

Inhalt

1. Einführung

1.1 Der Konstruktionsbereich

1.1.1. Aufgaben und Tätigkeit

1.1.2. Stellung im Unternehmen

1.2. Die Notwendigkeit methodischen Konstruierens

Grundlagen

2.1.2. Energie-, Stoff- & Signalumsatz

2.1.3. Funktionszusammenhang

2.1.4. Wirkzusammenhang

2.1.5 Zielsetzungen, Bedingungen und Leitlinie

2.2. Grundlagen methodischen Vorgehens

3. Der Prozess des Planens und Konstruierens

4. Produktplanung und Aufgabenklärung

4.1. Produktplanung

4.1.1. Aufgabe und Vorgehen

4.1.2. Analysieren der Situation

4.1.3. Aufstellen von Suchstrategien

4.1.4. Finden von Produktideen

4.1.5. Auswählen von Produktideen

4.1.6. Definieren von Produkten (S.58)

4.2. Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung

4.2.2 Erarbeiten der Anforderungsliste

5. Konzipieren

5.1. Arbeitsschritte beim Konzipieren (VDI Abbildung S.67 u

5.2.1. Ziele der Abstraktion

5.3. Aufstellen von Funktionsstrukturen

5.3.1. Gesamtfunktion gibt

5.3.2. Aufgliedern in Teilfunktionen

5.4. Suche nach Lösungsprinzipien

5.5 Kombinieren von Lösungsprinzipien

5.6. Auswählen geeigneter Lösungsvarianten

5.7. Konkretisieren zu Konzeptvarianten

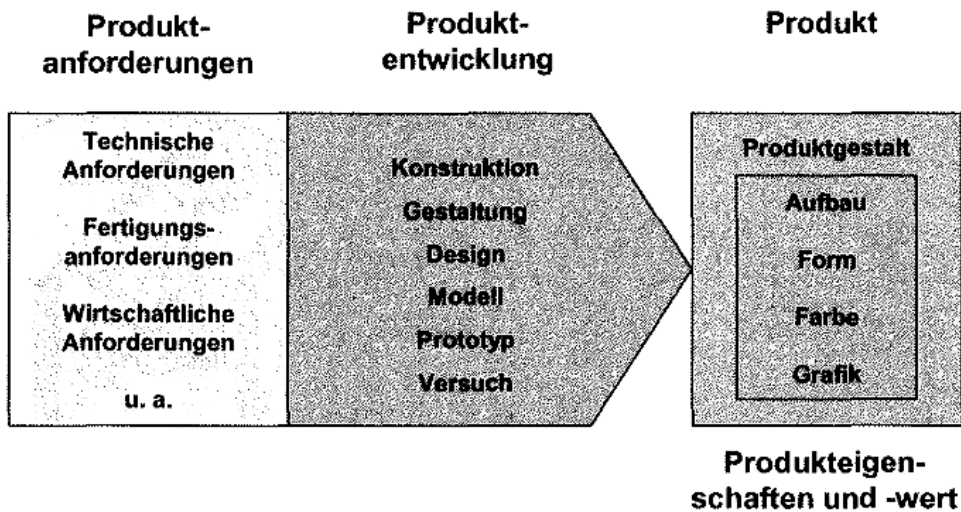
5.8. Bewerten von Varianten (S.111ff)

1. Einführung

1.1 Der Konstruktionsbereich

Definition Konstruieren:

- schöpferische Tätigkeit
- Ausgangspunkt: Problemstellung
- Suchen, Vergleichen & Bewerten von Lösungsalternativen



