

Wo kann die Produktentwicklung
eingeordnet werden?

- Globales Umfeld
- Lokales Umfeld (Unternehmen)
- Makrosicht: organisatorische Einheit im Unternehmen
- Mikrosicht: Prozessplanung und -abläufe im unternehmen

Nenne globale
Rahmenbedingungen für die
Produktentwicklung!

- Weltweiter Wettbewerb
- Weltweit verteilte
Unternehmensstandorte
- Weltweit unterschiedliche
Randbedingungen & Anforderungen für
gleiches Produkt

Nenne lokale
Rahmenbedingungen für die
Produktentwicklung!

- Branche
- Know-How
- Unternehmensstrategie
- Aufbau- und Ablauforganisation
- Unternehmenskooperationen
- Produktportfolio

Nenne organisatorische
Rahmenbedingungen für die
Produktentwicklung!

- Stellung der Produktentwicklung im Unternehmen
- Arten der Konstruktion: Neu/ Variante/ Anpassung
- Qualifikation des Personals
- Verteilung der Zuständigkeiten

Nenne Prozessplanungs-
technische

Rahmenbedingungen für die
Produktentwicklung!

- Konstruktionsmethodiken
- Projektmanagement
- IT-Unterstützung

Nenne Gründe für eine
methodische
Vorgehensweise!

- Erhöhung der Planbarkeit von Projekten
- Nachvollziehbare Vorgehensweisen und Entscheidungen
- Steigerung von Leistungs- und „Erfindungsfähigkeit
- Möglichkeit zur Dokumentation des Entwicklungsprozesses

Wie kann der
Produktentstehungsprozess
(PEP) definiert werden?

- Teil des Produktlebenszyklus
- Ein nicht existierendes Produkt wird geschaffen
- Beginn: Produktidee
- Ende: Produktherstellung oder früher
- Materielle und Immaterielle Produkte

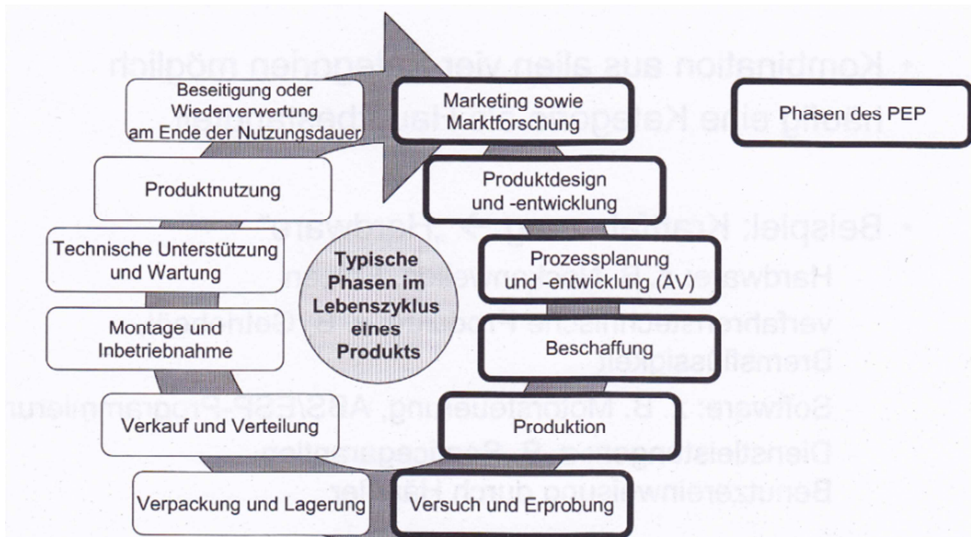
Wie kann der
Produktlebenszyklus (PLZ)
definiert werden?

- Idealisierte

Modellvorstellung

- Unterteilt in einzelne Phasen
- Chronologische Reihenfolge

Illustriere die typischen
Phasen des Lebenszyklus
eines Produkts!



Wie lautet die Definition eines
Produkts nach DIN EN ISO
9000:2005?

Produkt ist „Ergebnis eines Prozesses“

- **Materiell:** Hardware,
Verfahrenstechnisch (Schmieröl)
- **Immateriell:** Software,
Dienstleistung

Was versteht man unter der
Bildung von
Leistungsbündeln?

Kombinierte Sach- und
Dienstleistung als Produkt entlang
der Wertschöpfungskette durch
PLZ-Phasen

Durch welche Dimensionen
kann ein Produkt beschrieben
werden?

- Zeitliche Dimension (Lebensdauer)
- Personelle Dimension (Ergonomie)
- Technische Dimension (Leistung)
- Wirtschaftliche Dimension (Preis)
- Ökologische Dimension (Energiebedarf)

Wie unterscheidet sich die
heutige Produktentstehung von
jener in der vergangenen Zeit?

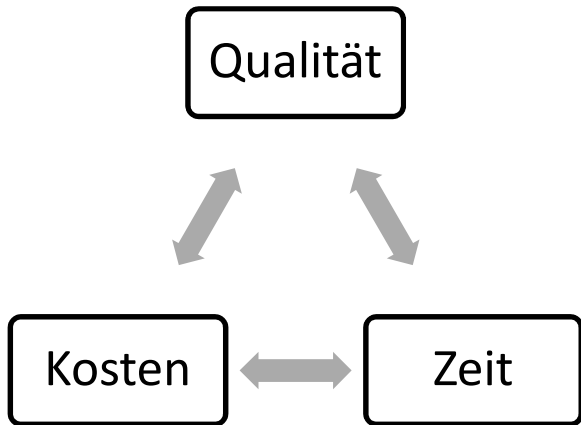
Früher: Arbeitsteilige Routine

Heute: Teamarbeit in der
Konstruktion

Wie unterscheiden sich große
Unternehmen von kleinen
hinsichtlich der Berufsbilder?

- **Große Unternehmen:** Hochqualifizierte Spezialisten in mehreren Abteilungen mit hoher Spezialisierung
- **Kleine Unternehmen:** Generalisten in wenigen Abteilungen mit geringer Spezialisierung

Illustriere das Magische
Dreieck in der
Produktentstehung!



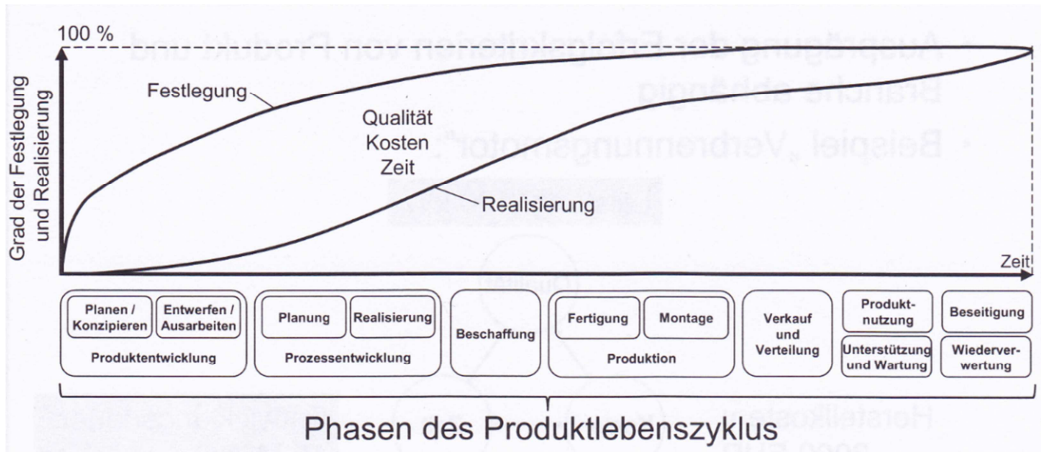
Nenne Beispielhaft
Erfolgskriterien in
verschiedenen Branchen!

Mechatronik: Regel- und
Steuerbarkeit, Energieeffizienz

Nahrungsmittelverarbeitung:

Hygieneanforderungen,
Korrosionsbeständigkeit

Illustriere den Grad der
Festlegung und Realisierung
über den
Produktlebenszyklus!



Nenne mögliche Folgen von
Fehlern!

- Iterationsschleifen
- Nachbearbeitung/ Ausschuss
- Reklamation/ Rückrufaktionen

Wann werden Fehler meist
verursacht und wann werden
sie behoben?

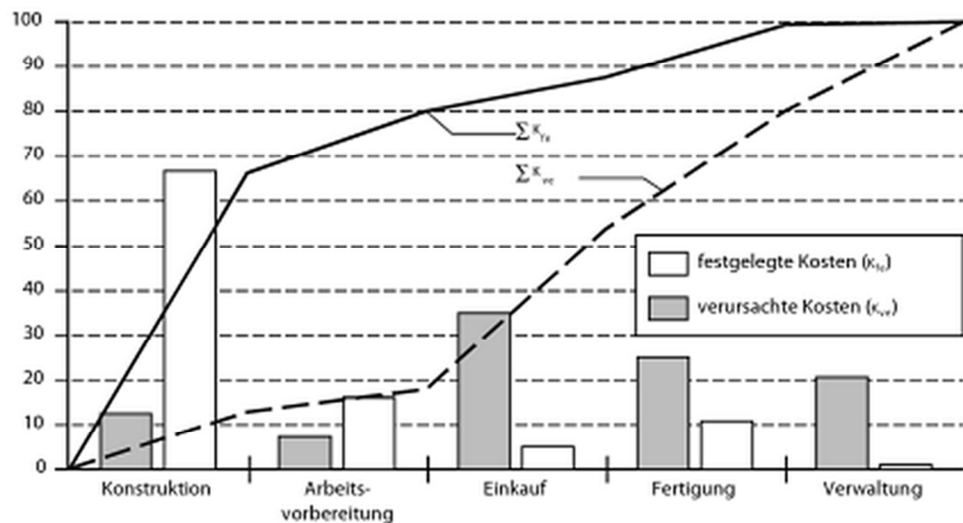
- 75 % der Fehler werden in frühen Phasen des PEP verursacht
- 80 % der Fehler werden erst in späten Phasen des PEP oder während der Nutzung behoben
→ Ziel: Vermeidung oder frühzeitiges Beheben von Fehlern

Wie lautet die Zehnerregel
der Fehlerkosten?

Überproportionale Zunahme
der Fehlerkosten beim
Übergang von einem
Arbeitsschritt zum nächsten

Illustriere qualitativ den
Verlauf der festgelegten und
verursachten Kosten über
den PEP!

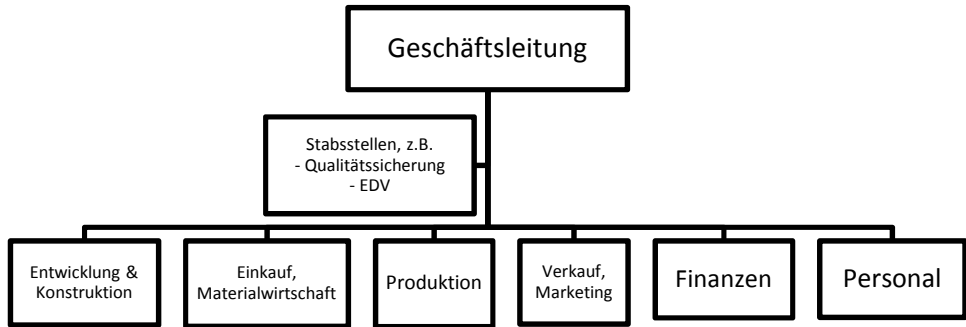
Kostenanteil [%]



Illustriere den Einfluss von
Konstruktionsqualität und
Fertigungseffizienz auf die
Herstellkosten!

		Fertigungseffizienz		
		Gut	Durchschnitt	schlecht
Konstruktionsqualität des Produkts	gut	50	75	100
	durchschnitt	75	100	125
	schlecht	100	125	150

Wie ist eine
Unternehmensorganisation
aufgebaut? Illustriere ein
Beispiel!



Wie lauten die 4 Schritte des
Produktdesigns/ der
Produktentwicklung?

1. Planen
2. Konzipieren
3. Entwerfen
4. Ausarbeiten

Wie kann der
Entwicklungsprozess
beschrieben werden?

- Unternehmerisches Vorgehen
- Übergeordnet: Geschäftsprozess
 - Teil des PEP
 - Untergeordnet:
Konstruktionsprozess

Nenne einige Merkmale über
die ein Entwickler verfügen
sollte!

- Natur- und ingenieurwissenschaftliches Grundlagenwissen
- Persönliche Fähigkeiten und Fertigkeiten
- Entscheidungsfreudigkeit
- Spezielles Erfahrungswissen

Wie kann eine
Neukonstruktion beschrieben
werden?

- Aufgabenstellung neu/ bekannt/
verändert
- Neues Lösungsprinzip durch
...Auswahl/ Kombination bekannter
Prinzipien
...technisches Neuland

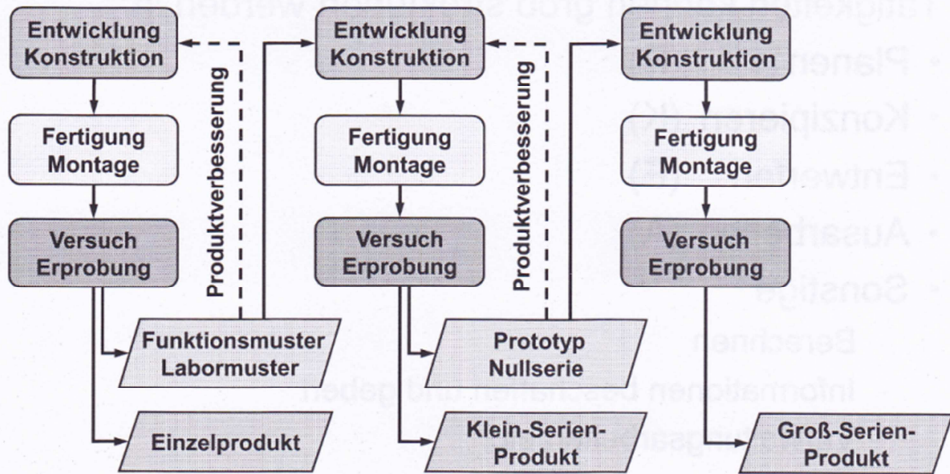
Wie kann eine
Anpassungskonstruktion
beschrieben werden?

