Konstruktionsmethodik



1. Allgemeine Grundsätze 11
2. Planen 19
3. Konzipieren 57
4. Entwerfen 97
5. Ausarbeiten 123
6. Praktische Anwendung 139

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.

Vorwort

Der Lehrgang «Konstruktionsmethodik» 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.

März 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, Ypsomed AG, Burgdorf
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
Ferag AG, Hinwil
Bühler AG, Uzwil
Maschinenfabrik Rieter AG, Winterthur
Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-Schorndorf

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Grundsätze

1.1 Einführung in das Konstruieren 11
1.1.0 Grundsatzfragen 11
1.1.1 Was ist Konstruieren? 12
1.1.2 Warum Konstruktionsmethodik? 12
1.1.3 Konstruktionsprozess 13
1.1.4 Konstruktionsphasen 14
1.1.5 Konstruktionsarten 15
1.1.6 Übungsaufgaben 16
1.1.7 Repetitionsfragen 17

2. Planen

2.1 Aufgabenstellung interpretieren 19
2.1.0 Aktivierungsfragen 19
2.1.1 Aufgabenstellung 20
2.1.2 Lastenheft 20
2.1.3 Projektauftrag 21
2.1.4 Vergleich Lastenheft / Projektauftrag 21
2.1.5 Informationen beschaffen 22
2.1.6 Informationsquellen 24
2.1.7 Informationsumfang 25
2.1.8 Projekt «Spannvorrichtung» 26
2.1.9 Repetitionsfragen 30
2.2 Pflichtenheft/Anforderungsliste interpretieren und erstellen 31
2.2.0 Aktivierungsfragen 31
2.2.1 Pflichtenheft 32
2.2.2 Anforderungsliste 32
2.2.3 Aufbau und Inhalt von Pflichtenheft bzw. Anforderungsliste 32
2.2.4 Vergleich Pflichtenheft / Anforderungsliste 33
2.2.5 Ordnen und Beurteilen der Informationen 34
2.2.6 Freigabe des Pflichtenheftes 34
2.2.7 Strukturieren und Filtern von Informationen 35
2.2.8 Forderungen 37
2.2.9 Wünsche 37
2.2.10 Weitere Einflussgrössen 38
2.2.11 Beispiele von Einflussgrössen 40
2.2.12 Anforderungsliste Projekt «Spannvorrichtung» 43
2.2.13 Übungsaufgabe 44
2.2.14 Repetitionsfragen 45
2.3 Termin-, Personal- und Kostenplanung erstellen 47
2.3.0 Aktivierungsfragen 47
2.3.1 Vorgehen der Planung 48
2.3.2 Terminplan 49
2.3.3 Personalplanung 52
2.3.4 Kostenplanung 53
2.3.5 Übungsaufgaben 54
2.3.6 Repetitionsfragen 55

3. Konzipieren

3.1 Funktionsstruktur erstellen 57
3.1.0 Aktivierungsfragen 57
3.1.1 Funktionsstruktur 58
3.1.2 Funktionsstruktur Projekt «Spannvorrichtung» 59
3.1.3 Übungsaufgaben 60
3.1.4 Repetitionsfragen 61

Inhaltsverzeichnis

3.2 Methoden zur Lösungssuche unterscheiden 63
3.2.0 Aktivierungsfragen 63
3.2.1 Konzipieren 64
3.2.2 Methoden zur Lösungssuche 64
3.2.3 Übungsaufgaben 78
3.2.4 Repetitionsfragen 79
3.3 Methoden der Entscheidungsfindung unterscheiden 81
3.3.0 Aktivierungsfragen 81
3.3.1 Methoden zur Entscheidungsfindung 82
3.3.2 Zusammenfassung der Methoden zur Entscheidungsfindung 91
3.3.3 Vorteil-Nachteil-Vergleich Projekt «Spannvorrichtung» 92
3.3.4 Auswahlliste Projekt «Spannvorrichtung» 93
3.3.5 Übungsaufgaben 94
3.3.6 Repetitionsfragen 95

4. Entwerfen

4.1 Entwurf erstellen 97
4.1.0 Aktivierungsfragen 97
4.1.1 Entwerfen 98
4.1.2 Gestaltungsgrundregeln 99
4.1.3 Gestaltungsrichtlinien 100
4.1.4 Bewertungsmatrix eines Entwurfs 118
4.1.5 Feinentwurf Projekt «Spannvorrichtung» 119
4.1.6 Übungsaufgaben 121
4.1.7 Repetitionsfragen 122

5. Ausarbeiten

5.1 Technische Unterlagen erstellen 123
5.1.0 Aktivierungsfragen 123
5.1.1 Ausarbeiten technischer Unterlagen 124
5.1.2 Arten technischer Unterlagen 125
5.1.3 Stücklisten 128
5.1.4 Stücklistenarten 130
5.1.5 ERP-System 132
5.1.6 Weitere technische Unterlagen 134
5.1.7 Erfahrungsrückfluss 134
5.1.8 Zeichnungsprüfung 135
5.1.9 Übungsaufgaben 136
5.1.10 Repetitionsfragen 137