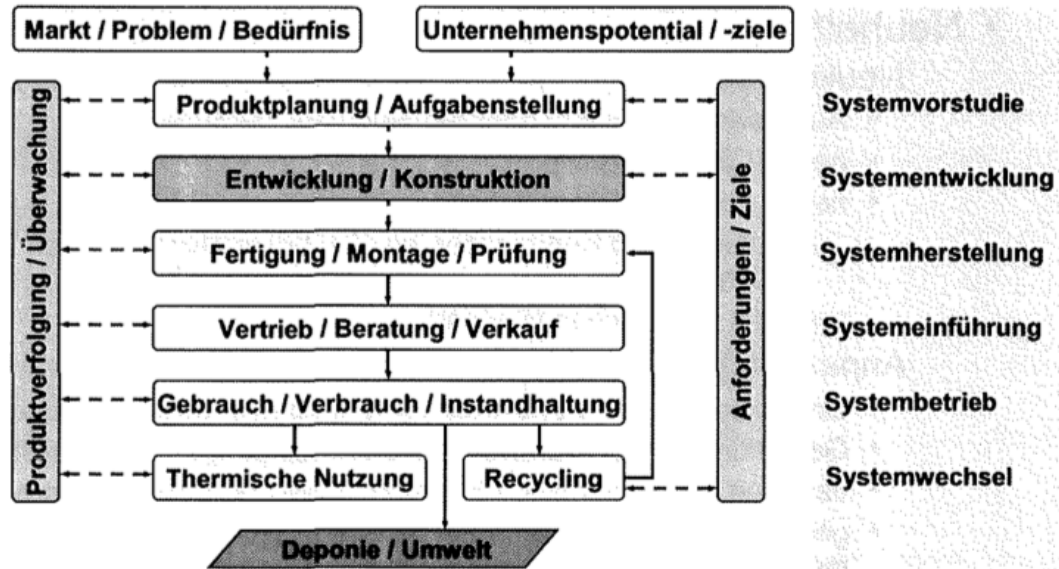
1.1.1. Aufgaben und Tätigkeit

KEINE "Arbeitsteilige Routine, SONDERN Teamarbeit in der Konstruktion

Konstruieren:

- methodisch gesehen:
 - Optimierungsprozess unter Zielsetzungen
 - zeitlich veränderten Anforderung
- organisatorisch gesehen:
 - wesentlicher Teil des Produktkreislaufs
 - Konstrukteur arbeitet eng mit anderen Bereichen

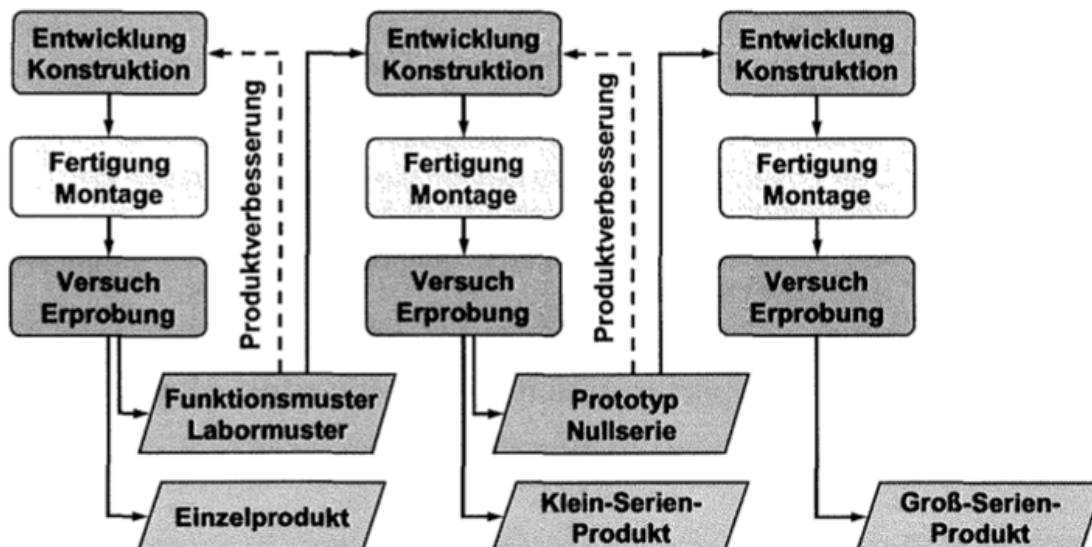
Produktkreislauf:



Aufgaben und Tätigkeiten hängen ab von:

1. Aufgabenherkunft
 - a. Serienproduktion
 - b. Kleinserienproduktion
2. Organisation
 - a. produktorientiert
 - b. problemorientiert
3. Neuheit
 - a. Neukonstruktion (neues Lösungsprinzip)
 - b. Anpassungskonstruktion (bekanntes Lösungsprinzip)
 - c. Variantenkonstruktion (gleiches Lösungsprinzip, geänderte Abmessungen)
4. Fertigung
 - a. Einzel- / Kleinserienfertigung
 - b. Serien- / Massenfertigung

Schrittweises Entwickeln eines Serienprodukts:



Ziele:

- Funktionsoptimierung
- Kostenoptimierung
- Gewichtsminimierung

Grobstrukturierung von Tätigkeiten:

- Konzipieren
- Entwerfen
- Ausarbeiten (Detaillieren)
- Sonstige
 - Berechnen
 - Infos beschaffen
 - Verwaltungsarbeiten

1.1.2. Stellung im Unternehmen

Seite 19 - 21

1.2. Die Notwendigkeit methodischen Konstruierens**Definition: Konstruktionsmethodik nach Pahl/Beitz:**

Konkrete Handlungsweisen zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme, die sich aus den Erkenntnissen der Konstruktionswissenschaft und der Denkpsychologie, aber auch aus den Erfahrungen mit den unterschiedlichen Anwendungen ergeben haben.

