

Konstruktion

Prof. Dr.-Ing. Martin Bothen

SS 2021



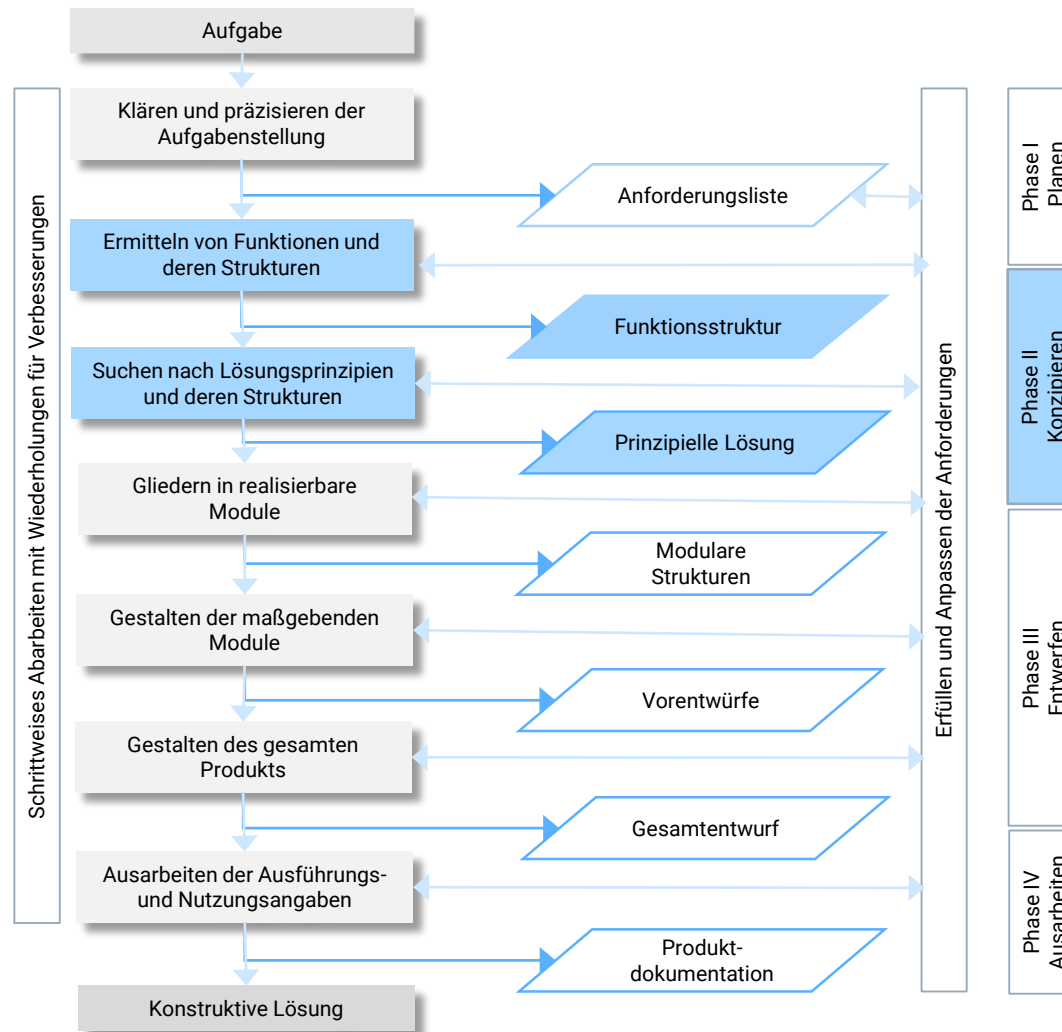
TH Aschaffenburg
university of applied sciences

Phase II: Konzipieren

VDI-Richtlinie 2221 - „*Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*“

- **Phase II: Konzipieren** - erkennen von Aufgabenpaketen und deren logischen Zusammenhängen
 - Funktionsstruktur
 - Wirkstruktur
 - Prinzipielle Lösung

Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren nach VDI 2221



Definition Konzipieren

Konzipieren ist der Teil des Konstruierens, der nach Klären der Aufgabenstellung durch

- **Abstrahieren**
- Aufstellen von **Funktionsstrukturen**
- Suche nach geeigneten **Wirkprinzipien** und deren Kombination die **prinzipielle Lösung** festlegt.

Definition Abstrahieren

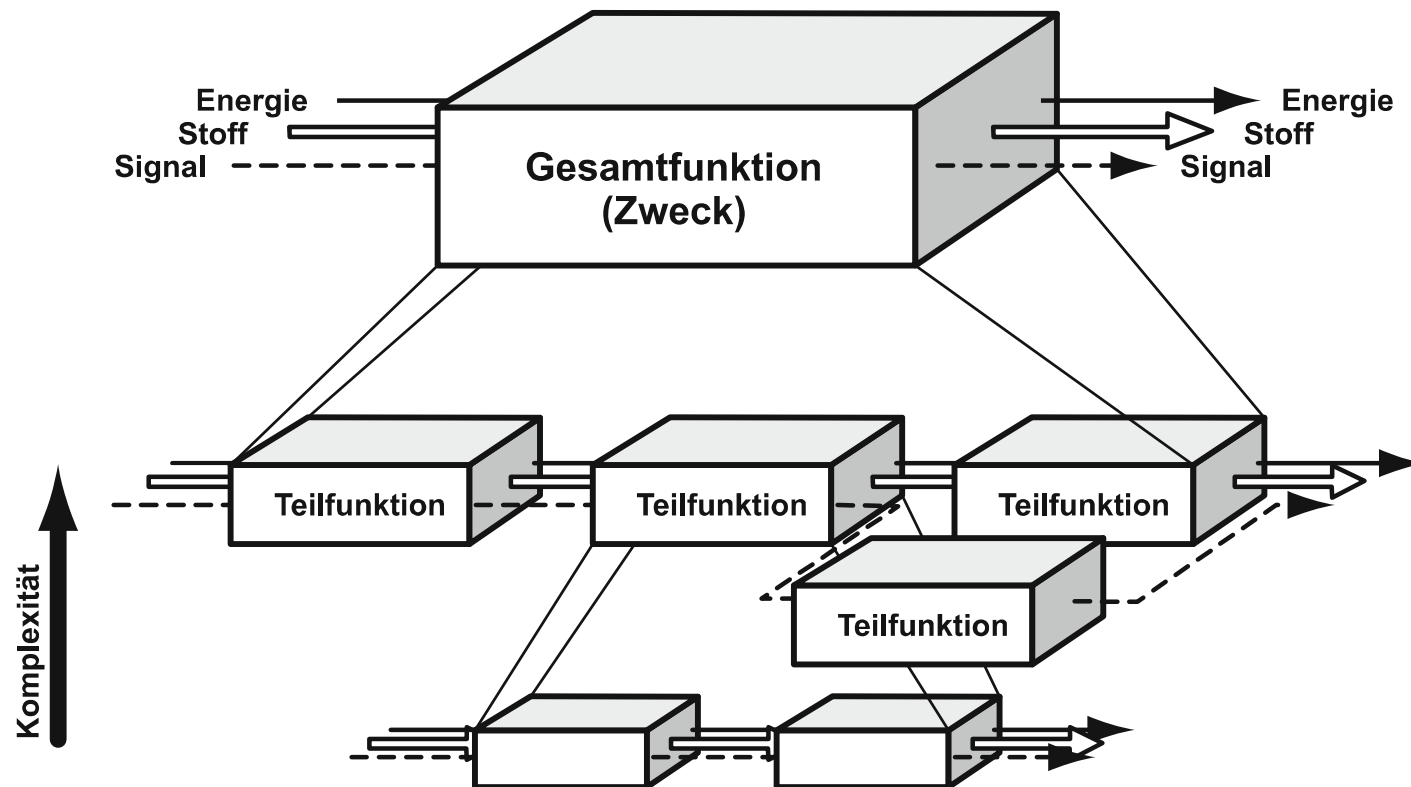
Beim **Abstrahieren** sieht man vom Individuellen und vom Zufälligen ab und versucht das Allgemeingültige und Wesentliche hervorzuheben: **herausfinden des Wesenskerns der Aufgabe** mit den funktionalen Zusammenhängen.

