

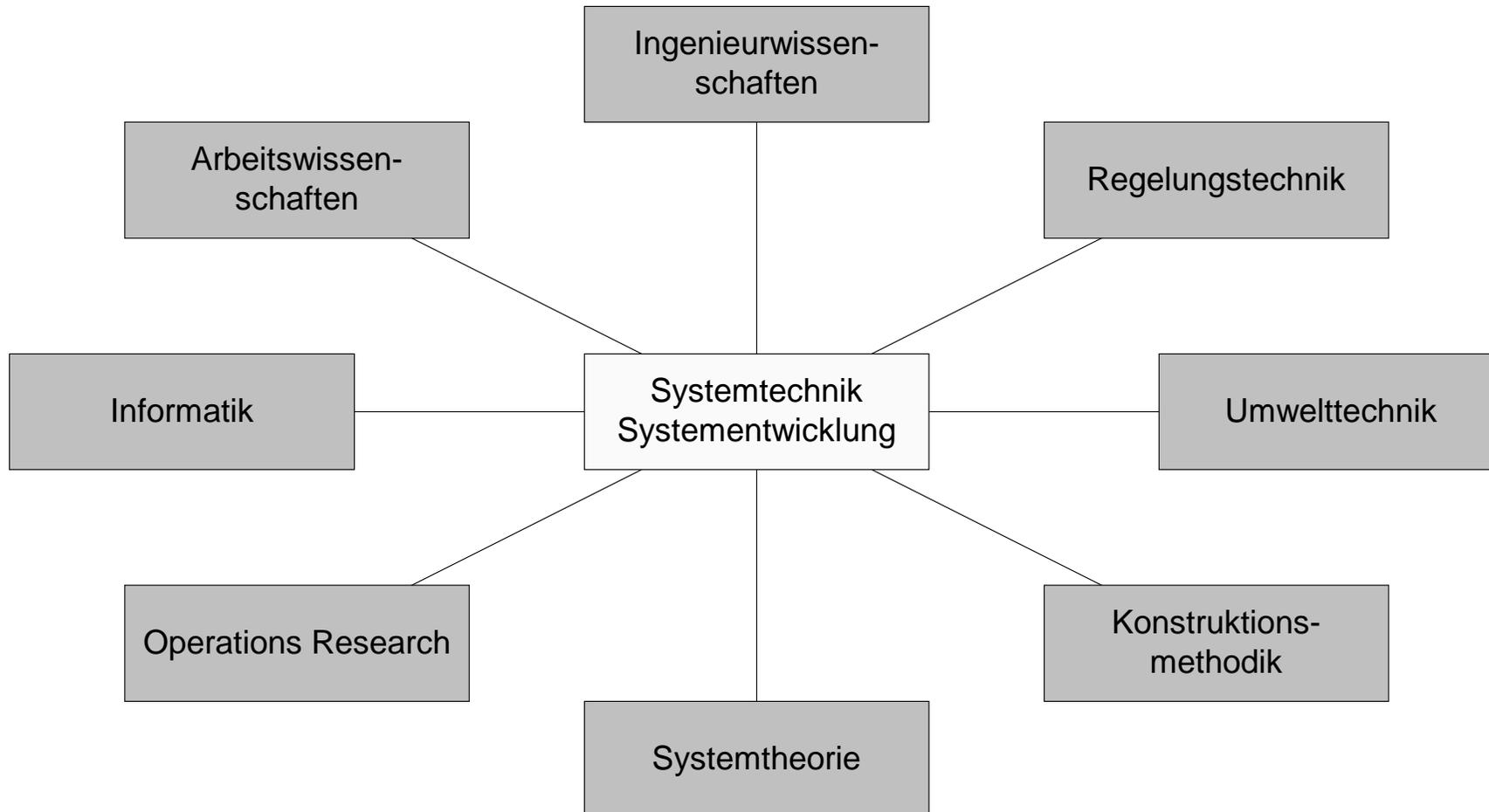
System- Entwicklungsprozess

Systembegriff

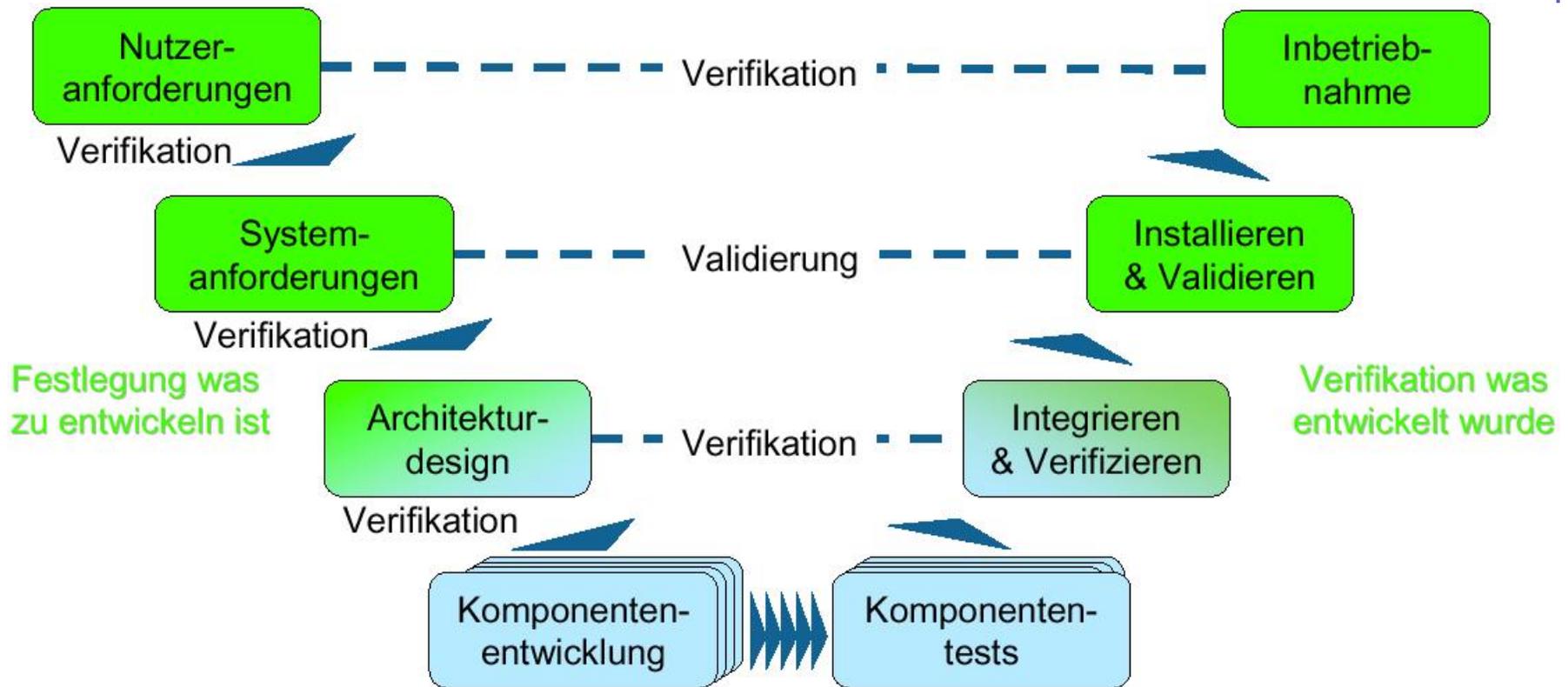
- Ein System besteht aus verschiedenen Elementen (Komponenten, Teile, Bausteine, ...)
- Diese Elemente weisen Eigenschaften auf, die als diskrete Attribute, Funktionen oder Merkmale angegeben werden können
- Zwischen den Elementen bestehen Beziehungen, die die funktionelle Verknüpfung der Elemente wiedergeben
- Die Elemente mit ihren Eigenschaften und Beziehungen bilden eine abgegrenzte Anordnung

Ein System bestehe aus einer Menge von Elementen, welche bestimmte Eigenschaften besitzen und welche durch Relationen miteinander verknüpft sind.

