



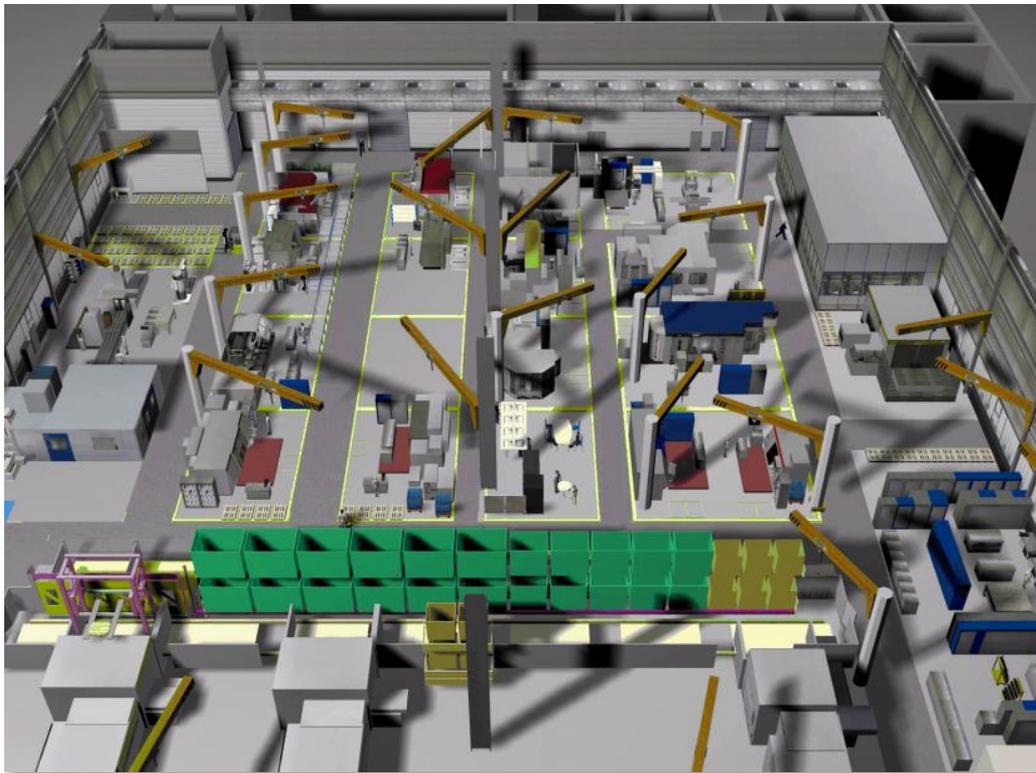
LOGISTIKGERECHTE FABRIKPLANUNG

LEITFADEN FABRIKPLANUNG

16.02.2016

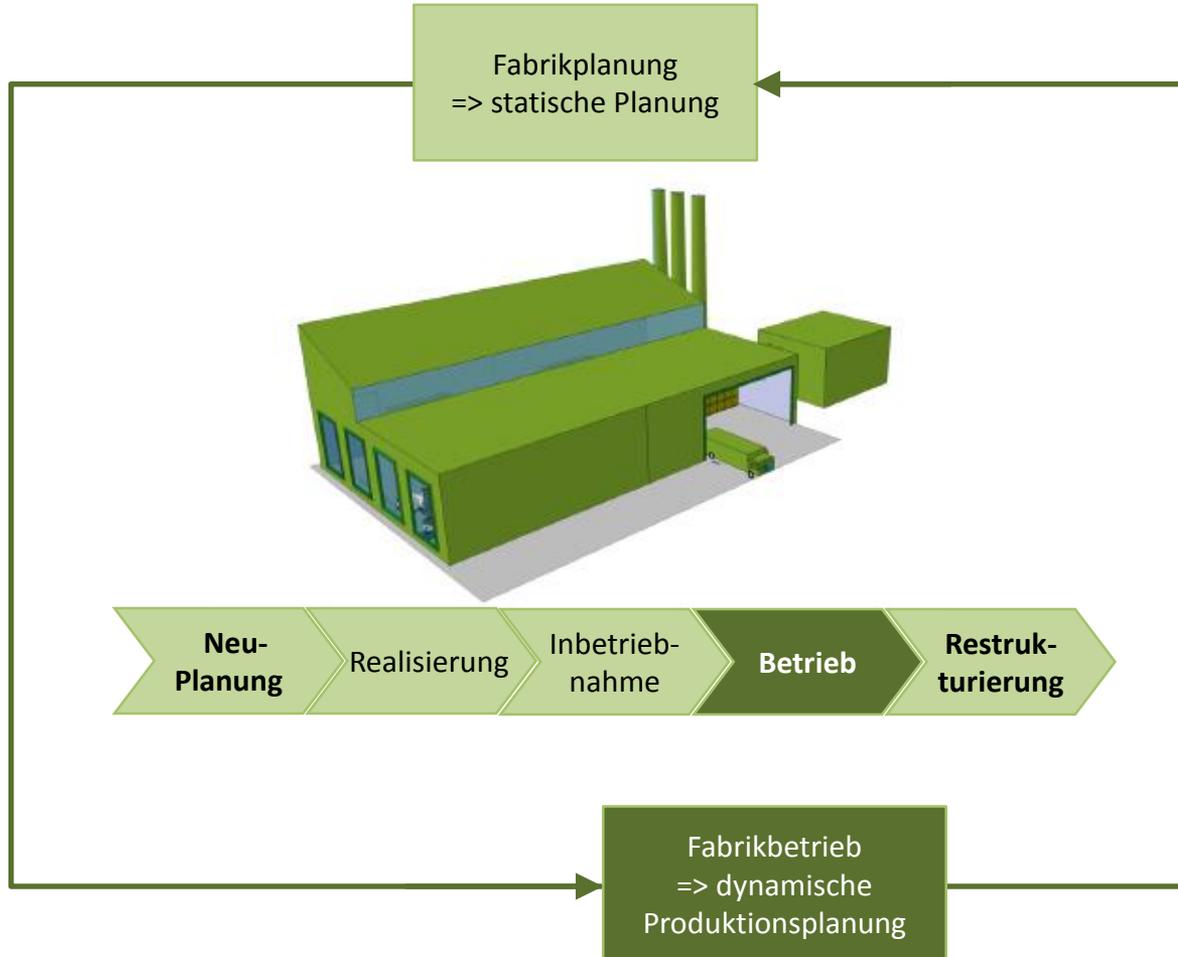


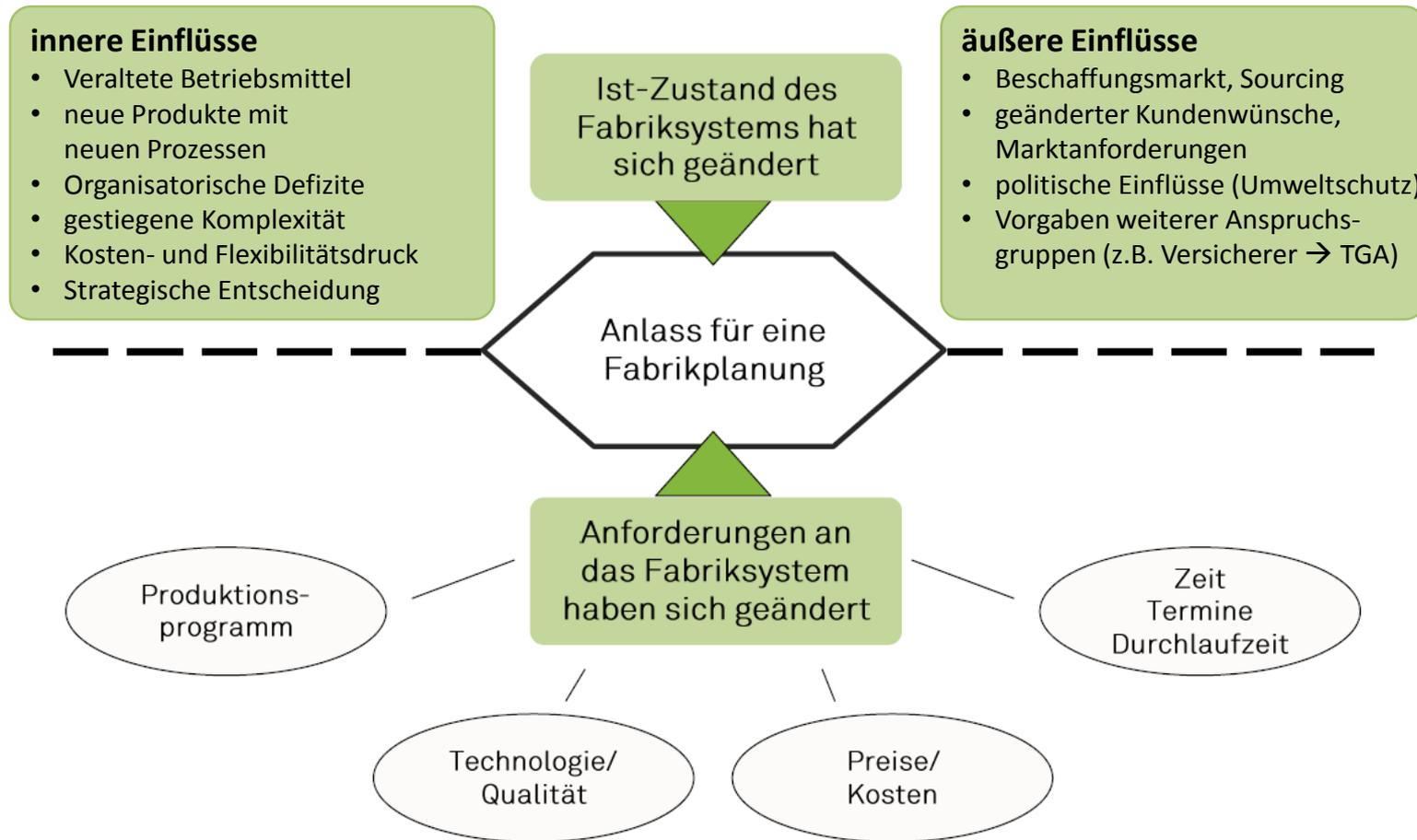
AWF



Definition Fabrikplanung

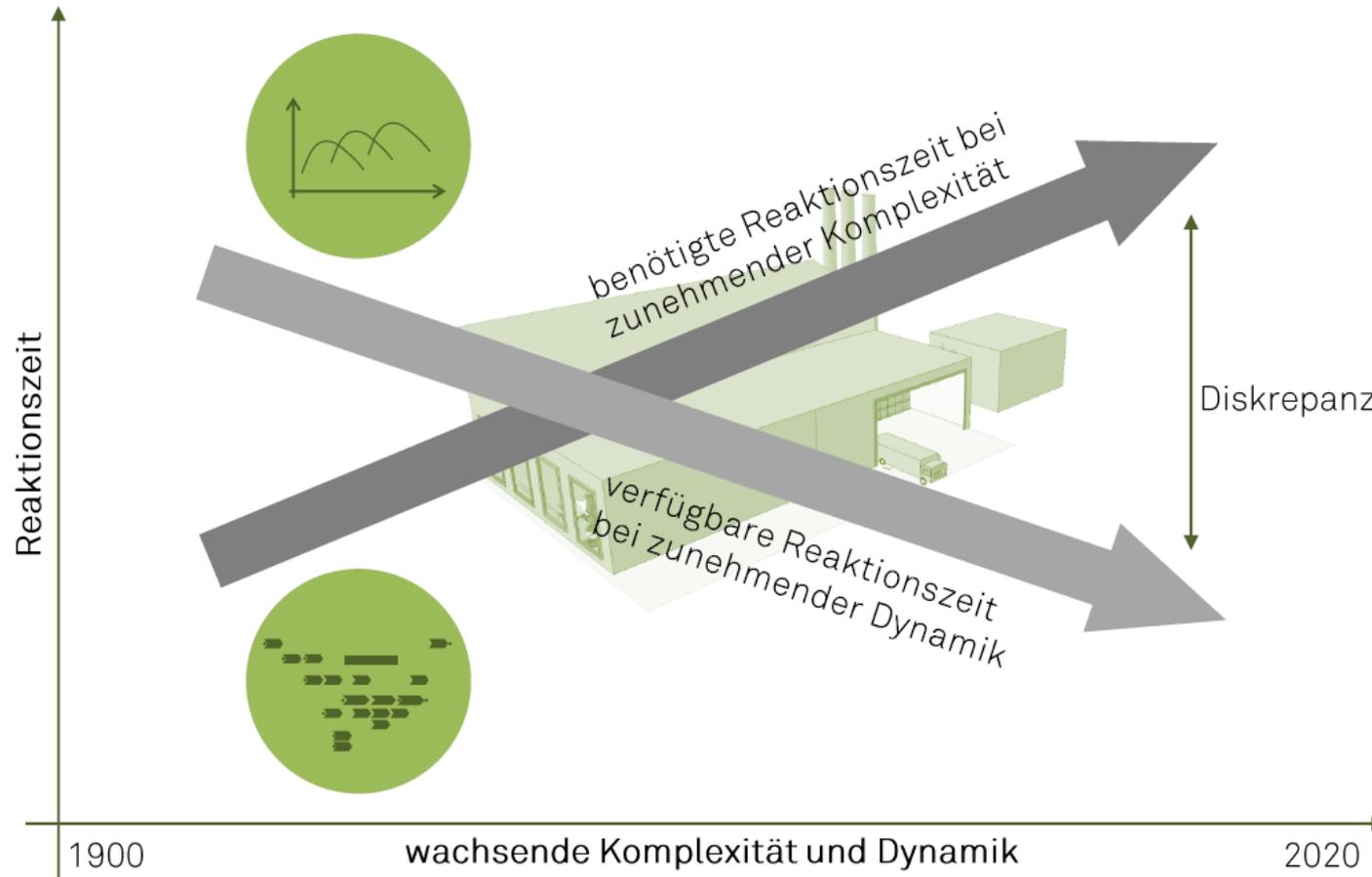
- systematischer, zielorientierter Prozess,
- aufeinander aufbauende, strukturierte Phasen,
- Nutzung von Methoden und Werkzeugen

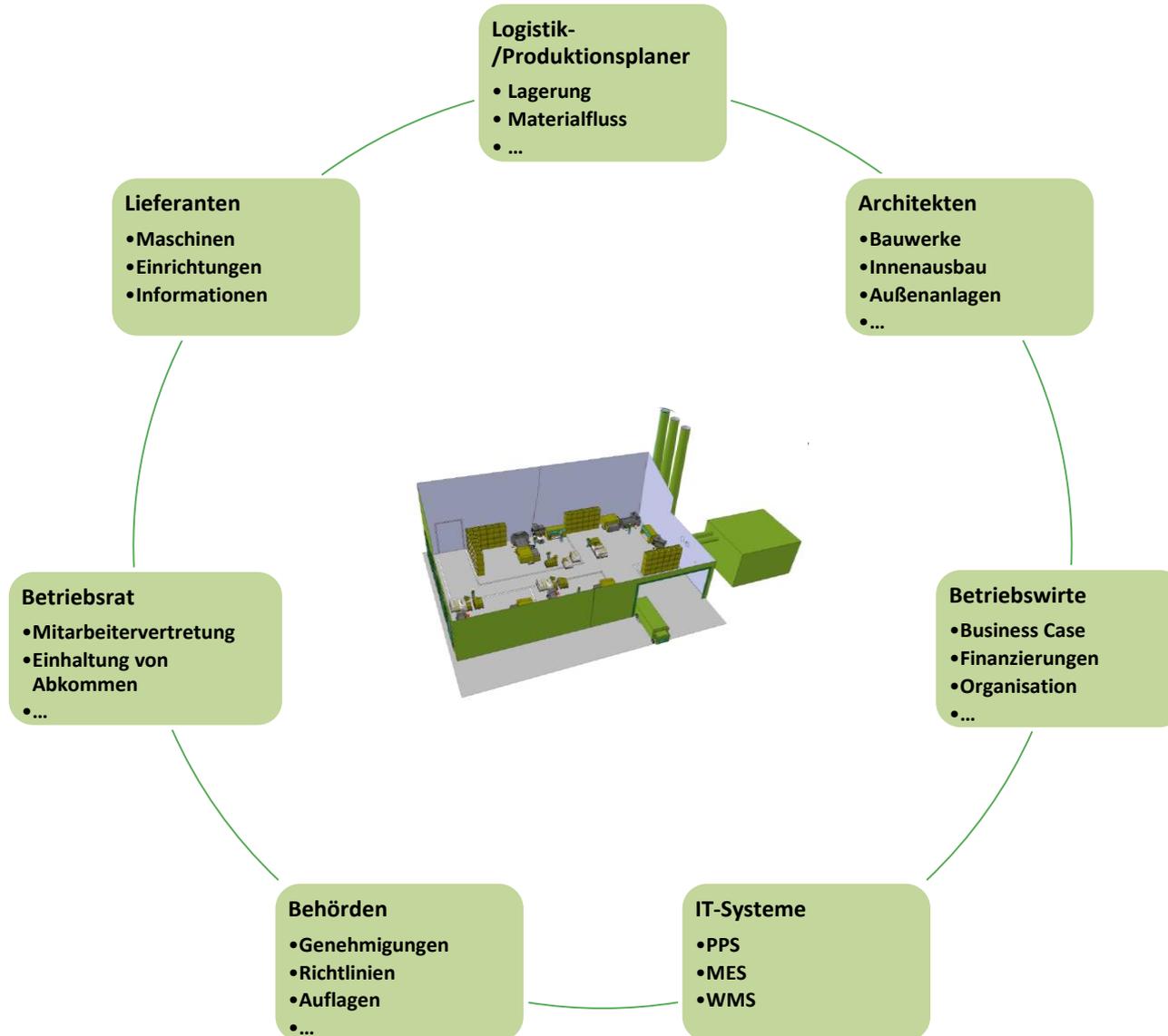






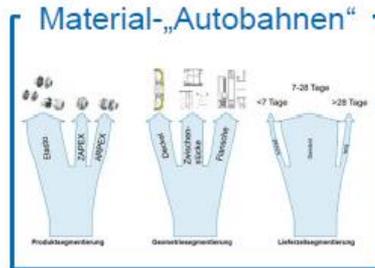
DILEMMA DER FABRIKPLANUNG:



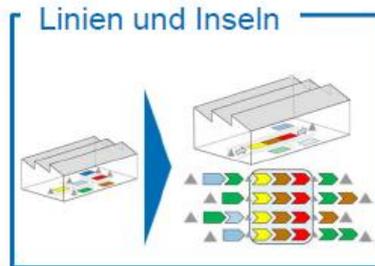


Fabrikplanung – von innen nach außen

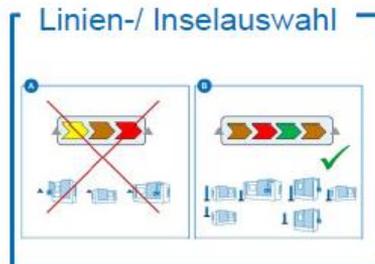
- Welche Bauteile bilden die größten Materialströme?



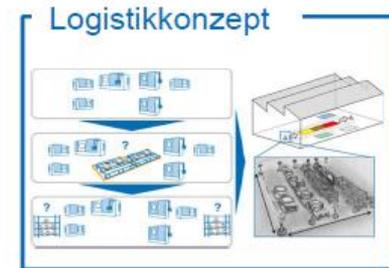
- Welche Produktionsschritte kommen nacheinander häufig vor?



- Welche Linien und Inseln werden eingerichtet?



- Wie werden die Inseln gesteuert?
- Wie groß müssen Puffer und Lager sein?

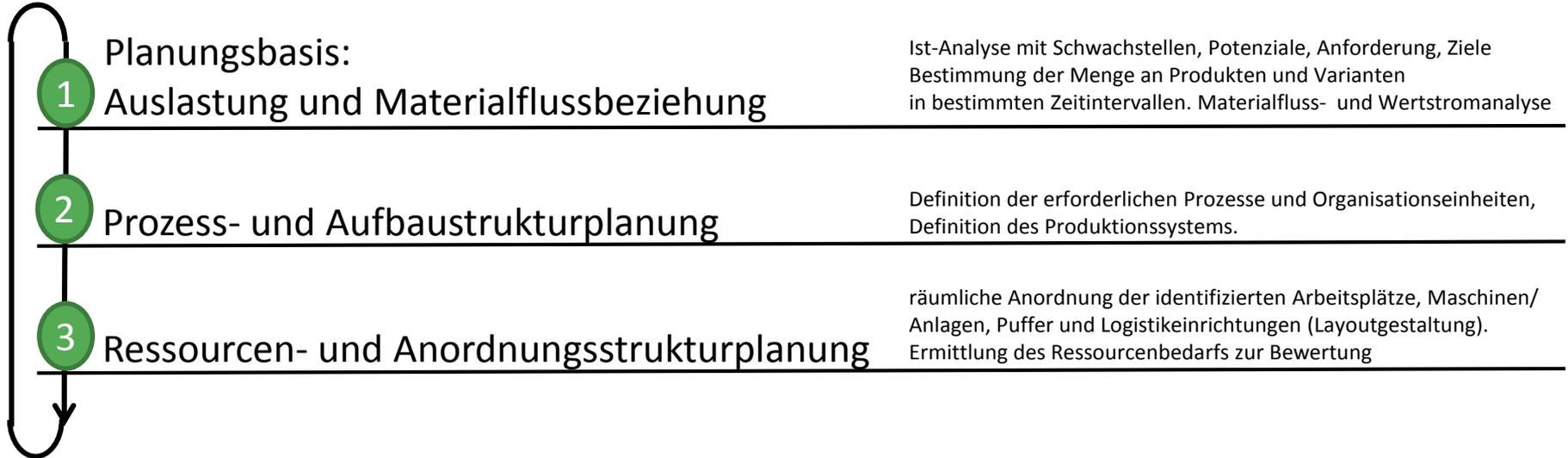


- Wie sieht das optimale Flächenlayout aus?

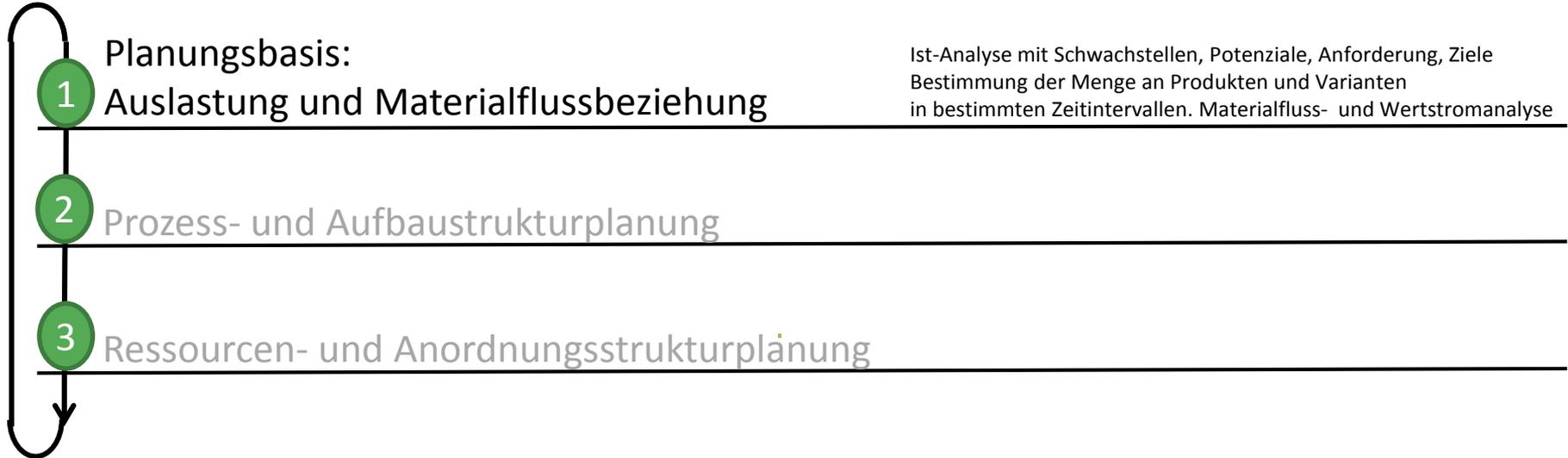


- Wie sehen die zukünftigen Arbeitsplätze aus?





PLANUNGSBASIS: AUSLASTUNG UND MATERIALFLUSSBEZIEHUNG



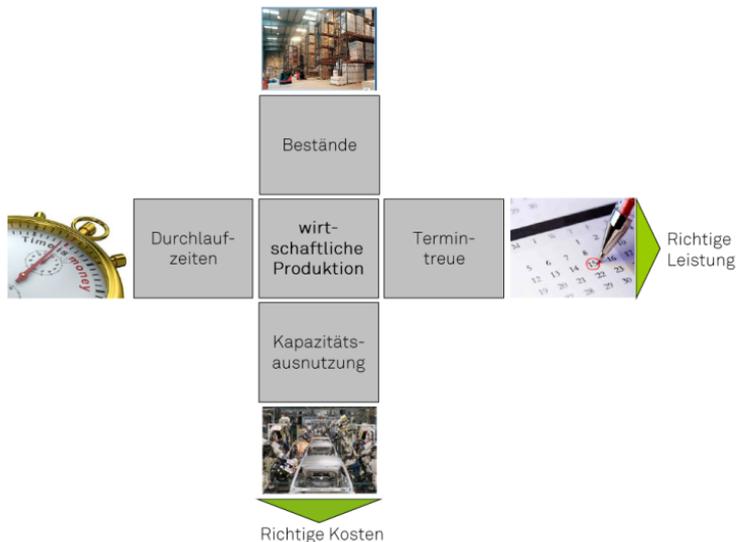
Definition

- Die Zielplanung bildet die erste Planungsphase innerhalb der Fabrikplanungssystematik.
- Sie umfasst die Erarbeitung von Zielvorgaben und Anforderungen.
- Die Ziele an die Neugestaltung sind auf Basis der strategischen Unternehmenszielen zu definieren bzw. leiten sich unmittelbar aus diesen ab.
- Ziele müssen realistisch, akzeptiert, terminiert und messbar sein (SMART).

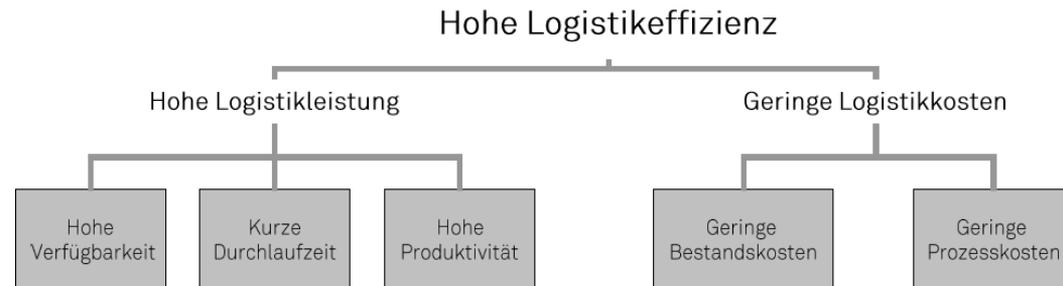


Verbreitete Zielsysteme

- Logistisches Zielkreuz nach Wiendahl



- Produktionslogistische Ziele nach VDI 4400 Blatt 2



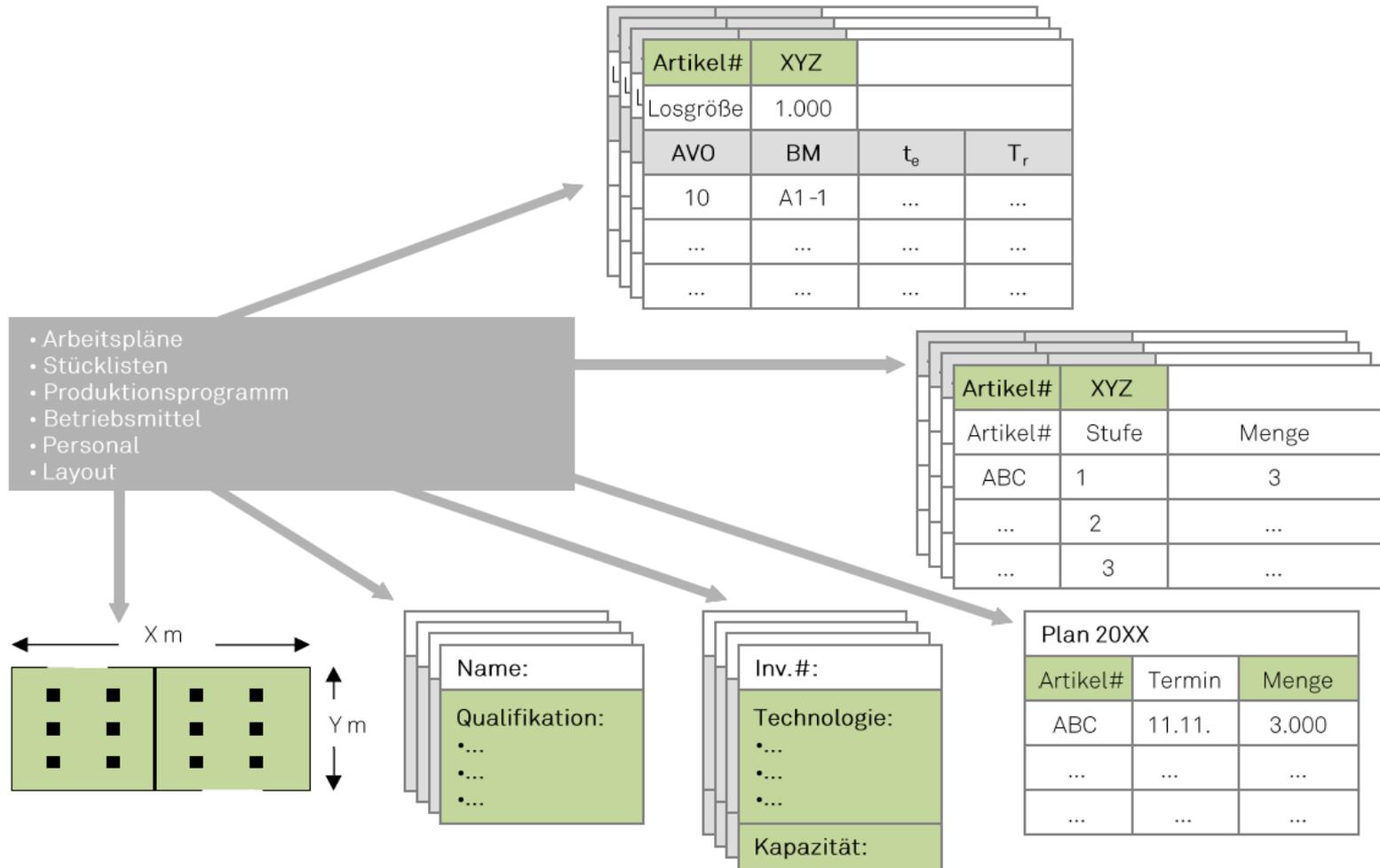
I.d.R. gibt es konkurrierende Ziele

- Flexibilität & Schnelligkeit \leftrightarrow niedrige Kosten
- Flexibilität & Schnelligkeit \leftrightarrow hohe Auslastung
- hohe Verfügbarkeit \leftrightarrow niedrige Bestände

Aber

- hohe Flexibilität = Schnelligkeit
- niedrige Kosten = niedrige Bestände

- Stücklisten je Produkt
- Arbeitspläne je Produkt mit Arbeitsgang, Maschinen-/Arbeitsplatz-Nummer, wirtschaftliche Losgröße, Rüstzeiten, Fertigungszeiten, Ressourcenbedarf (Personal Fertigung und Rüsten), ggf. prozessbedingte Liegezeiten
- Stammdaten je Artikel (Abmessung, Gewicht)
- Kundenauftragsdaten (Bestellungen) über (min.) ein Jahr
- Fertigungsaufträge (min) über ein Jahr
- Bestandsdaten Lager und Umlauf
- Personalzahl
- AFA Betriebsmittel / Anlagen
- Gebäude- und Betriebs-Daten /-Layout



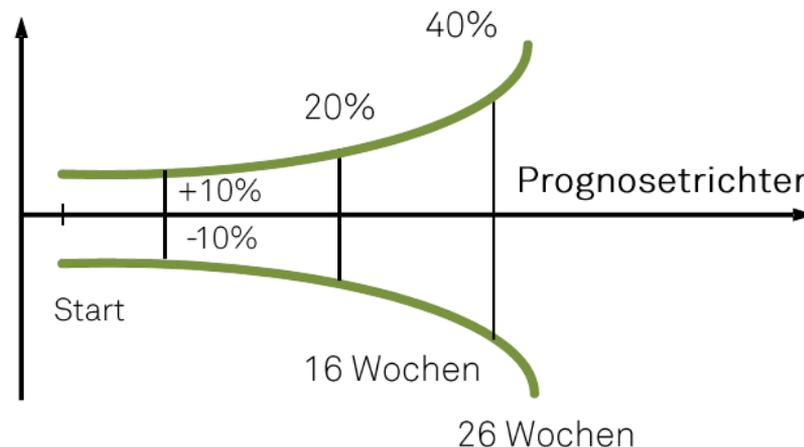
Zukünftige Veränderungen im Bereich

- Anzahl Produkte
- Wachstum je Produkt (Bestellmengen)
- Ggf. schon neu geplante / bestellte Anlagen und deren Integration in die Arbeitspläne

Prognosen sind immer falsch. Sie sollten immer einen erwarteten Wert und eine Fehlerabschätzung beinhalten.