Definition Funktionsstruktur

Die **Funktion** gibt unter Bezug auf den Energie-, Stoff- und / oder Signalumsatz unter Verwendung einer Blockdarstellung lösungsneutral den **Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen** an.

Die **Gesamtfunktion wird in Teilfunktionen aufgegliedert** mit der Folge, dass die Komplexität sinkt und die Teilsysteme abgegrenzt und getrennt bearbeitet werden können. Die Verknüpfung der Teilfunktionen ergibt die **Funktionsstruktur**.

Bilden einer Funktionsstruktur durch Aufgliedern einer Gesamtfunktion in Teilfunktionen

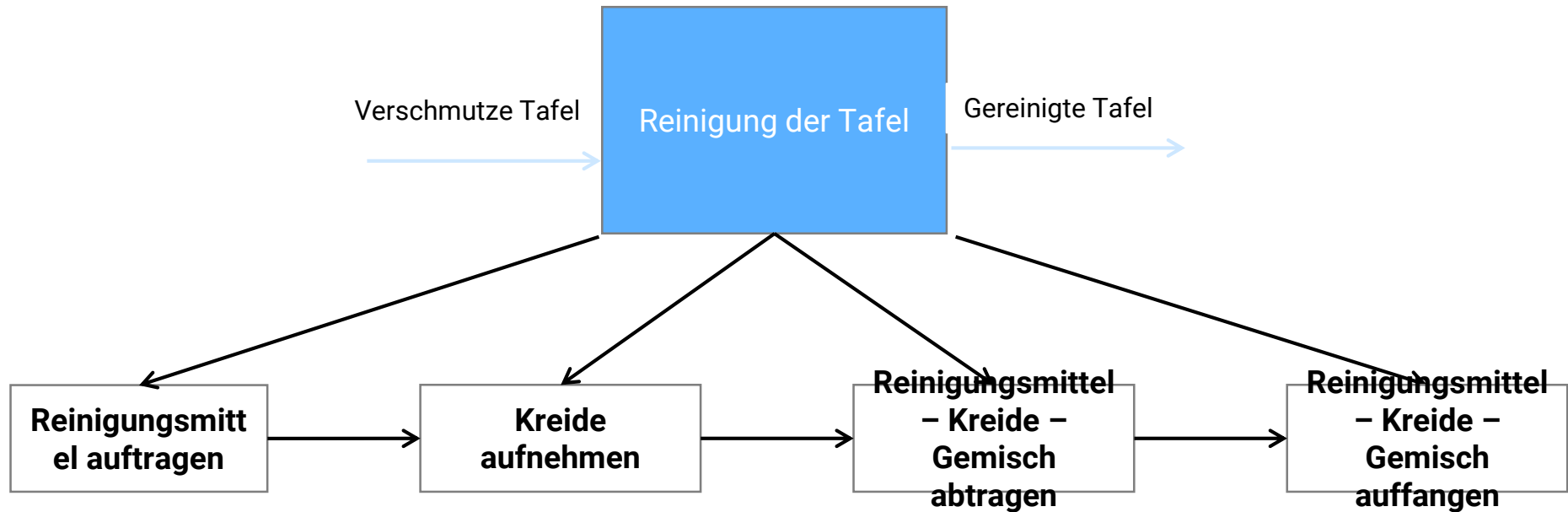


Planen

Konzipieren

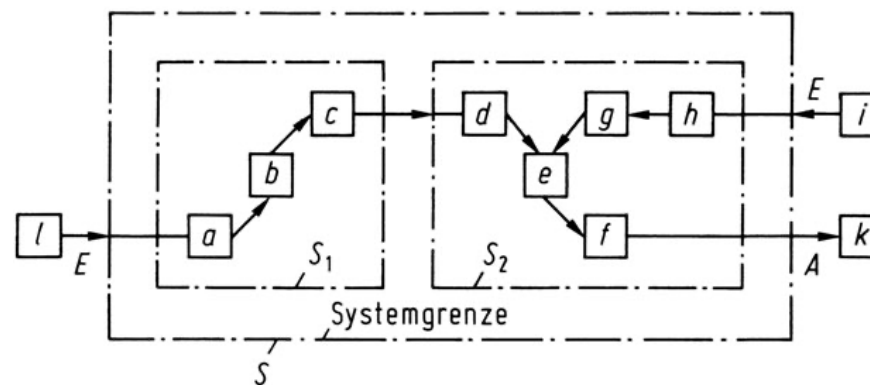
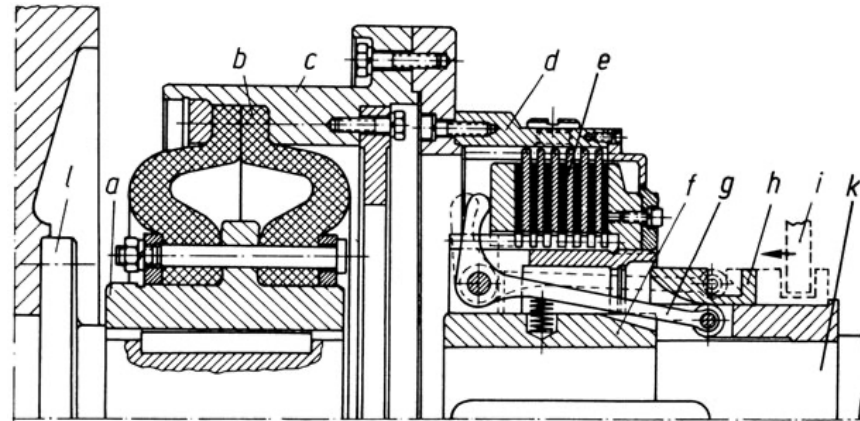
Entwerfen

Ausarbeiten

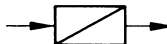
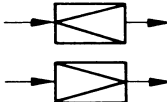
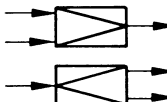
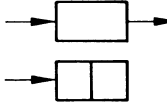