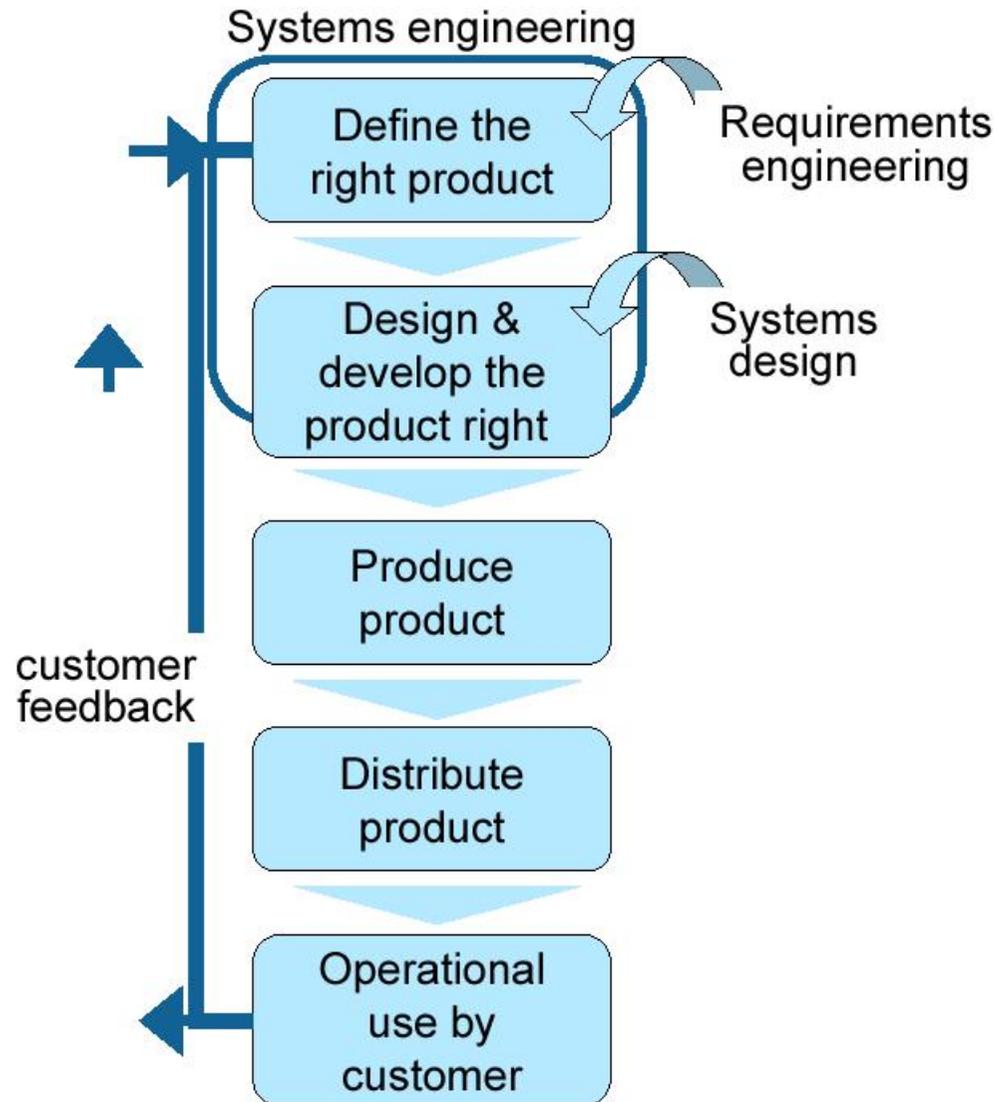
Systemtechnik



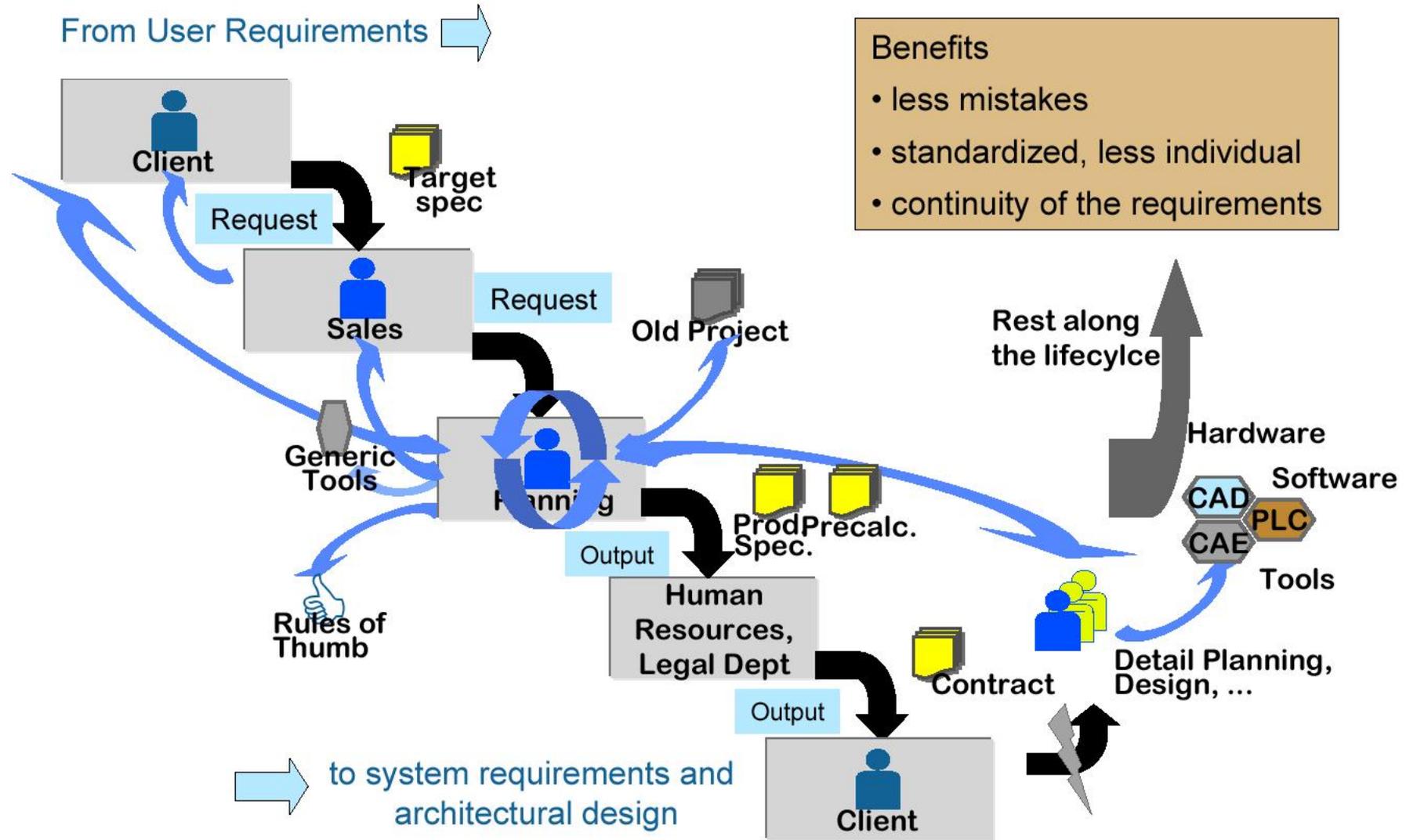
V-Modell



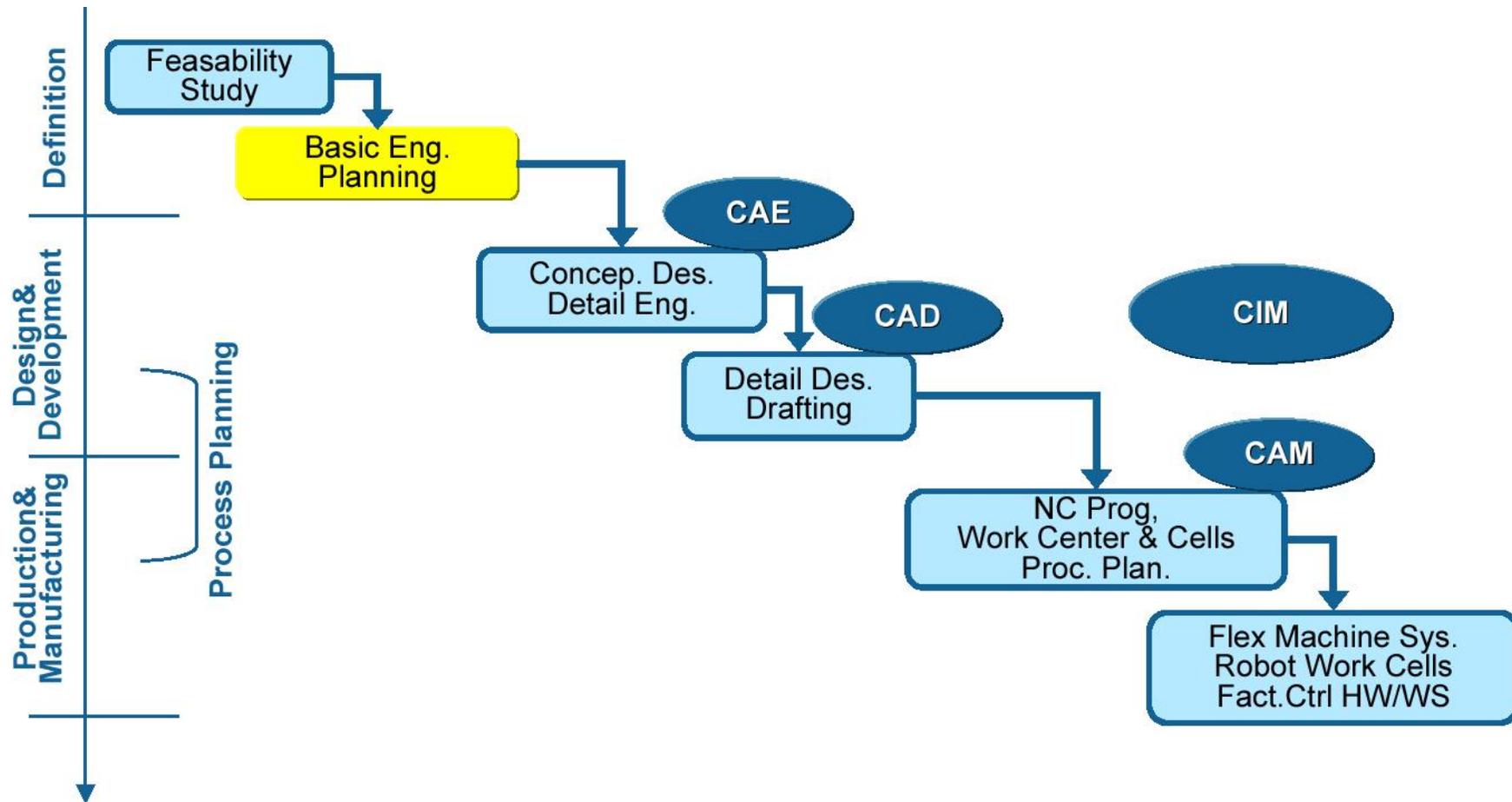
Systementwicklung



Planung von Automatisierungssystemen



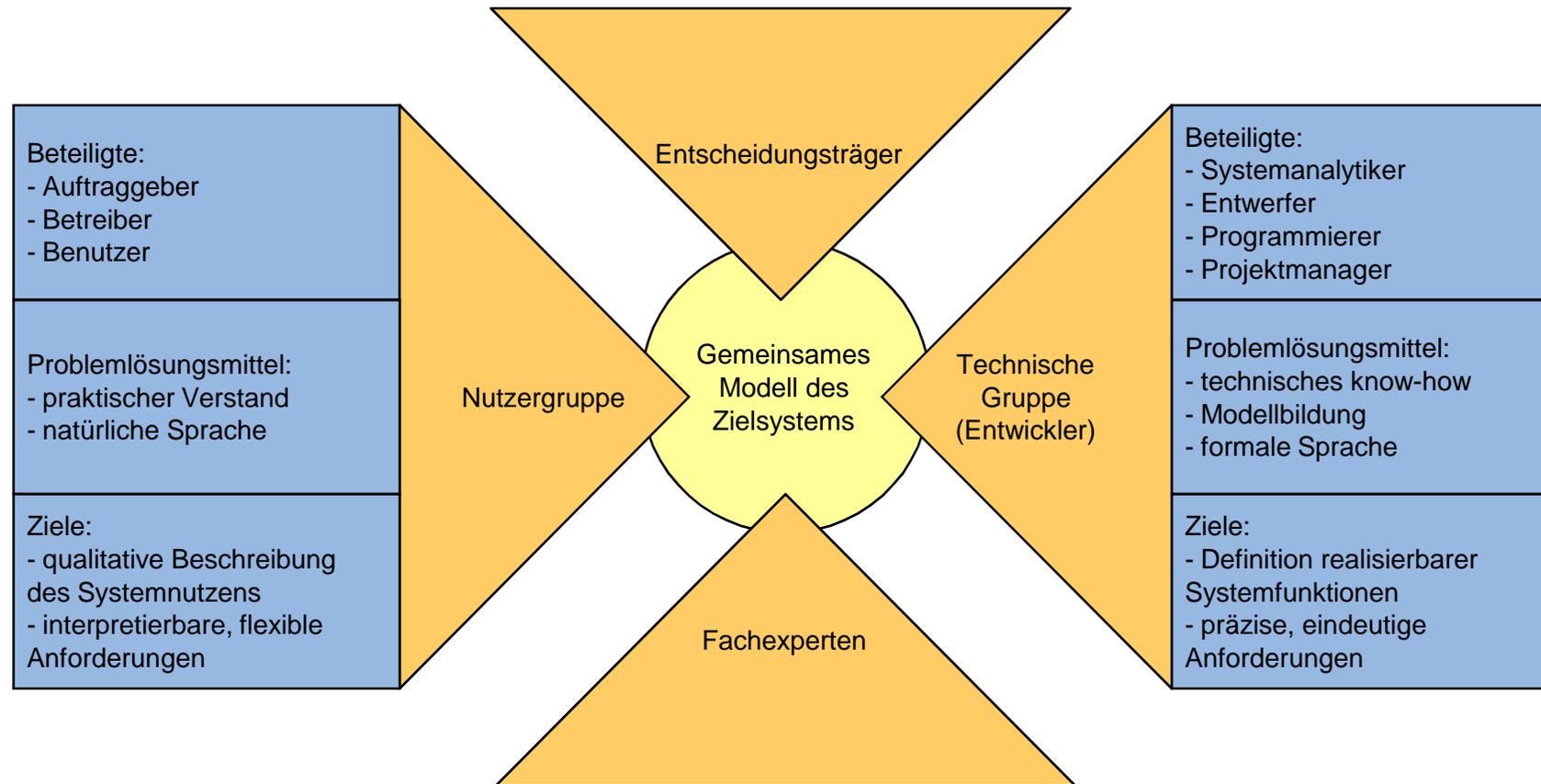
Lebenszyklus in der Prozessindustrie



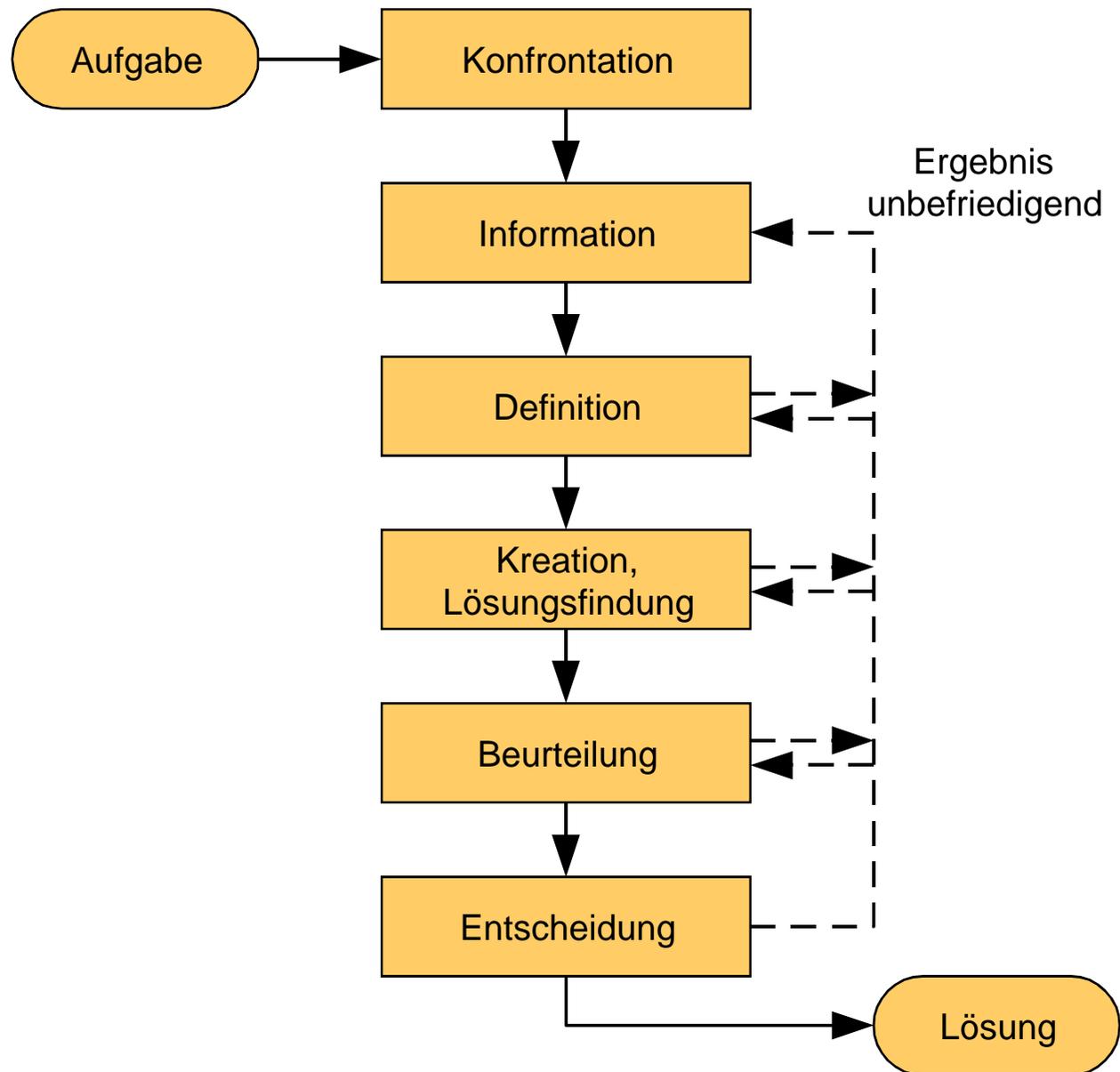
Lebenszyklusphasen

<i>Life cycle / criteria</i>	<i>Description</i>	<i>Question</i>	<i>Owner</i>	<i>Notation</i>	<i>Document</i>
User requirements	Operational users' view	Why? What shall the system do?	User and systems engineer	Probably informal, ie. textual and non-technical	URD
System requirements	Explore solution, avoid specific design	By what means should the system do it?	Systems engineer	More formal, still understandable	SRD & STP
Architectural design	Describe the solution on a high level	How will the system do it?	Designer	High-level/abstract technical	ADD
Component development	Build the system in components	How to make the system do it?	Developer	As desired	DDD
Integration and verification	Put the parts together and formally check against criteria	Does the sum of parts meet the quality criteria?	Developer and systems engineer	Mathematical for a complete verification	Report
Installation and validation	Put the system in its runtime environment and check against the documents	Will it work the way it was supposed to?	Systems engineer	Informal (eg. checklist)	Report
Operational capability	Go into operation	How to make the system operate?	Systems engineer	Informal	User manual

