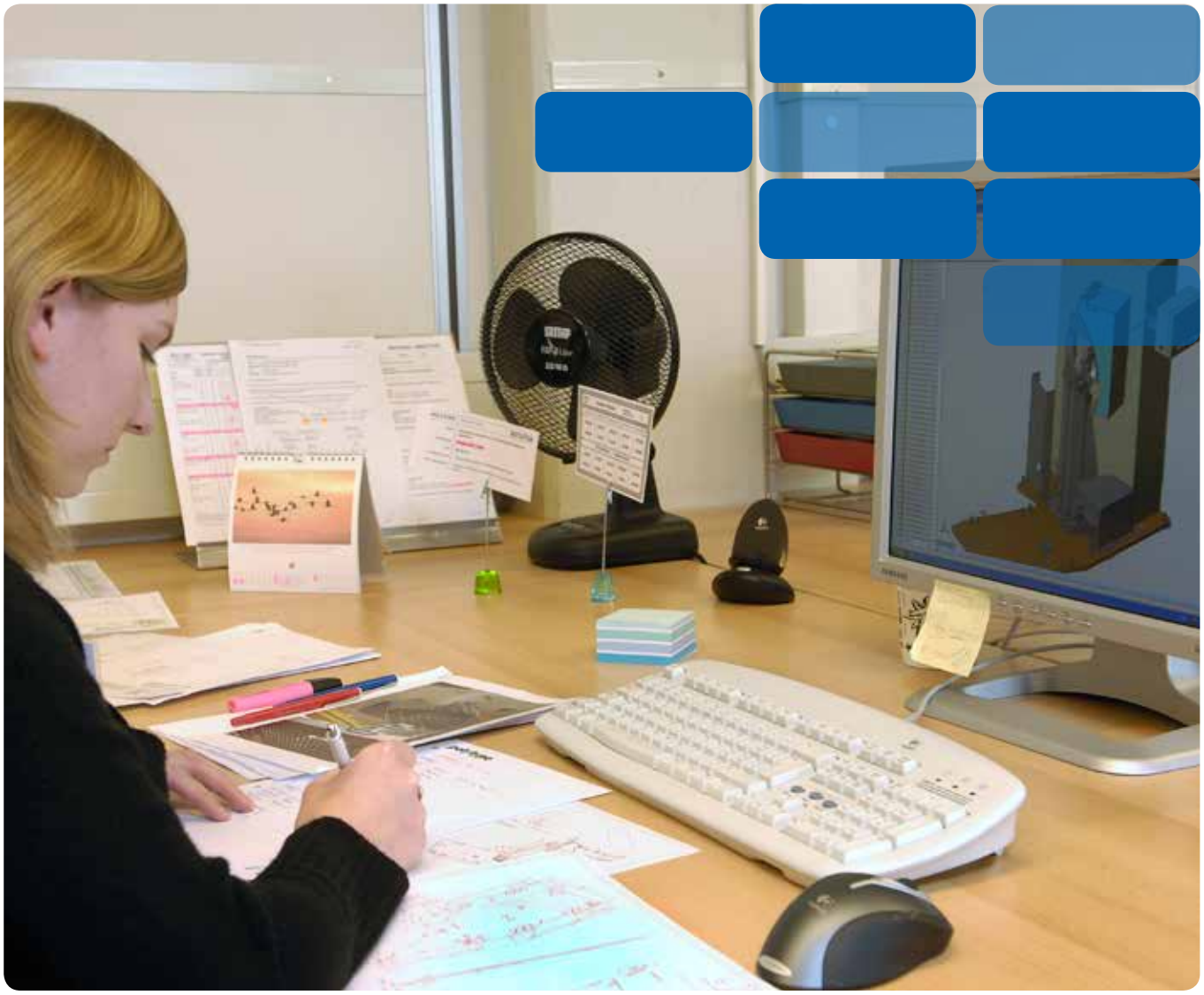
Gestaltungstechnik



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

EDITION SWISSMEM

SWISSMEM Berufsbildung

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
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.