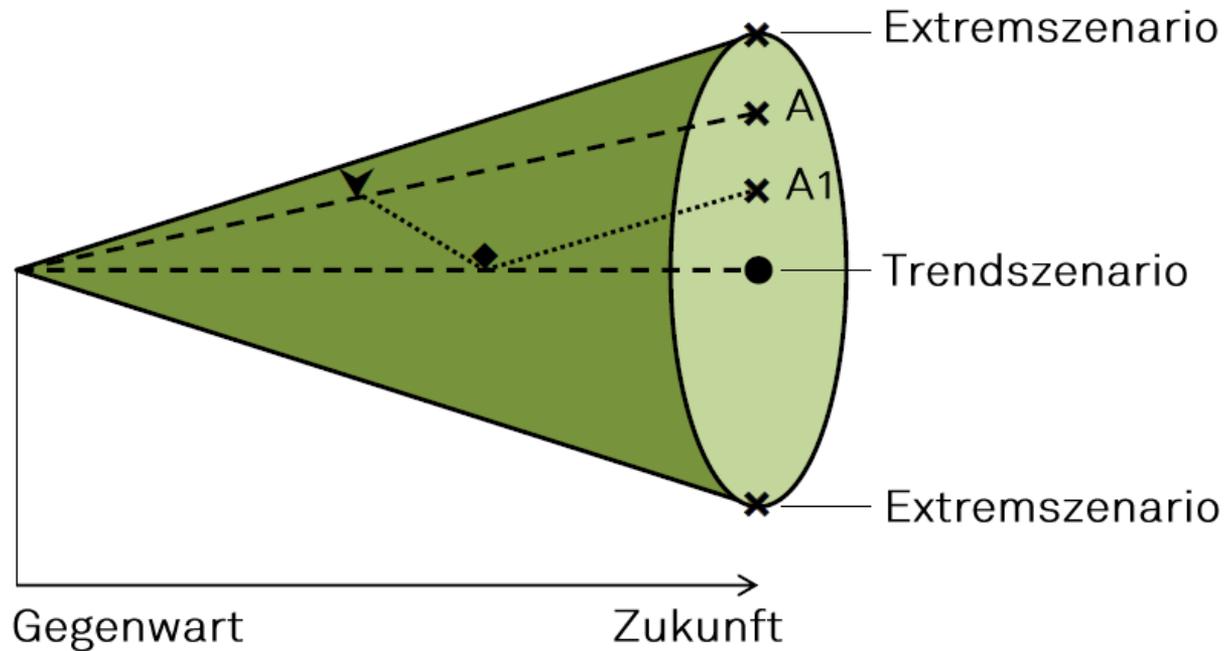
Langfristige Prognosen sind nicht so genau wie kurzfristige Prognosen (Prognosezeitraum ist ausschlaggebend)

Prognosen auf höheren Aggregationsebenen (z.B. Produktgruppen) sind genauer als Detailprognosen z.B. auf Artikelebene.



Basis der Prognose ist die Entwicklung von Produktgruppen aus der Vergangenheit bis heute.

<p>Gleitender Durchschnitt:</p>	$p_{t+1} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=t-n+1}^t y_k$	<p>mit $t = \text{aktuelle Periode}$</p>
<p>Exponentielles Glätten erster Ordnung:</p>	$p_{t+1} = \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha) \cdot p_t$	<p>mit Glättungsparameter α</p>
<p>Lineare Degression:</p>	<p>Trendfunktion (gesucht): $TR_t = a + b \cdot t$</p>	<p>Quadrierte Abstände (Zielfunktion): $Z = \sum_{t=1}^T (x_t - TR_t)^2 \rightarrow \min!$</p>



- ✘ Szenario = Bild einer denkbaren zukünftigen Situation
- - Entwicklung eines Szenarios
- Die durch ein Störereignis veränderte Entwicklungslinie

- ▼ Störereignis
- ◆ Entscheidungspunkt, z.B. Einsetzen von Maßnahmen

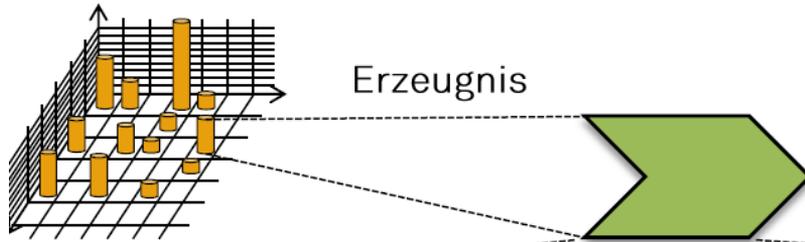
Die Meinungen mehrerer Personen werden zu einer Prognose zusammengefasst.

Gründe für die Anwendung:

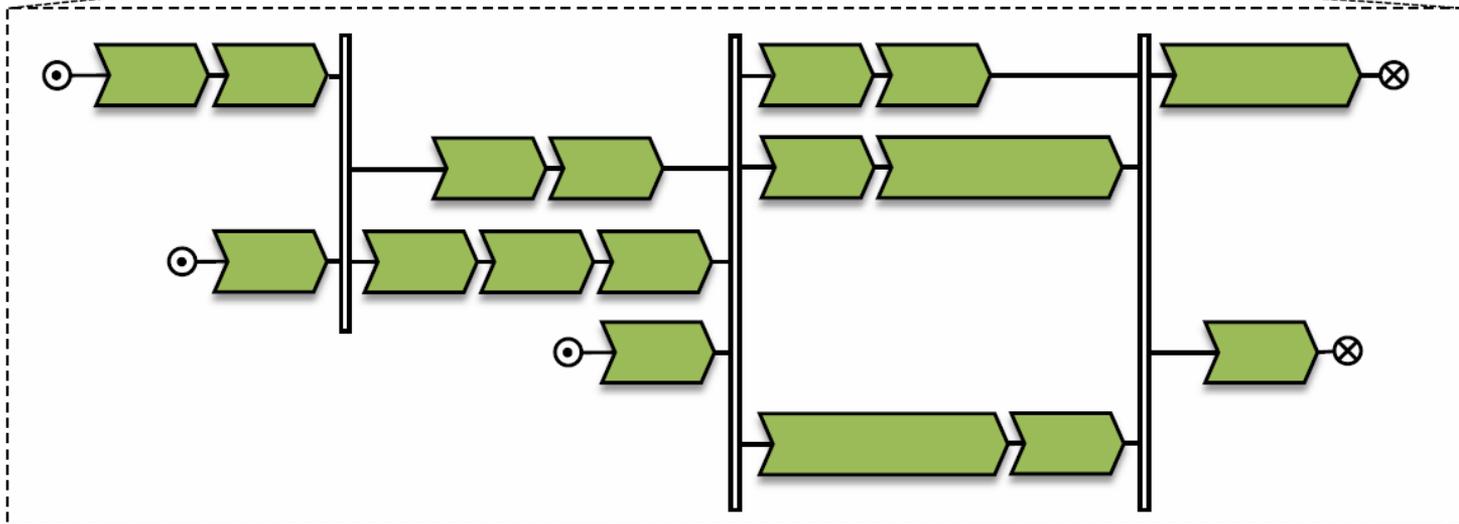
Es liegen keine historischen Nachfragedaten zur Anwendung von quantitativen Methoden vor (z.B. Einführung eines neuen Produkts).

Jedoch sollten andere Produktgruppen als Referenz genutzt werden!

Verfahren	Teilnehmer	Kosten	Zeithorizont	Anwendung
Vertriebsschätzung	Vertriebsmitarbeiter	Niedrig bis mittel	Kurz- bis mittelfristig	Nachfrageprognose
Kundenbefragung	Kunden	Mittel bis hoch	Kurz- bis mittelfristig	Nachfrageprognose
Expertenbefragung	Experten verschiedener Funktionen	Mittel	Mittel- bis langfristig	Nachfrageprognosen neuer Produkte
Delphi Methode	Experten verschiedener Institutionen	Hoch	Langfristig	Potential- und Technologie- prognosen

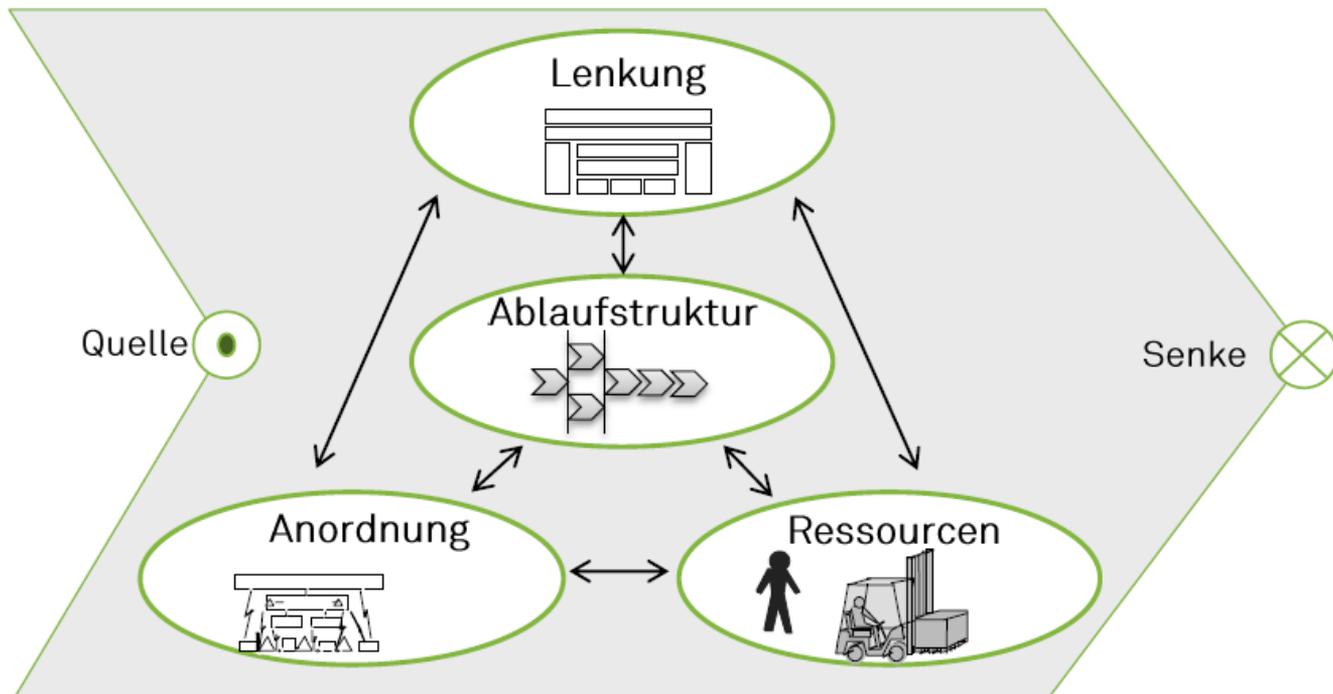


Im Rahmen der Prozessplanung werden die erforderlichen Nutz- und Stützprozesse, welche zur Erstellung der Endprodukte erforderlich sind, definiert. Ergebnis ist der Prozessplan.



Nutzprozesse: Sind geplante Prozesse, die in ihrer Summe das fertige Produkt zum Ergebnis haben (Drehen, Fräsen, Montieren)
Stützprozesse: Ebenfalls geplante Prozesse, die die Nutzprozesse unterstützen, bspw. der Transport von Produkten zwischen zwei Stationen oder Liegezeit vor dem nächsten Arbeitsschritt

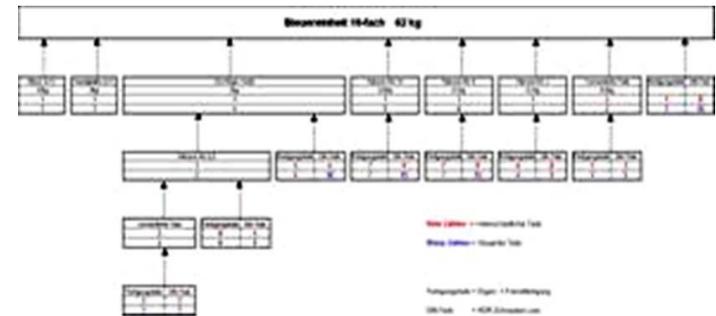
- ...erfasst alle zur vollständigen Beschreibung von Prozessen notwendigen Parameter in einer allgemeingültigen, in allen Ausprägungen wiederverwendbaren Form.



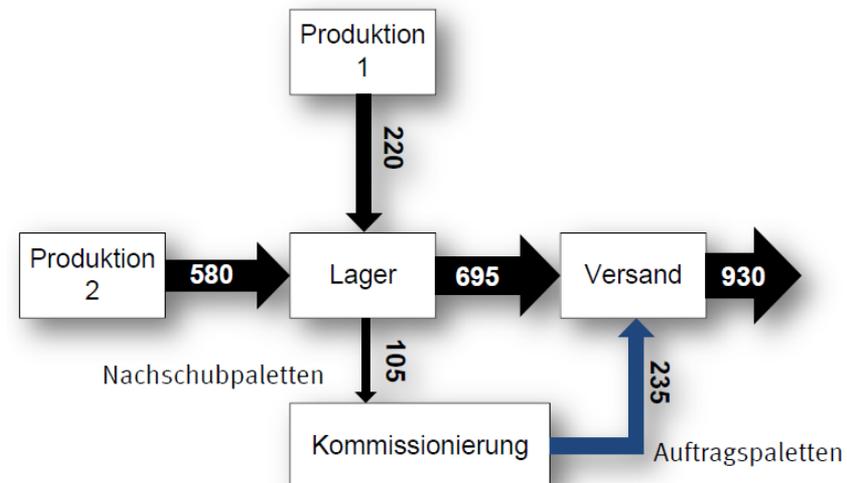
Allgemein

- Es werden Beziehungen zwischen den Betriebsmitteln und gleichzeitig auch deren Richtungen durch Pfeile abgebildet
- Da der Sankey-Plan quantitative Materialflüsse darstellt, wird auch deren Intensität (**Häufigkeit**) über die Breite der Pfeile ersichtlich.
- Durch die gesteigerte Komplexität der Darstellungsart ist sie bei sehr verzweigten Beziehungen und auch bei großer Anzahl an Materialflüssen unbrauchbar.
- In der Regel wird ein Sankey-Plan nur für Hauptmaterialflüsse (nur relativ regelmäßige und für das Unternehmen relevante Materialflüsse) erstellt => **80 : 20 Regel**
- Basis:
 - Arbeitsplan (Arbeitsfolgen)
 - Fertigungsaufträge pro Tag (Vergangenheit)
 - Artikelstammdaten
 - Prognose (Zukunft)

Basis: Arbeitsplan



Sankey-Diagramms



Arbeitspläne

TEILENR.	51540002	GÜLTIG AB 12.01.01				
BENENNUNG:	KUGELGELZAPFEN	LOSGRÖSSE 400				
MATERIALNR.	1275217					
BENENNUNG:	RUNDSTAHL 15 CR MO S 74					
POS	KST	ARB.PLATZ	WZ/VOR	ARBEITSGANGBESCHR.	TU/s	TR/min
010	217	4236		ABLÄNGEN 122mm	144	25
020	334	5627	GT548	PLANDREHEN	070	40
030	334	5628	K65Z12	KUGELGREHEN	056	60
040	334	5632	V21097	GEWINDESCHNEIDEN	034	30
050	334	5348		RISSPRÜFUNG	012	10
060	352	4380	W00392	WALZEN	060	120
070	988	9826		SCHLUSSPRÜFUNG	004	10
080	348	1017		ABLIEFERN AN LAGER 25		

Produktionsprogramm

Jahr: 2001	
Artikel	Stück
56004	3.000
56006	2.500
54023	8.000
57802	4.000
57902	4.000
54566	1.200
.....

Von KST	Nach KST	Stck.
217	334	22.700
334	352	11.400
352	988	14.400
328	988	18.000
988	348	8.000
348	211	8.000
988	211	14.700
...

von	nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211			22,7					26					
217					22,7								
328													18
334							14,4						
348	8									16,2			
352											7		
427			6,3										
452				12,4									
585							10,2						
586													25,6
590							15,4						
988	35,6					8							

Materialflusstabelle [Stk.]

Materialflussmatrix [1.000 Stk.]

von	nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211			22,7					26					
217					22,7								
328													18
334							14,4						
348		8								16,2			
352											7		
427			6,3										
452				12,4									
585							10,2						
586													25,6
590							15,4						
988		35,6				8							

Berücksichtigung von Transporteinheiten (TE)

von	nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211			114					130					
217				114									
328													60
334							48						
348		27								54			
352											24		
427			126										
452				248									
585							510						
586													1280
590							770						
988		3560				800							

Materialflussmatrix auf Basis KST [1.000 Stk.]

Transportmatrix auf Basis KST [TE]

	nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211			114					130					
217				114									
328												80	
334							48						
348	27									54			
352											24		
427		126											
452			248										
585							510						
586													1280
590							770						
988	3580					800							

Transportmatrix in TE



Hallenlayout

	nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211			25					50					
217				40									
328												100	
334							85						
348	60									30			
352											55		
427		80											
452			30										
585							40						
586													20
590								60					
988	50				20								

Entfernungsmatrix in Meter



	nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211			2,85					6,5					
217				4,65									
328												6	
334							4,08						
348	1,62									1,62			
352											1,32		
427		10,1											
452			7,44										
585							20,4						
586													25,6
590								46,2					
988	178					16							

Transportintensitätsmatrix in Meter x TE

$$K_{Ti} = \sum m_{ik} * s_{ik} * z_{ik} * k_{ik}$$

- K_{Ti} gesamte Transportkosten je Standort [€],
- m_{ik} Transportmenge zwischen Zulieferer l Abnehmer k und Standort i [t],
- s_{ik} Entfernung zwischen Zulieferer l Abnehmer k und Standort i [km],
- z_{ik} Anzahl der Transporte je Zeiteinheit zwischen Zulieferer l Abnehmer k und Standort i ,
- k_{ik} Transportkosten zwischen Zulieferer l Abnehmer k und Standort i (konstant) [€/t*km]

Matrix 1

Transporte NACH	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Summen
Transporte VON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	1	20	45	30	5					100
B	2		20		45	5				70
C	3	5		65						70
D	4	45	5		20	20	5	5		100
E	5					25	20	25		70
F	6						50		25	75
G	7							30	45	75
H	8			5		25			30	60
I	9									0
Summen:	0	70	70	100	70	75	75	60	100	620

Matrix 2

Transporte NACH	B	C	D	E	F	G	H	I	Summen	
Transporte VON	1	2	3	4	5	6	7	8		
B	1	20		45	5				70	
C	2	5		65					70	
D	3	45	5		20	20	5	5	100	
E	4					25	20	25	70	
F	5						50		25	75
G	6							30	45	75
H	7			5		25			30	60
I	8									0
Summen:	50	25	70	65	75	75	60	100		

Matrix 3

Transporte NACH	B	D	E	F	G	H	I	Summen
Transporte VON	1	2	3	4	5	6	7	
B	1		45	5				50
D	2	45		20	20	5	5	95
E	3			25	20	25		70
F	4				50		25	75
G	5					30	45	75
H	6		5	25			30	60
I	7							
Summen:	45	5	65	75	75	60	100	

Matrix 4

Transporte NACH	B	E	F	G	H	I	Summen
Transporte VON	1	2	3	4	5	6	
B	1	45	5				50
E	2		25	20	25		70
F	3			50		25	75
G	4				30	45	75
H	5		25			30	55
I	6						
Summen:	0	45	55	70	55	100	

Matrix 5

Transporte NACH	E	F	G	H	I	Summen
Transporte VON	1	2	3	4	5	
E	1	25	20	25		70
F	2		50		25	75
G	3			30	45	75
H	4	25			30	55
I	5					0
Summen:	0	50	70	55	100	

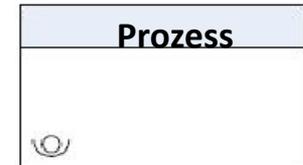
MATERIALFLUSSANALYSE: SANKEY-DIAGRAMM



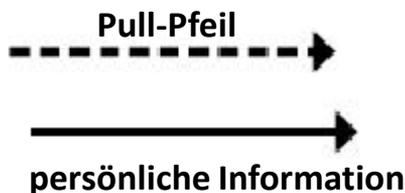
Definition: Wertstromanalyse

- Ist ein Werkzeug, um den Zustand einer Produktion oder eines Prozesses darzustellen.
 - Möglich Anwendung sind sowohl der IST-Zustand als auch der SOLL-Zustand
- Es werden Abläufe zur besseren Übersichtlichkeit visualisiert und ein gemeinsames Verständnis für die Abläufe im Unternehmen geschaffen.
 - Deutlich werden hierbei Schnittstellen zu Kunden und Lieferanten sowie zwischen einzelnen innerbetrieblichen Abteilungen
 - Wertschöpfungsprozesse und Verschwendungen werden transparent visualisiert.

Grundsymbole

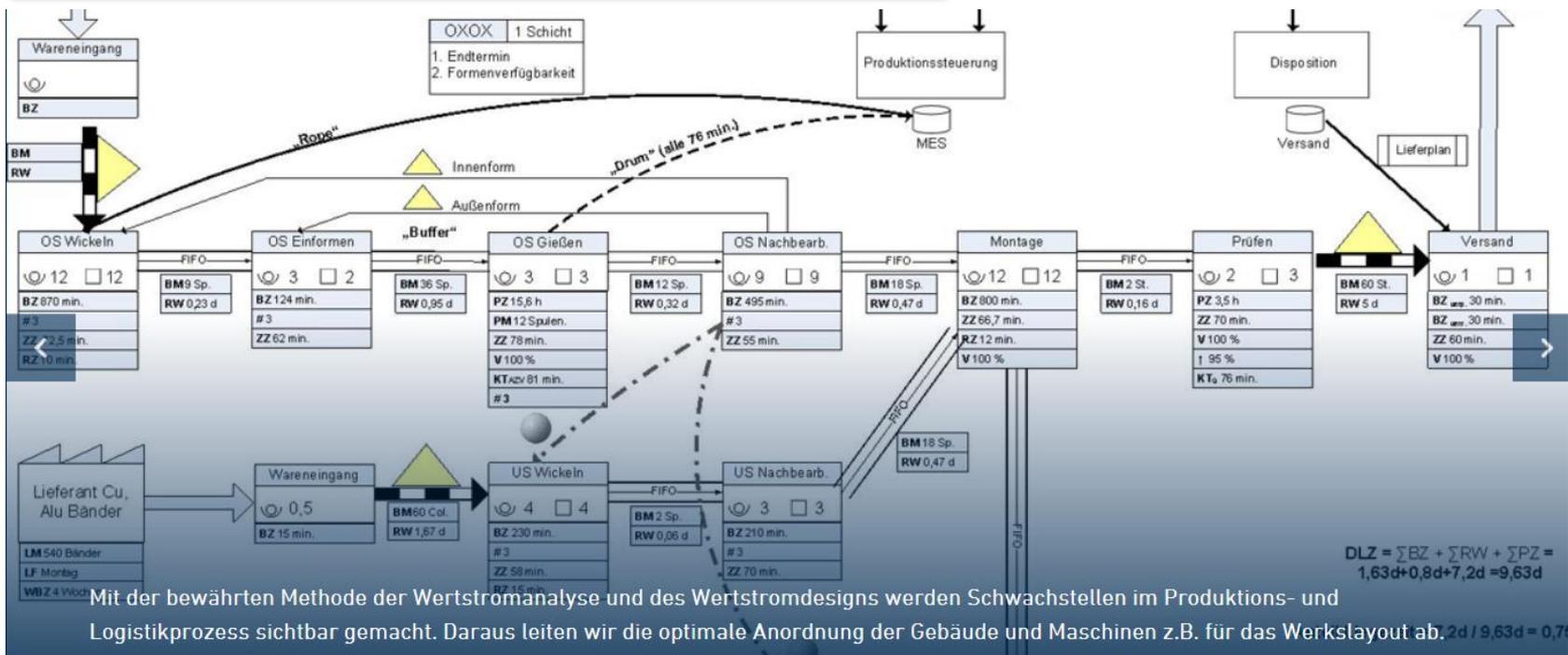


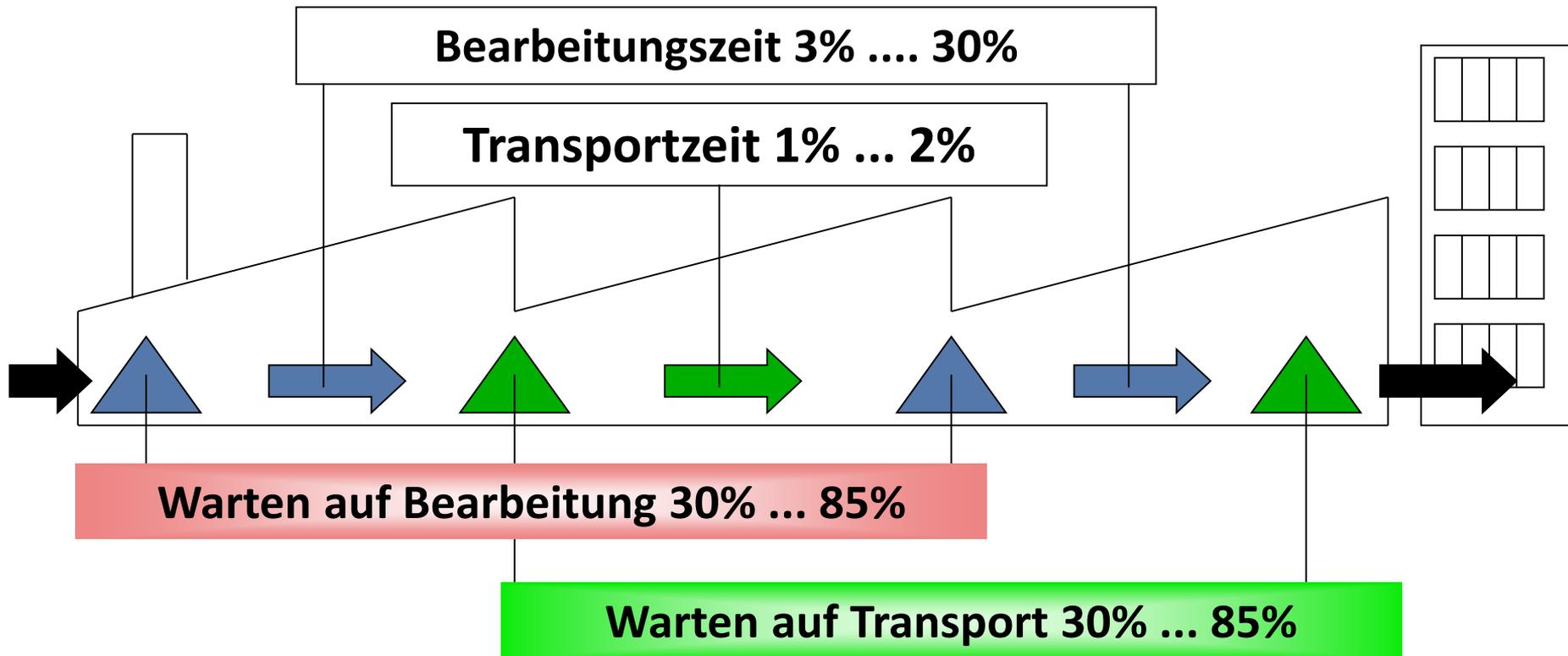
Symbole für Material- & Informationsfluss



Ziel einer Wertstromanalyse

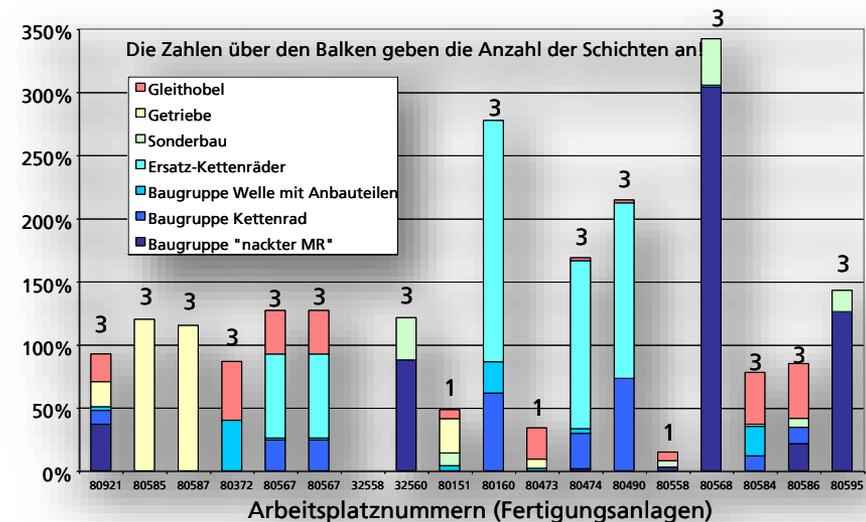
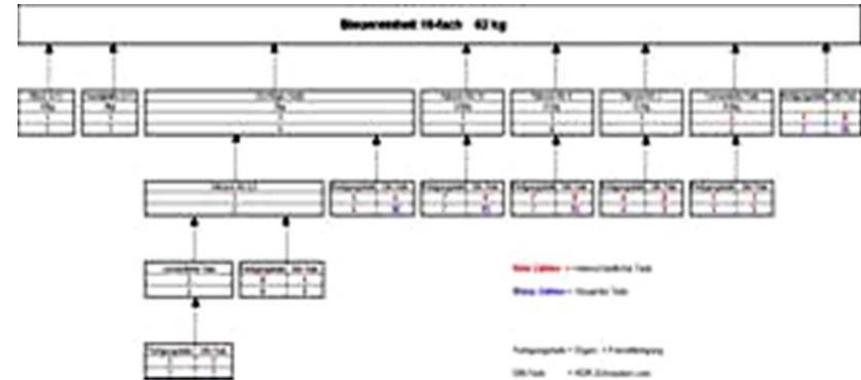
- Schaffung einer visualisierten, übersichtlichen Grundlage für die Analyse der Prozesse
- Visualisierung der Schnittstellen
- Identifizierung von Verschwendungsquellen
- Erkennen von Verbesserungspotentialen
- Verbesserung der Durchlaufzeiten