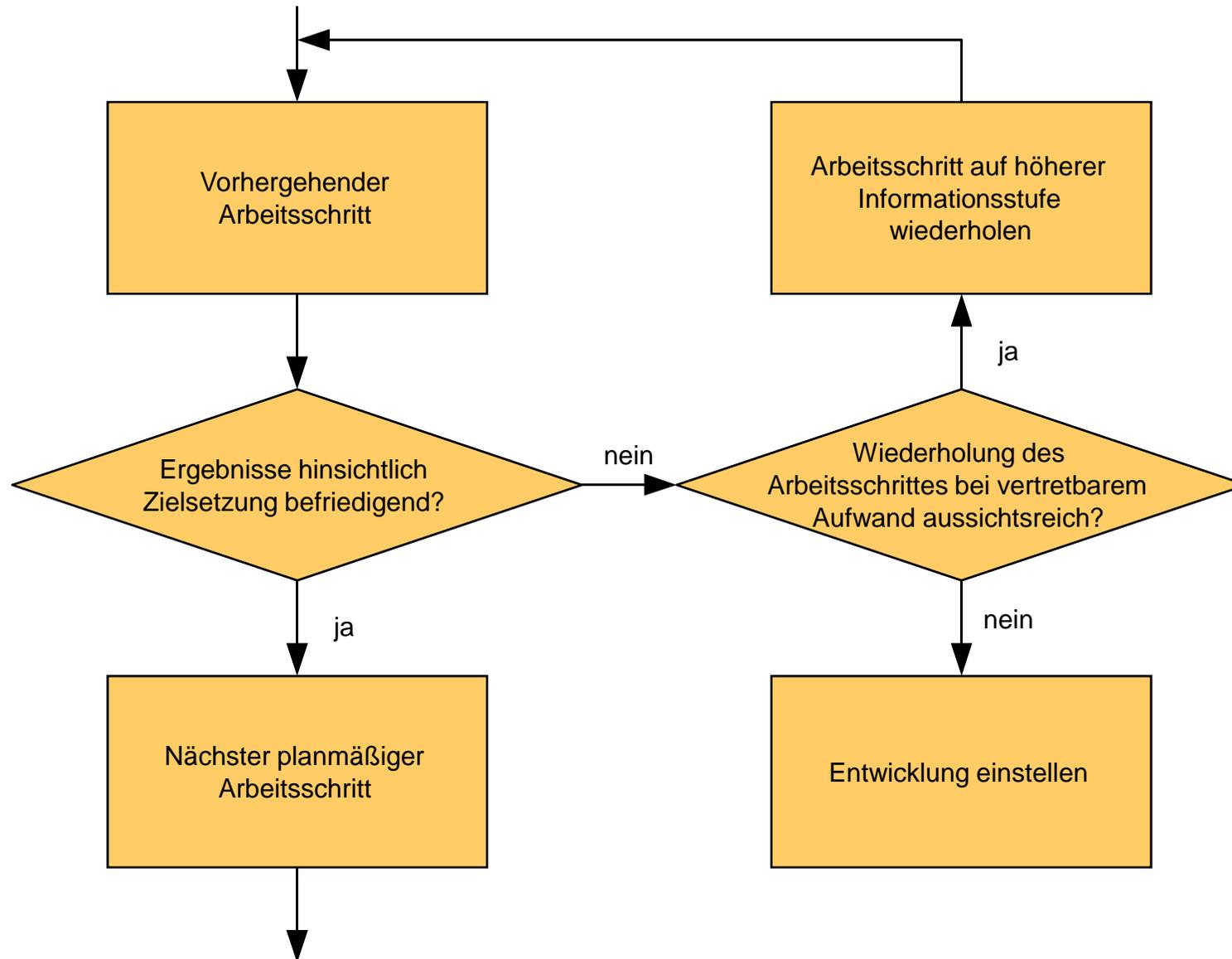
Aufgabendefinition



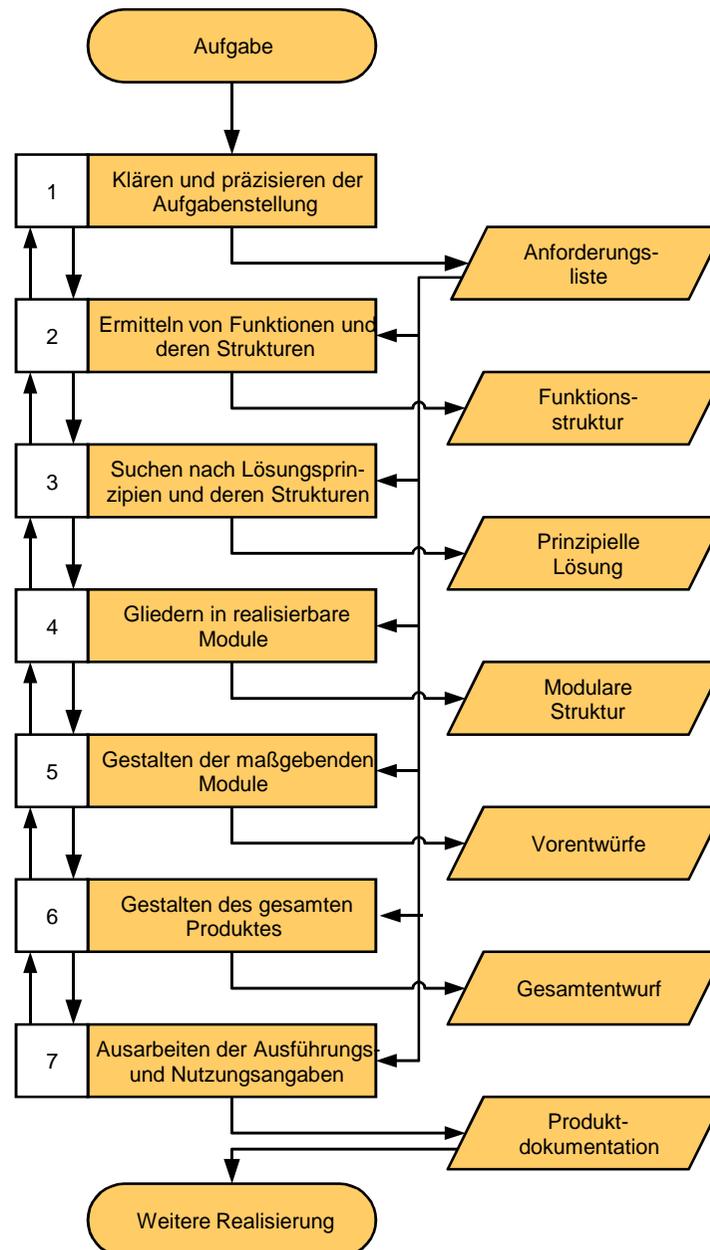
Allgemeiner Lösungsprozess



Allgemeiner Entscheidungsprozess



Entwickeln und Konstruieren nach VDI 2221



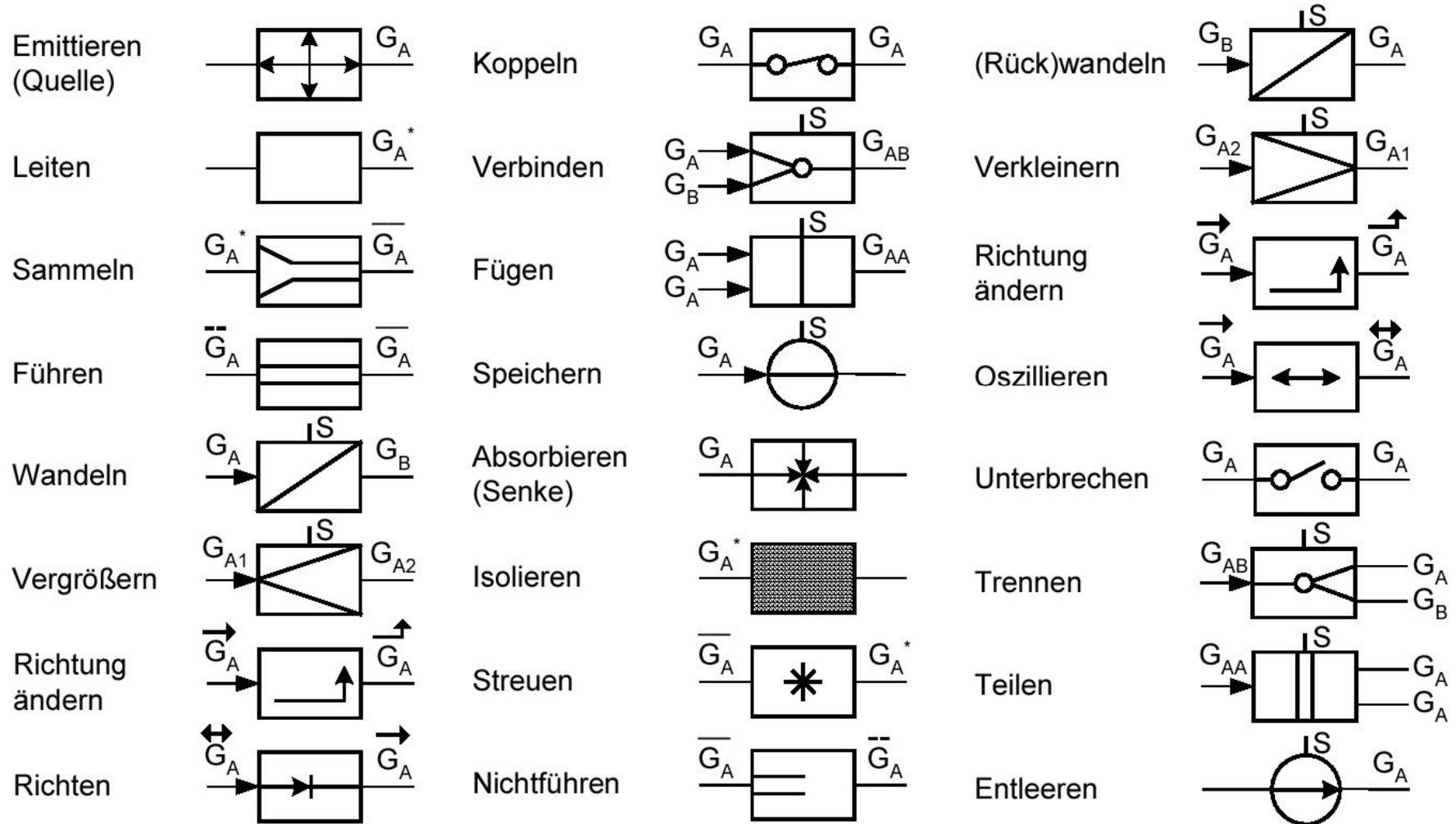
Wirkprinzipien – morphologische Betrachtung

Wirkprinzip		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Teilfunktion										
1	elektrisch ↑ mechan.	Elektromotoren versch. Bauart 	Linearmotor 	Elektrostriktion 	Magnetostruktion 	Piezquarz	Kondensator	Elektromagnet 		
	mechan. ↓ elektrisch									
2	elektrisch ↑ hydraul.	Hydrostat. Verdrängereinheiten (Pumpe od. Turbine) 	Hydrodynamisches Prinzip (Pumpe od. Turbine)	MHD-Effekt	Elektroosmose, Elektrophorese					
	hydraul. ↓ elektrisch									
3	mechan. ↑ mechan.	Schraubgetriebe 	Rädergetr. 	Kurvengetriebe 	Kurbelgetriebe 	Kombinierte Getriebe	Plötzliche Fixierung 	Hebel 	Zugmittelgetr. 	
	mechan. ↓ mechan.									
4	mechan. ↑ hydraul.	Schubkolben 	Schraubenpumpe bzw. -motor	Zahnpumpen bzw. -motor	Flügelzellenpumpe bzw. -motor	Axialkolbenpumpe bzw. -motor	Radialkolbenpumpe bzw. -motor	Hydrodynamisches Prinzip	Auftriebseffekt 	
	hydraul. ↓ mechan.									
5	Energie speichern $E(t)$ → $E(t+\Delta t)$	Mechanische Energie			Elektrische Energie			Hydraulische Energie		
		Schwungrad (Rot.) 	Schwungmasse (Transl.) 	Potentielle Energie 	Formänderung 	Batterie 	Kondensator (elektr. Feld) 	Hydrospeicher a) Blasensp. b) Kolbensp. c) Membransp. (Druckenergie) 	Flüssigkeitssp. (Pot. Energie) 	
6	Energie hinsicht-Größe und Zeit steuern S → $E = f(S)$	Mechanische Energie				Elektrische Energie			Hydraulische Energie	
		Kurvengetr., variiert nach Wirkfläche u. -bewegung 		Umlaufrädergetriebe 	Gesteuertes Bremsen A I $s(t)$ 	Ohmscher od. Induktiver Widerstand	Thyristor 	Steuerbare Stromventile 	Steuerbare Motoren und Pumpen	
7	Energiekomponente ändern 	Keil 	Kniehebel 	Hebel 	Rädergetriebe 	Druckausbreitung 				