* Allgemeiner Begriff Energie: Art der Energie variiert bei unterschiedlichen Wirkprinzipien

System Kupplung



Allgemein anwendbare, von Merkmalen abgeleitete Funktionen

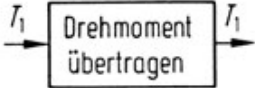
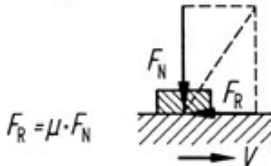
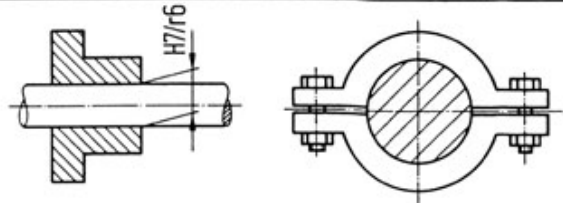
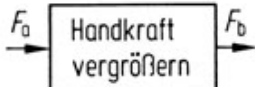
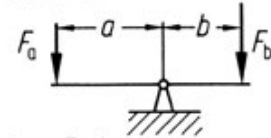
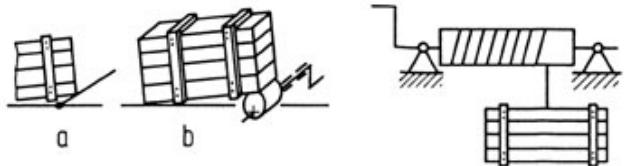
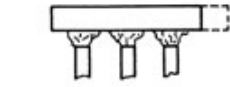
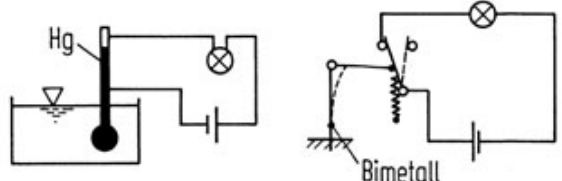
Merkmal Eingang E / Ausgang A	Allgemein anwendbare Funktionen	Symbole	Erläuterungen
Art	Wandeln		Art und Erscheinungs- form von E und A unterschiedlich
Größe	Ändern		$E < A$ $E > A$
Anzahl	Verknüpfen		Anzahl von $E > A$ Anzahl von $E < A$
Ort	Leiten		Ort von $E \neq A$ Ort von $E = A$
Zeit	Speichern		Zeitpunkt von $E \neq A$

Definition Wirkprinzip und prinzipielle Lösung

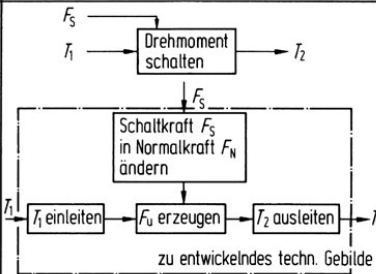
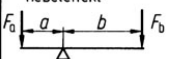
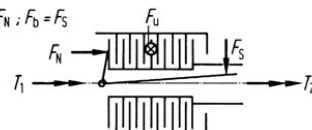
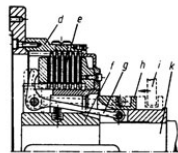
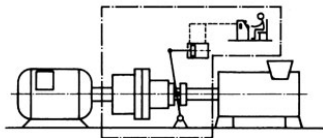
Das **Wirkprinzip** enthält den für die Erfüllung einer Funktion erforderlichen **physikalischen Effekt** sowie die **geometrischen und stofflichen Merkmale**.

Durch **kombinieren der Wirkprinzipien** zu einer Wirkstruktur entsteht die **prinzipielle Lösung**. Hierbei ist auf das Erkennen der **physikalischen Verträglichkeit** zu achten und eine technisch und wirtschaftlich günstige Kombination auszuwählen.

Erfüllen von Teilfunktionen durch Wirkprinzipien

Teilfunktionen	Physikal. Effekte (lösungsneutral)	Wirkprinzipien für eine Teilfunktion (Phys. Effekte sowie geometrische und stoffliche Merkmale)
	Reibungseffekt  $F_R = \mu \cdot F_N$	
	Hebeleffekt  $F_a \cdot a = F_b \cdot b$	
	Ausdehnungseffekt  $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta \theta$	

Zusammenhänge in technischen Systemen

Zusammenhänge	Elemente	Struktur	Beispiel
Funktions-zusammenhang	Funktionen	Funktions- struktur	
Wirk-zusammenhang	Physikalische Effekte sowie geometrische und stoffliche Merkmale ↓ Wirkprinzipien	Wirk- struktur	Hebeleffekt  $F_a \cdot a = F_b \cdot b$ $F_a = F_N ; F_b = F_S$ Reibungseffekt  $R = F_u = \mu \cdot F_N$ 
Bau-zusammenhang	Bauteile Verbindungen Baugruppen	Bau- struktur	
System-zusammenhang	Techn. Gebilde Mensch Umgebung	System- struktur	

Phase II: Konzipieren

VDI-Richtlinie 2221 - „*Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*“

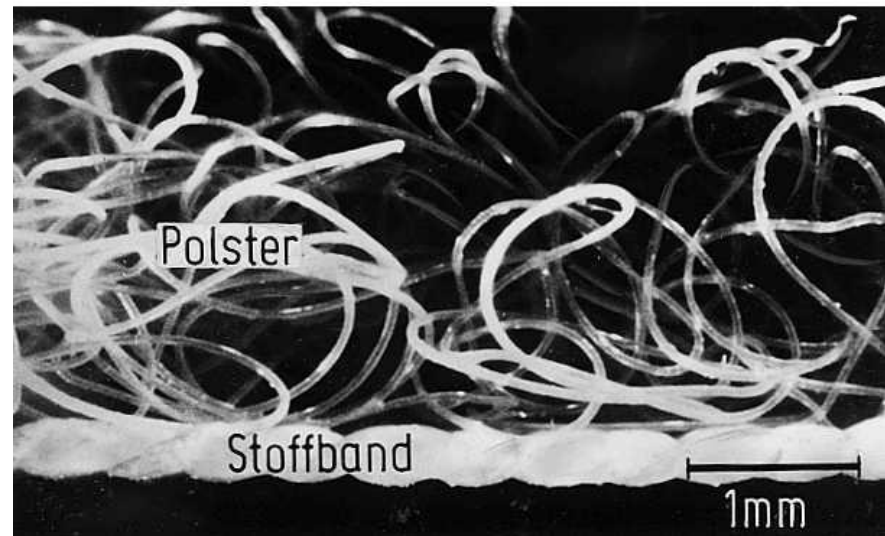
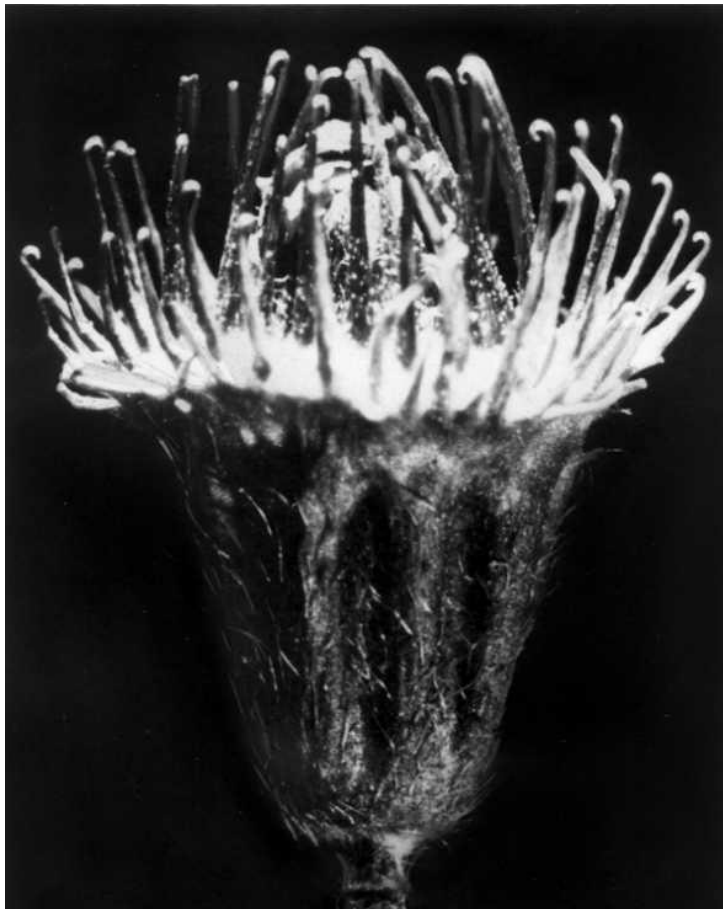
- **Phase II: Konzipieren** - erkennen von Aufgabenpaketen und deren logischen Zusammenhängen
 - Funktionsstruktur
 - ❖ ***Suchen von geeigneten Wirkprinzipien***
 - Wirkstruktur
 - ❖ ***Bewerten und Gewichten der Wirkstrukturen***
 - Prinzipielle Lösung