Dazu gehören:

- Ablaufpläne
- Regeln und Prinzipien
- Methoden zur Lösung

Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren:

ABlauf nach VDI Abbildung S23f

Grundlagen

Technische Gebilde:

Systeme, die mit ihrer Umgebung durch Eingangsgrößen (Inputs) und Ausgangsgrößen (Outputs) in Verbindung stehen.

2.1.2. Energie-, Stoff- & Signalumsatz

Technische Systeme dienen einem technischen Prozess, in dem Energien, Stoffe und Signale geleitet und/oder verändert werden.

Dabei ist in der Regel ein Fluß dominierend

Hauptfluß

Meistens ist ein weiterer Fluß begleitend

Energie:

- mechanisch, thermisch, elektrisch, chemisch

Stoff:

- Gas, Flüssigkeit
- Rohprodukt, Material, Prüfgegenstand, Behandlungsobjekt

Signal:

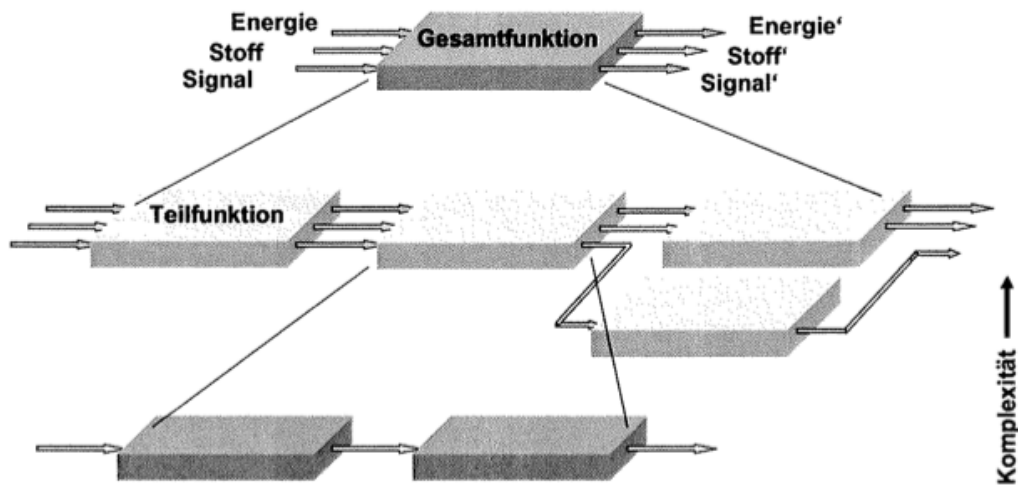
- Messgröße, Anzeige, Steuerimpuls, Daten

2.1.3. Funktionszusammenhang

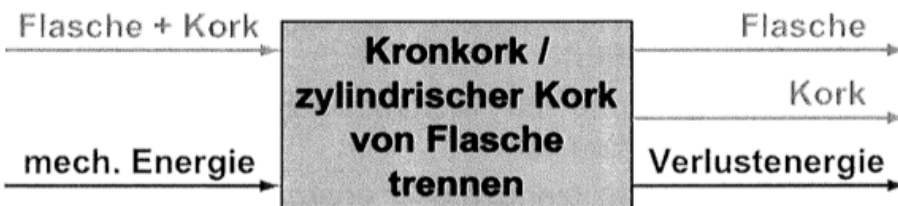
Funktion:

allgemeiner, gewollter Zusammenhang zwischen Eingang und Ausgang eines Systems mit dem Ziel, eine Aufgabe zu erfüllen

Gesamtfunktion lässt sich in Teilfunktionen aufgliedern



Beispiel:



Unterscheidung in:

1. Hauptfunktionen (dienen unmittelbar der Gesamtfunktion)
2. Nebenfunktionen (im Sinne von Hilfsfunktionen, unterstützender Charakter)

2.1.4. Wirkzusammenhang

Teilfunktionen in der Regel durch **physikalische, chemische oder biologische Geschehen**
physikalisches Geschehen wird in Wirkzusammenhang gebracht
⇒ Wirkprinzipien

Wirkzusammenhang:

- Geometrische & Stoffliche Merkmale
 - Wirkort

- Wirkgeometrie (Anordnung)
- Wirkbewegung
- Gestalt der Wirkfläche

Wirkprinzip:

- Gemeinsamkeit von:
 - physikalischem Effekt
 - geometrische & stoffliche Merkmale
- stellt den Lösungsgedanken für eine Funktion auf erster konkreter Stufe dar