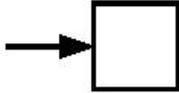
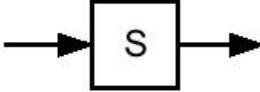
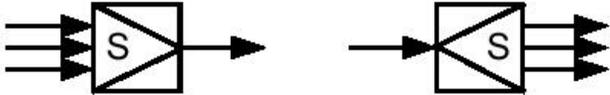
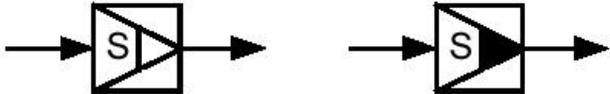
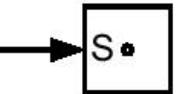
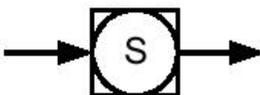
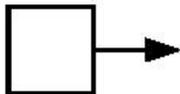
Grundfunktionen konkreter Systeme

ELEMENTAR- FUNKTIONEN FLUSS- GRÖSSEN	TRANSPOR- TIEREN	BEWAHREN	WANDELN	TRENNEN	KOMBINIEREN			KREIEREN VERNICHTEN
MATERIE	MATERIE TRANSPORTIE- REN	MATERIE SPEICHERN ISOLIEREN KONSERVIEREN	MATERIE WANDELN	MATERIE ZERLEGEN	MATERIE UND MATERIE VERBINDEN	MATERIE MIT ENERGIE LADEN	MATERIE MIT INFORMATION VERSEHEN	—
ENERGIE	ENERGIE TRANSPORTIE- REN	ENERGIE SPEICHERN ISOLIEREN	ENERGIE WANDELN	ENERGIE ZERLEGEN	ENERGIE AUF MATERIE LADEN	ENERGIE UND ENERGIE VEREINIGEN	ENERGIE MIT INFORMATION VERSEHEN	—
INFORMATION	DATEN ÜBERTRAGEN	DATEN SPEICHERN KONSERVIEREN	DATEN UMFORMEN	DATEN SORTIEREN	DATEN AUF MATERIE CODIEREN	DATEN DURCH ENERGIE CODIEREN	DATEN MIT DATEN VERKNÜPFEN	INFORMATION KREIEREN ODER ZERSTÖREN

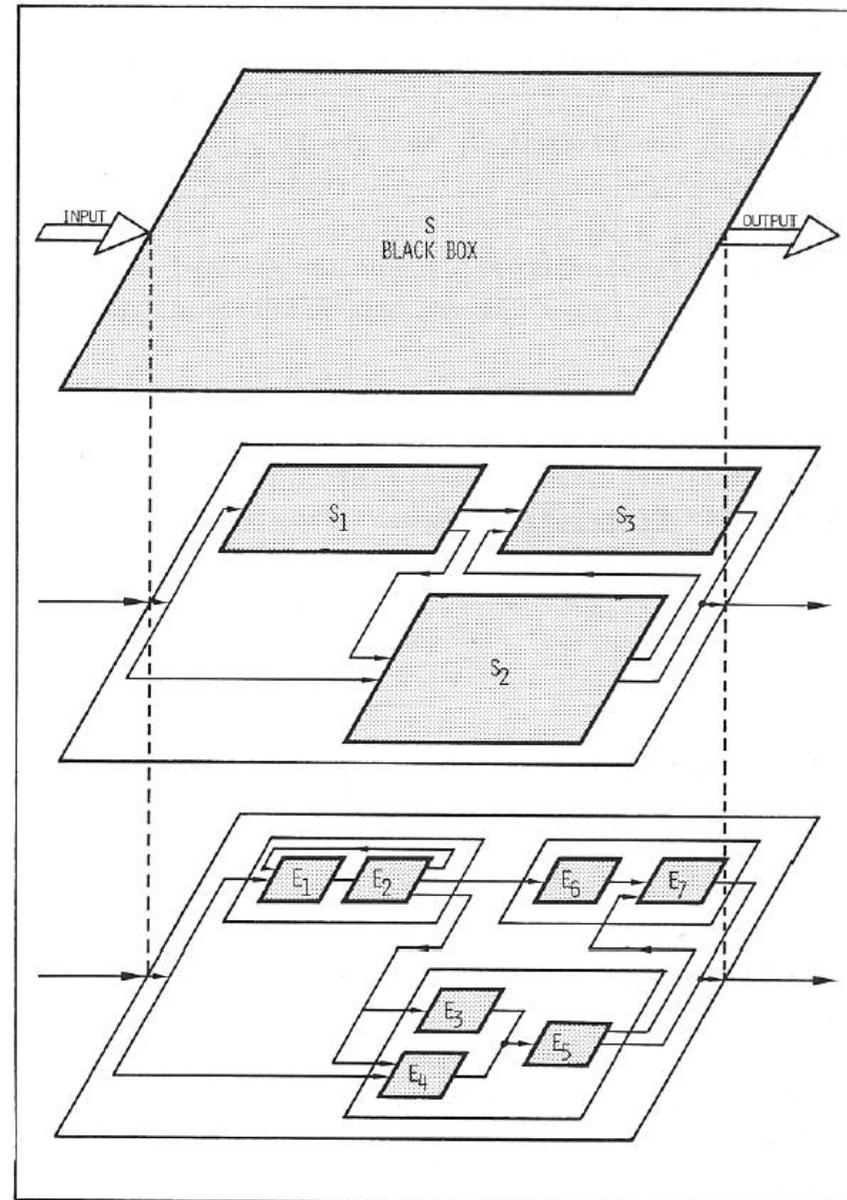
Physikalische Elementarfunktionen (Koller)



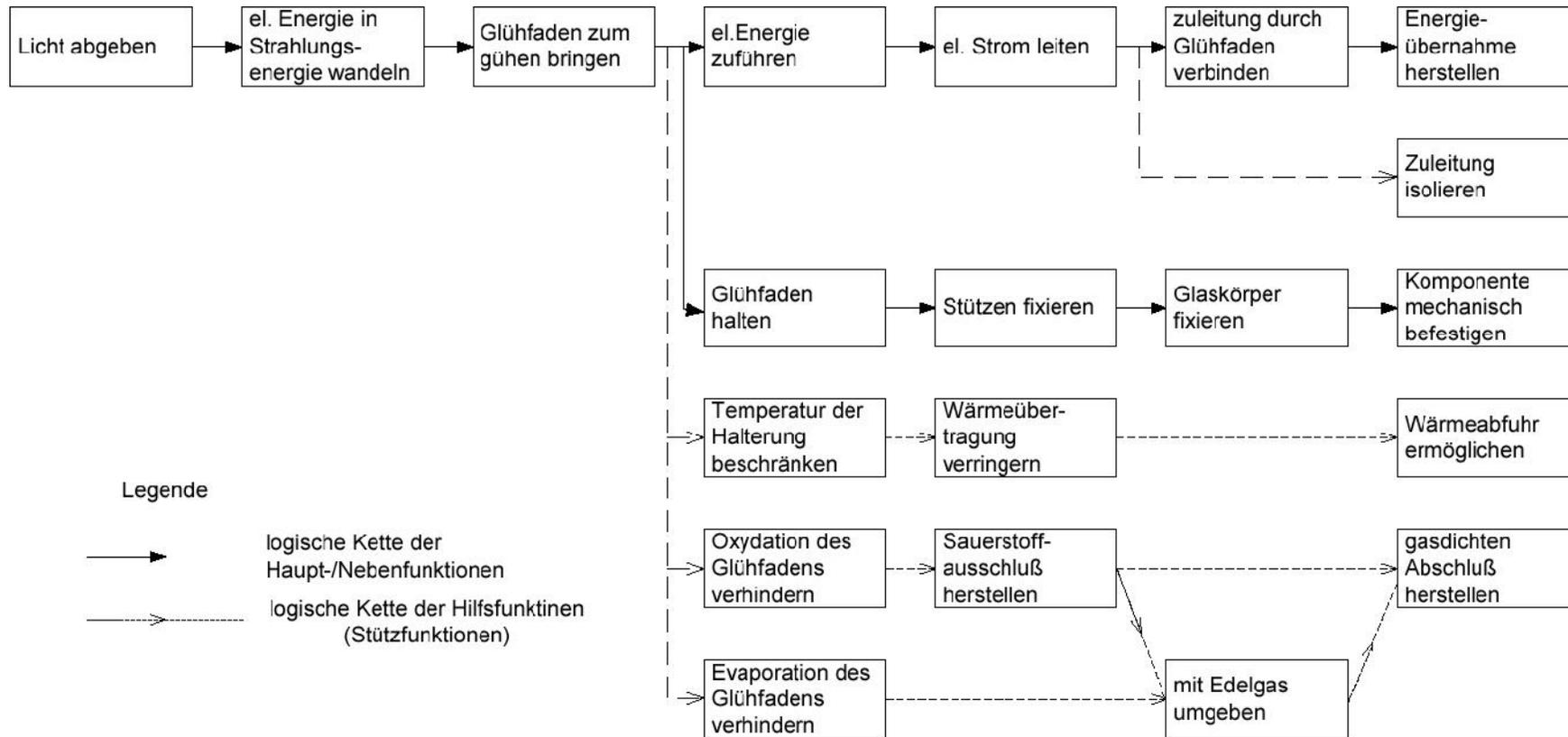
Systematik der Elementarfunktionen

ERLÄUTERUNG		ELEMENTARFUNKTION	SYMBOL
MITTELBARES WIRKEN		AUFNEHMEN	
UNMITTELBARES EINWIRKEN	HINSICHTLICH: ORT	TRANSPORTIEREN	
	ÄNDERN MENGE	KOMBINIEREN, TRENNEN	
	FORM, WESEN	UMFORMEN, WANDELN	
	EXISTENZ	KREIEREN, VERNICHTEN	 
	NICHT-ÄNDERN ORT MENGE FORM, WESEN	BEWAHREN ISOLIEREN SPEICHERN KONSERVIEREN	
MITTELBARES EINWIRKEN		ABGEBEN	