- Gestaltung wird an veränderte Rahmenbedingungen angepasst
- Bekanntes/ bewährtes Lösungsprinzip
- Neukonstruktion einzelner Teile nötig
- Geometrische und Werkstofftechnische Fragestellungen stehen im Vordergrund

Wie kann eine
Variantenkonstruktion
beschrieben werden?

- Größe/ Anordnung von Teilen
variiert
- Lösungsprinzip wird beibehalten
- Keine größeren Konstruktiven
Probleme

Illustriere das schrittweise
Entwickeln eines
Serienprozesses!



Zwischen welchen
Fertigungsarten kann
hinsichtlich der Stückzahl
unterschieden werden?

- Einzel-/

Kleinserienfertigung

- Serien-/ Massenfertigung

Nenne einige
Entwicklungsziele bei der
Produktentwicklung!

- Neue Funktionen
- Höhere Gebrauchsdauer
- Kostenoptimierung
- Vereinfachung von Fertigung/ Montage
- Verbesserung der ergonomischen Eigenschaften

Nenne 2 bekannte
Produktentwicklungsstrategien
!

- Integrierte
Produktentwicklung
- Simultaneous/ Concurrent
Engineering

Wie können die Vorgehensweisen
bei der PE hinsichtlich ihres
Auflösungsgrades voneinander
abgegrenzt werden?

- Mikrologik (TOTE, PDCA)
- Problemlösung (SE,MVM)
- Makrologik (VDI 2221 &
2206)

Wie lauten die Ziele der VDI
2221?

- „Zwang“ zur Teamarbeit
- Organisatorische Ausrichtung des Entwicklungs- und Konstruktionsablaufs
- Integration der IT
- Einheitliche Definition von Begriffen

Nenne einige
Herausforderungen, die beim
Entwickeln und Konstruieren
überwunden werden müssen!

- Wettbewerbssituation
- Vorschriften
- Sonderwünsche
- Kostendruck
- Termindruck

Wie lauten die sieben
Arbeitsschritte der VDI 2221?

	Aufgabe	Arbeitsergebnisse		Phase
Iteratives Vor- oder Rückspringen zu einem oder mehreren Arbeitsschritten	Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung	Anforderungsliste	Erfüllen und Anpassen der Anforderungen	
	Ermitteln von Funktionen und deren Strukturen	Funktionsstrukturen		
	Suchen nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen	Prinzipielle Lösungen		
	Gliedern in realisierbare Module	Modulare Strukturen		
	Gestalten der maßgebenden Module	Vorentwürfe		
	Gestalten des gesamten Produkts	Gesamtentwurf		
	Ausarbeiten der Ausführungs- und Nutzungsangaben	Produktdokumentation		
	Weitere Realisierung			

Nenne einige mögliche
Darstellungsformen innerhalb
einer modularen Struktur!

- Anordnungsskizzen
- Strukturdiagramme
- Logikpläne
- Graphen
- Flussdiagramme

Wie kann die Mechatronik
definiert werden?

Interdisziplinäres Gebiet, bei dem Disziplinen
(Mechanische, elektronische und
Informationstechnische) zusammenwirken. →
Synergetische Effekte beinhalten mehr als
reine Addition der Disziplinen.

Illustriere den allgemeinen
Aufbau eines
mechatronischen Systems!

InformationsverarbeitungKommunikationssystem

**Informations-
Verarbeitung**

Mensch-Maschine-
Schnittstelle

Mensch

Aktoren

Sensoren

Umgebung

Grundsystem

Worin liegt das
Nutzungspotenzial der
Mechatronik?

Innovationspotenzial durch eine hohe
Entwicklungsdynamik elektronischer und
softwaretechnischer Komponenten →

- Steigerung der Leistungsfähigkeit bei sinkenden
Kosten
- Substitution von mechanischen Komponenten

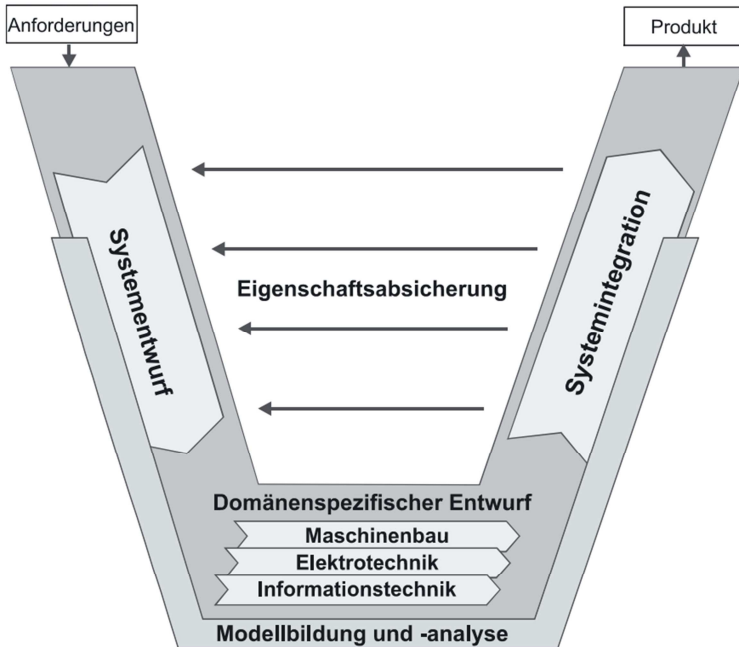
Was ist der Nachteil der VDI
2221 gegenüber der VDI
2206?

VDI 2221 ist monodisziplinär,
jede Fachdisziplin wird für
sich betrachtet.

Wie lauten die allgemeinen
Bestandteile der VDI 2206?

- Allgemeiner Problemlösezyklus
auf Mikroebene
- V-Modell als Makrozyklus
 - Prozessbausteine

Illustriere das V-Modell als
Makrozyklus!



Durch welche 3 Merkmale ist
ein Modell in der PE nach
Stachowiak gekennzeichnet?

- **Verkürzungsmerkmal:** Nicht relevante Eigenschaften fehlen
- **Ausbildungsmerkmal:** Repräsentation natürlicher oder künstlicher Originale
 - **Pragmatisches Merkmal:**
Kennzeichnung durch einen Nutzen/ Zweck

Nenne Beispiele für Modelle
in der Produktentwicklung!

- CAD-Modell
- Funktionsstruktur
 - Wirkstruktur
 - Wirkprinzip

Was ist die Funktion eines
technischen Systems?

- Von Menschen gemacht
 - Physisch greifbar
- Erfüllen nützliche Funktion
- Transformieren Eingangsparameter
in Ausgangsparameter

Aus welchen 3 Strukturen
besteht ein technisches
System?

- Prozessstruktur
- Funktionsstruktur
 - Baustruktur

Auf welche 2 Arten können
technische Systeme
modelliert werden?

- Verhaltensmodelle
- Strukturmodelle

Wo wird das Elementmodell
eingesetzt?

Bei Varianten- oder
Anpassungskonstruktionen zur
gezielten Untersuchung und
Verbesserung eines Systems

Aus welchen Bestandteilen
setzt sich ein Elementmodell
zusammen?

- Wirkflächen
- Begrenzungsflächen
- Wirkflächenpaare
- Leitstützstrukturen
- Tragstrukturen (Menge aller LSS)
- Reststrukturen (Funktionslos)

Was sind Wirkflächen WF?

- Feste Oberflächen oder Grenzflächen
- Dauernd/ Zeitweise mit anderen WF im
Kontakt
 - Sind am Energie-/ Stoff-/
Signalaustausch beteiligt

Was sind
Begrenzungsflächen?

- Feste Oberflächen oder
Grenzflächen
- NIE mit anderen WF im Kontakt
- Sind NICHT am Energie-/Stoff-/
Signalaustausch beteiligt

Was sind Wirkflächenpaare
WFP?

- Bestehen aus 2 WF
- Zeitweise, ganz oder teilweise in Kontakt
- Zwischen Wirkflächen ESS-Austausch
(Funktionskontakt)
- Existieren nicht, wenn WF getrennt

Was sind Leitstützstrukturen
LSS?

- Volumina von Körpern, Flüssigkeiten, Gasen,
Räumen
 - Verbinden genau 2 WFP
- Ermöglichen ESS-Austausch zwischen 2 WF
- Existieren nicht, wenn kein ESS-Austausch

Führe eine Einordnung der
Elemente in Bauteil und
Systemebene durch!

	Bauteilebene	Systemebene
Flächenelement	Wirkfläche WF, Begrenzungsfläche BF	Wirkflächenpaare WFP, Funktionskontakt FK
Körperlement	Tragstruktur TS, Reststruktur RS	Leitstützstruktur LSS
Auftreten	immer	temporär

Wie lauten die 3
Grundhypothesen?

1. Funktion erst durch WFP möglich
2. Funktion hat immer mind. 2 WFP
und 1 LSS
3. System besteht aus beliebig
vielen WFP und LSS

Wie lauten die 4
Analyseschritte bei der
Erstellung des
Elementmodells?

1. Systemgrenze definieren
2. Ort der Funktionserfüllung ermitteln
3. Beschreibung dynamischer Systeme mit dem Sequenzmodell
4. Fraktalen Charakter erkennen und Auflösung anpassen (Kammervorgehen)

Wie lautet die Definition von
Produkt-Merkmalen?

Merkmale erfassen die Gestalt
eines Produktes (Formen,
Abmessungen, Werkstoffe...) →
Können vom Entwickler direkt
beeinflusst werden.

Nenne Möglichkeiten zur
Synthese beim
Elementmodell!

1. Wirkflächenpaare/ Leitstützstrukturen
hinzufügen
2. Wirkflächenpaare/ Leitstützstrukturen
entfernen
3. Eigenschaften von Wirkflächenpaaren/
Leitstützstrukturen ändern

Wie lautet die Definition von
Produkt-Eigenschaften?

Eigenschaften beschreiben das
Verhalten eines Produktes
(Funktion, Sicherheit) → Können nur
indirekt (über Merkmale) beeinflusst
werden.

Wie können Analyse und Synthese
bei der Modellierung mit
Produktmerkmalen und -
eigenschaften beschrieben werden?

Analyse: Bestimmung des Verhaltens
auf Basis von bekannten Merkmalen

Synthese: Bestimmung von Merkmalen
auf Basis von bekannten Eigenschaften

Welche Funktion erfüllen die
Partialmodelle nach
Gausemeier?

- Technik zur Darstellung der
Prinziplösung
- Aspekte zur Prinziplösung sind
rechnerintern Partialmodelle
- Zur umfassenden Beschreibung eines
interdisziplinären Produkts

Wie lauten die Partialmodelle
nach Gausemeier?

1. Umfeld
2. Anwendungsszenarien
3. Anforderungen
4. Funktionen
5. Wirkstruktur
6. Verhalten
7. Ziele
8. Gestalt

Nenne einige
Voraussetzungen für
methodisches Vorgehen!

1. Ziele definieren
2. Bedingungen aufzeigen
3. Vorurteile auflösen
4. Varianten suchen
5. Beurteilen
6. Entscheidung fällen

Nenne einige allgemein
anwendbare Methoden!

- Analyse
- Abstraktion
- Synthese
- Methode des gezielten Fragens
- TRIZ-Methode
- Brainstorming
- Delphi-Methode
- Galeriemethode
- Methode 635

Wie kann die Methode
der Analyse beschrieben
werden?

Informationsgewinnung durch
Zerlegen und Aufgliedern sowie
durch Untersuchen der
Eigenschaften einzelner Elemente
und Zusammenhänge

Wie kann die Methode der
Abstraktion beschrieben
werden?

Ausgehend von einer Analyse werden
Verallgemeinerungen und
Vereinfachungen durch Verzicht auf
Einzelheiten vorgenommen. Wesentliche
Merkmale werden hervorgehoben

Wie kann die Methode der
Synthese beschrieben
werden?

Informationsverarbeitung durch Bilden von
Verbindungen, durch Verknüpfen von
Elementen mit neuen Wirkungen.

Zusammenfügen einzelner Erkenntnisse zu
einem funktionsfähigen Gesamtsystem

Wie kann die Methode des
gezielten Fragens
beschrieben werden?

Selbst gestellte oder vorgelegte
Fragen regen Denkprozess und
Intuition an. Fragenkatalog/
Checklisten fördern diskursives
(schlussfolgerndes) Vorgehen.

Wie kann die Methode der
Negation und Neukonzeption
beschrieben werden?

Bekannte Lösungen werden in
einzelne Teile gegliedert bzw.
durch einzelne Aussagen oder
Begriffe beschrieben.

Wie kann die Methode des
Vorwärtsschreitens
beschrieben werden?

Ausgehend von erstem Lösungsansatz
werden alle nur denkbaren oder
möglichst viele Wege eingeschlagen, die
von der Anfangssituation wegführen und
weitere Lösungen liefern.

Wie kann die Methode der
Faktorisierung beschrieben
werden?

Die Gesamtaufgabe wird in
Teilaufgaben gegliedert, die für
sich gesondert betrachtet und
einfacher gelöst werden können.

Wie kann die Methode des
Systematisierens
beschrieben werden?

Das systematische Variieren
kennzeichnender Merkmale.
Schematisierte Darstellung von
Merkmalen und Lösungen.

Wie kann die Methode der
Analogiebildung beschrieben
werden?

Übertragung eines vorliegenden
Problems oder beabsichtigten
Systems auf ein analoges. Analyse
von technischen/ natürlichen
Systemen

Wie kann die TRIZ-Methode
beschrieben werden?