2.1.5 Zielsetzungen, Bedingungen und Leitlinie

Generelle Zielsetzung bei Lösung technischer Aufgaben

- Erfüllung der technischen Funktion
- wirtschaftliche Realisierung
- Einhaltung der Sicherheit für Mensch und Umgebung

Leitlinie (vgl auch Abbildung S.36 o)

- Sicherheit (auch Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit)
- Ergonomie (Mensch, Maschine)
- Fertigung (Fertigungsart)
- Kontrolle (zu jedem Zeitpunkt)
- Montage
- Transport
- Gebrauch
- Instandhaltung
- Recycling
- Aufwand

2.2. Grundlagen methodischen Vorgehens

Methode:

Planmäßiges Vorgehen zum Erreichen eines bestimmten Ziels

Methodik:

Planmäßiges Vorgehen unter Einschluss mehrerer Methoden & Hilfsmittel

Systematik:

Ganzheitliche Betrachtung mit ordnenden Gesichtspunkten bzw Merkmalen

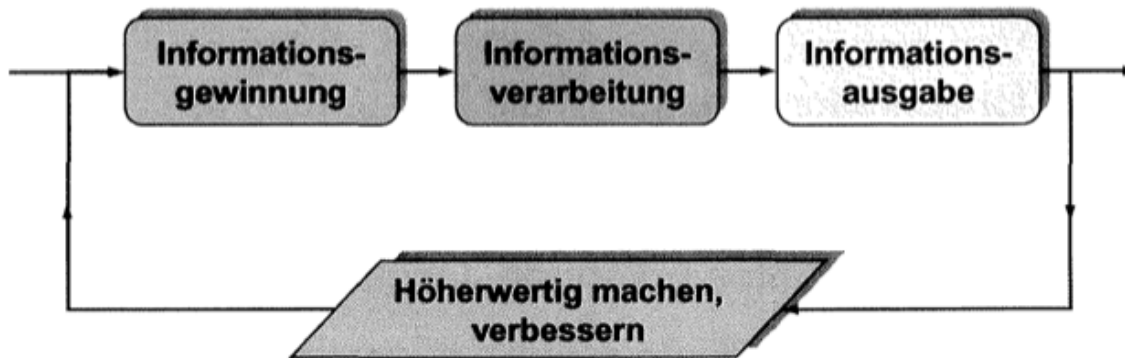
diskursiv:

von einem Gedankeninhalt zum anderen fortschreitend, dabei ist die Entstehung in Teilschritten verfolgbar

intuitiv:

einfallsbetontes Erkennen

Lösungsprozess als Informationsumsatz:

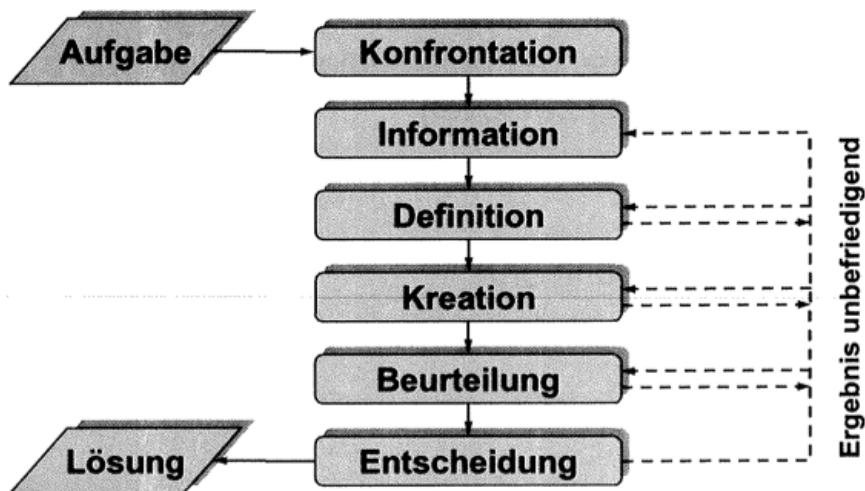


Allgemein anwendbare Methoden (Beschreibungen S.39 ff)

1. Methode des gezielten Fragens
2. Methode der Negation und Neukonzeption
3. Methode des Vorwärtsschreitens
4. Methode der Faktorisierung
5. Methode des Sytematisierens

3. Der Prozess des Planens und Konstruierens

Allgemeiner Lösungsprozess ist ein Iterationsvorgang



Gliederung in Arbeits- und Entscheidungsschritte stellt sicher, dass der notwendige und unlösbare Zusammenhang zwischen

- Zielsetzung
- Planung
- Durchführung
- Kontrolle

besteht

Arbeitsschritte beim Planen und Konstruieren: (S45ff)

