

## 1 Konstruktionsmethodik, Orientierungsbereiche

Technisch	Organisatorisch	Persönlich
Neukonstruktionen	Rationalisierung der Konstruktion	Bewältigung neuer Situationen
Anpassungskonstruktionen	Reduktion der Konstruktionszeit	Kreativitätssteigerungen
Änderungskonstruktionen	Teamarbeit, Arbeitsteilung	Nachvollziehbare Konstruktionen
Basisinnovationen	Interdisziplinäre Arbeitsweise	Erweitertes Problembewusstsein
	Strukturierter Konstruktionsablauf	Präsentationsverbesserungen
	Objektive Konstruktion, Vermeidung subjektiver Einflüsse	Vertiefung des Fachwissens
	Langfristige Konstruktionsunterstützung	
	Einarbeitungshilfe für Konstrukteure	

## 2 Zielstellung der Konstruktionsmethodik

- Überarbeitung von nicht mehr marktgerechten Produkten (Kosten, Funktionalität, Qualität etc.)
- Umgehung von Nutzungsrechten
- Entwicklung von Serienprodukten
- Entwicklung von automatisierungsgerechten Produkten
- Bearbeitung von Projekten, zu neuen Technologieformen
- Hilfestellung für Berufseinsteiger
- Wissenserweiterung

Konstrukteure scheuen sich häufig strukturiert vorzugehen, weil Sie das vermeintlich behindert. Spätestens, wenn

- die Konstruktion stagniert,
- die Arbeit länger unterbrochen wurde,
- das Projekt von einem Kollegen übernommen wurde,

ist die systematische Vorgehensweise vorteilhaft.

Die Erfahrung zeigt: Produktentwicklung liegen bei ca.5 %, gemessen an den Gesamtkosten, aber es werden in der Entwicklungsphase bereits 70% der Projektkosten generiert.

### 3 Arbeitsschritte des Konstruierens

- (1) Präzisieren durch Abstraktion der Aufgabestellung
- (2) Funktionen definieren
- (3) Lösungsprinzipien finden
- (4) Gliedern in Teillösungen
- (5) Gestalten der Teillösungen
- (6) Synthese, Teillösungen zur Gesamtlösung zusammenfassen
- (7) Anfertigung der Primärdokumente Primärdokumente:
  - Einzelteilzeichnungen
  - Zusammenbauzeichnungen
  - Stücklisten
  - Fertigungsplane
  - Montagepläne

### 4 Ziele des Konstrukteurs

	Zielgrößen	
Aufgabe	Lösung	Ergebnis
Erkennen des eigentlichen Kundenwunsches	Technisch fundierte Lösungsprinzipien	Zufriedenheit des Kunden
Abstraktion der Aufgabenstellung	Moderne Lösungsstrukturen	

## 5 Auftragsdokumente

Der Kunde beschreibt sein Erzeugnis und liefert das:

### 5.2 Lastenheft

Mit dem Kunden erfolgt eine Konkretisierung des Lastenheftes, dieses wird zur:

### 5.3 Anforderungsliste (Hilfsmittel: Anforderungskatalog)

Klären der Anforderungen vom Kunden:

Welche Bedingungen sind bekannt?

Welche Informationen fehlen?

Welche werden unausgesprochen vorausgesetzt?

Die Fortschreibung der Anforderungsliste führt zum:

### 5.4 Pflichtenheft

Änderungen im Zuge des Konstruktionsprozesses sind schriftlich zu formulieren und dem Pflichtenheft beizufügen.

### 5.5 Zusammenfassung in Übersichtsform

Die Anforderungsliste ist kein offizielles Dokument. Die VDI 2519 bezeichnet auch die, vom Kunden erstellte, Vorform des Lastenhefts als Anforderungsliste.

Lastenheft / Anforderungsliste	Pflichtenheft
Bearbeitung durch: Kunde und Konstrukteur	Bearbeitung durch: Lieferant und Kunde (Werkvertrag)
Festlegung von Zweck und Eigenschaften, WAS und WOFÜR	WIE und WOMIT
enthält Anforderungen und Randbedingungen	enthält Lastenheft mit Realisierung der Anforderungen

## 6 Aufgabenstellung

### Der Kunde formuliert die Aufgabenstellung nach seinen „begrenzten“ Vorstellungen

**„Jede Aufgabenstellung ist falsch – es fragt sich nur, wie sehr“**

Warum sagt der Kunde nicht, was er will?