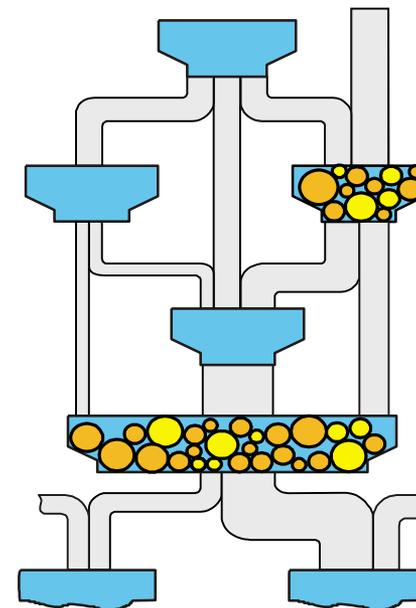
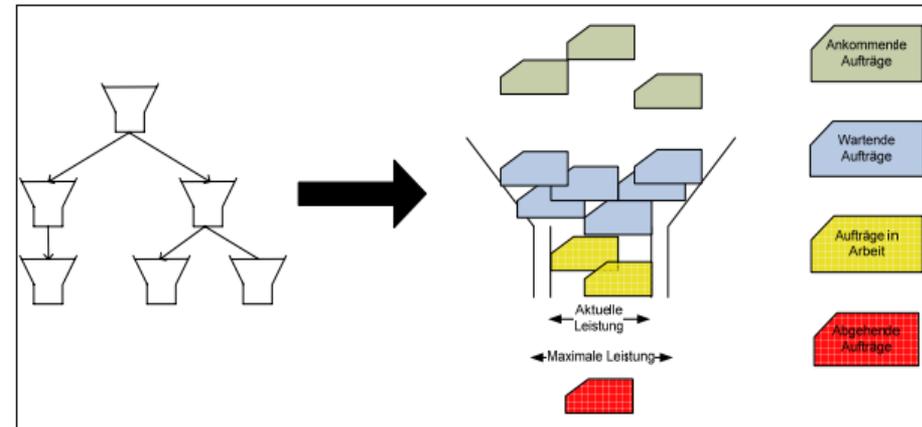
Auslastung

- Basis:
 - Arbeitspläne für Produkte mit Arbeitsablauf und Zeitbedarf, je Maschine ggf. differenziert nach Rüsten und Fertigen
 - Kunden- und Fertigungsaufträge der Vergangenheit
 - Prognose(-szenarien)
- Analyse der statischen Auslastung (ohne Wartezeiten)
 - Summe Rüstprozesse und –zeiten
 - Summe Fertigungszeiten
- Analyse von Engpassanlagen
 - Empfehlung: Keine statische Auslastung über 80%



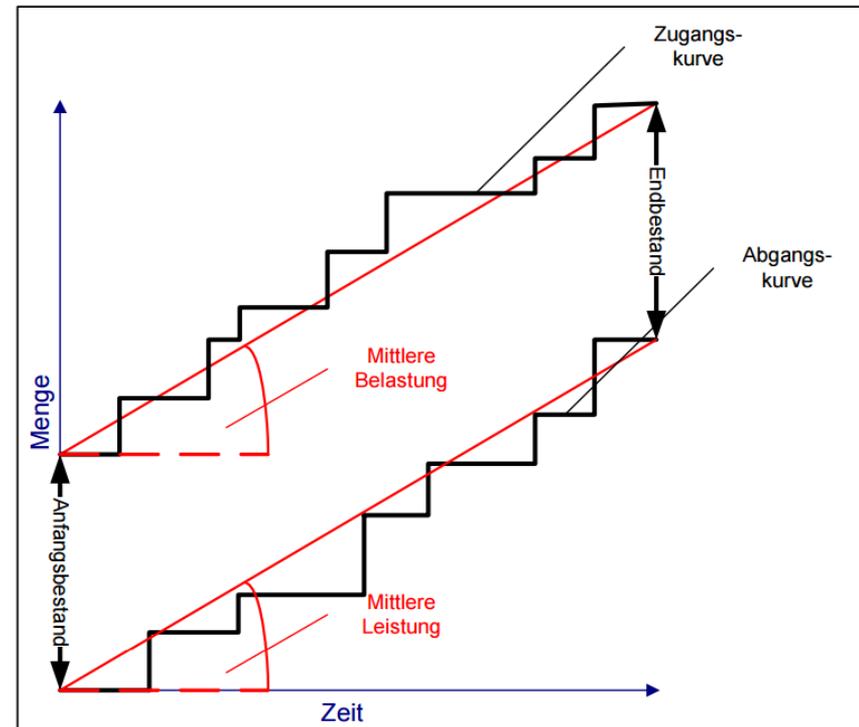
Trichtermodell

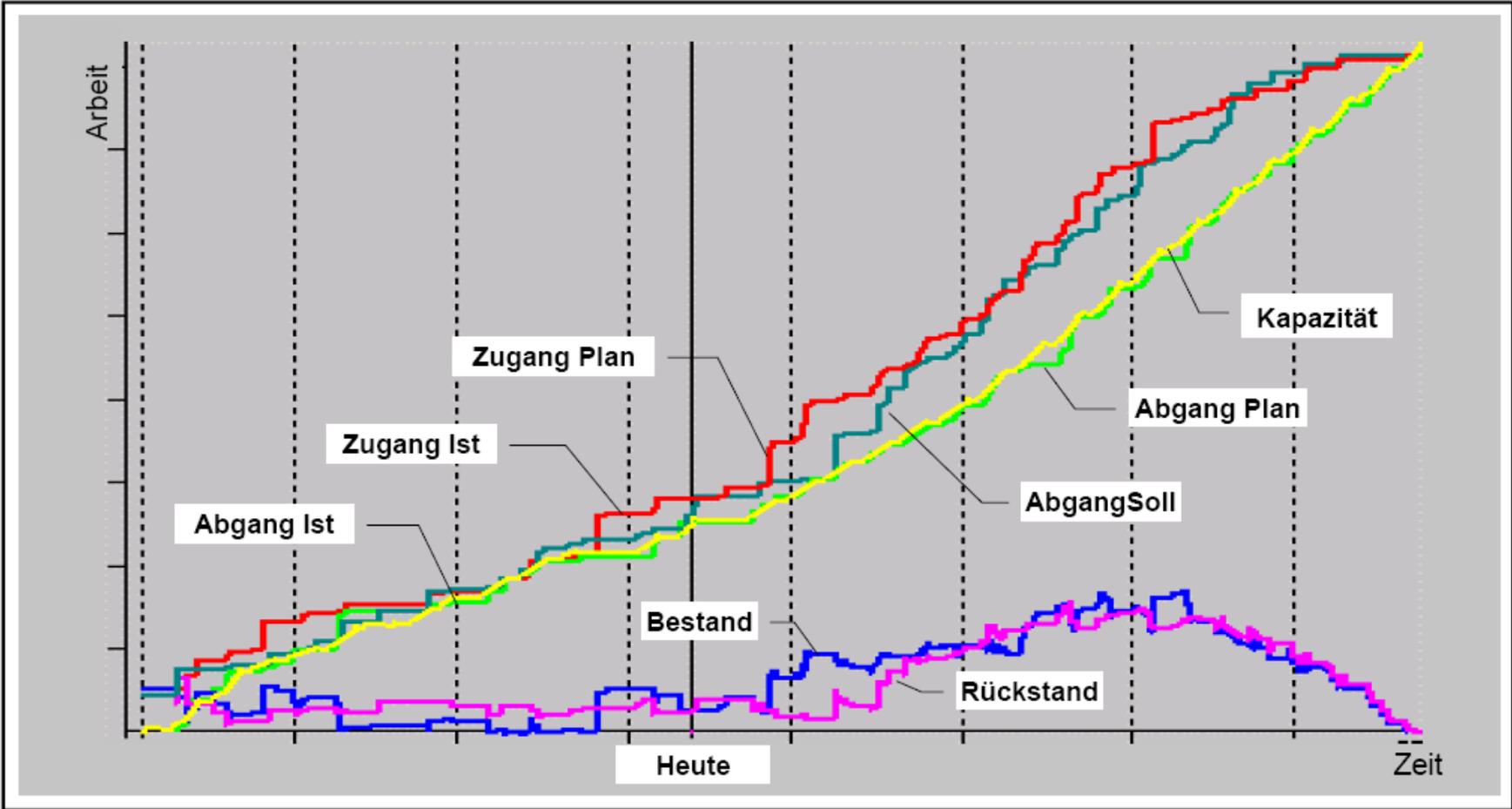
- Stellt die Grundidee der Engpassidentifikation in einem Produktionssystem dar
- bewährte Darstellungsmethode eines Produktionssystems
- jedes Arbeitssystem / Arbeitsgang der Produktion wird als Trichter betrachtet
- Die Aufträge fließen nach vollendeter Bearbeitung aus dem Trichter ab
- Die Trichterdurchfluss stellt die Leistung des Arbeitssystems/-ganges dar
- Durch die Darstellung kann zwar ein Engpass erkannt werden, allerdings ist keine Aussage über das Zusammenwirken der Parameter möglich. Die Ergebnisse des Trichtermodells sind somit lediglich Ausgangspunkt für weitere Analysen

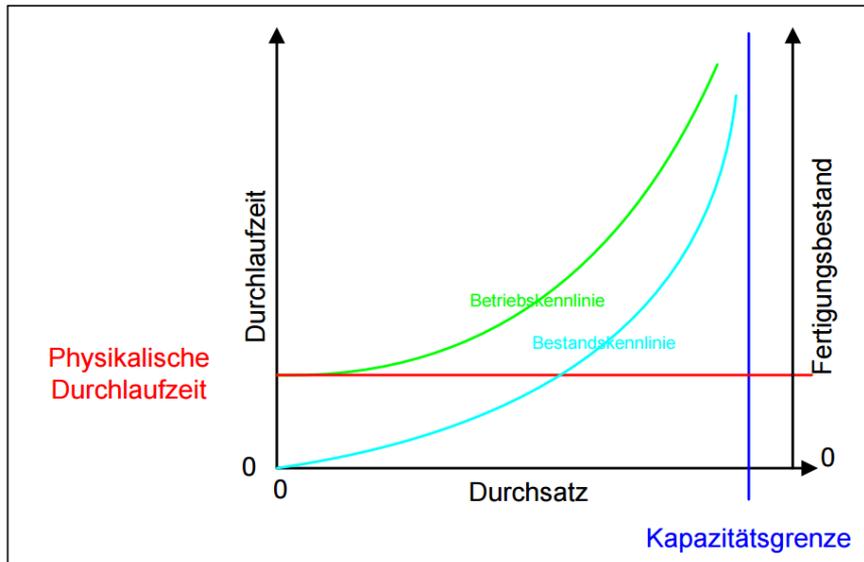


Das Durchlaufdiagramm

- vergleicht Zu- und Abgänge eines Arbeitssystems/-ganges und übernimmt die Ideen des Trichtermodells
- die fertigen Aufträge werden über dem Fertigstellungstermin kumulativ aufgetragen. Dies stellt die so genannte Abgangskurve dar.
- Ebenso werden die Zugänge abgebildet, indem die Aufträge über den Zugangstermin aufgetragen werden
- basiert somit auf der vergleichenden Betrachtung zwischen der mittleren Leistung bzw. der mittleren Belastung eines Arbeitssystems über einen festgelegten Zeitraum







Flussfaktor

- beschreibt das Verhältnis der Durchlaufzeit zur physikalischen Durchlaufzeit
- Als physikalische Durchlaufzeit bezeichnet man jene Zeit, die für die reine Bearbeitung benötigt wird.
- Der logistische Idealfall wäre demnach ein Flussfaktor = 1, d.h. die reine Bearbeitung ohne Warte-, Liege- oder Transportzeiten.

Betriebskennlinien

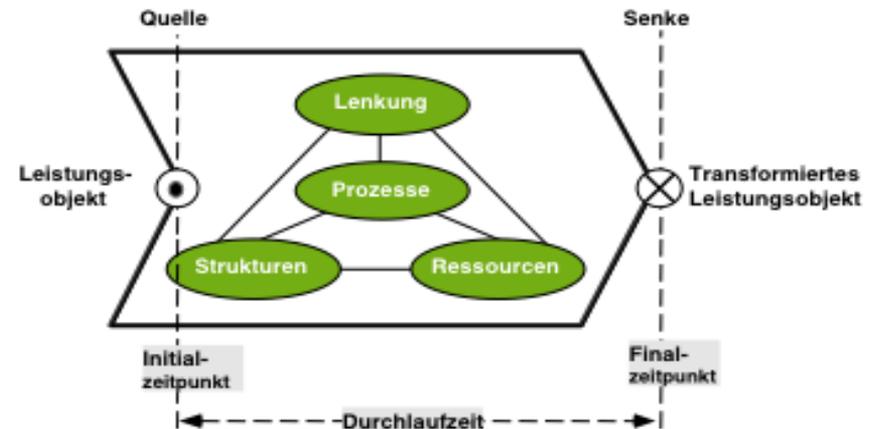
- veranschaulichen die „Menge potentieller Produktionsmöglichkeiten“
- untersuchen sowohl verschiedene Betriebszustände als auch die Zusammenhänge zwischen logistischen Zielgrößen
- In einem Diagramm werden die Kombination von Durchsatz und Durchlaufzeit (Betriebskennlinie) sowie jene von Durchsatz und Beständen (Bestandskennlinie) dargestellt

$$\text{Flussfaktor} = \frac{\text{Durchlaufzeit}}{\text{Physikalische Durchlaufzeit}}$$

Definition: Durchlaufzeit (DLZ)

Innerhalb der Fertigung bezeichnet die Durchlaufzeit die Zeitspanne, die von Beginn der Bearbeitung bis zur Fertigstellung eines Erzeugnisses benötigt wird.

Im Einzelnen setzt sich die Durchlaufzeit dabei zusammen aus Rüstzeit, Bearbeitungszeit sowie Liegezeit und Transportzeit.



$$DLZ_{PK} = DLZ_1 + \dots + DLZ_n = \sum_{j=1}^n DLZ_j = FZ(TP_n) - IZ(TP_1)$$

- DLZ_{PK}** Durchlaufzeit der Prozesskette
- n** Anzahl der Prozesskettenelemente
- DLZ_j** Durchlaufzeit des Prozesskettenelementes j
- IZ(TP_j)** Initialzeitpunkt des Teilprozesses j
- FZ(TP_j)** Finalzeitpunkt des Teilprozesses j

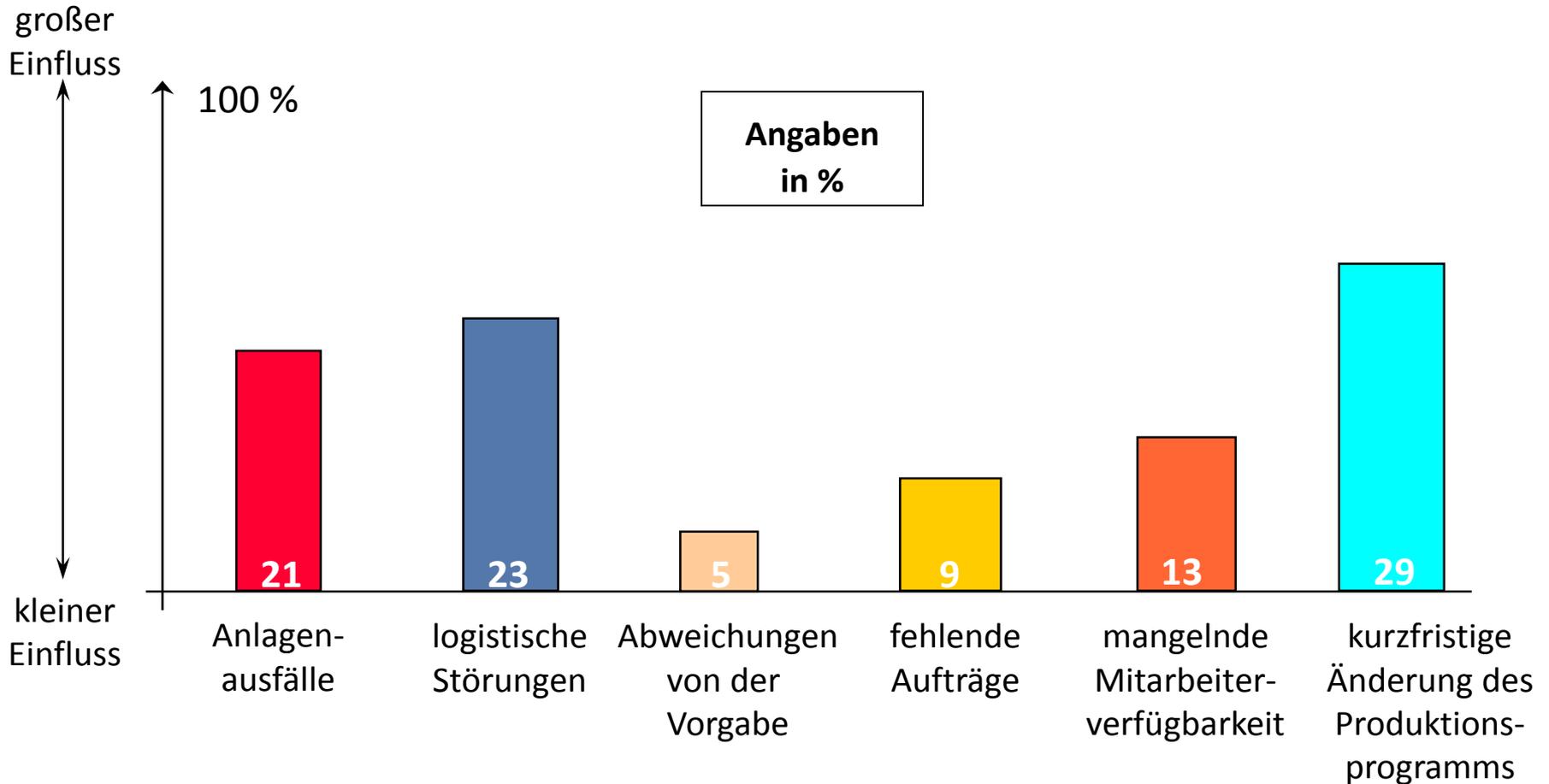
Durchlaufzeit verringern

Das Ziel in der Fertigung sollte es immer sein, die Kosten eines Fertigungsauftrages so gering wie möglich zu halten. Dies kann unter anderem durch Reduzierung der Durchlaufzeit erreicht werden, wobei bei der Reduzierung die Qualität der Fertigung nicht beeinträchtigt werden darf.

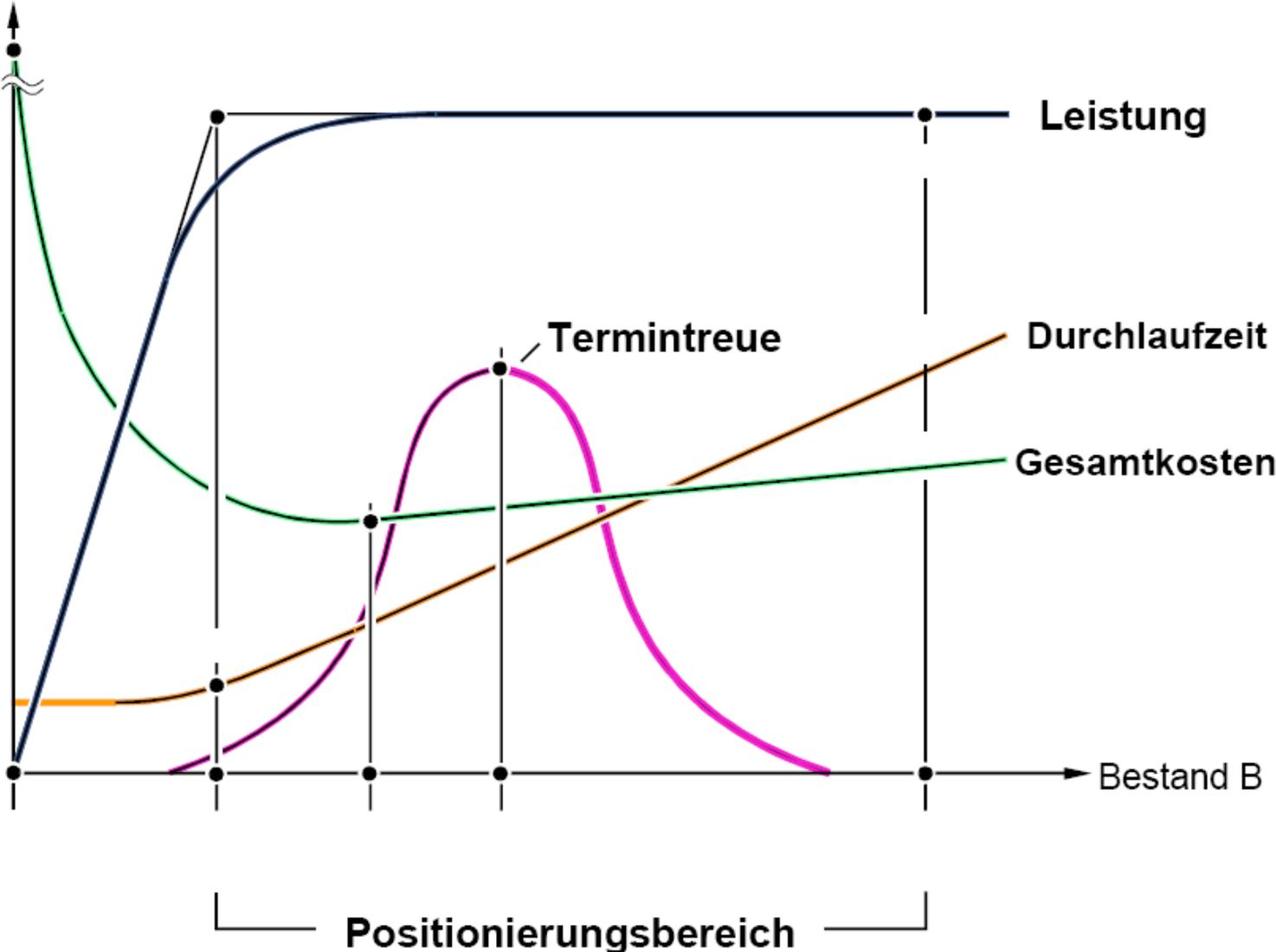
Möglichkeiten zur Reduzierung der Durchlaufzeit:

- Kapazität eines Arbeitsplatzes zu erhöhen. Durch die höhere Kapazität kann in gleicher Zeit mehr gefertigt werden (Durchsatz). Das Konzept ist nur an Engpässen sinnvoll
- Der Durchsatz kann durch eine höhere Intensität vergrößert werden.
 - Die Möglichkeiten sind häufig gering, da normalerweise die optimale Leistung von Anlagen und das beste Arbeitstempo für den Menschen bereits eingeplant ist.
- Rüstzeiten sparen und gleichartige Aufträge, die zeitnah gefertigt werden sollen, zu einem Auftrag (Los) zusammenfassen
- Die Transportzeiten lassen sich (geringfügig) reduzieren, indem die Produktionsanlagen sinnvoll angeordnet werden und hochfrequente Transportsysteme eingesetzt werden.

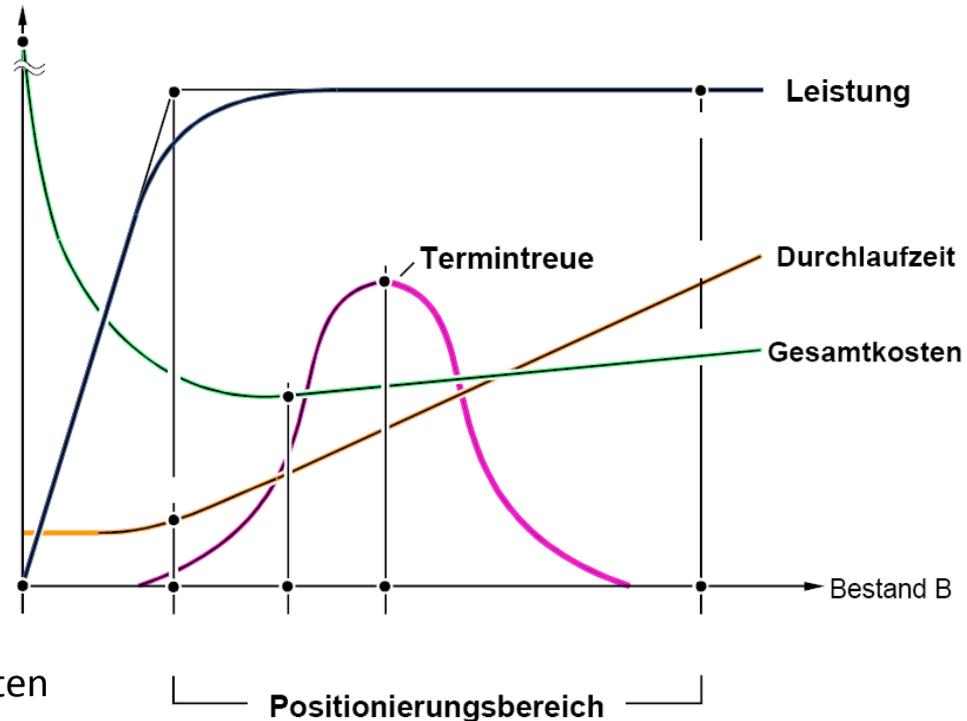
URSACHEN NICHT GENUTZTER KAPAZITÄT IN DER FERTIGUNG



LOGISTISCHE POSITIONIERUNGSMÖGLICHKEITEN DES ARBEITSSYSTEMS



- Belastung und Leistung müssen im Gleichgewicht stehen.
- Die Systemauslastung wird durch den Umlaufbestand maßgeblich bestimmt.
- Die mittlere Durchlaufzeit lässt sich bei streuenden Fertigungszeiten nur durch hohe Bestände und Reihenfolgeregelungen signifikant reduzieren.
- Eine Verringerung der Arbeitssystem-Auslastung ermöglicht eine überproportionale Reduzierung von Bestand und Durchlaufzeit.
- Mittelwert und Streuung der Fertigungszeiten bestimmen die logistische Anforderung in der Fertigung.
- Die angestrebte Versorgungssicherheit bestimmt das erforderliche Bestandsniveau und die resultierenden Kosten.
- Der zur Sicherung der Lieferbereitschaft erforderliche Bestand wird maßgeblich von der Lieferzeit und Liefertermintreue der Lieferanten bestimmt.
- Bei kurzen Wiederbeschaffungszeiten verlieren Bedarfsschwankungen ihre Bedeutung.
- Nur bei einer produktionssynchronen Beschaffung sind Bestände prinzipiell vermeidbar.



Planungsbasis:

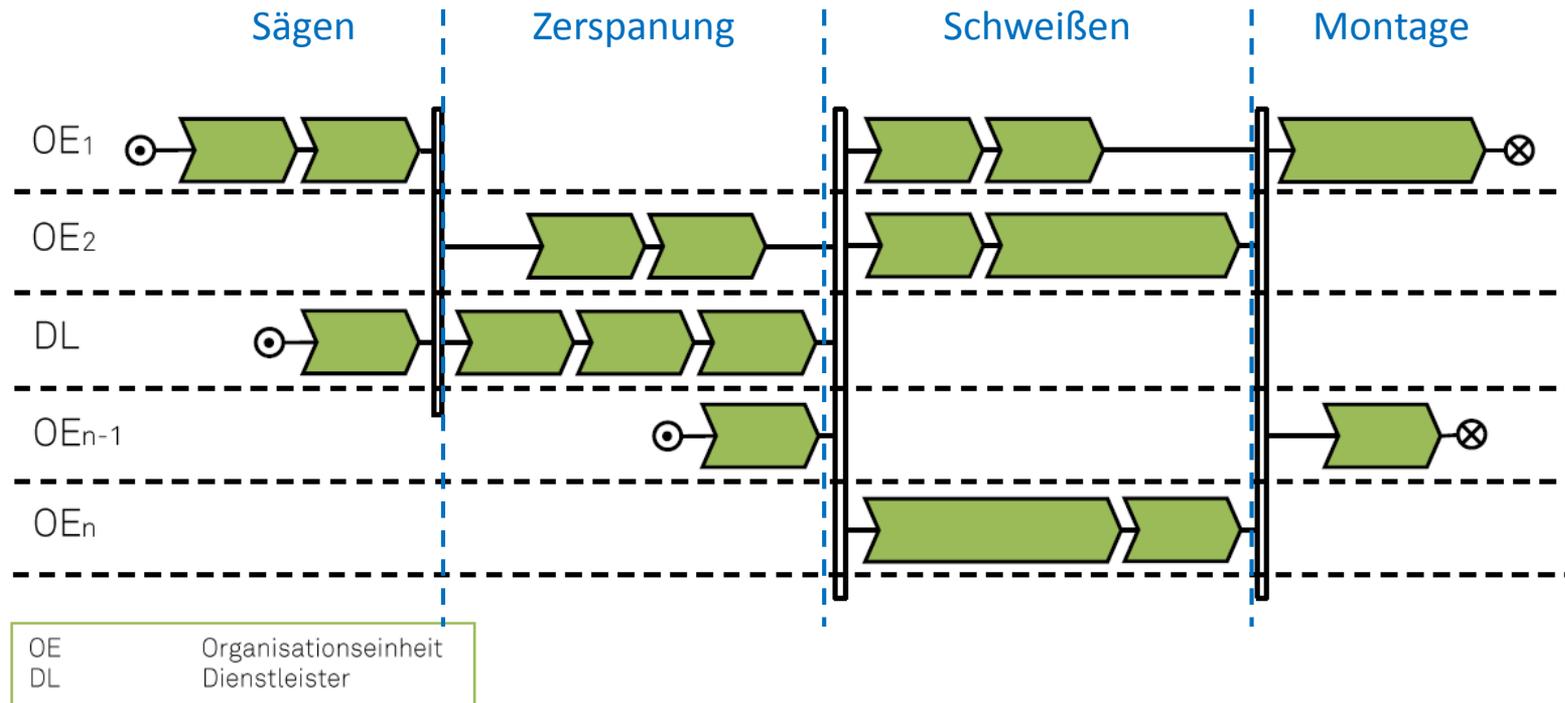
1 Auslastung und Materialflussbeziehung

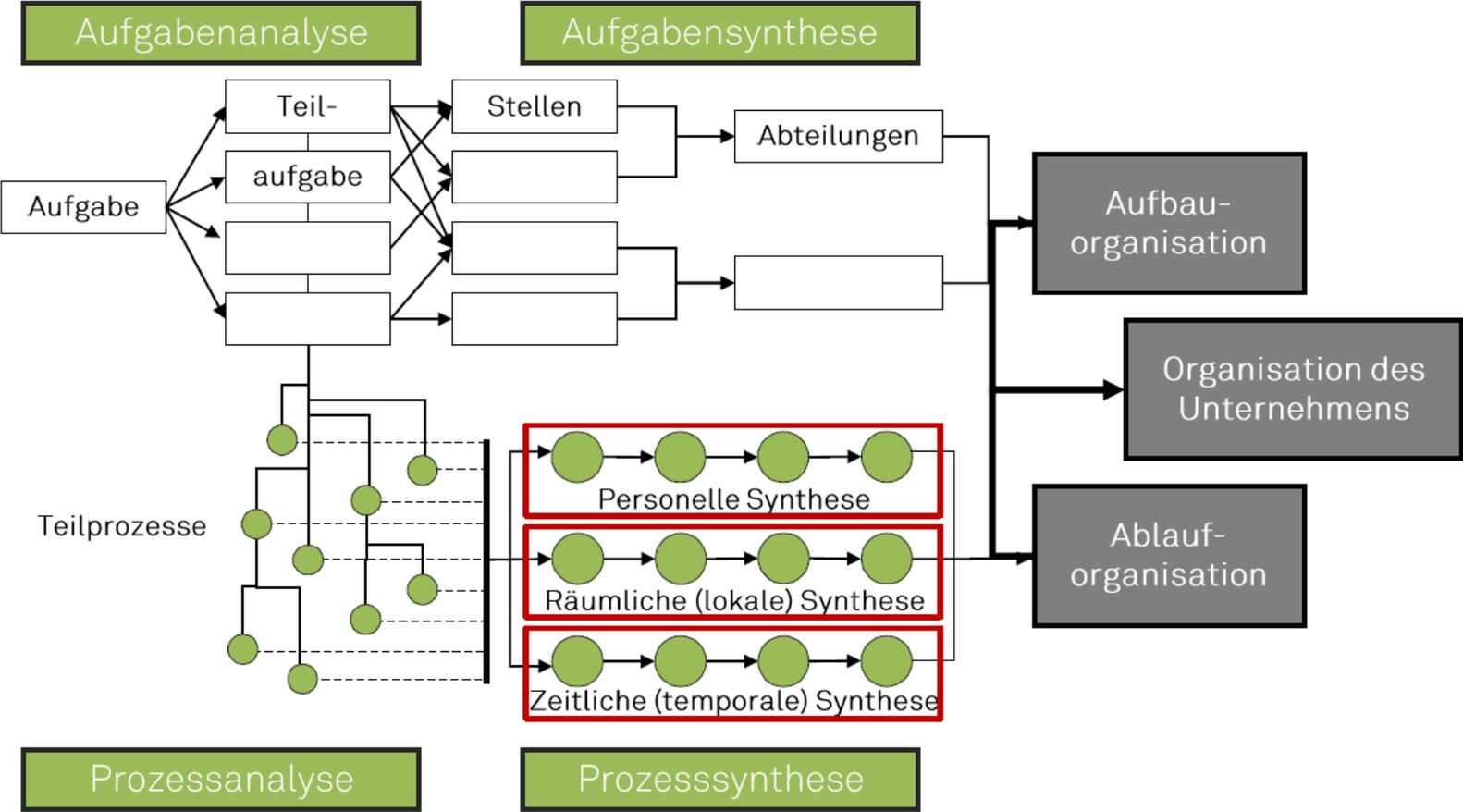
2 Prozess- und Aufbaustrukturplanung

Definition der erforderlichen Prozesse und Organisationseinheiten,
Definition des Produktionssystems.