6. Praktische Anwendung

6.1 Lehrgang umsetzen 139
6.1.1 Projekt «Bohrvorrichtung» 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 Konstruktionsmethodik 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 Produktentwicklung

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 Produktentwicklung sind nachfolgende Punkte zur Ressourceneffizienz zu berücksichtigen.
Konstruktionsprozess:
- Ökobilanzen für Werkstoffe und ihre Anwendungen nachschlagen und für die Wahl von Werkstoffen und Fertigungsverfahren benutzen
- Ökologische Material- und Produktnormen und -richtlinien (z.B. Ökodesign Richtlinie der EU 2009/125/EG) und weitere Standards für ressourcen- und umweltschonende Werkstoffe und Fertigungsverfahren anwenden
- Werkstoffe bei der Konstruktion ressourcen- und umweltschonend einsetzen
- Geräte, Werkstoffe, Chemikalien und Gifte fach- und umweltgerecht anwenden, wiederverwerten und entsorgen
- Betriebsinterne Vorgaben zum Umweltmanagement (z.B. EMAS, ISO 14001 u.a.) anwenden

Systematische Lösungssuche:
- Kreativitätstechniken anwenden, um Lösungen für ressourcen- und umweltschonende Werkstoffe und Fertigungsverfahren zu entwickeln

Entscheidungstechniken:
- Varianten mit herkömmlichen material- und energieeffizienten Werkstoffen und Fertigungsverfahren vergleichen und bezüglich Funktionalität, Ökobilanz und Kosten bewerten

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.

Grundidee des Lehrganges

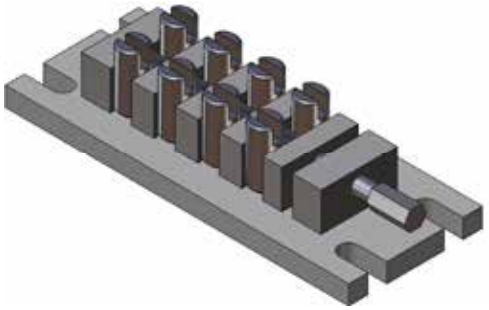
Aufbau des Lehrganges
In der ersten Ausbildungseinheit werden die allgemeinen Grundsätze des Konstruierens bzw. der Konstruktionsmethodik erklärt.

Die zweite bis und mit fünfte Ausbildungseinheit beinhaltet die eigentliche Erarbeitung der einzelnen Teilschritte der Konstruktionsmethodik. Dabei bildet jeder Teilschritt der Konstruktionsmethodik eine Ausbildungseinheit.

Die sechste Ausbildungseinheit gibt Ihnen einen Überblick, hilfreiche Tipps und Hinweise über sicherheitsgerechtes Konstruieren.
In der letzten Ausbildungseinheit können Sie den Lehrgang anhand eines Projektes nochmals in die Praxis umsetzen.

Projekt «Spannvorrichtung»

Das **Projekt «Spannvorrichtung»** wird Sie während der Erarbeitung der Teilschritte der Konstruktionsmethodik begleiten. Dieses Projekt ist Bestandteil der Theorie, an welchem das jeweils Behandeltebeispielhaft dargestellt wird.



«SPANNVORRICHTUNG»

Pilotprojekt «GRESSEL»

Im dazugehörigen Übungsteil einer Ausbildungseinheit können Sie den behandelten Theorieteil am Pilotprojekt **«GRESSEL»** jeweils selbstständig in die Praxis umsetzen.



«GRESSEL-BOHRMASCHINEN-SCHRAUBSTOCK ECOPOS 80-M»

Der Vorteil dieses Vorgehens besteht darin, dass Sie zuerst die Theorie anhand eines Beispieles erarbeiten und diese anschliessend im Übungsteil an einem konkreten Projekt anwenden können.

Empfehlungen
Am Ende dieses Lehrganges, im Kapitel **«Lehrgang umsetzen»**, können Sie an einem weiteren Projekt das Erlernte umsetzen. Ergänzend zum Lehrgang befinden sich **online** (Bestandteil der Lösungsausgabe) weitere interessante Projekte für Sie zur Auswahl. Zudem sind bei Swissmem auch andere Ausbildungsprojekte erhältlich, wie z.B. die **Projektsammlung KRPR 1K**. Selbstverständlich können Sie auch firmeneigene Projekte realisieren. Von grosser Bedeutung ist dabei, dass Sie bei allen Projekten mit der gleichen Systematik vorgehen. Bearbeiten Sie Projekte mit steigendem Schwierigkeitsgrad in der gleichen Art und Weise. So können Sie Ihre Sicherheit in der Konstruktionsmethodik trainieren.

Wir empfehlen Ihnen, **vor** der Bearbeitung des Lehrganges «Konstruktionsmethodik» sich mit den Lehrgängen **«Zeichnungstechnik»** und **«Gestaltungstechnik»** das grundlegende zeichnerische und gestalterische Rüstzeug anzueignen.