Formulieren, Verstärken und
Überwinden technischer und
physikalischer Widersprüche in
technischen Systemen. Grundlage:
Analyse von Patenten

In welche Unter-Methoden
kann die TRIZ-Methode grob
eingeteilt werden?

- Systematik (Innovations-/
Ressourcencheckliste)
- Wissen (Effektkataloge,
Internetrecherche, Patentrecherche)
- Analogie (Widerspruch, Konflikt)
- Vision (S-Kurve, Evolutionsgesetze)

Nenne einige Werkzeuge
der Systematik innerhalb
der TRIZ-Methode!

- Innovationscheckliste
 - 9-Felder Modell
 - Ressourcencheckliste
 - Idealität
 - Operator MZK (Maß-Zeit-Kosten)
 - Zwergenmodellierung
- Problemformulierung
 - Objektformulierung

Nenne einige innovative
Grundprinzipien!

Prinzip der...

...Zerlegung

...örtlichen Qualität

...Steckpuppe

...Funktionsumkehr

Nenne einige Parameter!

Gewicht/ Länge/ Volumen/ Fläche/

Kraft/ Geschwindigkeit ...

...eines bewegten Objekts

...eines stationären Objekts

Nenne 4

Separationsprinzipien, um
einen Konflikt zu lösen!

- Separation im Raum
 - Separation in der Zeit
- Separation innerhalb eines Objekts und seiner Teile
- Separation durch Bedingungswechsel

Wie kann technischer
Widerspruch beschrieben
werden?

Durch einen Parameter, der
sich verbessert und einen der
sich verschlechtert

Wie kann die Methode
„Brainstorming“ beschrieben
werden?

Für ein Problem sollen intuitiv
möglichst viele Anregungen
für Lösungsmöglichkeiten
gefunden werden

Welche Besonderheiten sind
beim Brainstorming zu
beachten?

- Moderator (Keine Lenkungsrolle der Ideenfindung) und 5-15 Teilnehmer
 - Unterschiedliche Fachgebiete
 - Gruppe nicht hierarchisch
 - Protokollführer
 - Keine Kritik am vorgebrachten
- Max. halbe Stunde

Aus welchen
Arbeitsphasen besteht die
Galeriemethode?

1. Einführungsphase
2. Ideenbildungsphase 1
3. Assoziationsphase
4. Ideenbildungsphase 2
5. Selektionsphase

Nenne Vorteile der
Galeriemethode!

- Intuitives Arbeiten in der Gruppe
- Wirksame Vermittlung mit Hilfe von Skizzen
- Individuelle Leistung bleibt erkennbar
- Gut auswertbare, dokumentenfähige Unterlagen

Wie kann die Methode
635 beschrieben werden?

Weiterentwicklung des
Brainstormings. 6

Teilnehmer, jeder ergänzt 3
Lösungsansätze.

Wie kann die Delphi-Methode
beschrieben werden?

- Schriftl. Expertenbefragung in 3 Runden
 - 1. Runde: Abfragen von spontanen Lösungsideen für vorgegebenes Problem
 - 2. Runde: Liste mit Ergebnissen der 1. Runde verteilen → weitere Lösungen ergänzen
 - 3. Runde: Ergebnisse der 2. Runde verteilen
-  Die Vorschläge angeben, die im Hinblick auf die Realisierung für am besten geeignet erachtet werden

Illustriere den Prozess
des Planens und
Klärens!

Markt/Umfeld/Unternehmen	Ergebnis	Phasen	
1. Analysieren der Situation	Situationsanalyse	Produkt planen	
2. Aufstellen von Suchstrategien	Suchfeldvorschlag		
3. Finden von Produktideen	Produktideen		
4. Auswählen von Produktideen	Ausgewählte Produktideen		
5. Definieren von Produkten	Produktvorschläge		
6. Umsetzungsplanung	Umsetzungsplan → Entwicklungsauftrag		Konzipieren
7. Klären und Präzisieren	Anforderungsliste		
E/K			

Wer sind mögliche
Teilnehmer an der
Produktplanung?

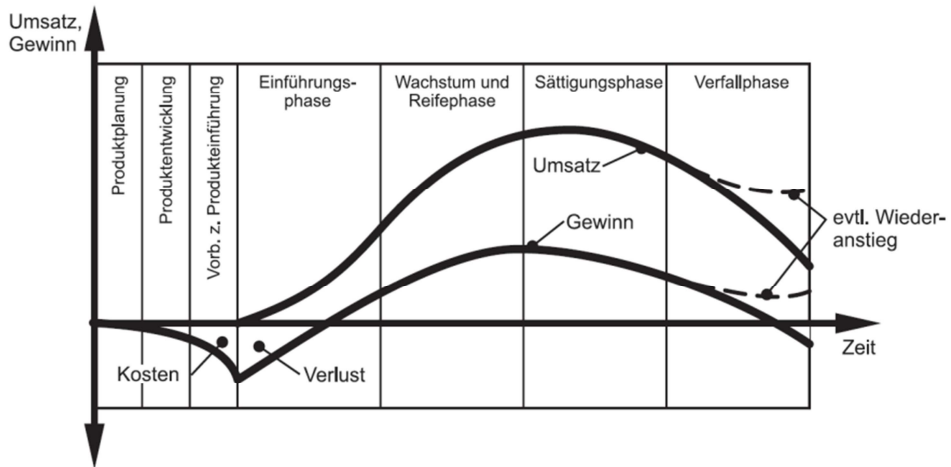
Unternehmensintern: Unternehmensleitung,
Forschung, Entwicklung, Konstruktion,
Produktion, Marketing, Vertrieb

Unternehmensextern: Schlüsselkunden,
Dienstleister, Zulieferer, Kooperationspartner

Nenne Beispiele für Impulse
für die Produktplanung, die
vom Markt ausgehen!

- Technische und wirtschaftl. Stellung des eigenen Produkts am Markt
- Vorteile der Produkte von Wettbewerbern
- Änderung der Marktwünsche und Bedürfnisse
- Anregungen und Kritik der Kunden
- Lebenszyklus/ Maßnahmen für Produktplanung

Illustriere die einzelnen
Phasen des Lebenszyklus
eines Produktes!



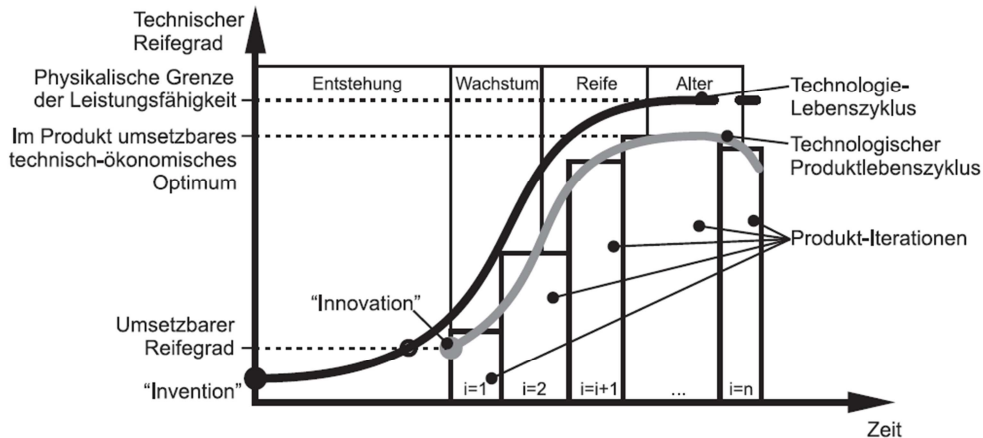
Nenne Beispiele für Impulse
für die Produktplanung, die
vom Umfeld ausgehen!

- Eintreten wirtschaftspol. Ereignisse
(Erdölverteuerung etc.)
- Substitution durch neue Technologien
und Forschungsergebnisse
- Neue Umweltauflagen und Recycling bei
bestehenden Produkten bzw. Verfahren

Nenne Beispiele für
Impulse für die
Produktplanung, die vom
Unternehmen ausgehen!

- Nutzung von Ideen und eigenen F&E-Ergebnissen in Entwicklung und Produktion
- Neue Funktionen zur Erweiterung oder Befriedigung des Absatzgebietes
- Rationalisierungsmaßnahmen

Illustriere die einzelnen
Phasen des
Technologielebenszyklus!



Inventionen gehen Innovationen
voraus

Wie kann die Funktion einer
Produkt-Markt-Matrix
beschrieben werden?

- Analyse des vorhandenen Produktportfolios
- Identifizieren von möglichen Produktstrategien

	Bestehender Markt	Neuer Markt
Bestehende Produkte	Marktdurchdringung	Marktentwicklung
Neue Produkte	Produktentwicklung	Diversifikation

Wie kann die Portfolio-
Analyse beschrieben
werden?

Zweidimensionale Darstellung
strategischer Geschäftsfelder oder
sonstiger Zusammenhänge zur
Beschreibung einer Technologie-/
Unternehmens-/ Markt-/....-situation

Auf welche zwei Arten kann
die Darstellung der Portfolio-
Analyse erfolgen?

- 4-Felder-Matrix
- 9-Felder-Matrix

Illustriere den prinzipiellen
Aufbau einer Portfolio-
Analyse-Matrix!

**Unternehmensexterne
Variable**

	niedrig	hoch
niedrig		
hoch		

**Unternehmensinterne
Variable**

Wie lauten die
Grundprinzipien der
Szenariotechnik?

- Vernetztes Denken: Berücksichtigung von Einflussfaktoren
 - Multiple Zukunft: Mehr als die Entwicklung eines Einflussfaktors ins Kalkül ziehen

Wie kann die Szenario-
Technik beschrieben
werden?

Mit Hilfe verschiedener
Szenarien werden mehrere
alternative Zukunftsbilder
erzeugt

Wie lauten die einzelnen
Phasen der Szenariotechnik?

1. Szenariofeld-Vorbereitung
2. Szenariofeld-Analyse
3. Szenariofeld-Prognostik
4. Szenario-Bildung
5. Szenario-Transfer

Wie lautet die Definition eines
Projektionsbündels?

Kombination von
Zukunftsprojektionen, die für
jeden Schlüsselfaktor genau
eine Zukunftsprojektion enthält

Nenne mögliche Hilfsmittel
zum Finden von
Produktideen!

Kreativitätstechniken: TRIZ, Bionik,
Brainstorming, Methode 635

Systematische Lösungsfindungstechniken:
Morphologischer Kasten, Ordnungsschemata,
system. Parametervariation,
Wirkflächenvariation

Nenne Methoden zum
Auswählen von Produktideen!

Quantitativ: Nutzwertanalyse,
QFD, Punktbewertung

Qualitativ: Portfolioanalyse,
Checklisten, ABC-Analyse

Nenne zweckmäßige
Bewertungskriterien anhand
derer die Auswahl von
Produktideen erfolgen kann!

- Produktvorteile (Welche Vorteile? Für Anwender sichtbar?)
- Befriedigung der Kundenbedürfnisse
- Produkt technisch realisierbar?
- Passt Produkt zur Unternehmensstrategie?

Wie erfolgt das Definieren
von Produkten?

- Konkretisierung und Präzisierung der Produktidee
- Vorläufige Anforderungsliste
- Kostenziel oder Kostenrahmen in Zusammenhang mit den Unternehmenszielen setzen

Welche 2 Produkte gehen
aus der
Umsetzungsplanung
hervor?

- Umsetzungsplan
- Entwicklungsauftrag

Was ist das Ziel des
Klärens und Präzisierens
der Aufgabenstellung?

Möglichst eindeutiges,
umfassendes und vollständiges
klären und dokumentieren der
Anforderungen an ein Produkt
mit Hilfe einer Anforderungsliste

Welche Gründe sprechen für
das Erstellen einer
Anforderungsliste?

- Alle Informationen aktuell zur Verfügung haben
- Spätere Änderungen auf das Notwendigste zu beschränken
- Zeit, Kapazität und Kosten sparen

Wie kann das Lastenheft
beschrieben werden?

Gesamtheit der Anforderungen
des Auftraggebers an die
Leistungen des Auftragnehmers

Wie kann das Pflichtenheft
beschrieben werden?

In der Industrie gebräuchliche
Variante einer Anforderungsliste.

Beinhaltet Lastenheft und kann
durch zusätzliche Anforderungen
des Herstellers ergänzt werden

Wie lautet die Definition von
Forderungen?

Anforderungen, die unter
allen Umständen erfüllt
werden müssen.

Wie lautet die Definition von
Wünschen?

Anforderungen, die nach
Möglichkeit erfüllt werden
sollen.

Illustriere den Formalen
Aufbau einer
Anforderungsliste!