3 Ressourcen- und Anordnungsstrukturplanung

Im Rahmen der Aufbaustrukturplanung werden die in der Prozessplanung definierten Abläufe in Verantwortungsbereiche wie Organisationseinheiten (z.B. Fertigungssegmentierung) überführt und die Zuständigkeit definiert.



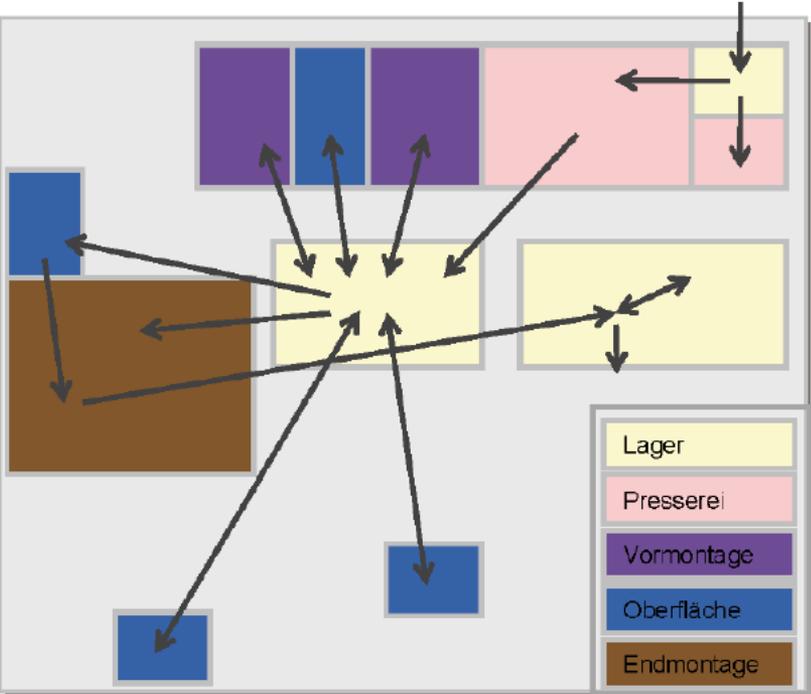


Organisationseinheiten

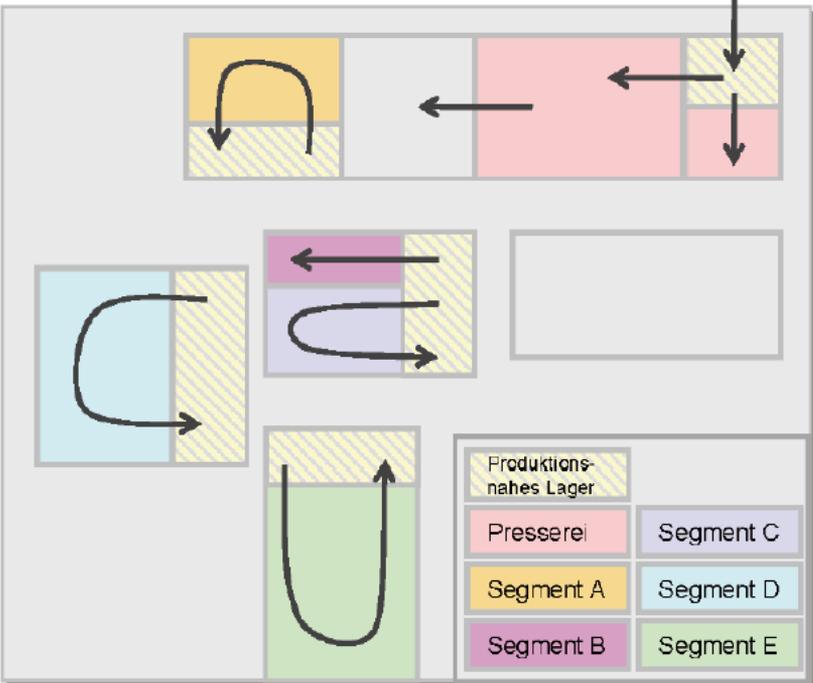
- Eine segmentierte Fabrik zeichnet sich dadurch aus, dass sie Organisationseinheiten besitzt, die speziell auf Kundenanforderungen ausgerichtet sind.
- Organisationseinheiten werden als Segmente bezeichnet.

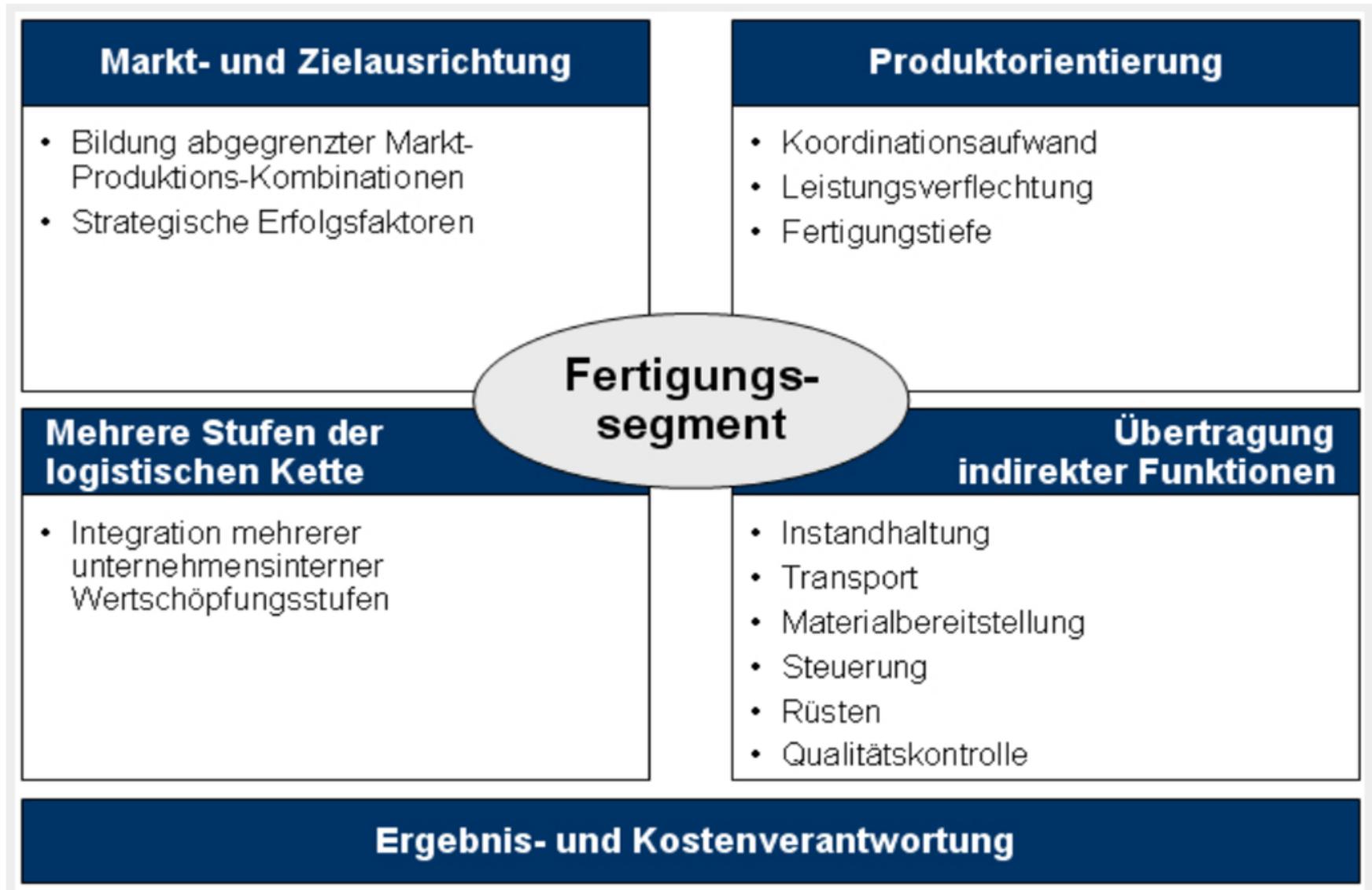


Verrichtungsprinzip (Werkstatt)

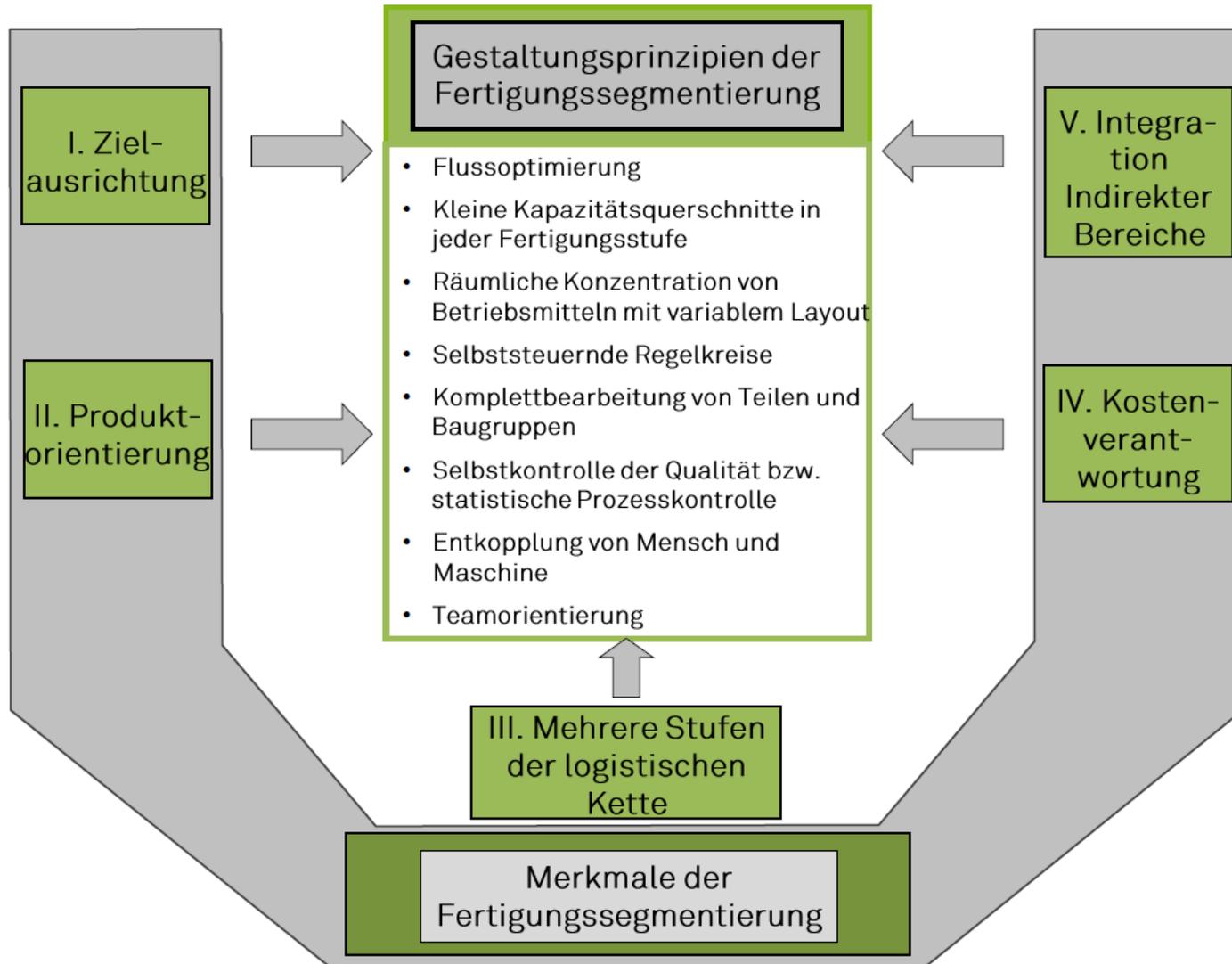


Fraktale (Inselfertigung)





MERKMALE UND PRINZIPIEN DER FERTIGUNGSSEGMENTIERUNG



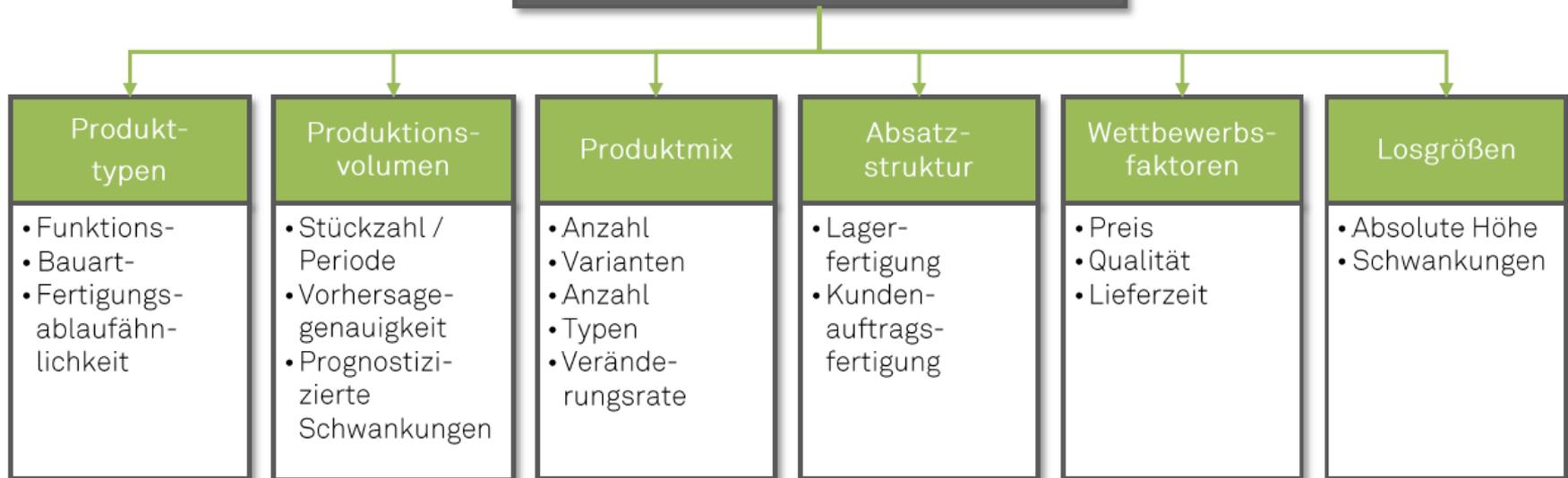
Markt- und Zielausrichtung

Analyse der strategischen Ausgangssituation (Produkt, Markt, Kundenverhalten, Absatzentwicklung, ...)

- Definition strategischer Erfolgsfaktoren
- Bildung von Produkt – Markt – Kombinationen mit spezifischen Erfolgsfaktoren

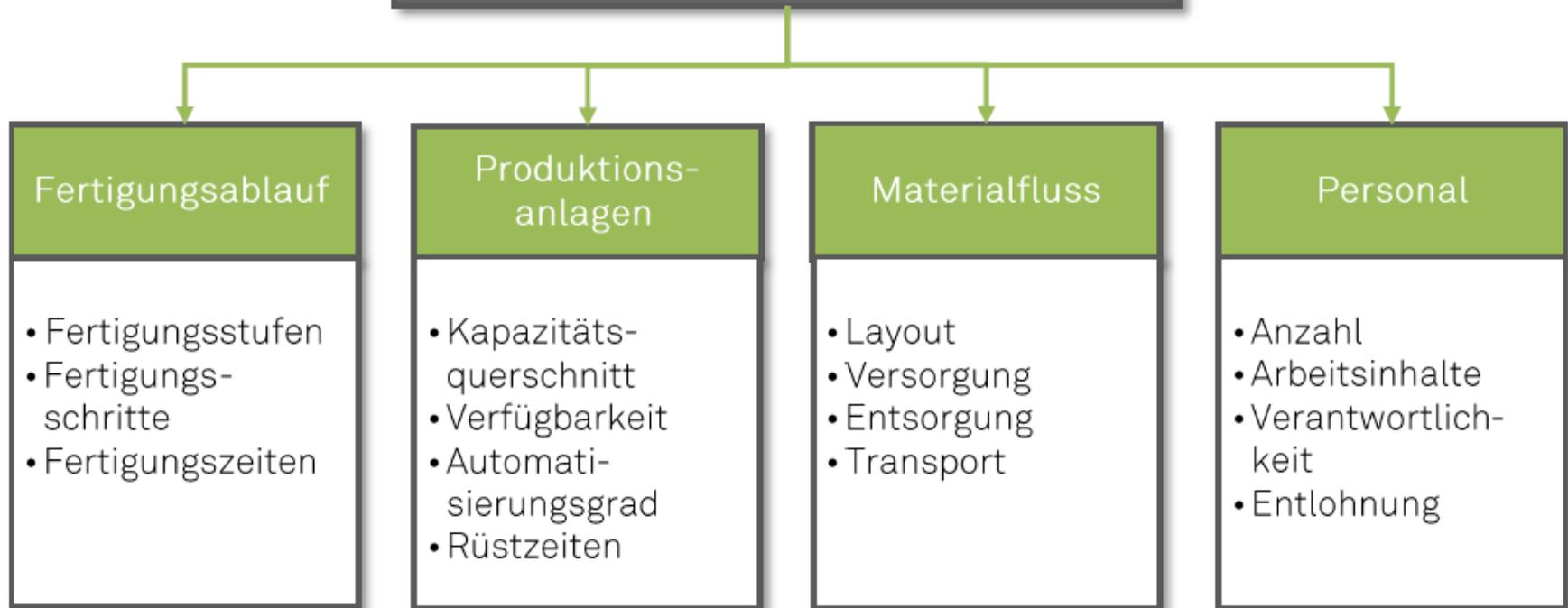
➤ Unternehmensstrategische Produktanalysen und Festlegungen als Basis der Fertigungssegmentierung

Vertikale Segmentierung



- Untergliederung der gesamten Wertschöpfungskette
- Stückzahl und Nachfrageschwankung ist entscheidend
- nach Produkttyp und –mix differenzieren
- Losgröße und Absatzstruktur, Auslastung der Maschinen und Anlagen

Horizontale Segmentierung



- Analyse und Klassifizierung des Produktionsspektrums
- Analyse von Bevorratungsebenen (Entkopplungspunkte)
- Flussunterbrechungen und Bestandsbildungen: der Quotient Ausbringungsvermögen und Ausbringungsbedarf beschreibt die Kapazitätssituation ($<100 \Rightarrow$ Kapazitätsengpass)

3. STUFE: STUFEN DER LOGISTISCHEN KETTE

SEGMENTIERUNG DER FERTIGUNG

Werkstattfertigung

Inselfertigung

Reihenfertigung

Fließfertigung

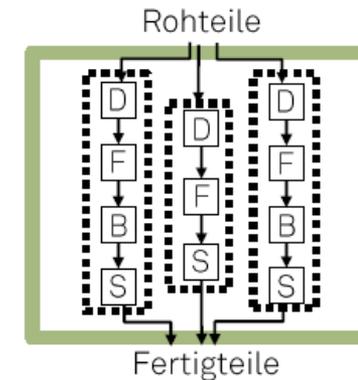
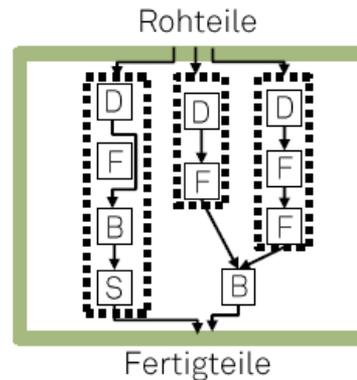
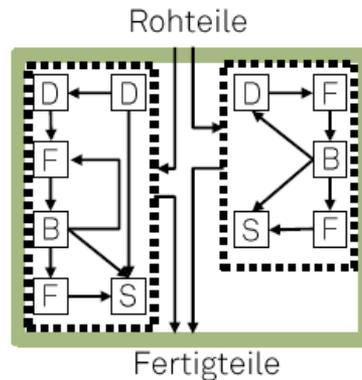
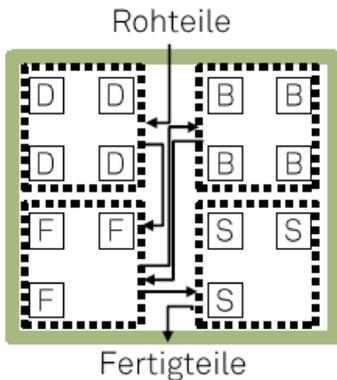
Kriterien: - räumliche Anordnung Arbeitsmittel
- Transportbeziehungen zwischen Arbeitsmitteln

- Räumliche Zusammenfassung artgleicher Arbeitsmittel
- ungerichteter Materialfluss (MF)

- Objektbezogene Zsfg. von Arbeitsmitteln zur Bearbeitung fertigungstechnisch ähnlicher Teile (Teilfamilien)
- ungerichteter MF

- Objektbezogene Zsfg. von Arbeitsmitteln nach der Arbeitsvorgangsfolge einer Teilegruppe
- gerichteter MF
- AV's können übersprungen werden

- Objektbezogene Zsfg. von Arbeitsmitteln nach der Arbeitsvorgangsfolge einer Teilegruppe
- starrer MF (i.d.R. getaktet)



Legende: [D] - Drehen

[F] - Fräsen

[B] - Bohren

[S] - Schleifen

3. STUFE: STUFEN DER LOGISTISCHEN KETTE

SEGMENTIERUNG DER FERTIGUNG

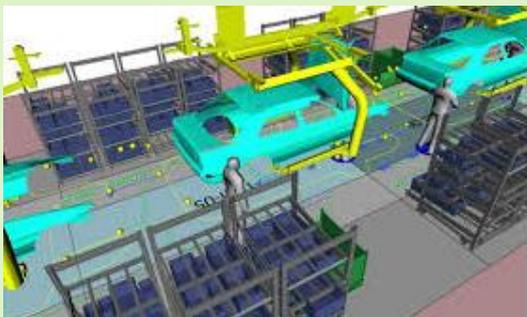
Fertigungslinien (Fließfertigung)

Die Produktionsgliederung in Linien ist so alt wie die industrielle Produktion.

Durch Aufspaltung des Produktionsprozesses in immer kleinere Einheiten und durch den Einsatz von Fließbändern und anderer Materialflusstechnik entstanden Produktionsstraßen, in denen vorne das Rohmaterial eingeführt und hinten das Fertigprodukt entnommen wird.

Jeder Mitarbeiter bedient seine Maschine und ist nur für die Abarbeitung des Arbeitsganges verantwortlich, das von der vorgeschalteten Maschine kommt.

Produktionslinien eignen sich für die **Produktion großer Stückzahlen.**



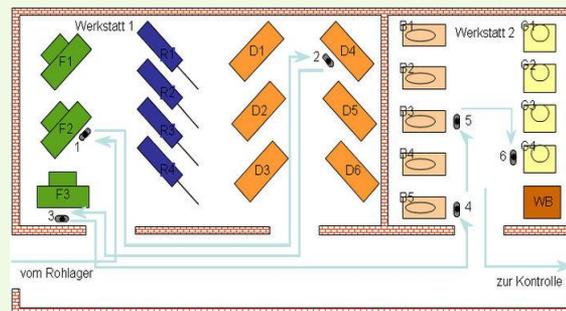
Verrichtungsprinzip (Werkstatt)

Das Verrichtungsprinzip gliedert den Produktionsprozess nicht in die einzelnen Produktionsschritte, sondern in Bearbeitungsabschnitte mit zentraler Entsorgung. Die Bearbeitungsmaschinen werden in „Inseln“ angeordnet, so dass zwischen ähnlichen Bearbeitungsmaschinen eine Absprache und Arbeitsteilung erfolgt. Das Material fließt jetzt von Insel zu Insel.

Jede Insel ist für die Abarbeitung und Organisation der anstehenden Fertigungsaufträge selbst verantwortlich.

Es gibt nicht mehr die klassische „Ein Mann = eine Maschine“-Aufteilung.

Verrichtungsprinzip empfiehlt sich für die Produktion sich **ständig ändernden Aufträgen bei geringer Stückzahl.**

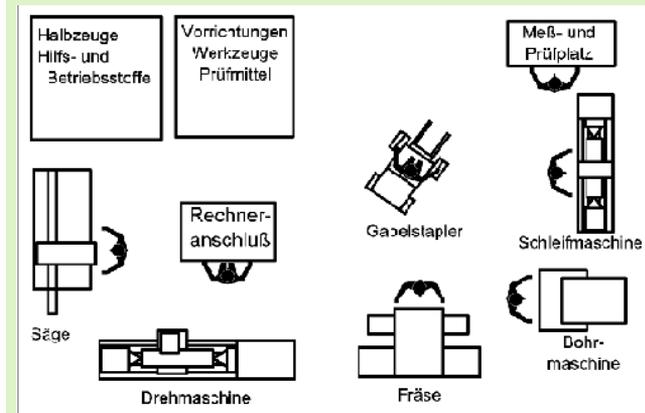


Inselfertigung Produktfamilien

Ein Produkt oder Untergruppe wird innerhalb der Insel (Fraktal) komplett gefertigt. Somit muss innerhalb einer Fertigungsinsel jede Bearbeitungsmaschine, die für die Fertigung des Produkts benötigt wird, vorhanden sein. Innerhalb der Fertigungsinsel fließt das Material von Maschine zu Maschine / Arbeitsplatz.

Jede Insel als Gruppe ist für die Abarbeitung und Organisation der anstehenden Fertigungsaufträge selbst verantwortlich. Es gibt auch hier nicht mehr die klassische „Ein Mann = eine Maschine“-Aufteilung.

Die Inselfertigung ist v.a. bei **kleinen Losgrößen** und einer Vielzahl **ähnlicher Produkte gleicher Produktfamilie** empfehlenswert.