SWISSMEM

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 «Fünfjahresüberprüfung» 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 neu 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
Ucukalo 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

1. Allgemeine Grundsätze

1.1	**Fertigungsverfahren unterscheiden**	**9**
1.1.0	Aktivierungsfragen	9
1.1.1	Fertigungsverfahren	10
1.1.2	Übungsaufgaben	13
1.1.3	Repetitionsfragen	14

2. Urformen

2.1	**Giess- und Sinterverfahren unterscheiden**	**15**
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
2.2	**Kunststoffverfahren unterscheiden**	**29**
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

3. Umformen

3.1	**Umformverfahren unterscheiden**	**37**
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

4. Trennen

4.1	**Trennverfahren unterscheiden**	**45**
4.1.0	Aktivierungsfragen	45
4.1.1	Trennen	46
4.1.2	Übungsaufgaben	51
4.1.3	Repetitionsfragen	52

5. Fügen

5.1	**Fügeverfahren unterscheiden**	**53**
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
5.2	**Schweissverfahren unterscheiden**	**75**
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

6. Beschichten

6.1 Beschichtungsverfahren unterscheiden 85
6.1.0 Aktivierungsfragen 85
6.1.1 Beschichten 86
6.1.2 Übungsaufgaben 90
6.1.3 Repetitionsfragen 91

7. Stoffeigenschaften ändern

7.1 Stoffeigenschafts-Änderungsverfahren unterscheiden 93
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

8. Maschinenelemente

8.1 Maschinenelemente unterscheiden, anwenden 99
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

9. Sicherheitsgerechtes Konstruieren

9.1 Sicherheitsaspekte unterscheiden 129
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

KORE 2.4

1.1.0 Aktivierungsfragen

1.1.0.1 Nennen Sie mindestens fünf verschiedene Fertigungsverfahren.

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.

1.1.0.4 Was ist für die Wahl von Fertigungsverfahren relevant?

1.1 Fertigungsverfahren unterscheiden

1.1.1 Fertigungsverfahren

KoRe 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4

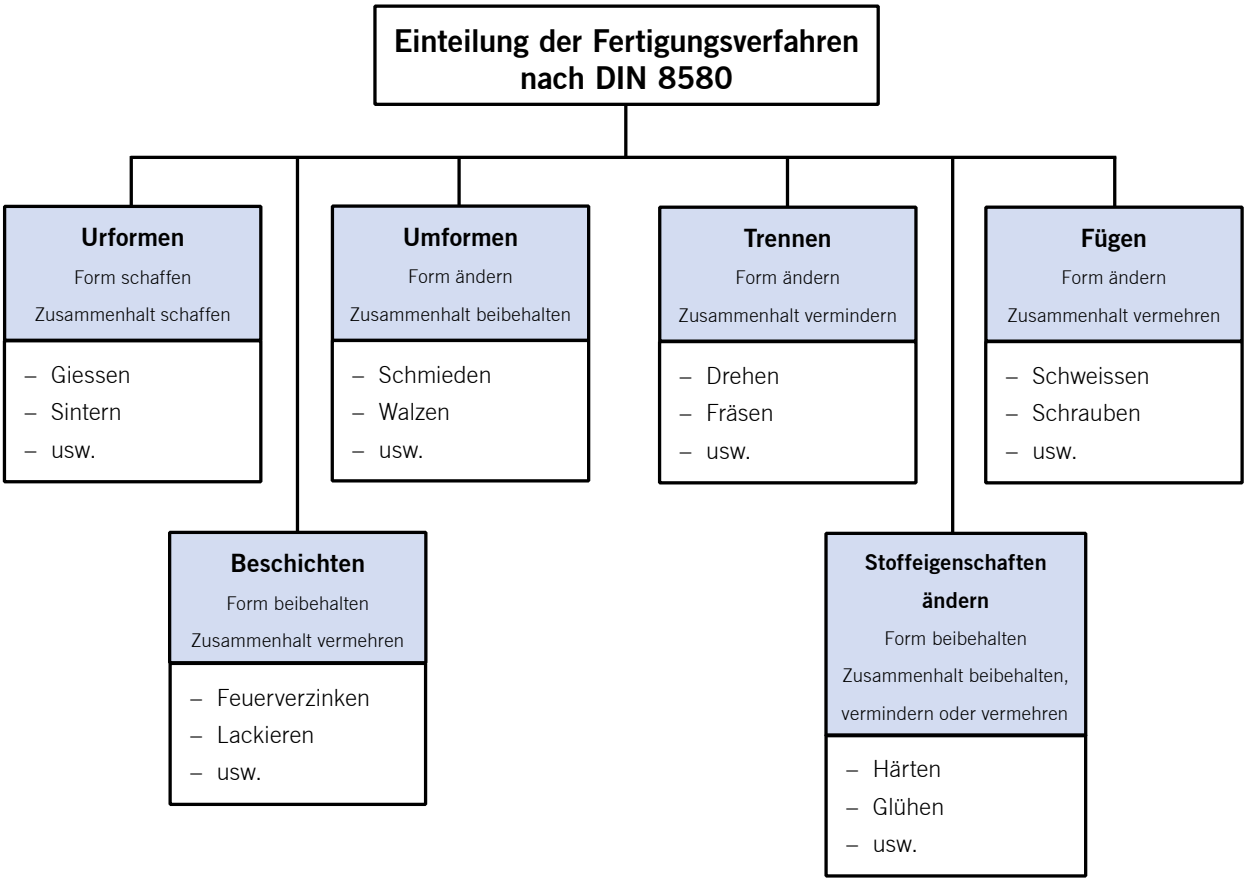
In der Fertigungstechnik werden Fertigungsverfahren definiert, die zur Herstellung von geometrisch bestimmten, festen Körpern dienen. Diese Körper können sowohl Halbzeuge, oder auch Bestandteile von technischen Gebilden sein. In der Regel müssen mehrere Fertigungsverfahren miteinander kombiniert werden, 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.