Lösungssuchmethoden

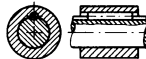
Konventionelle Methoden: Recherche zum Stand der Technik

- Literaturrecherche (bekannte Lösungen)
- Patentrecherche
- Analyse bekannter technischer Systeme (Mitbewerber)
- Analyse natürlicher Systeme (Bionik)
- Analyse von Modellversuchen und Messungen
- Verwendung von Katalogen

Bionik: Haken einer Klettfrucht -> Kletten-Reißverschluss



Ausschnitt aus einem Katalog für Welle-Nabe-Verbindungen

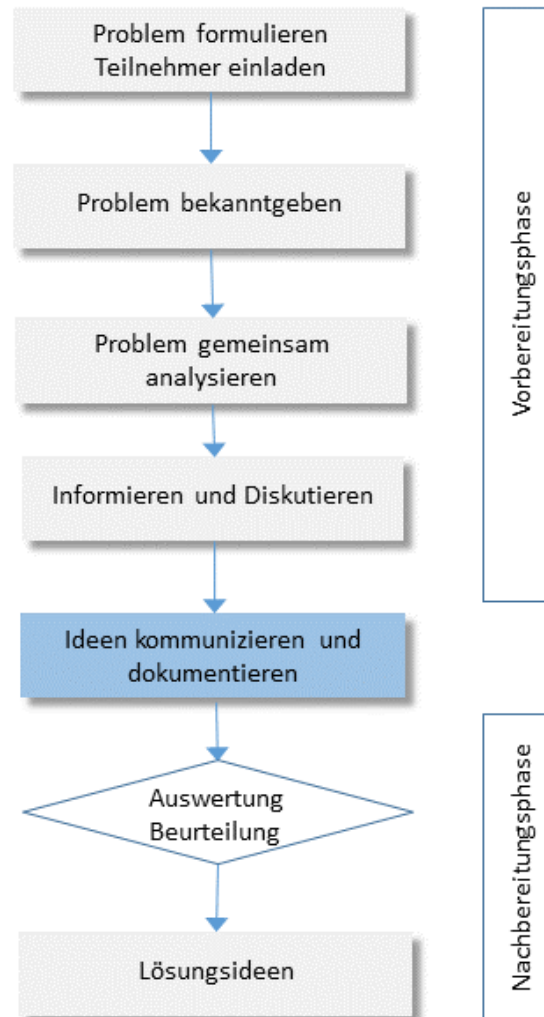
Gliederungsteil		Hauptteil			Zugriffsteil														Anhang									
Art des Flächen- schlus- ses	Art der Kraft- über- tragung	Gleichung	Benennung	Anordnungsbeispiel		Über- trag- bares Moment	Moment- über- tragung abhän- gig von	Axialkräfte Kerbspannung	Ver- wend- barkeit bei	Wirkung bei Über- lastung	Verbin- dung zentrier- bar	Unwucht	Nabe axial ver- schieb- bar	Nabe ver- setz- bar	Verbin- dung nach- stellbar	Wellen- durch- messer [mm]	Werk- stoff	Herstel- lungs- aufwand	Mon- tage- aufwand	DIN Quelle (Her- steller)	Anwen- dungs- bei- spiele	Anmerkungen						
1	2	1	2	3	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17						
Normal (Form- schluß)	Un- mittel- bar	$M_t \leq K \cdot \frac{d_m}{2} \cdot A_T \cdot \tau_{zul}$ bzw. $M_t \leq K \cdot \frac{d_m}{2} \cdot A_P \cdot p_{zul}$	Keilwelle		1	groß	h, i, l	—	Stößen, Wechsel- last		ja	nein	bei Spiel- passung		nein	10-150	Welle : 37 Cr 4 41 Cr 4 42 Cr Mo 4	hoch	klein	5461/63 5471/72	Zahn- räder	Außen-Flanken- Innenzentrierung möglich kurze Nabe möglich						
			Evolventen- zahnwelle		2			—												5480, 5482								
			Kerbzahn- welle		3			—								150-500				5481								
			P 3 - Polygon		4			—						ja	ja, bei Kegel	10-100		klein aber Spezial- masch.		—	geeignet für kurze u. dünne Naben, Kegeliges Wellen- ende möglich, Profil räumen oder schleifen notwendig							
			PC 4 - Polygon		5			—								10-100				—								
	Mittel- bar		Querstift		6	klein	d _{st} , D	Wellendurchmesser, Form-, Zentrierfaktor, Werkstoffwahl werden aufgenommen	—	Bruch		ja	ja	bei Spiel- passung	nein	nein		0,5-50	Stift: 4D, 5S, 6S, 8G, 9S, 20K St 50 K St 70 St 60		mittel	1, 7 1470-77 1481, 6324, 7346	Kegel- und Kerbstift möglich Hebelbe- festigung, Werk- zeugma- schinen, Fahr- zeuge					
			Tangent- stift		7				—																			
			Längsstift		8				—								mittel	—						mittel	klein	6885		
			Paßfeder		9				—								—	5-500								Welle, Nabe : GG, 6S St	6885	
			Scheiben- feder		10				—								—									6888		