1. Der Kunde geht unausgesprochen davon aus, dass bestimmte **ErzeugnisEigenschaften selbstverständlich** vorhanden sind (Basismerkmale: Auto kann fahren)
2. Der Kunde erklärt seinen Wunsch mit Hilfe ihm **bekannter technischer Begriffe** aus („brauche einen Schraubendreher“ statt „möchte Schraube eindrehen“)
3. Der Kunde weiß nicht, was alles **technisch möglich** ist (sucht Schraubenschlüssel, weiß nicht, dass es auch evtl. besser geeignete Drehmomentschlüssel gibt)
4. Der Kunde ist sich selbst über seine Ziele nicht klar, er hat **keine weiterreichende Strategie**

Daraus folgt:

Der Kunde will nicht sagen, was er mit einem konkreten Auftrag bezweckt. Man spricht vom **Need-to-Know-Prinzip**

Zur Klärung der Aufgabenstellung gemeinsam mit dem Kunden bietet sich die Methode der „5 Warum“ an:

#### Beispielsweise:

Warum diese Aufgabe?

Warum soll ich Nüsse knacken?

Warum möchtest du Nüsse essen?

Warum brauchst du etwas Kalorienreiches?

Warum fühlst du dich frustriert

Die so gefundene übergeordnete Aufgabe ist das **Oberziel**.

Die Kenntnis des **Oberziels** ist Grundlage für das Verständnis des Kunden.

Wie findet man heraus, was denn wirklich das Problem ist?

Diese Frage ist das Kernthema der Produktdefinition.

**Aufgabenstellungen sollen lösungsneutral formuliert werden**

## 7 Auslöser einer Produktentwicklung

gesellschaftliches Bedürfnis:	Was wird gebraucht? Wer ist wann Kunde? Wer will was?
Das <b>Oberziel</b> erkennen:	Was wird mit dem Erzeugnis gemacht? Was kann sonst noch gemacht werden? Wer benutzt das Erzeugnis? Wie ist die Umgebung? Welche Extremsituationen können auftreten? Wie hat man es früher gemacht? Wie wird man es morgen machen?

**Das Konzept wird als „System- oder Lösungsarchitektur“ bezeichnet.**

## 8 Lösungen suchen

Grundsätzlich werden eine Mehrzahl von (noch nicht detaillierten) Lösungsvarianten konzipiert (mind. 3 Varianten). Der Begriff „Konzept“ sollte durch **„System- oder Lösungsarchitektur“** ersetzt werden. Grundsätzliche Lösungen werden „Lösungsprinzipien“ genannt.

### 8.1 Methodische Vorgehensweise

#### 8.1.1 Bottom- Up- Methode

Bei der Lösungssuche „Bottom- Up“ wird das System aus dem „Nichts“ aufgebaut, indem man benötigte Funktionen beschreibt. Dieser Ansatz ist bei Neuentwicklungen unumgänglich.

- **diskursive** (logisch) Vorgehensweise

mittels: -Morphologischen Kasten aus Kategorien herleiten

Beachte: Teilfunktionen haben mehrere Teillösungen

-Konstruktionskataloge (Lösungsvorgaben, Spann- und Bestimmvarianten)

oder die

- **intuitive** Vorgehensweise

mittels: -Brainstorming  
-Brainwriting  
-Galeriemethode

### 8.1.2 Top- Down- Methode

Bei „Top-Down“ werden komplette Systeme untersucht und Funktionen analysiert. In der Praxis ist dies die wichtigste Informationsquelle. Vorteil: man findet nicht nur einzelne Funktionslösungen, sondern gleich zusammenhängende Funktionsarchitekturen.

- Ähnliche Systeme suchen, Funktionen analysieren
  - Wettbewerbersysteme
  - Systeme aus früheren Zeiten
  - Systeme aus anderen Kulturen
  - Systeme mit ähnlicher Funktion, z.B. funktionsorientierte Suche
- Patentrecherche
- Fachliteratur

Die Kombination beider Ansätze erfolgt bei der Neukonstruktion bzw, bei der Umsetzung innovativer Lösungen. Das CAD nutzt explizit diese Vorgehensweise. Theoretisch betrachtet, werden in einem morphologischen Kasten neue Lösungskombinationen dargestellt.

## 8.2 Ideale Lösung

Die „Ideale Maschine“ ist ein Ausdruck für die pure Funktion, sie ist keine physische Realisierung.

Die „Ideale Maschine“ stellt ihre Funktionen zur Verfügung, ohne selbst zu existieren.