4. Produktplanung und Aufgabenklärung

4.1. Produktplanung

4.1.1. Aufgabe und Vorgehen

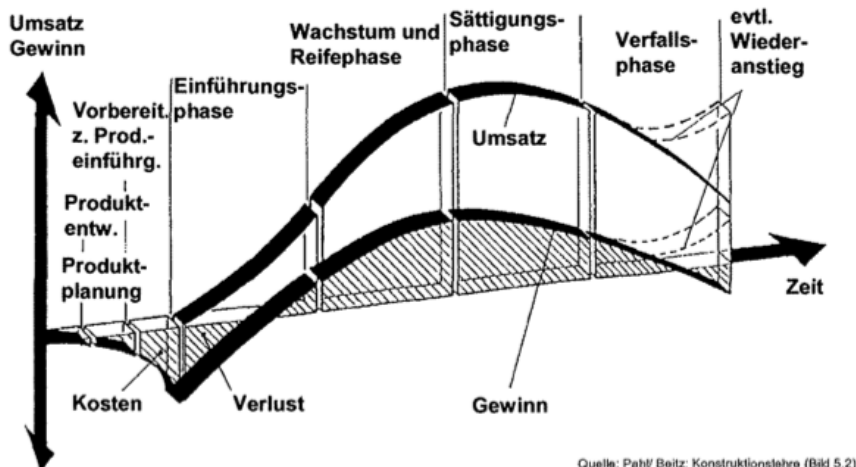
- Produktidee Produktentwicklungsprozess
- Ziel: zum richtigen Zeitpunkt das richtige Produkt auf den Markt zu bekommen
- Ausgangspunkt der Produktplanung: **Marketing**
- Kundenorientierung Kundenintegration (GFD)

Impulse für die Produktplanung (genauer S48)

- Impulse vom Umfeld
- Impulse vom eigenen Unternehmen

Vorgehen bei der Produktplanung (S.49ff)

Lebenszyklus eines Produkts:



4.1.2. Analysieren der Situation

- Lebenszyklus
- Produkt-Markt-Matrix
- Analyse der Wettbewerbssituation nach Kramer
- Abschätzen zukünftiger Entwicklungen
- Portfolio-Analyse (Beschreibung S.53)
- Portfolio-Matrix

4.1.3. Aufstellen von Suchstrategien

- Erkennen strategischer Freiräume (neue Produktplatzierungen)
- Erkennen von Bedürfnissen und Trends

4.1.4. Finden von Produktideen

- gleiche Suchmethodik wie bei Produktentwicklung möglich
 - Funktionsbetrachtungen
 - intuitive Methoden
 - diskursive Methoden
- Ausgangspunkt für neue Produkte können sein:
 - neue Produktfunktionen
 - andere Wirkprinzipien
 - neuartige Gestaltungen

Typische Fragestellungen zu: (S.57 u f)

- Funktion
- Wirkprinzip
- Gestaltung

4.1.5. Auswählen von Produktideen

4.1.6. Definieren von Produkten (S.58)

- Konkretisierung und Präzisierung der Produktidee
- vorläufige Anforderungsliste

4.2. Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung

4.2.2 Erarbeiten der Anforderungsliste

Inhalt:

- Forderungen
 - müssen erfüllt werden
 - ohne Erfüllung ist Lösung nicht akzeptabel
 - Mindestanforderungen durch entsprechende Formulieren angeben
- Wünsche
 - sollen nach Möglichkeit erfüllt werden
- Forderungen & Wünsche mit Quantitäts- & Qualitätsaspekten formulieren
 - Quantität (Anzahl, Zeiteinheit, etc)
 - Qualität (zulässige Abweichungen, besondere Anforderungen)

Aufbau

- Formular mit:
 - Kopf für organisatorische Daten
 - Spalten für Anforderung, Kennzeichnung, Verantwortlichkeit

Anforderungsliste für					
Firma:		Projektnummer:		Ausgabe vom:	
Bearbeiter:				Ers. Ausg. v.:	
F	Nr.	Anforderungen	Beschreibung,	Verantw./	Ände-
W		Forderung(F), Wunsch(W)	Quantifizierung	Quelle	rung

- eventuell in Teilsysteme (Funktions- bzw. Baugruppen)
- nach Merkmalen der Leitlinie
- Quellen und Verantwortliche angeben

- auf neuestem Stand halten

Hauptmerkmal-Leitlinie Anforderungsliste

Aufstellen von Anforderungen

1. Anforderungen sammeln
2. Anforderungen sinnfälliger ordnen
3. Anforderungsliste auf Formblättern erstellen, beteiligt. Abteilungen etc zustellen
4. Einwände & Ergänzungen prüfen und einarbeiten