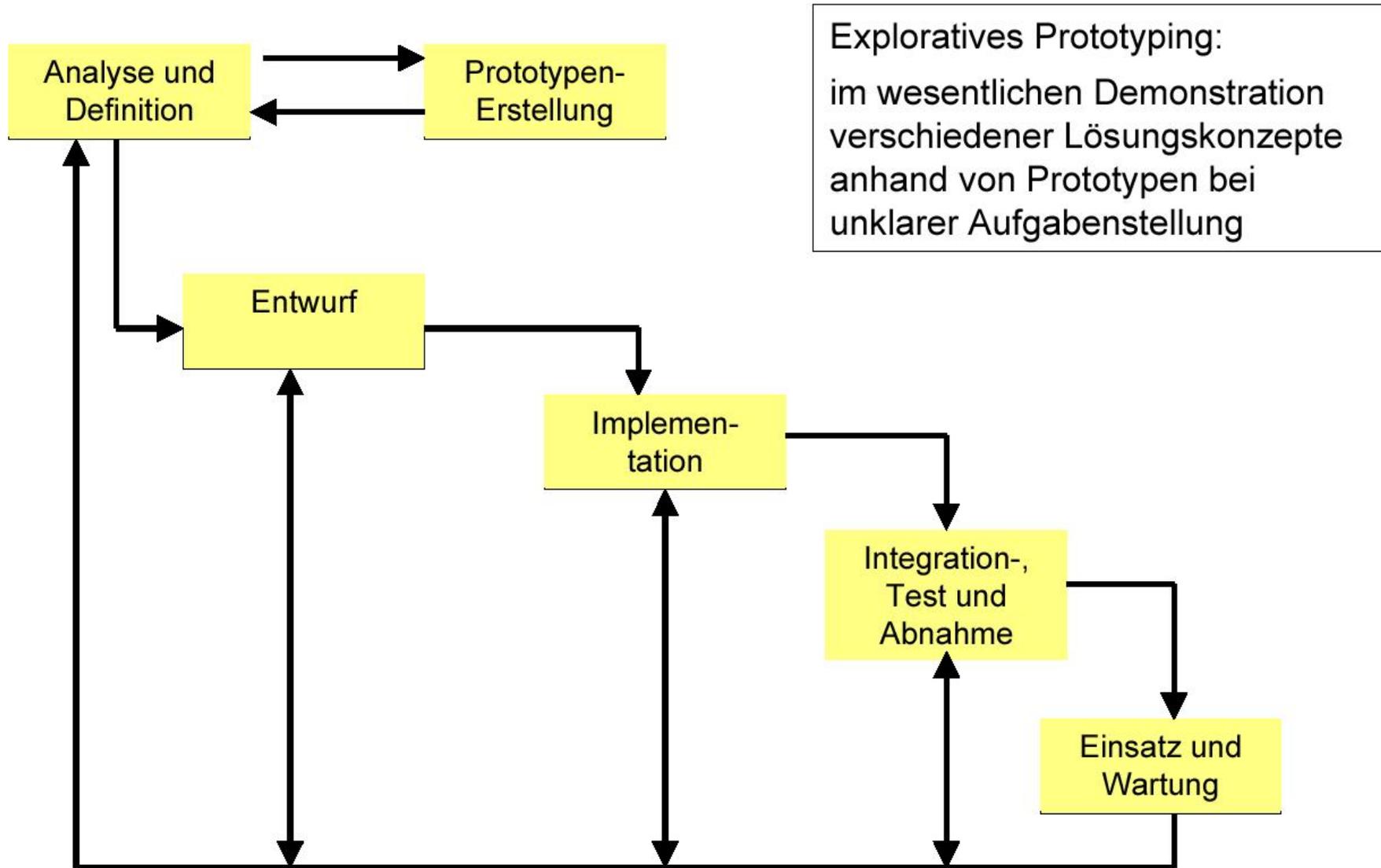
Prinzip der Dekomposition



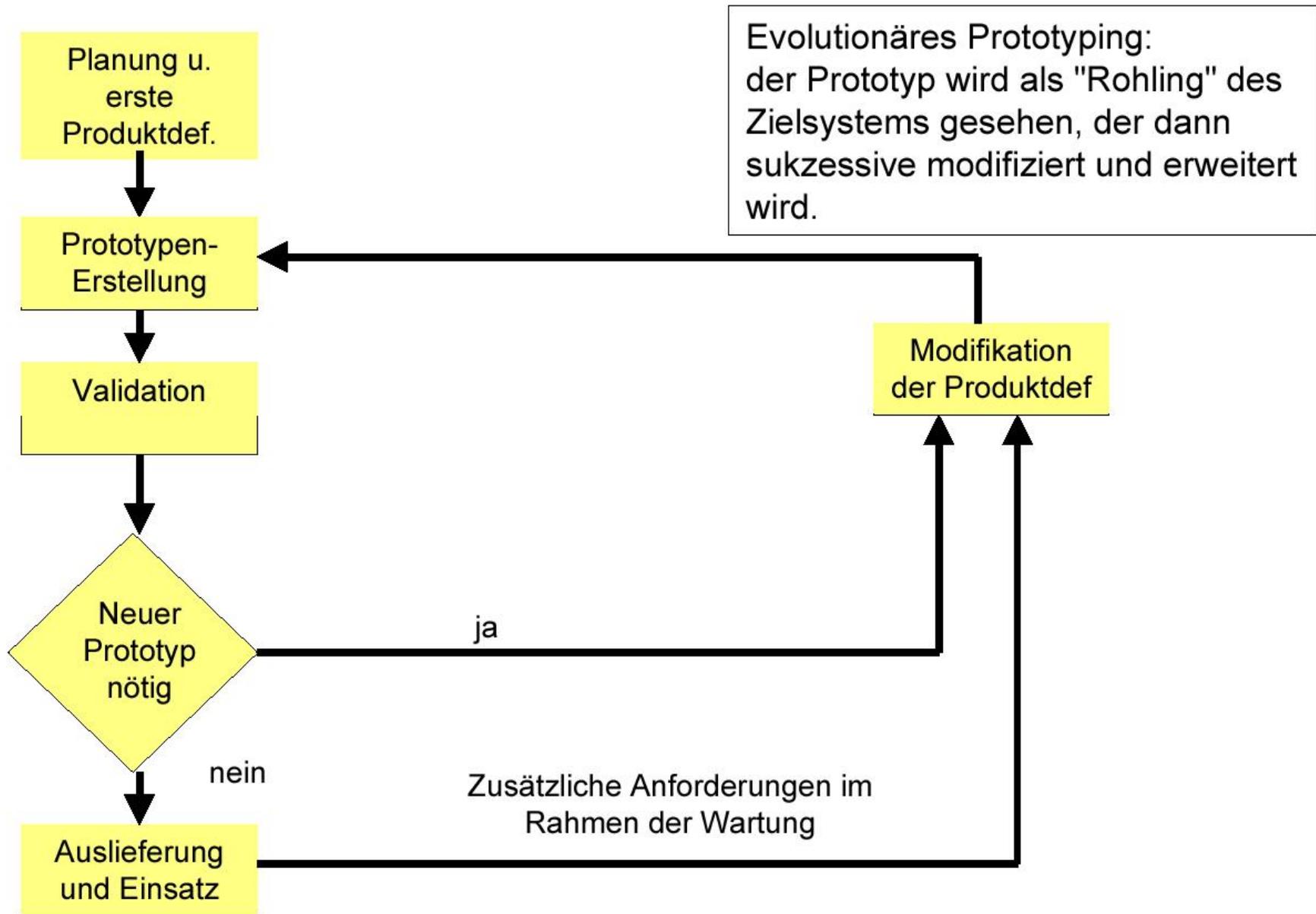
Funktionskette „Elektrische Glühlampe“



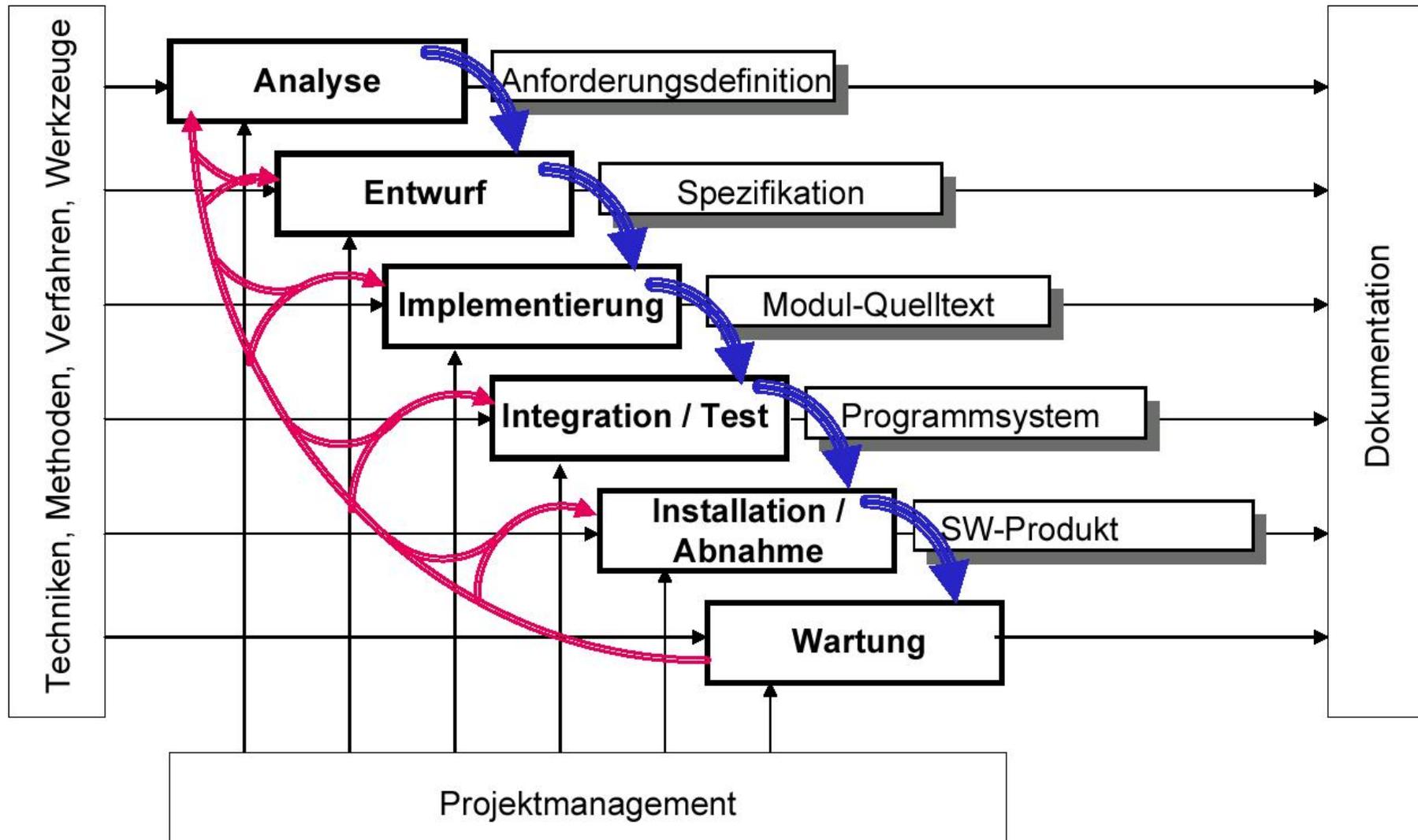
Exploratives Prototyping



Evolutionäres Prototyping



Vorgehensweise nach dem Wasserfallmodell



Phasen eines Automatisierungsprojektes

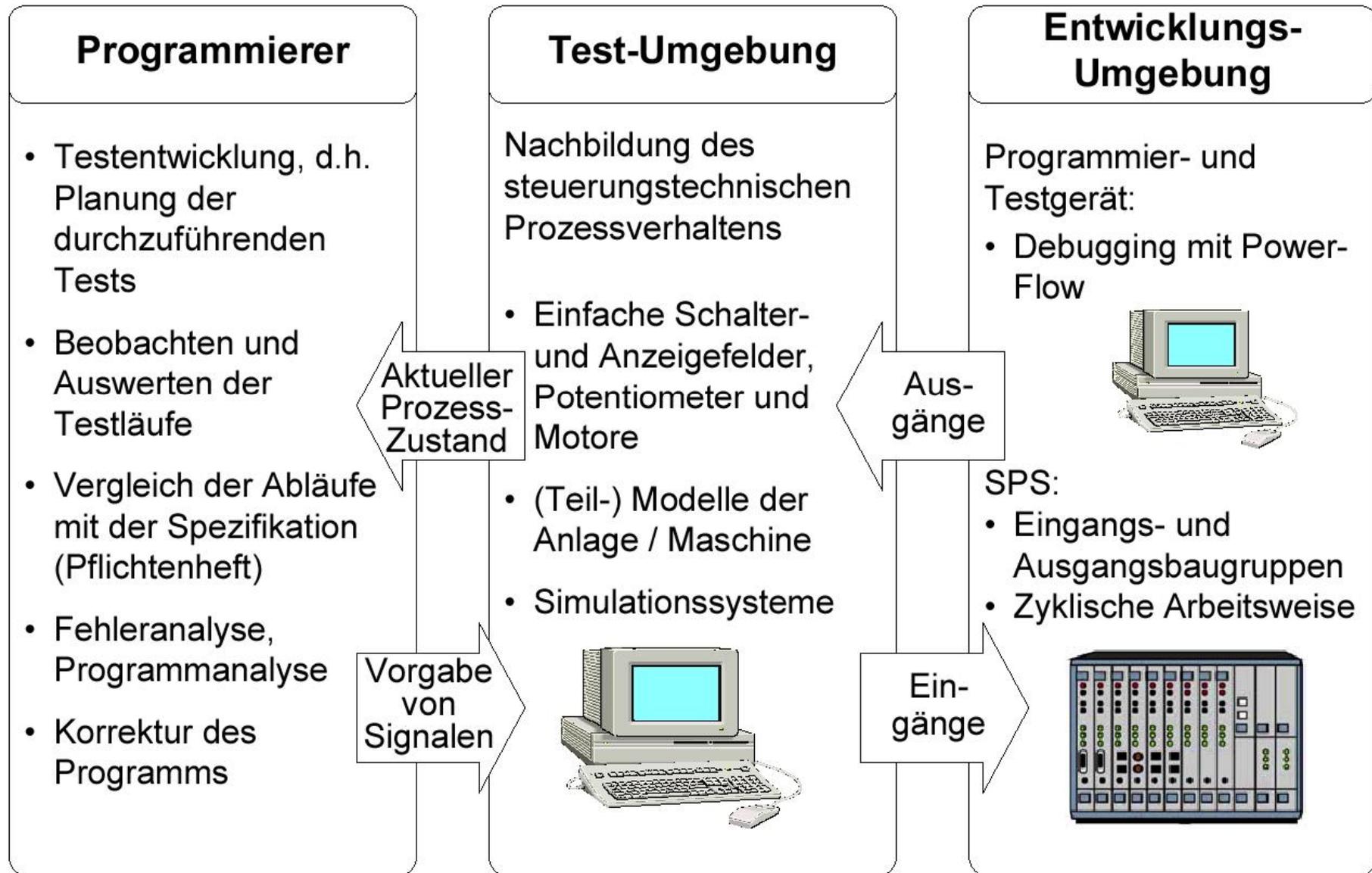
- Analyse (Klärung der Aufgabenstellung)
 - Lastenheft (Ausschreibung, Wunsch, Idee des Auftraggebers) verbale Beschreibung, Technologieschema
 - Pflichtenheft (Lösung, Grundlage für den Vertrag / Auftrag) Grobstruktur, Zuordnungstabelle, Gerätetechnik, Betriebsarten, Prototypenentwicklung, Validierung
- Entwurf
 - Hardware-Entwurf (Schaltplan, Logikplan, ...)
 - Software-Entwurf (Ablaufketten, Konfiguration, ...)
 - Konzept für Bedienung, Visualisierung, Dokumentation, ...
- Implementierung beziehungsweise Realisierung
 - Geräte-Beschaffung, Verdrahtung und Schaltschrankmontage
 - Programmierung der SPS (ST, AWL,...) und weiterer Systeme
- Integration und Test
 - Testfallentwicklung (systematische Vorgehensweise)
 - Testdurchführung (mit und ohne technischen Prozess)
- Installation, Inbetriebnahme, Abnahme
 - Aufbau vor Ort, Test und Abnahme gemäß Pflichtenheft
 - Einweisung und Schulung des Bedien- und Wartungspersonals