Lösungssuchmethoden

Intuitive Methoden nutzen gruppendynamische Effekte zur Anregungen

- Brainstorming
 - Gruppe aus 5-15 Gleichgestellten (Techniker und Nichttechniker)
 - Moderator sorgt für Organisation, Motivation und Auflockerung
 - Sammeln von konkreten Vorschlägen ohne Kritik
- Methode 635
 - 6 Teilnehmer
 - je 3 Lösungsansätze aufschreiben und Papier weitergeben
 - 5 Runden
- Galeriemethode
 - Problem darstellen und Skizzen anfertigen
 - Zusammen Skizzen ansehen und diskutieren
 - Neue Ideen aufzeichnen

Ablaufphasen beim Brainstorming



Lösungssuchmethoden

Diskursive Methoden ermöglichen Lösungen durch bewusst schrittweises Vorgehen

Systematische Suche mit Hilfe von **Ordnungsschemata**

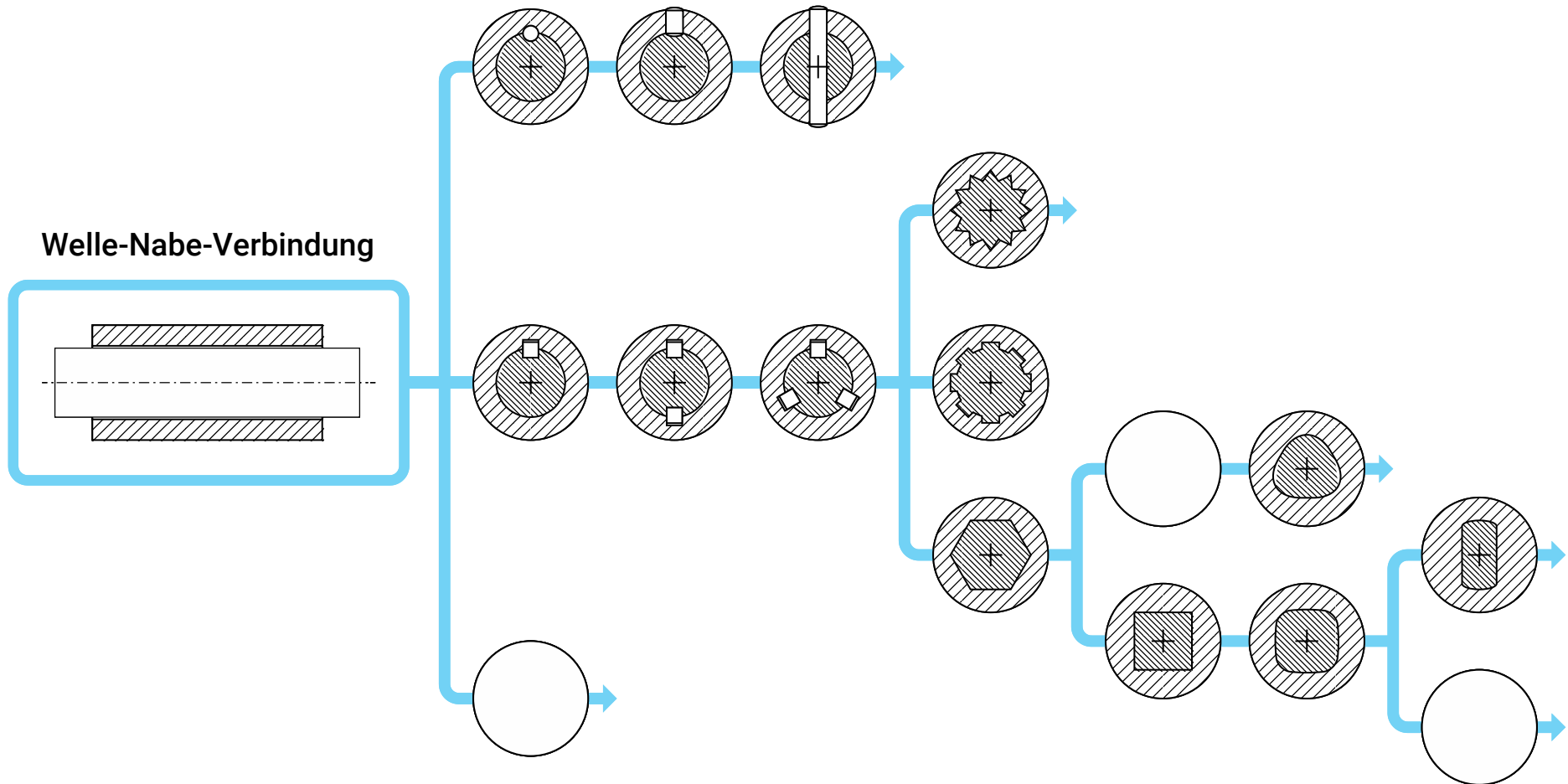
- Erkennen wesentlicher Lösungsmerkmale und Verknüpfungen
- Ord nende Gesichtspunkte zur Variation auf phys. Sachebene:
Mechanisch, Hydraulisch, Pneumatisch, Elektrisch, Magnetisch

Verwendung von **Katalogen**

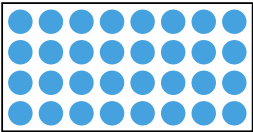
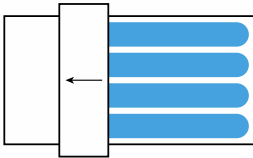
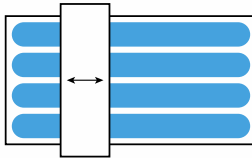
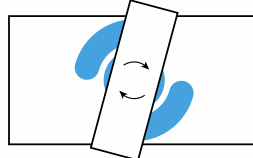
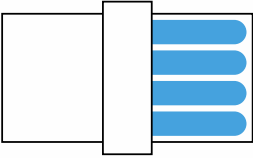
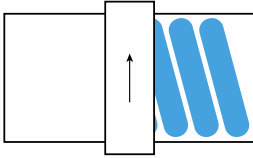
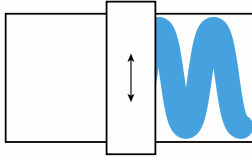
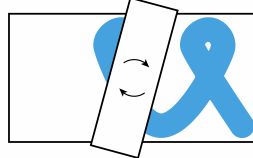
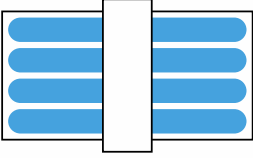
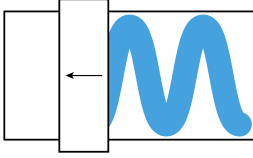
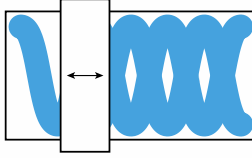
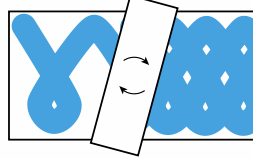
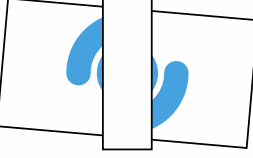
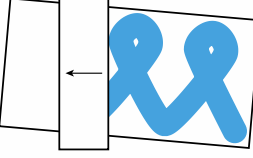
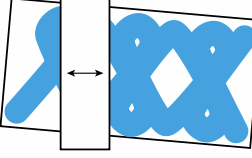
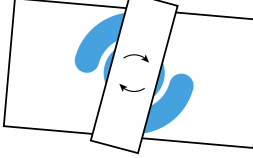
- In Katalogen können gespeichert sein: phys. Effekte, Wirkprinzipien, prinzipielle Lösungen, Maschinenelemente, Normteile

...