Anforderungsliste für einen Flaschenöffner					
Projektnummer: 00017			Ausgabe vom 08.10.04		
Bearbeiter: Mustermann			Ersetzt Ausgabe vom 23.08.04		
F	Nr.	Anforderungen. Forderung(F), Wunsch(W)	Quantifizierung, Beschreibung	Ver- antw./ Quelle	Ände- rung
F	1	Flasche mit Kronkorken			
F	2	Flasche mit zylindrischem Korken			
F	3	Handbetätigung			
F	4	Bedienkraft	Max. 100 N		
F	5	Mobiler Einsatz			
W	6	Modernes Design			
W	7	Eignung als Werbegeschenk			
F	8	Fertigung: Blech Umformtechnik, Kunststoff-Spritzguß			
F	9	Stückzahl	100.000 pro Jahr		
F	10	Herstellkosten	Max. 2,00 EUR		

5. Konzipieren

= prinzipielle Festlegung einer Lösung durch:

- Abstrahieren auf die wesentlichen Probleme
- Aufstellen von Funktionsstrukturen
- Suche nach geeigneten Wirkprinzipien

5.1. Arbeitsschritte beim Konzipieren (VDI Abbildung S.67 u

5.2.1. Ziele der Abstraktion

- konventionelle Vorstellungen auflösen

Abstrahieren

Das Allgemeingültige und Wesentliche hervorheben

Wesenskern der Aufgabe

Gesamtfunktion

Vorgehen:

Schrittweise Abstraktion anhand der Anforderungsliste

1.Schritt: Gedanklich Wünsche weglassen

2.Schritt: Forderungen weglassen, die die Funktion und wesentliche Bedingungen nicht

unmittelbar betreffen

3.Schritt: Quantitative Angaben in qualitative umsetzen und dabei auf wesentliche Aussagen reduzieren

4.Schritt: Erkanntes sinnvoll erweitern

5.Schritt: Problem lösungsneutral formulieren

5.3. Aufstellen von Funktionsstrukturen

5.3.1. Gesamtfunktion gibt

- unter Bezug auf den Energie-, Stoff-, und Signalumsatz
- in Blockdarstellung
- Lösungsneutral

den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen so konkret wie möglich an

5.3.2. Aufgliedern in Teilfunktionen

Zielsetzung:

- für anschließende Lösungssuche erleichterndes Aufteilen in Teilfunktionen
- Verknüpfen zu einer einfachen und eindeutigen Funktionsstruktur

Aufgliedern in

- Haupt- und Nebenfunktionen
- Aufgabenspezifische Funktionen
- allgemein anwendbare Funktionen
- logische Funktionen

Funktionsstruktur mit allgemein anwendbaren Funktionen:

- hohes Abstraktionsniveau
- Verallgemeinerung lässt alle Lösungsmöglichkeiten offen
- erleichtert Systematisierung
- wenig anschaulich
- regt Praktiker nicht zur unmittelbaren Lösungssuche an

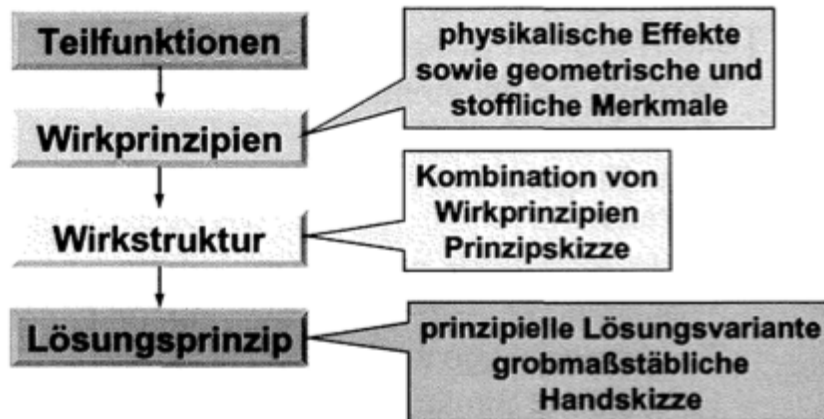
Funktionsstruktur mit logischen Funktionen:

- Beschreibung der Zusammenhänge zwischen:
 - Teilfunktionen (Wenn-dann)
 - Ein- und Ausgangsgrößen der Teilfunktionen
- Beschreibung mit logischen Funktionen (Boolesche Operationen)