3. STUFE: STUFEN DER LOGISTISCHEN KETTE

STRUKTURIERUNG DER MONTAGE

Baustellenmontage

Gruppenmontage

Reihenmontage

Fließmontage

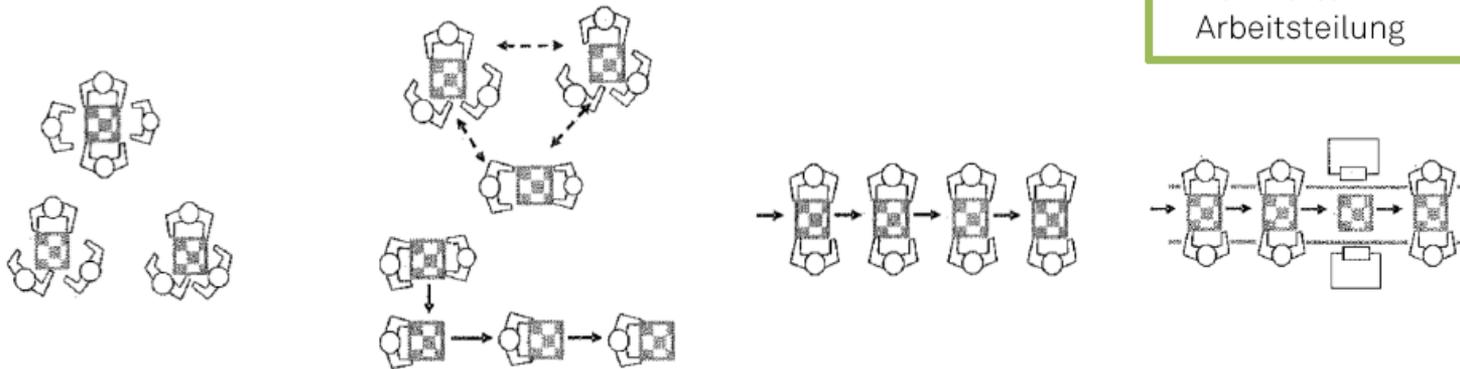
Kriterien: - Bewegungsabläufe der Montageobjekte und Arbeitsplätze bzw. Montageeinrichtungen
- Grad der Arbeitsteilung

- Zuordnung stationärer Montageobjekte (MO) zu stationären Arbeitsplätzen (AP)
- Kompletter Zusammenbau der Erzeugnisse

- Zuordnung bewegter AP (Montagegruppen) zu stationären MO oder umgekehrt
- Arbeitsteilung (Montageabschnitte)

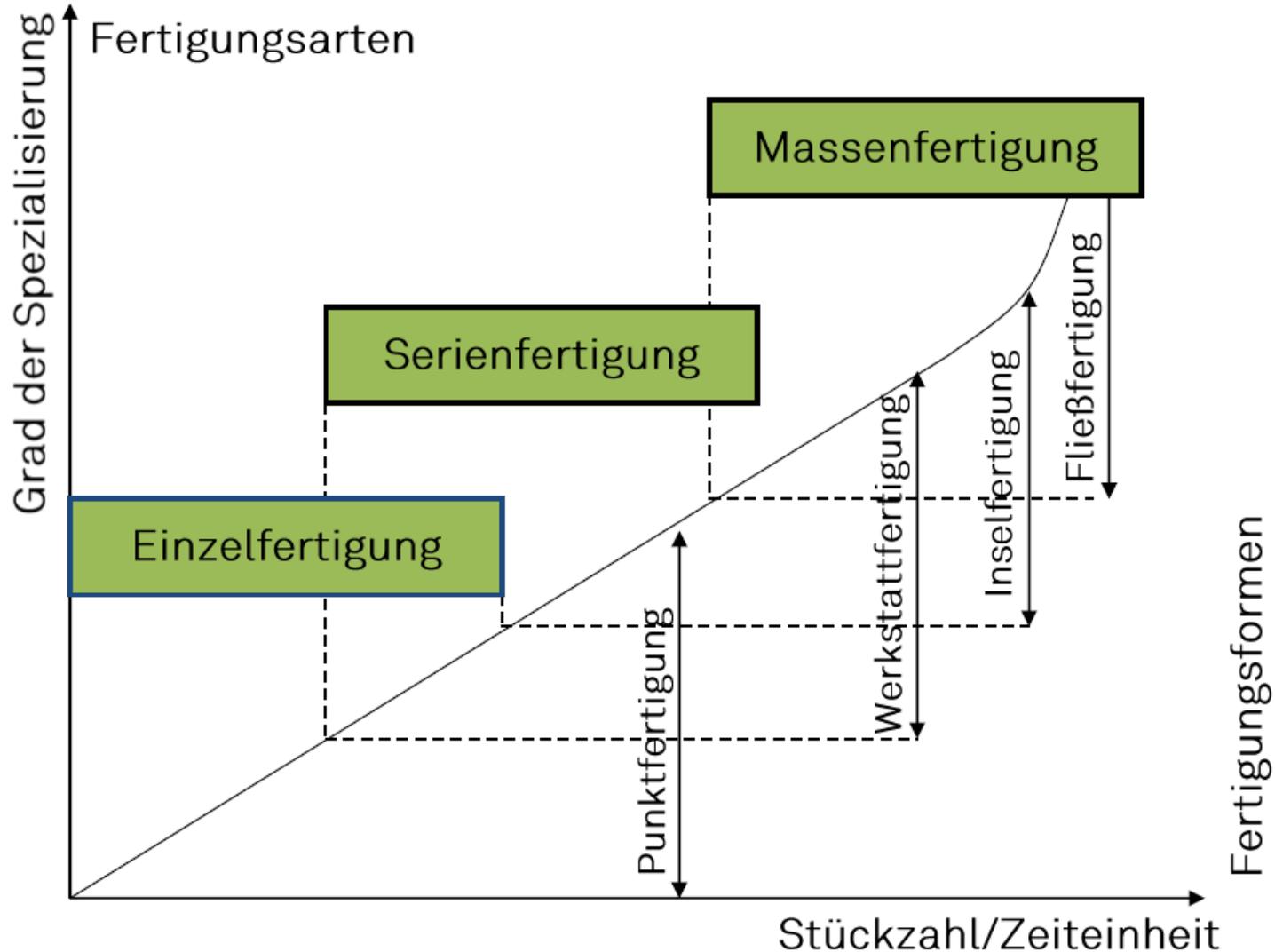
- Zuordnung bewegter MO zu stationären AP
- Gerichteter aperiodischer Bewegungsablauf der MO (kein Taktzwang)
- Definierte Arbeitsteilung

- Zuordnung bewegter MO zu stationären AP bzw. Montageeinrichtungen
- Gerichteter periodischer Bewegungsablauf der MO (Taktzwang)
- Definierte Arbeitsteilung

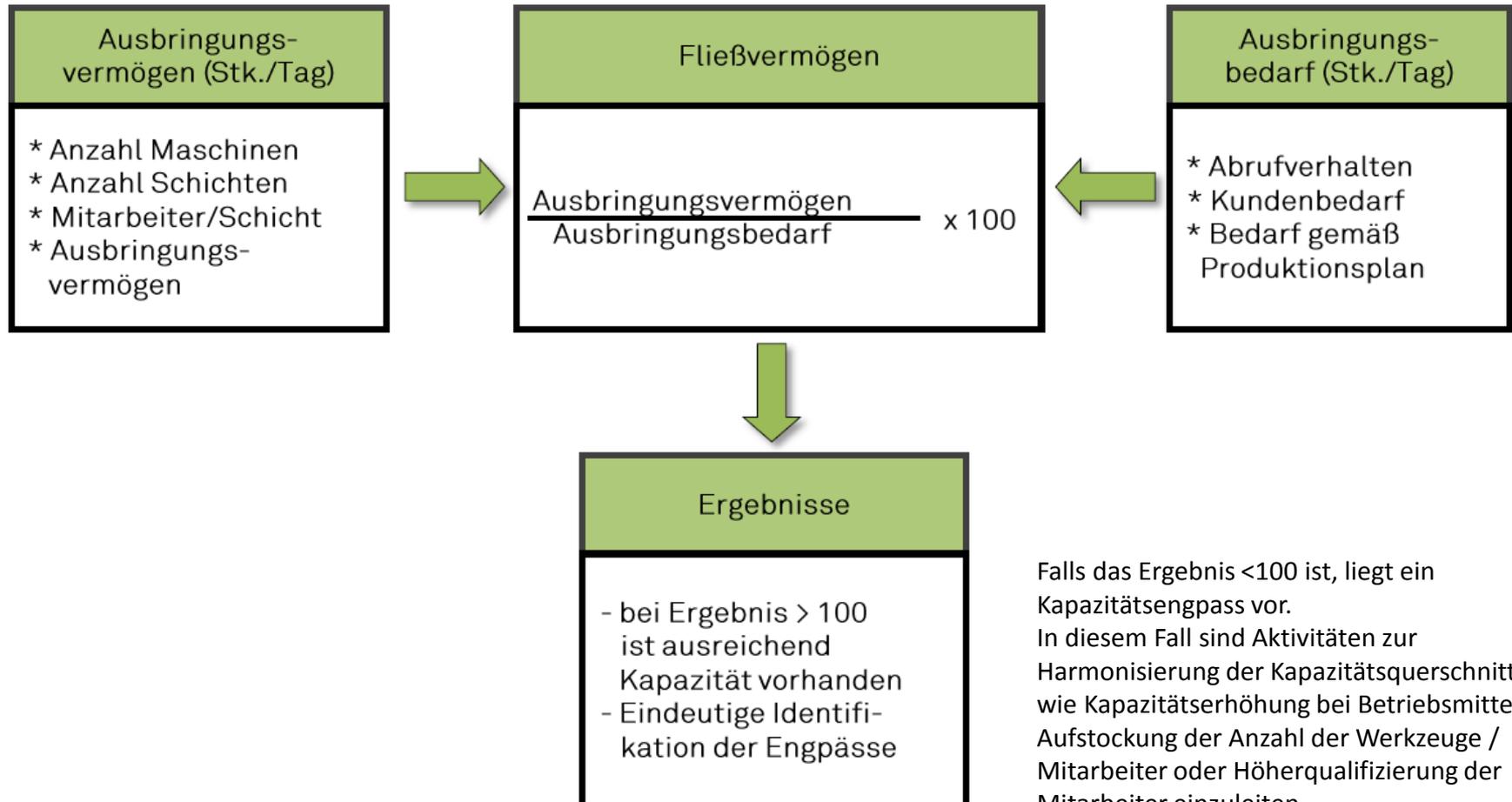


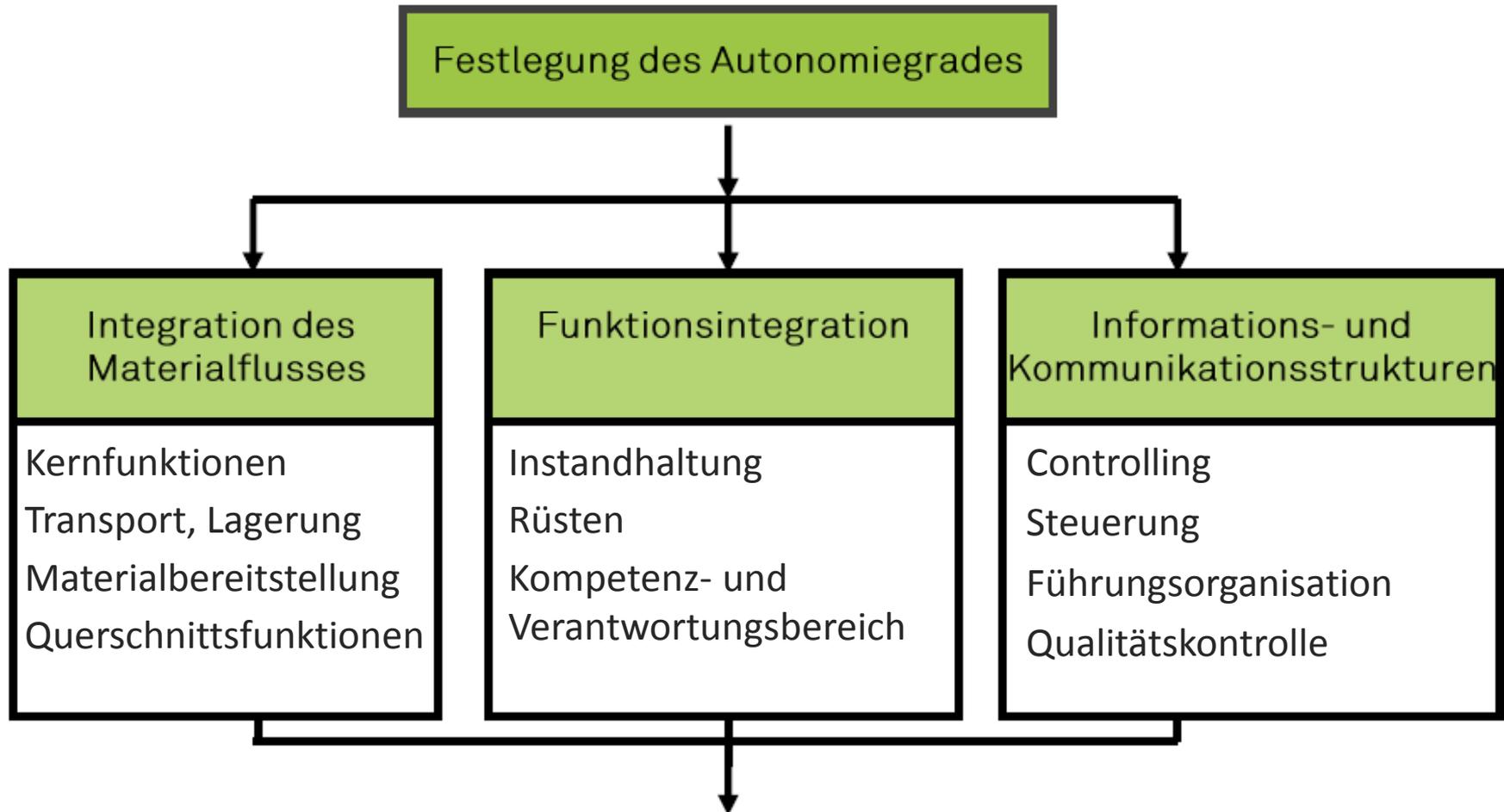
Legende:  Montageobjekt  Arbeitsplatz  Objektbewegung  Arbeitsplatzbewegung

3. STUFE: STUFEN DER LOGISTISCHEN KETTE ZUSAMMENHANG ZWISCHEN FERTIGUNGSARTEN & -FORMEN



$$\text{Fließvermögen} = \frac{\text{Ausbringungsvermögen [Stück/Tag]}}{\text{Ausbringungsbedarf [Stück/Tag]}} \times 100$$



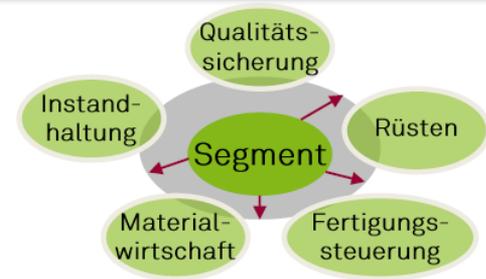


Einführungsstrategie der Funktionsintegration

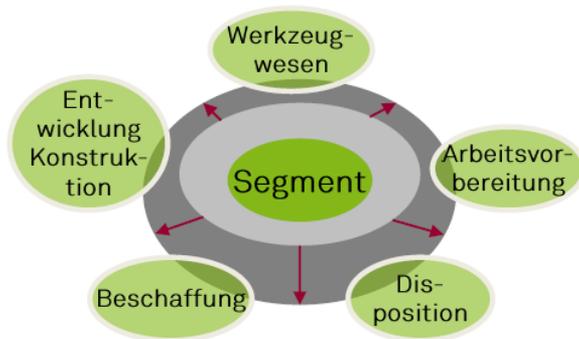
1. Definition des Kerngeschäftes



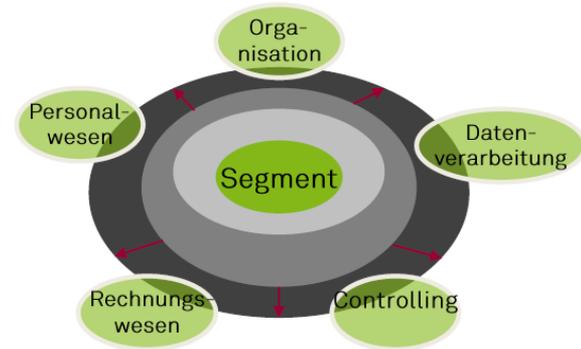
2. Welche Funktionen werden zur Erfüllung des Kerngeschäftes unmittelbar benötigt



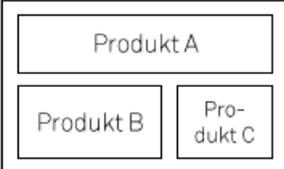
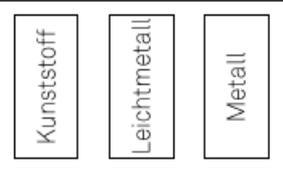
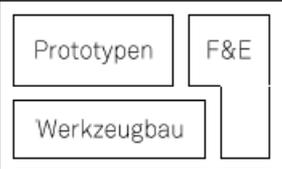
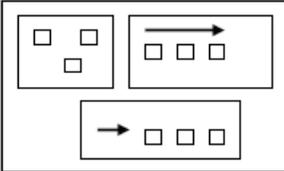
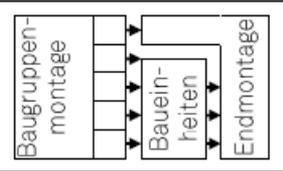
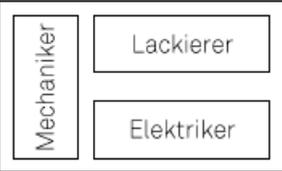
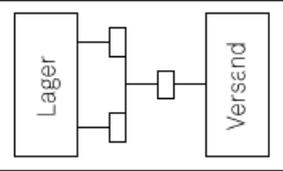
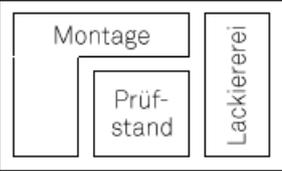
3. Welche indirekten Funktionen werden zur Durchführung des Kerngeschäftes mittelbar benötigt

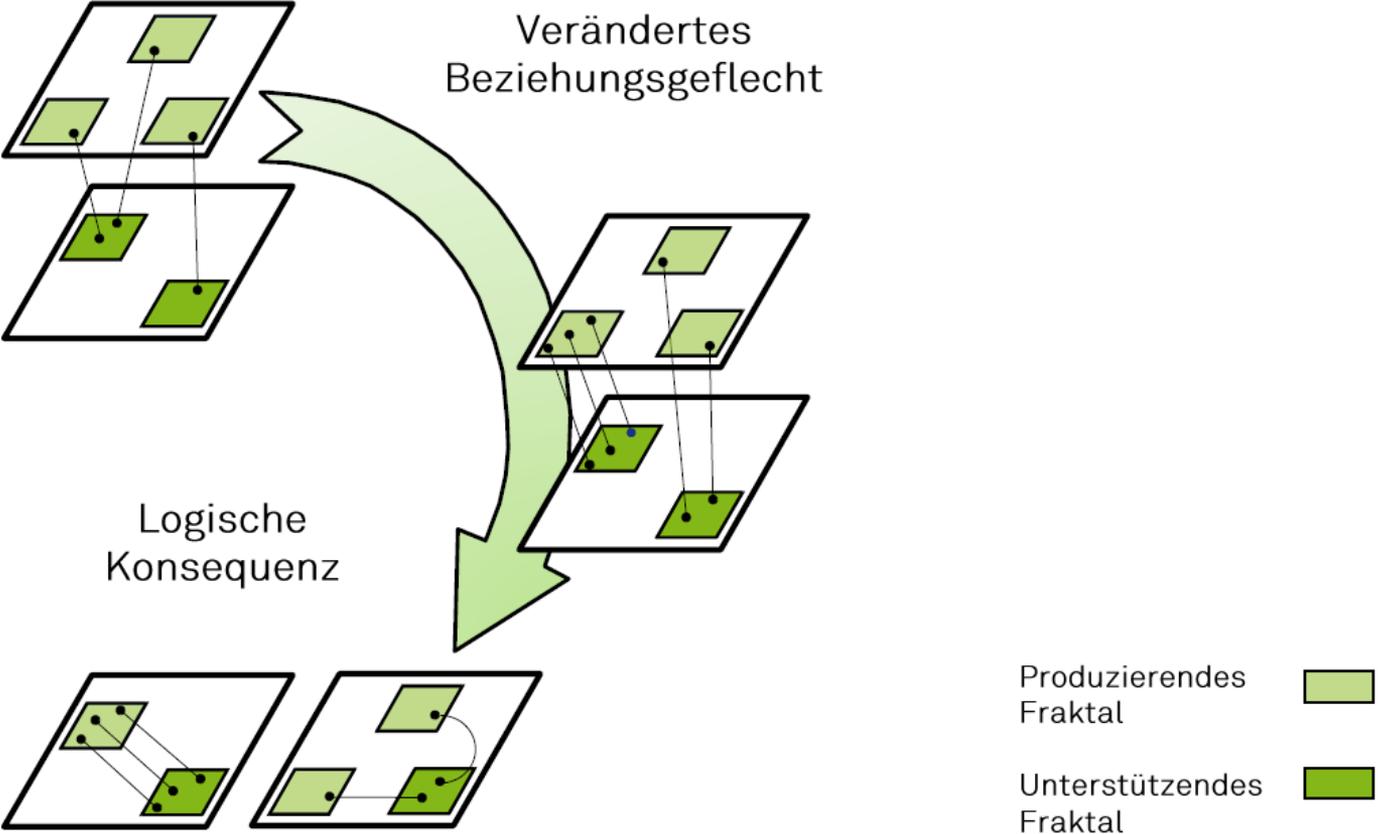


4. Welche indirekten Funktionen werden für das unternehmerische Handeln im Segment benötigt



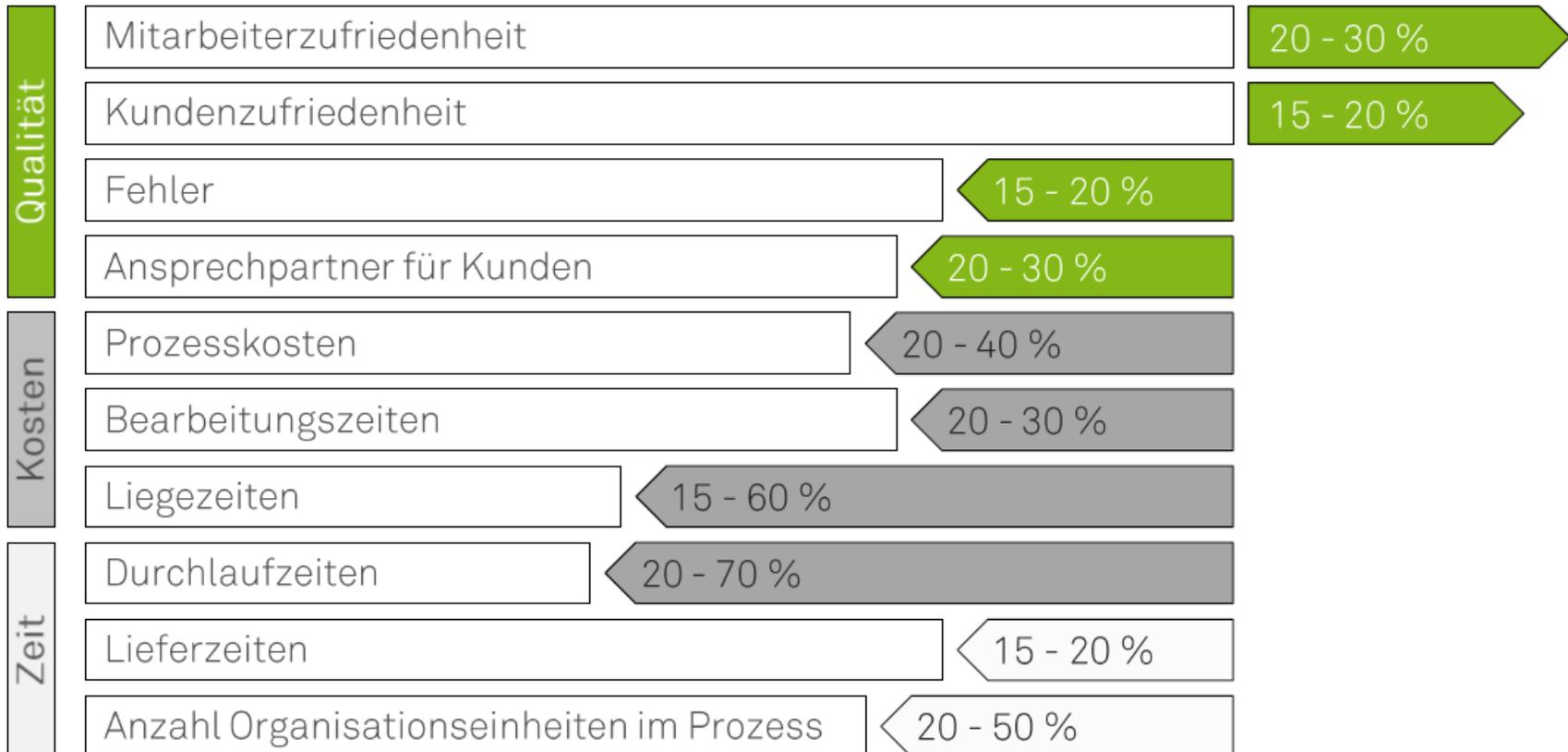
VERSCHIEDENE ORGANISATORISCHE STRUKTUREN

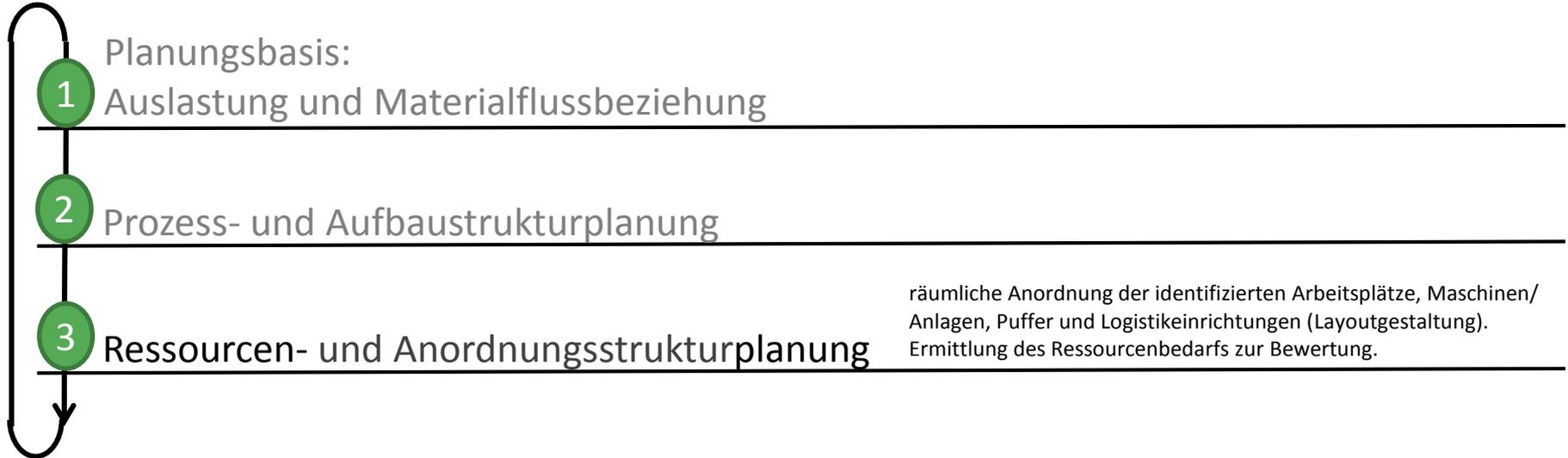
Markt-/ Kunden- anforderungen	Prozess- anforderungen	Fähigkeits- anforderungen
<p>Produkt-orientierung</p> 	<p>Werkstoff-orientierung</p> 	<p>Kommuni- kations- orientierung</p> 
<p>Fertigungs- form- orientierung</p> 	<p>Produkt- struktur- orientierung</p> 	<p>Personal-/ Tätigkeits- orientierung</p> 
	<p>Materialfluss- orientierung</p> 	<p>Betriebsmittel- orientierung</p> 



ENTSCHEIDUNG WIRTSCHAFTLICHKEITSBEURTEILUNG

Mögliche Wirkungen





Fraktale

- Leisten (im weitesten Sinne) Dienste
- Unterliegen einem ständigen Wandlungsprozess (dyn. Strukturierung)
- Organisieren und verwalten sich selbst
- Navigieren

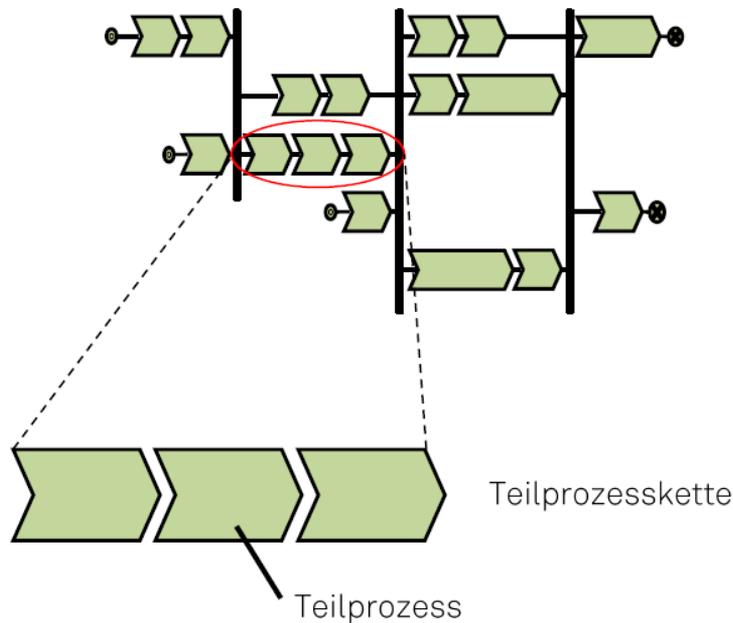
Segmente

- Produzieren
- Werden einmalig, zeitpunktbezogen strukturiert
- Arbeiten mit Zielvorgaben
- Sind selbstverantwortlich
- Werden ergebnisbezogen bewertet

Verständnis

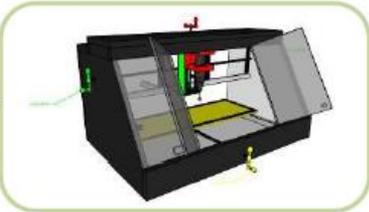
Im Rahmen der Ressourcenplanung wird der Ressourcenbedarf nach Art und Menge festgelegt.

Jedem Prozess bzw. jeder definierten Teilprozesskette wird eine definierte Menge an Ressourcen zugeordnet, so dass der Transferauftrag bei definierter Systemlast erfolgen kann.



DIE RESSOURCEN EINES PRODUKTIONSSYSTEMS

Arbeitsmittel



Arbeitshilfsmittel



Personal



Bestand



Fläche



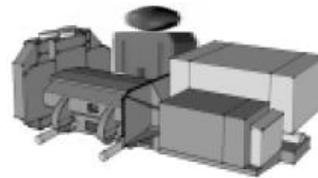
Kommunikationsmittel



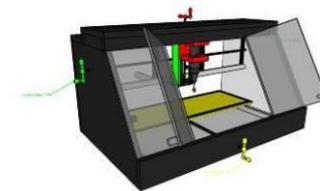
Definition

Arbeitsmittel sind Betriebsmittel, die direkt an der Transformation eines Leistungsobjektes beteiligt sind.

Bsp.: Produktionsmaschinen, Arbeitsplätze, Transportmittel



Arbeitsmittel



Aufgaben und Auswahl

Potenzielle Arbeitsinhalte

- Bearbeiten (Transformieren)
- Montieren
- Prüfen (Qualität)
- Transportieren
- Umschlagen
- Einlagern/Auslagern
- Sortieren
- Kommissionieren
- Verpacken
- etc.

Potenzielle Kriterien zur Arbeitsmittelauswahl

- Flexibilitätsanforderungen
- Geforderte Kapazitätsquerschnitte
- Investitionsrestriktionen
- Gütervielfalt
- Physikalische und klimatische Belastungsprofile
- Existierende Ressourcenausstattung
- etc.

Beispiele

Netzwerk

- Lastwagen
- Schiffe
- Flugzeuge
- Züge
- Wechselbrücke
- Brückenkräne
- ...

Standort

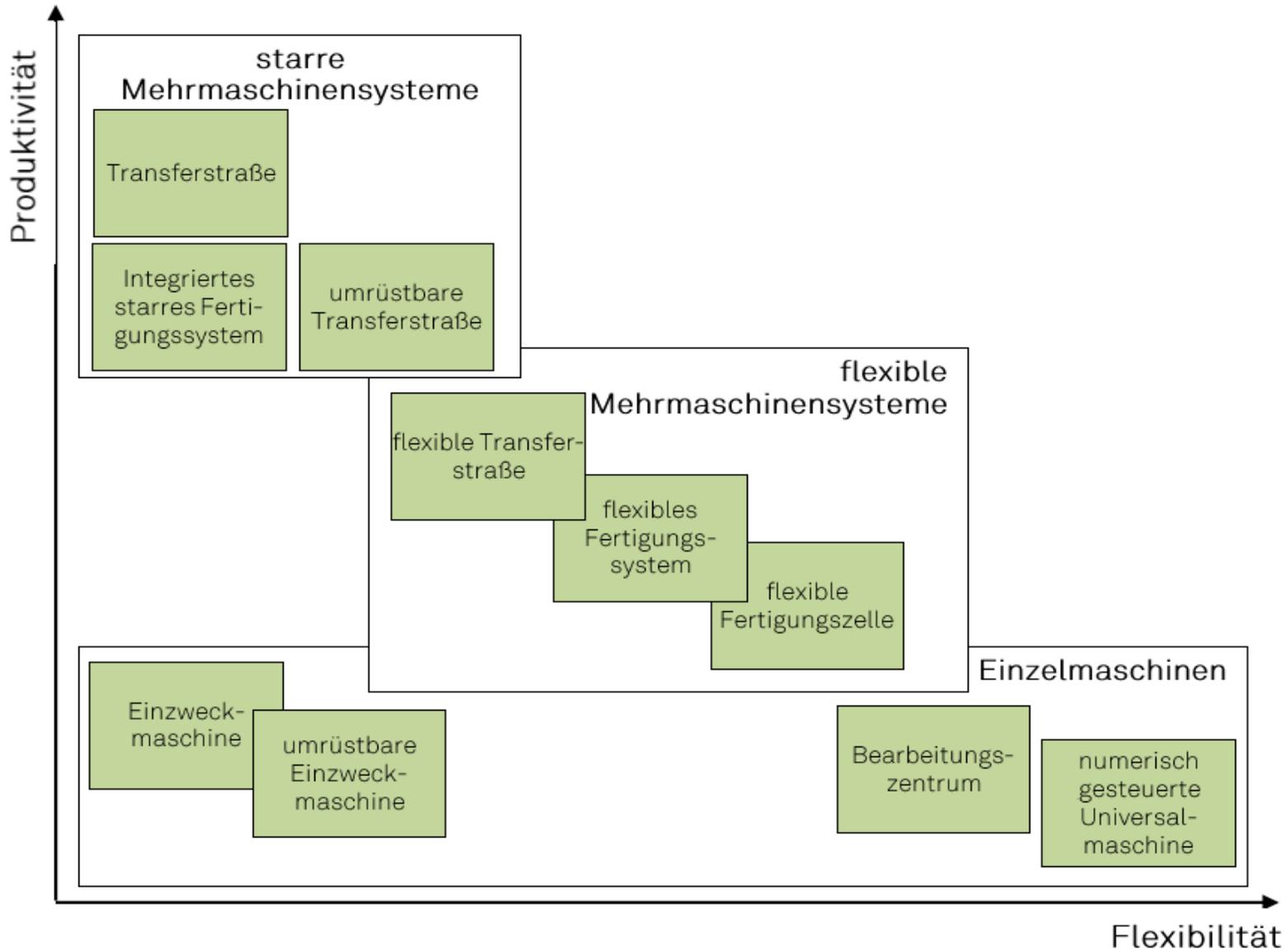
- Gabelstapler
- Vollautomatische Sortiersysteme
- Regalbediensysteme
- Reachstacker
- Rangierloks
- ...