Anforderungsliste für

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

Nenne Hauptmerkmal-
Leitlinien für
Anforderungslisten! (1)

- Geometrie
- Kinematik
- Kräfte
- Energie
- Stoff
- Signal

- Sicherheit
- Ergonomie

Nenne Hauptmerkmal-
Leitlinien für
Anforderungslisten! (2)

- Fertigung

- Kontrolle

- Montage

- Transport

- Gebrauch

- Instandhaltung

- Recycling

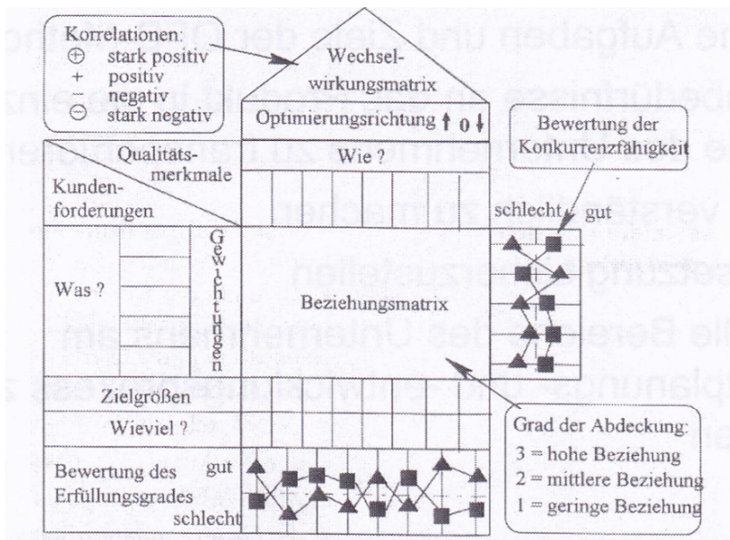
- Kosten

- Termin

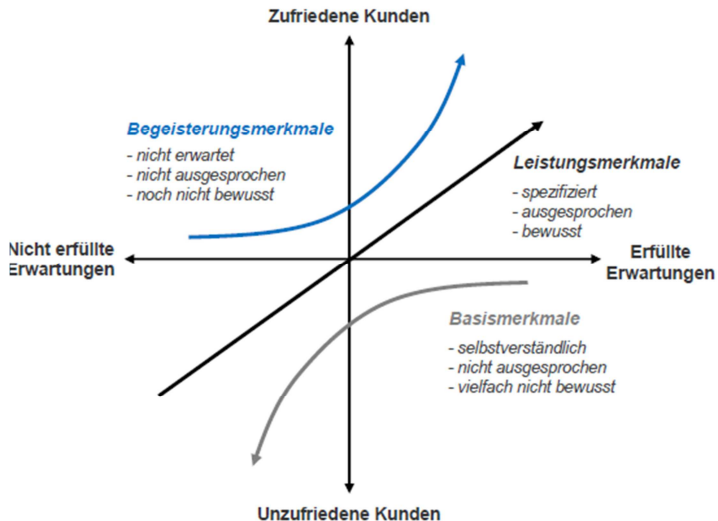
Nenne einige Ziele der QFD-
Methode (Quality Function
Deployment)!

- Kundenbedürfnisse an das Produkt
in die einzelnen Bereiche des
Unternehmens transportieren
- Sicherstellung der Umsetzung
- Alle Bereiche mit einbeziehen

Illustriere die „House of
Quality“-Methode!



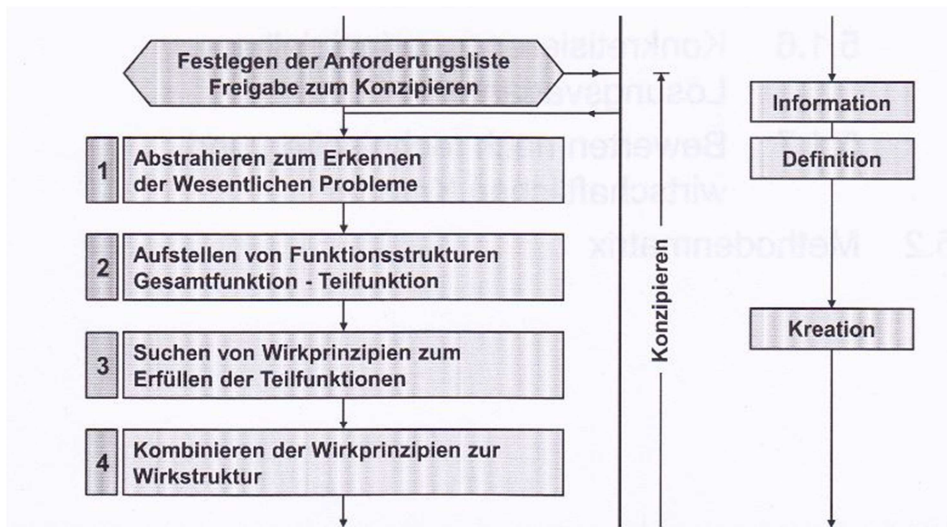
Illustriere das Kano-Modell!



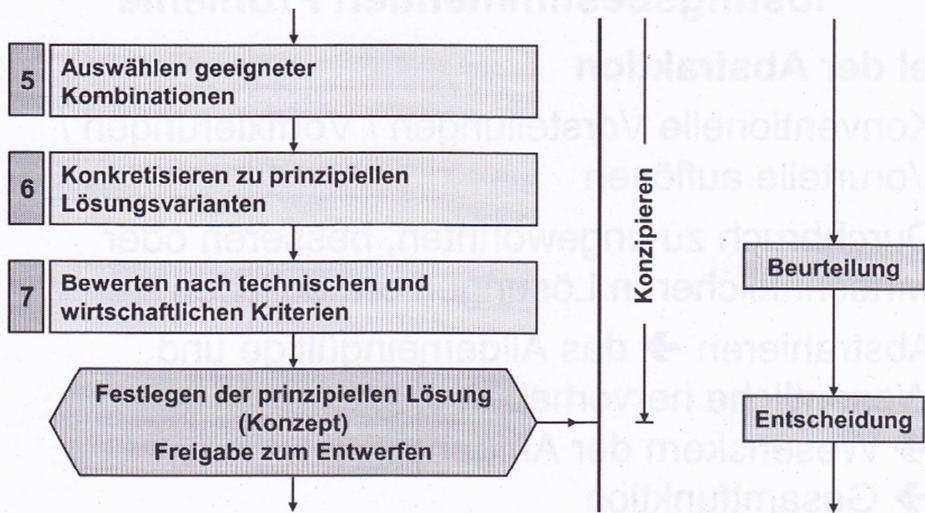
Mithilfe welcher
Arbeitsschritte können
Anforderungen erarbeitet
werden?

- Anforderungen sammeln
- Anforderungen ordnen
- Anforderungsliste erstellen und beteiligte Abteilungen zustellen
- Einwände und Ergänzungen prüfen
- Änderungen berücksichtigen

Nenne die einzelnen
Arbeitsschritte beim
Konzipieren! (1)



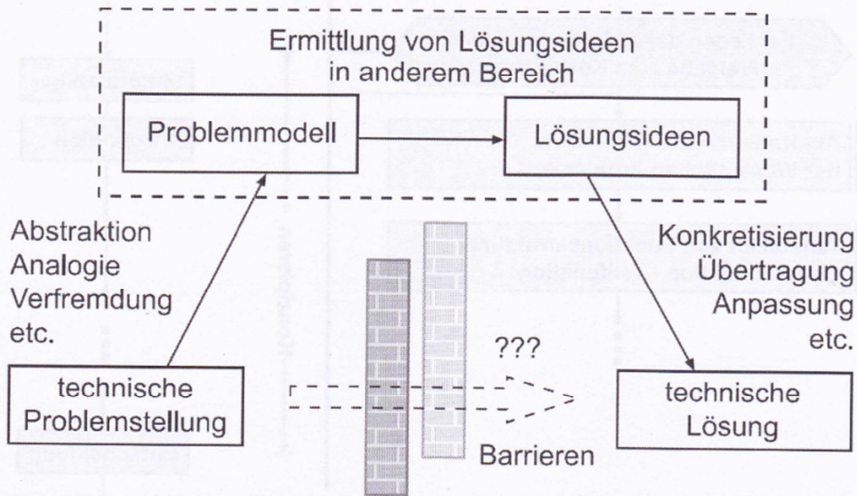
Nenne die einzelnen
Arbeitsschritte beim
Konzipieren! (2)



Nenne Ziele der Abstraktion!

- Konventionelle Vorstellungen auflösen
- Durchbruch zu ungewohnten, besseren oder wirtschaftlicheren Lösungen ermöglichen
- Das Allgemeingültige, den Wesenskern der Aufgabe hervorheben

Wie kann das Abstrahieren
illustriert werden?



Nach welchen Schritten kann
die Abstraktion anhand der
Anforderungsliste erfolgen?

1. Gedanklich Wünsche weglassen
2. Forderungen weglassen, die die Funktion nicht unmittelbar betreffen
3. Quantitative Angaben in qualitative umsetzen
4. Erkanntes sinnvoll erweitern
5. Problem lösungsneutral formulieren

Wodurch zeichnen sich
Hauptfunktionen aus?

Sie dienen unmittelbar der
Gesamtfunktion

Wodurch zeichnen sich
Nebenfunktionen aus?

- Tragen nur mittelbar zur Gesamtfunktion bei
- Haben unterstützenden oder ergänzenden Charakter
- Sind häufig von der Art der Lösung bedingt

Welche Schritte werden beim
Aufstellen von
Funktionsstrukturen
durchlaufen?

1. Gesamtfunktion ermitteln
2. Teilfunktionen ableiten
3. Funktionsstruktur aufstellen
4. Systemgrenze festlegen
5. Funktionsstruktur variieren

Welche Methodik-Gruppen
werden bei der Suche nach
Wirkprinzipien oft
verwendet?

- Intuitive Methoden (Brainstorming, Galeriemethode etc.)
- Diskursive Methoden
(Ordnungsschemata, Konstruktionskataloge)

Wie können
Ordnungsschemata
beschrieben werden?

Lösungssuche durch Analysieren
und systematisches Variieren von
beteiligten physikalischen Größen,
die als Ord nende Gesichtspunkte
(OGP) genutzt werden

Illustriere den allgemeinen
Aufbau eines
Ordnungsschemas!

Ordner Gesichtspunkt für die Spaltenbenennung		Spaltenparameter				
Ordner Gesichtspunkt für die Zeilenbenennung		S_1	S_2	S_3	S_4	
Zeilenparameter	Z_1					
	Z_2					
	Z_3					
	Z_4					

Wie kann ein
Konstruktionskatalog
allgemein beschrieben
werden?

- Tabellarische Lösungssammlung von bewährten Lösungen für konstruktive Aufgaben/ Teilfunktionen
- Konkretisierungsniveaus: Physikalische Effekte, Wirkprinzipien, Prinzipielle Lösungen, Maschinenelemente

Aus welchen Bestandteilen
ist ein Konstruktionskatalog
allgemein aufgebaut?

- **Gliederungsteil** (OGP mit systematisierenden Merkmalen)
- **Hauptteil** (Lösungen in Form von Skizzen mit Identifikationsnummer)
- **Zugriffsteil** (Beschreibt qualitative Eigenschaften der Lösungen zur Auswahl)
- **Anhang** (Angabe über Herkunft, Anmerkungen)

Welche Anforderungen
werden an einen
Konstruktionskatalog
gestellt?

- Unabhängig von Konstruktionsmethode
- Allgemeingültig
- Möglichst vollständiges Lösungsfeld
- Schneller Zugriff auf Lösungen und Informationen über deren Eigenschaften

Nenne eine Methode zur
Kombination der gefundenen
Wirkprinzipien!

Der morphologische Kasten

Nenne einige Kriterien, die
bei der Auswahl geeigneter
Wirkprinzip-Kombinationen
von Bedeutung sind!

- A** Mit Aufgabenstellung verträglich
- B** Forderungen der Anforderungsliste erfüllt
- C** Grundsätzliche Realisierungschance gegeben
- D** Zulässiger Aufwand zu erwarten
- E** Unmittelbare Sicherheitstechnik gegeben
- F** Im eigenen Bereich bevorzugt

Wie ist ein Formular zur
Kombinationswahl
auszufüllen?

1.Lv eintragen (Nummer, Merkmal)

2. Auswahlkriterien überprüfen

(+) ja

(-) nein

(?) Informationsmangel

(!) Anforderungsliste überprüfen

3.Bei Aussage „nein“ nicht weiter beurteilen

4.Beurteilung hinsichtlich entscheidender Kriterien als Bemerkung näher kennzeichnen

5.Entscheidung fällen und in Entscheidungsspalte eintragen

(+) Lösung weiterverfolgen

(?) Information beschaffen, Lösung erneut beurteilen

(-) Lösung scheidet aus

(!) Anforderungsliste auf Änderung überprüfen

Welche Hilfsmittel können beim
Konkretisieren zu prinzipiellen
Lösungsvarianten herangezogen
werden?

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

Nenne die 8 Schritte beim
Bewerten nach technischen
und wirtschaftlichen Kriterien!

(1)

1. Erkennen der entscheidungsrelevanten Eigenschaften
2. Prüfen ihrer Bedeutung (Gewicht) für den Gesamtwert der Lösung
3. Eigenschaften möglichst in quantitativen Kenngrößen beschreiben

Nenne die 8 Schritte beim
Bewerten nach technischen
und wirtschaftlichen Kriterien!

(2)

4. Beurteilen der jeweiligen Eigenschaft der verschiedenen Varianten nach festzulegenden Wertvorstellungen
5. Bestimmen des Gesamtwertes für jede Variante
6. Vergleich der Varianten
7. Abschätzen der Beurteilungsunsicherheiten
8. Schwachstellenanalyse zur Verbesserung der favorisierten Variante(n)

Wie erfolgt die Bestimmung
der technischen Wertigkeit?

- Voneinander unabhängige
Bewertungskriterien angeben
- Möglichst gleiche Gewichtung anstreben
 - Varianten neutral bezeichnen
- Stets Vorzüge als Bewertungsgrundlage
wählen

Wie kann die technische
Wertigkeit rechnerisch
ermittelt werden?

$$W_t = \frac{\sum p_k}{\sum p_{id}} = \frac{p_1 + p_2 + \cdots p_n}{n * p_{max}}$$

p_k ...Punktzahl für jeweils bewertete Eigenschaft

p_{max} ...maximal zu erzielende Punktzahl

n ...Anzahl der bewerteten Eigenschaften

Nenne Anhaltswerte für die
Beurteilung der technischen
Wertigkeit!

$W_t > 0,8$ recht gute Lösung

$W_t = 0,7$ gute Lösung, aber punktuelle
verbessern

$W_t < 0,6$ unbefriedigende Lösung, auf
jeden Fall verbessern

Wie kann die wirtschaftliche
Wertigkeit rechnerisch
bestimmt werden?

$$H_W = \frac{H_0}{H_{Variante}}$$

Mit

$$H_0 = 0,7 * H_{zul} \text{ oder } H_0 = 0,7 * H_{min}$$

H_0 ...Herstellkosten einer Variante

$H_{Variante}$...Vergleichskosten

Worin liegt die Komplexität
der Entwurfsphase?