Aufstellen von Funktionsstrukturen

1. Gesamtfunktion ermitteln
 - a. Stoff-, Energie-, und/oder Signalfluss als Hauptfluss
2. Teilfunktionen ableiten
 - a. mit erkennbaren Hauptfunktionen beginnen, durch Nebenfunktionen ergänzen
3. Funktionsstruktur aufstellen
 - a. Teilfunktionen verknüpfen, logische/zeitliche Zusammenhänge suchen
4. Systemgrenze festlegen
5. Funktionsstruktur variieren
 - a. Zerlegen oder Zusammenlegen einzelner Teilfunktionen
 - b. Ändern der Reihenfolge einzelner Teilfunktionen
 - c. Ändern der Schaltungsart (Reihen-, Parallel-, Brückenschaltung)
 - d. Verlegen der Systemgrenze

5.4. Suche nach Lösungsprinzipien



Methoden (Bsp: S.86f)

- konventionelle Methoden und Hilfsmittel
- Allgemein anwendbare Methoden
- Intuitiv betonte Methode
- Diskursiv betonte Methode

Intuitive Methoden:

- Brainstorming (S.88)
- Galeriemethode (S.90)
- Methode 635 (S.93)
- Delphie-Methode (S.93)
- Synektik (S.94)

Erstellen von Ordnungsschemata:

- Parameter und ordnende Gesichtspunkte (OGP) suchen, die für die zu erfüllende Funktion Merkmale von Lösungen sein können
 - Merkmalliste benutzen
 - anderweitig gefundene Lösungen auf unterscheidende und gemeinsame Merkmale untersuchen
 - gefundene Merkmale verallgemeinern, Parameter ergänzen, vervollständigen
- Ordnende Gesichtspunkte und zugehörige Parameter überprüfen, ob sie zu Lösungen anregen können
- "Lösungsträchtige" Parameter für die Zeilen und Spalten eines Schemas auswählen.
- Ordnungsschema aufstellen, Zeilen und Spalten benennen.
- Physikalisch unmögliche Kombinationen von Zeilen- und Spaltenparametern kennzeichnen.
- Für die möglichen Parameterkombinationen Lösungen suchen und einzeichnen oder kennzeichnen.

Konstruktionskataloge (S.99)

Grundsätzlicher Aufbau:

- Gliederungsteil
- Hauptteil
- Zugriffsteil
- Anhang

5.5 Kombinieren von Lösungsprinzipien

sind für die einzelnen Teilfunktionen einer Gesamtfunktion Lösungen gefunden worden, ergibt ihre sinnvolle Kombination die Gesamtlösung

Hauptproblem: Erkennen von Verträglichkeiten / Unverträglichkeiten

⇒ Morphologischer Kasten

5.6. Auswählen geeigneter Lösungsvarianten

Morphologischer Kasten

Vorgehen:

- in Ordnungsschema einzelne Teilfunktionen in Kopfspalte entsprechend der Reihenfolge in der Funktionsstruktur aufführen
- zu jeder Teilfunktion die zugehörigen Lösungen; bevorzugt bildliche Darstellungen
- Lösungen durch zusätzliche Spaltenparameter zweckmäßig ordnen
- Unverträglichkeiten zwischen Lösungen für einzelne Teilfunktionen feststellen
- sinnvolle Kombinationen als Gesamtlösung suchen

Kriterien:

1. Krit. A: Lösungen mit Aufgabe untereinander verträglich
2. Krit. B: Forderungen erfüllt
3. Krit. C: Realisierung ausreichend möglich
4. Krit. D: Zulässiger Aufwand nicht überschreiten
5. Krit. E: Unmittelbare Sicherheitstechnik
6. Krit. F: Lösungsart im eigenen Bereich bevorzugt

Auswahlliste

Auswahlliste für einen Flaschenöffner									
Firma: Saftmann			Projektnr.: p01090			Ausgabe vom: 22.12.99			
Bearbeiter: Bierkopf						Ers. Ausg. v.: 08.12.99			
Lösungsvariante (Lv) eintragen:	Beurteilen der Lösungsvarianten (Lv):						Entscheiden über Lösungsvarianten (Lv):		
	(+) (-) (?) (!)						(+) (-) (?) (!)		
	Auswahlkriterium erfüllt Auswahlkriterium nicht erfüllt Informationsmangel Anforderungsliste überprüfen						Lösung weiter verfolgen Lösung scheidet aus Information beschaffen und Lösung erneut beurteilen Anforderungsliste auf Änderung prüfen		
	Mit Aufgabenstellung verträglich								
	Forderungen der Anforderungsliste erfüllt								
	Grundsätzliche Realisierungschance gegeben								
	Zulässiger Aufwand zu erwarten								
	Unmittelbare Sicherheitstechnik gegeben								
	Im eigenen Bereich bevorzugt								
Lv	A	B	C	D	E	F	G	Bemerkungen (Hinweise, Begründungen)	
V ₁	1	+	+	+	?	+	+	Herstellkosten abschätzen	
V ₂	2	+	?	+	+	+	+	Prüfen: Handkraft ausreichend?	
V ₃	3	+	-					Elektr. Energie nicht zulässig	
V ₄	4	+	+	+	+	-		Quetschgefahr für Finger	
								Entscheidung	