System

- Werkzeugmaschine
- Montageroboter
- Gabelstapler
- Hubwagen
- Qualitätsprüfsysteme
- Sortiersysteme
- ...

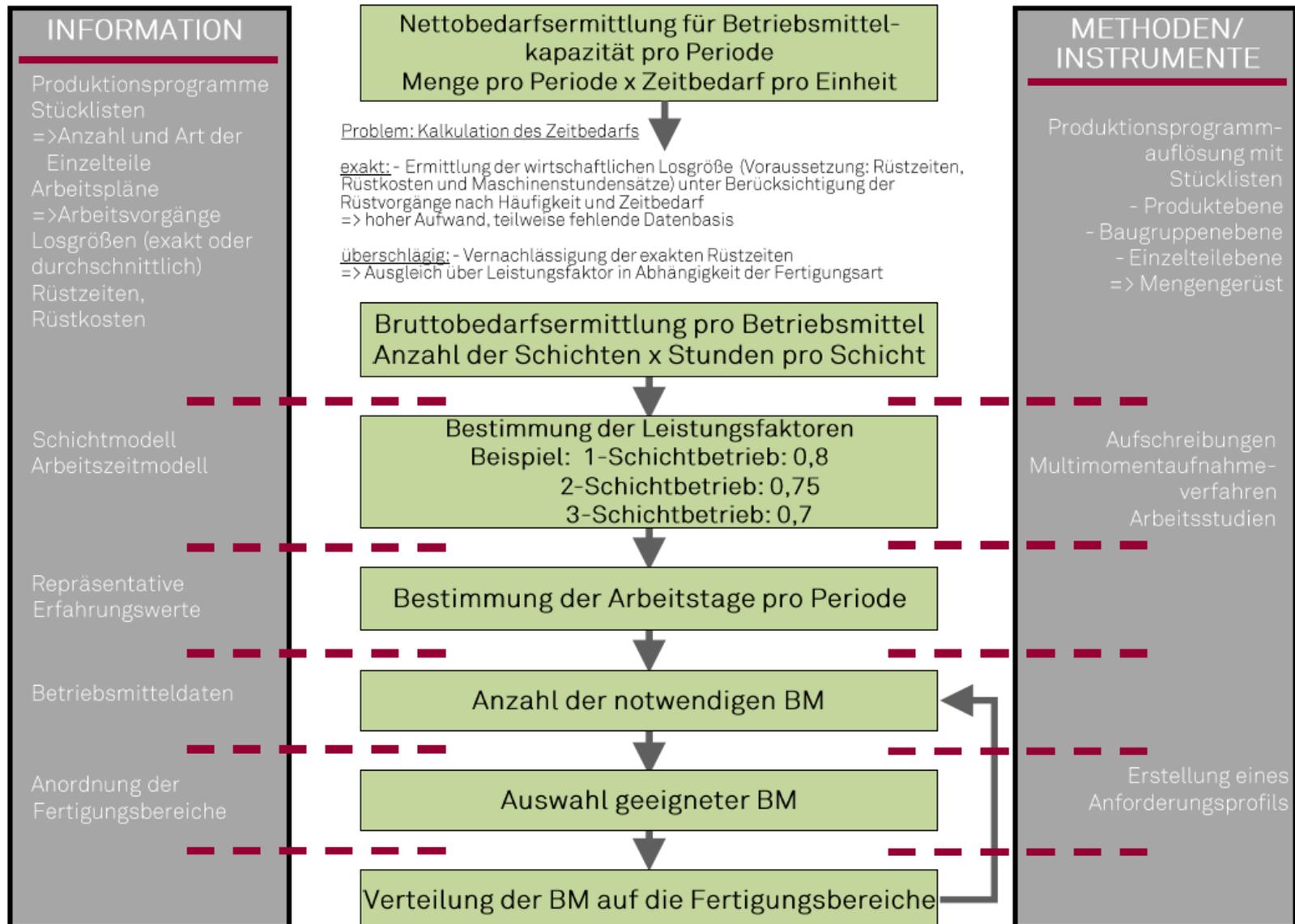
ARBEITSMITTEL – PRODUKTIONSMASCHINEN/-ANLAGEN

PRODUKTIVITÄT UND FLEXIBILITÄT



ARBEITSMITTEL – PRODUKTIONSMASCHINEN/-ANLAGEN

VORGEHEN ZUR ARBEITSMITTELDIMENSIONIERUNG



1 Erforderliche Maschinenbelegungszeit

$$T_{ki} = \sum_j t_{bBij} = \sum_j t_{rBij} + (m_{ij} * t_{eBij})$$

T_{ki} = erforderliche Maschinenbelegungszeit für BM-Gruppe i [min/Jahr]

t_{bBij} = BM-Belegungszeit für Produkt j und die BM-Gruppe i [min/Jahr]

t_{rBij} = BM-Rüstzeit für Produkt j und die BM-Gruppe i [min/Jahr]

m_j = Geforderte Menge von Produkt j auf der BM-Gruppe i [Stck/Jahr]

t_{eBij} = BM-Zeit je Einheit für das Produkt j und BM-Gruppe i [min/Stck]

2 Verplanbare Maschinenbelegungszeit

$$T_{Ei} = A_i * h_i * \mu_{zmaxi} \quad [\text{min/Jahr}]$$

T_{Ei} = Verplanbare Maschinenbelegungszeit [min/Jahr]

A_i = Anzahl der Arbeitstage für BM-Gruppe i
[Tage/Jahr]

h_i = vorhandene Belegungszeit für BM-Gruppe i je
Tag und Schicht

μ_{zmaxi} = Maximaler Leistungsgrad für die BM-Gruppe i
0,7 (Fertigung u. Montage bei Einzelfertigung)
0,8 (Fertigung bei Serienproduktion)
0,9 (Montage bei Serienproduktion)

3 Anzahl der erforderlichen Betriebsmittel

$$BM = T_{ki} / T_{Ei}$$

Planungsvorgaben:

- Jahresbedarf Bleche
120.000 Stck/a
- Bearbeitungszeit:
2 min./Stck
- Arbeitszeitmodell:
 - 1-Schicht-Betrieb
 - 8 h/Tag
 - 5 Tage/Woche
 - 20 Tage/Monat
 - 12 Monate /Jahr
- vorhandene Belegungszeit
8 h/Tag
- max. Leistungsgrad
0,8

Arbeitsmitteldimensionierung:

- Erforderliche Maschinenbelegungszeit:
 $120.000 \text{ Stck/a} \cdot 2 \text{ min/Stck} = 240.000 \text{ min/a}$
 $= 4.000 \text{ h/a}$
- Verplanbare Maschinenbelegungszeit:
 $240 \text{ Tage/a} \cdot 8 \text{ h/Tag} \cdot 0,8 = 1.536 \text{ h/a}$
- Erforderliche Anzahl BM:
$$\frac{\text{Erforderliche MBZ}}{\text{Verplanbare MBZ}} = \frac{4.000 \text{ h/a}}{1.536 \text{ h/a}} = 2,604 \rightarrow 3 \text{ BM}$$

Planungsannahmen:

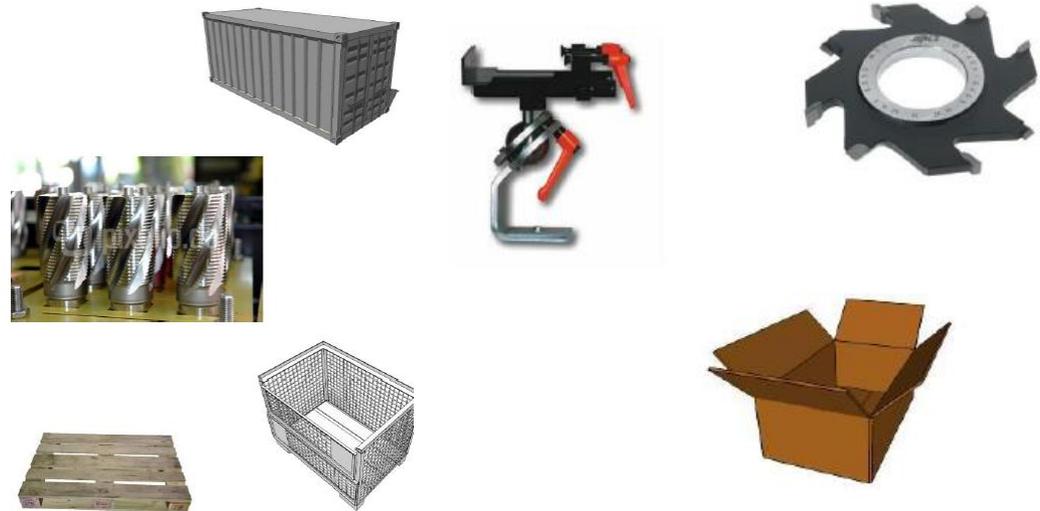
- Vernachlässigung Rüstzeit

Definition

Arbeitshilfsmittel sind sonstige Betriebsmittel, die der Unterstützung eines Transformationsprozesses dienen.
Bsp.: Werkzeuge, Vorrichtungen, Ladehilfsmittel, Verpackungen

Arbeitsmittel

Arbeitshilfsmittel



Aufgaben und Auswahl

Potenzielle Arbeitsinhalte

- Bearbeiten (Transformieren)
- Montieren
- Prüfen (Qualität)
- Transportieren
- Umschlagen
- Einlagern/Auslagern
- Sortieren
- Kommissionieren
- Verpacken
- etc.

Potenzielle Kriterien zur Arbeitsmittelauswahl

- Flexibilitätsanforderungen
- Geforderte Kapazitätsquerschnitte
- Investitionsrestriktionen
- Gütervielfalt
- Physikalische und klimatische Belastungsprofile
- Existierende Ressourcenausstattung
- etc.

Beispiele

Netzwerk

- Lastwagen
- Schiffe
- Flugzeuge
- Züge
- Wechselbrücke
- Brückenkräne
- ...

Standort

- Gabelstapler
- Vollautomatische Sortiersysteme
- Regalbediensysteme
- Reachstacker
- Rangierloks
- ...

System

- Werkzeugmaschine
- Montageroboter
- Gabelstapler
- Hubwagen
- Qualitätsprüfsysteme
- Sortiersysteme
- ...

Woran orientiert sich der Bedarf?

- Arbeitsmittel und Arbeitshilfsmittel
- Mehrmaschinenbedienung
- Schichtmodell
- Transformationsaufgaben
- Betrachtungsebene und Organisation
- Persönliche Verfügbarkeit

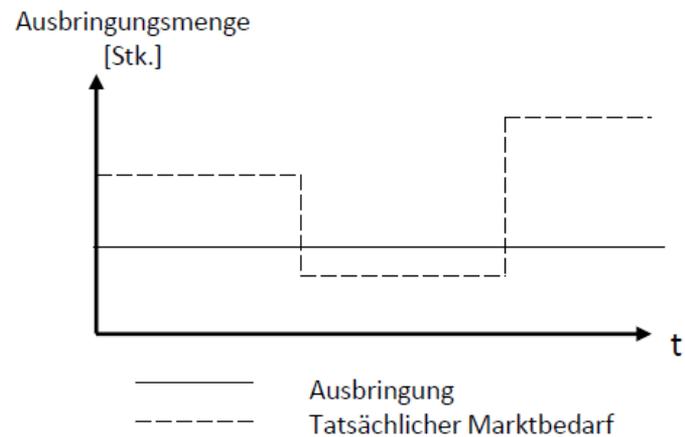
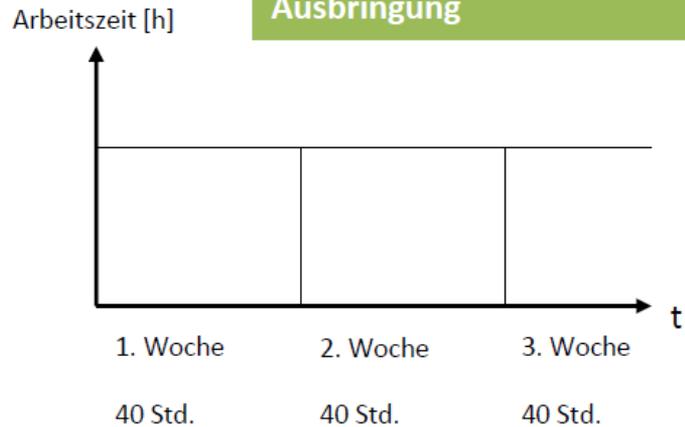
Arbeitsmittel

Arbeitshilfsmittel

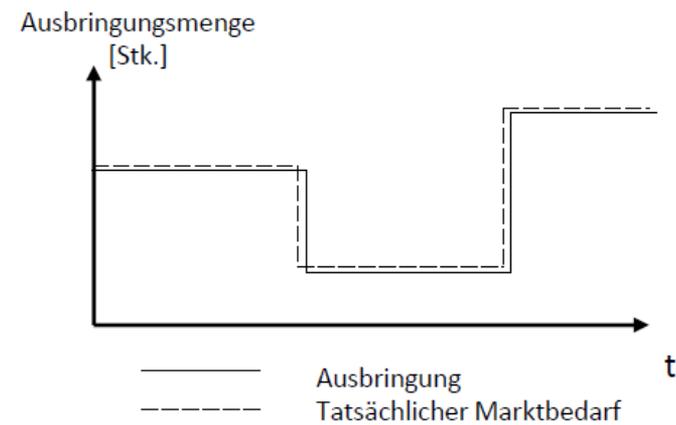
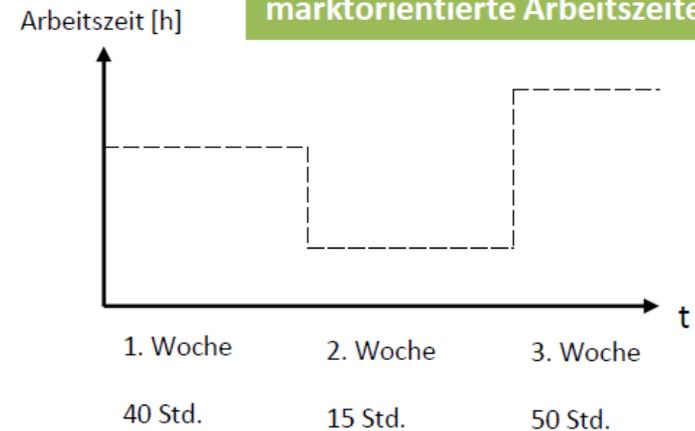
Personal



Bisher: starre Arbeitszeit – starre Ausbringung

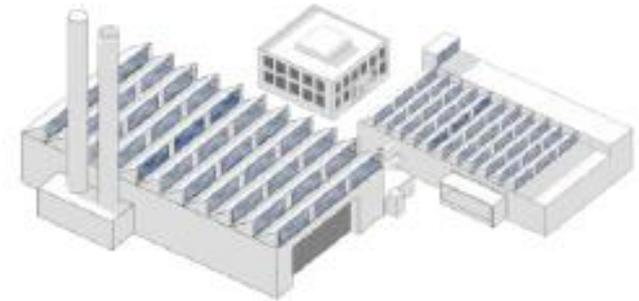


Trend: flexible, marktorientierte Arbeitszeiten



Woran orientiert sich der Flächenbedarf?

- Menge an Transformationsobjekten
- Anzahl und Fläche benötigter Betriebsmittel
- Bereitstellflächen / Pufferbestand vor dem Arbeitsmittel
- Montagelager

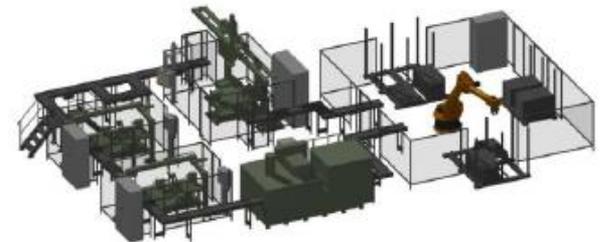


Arbeitsmittel

Arbeitshilfsmittel

Personal

Fläche



Aufgaben und Auswahl

Flächenarten

- Lagerflächen
- Transportflächen
- Umschlagflächen
- Büroflächen
- Sozialflächen
- Pufferflächen
- ...

Potenzielle Flächeneigenschaften

- Beleuchtung
- Temperatur
- Bodentragfähigkeit
- Lichte Höhe
- Sicherheit (Diebstahl)
- Brandschutz
- Erweiterbarkeit
- Nutzungsbreite (Flexibilität)
- ...

Beispiele

Netzwerk

- Lagerflächen
- Umschlagflächen
- ...

Standort

- Lagerflächen
- Sozialflächen
- Büroflächen
- ...

System

- Pufferflächen
- Lagerflächen
- Kommissionierflächen
- Transportflächen
- ...

Funktionsflächen Arbeitsplatz

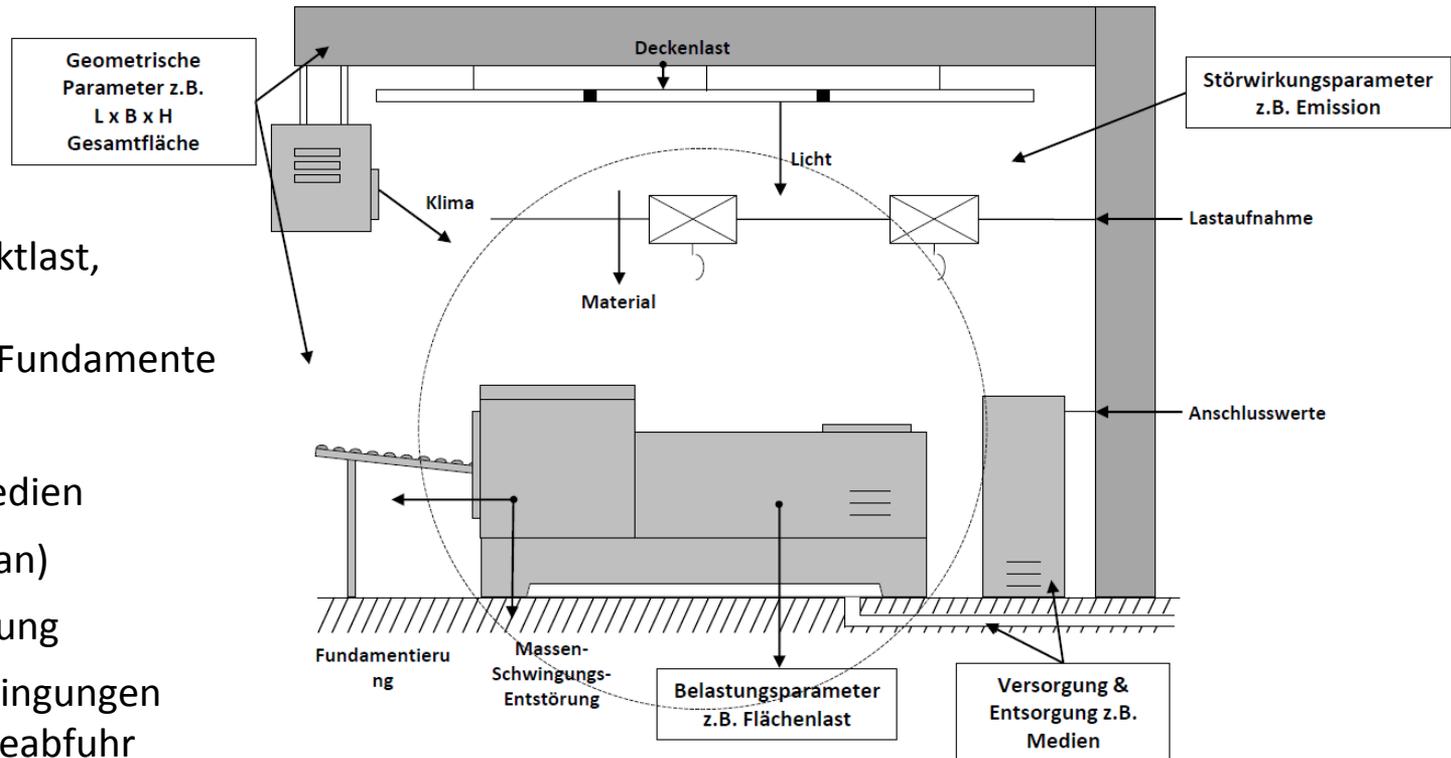
Bsp.: CNC-Drehmaschine



- 1 Betriebsmittelgrundfläche
- 2 Bedienfläche
- 3 Bereitstellfläche für Leistungsobjekte
- 4 Bereitstellfläche für Werkzeuge, Vorrichtungen, Prüfmittel
- 5 Wartungs- und Instandhaltungsfläche
- 6 Fläche für Späne und Abfälle

FLÄCHENBEDARFE: ARBEITSPLATZEBENE GEBÄUDEANFORDERUNGEN UND PARAMETER

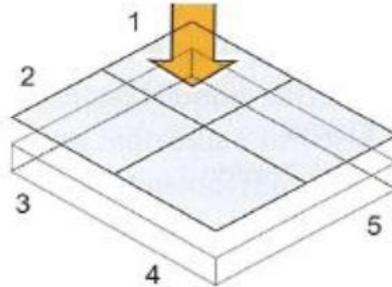
- Flächen- & Punktlast, Schwingungen → notwendige Fundamente
- Deckenlast
- Versorgung, Medien
- Entsorgung (Span)
- Be- und Entlüftung
- Temperaturbedingungen Heizung, Wärmeabfuhr
- Maschinenzugang
- Licht
- Brandschutz
- ...



FLÄCHENBEDARFE: ARBEITSPLATZEBENE STRUKTURMERKMALE VON BÖDEN

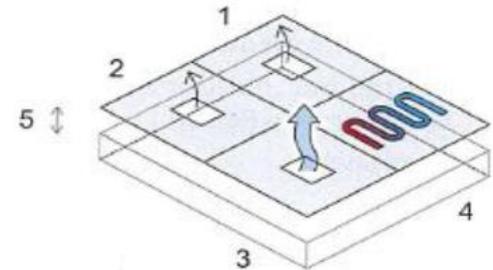
Oberfläche

- 1 Belastbarkeit
- 2 Beständigkeit
- 3 Ebenheit
- 4 Rutschsicherheit
- 5 Reinigung



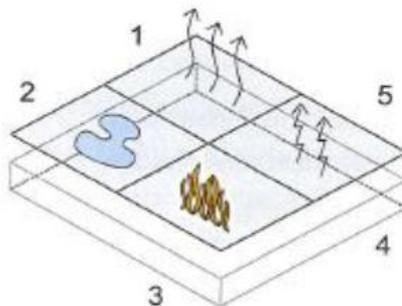
Installation

- 1 Elektro
- 2 EDV, Telefon
- 3 Lüftung
- 4 Heizung, Kühlung
- 5 lichter Installationsraum



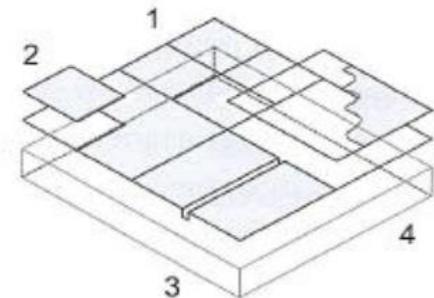
Bauphysikalische Anforderungen

- 1 Wärmeschutz
- 2 Dichtigkeit
- 3 Brandschutz
- 4 Schallschutz
- 5 Ableitfähigkeit



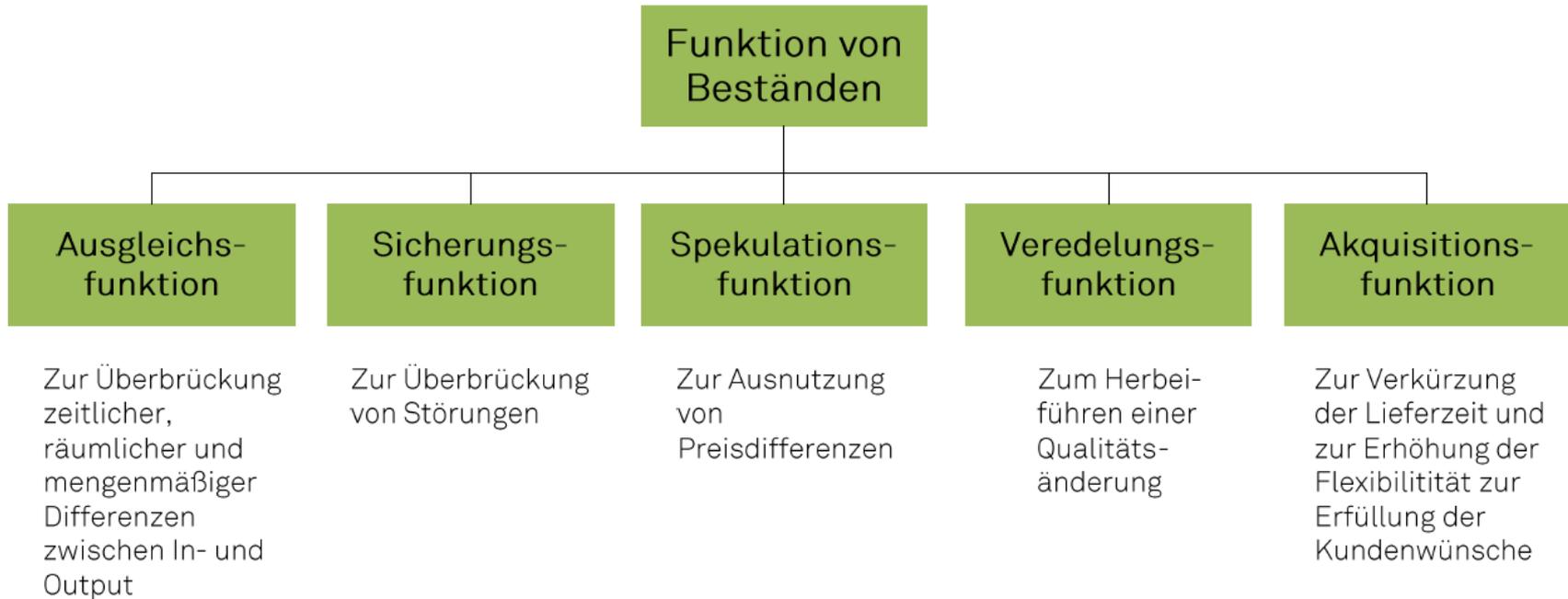
Elementierung

- 1 Maßliche Systematik
- 2 Montageplatten
- 3 Konstruktionsfugen
- 4 Aufwand Umbau



- Arbeitsmittel
- Arbeitshilfsmittel
- Personal
- Fläche
- Bestand**





Aufgaben und Auswahl

Bestandsarten

- Zwischenbestände
- Lagerbestände
- Pufferbestände
- Sicherheitsbestände
- Prüfbestände
- Sperrbestände
- Transportbestände
- Arbeitsvorrat
- ...

Bestandszwecke

- Sicherheit
- Schwankungsnivellierung
- Kapazitätsauslastung
- Losgrößenbildung
- Transportauslastung
- Bevorratung
- Termintreue
- Durchlaufzeitoptimierung
- ...

Beispiele

Netzwerk

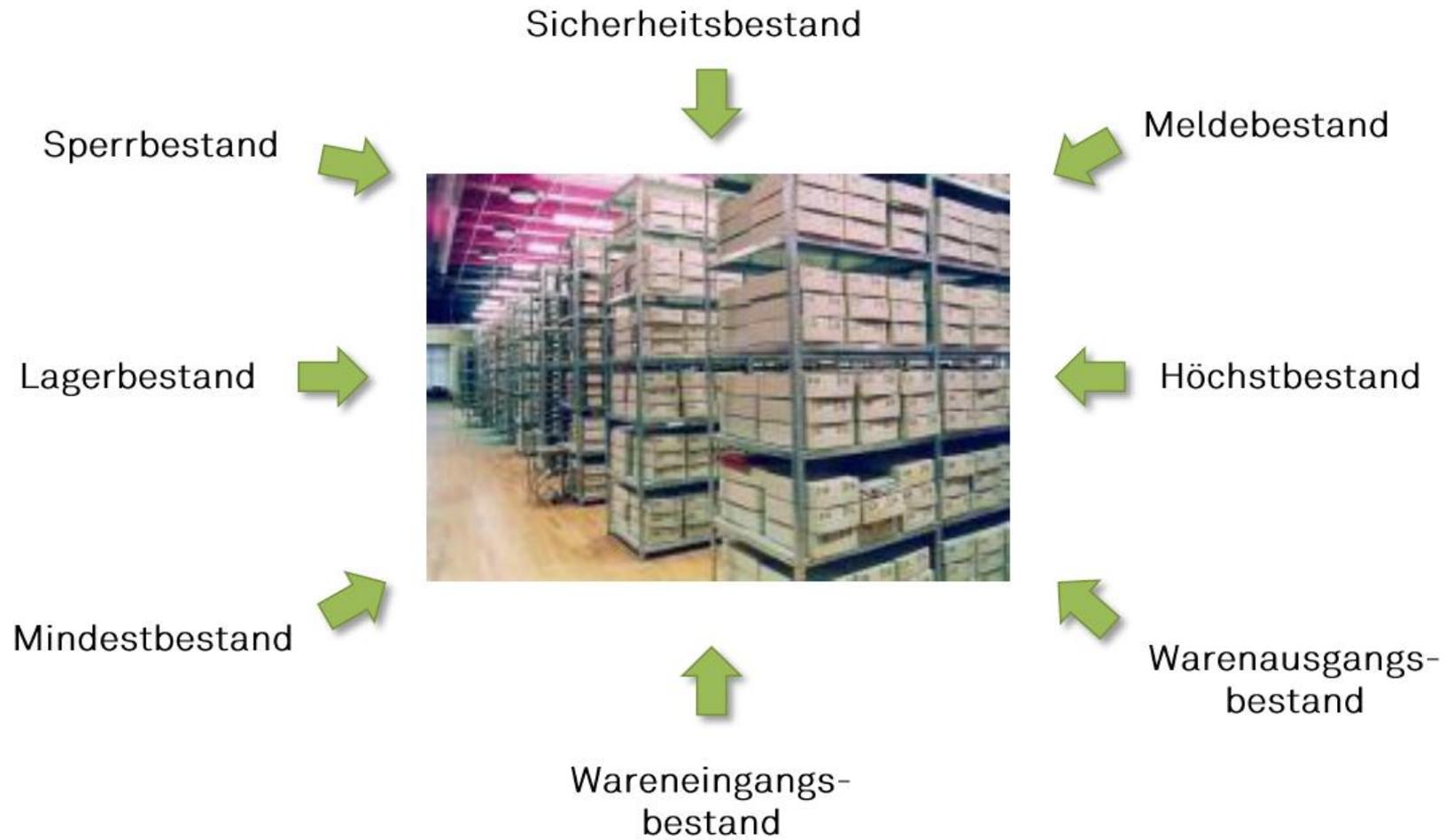
- Transportbestände
- Lagerbestände
- ...