Es werden viele Tätigkeiten zeitlich
parallel und iterativ durchgeführt.
Dabei gibt es keinen allgemein
gültigen Ablaufplan.

Wie wird beim Entwerfen
grundsätzlich vorgegangen?

- Vom Qualitativen zum Quantitativen
- Vom Abstrakten zum Konkreten
- Von einer Grobgestaltung zu einer Feingestaltung

Nenne 3 wichtige
Bestandteile im
Entwurfsprozess!

- Grundregeln zur Gestaltung (Eindeutig, Einfach, Sicher-für jede Phase)
- Gestaltungsprinzipien (z.B. Prinzip der Kraftleitung-besonders beim Entwerfen)
- Gestaltungsrichtlinien (z.B. Ausdehnungsgerecht-bes. b. Entwerfen)

Nenne 2
Konstruktionsstrategien
nach Fricke!

1. Bereichsorientiert

(Für erfahrene Konstrukteure/
Entwickler)

2. Stufenweise ablaforientiert (Für
unerfahrene Konstrukteure/
Entwickler)

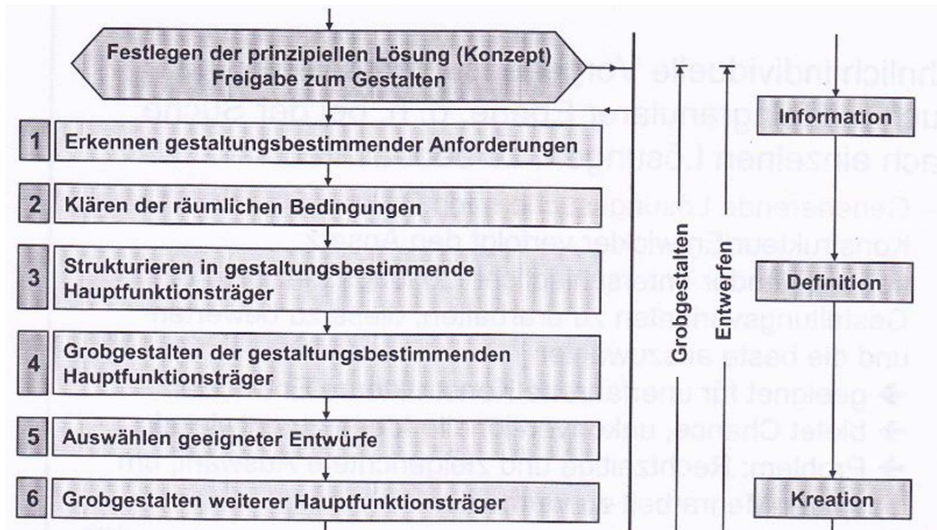
Nenne 2

Konstruktionsstrategien nach

Dylla!

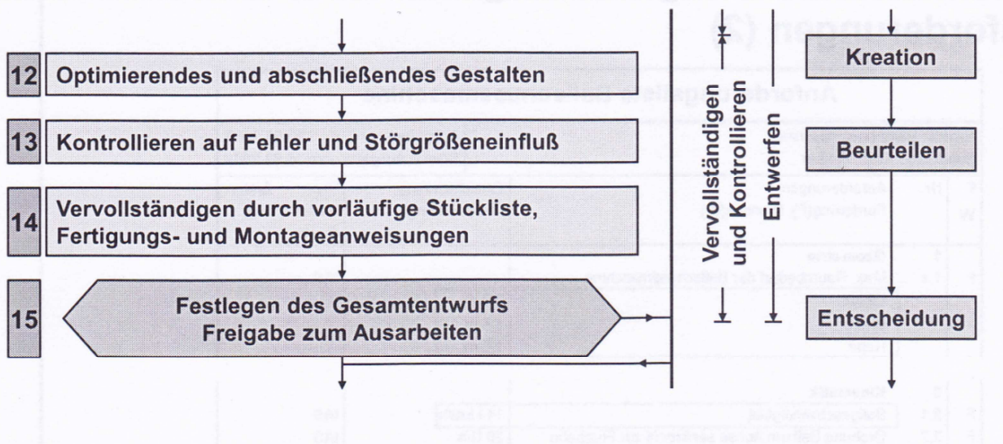
1. Generierende Lösungssuche
(Für unerfahrene K/E)
2. Korrigierende Lösungssuche
(Für erfahrene K/E)

In welche Phasen kann der
Entwurfsprozess eingeteilt
werden? (1)



In welche Phasen kann der
Entwurfsprozess eingeteilt
werden? (2)

In welche Phasen kann der
Entwurfsprozess eingeteilt
werden? (3)



Nenne 3
gestaltungsbestimmende
Anforderungen!

- Abmessungen- (Leistung,...)
- Anordnungs- (Lage,...)
- Werkstoffbestimmende
(Korrosionsbeständigkeit)

Anforderungen

Nenne räumliche
Bedingungen die geklärt
werden müssen!

- Geforderte Abstände
 - Einzuhaltende Achsrichtungen
- Einbaubegrenzungen

Nenne Möglichkeiten, eine
Bauraumuntersuchung
durchzuführen!

- Mit Hilfe eines physischen
Prototyps
- Mit Hilfe eines digitalen
Prototyps
- Kombination: Mixed Reality

Welche Fragen sind mithilfe
der Gestaltungsprinzipien zu
beantworten?

- Welcher Hauptfunktionsträger bestimmt maßgebend die Gesamtgestaltung?
- Welche Hauptfunktionsträger sollen durch welche Funktionsträger gemeinsam und besser getrennt erfüllt werden?

Welche Funktion erfüllen
Gestaltungsprinzipien?

Stellen Strategien dar, die nur unter bestimmten Voraussetzungen zweckmäßig sind. Sie helfen eine Baustruktur zu entwickeln, die den jeweiligen Anforderungen am besten gerecht wird.

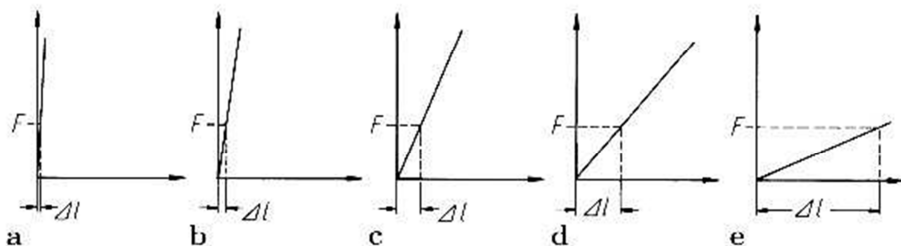
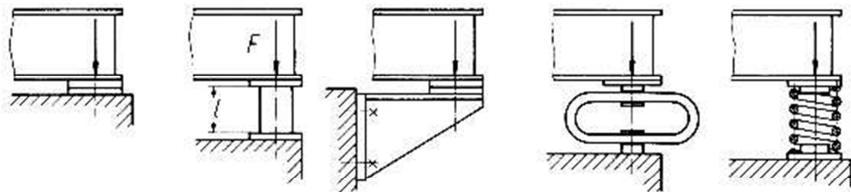
Nenne 4 wichtige
Gestaltungsprinzipien!

- Prinzipien der Kraftleitung
- Prinzipien der Aufgabenteilung
 - Prinzip der Selbsthilfe
 - Prinzip der Stabilität und
Bistabilität

Welche Regeln gelten bei
Kraftfluss und dem Prinzip
der gleichen
Gestaltfestigkeit?

- Keine scharfen Umlenkungen →
Sonst Spannungsspitzen
- Keine schroffen
Querschnittsänderungen → Sonst
Änderung der Kraftflussdichte

Welche Regeln gelten beim
Prinzip der direkten und
kurzen Kraftleitung?



Für kleine Verformungen → Kurzer direkter Weg, möglichst nur Zug und Druck

Für große elast. Verformungen → lange Kraftleitungswege und Biege- und/oder Torsionsbeanspruchung wählen

Wie lautet die Regel des
Prinzips der abgestimmten
Verformung?

Komponenten so zu gestalten, dass
unter Last eine Anpassung mit
gleichgerichteter Verformung bei
möglichst kleiner Relativverformung
entsteht.

Illustriere Beispiele für
schlechte und gute
Anwendung des Prinzips der
abgestimmten Verformung!

Überlappte Kleb-/Lötverbindungen mit anderem Elastizitätsmodul als zu verbindendes Grundmaterial

a	<u>Ungünstige Lösung:</u> -Klebschicht in Randzonen beansprucht unterschiedliche Verformung der Bauteile		<u>Schlechte Lösung:</u> -Klebschicht oben stark beansprucht entgegengerichtete Verformung der Bauteile		<u>Gute Lösung:</u> Verformungen gleichgerichtet Verformungsbeträge möglichst gleich sein
----------	---	--	--	--	---

Welle-Nabe-Verbindung

	<u>Horizontale Nabe:</u> Starke Kraftflussumlenkung <u>Entgegengerichtete Verformung</u>		<u>Schräge:</u> Allmähliche Kraftflussumlenkung Gleichgerichtete Verformung
--	---	--	--

Nenne die Regel des Prinzips
des Kraftausgleichs!

Nebengrößen belasten Krafteinleitungszonen
zusätzlich und sollen möglichst an ihrem
Entstehungsort ausgeglichen werden, um
Bauaufwand/ Gewicht zu sparen, verstärkte
Lager/ Aufnahmeelemente zu vermeiden.

Illustriere das Prinzip des
Kraftausgleichs an
Beispielen!

	ohne Ausgleich ($k \neq \text{ne Kräfte}$)	Ausgleichselement (mittlere Kräfte)	symm. Anordnung (große Kräfte)
Strömungsmaschine			
Getriebe mit Schrägverzahnung			
Kegelkupplung			

Was ist das wirtschaftliche Ziel
wird bei der Wahl und
Zuordnung der Funktionsträger
(FT) angestrebt und welche
Vor-/ Nachteile ergeben sich?

Wenige Funktionsträger mit vielen Funktionen.

- + Wenige Komponenten
- + Geringer Raumbedarf
- + Geringes Gewicht
- Fertigungsaufwand für Einzelteil groß
- Leistungsfähigkeit des FTs muss bis Grenzleistung gesteigert werden
- Verhalten des FTs nicht eindeutig

Wie lautet das Prinzip der
Aufgabenteilung und welche
Vor-/ Nachteile ergeben sich?

Jede Funktion ein besonderer FT.

- + bessere Ausnutzung des betreffenden Bauteils
- + höhere Leistungsfähigkeit
- + eindeutiges Verhalten und Berechenbarkeit
- Baulicher Aufwand meist größer

Wann wird das Prinzip der
Aufgabenteilung
angewendet?

Wenn bei gleichzeitiger Erfüllung
mehrerer Funktionen durch einen
FT Einschränkungen oder
gegenseitige Behinderung bzw.
Störungen entstehen.

Nenne Beispiele für die
Aufgabenteilung bei
unterschiedlichen
Funktionen!

- Leistungsgetriebe mit Torsionswelle im Abtrieb
- Ringfeder-Spannelemente mit besonderer Zentrierung
- Festlager mit Trennung der Radial- und Axialkraftübernahme

Wann wird die
Aufgabenteilung bei gleicher
Funktion angewendet?

Wenn infolge Leistungs- oder
Größensteigerung eine Grenze erreicht wird,
werden die gleichen Funktionen auf mehrere
FTs aufgeteilt (Leistungsverzweigung und
anschließende Sammlung)

Bsp.: Keilriemen, Planetengetriebe

Wie kann eine gleichmäßige
Kraft- bzw. Lastverteilung
sichergestellt werden?

Bsp.: Keilriemen

- ausreichende Riemenlänge, enge Toleranzen
- gelenkige oder nachgiebige Aufhängung
- Lastausgleich durch elastische Glieder

Wie kann das Prinzip der
Selbsthilfe definiert werden?

Durch geschickte Wahl der Systemelemente und ihrer Anordnung im System selbst wird eine sich gegenseitig unterstützende Wirkung erzielt, die hilft, die Funktion besser zu erfüllen.

Welche Situationen und
entsprechende Wirkungen
können bei der Selbsthilfe
unterschieden werden?

- Normalsituation
 - ...gleichsinnig mitwirken
 - ...entlasten
 - ...ausgleichen
- Notsituation
 - ...schützen
 - ...retten

Mit welcher Gleichung kann
eine selbsthelfende
Konstruktion beschrieben
werden?

Ursprungswirkung + Hilfswirkung
= Gesamtwirkung

Nenne Beispiele für eine
selbsthelfende Konstruktion!

- Selbstdichtender
Deckelverschluss
- Selbsthelfende Anordnung
eines Mannlochdeckels

Wie lautet die Definition von
Selbsthilfegrad und
Selbsthilfegewinn?

Selbsthilfegrad:

$$\kappa = \frac{\text{Hilfswirkung}}{\text{Gesamtwirkung}} = \frac{H}{G} = 0 \dots 1$$

Selbsthilfegewinn:

$$\gamma = \frac{\text{techn. Kenngröße mit Selbsthilfe}}{\text{techn. Kenngröße ohne Selbsthilfe}} = \frac{G}{U} = \frac{1}{1 - \kappa}$$

Was sind die Eigenschaften
von selbstverstärkenden
Lösungen?

Bereits unter Normallast wird die Hilfswirkung gewonnen → verstärkende Gesamtwirkung,

a) Bauteile werden mit zunehmender Hauptwirkung entlastet

b) Bauteile werden nur so belastet, wie es augenblickliche Funktionserfüllung erfordert

Nenne einige Beispiele für
eine selbstverstärkende
Lösung!

- „Usit-Ring“ selbstdichtende
Unterlegscheibe
- Schlauchloser Reifen
 - RWDR
- Manschettendichtring

Was sind die Eigenschaften
von selbstausgleichenden
Lösungen?