Methode des Vorwärtsschreitens



Kombinationsmatrix von Bewegungsabläufen in einem Fertigungsverfahren

	ruhend	translatorisch	oszillierend	rotierend
ruhend				
translatorisch				
oszillierend				
rotierend				

Bsp.: Aufbringen einer Klebschicht

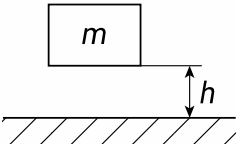
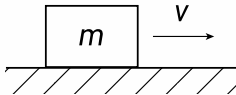
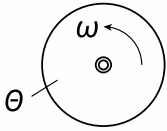
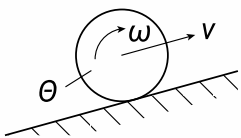
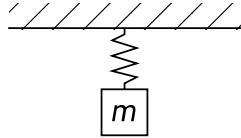
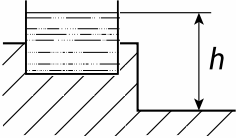
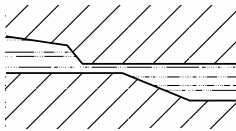
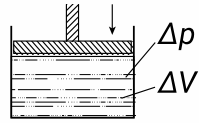
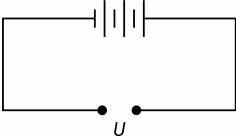
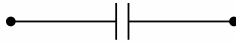
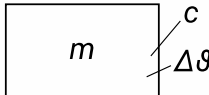
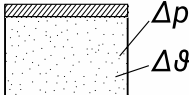
Ord nende Gesichtspunkte und Merkmale zur Variation auf physikalischer Suche bene

Ord nende Gesichtspunkte:

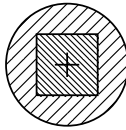
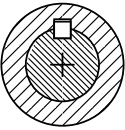
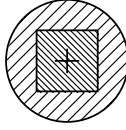
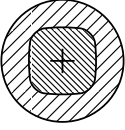
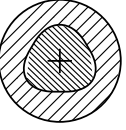
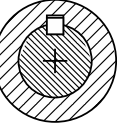
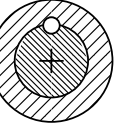
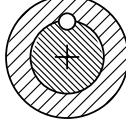
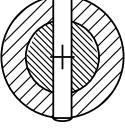
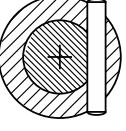
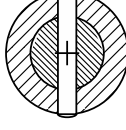
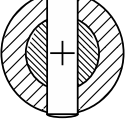
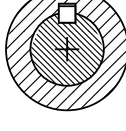
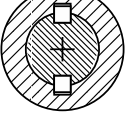
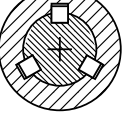
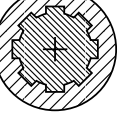
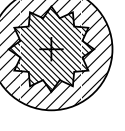
Energiearten, physikalische Effekte und Erscheinungsformen

Merkmale:	Beispiele:
Mechanisch:	Gravitation, Trägheit, Fliehkraft
Hydraulisch:	hydrostatisch, hydrodynamisch
Pneumatisch:	aerostatisch, aerodynamisch
Elektrisch:	elektrostatisch, elektrodynamisch induktiv, kapazitiv, piezoelektrisch Transformation, Gleichrichtung
Magnetisch:	ferromagnetisch, elektromagnetisch
Optisch:	Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz, Polarisation, infrarot, sichtbar, ultraviolett
Themisch:	Ausdehnung, Bimetalleffekt, Wärmespeicher, Wärmeübertragung, Wärmeleitung, Wärmeisolierung
Chemisch:	Verbrennung, Oxidation, Reduktion auflösen, binden, umwandeln Elektrolyse exotherme, endotherme Reaktion
Nuklear:	Strahlung, Isotopen, Energiequelle
Biologisch:	Gärung, Verrottung, Zersetzung

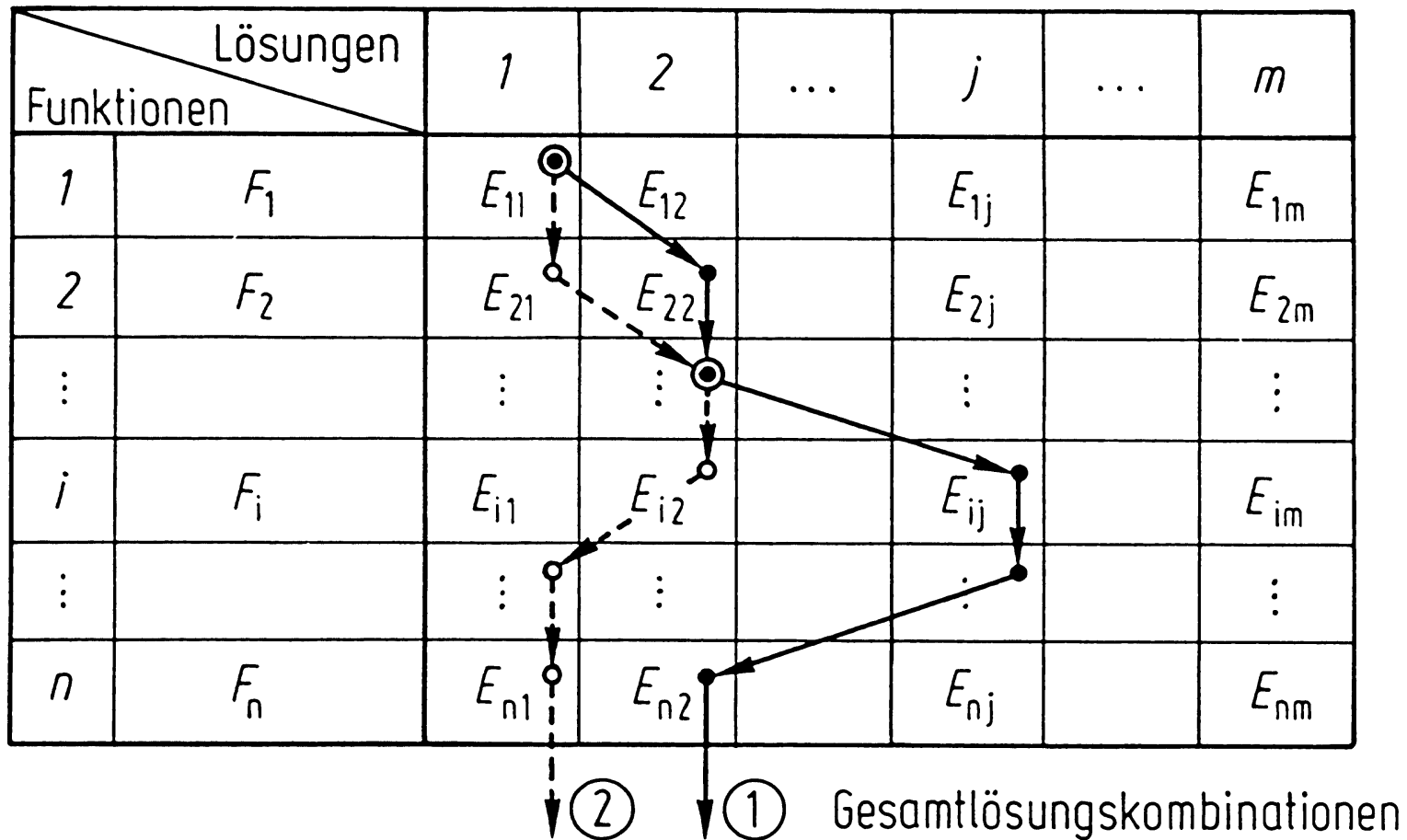
Unterschiedliche Wirkprinzipien zum Erfüllen der Funktion „Energie speichern“