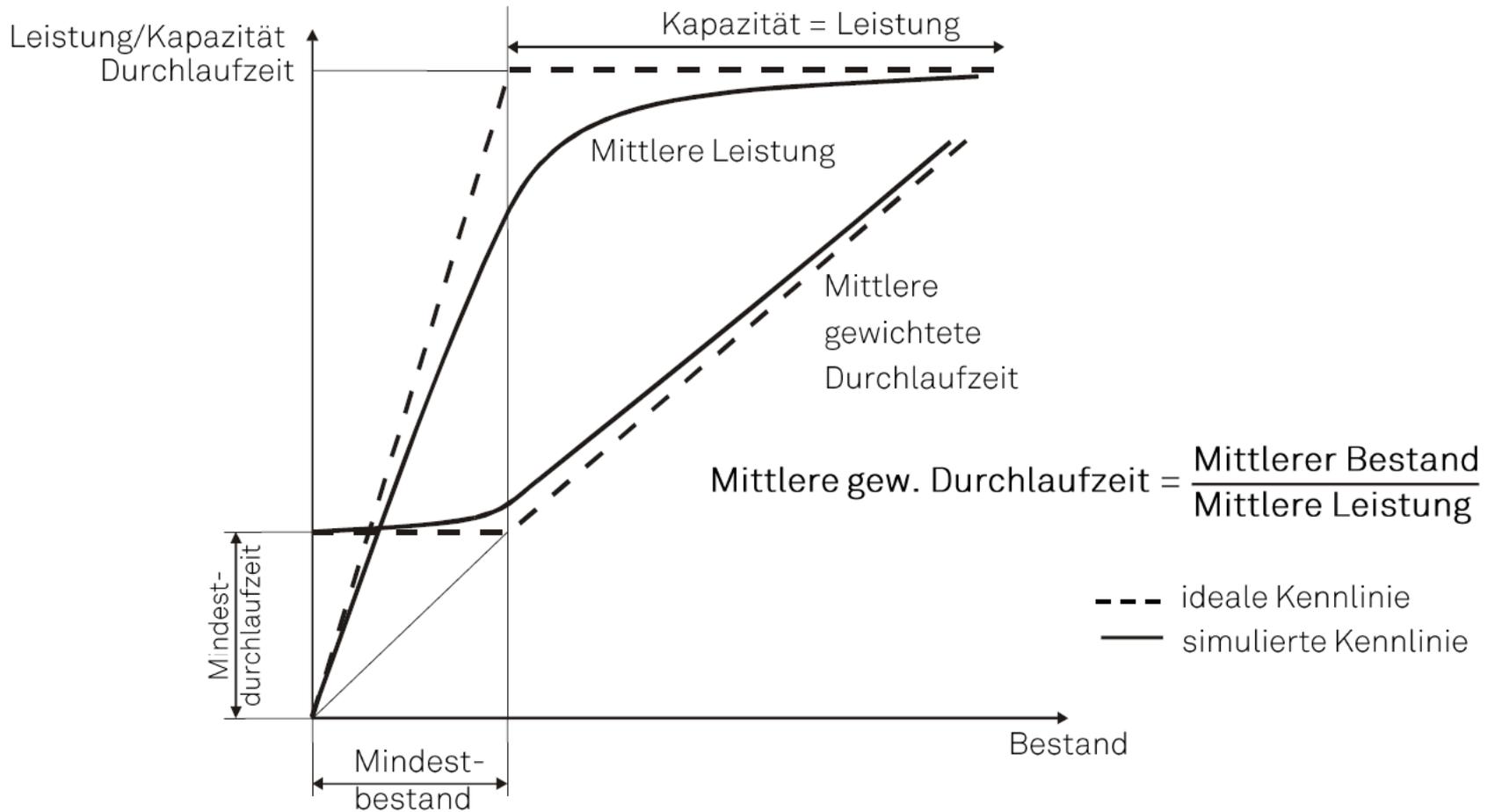
Standort

- Sicherheitsbestände
- Lagerbestände
- Sperrbestände
- ...

System

- Pufferbestände
- Prüfbestände
- Lagerbestände
- Arbeitsvorrat
- ...





Arbeitsmittel
Arbeitshilfsmittel
Personal
Fläche
Bestand
Organisationsmittel

Wie wird das System gesteuert?

Auftragssteuerung und -verfolgung:

- ERP
- PPS
- MES
- LES/LVS
- RFID
- Laufkarten
- Terminals
- etc.

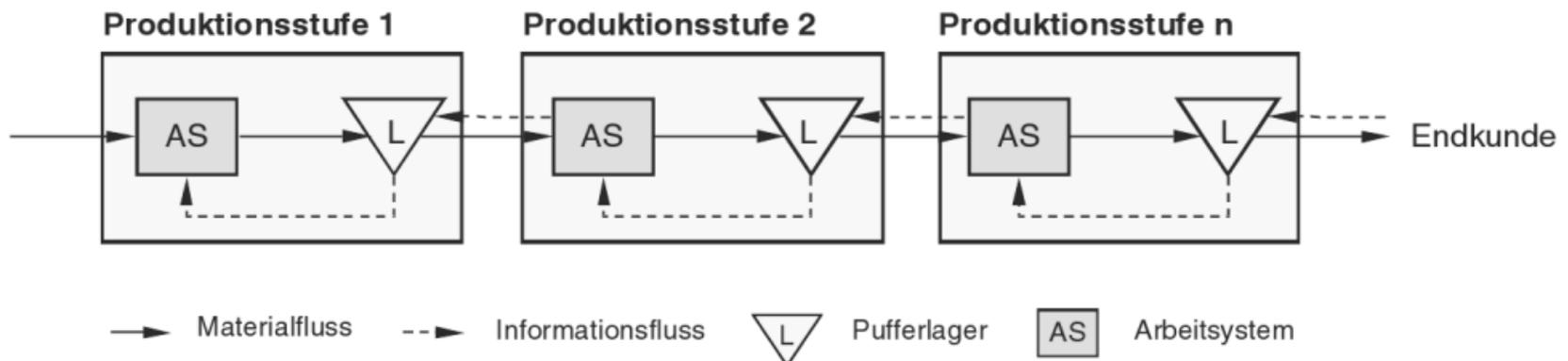


Verbrauchsgesteuerte Bereitstellung

- Grundvoraussetzung ist ein relativ konstanter Teileverbrauch
 - Nicht für Exotenteile geeignet

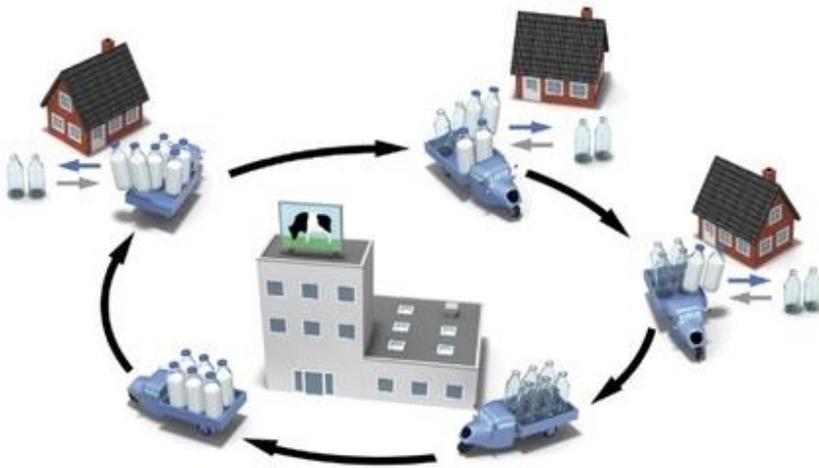
Beispiel: Kanban

- Kanban ist eine Methode der Produktionsablaufsteuerung nach dem Hol- bzw. Pullprinzip und orientiert sich ausschließlich am Bedarf einer verbrauchenden Stelle im Montageablauf. Grundsätzlich holt beim Kanban-System der nachfolgende Prozess (Senke) die von ihm benötigten Materialien beim Pufferlager der vorgelagerten Prozesses (Quelle) zur richtigen Zeit und in der notwendigen Menge ab.



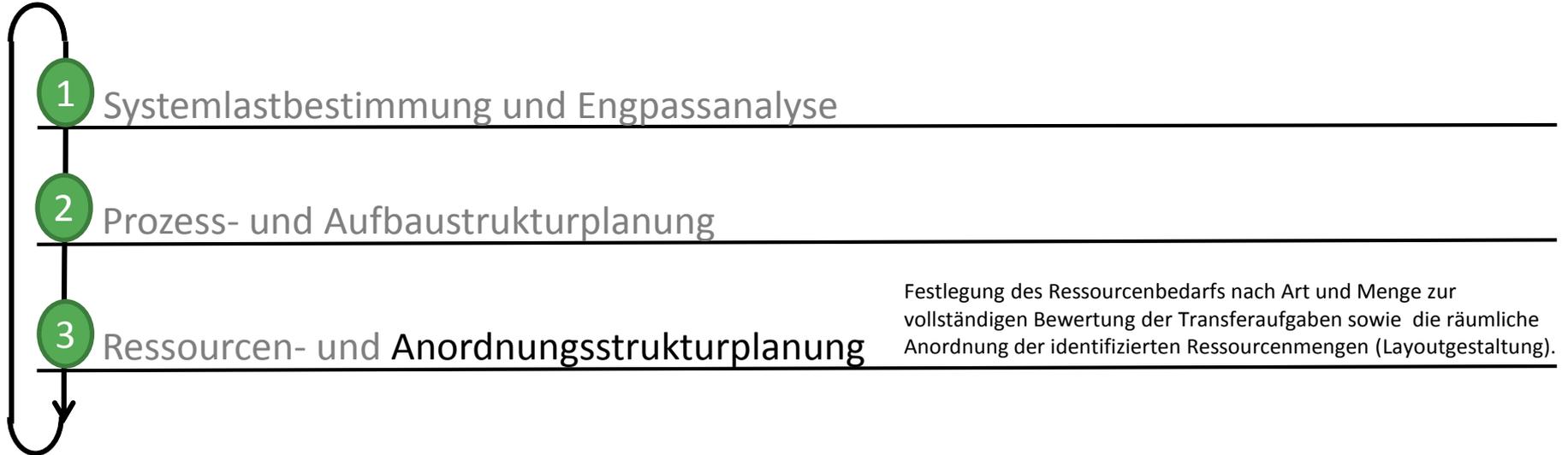
Bedarfsgesteuerte Bereitstellung

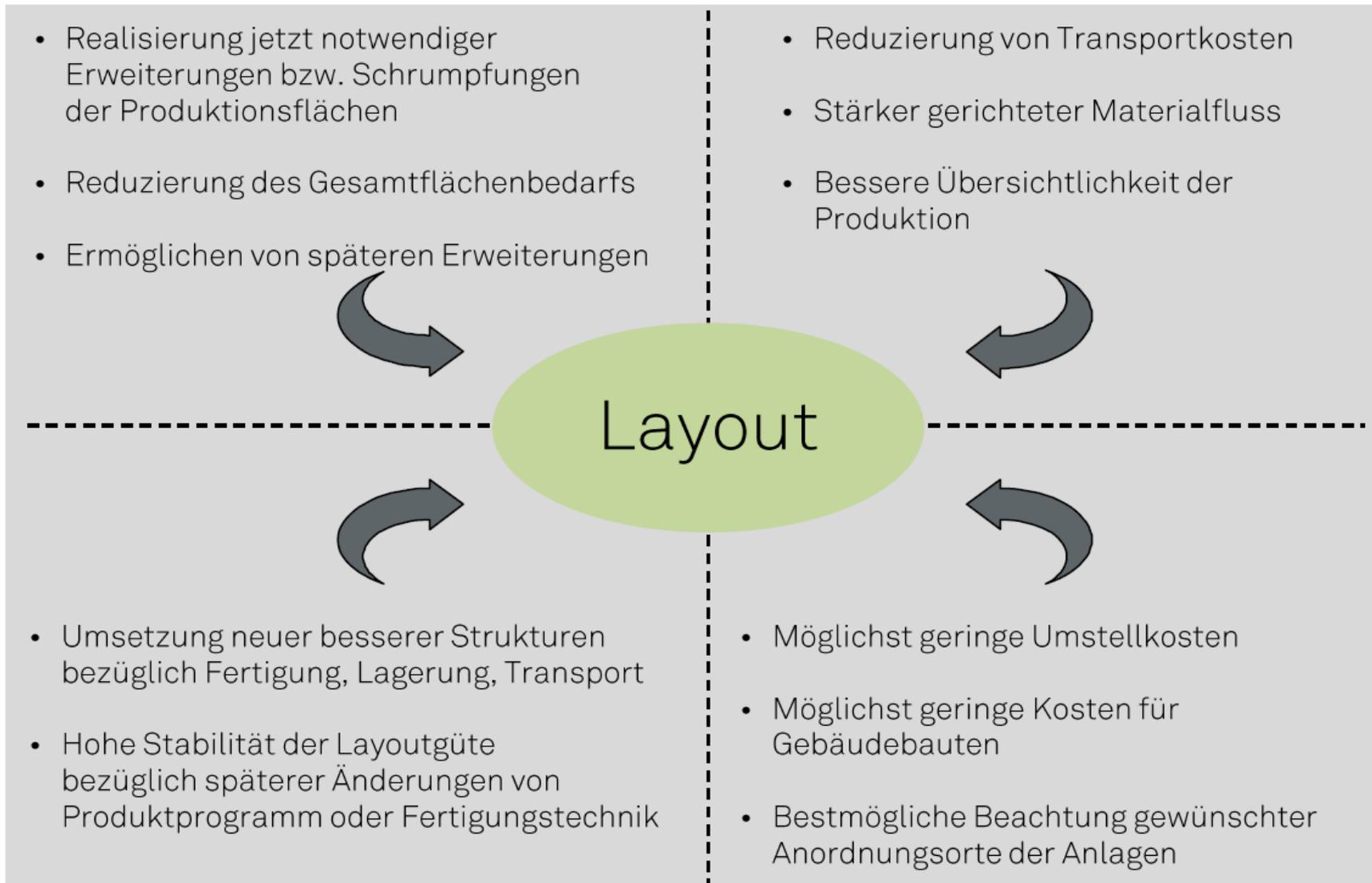
- Wird vorwiegend bei den Hauptkomponenten der Produkte eingesetzt.
 - Bestände gering halten

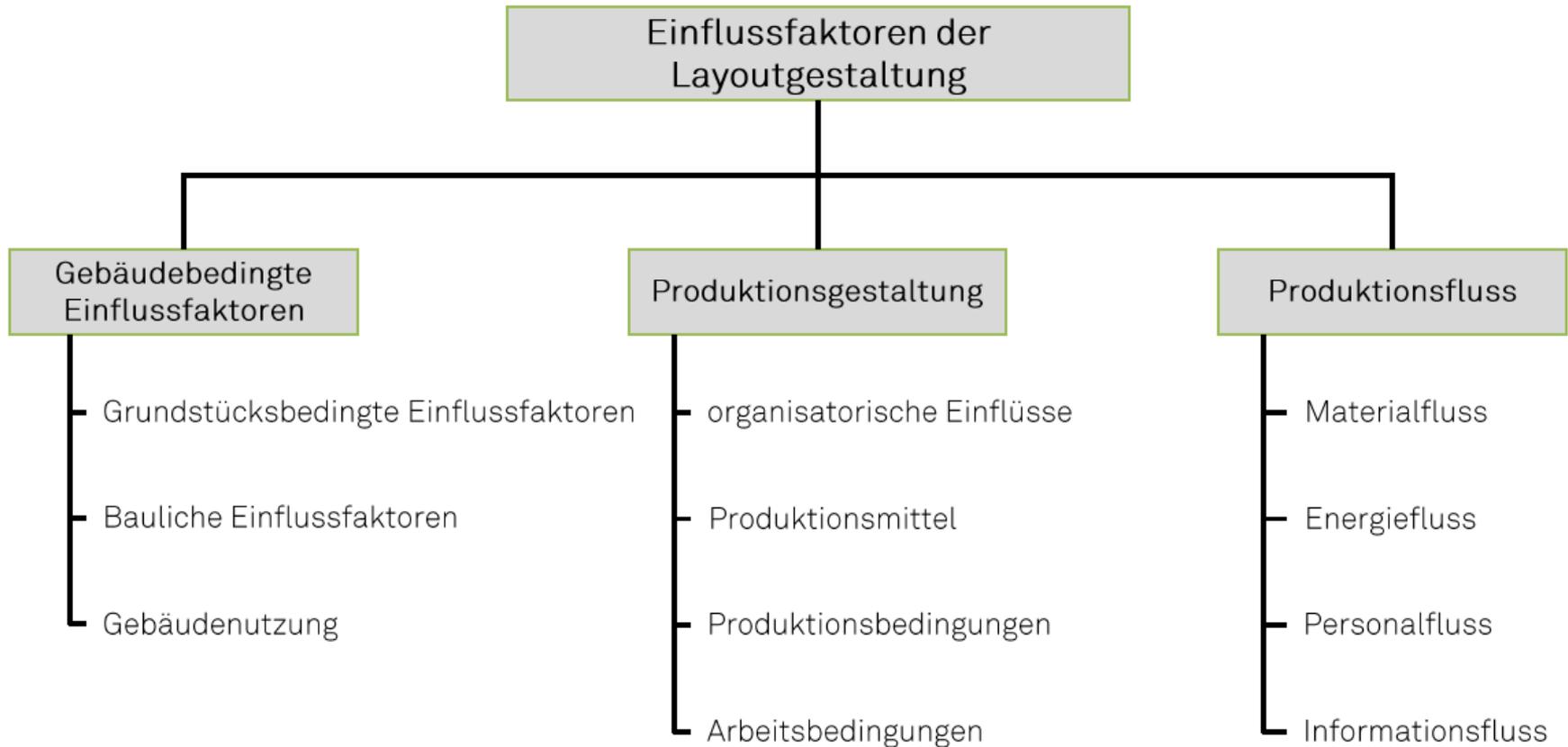


Beispiel: Versorgung mittels Routenzug

- eine innerbetriebliche Transportlösung, mit deren Hilfe der Transport von Materialien im Betrieb optimiert wird
- Materialien werden so effizient zu oder von den Bearbeitungsmaschinen oder Montageplätzen transportiert
- Milk-Run-System
 - Es werden Materialien oder Güter in einem regelmäßigen Kreislauf transportiert
 - allgemeinen Lagerbestände werden ebenso deutlich gesenkt
 - Menge, Zeit und Strecke sind festgelegt. Dieses System erhöht die Lieferfrequenz der Materialien und führt zu einer gleichmäßigeren Auslastung im vorgegebenen Zeitfenster

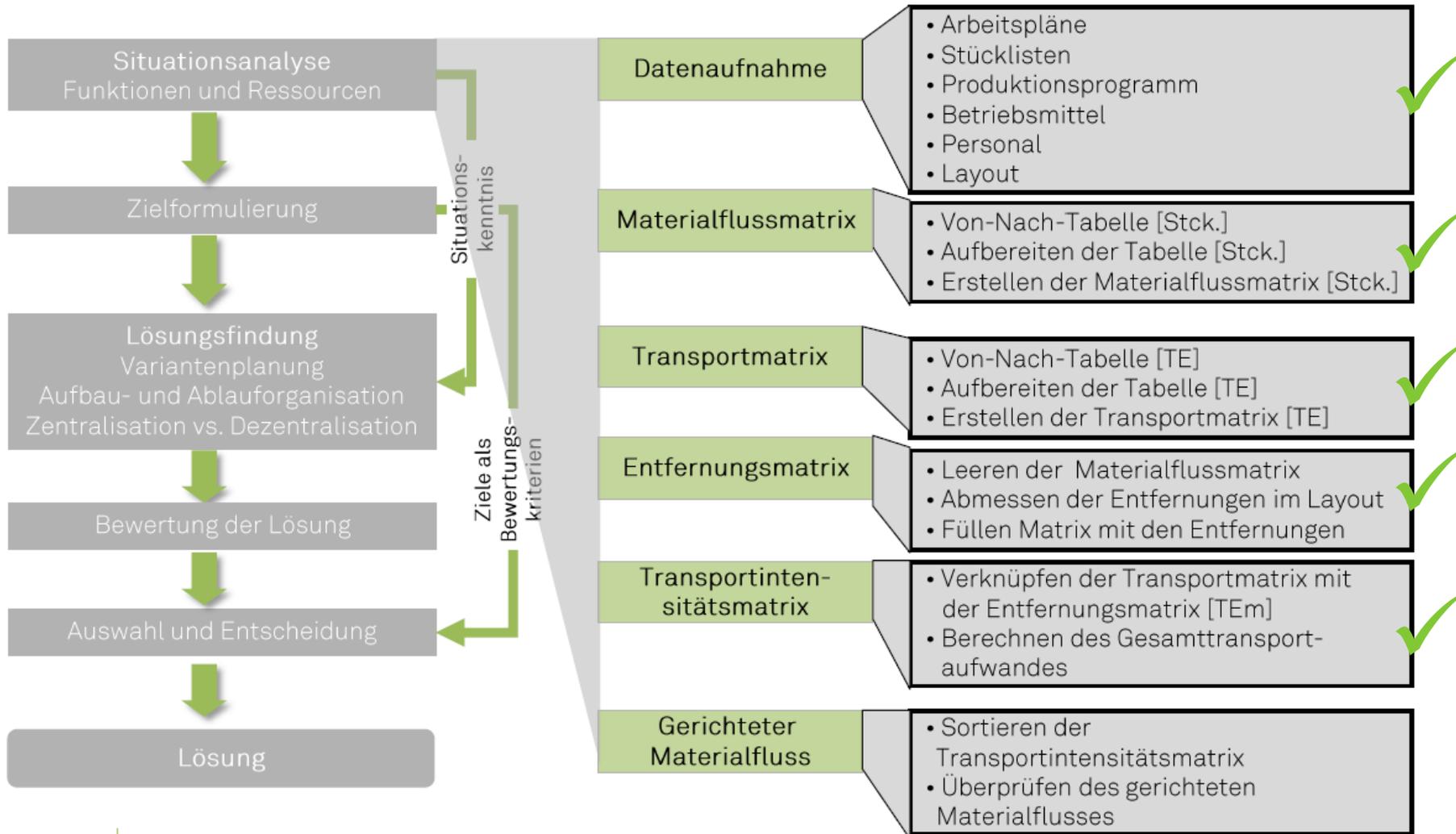






Optimierung der Logistischen Beziehungen durch

1. Ideallayout-Erstellung (Greenfield)
2. Anpassung des Ideallayouts auf die örtlichen Gegebenheiten (Reallayout)



von \ nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211		114					130					
217			114									
328											80	
334												
348	27						48					
352										24		
427		128										
452			248									
585						510						
586												1280
590							770					
988	3560				800							

Transportmatrix in TE



Hallenlayout

von \ nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211		25					50					
217			40									
328												100
334												
348	60								30			
352										55		
427		80										
452			30									
585						40						
586												20
590							60					
988	50				20							

Entfernungsmatrix in Meter

von \ nach	211	217	328	334	348	352	427	452	585	586	590	988
211		2,85					6,5					
217			4,65									
328												6
334							4,08					
348	1,62								1,62			
352										1,32		
427		10,1										
452			7,44									
585						20,4						
586												25,6
590							46,2					
988	178				16							

Transportintensitätsmatrix in Meter x TE

$$K_{Ti} = \sum m_{ik} * s_{ik} * z_{ik} * k_{ik}$$

K_{Ti} gesamte Transportkosten je Standort [€],

m_{ik} Transportmenge zwischen Zulieferer l Abnehmer k und Standort i [t],

s_{ik} Entfernung zwischen Zulieferer l Abnehmer k und Standort i [km],

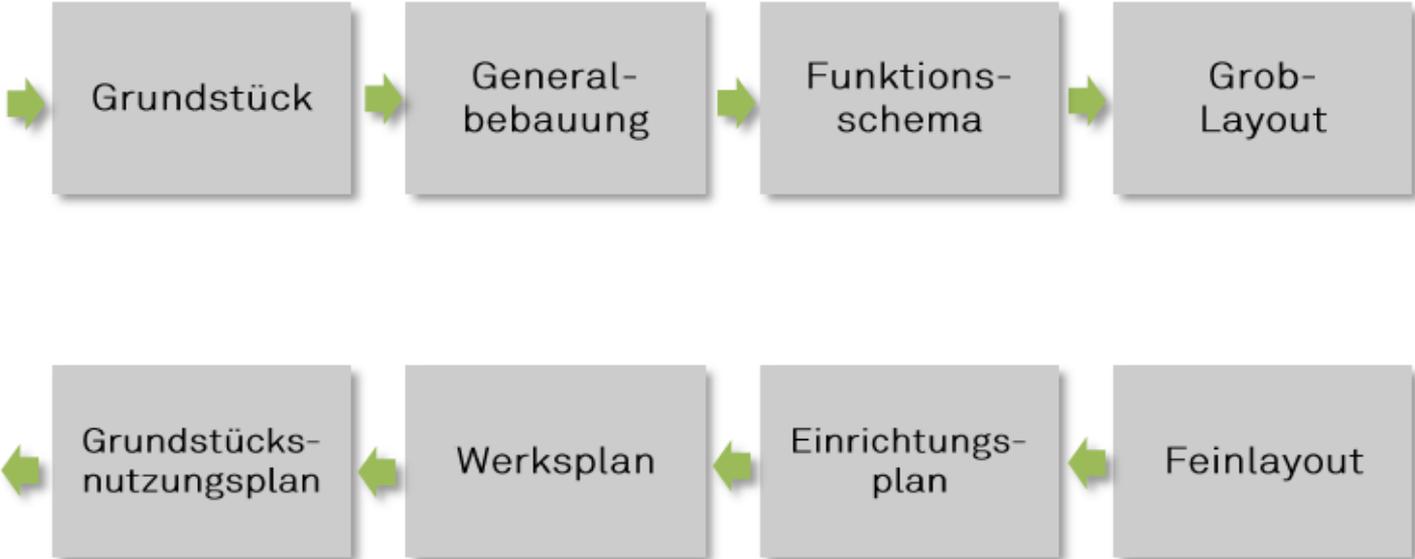
z_{ik} Anzahl der Transporte je Zeiteinheit zwischen Zulieferer l Abnehmer k und Standort i ,

k_{ik} Transportkosten zwischen Zulieferer l Abnehmer k und Standort i (konstant) [€/t*km]