Unter Normallast wird die Hilfswirkung
gewonnen

→ Hilfswirkung wirkt Ursprungswirkung
entgegen

→ Ausgleich → Höhere Gesamtwirkung

Bsp.: Strömungsschaufel, durch Schrägstellung →
Fliehkraft wirkt Umfangskraft entgegen

Wie erfolgt die Konstruktion
selbstaussgleichender
Lösungen?

Technisches System so gestalten, dass
...Kräfte und Momente einander weitgehend
aufheben

... Zusätzliche Kräfte oder Momente
entstehen, die einen Ausgleich zur
Leistungserhöhung ermöglichen

Vor welchem Hintergrund
kommen selbstschützende
Lösungen zum Einsatz?

Im Überlastfall sollte Bauteil nicht zerstört werden, insbesondere, wenn Überlastfall in begrenzter Höhe mehrfach auftreten kann.
(Ausnahme: Sollbruchstellen)

Wie wird bei
selbstschützenden Lösungen
die Hilfswirkung erreicht?

Aus einem zusätzlichen anderen
Kraftleitungsweg, der bei Überlast mittels elast.
Verformung erreicht wird.

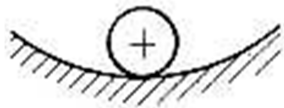
→ Andere Kraftflussverteilung/
Beanspruchungsart, die insgesamt tragfähiger
ist.

Nenne Beispiele für eine
selbstschützende Lösung!

- Blocksetzen einer Feder
 - Federstabkupplung
- Elast. Kupplung mit Schraubenfedern und Anschlägen zur Übernahme der Kraft bei Überlast

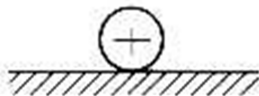
Wie lautet die Definition eines
stabilen
Gleichgewichtszustandes?

System kehrt nach einer Störung von selbst in die alte Lage mit vorherigem Gleichgewichtszustand zurück



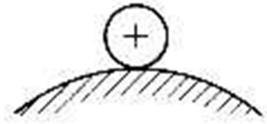
Wie lautet die Definition eines
indifferenten
Gleichgewichtszustandes?

System nimmt nach der Störung
eine neue Lage mit unverändertem
Gleichgewichtszustand ein



Wie lautet die Definition eines
labilen
Gleichgewichtszustandes?

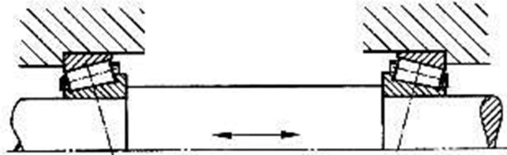
System nimmt nach der Störung eine
neue Lage mit neuem
Gleichgewichtszustand ein



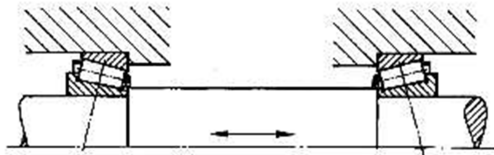
Wie wird ein stabiles
Verhalten erzeugt?

Auftretende Störungen sollen
resultierende Wirkungen erzeugen,
die der Störung entgegenwirken und
sie aufheben oder min. mildern

Illustriere ein Beispiel für die
Erzeugung von stabilem
Verhalten!



Wärmedehnung bewirkt Belastungserhöhung und damit labiles Verhalten → x-Lagerung



Wärmedehnung bewirkt Belastungsminderung und damit stabiles Verhalten → Lager umdrehen

Wie wird ein labiles Verhalten
erzeugt?

Auftretende Störungen erzielen eine
sie selbst verstärkende Wirkung, die
Lösungen mit einer gewollten
Labilität zu einem bistabilen
Verhalten führen.

Wie wird bistabiles Verhalten
erreicht?

Bei Erreichen eines
Grenzzustandes, wird ein deutlich
abgesetzter anderer Zustand
erreicht, wobei Zwischenzustände
unerwünscht sind.

Nach welcher Leitlinie wird beim
Grobgestalten
gestaltungsbestimmender
Hauptfunktionsträger vorgegangen?

Funktion → Wirkprinzip → Auslegen

Wie lauten die Grundregeln
der Gestaltung?

- **Eindeutig:** Erfüllung der technischen Funktionen, Wirkung und Verhalten zuverlässig vorhersagbar
- **Einfach:** Wirtschaftliche Realisierung, Geringe Teilanzahl, Einfache Gestaltungsformen
- **Sicher:** Sicherheit für Mensch und Umgebung, Haltbarkeit, Zuverlässigkeit, Unfallfreiheit, Umwelt

Charakterisiere die
Grundregel „eindeutig“ nach
der Leitlinie!

Funktion: Klare Zuordnung der Teilfunktionen
der Funktionsstruktur mit Ein- und
Ausgangsgrößen

Wirkprinzip: Beschreibbarer Zusammenhang
zwischen Ursache und Wirkung

Auslegung: Eindeutiger Lastzustand

Nenne Beispiele für die
Grundregel „eindeutig“!

- Fest- / Loslagerung
- Stützlageranordnung
- Elastisch verspannte Lager
- Aufteilung Radial-/ Axialkräfte

Charakterisiere die
Grundregel „einfach“ nach
der Leitlinie!

Funktion: möglichst wenige Teilfunktionen

Wirkprinzip: Wenig Aufwand, durchschaubare
Gesetzmäßigkeiten

Auslegung: Geometrische Formen zugrunde
legen, die direkt für mathematische
Berechnungen tauglich sind

Nenne Beispiele für die
Grundregel „einfach“!

Hebel mit „gleitendem“
Gelenk, dadurch weniger
Teile/ Verschleißstellen/
Schlitze/ Kanäle

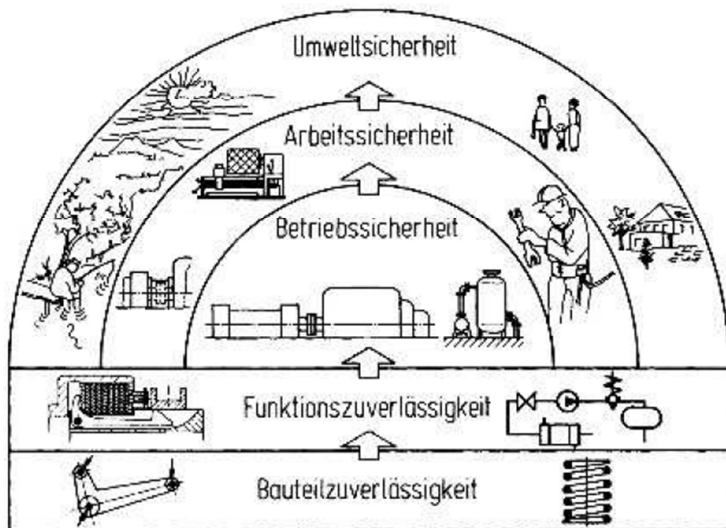
Welche Eigenschaften betrifft
die Grundregel „sicher“?

- Zuverlässige Erfüllung der
Funktion
- Gefahrenminderung für den
Menschen und
 - für die Umgebung

Wie lautet die Definition von
Zuverlässigkeit?

Fähigkeit eines technischen Systems,
innerhalb vorgegebener Grenzen und
während einer bestimmten Zeitdauer den
durch den Verwendungszweck
bedingten Anforderungen zu genügen

Illustriere die Hierarchie der
Sicherheitstechnik!



Wie lautet die Definition der
Betriebssicherheit?

Einschränkung von Gefährdungen
beim Betrieb von TS, so dass diese
selbst und ihre unmittelbare
Umgebung keinen Schaden
nehmen.

Wie lautet die Definition der
Arbeitssicherheit?

Einschränkung von Gefährdungen
des Menschen bei der Arbeit bzw.
bei Benutzung oder Gebrauch TS
auch außerhalb Arbeitswelt.

Wie lautet die Definition der
Umweltsicherheit?

Einschränkung von Schädigungen im Umfeld TS

Wie können Schutzsysteme
beschrieben werden?

Haben die Aufgabe, Gefährdungen
so einzuschränken, dass das Risiko
auf vertretbares Maß reduziert wird,
wenn nicht durch unmittelbare
Sicherheitstechnik möglich.

Wie kann unmittelbare
Sicherheitstechnik
beschrieben werden?

Lösung so wählen, dass von
vorneherein und aus sich
heraus keine Gefährdung
besteht

Wie kann mittelbare
Sicherheitstechnik
beschrieben werden?

Aufbau von Schutzsystemen und Anordnung von Schutzeinrichtungen

Wie kann hinweisende
Sicherheitstechnik
beschrieben werden?

Warnung vor Gefahren und
kenntlich machen von
Gefährdungsbereichen

Nenne Prinzipien der
unmittelbaren
Sicherheitstechnik!

- **Prinzip des „Sicheren Bestehens“;** Alle Vorkommnisse ohne Versagen oder Störung
- **Prinzip des „Beschränkten Versagens“;** Zulassung einer Funktionsstörung ohne schwerwiegende Folgen
- **Prinzip der „redundanten Anordnung“;** Parallel geschaltete Mehrfachanordnung

Wie unterscheiden sich
aktive, passive und Prinzip-
Redundanz voneinander?

Aktive Redundanz: Alle Komponenten aktiv, bei Teilausfall entsteht Leistungsminderung

Bsp.: Flugzeugtriebwerke

Passive Redundanz: Reserve-Einheiten werden dazu geschaltet (erfordert Schaltvorgang)

Bsp.: Ersatz-Rechnersysteme

Prinzip-Redundanz: Mehrfachanordnung, gleiche Funktion, aber unterschiedliches Wirkprinzip

Wo liegen die Unterschiede
zwischen Schutzsystemen
und Schutzeinrichtungen?

Schutzsysteme: Lösen bei
Gefährdung eine Schutzreaktion
aus

Schutzeinrichtungen: Haben eine
Schutzfunktion ohne Schutzreaktion

Nenne Beispiele für
Schutzsysteme!

- Mit mehrfachen Redundanzen versehene Überwachung der Temperatur in einem Kernreaktor
- Überwachung der Nichtzugänglichkeit von Roboterarbeitsplätzen (Lichtschränke)
- Verriegelung der Waschmaschine im Betrieb

Nenne Beispiele für
Schutzeinrichtungen!

- Verkleidungen
- Verdeckungen (Einzugsspalt mit Schutzprofil verdeckt)
 - Umzäunungen

Nenne die
Grundforderungen der
Schutztechnik!

- Zuverlässig wirkend
- Zwangsläufig wirksam
 - Nicht umgebar

Nenne Hauptmerkmale der
Leitlinie beim Gestalten!

Funktion, Wirkprinzip, Gestalt
Auslegung, Sicherheit, Ergonomie,
Fertigung, Kontrolle, Montage,
Transport, Gebrauch, Instandhaltung,
Recycling, Kosten, Termin

Mit welchen methodischen
Hilfsmitteln lassen sich
Gerechtheiten erreichen?

- Regeln
- Gut-Schlecht-Beispiele
- Checklisten
- mathematische Modelle
- Weitere umfangreiche Methoden (z.B.

Wertanalyse – Kostengerecht)

Nenne einige Beispiele für
Gerechtheiten!

- Montagegerecht
- Fertigungsgerecht
- Gussgerecht
- Gesenkschmiedegerecht
- Kaltfließpressteilgerecht
- Biegeteilgerecht
- Drehteilgerecht

Wie können Normen
beschrieben werden?

Anerkannte Regeln, Lösungen für
häufig wiederkehrende Aufgaben,
deren Anwendung zu sinnvollen
Vereinheitlichungen führen
→ Kostenersparnis

Nenne einige Normenarten
(nach der Herkunft von
Normen)!

- DIN-Normen des Deutschen Instituts für Normung e.V.)
 - EN-Normen
 - ISO-Normen
 - DIN EN-Normen
 - DIN ISO-Normen

Wie lautet die Definition der
Längenausdehnung?

$$\beta = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta \vartheta_m}$$

Δl Längenänderung (Ausdehnung) infolge Erwärmung um $\Delta \vartheta_m$,
 l betrachtete Länge des Bauteils und
 $\Delta \vartheta_m$ Temperaturdifferenz, um die sich der Körper im Mittel erwärmt.

Was ist bei der Ausdehnung
von Bauteilen zu beachten?

- Nur so viele Freiheitsgrade, wie zur Funktionserfüllung nötig
- Festpunkt bestimmen und für Translation und Rotation Führungsflächen mit Hilfe von Gleitbahnen, Lagern zuordnen

Was ist bei Führungen zu
beachten, die der
Wärmeausdehnung
dienen?

Müssen auf einem Strahl durch den
Festpunkt angeordnet werden.
Strahl muss Symmetrielinie des
Verzerrungszustandes sein.

Wie kann die
Relativausdehnung zwischen
Bauteilen rechnerisch
ermittelt werden?

$$\delta_{Rel} = \beta_1 * l_1 * \Delta\vartheta_{m_1(t)} = \beta_2 * l_2 * \Delta\vartheta_{m_2(t)}$$

Stationärer Fall:

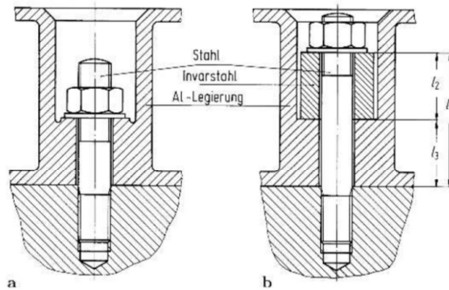
- Gleiche Längenausdehnung → Angleichen der
Temperaturen

- Untersch. Temperaturen →

Wahl des Werkstoffes mit untersch.

Ausdehnungszahlen

Nenne ein Beispiel für
ausdehnungsgerechtes
Konstruieren!



$$\delta_{\text{Rel}} = 0 = \beta_1 \cdot l_1 \cdot \Delta\vartheta_{m_1} - \beta_2 \cdot l_2 \cdot \Delta\vartheta_{m_2} - \beta_3 \cdot l_3 \cdot \Delta\vartheta_{m_3}$$

- a Wegen größerer Ausdehnung des Aluminiumflansches Schraube gefährdet;
- b ausdehnungsgerechte Gestaltung mit Dehnhülse aus Invarstahl (mit Ausdehnungszahl nahe Null),
die die Ausdehnung des Flansches gegenüber der Schraube ausgleicht

Nenne Regeln für
Korrosionsgerechtes
Konstruieren!