Die „Ideale Maschine“ ist unabhängig von einer späteren Realisierung.

- Kompromisse werden nicht akzeptiert.
- Die Ideale Maschine bedarf keiner Wartung und nimmt keinen Platz in Anspruch.

### ***Hieraus folgt ein ideales Endresultat***

#### Beispiel:

Eine Ölpumpe soll also nicht unbedingt „Öl pumpen“ (auf welche Weise auch immer), sondern ermöglichen, dass der Motor reibungsarm läuft.

#### Daraus folgt:

Die ideale Lösung oder ideale Maschine ermöglicht also den reibungsfreien Motor, ohne selbst physisch zu existieren.

#### Aufgabenstellung lautet:

Wie kann man den Motor schmieren OHNE eine Ölpumpe?

Beispiel:

Eine Ölpumpe soll nicht weniger Energie verbrauchen, sondern gar keine, sie soll nicht besser zu regeln sein, sondern sich vollkommen selbst regeln. Das Öl soll nicht langsamer altern, sondern gar nicht mehr.

**Lösungen, die wir vor Augen haben, behindern uns, bessere zu finden**

### 8.3 Beste Lösung durch Abstraktion

Die Abstraktion einer Aufgabenstellung beschleunigt die methodische bzw. systematische Vorgehensweise.

Durch die Konstruktionssystematik werden große und wichtige Aufgaben umfassend, nachvollziehbar und tiefgründig realisiert.

Die Suche nach dem eigentlichen Kundenwunsch erklärt das Oberziel und stellt damit den wichtigsten Aspekt zur Abstraktion dar. Dadurch werden vorhandene Vorstellungen reduziert und die Konstruktionsfreiheit erweitert.

Beispiel:

Falsch: Konstruktion eines Förderbandes für Getreide

Richtig: Konstruktion einer Einrichtung zum Transport von Schüttgut

## 9 Festlegung des Abstraktionsgrades durch beschreiben der Funktion

**so abstrakt formulieren, dass man dabei kein Bild mehr vor Augen hat**

### 9.1 Begriff der Funktion

Die Formulierung der Funktionen ist für die Findung der optimalen Realisierungsart wichtig.

Objekt	Sachverhalte formulieren	
	<b>schlecht</b>	<b>gut</b>
Schalter	Strom schalten	Energiefluss steuern
Ölpumpe	Öl pumpen	Flüssigkeit fördern
Heizlüfter	Luft erwärmen	Umgebung erwärmen
Waage	Zucker wägen	Schüttgut portionieren

Beispiele (aus VDI 2803)

**Funktionen stehen im Vordergrund und führen zu einer lösungsneutralen Formulierung!**

## 9.2 Definition der Funktion

Die Funktion beschreibt die gewünschte Wirkung.

**Funktionen: werden als <Objekt> <beeinflussen> beschrieben**

Merke: <beeinflussen> ist ein aktives Verb (nicht „können“, „gewährleisten“, „ermöglichen“, „erleichtern“ etc.

Das <Objekt> soll durch die Funktion messbar beeinflusst werden (verändert oder bewahrt).

Die Formulierungen von Funktionen werden konkret zur Beschreibung von Ist-Komponenten genutzt und stellen eine Verallgemeinerung für gesuchte Komponenten dar.

## 9.3 Funktionsarten

Hauptfunktion	Nebenfunktion	Unterfunktion	Innere Funktion	Schädliche Funktion
Erfüllt die Hauptaufgabe	Erfüllen weitere Aufgaben nach außen	Detaillieren die Hauptfunktion	Werden vom System erbracht (bspw. fugebeständige Verbindungen)	Unerwünschte Wirkungen (Wärmewirkung der Glühlampe)



## **9.4 Beispiel eines Auszuges einer Gliederung für einen Doppelgelenk-Knickarm**

- 1 Varianten zur Hauptfunktion „Führen“
  - 1.1 Gelenke
    - 1.1.1 2 Schubgelenke
    - 1.1.2 1 Schubgelenk und 1 Drehgelenk
    - 1.1.3 2 Drehgelenke
    - 1.1.4 Kugelgelenk
    - 1.1.5 Variantenvergleich
- 2 Varianten zur Hauptfunktion „Feststellen“
  - 2.1 Physikalisch Wirkeffekte
  - 2.2 Radiales Verspannen
  - 2.3 Axiales verspannen
- 3 Schließen des Lastflusses
  - 3.1 Lagergestaltung
  - 3.2 Lageranordnung
- 4 Lösungsarchitektur

u.s.w.