- Wartung und Nutzung (längste und teuerste Phase)
 - Fehlerbeseitigung, Verbesserungen, Modernisierung

Entwurf von Steuerungsprogrammen

Für den systematischen Programmentwurf sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Programmstrukturierung:
Zerlegung des Gesamtprogramms in POE, d.h.
 - Programm
 - Funktionsbausteine
 - Funktionen
- Wiederverwendung:
Geschickte Definition von Funktionsbausteinen ist Voraussetzung für die Wiederverwendung in weiteren Projekten.
- Entwurf der Programmmodule:
Beispielsweise Grobdarstellung der Ablaufketten und der wichtigsten Verknüpfungen.

Testen von SPS Programmen



Bsp. Fehler und Massnahmen nach DIN VDE 0801

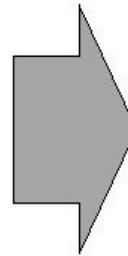
Fehler in Rechnern

Bis zur Inbetriebnahme, z.B.

- Spezifikationsfehler
- Dimensionierungsfehler
- Programmierfehler
- Fertigungsfehler

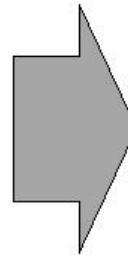
Nach der Inbetriebnahme, z.B.

- Fehler im Speicher (RAM, ROM)
- Fehler in der CPU
- Fehler in den E/A-Baugruppen
- Fehler durch Programmänderungen



Maßnahmen zur Fehlervermeidung

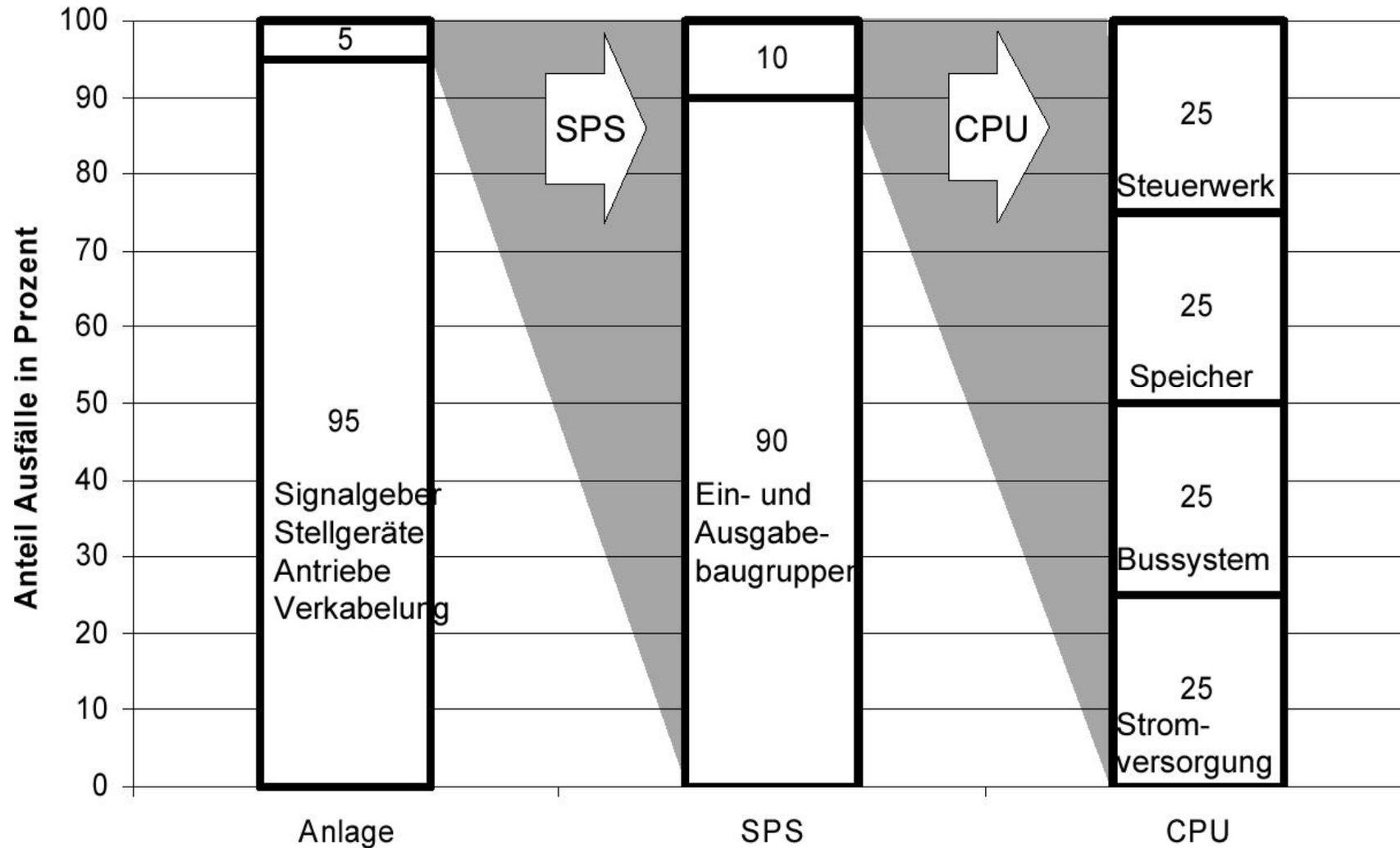
- Verwendung von CASE-Tools
- Strukturierter Entwurf
- Prüfung EMV
- Simulation
- Programmanalyse
- Baumusterprüfung
- Unterschiedliche Entwicklungsteams