Notizen

1.1 Einführung in das Konstruieren

– Den Begriff «Konstruieren» kennenlernen
– Die Phasen des Konstruktionsprozesses kennenlernen
– Die verschiedenen Konstruktionsarten unterscheiden

KORE
3.1.1
3.1.2
3.1.3

1.1.0 Grundsatzfragen

1.1.0.1 Was verstehen Sie unter dem Begriff «Konstruieren»?

1.1.0.2 Welche Tätigkeiten gehören Ihrer Meinung nach zum Konstruieren?

1.1.0.3 Erklären Sie den Begriff «Konstruktionsmethodik»?

1.1.0.4 Wie ist in Ihrem Betrieb die Konstruktionsabteilung organisiert? Wie sieht das Organigramm aus?

1.1 Einführung in das Konstruieren

1.1.1 Was ist Konstruieren?

Der Begriff «Konstruieren» stammt aus dem Lateinischen («con»=zusammen und «struere»=bauen) und bedeutet so viel wie entwerfen, gestalten, entwickeln und bauen. Ein Konstrukteur befasst sich demnach mit der Entwicklung und dem Bau von technischen Apparaten, Geräten, Maschinen und Anlagen.

Konstruieren ist das vorwiegend schöpferische auf Wissen und Erfahrung gegründete und optimale Lösungen anstrebende Vorausdenken technischer Erzeugnisse, Ermitteln ihres funktionellen und strukturellen Aufbaus und schaffen fertigungsreifer Unterlagen. Konstruieren ist eine schöpferische, geistige Tätigkeit!
Eine gute Konstruktion zeichnet sich aus durch ein optimal funktionierendes Produkt, welches mit minimalem Aufwand gefertigt wird, den Kundenanforderungen entsprechende Qualität aufweist und unsere Umwelt möglichst wenig belastet.

Wie aber erreichen wir diese anspruchsvollen Ziele die eine Konstruktion erfordert?

1.1.2 Warum Konstruktionsmethodik?

Die steigenden Produkteanforderungen, die Komplexität der Probleme und die Vielfalt der Wissensquellen erfordern von den Konstrukteuren/innen methodisches Arbeiten. Die Entscheidungen, die in der Konstruktionsphase getroffen werden, sind für den späteren Erfolg des Produkts verantwortlich. Dabei werden nicht nur Funktionalität und Gestalt, sondern zum grössten Teil auch die Kosten festgelegt. In der Produkteentwicklung liegt grosses Potenzial für Kostenreduzierungen und Qualitätsverbesserungen. Erfolgreiches Konstruieren verlangt einerseits eine systematische Arbeitsweise und andererseits kreative Einfälle und Ideen.
Das methodische Vorgehen mittels Teilschritten gewährleistet ein zielorientiertes Vorgehen. Man ist stehts über den Projektfortschritt informiert und kann dadurch laufend über das weitere Vorgehen entscheiden. Dies bedeutet auch, dass durch das methodische Vorgehen einem die Chance gegeben ist, Zielkorrekturen vornehmen zu können oder ein Projekt abzubrechen.



Ein Projekt nach methodischer Projektarbeit abzubrechen, weil es sich als technisch nicht realisierbar erweist, ist qualitativ hochstehende Projektarbeit.

Die Konstruktionsmethodik ist erlernbar und dies beabsichtigen wir mit diesem Lehrgang. Wir zeigen Ihnen anhand der Konstruktionsmethodik, wie Konstruktionsaufgaben strukturiert und systematisch, d.h. Schritt für Schritt gelöst werden können. Ebenso vermitteln wir Ihnen Kreativitätstechniken, damit Sie originelle Lösungen finden und umsetzen können. Wir zeigen Ihnen, wie ein solcher Konstruktionsprozess ablaufen kann, welche Fragen zu klären sind und wie eine Lösung gefunden wird.

Vorteile der Konstruktionsmethodik
Die Konstruktionsmethodik bringt dem zu Folge folgende Vorteile mit:
– ist bei jeder konstruktiver Tätigkeit anwendbar
– ermöglicht und erleichtert das Finden optimaler Lösungen
– Lösungen entstehen nicht zufallsbedingt
– vereinfacht die Diskutierbarkeit aller Lösungen
– erleichtert die Arbeit
– ist zeitsparend
– es können Fehlentscheidungen erkannt und vermieden werden
– erleichtert die Planung und Koordination von Teamarbeit
– dient als Anleitung und Richtschnur für den Projektleiter der Entwicklungteams

Ziele der Konstruktions-methodik
Das Ziel der Konstruktionsmethodik ist es Methoden und Hilfsmittel zur Entwicklung von technisch optimalen Produkten bereitzustellen. Sie ist als methodische Stütze gedacht. Deshalb ist es wichtig zu wissen, dass die konstruktive Erfahrung des Konstrukteurs nach wie vor eine wesentliche Rolle spielt.