5.7. Konkretisieren zu Konzeptvarianten

Vorgehen:

- Anforderungsliste analysieren, F&W auch quantitativ betrachten
- Prüfen, ob vorläufiges Aufstellen von Bewertungskriterien nützlich ist.
- Prinzipielle Lösungen konkretisieren
- Beurteilungslücken beseitigen

Hilfsmittel:

- Eigene Kenntnisse
- Diskussion
- Befragung von Fachleuten
- Berechnung, Simulation
- Zeichnerische Darstellung
- Analogiebetrachtungen

5.8. Bewerten von Varianten (S.111ff)

Vorgehen:

1. Erkennen der entscheidungsrelevanten Eigenschaften
2. Prüfen ihrer Bedeutung für den Gesamtwert der Lösung
3. Eigenschaften möglichst in qualitativen Kenngrößen beschreiben
4. Beurteilen der jeweiligen Eigenschaft der verschiedenen Varianten nach festzulegenden Wertvorstellungen
5. Bestimmen des Gesamtwertes für jede Variante
6. Vergleich der Varianten (in technischer und wirtschaftlicher Wertigkeit)
7. Abschätzen der Beurteilungsunsicherheiten
8. Schwachstellenanalyse zur Verbesserung der favorisierten Variante(n)

Bestimmung der Technischen Wertigkeit

- Punktbewertung (0-4 Punkte)

• Technische Wertigkeit:
$$W_t = \frac{\sum p_k}{\sum p_{id}} = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_n}{n \cdot p_{\max}}$$

- p_k = Punktzahl für die jeweils bewertete Eigenschaft
 $p_{\max}$ = maximal zu erzielende Punktzahl
 n = Anzahl der bewerteten Eigenschaften

- falls notwendig, Gewichtung vornehmen
- Beurteilung:
 $W_t > 0,8$: recht gute Lösung
- $W_t \approx 0,7$: gute Lösung, aber punktuell verbessern
- $W_t < 0,6$: unbefriedigende Lösung, auf jeden Fall verbessern

Wirtschaftliche Wertigkeit

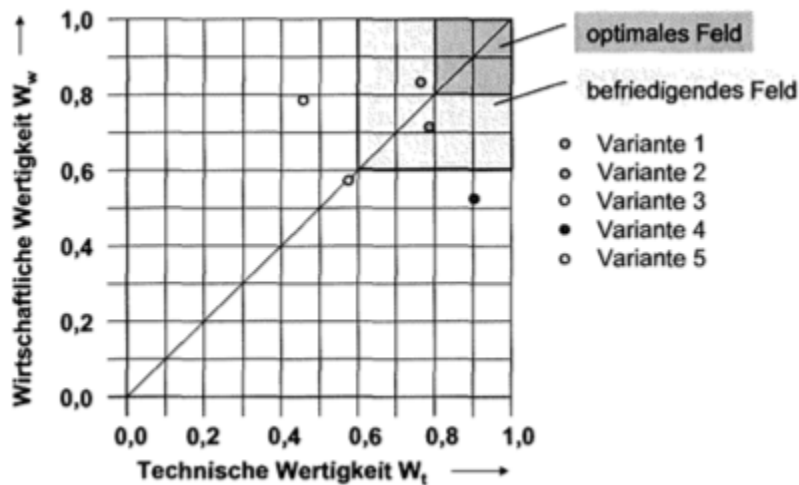
Maßstab: Herstellkosten

Herstellkosten einer Variante H_{Variante} werden auf "Vergleichsherstellkosten H_0 " bezogen

$$W_w = H_0 / H_{\text{Variante}}$$

mit $H_0 = 0,7 \cdot H_{\text{zulässig}}$ oder $H_0 = 0,7 \cdot H_{\text{Minimum}}$
der billigsten Variante

⇒ Wertigkeitsdiagramm



Bewertungskriterien aus:

- Anforderungen der Anforderungsliste
- technische und wirtschaftliche Eigenschaften & Merkmale
 - Hauptmerkmalliste
- ⇒ Hauptmerkmal-Leitlinie (S.117)

Beispiele:

- *Bewertungsliste*
- *Binäre Bewertung von Varianten*
- *Wertprofile zum Vergleich zweier Varianten*