Maßnahmen zur Fehlerbeherrschung

- Redundante Hardware
- Redundante Software
- Speichertests
- E/A-Tests
- CPU-Tests
- Rückgelesene Ausgaben

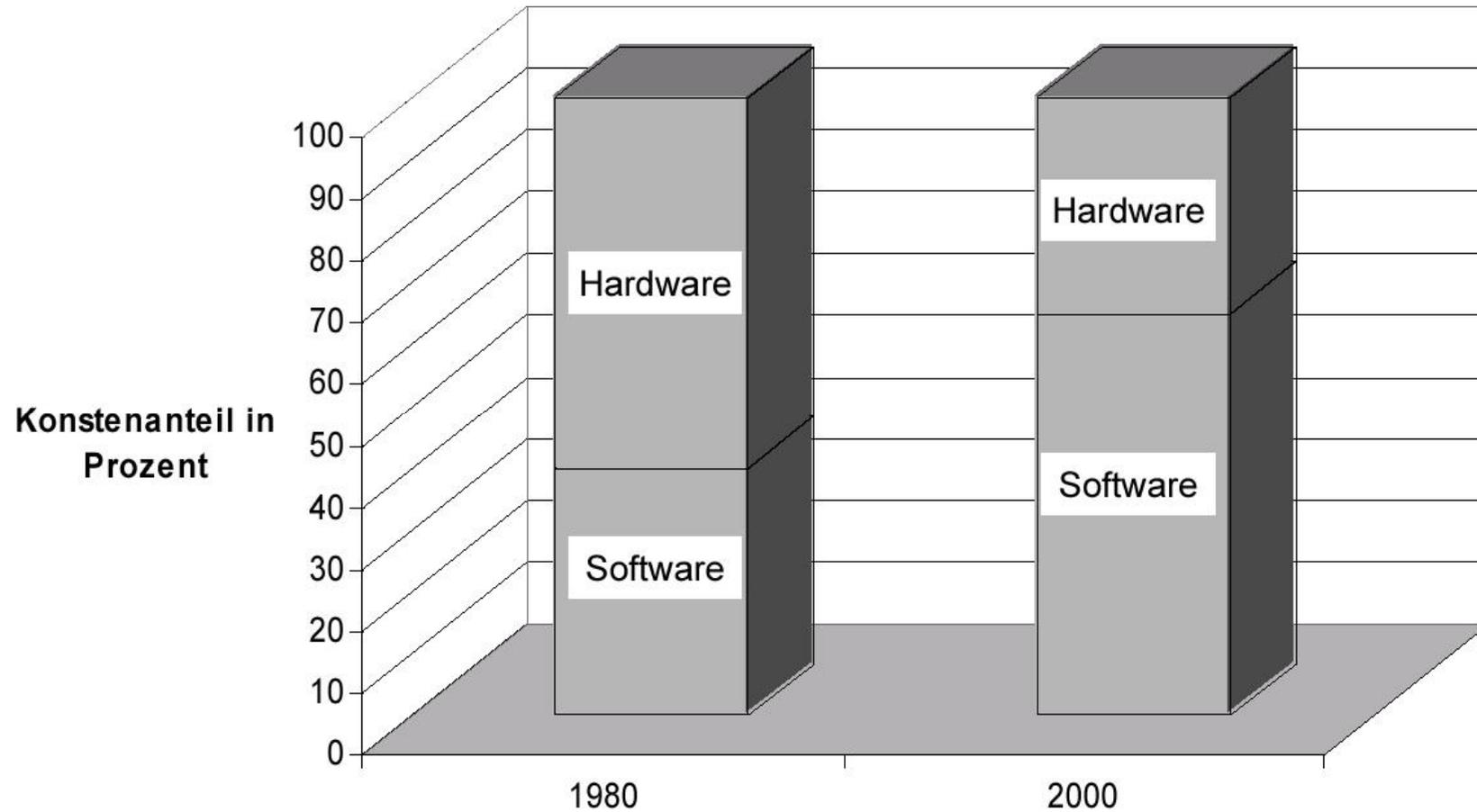
Fehlerverteilung in SPS gesteuerten Anlagen



Dokumentation eines Automatisierungsprojekts

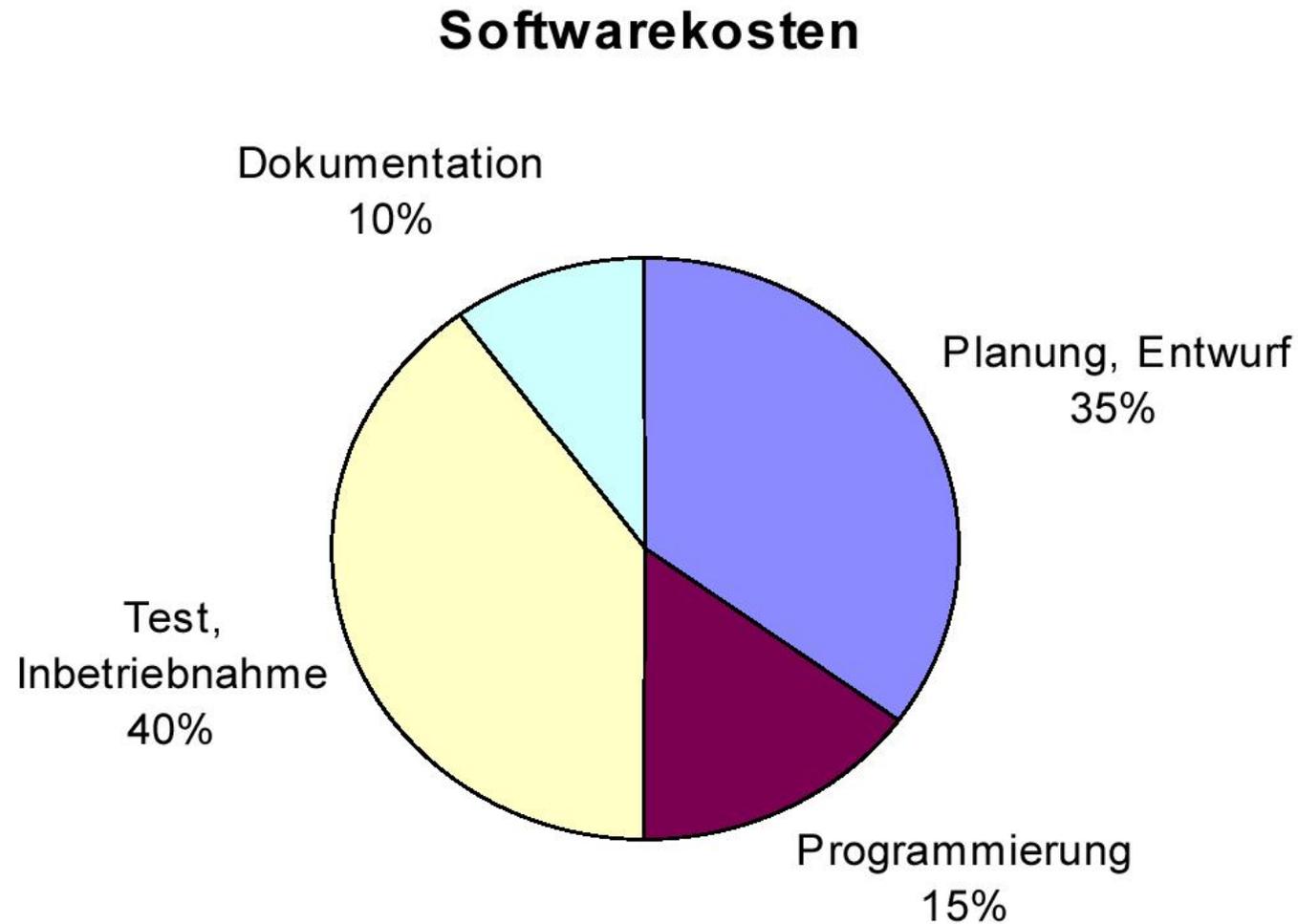
- Dokumentation ist nicht etwa eine lästige Papierpflicht. Dahinter stehen begründete Anforderungen:
 - Geordnete Dokumentationsverfahren sind Voraussetzung für die Zertifizierung nach ISO 9000ff, auf die viele Auftraggeber bestehen
 - Änderungsfreundlichkeit bei späteren Erweiterungen oder Verbesserungen
 - Schnelle Störungsbeseitigung und Reparatur
 - Produzentenhaftung im Schadensfall
- Zu einer Dokumentation aus der Sicht der Steuerungstechnik gehören mindestens:
 - Programmstrukturen und Programme
 - Listen über die Zuordnung von symbolischen zu absoluten Adressen (sogenannte Verdrahtungspläne)
 - Belegungspläne der Ein- und Ausgangsbaugruppen
 - Beschreibung der Signale (analog, digital, Spannungspegel, ...)
 - Verdrahtungspläne über den Schaltschrank
 - Lastenheft, Pflichtenheft, Änderungsvereinbarungen
 - Bedienungsanleitungen und Sicherheitsvorschriften
- Oft kann ein großer Teil der Dokumente vom Programmiergerät der SPS automatisch erzeugt werden!

Verteilung der Engineeringkosten



Angelehnt an: Siemens, A&D, 2003

Verteilung der Softwarekosten bei SPS Projekten



Nach: D. Scholz, Fachhochschule Münster