- Ausreichend lange und gleiche Lebensdauer mit entspr.

Wanddickenwahl und Werkstoffeinsatz

- Kleine und glatte Oberflächen anstreben
- Feuchtigkeitssammelstellen vermeiden
- Korrosionsschutzüberzug vorsehen

Zwischen welchen
Recyclingarten kann
unterschieden werden?

Rückführung von:

Herstellungsabfälle in neuen Produktionsprozess

→ **Produktabfall-Recycling**

Produkten oder Teilen von Produkten in neues

Gebrauchsstadium → **Produkt-Recycling**

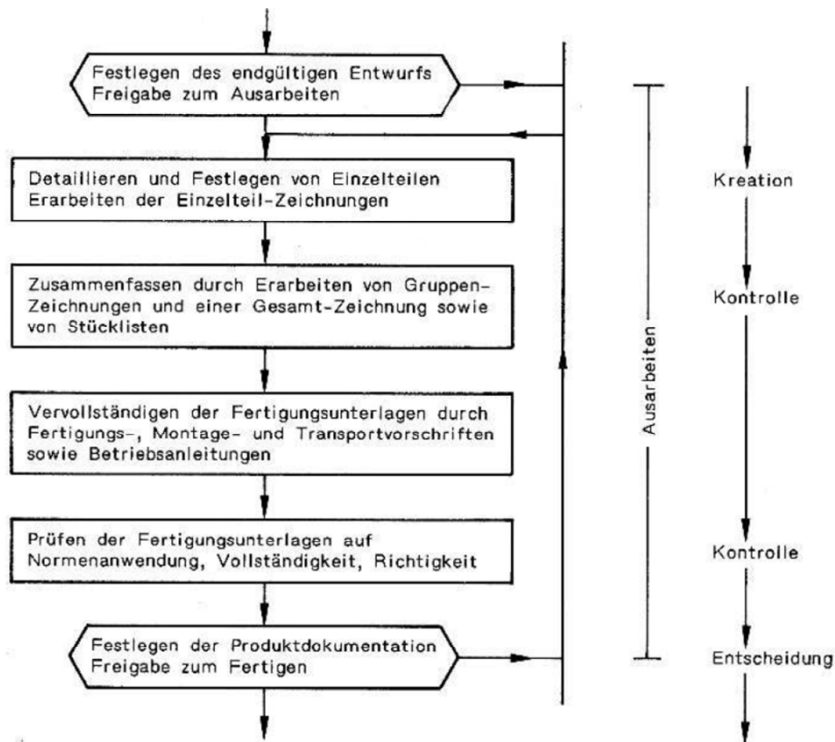
Verbrauchten Produkten in neuen Produktionsprozess

→ **Altstoff-Recycling**

Nenne Richtlinien zur
aufarbeitungsfreundlichen
Produktgestaltung!

- Werkstoffverträglichkeit
 - Werkstofftrennung
- Aufarbeitungsgerechte Fügestellen
 - Hochwertige Werkstoffe
- Gefährliche Stoffe (abtrennbar)

Nenne die Arbeitsschritte
beim Ausarbeiten!



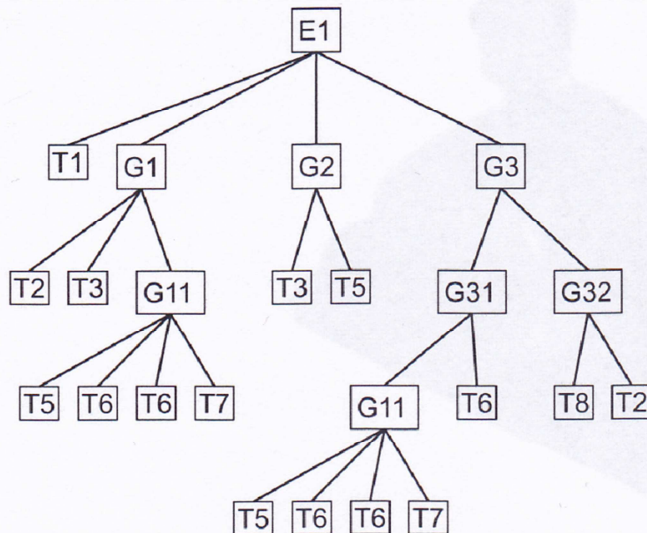
Nenne einige Bestandteile
der Produktdokumentation!

- Funktionsbeschreibung
- Prüfvorschriften zur QS
- Sicherheitsnachweise
- Transporthinweise und
Montageanleitungen
- Inbetriebnahmeanleitungen

Was sind die Eigenschaften
einer Erzeugnisgliederung?

- Aufteilung des Erzeugnisses in
klare Einheiten
- Grundlage für die Strukturierung
der Fertigungsunterlagen
- Produkt- und firmenspezifisch

Illustriere das Schema einer
Erzeugnisgliederung!



E: Erzeugnis
G: Gruppe
(Baugruppe)
T: Teil
(Einzelteil)

Was sind die Merkmale einer
Stückliste?

Datenbank/ Tabellarische Aufstellung
aller Einzelteile eines Produkts. Enthält
z.B. die Benennung der Einzelteile,
Mengen, Einheiten der Mengen,
Sachnummern etc.

Illustriere beispielhaft eine
Stückliste!

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Stück- zahl	Benennung	Sachnummer	Bemerkungen
1	2	Sonnenrad	2.63-1	16 MnCr 5
2	1	Hohlrad	2.64-1	14 CrMoV 6.9
3	6	Schneckenrad	2.65-1	14 CrMoV 6.9

Wie kann eine
Mengenstückliste
beschrieben werden?

- Enthält nur eine Auflistung der Einzelteile
mit ihren Sachnummern und
Mengenangaben
- Eine Stufengliederung wie
Erzeugnisgliederung ist nicht zu
erkennen

Wie kann eine
Strukturstückliste
beschrieben werden?

- Gibt die Erzeugnisstruktur mit allen Gruppen und Teilen wieder
 - Gliederung entspricht dem Fertigungsablauf
- Vorteil:** Gesamtstruktur des Erzeugnisses wird erkennbar
- Nachteil:** bei vielen Positionen unübersichtlich

Wie kann eine
Baukastenstückliste
beschrieben werden?

- Enthält nur Teile der nächsttieferen Stufe
 - Zusammenstellung mehrerer Baukasten-Stücklisten mit anderen Stücklisten → Stücklistensatz
- Vorteil:** Wiederholbaugruppe muss nur einmal auf Stückliste dargestellt werden, leichte Ableitung von anderen Stücklistenformen
- Nachteil:** Kein Rückschluss auf Gesamtbedarf der Teile, Funktions- /Fertigungs- Zusammenhang erst erkennbar, wenn alle Baukasten-Stücklisten zusammen

Wie kann eine
Variantenstückliste
beschrieben werden?

- Stücklisten-Sonderform: Verschiedene Erzeugnisse sind mit hohem Anteil identischer Gruppen festgelegt
- Informationen mehrerer verschiedener Stücklisten werden zu einziger Liste zusammengeführt
- Zusammenfassung gleichbleibender Teile eines Erzeugnisspektrums in sog. Grund-Stückliste
- Sind vor allem in Baukastensystemen mit hohem Anteil gleicher Bausteine (Grundbausteine) rationell

Nenne weitere
Unterscheidungen von
Stücklisten!

Konstruktions-, Fertigungs-,
Montagestückliste

Was sind Sinn und Zweck der
Nummerungstechnik?

- Schnelles Auffinden von Informationen,
Dokumenten, bereits gefertigten Teilen,
ähnlichen oder gleichen Teilen,
Fertigungsmitteln etc.
- Rationalisierung der Fertigung
- Rationalisierung der Lagerhaltung

Nenne allgemeine
Anforderungen an
Nummernsysteme!

- Identifizierung und Klassifizierung
getrennt handhabbar
- Weitgehende Erweiterungsmöglichkeiten
- Betriebsinterne und –externe
Verständlichkeit
- Merkbarkeit

Wie lautet die Definition einer
Nummer?

Nach bestimmten Regeln
gebildete Zahlenfolge zum
Bezeichnen von
Gegenständen

Wie lautet die Definition eines
Nummerungsobjektes?

Gegenstand, dem eine
Nummer zugeordnet wird

Wie lautet die Definition von
Identifizieren?

Eindeutiges Erkennen eines
Gegenstandes anhand
Merkmale mit festgelegter
Genauigkeit

Wie lautet die Definition einer
Identnummer?

Ein Nummerungsobjekt, das
eindeutig zugeordnet ist

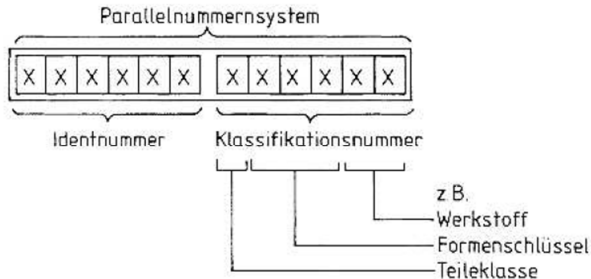
Wie lautet die Definition von
Klassifizieren?

Bilden von Klassen, Klasse =
Gleichheit aber nicht Identität

Wie lautet die Definition einer
Klasse?

Festgelegt durch
Klassenmerkmale. Zur
Unterscheidung und
Zusammenfassung

Nenne Vorteile von Parallelnummern!

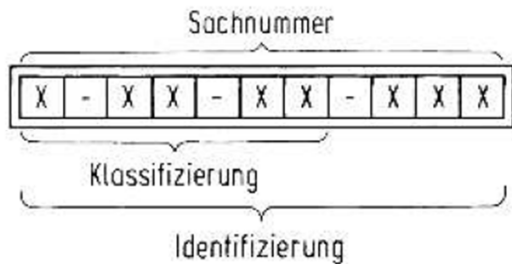


- Identifizierungsnummer kurz und eindeutig
- Einheitliche Nummerung
- Erweiterbar
- EDV-gerecht
- Änderung einer Klassifikation ohne Rückwirkung auf Identifikation

Nenne Nachteile von
Parallelnummern!

- Hoher Einführungsaufwand
 - Höhere Stellenzahl bei gleicher Aussagekraft relativ zu Verbundnummer

Nenne Vorteile von Verbundnummern!



- „Halbsprechende“ Nummer
- Klassifizierung erkennbar
- Dezentrale Nummernvergabe möglich
- Relativ geringe Stellenzahl

Nenne Nachteile von
Verbundnummern!

- System neigt zum Platzen
- Flexibilität eingeschränkt
- Erweiterbarkeit eingeschränkt
- Änderung der Klassifikation
ändert Identifikation

Wie lautet die Definition eines
Merkmals?

Eine bestimmte Eigenschaft, die
zum Beschreiben und
Unterscheiden von Gegenständen
einer Gegenstandsgruppe dient

Wie lautet die Definition eines
Sachmerkmals?

Merkmal, das Gegenstände
unabhängig vom Umfeld (z.B.
Herkunft, Verwendung) beschreibt.
Eine Änderung der Ausprägung
ergibt einen anderen Gegenstand

Was ist eine
Gegenstandsgruppe?

Gruppe **artverwandter**
Gegenstände

Wo werden Sachmerkmale
überwiegend verwendet?

- Als Normteil- und Wiederholdatenbanken
= Grundlage für Variationsparameter für
CAD
- Für Bausteine eines Baukastensystems =
Kombinationshilfe

Wie lautet die Definition einer
Baureihe?

Technische Gebilde (Maschinen, Baugruppen oder Einzelteile), die dieselbe Funktion

- mit der gleichen Lösung

- in mehreren Größenstufen

- bei möglichst gleicher Fertigung

in einem weiten Anwendungsbereich erfüllen.

Wie lautet die Definition eines
Baukastens?

Technische Gebilde (Maschinen, Baugruppen
oder Einzelteile), die

- als Bausteine mit oft unterschiedlichen
Lösungen durch Kombination
- verschiedene Gesamtfunktionen erfüllen

Was sind die Vorteile von
Baureihen?

Für Hersteller:

- Weniger Konstruktionsarbeit
- Wirtschaftliche Fertigung
- Höhere Qualität

Für Kunden:

- Preisgünstig, qualitativ gut
- Kurze Lieferzeit
- Problemlose Ersatzteilbeschaffung und Ergänzung

Was sind die Nachteile von
Baureihen?

Eingeschränkte Größenwahl
mit nicht immer optimalen
Betriebseigenschaften

Wie wird bei der
Baureihenentwicklung
vorgegangen?

Von einer Baugröße ausgehend werden weitere Baugrößen nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten abgeleitet.

- Ausgangsentwurf: Grundentwurf (Index 0)
- Abgeleitete Baugrößen: Folgeentwurf (Index 1...k)
 - Ähnlichkeitsgesetze sind zwingend
- Dezimalgeometrische Normzahlen sind zweckmäßig

Wie lautet das
Ähnlichkeitsgesetz?

Das Verhältnis mind. Einer
physikalischen Größe beim
Grund- und bei den
Folgeentwürfen bleibt konstant

Welche Grundähnlichkeiten
gibt es?