mechanisch	Hub (Potenzielle Energie) 	Schwungmasse (Translationsenergie) 	Schwungrad (Rotationsenergie) 	Schiefe Ebene (Rotations- + Translations- + Potenzielle Energie) 	Feder (Verformungsenergie) 
	Flüssigkeitsspeicher (Potenzielle Energie) 	Flüssigkeitsströmung (Kinetische- + Druck- + Potenzielle Energie) 			Kompression Flüssigkeit/Gas (Druckenergie) 
elektrisch	Batterie (Chemische Energie) 	Kondensator (Elektr. Feld) 			
	Wärmespeicher Feststoff (Thermische Energie) 	Wärmespeicher Flüssigkeit (Thermische Energie) 	Wärmeausdehnung Gas (Druckenergie) 		
thermisch					

Variationen der Wirkgeometrie bei formschlüssigen Welle-Nabe-Verbindungen

Art					
Form					
Lage					
Größe					
Zahl					

Kombination von Teillösungen zu Gesamtlösungen



Verträglichkeitsmatrix für Kombinationsmöglichkeiten von Teilfunktionen

Energie wandeln mechan. Energiekomponente ändern		Elektromotor	Schwingspule	Bimetallspirale in Warmwasser	oszillierender Hydraulikkolben	...
		1	2	3	4	...
Viergelenkkette	A	wenn A umlauffähig	langsame Bewegung	ja	zusätzl. Hebelanlenkung, nur bei langsamer Bewegung des Kolbens	...
Stirnradgetriebe	B	ja	langsame Drehbewegung nur über zusätzl. Elemente (Freilauf usw.), schwierig besonders für Drehrichtungsumkehr	je nach Drehwinkel genügen Zahnsegmente	mit Zahnstange Schwenkbewegung, nur bei langsamer Bewegung des Kolbens	...
Maltesergetriebe	C	ja bei normalem Maltesertrieb Ruck beachten	siehe B 2	ja (wenn Drehwinkel klein, Hebel mit Kulissenstein)	Hebel mit Kulissenstein, nur bei langsamer Bewegung des Kolbens	...
Scheibenreibradgetriebe	D	ja	siehe B 2	große Kräfte wegen Drehmoment bei langsamer Bewegung, ungenaue Positionierung	siehe B 3	...
...	...	...	...	...	...	...

☒ nur sehr schwierig (mit großem Aufwand) erfüllbar (nicht weiter verfolgen)

☒ nur unter bestimmten Bedingungen erfüllbar (zurückstellen)

Beispiel einer Auswahlliste zum methodischen Auswählen

TH Darmstadt MuK		AUSWAHLLISTE für Geber für Tankinhaltsmeßgerät						Blatt: 1 Seite:		
Lösungsvariante (Lv) eintragen:	Lösungsvarianten (Lv) nach AUSWAHLKRITERIEN beurteilen: (+) ja (-) nein (?) Informationsmangel (!) Anforderungsliste überprüfen Verträglichkeit gegeben Forderungen der Anforderungsliste erfüllt Grundsätzlich realisierbar Aufwand zulässig Unmittelbare Sicherheitstechnik gegeben Im eigenen Bereich bevorzugt						ENTSCHEIDEN Lösungsvarianten (Lv) kennzeichnen: (+) Lösung weiter verfolgen (-) Lösung scheidet aus (?) Information beschaffen (Lösung erneut beurteilen) (!) Anforderungsliste auf Änderung prüfen			
	Lv	A	B	C	D	E	F	G	Bemerkungen (Hinweise, Begründungen)	Entscheidung
	1	1	+	+	+	2			Anzahl der Meßstellen	2
	2	2	+	-					Unterbringung der Masse	-
	3	3	-						Radioaktivität	-
	4	4	+	+	+	+	(+)		(Weiterentwicklung bisheriger Lösungen)	+
	5	5	+	+	+	+				+
	6	6	-						Flüssigkeit nicht leitend	-
	7	7	+	+	+	+				+
	8	8	+	+	+	+			s. Lv 7	+
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Datum: 9.85		Bearbeiter: la								

Phase II: Konzipieren

VDI-Richtlinie 2221 - „*Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*“

- **Phase II: Konzipieren** - erkennen von Aufgabenpaketen und deren logischen Zusammenhängen
 - Funktionsstruktur
 - ❖ *Suchen von geeigneten Wirkprinzipien*
 - Wirkstruktur
 - ❖ ***Bewerten und Gewichten der Wirkstrukturen***
 - Prinzipielle Lösung

Bewerten von Lösungsvarianten

Eine Bewertung soll den „Wert“ einer Lösung in Bezug auf eine vorher aufgestellte Zielvorstellung (Ideallösung) ermitteln -> objektive Entscheidungsgrundlage

Vorgehen bei der Bewertung der Konzeptphase

- Erkennen von **Bewertungskriterien**
- Untersuchen der **Bedeutung** für den Gesamtwert (*Gewichtungsfaktor*)
- Zusammenstellen der Eigenschaftsgrößen
- **Beurteilen** nach Wertvorstellungen (*Bewertung nach VDI 2225: 0 bis 4 Punkte*)
- Bestimmen des **Gesamtwertes**
- Vergleichen der Lösungsvarianten
- Abschätzen von Beurteilungsunsicherheiten
- Suchen nach **Schwachstellen**

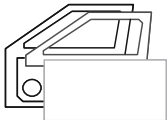
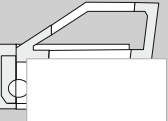
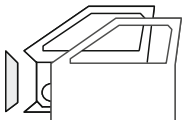
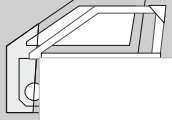
Zuordnung von Bewertungskriterien und Eigenschaftsgrößen in einer Bewertungsliste

