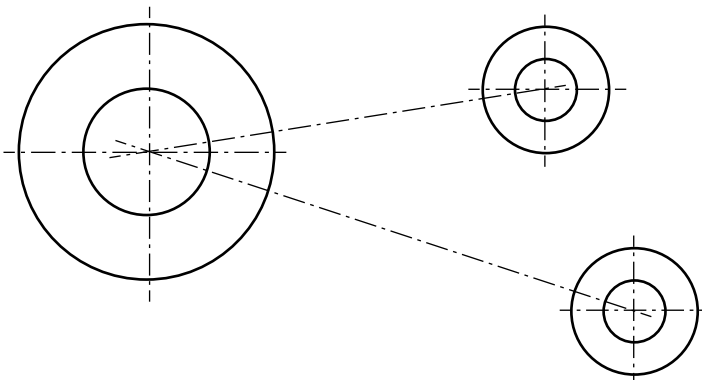
In den verschiedenen Ausbildungseinheiten dieses Lehrganges zeigen wir Ihnen verschiedene Gestaltungsbeispiele auf. Aus den funktionalen Anforderungen an die Werkstücke sind viele gestalterische Varianten möglich.

### Beispiel

Wir zeigen Ihnen anhand eines Beispiels, wie Sie während des Konstruktionsvorganges Lösungsvarianten eines Bauteiles erarbeiten können. Dabei sind neben Ihrer Kreativität gute Kenntnisse der Fertigungsverfahren notwendig.

Aus den Rahmenbedingungen des Pflichtenheftes ergibt sich die folgende funktionelle Ausgangssituation:

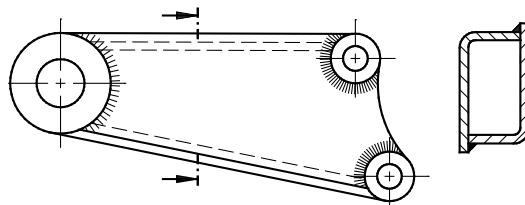
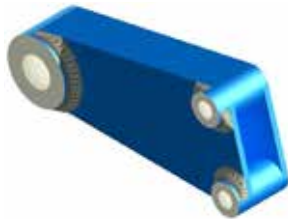
Hebel mit drei Lastpunkten, welche miteinander verbunden sind. Die Konstruktion soll eine grösstmögliche Steifigkeit aufweisen. Es sind keine weiteren räumlichen Einschränkungen zu berücksichtigen.



## 1.1 Fertigungsverfahren unterscheiden

Die folgenden Varianten sind weder kosten- noch fertigungsoptimiert, sondern nur als mögliche Ideen aufzufassen. Die Abklärungen mit den Fachleuten führen Sie in weiteren Schritten zu einer guten Lösung.

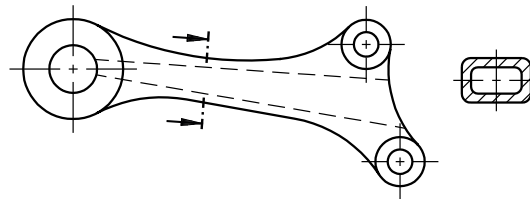
Blechschweisskonstruktion



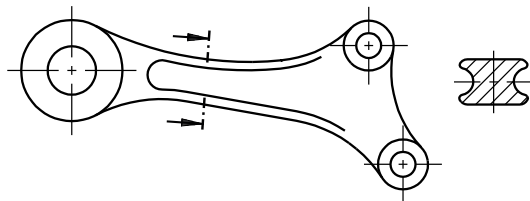
typische Anwendung



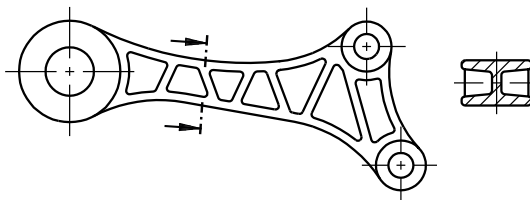
Gegossenes Werkstück mit Kern



(Gesenk-)Schmiedeteil



Körper aus technischem Kunststoff



Besprechen Sie falls notwendig mit den Lernenden den Theorieblock dieser Ausbildungseinheit.