Ähnlichkeit	Grundgröße	Invariante
geometrische	Länge	$\varphi_{\text{L}} = L_1/L_0$
zeitliche	Zeit	$\varphi_{\text{t}} = t_1/t_0$
Kraft-	Kraft	$\varphi_{\text{F}} = F_1/F_0$
elektrische	Elektrizitätsmenge	$\varphi_{\text{Q}} = Q_1/Q_0$
thermische	Temperatur	$\varphi_{\vartheta} = \vartheta_1/\vartheta_0$
photometrische	Lichtstärke	$\varphi_{\text{B}} = B_1/B_0$

Nenne die wichtigsten
Invarianten! (1)

Länge: $\varphi_L = \frac{L_1}{L_0}$

Fläche: $\varphi_A = \varphi_L^2$

Volumen: $\varphi_V = \varphi_L^3$

Gewicht: $\varphi_G = \varphi_\rho * \varphi_g * \varphi_L$

Nenne die wichtigsten
Invarianten! (2)

Zeit: $\varphi_t = \frac{t_1}{t_0}$

Geschwindigkeit: $\varphi_v = \frac{\varphi_L}{\varphi_t}$

Beschleunigung: $\varphi_L = \frac{\varphi_L}{\varphi_t^2}$

Elastische Kraft: $\varphi_L = \varphi_\varepsilon * \varphi_E * \varphi_L^2$

Was ist die Voraussetzung
für geometrische Ähnlichkeit?

Das Verhältnis aller Längen
bei Folgeentwürfen –
Grundentwurf bleibt konstant:

$$\varphi_L = \frac{L_1}{L_0} = \textit{konstant}$$

Wie können spezielle
Ähnlichkeiten beschrieben
werden?

Ähnlichkeiten bei denen mehr als ein Grundgrößenverhältnis konstant ist. Bsp.: Verhältnis von Länge und Kraft jeweils konstant → **Statische Ähnlichkeit**

Nenne einige für besondere
Ähnlichkeiten definierte
dimensionslose Kennzahlen!

Ählichkeit	Invariante	Kennzahl	Definition	Anschauliche Deutung
kinematische	φ_L, φ_t			
statische	φ_L, φ_F	Hooke	$Ho = \frac{F}{E \cdot L^2}$	bezogene elastische Kraft
dynamische	$\varphi_L, \varphi_t, \varphi_F$	Newton	$Ne = \frac{F}{\rho \cdot v^2 \cdot L^2}$	bezogene Trägheitskraft
		Cauchy*	$Ca = \frac{Ho}{Ne} = \frac{\rho \cdot v^2}{E}$	Trägheitskraft/ elastische Kraft
		Froude	$Fr = \frac{v^2}{g \cdot L}$	Trägheitskraft/ Schwerkraft
		NN**	$\frac{E}{\rho \cdot g \cdot L}$	elastische Kraft/ Schwerkraft
		Reynolds	$Re = \frac{L \cdot v \cdot \rho}{\eta}$	Trägheitskraft/Reibungs- kraft in Flüssigkeiten und Gasen
thermische	φ_L, φ_v	Biot	$Bi = \frac{\alpha \cdot L}{\lambda}$	zu- bzw. abgeführte/ geleitete Wärmeenergie
	$\varphi_L, \varphi_t, \varphi_\vartheta$	Fourier	$Fo = \frac{\lambda \cdot t}{c \cdot \rho \cdot L^2}$	geleitete/gespeicherte Wärmemenge

Welche Kräfte treten in
maschinenbaulichen
Systemen häufig auf?

- Trägheitskräfte
- Elastische Kräfte

Wie ist der Stufensprung
der Spannung definiert?

$$\varphi_{\sigma} = \frac{\sigma_1}{\sigma_0} = \frac{\varepsilon_1 * E_1}{\varepsilon_0 * E_0} = 1$$

Wie ist der Stufensprung
der elastischen Kraft
definiert?

$$\varphi_{F_E} = \frac{F_{E_1}}{F_{E_0}} = \frac{\sigma_1 * A_1}{\sigma_0 * A_0} = \frac{\varepsilon_1 * E_1 * A_1}{\varepsilon_0 * E_0 * A_0} = \varphi_L^2$$

Wie ist der Stufensprung
der Trägheitskraft
definiert?

$$\varphi_{F_T} = \frac{F_{T_1}}{F_{T_0}} = \frac{m_1 * a_1}{m_0 * a_0} = \frac{\rho_1 * V_1 * a_1}{\rho_0 * V_0 * a_0} = \frac{\varphi_L^4}{\varphi_t^2}$$

Was bedeutet
dynamische Ähnlichkeit?

Konstantes Kraftverhältnis
zwischen Trägheits- und
elastischen Kräften.

Voraussetzung:

$$\varphi_t = \varphi_L$$

Welches System steckt hinter einer
dezimalgeometrischen
Normzahlreihe?

Jedes Glied geht aus dem
vorhergehenden durch Multiplizieren
mit einem konstanten Faktor φ , dem
Stufensprung hervor: $a_n = a_0 * \varphi^n$

Wie errechnet sich der
Stufensprung einer Reihe?

$$\varphi = \sqrt[n]{\frac{a_n}{a_0}} = \sqrt[n]{10}$$

n...Stufenzahl innerhalb der
Dekade

Wie lautet die Grundreihe der
Stufensprünge für 10 Stufen?

Reihe R5 $\varphi = \sqrt[5]{10} = 1,6$

Reihe R10 $\varphi = \sqrt[10]{10} = 1,25$

Reihe R20 $\varphi = \sqrt[20]{10} = 1,12$

Reihe R40 $\varphi = \sqrt[40]{10} = 1,06$

Merke: Die Reihen mit den größten
Stufensprüngen sind zu bevorzugen.

Was besagt das
Psychologische Grundgesetz
von Weber- Fechner?

Dass Geometrisch gestufte Reize
(Schalldrücke, Helligkeiten)
arithmetisch gestufte Empfindungen
hervorrufen

Wie entstehen abgeleitete
Reihen?

Aus den Grundreihen, indem
man nur jedes 2., 3., 4., usw.
Glied entnimmt

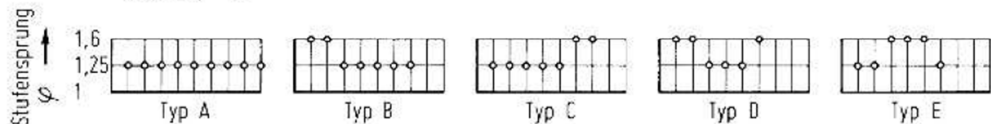
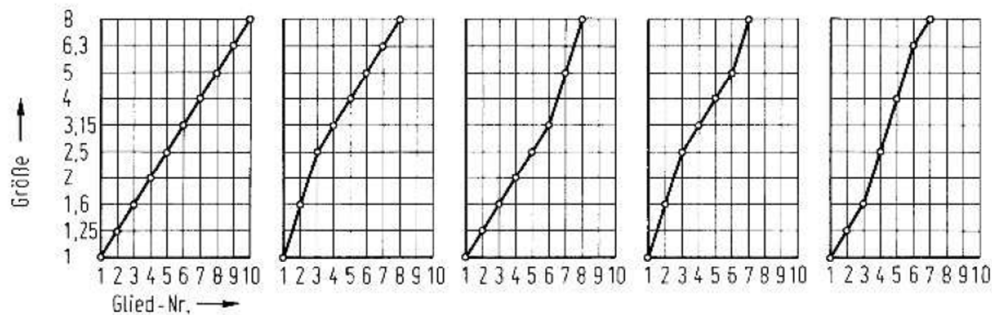
Nenne einige Vorteile von
Normzahlreihen!

- Reduzierung der Abmessungsvarianten →
geringerer Aufwand in Fertigung
- Berechnung und Auslegung aus
Multiplikationen/ Divisionen werden erleichtert
- Bei linearer Vergrößerung/ Verkleinerung
ergeben sich Maßzahlen derselben Reihe wenn
Faktor auch der Reihe entnommen ist

Nach was richtet sich die
Größenstufung?

- **Marktsituation** → i.d.R. kleine Stufung erwünscht
 - **Konstruktion** → Fein genug für technische Anforderungen
- **Fertigung** → So groß wie möglich für wirtschaftliche Fertigung (große Stückzahlen)
 - **Konstanter Stufensprung nicht immer zweckmäßig**

Illustriere die
unterschiedlichen
Stufungscharakteristiken für
Baureihen!



Wie unterscheiden sich die
einzelnen Stufensprung-
Typen voneinander?

Typ A streng geometrisch ähnlich → konstanter
Stufensprung (Im Normalfall, ohne Kostendruck)

Typ B degressiv-geometrisch → gröbere Stufung bei
kleinen Baugrößen, Überdimensionierung kann in Kauf
genommen werden

Typ C progressiv-geometrisch → gröbere Stufung bei
großen Baugrößen

Welche Regel wird bei der
Stufungswahl verfolgt?

Stufung umso feiner, je
größer Bedarf, je genauer
technischen Eigenschaften
eingehalten werden müssen

Was sind halbähnliche
Baureihen?

Baureihen, bei denen Teilbereiche
mehrerer Größenstufen mit nur
jeweils einer Größenstufe realisiert
werden (z. B. aus wirtschaftl.
Gründen)

Was gilt es bei Passungen und
Toleranzen zu beachten?

Sie sind mit Nennmaßen nicht geometrisch
ähnlich gestuft.

$$i = 0,45 * \sqrt[3]{D} + 0,001 * D$$

d. h. der Stufensprung der Toleranzeinheit i

folgt im Wesentlichen $\varphi_i = \varphi_L^{\frac{1}{3}}$

Nenne ein Beispiel für
übergeordnete
Ähnlichkeitsgesetze!

Einfluss der Schwerkraft:

Stufensprung der Schwerkraft: $\varphi_{F_G} = \varphi_L^3$

- Cauchy-Bedingung kann nicht aufrechterhalten werden
- Anpassung notwendig

Nenne ein Beispiel für eine
übergeordnete
Aufgabenstellung!

Ergonomische Anforderungen

- Bauteile können nicht mit der
Nenngröße der
Baureihenglieder wachsen
→ Bsp. Drehmaschine

Nenne ein Beispiel für eine
übergeordnete wirtschaftliche
Forderung!

Größere Abstufung → Höhere Stückzahlen →
Wirtschaftlichere Fertigung

Folge: die umgebenden oder anschließenden
Bauteile werden zu halbähnlichen Baureihen

Was ist bei Baukästen
hinsichtlich der
Bausteinfertigung
anzustreben?

Bausteine sollen nach
möglichst ähnlicher
Technologie gefertigt werden

Nenne Beispiele für
Baukästen!

- Stirnradgetriebe mit Antriebsmotor
 - Stirnradgetriebe mit 2
Abtriebswellen
 - 1-Wellen-Extruder-Getriebe
 - Vertikal-Stirnrad-Getriebe

Was ist charakteristisch für
die Baureihenentwicklung?

- Kombination diskreter Funktionsbausteine zu Gesamtfunktion
- Entsprechende Funktionsstruktur
- Konzept- und Entwurfsphase viel stärker beeinflusst als bei reiner Baureihenentwicklung

Wie können
Baukastensysteme
beschrieben werden?

Aus Bausteinen aufgebaut,
die lösbar oder unlösbar
zusammengefügt sind.

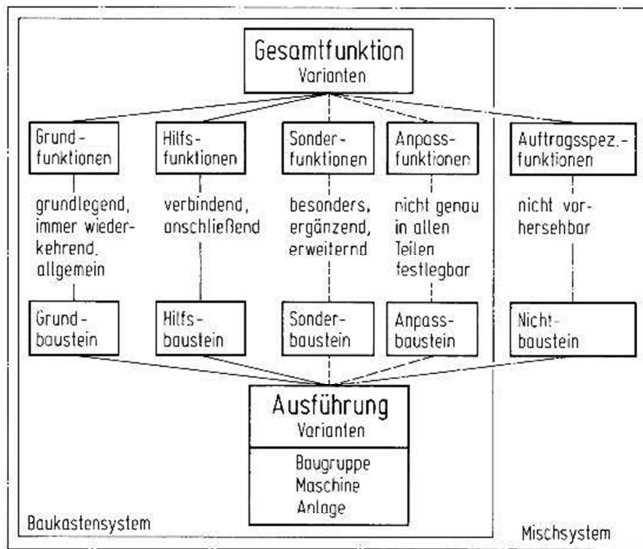
Wie können
Funktionsbausteine
beschrieben werden?

Sind unter dem Gesichtspunkt der Erfüllung technischer Funktionen festgelegt, so dass sie diese von sich aus, oder in Kombination mit anderen erfüllen können

Wie können
Fertigungsbausteine
beschrieben werden?

Bausteine, die unabhängig von ihrer
Funktion nach reinen
fertigungstechnischen
Gesichtspunkten festgelegt werden

Illustriere die Funktions- und
Bausteinarten innerhalb der
Baukastensystematik!



- Muss-Baustein
- Kann-Baustein
- - - - - Nur in besonderen Fällen, führt zu Mischsystemen

Wie lauten die einzelnen Schritte bei
der Entwicklung von Baukästen?

1. Klären der Aufgabenstellung
2. Aufstellen von Funktionsstrukturen
3. Suchen nach Wirkprinzipien und
Lösungsvarianten
4. Auswählen und Bewerten
5. Erstellen der Gesamtentwürfe
6. Ausarbeiten der Fertigungsunterlagen

Nenne Vor- und Nachteile
von Baukastensystemen für
den Hersteller!

- + Auftragsabwicklung kann stark gekürzt werden
- + Schnelle Lieferbereitschaft
- + Einfache Kalkulation
- Erhöhter Montageaufwand
- Verlust von Flexibilität
- Schwierig da Hersteller und Anwender berücksichtigt werden müssen

Nenne Vor- und Nachteile
von Baukastensystemen für
den Anwender!

- + Kurze Lieferzeiten
- + Bessere Austauschmöglichkeiten
 - + Besserer Ersatzteildienst
- Spezielle Wünsche schwer erfüllbar
- Qualitätsmerkmale evtl. ungünstiger
- z.T. höhere Gewichte und Bauvolumina

Nenne weitere Beispiele für
Baukästen!

- Getriebekastensystem „Hansen-Patent“
- Modulare Straßenbahn
(Kopfmodul, Mittelmodul,
Fahrwerksmodul)