Bewertungskriterien			Eigenschaftsgrößen		Variante V_1 (z. B. M_I)			Variante V_2 (z. B. M_V)			...	Variante V_j			...	Variante V_m		
Nr.		Gew.		Einh.	Eigensch. e_{i1}	Wert w_{i1}	Gew.Wert wg_{i1}	Eigensch. e_{i2}	Wert w_{i2}	Gew.Wert wg_{i2}		Eigensch. e_{ij}	Wert w_{ij}	Gew.Wert wg_{ij}		Eigensch. e_{im}	Wert w_{im}	Gew.Wert wg_{im}
1	geringer Kraftstoffverbr.	0,3	Kraftstoff-verbrauch	$\frac{g}{kWh}$	240			300			...	e_{1j}			...	e_{1m}		
2	leichte Bauart	0,15	Leistungs-gewicht	$\frac{kg}{kW}$	1,7			2,7			...	e_{2j}			...	e_{2m}		
3	einfache Fertigung	0,1	Einfachheit der Gussteile	-	niedrig			mittel			...	e_{3j}			...	e_{3m}		
4	hohe Lebensdauer	0,2	Lebensdauer	Fahr-km	80 000			150 000			...	e_{4j}			...	e_{4m}		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			⋮				⋮				⋮		
i		g_i			e_{i1}			e_{i2}			...	e_{ij}			...	e_{im}		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			⋮				⋮				⋮		
n		g_n			e_{n1}			e_{n2}			...	e_{nj}			...	e_{nm}		
		$\sum_{i=1}^n g_i = 1$																

Mit den Werten ergänzte Bewertungsliste (Zahlenwerte beispielhaft)

Bewertungskriterien			Eigenschaftsgrößen		Variante V_1 (z. B. M_1)			Variante V_2 (z. B. M_2)			...	Variante V_j			...	Variante V_m		
Nr.		Gew.		Einh.	Eigensch. e_{i1}	Wert w_{i1}	Gew.Wert wg_{i1}	Eigensch. e_{i2}	Wert w_{i2}	Gew.Wert wg_{i2}		Eigensch. e_{ij}	Wert w_{ij}	Gew.Wert wg_{ij}		Eigensch. e_{im}	Wert w_{im}	Gew.Wert wg_{im}
1	geringer Kraftstoffverbr.	0,3	Kraftstoff-verbrauch	$\frac{g}{kWh}$	240	8	2,4	300	5	1,5	...	e_{1j}	w_{1j}	wg_{1j}	...	e_{1m}	w_{1m}	wg_{1m}
2	leichte Bauart	0,15	Leistungs-gewicht	$\frac{kg}{kW}$	1,7	9	1,35	2,7	4	0,6	...	e_{2j}	w_{2j}	wg_{2j}	...	e_{2m}	w_{2m}	wg_{2m}
3	einfache Fertigung	0,1	Einfachheit der Gussteile	-	kompliziert	2	0,2	mittel	5	0,5	...	e_{3j}	w_{3j}	wg_{3j}	...	e_{3m}	w_{3m}	wg_{3m}
4	hohe Lebensdauer	0,2	Lebensdauer	Fahr-km	80 000	4	0,8	150 000	7	1,4	...	e_{4j}	w_{4j}	wg_{4j}	...	e_{4m}	w_{4m}	wg_{4m}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
i		g_i			e_{i1}	w_{i1}	wg_{i1}	e_{i2}	w_{i2}	wg_{i2}	...	e_{ij}	w_{ij}	wg_{ij}	...	e_{im}	w_{im}	wg_{im}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
n		g_n			e_{n1}	w_{n1}	wg_{n1}	e_{n2}	w_{n2}	wg_{n2}	...	e_{nj}	w_{nj}	wg_{nj}	...	e_{nm}	w_{nm}	wg_{nm}
		$\sum_{i=1}^n g_i = 1$				Gw_1 W_1	Gwg_1 Wg_1		Gw_2 W_2	Gwg_2 Wg_2			Gw_j W_j	Gwg_j Wg_j			Gw_m W_m	Gwg_m Wg_m

Werteskala für Nutzwertanalyse und Richtlinie VDI 2225

Kriterien Variante		Statische Performanz	Dynamische Performanz	Zusammen- baugüte	Masse	Summe
	Gewichtung	0,15	0,15	0,15	0,55	
Variante A 		2	2	3	3	10
	gew. Punkte	0,30	0,30	0,45	1,65	2,70
Variante B 		3	3	2	2	10
	gew. Punkte	0,45	0,45	0,30	1,10	2,30
Variante C 		4	2	1	0	7
	gew. Punkte	0,60	0,30	0,15	0,00	1,05
Variante D 		2	3	2	0	7
	gew. Punkte	0,30	0,45	0,30	0,00	1,05

Morphologischer Kasten



hochschule aschaffenburg
university of applied sciences
TH Aschaffenburg
university of applied sciences



Teilfunktion	Lösungen			
	1	2	3	4
Reinigungsmittel	Kaltes Wasser	Heißes Wasser	Wasser + Chemie	
Reinigungsmittel auftragen	Reinigungsmittel mit geringem Druck aufsprühen	Reinigungsmittel mit hohem Druck aufsprühen	Tafel mit Reinigungsmittel sehr fein benebeln	Reinigungsmittel auf die Tafel fließen / rinnen lassen
Kreide aufnehmen	Reinigungsmittel einweichen lassen	Kreide mittels Reinigungsmittel auflösen lassen	Kreide mittels Reibung entfernen	
Reinigungsmittel – Kreide – Gemisch abtragen	Gemisch abziehen	Gemisch lufttrocknen	Gemisch absaugen	
Reinigungsmittel – Kreide – Gemisch ableiten	Trichter	Schlauch	Schräge	Gemisch mittels Abziehlippe in Tafelrinne leiten.
Reinigungsmittel – Kreide – Gemisch auffangen	Gemisch mittels Trichter in einen Behälter leiten	Gemisch mittels Schwamm aufsaugen	Gemisch mittels Metallschräge in Auffangbehälter leiten	Tafelrinne als Auffangbehälter

- Lösung 1
- Lösung 2
- Lösung 3

Bewertung der Gesamtlösung



hochschule aschaffenburg
 university of applied sciences
 TH Aschaffenburg
 university of applied sciences



Lösungsvarianten	Bewertungskriterien + Gewichtung										Pkt.	Platzierung
	RW	K	G	H	U	LS	WA	LK	GS	RE		
Lösung 1	3	4	3	3	4	2	4	3	3	3	19.9	1
Lösung 2	3	2	1	1	4	1	2	3	2	1	13.0	3
Lösung 3	4	3	2	3	1	3	3	2	3	2	17.1	2

Bewertungskriterium	Gewichtung der Bewertungskriterien
RW: Reinigungswirkung	1
K: Kosten	0.6
G: Gewicht	0.5
H: Hygiene	0.5
U: Umwelt	0.5
LS: Lautstärke	0.7
WA: Wartungsaufwand	0.6
LK: Laufende Kosten	0.7
GS: Geschwindigkeit	0.6
RE: Realisierbarkeit	0.6

Bewertung der Lösungsvarianten von 1 – 4:

1: unbefriedigend
 4. sehr gut

Werteprofil zum Vergleich zweier Varianten