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

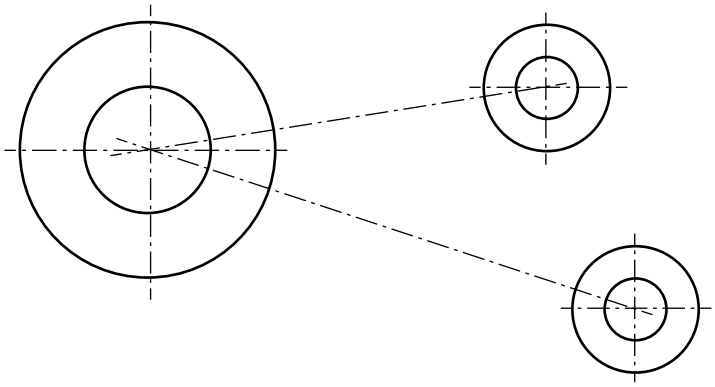
In den verschiedenen Ausbildungseinheiten dieses Lehrganges zeigen wir Ihnen verschiedene Gestaltungsbeispiele auf. Aus den funktionalen Anforderungen an die Werkstücke sind viele gestalterische Varianten möglich.

Beispiel

Wir zeigen Ihnen anhand eines Beispieles, wie Sie während des Konstruktionsvorganges Lösungsvarianten eines Bauteiles erarbeiten können. Dabei sind nebst 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.

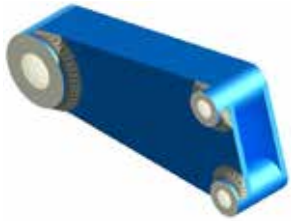


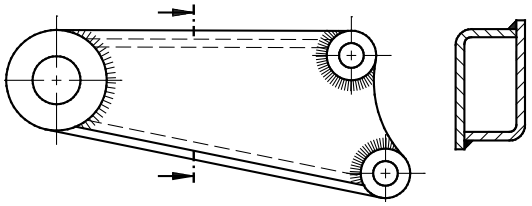
1.1 Fertigungsverfahren unterscheiden

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

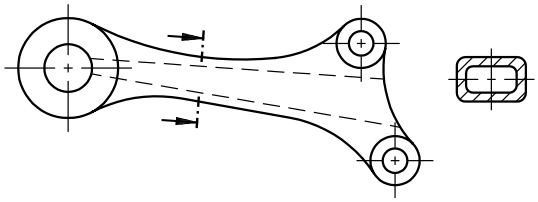






Gegossenes Werkstück mit Kern

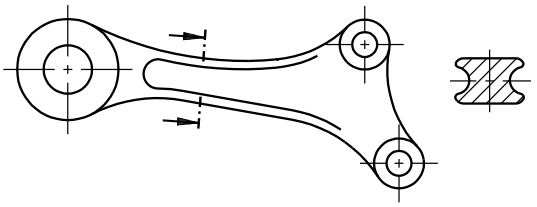






(Gesenk-)Schmiedeteil







Körper aus technischem Kunststoff