Analytische Planung

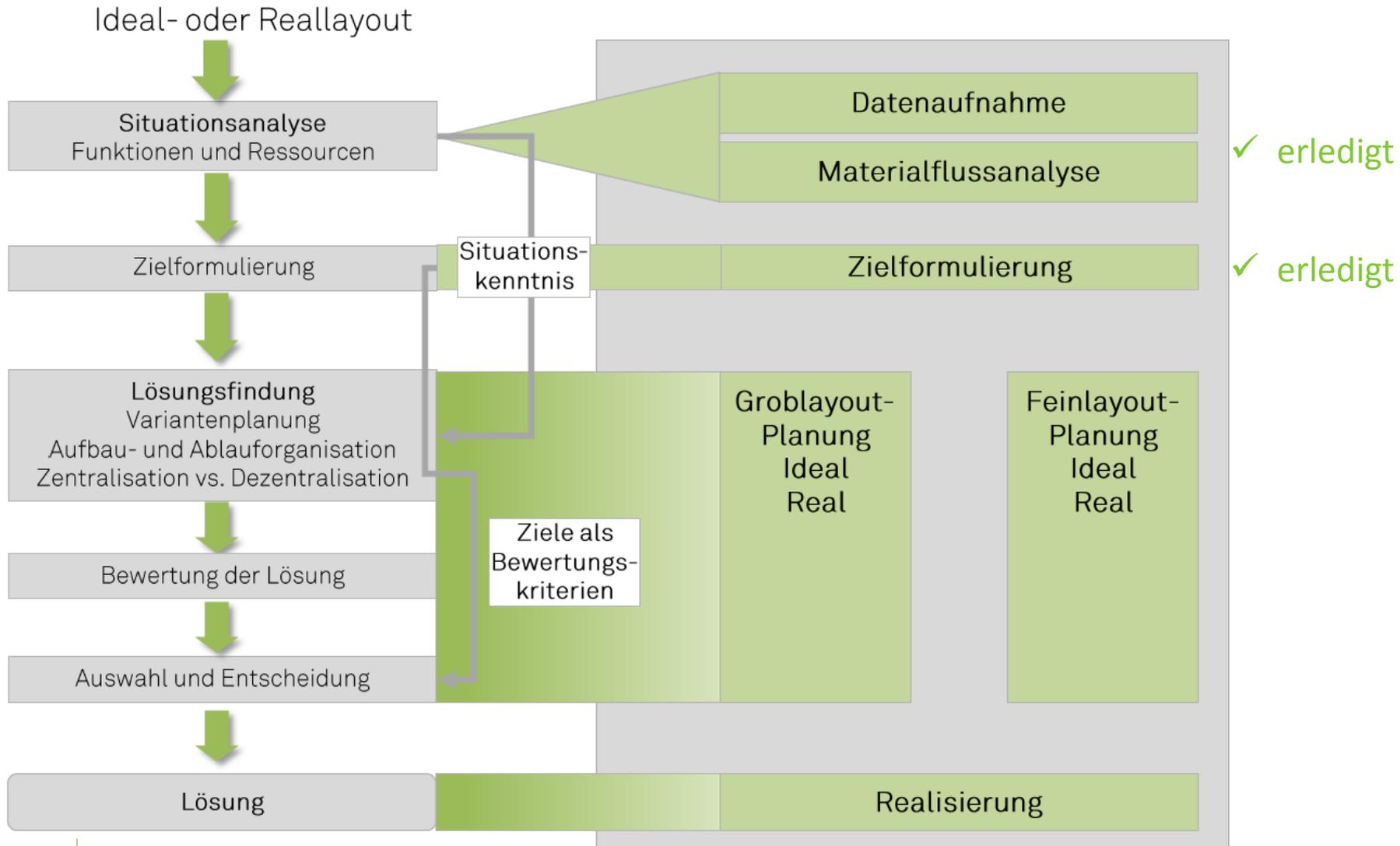


Flächenbedarf
Flächeneigenschaften

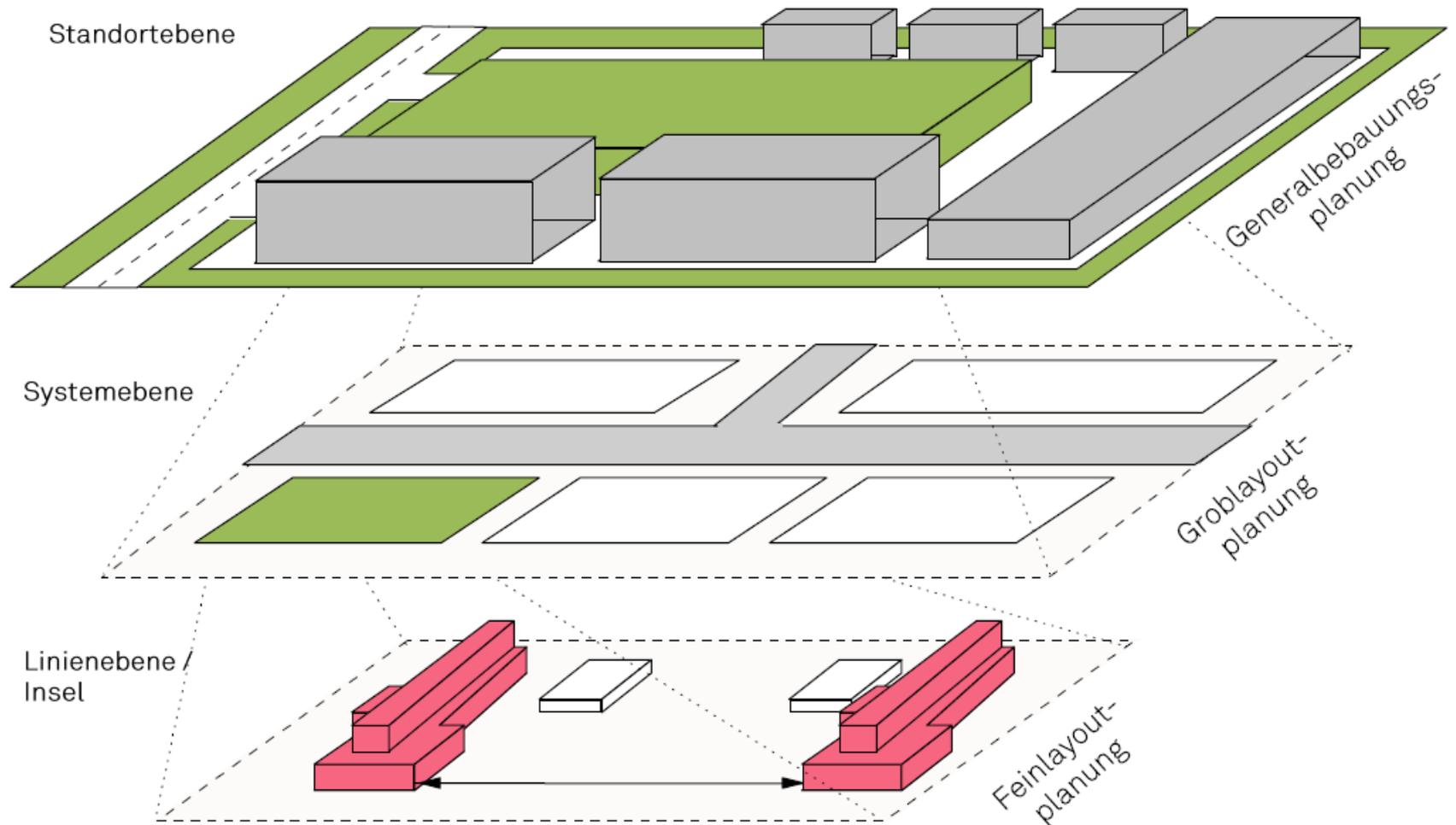


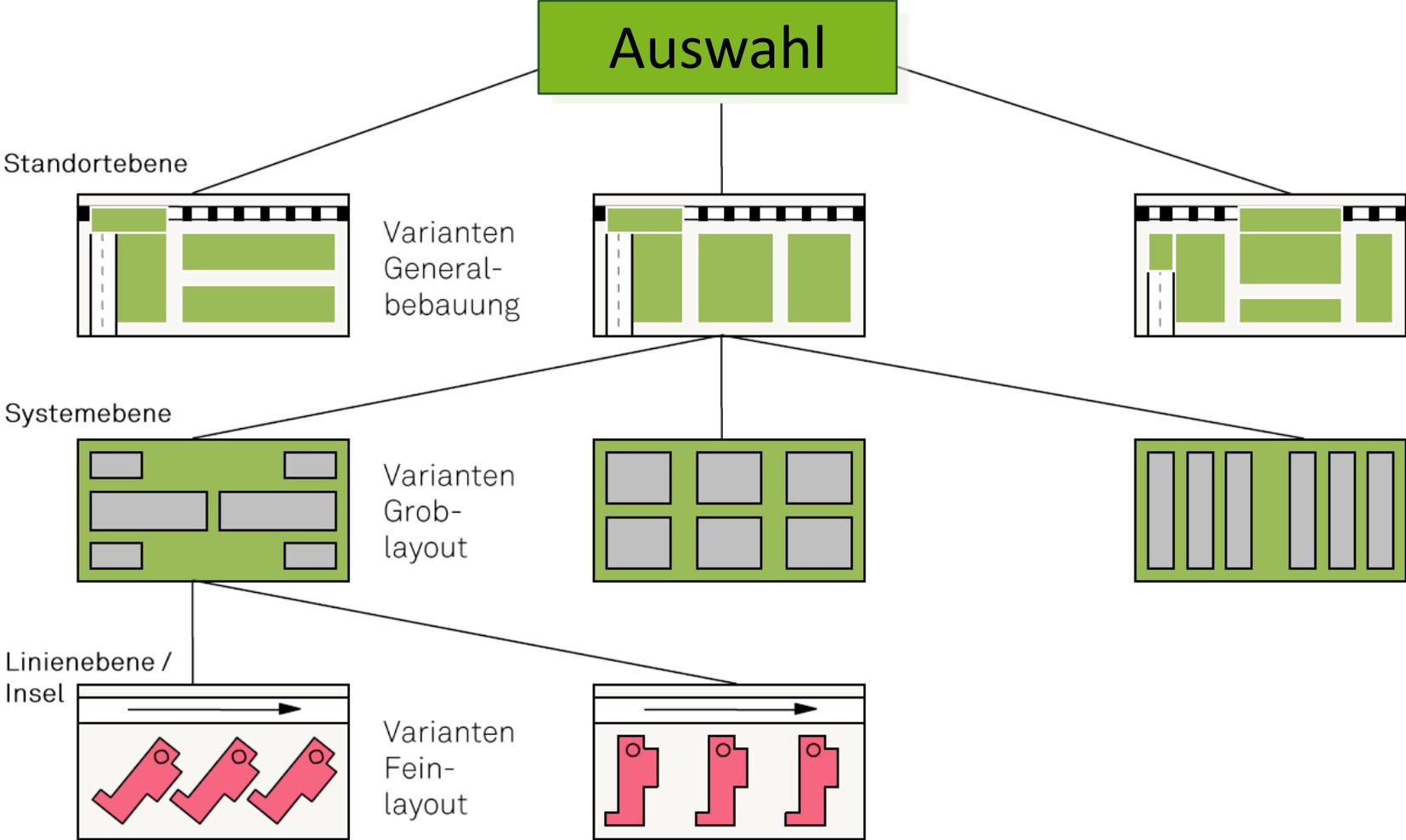
Synthetische Planung

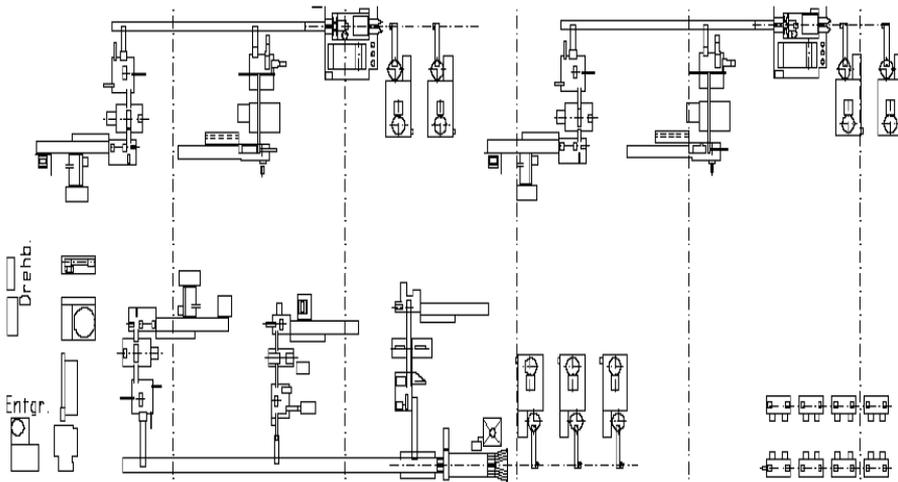
VORGEHENSWEISE LAYOUTPLANUNG MIT GERICHTETEN MATERIALFLUSS



SYNTHETISCHE PLANUNG VON INNEN NACH AUßEN







**Optimierung der Betriebsmittel-Anordnung
innerhalb der Fertigungsbereiche**

(Anordnungsverfahren ohne
Berücksichtigung von Flächenbedarfen)

Flächenkalkulation

(Betriebsmittel, Transportwege, Lager, ...)

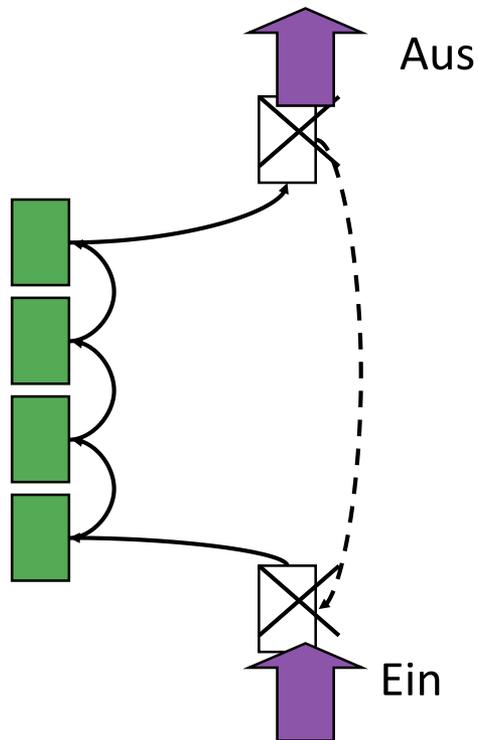
**Betriebsmittelanordnung unter
Berücksichtigung der Restriktionen und
Flächenbedarfe**

Ausarbeitung von Feinlayoutvarianten

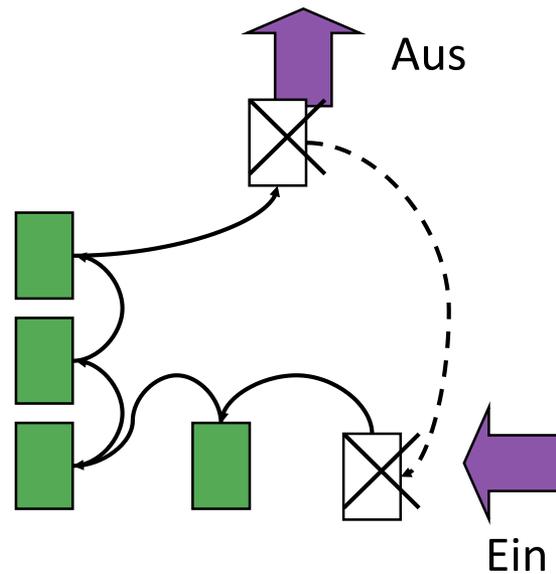
Bewertung und Auswahl

Arbeitsplatzgestaltung

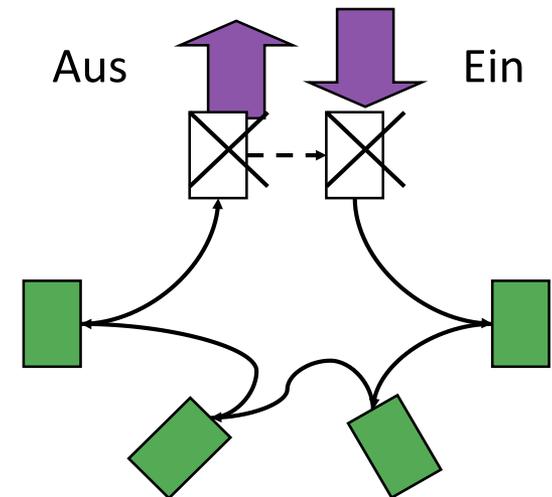
Gestreckte Anordnung



L - Anordnung

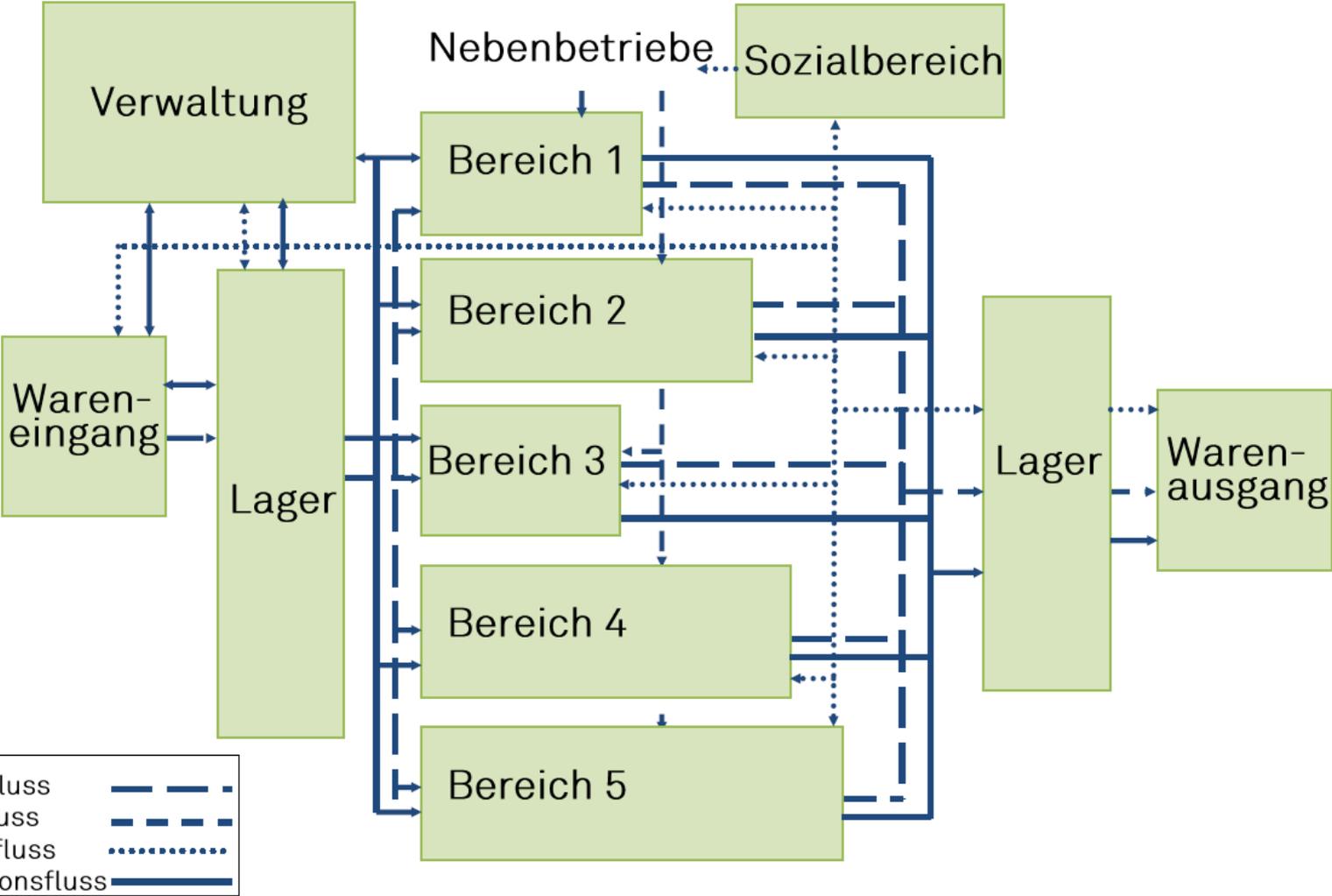


U - Anordnung

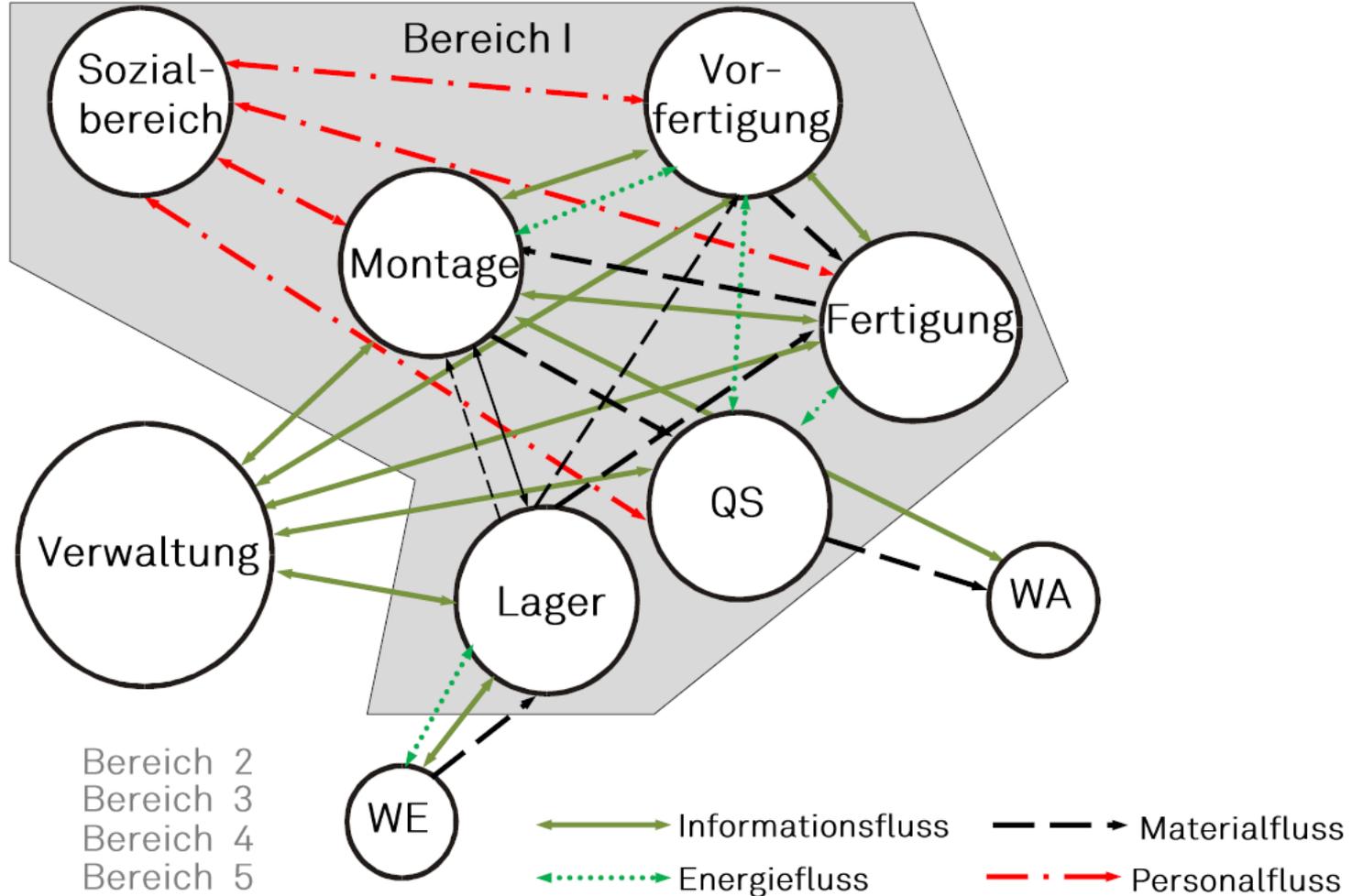


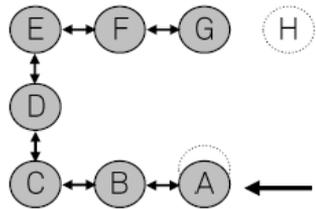
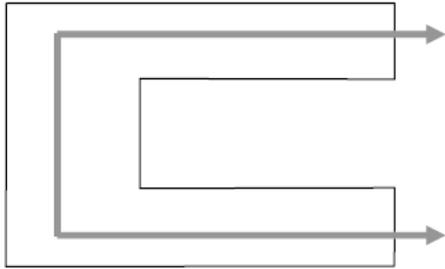
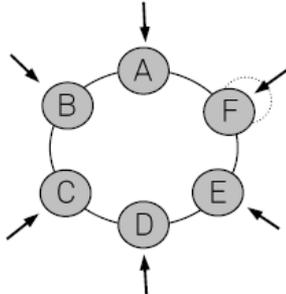
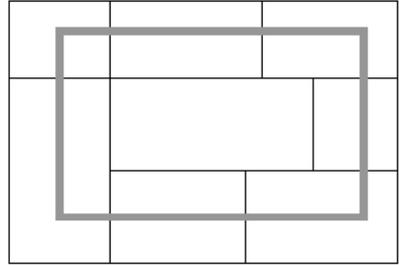
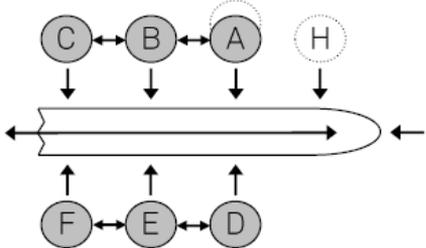
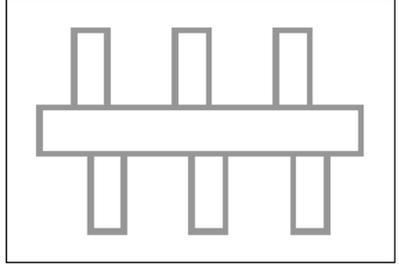
- die klassische „Ein Mann = eine Maschine“-Aufteilung besitzt keine ausreichende Effizienz

SYSTEMEBENE FLÄCHENMAßSTÄBLICHES GESAMTBETRIEBSSCHEMA

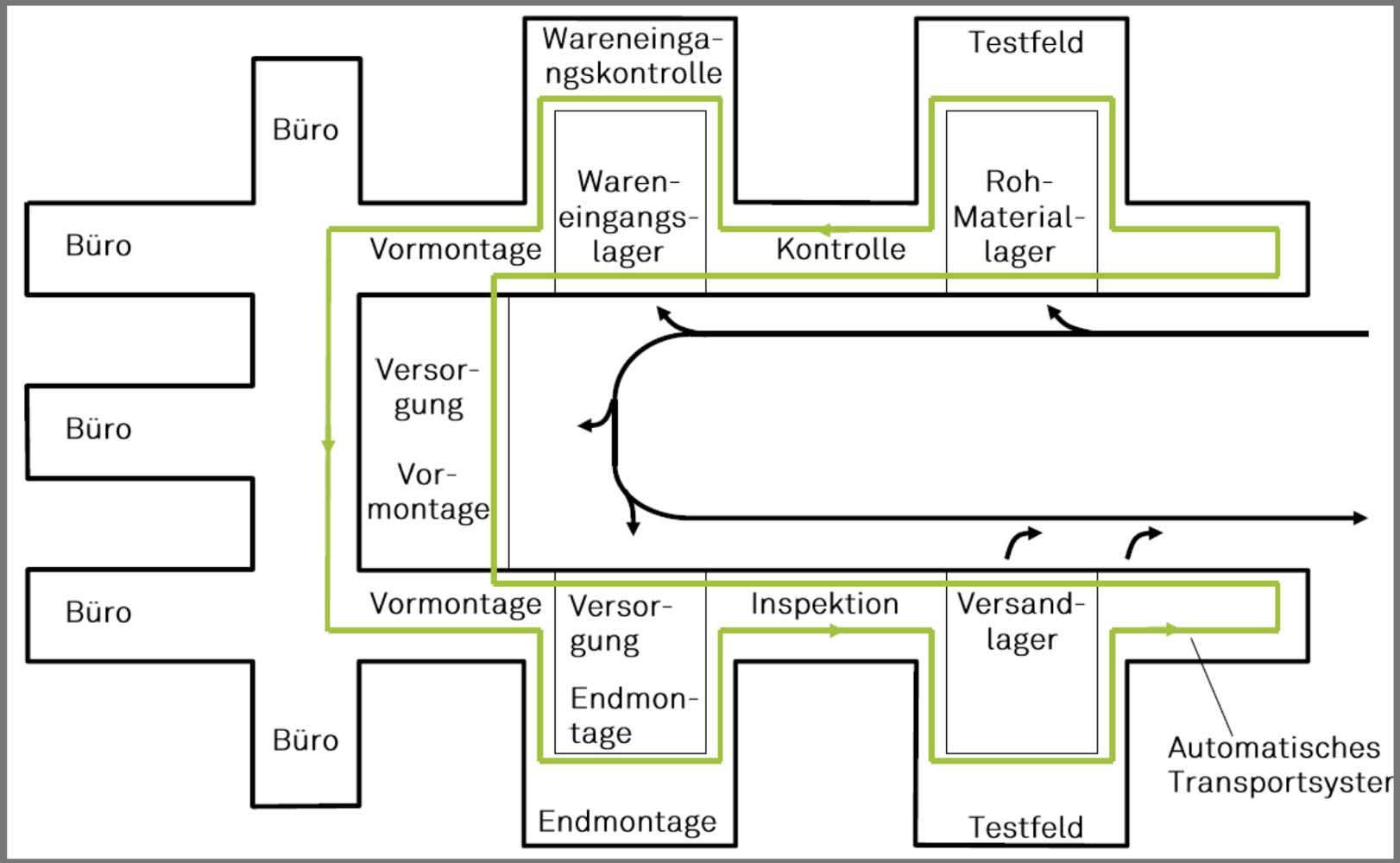


SYSTEMEBENE BEZIEHUNGSSCHEMA

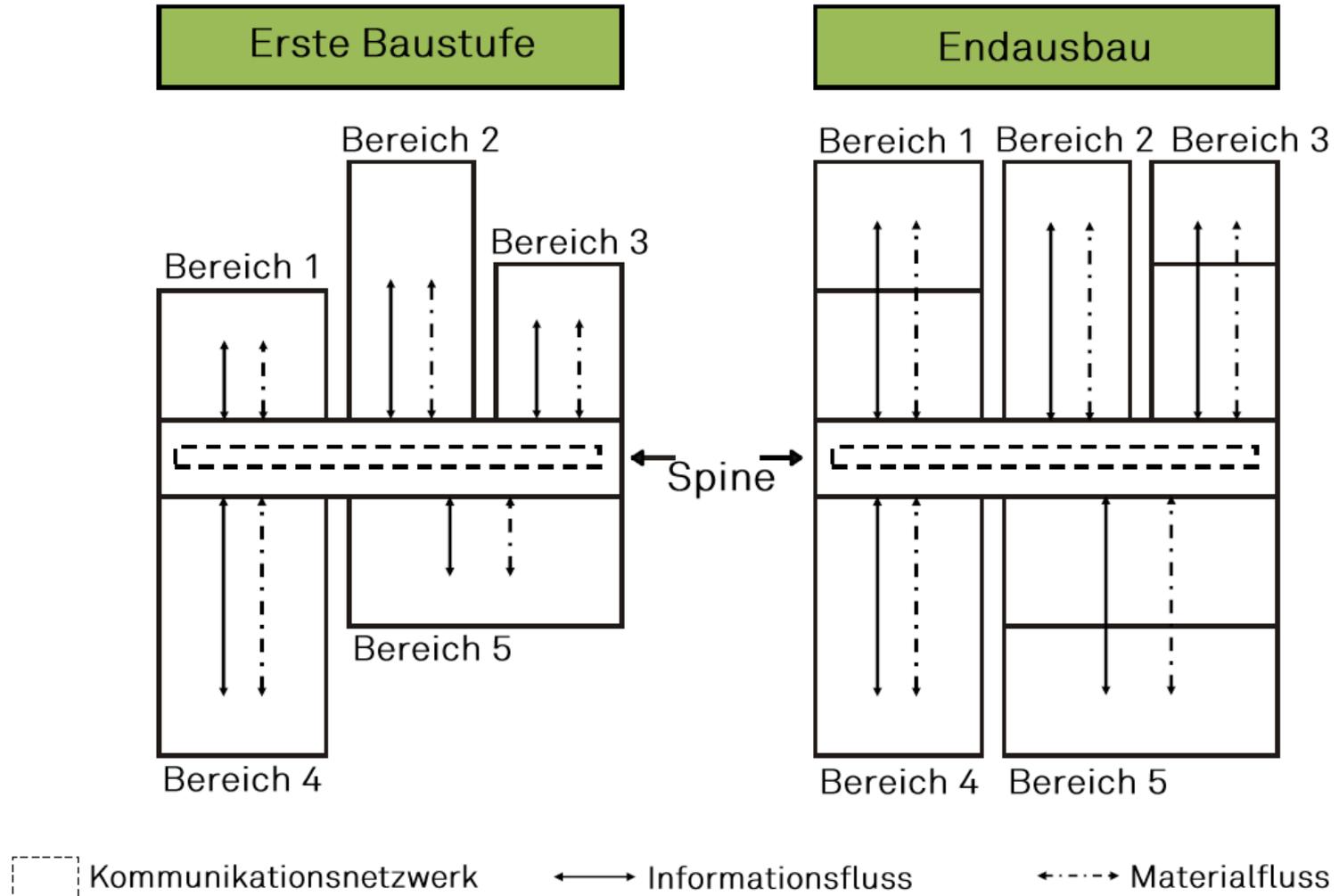


Beschreibung	Strukturbild	Gebäudestruktur
<p>U-Shape</p> <p>U-förmiger Fertigungsfluss mit innenliegendem Logistik- und Versandbereich, geeignet bei zentralem Logistik-Konzept</p>		
<p>Ringstruktur</p> <p>Verkettung unterschiedlicher Flächen Funktionserfüllung im Ring nur durch lückenlosen Bau der gesamten Ringstruktur möglich, deshalb Nachteil für Projekte mit unterschiedlichen Baustufen, die zeitlich versetzt realisiert werden</p>		
<p>Spine</p> <p>Gliederung in dienende und bedienende Flächen, in Invarianten (Erschließung, Materialversorgung) und Varianten (Fertigungsflächen)</p> <p>Zwei Möglichkeiten der Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Makroerweiterung (Spine-Verlängerung), • Mikroerweiterung (Verlängerung der Fertigungsflächen) 		

SYSTEMEBENE BEISPIEL U-SHAPE-FACTORY



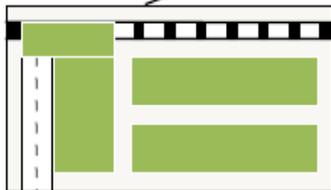
SYSTEMEBENE BEISPIEL SPINE-GEBÄUDESTRUKTUR



Grobplanung - Variantenauswahl

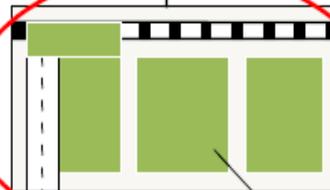
Variante

Standortebene



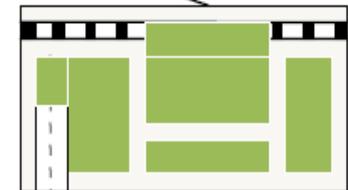
Variante 1

Varianten
General-
bebauung



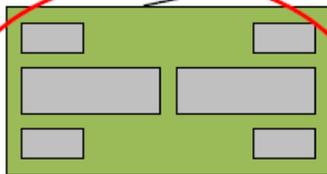
Variante 2

Variante mit dem
größten Nutzwert



Variante 3

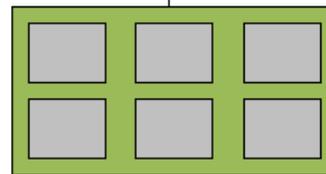
Systemebene



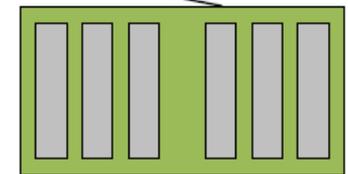
Variante 1

Variante mit dem
größten Nutzwert

Varianten
Grob-
layout



Variante 2



Variante 3

1. Qualitative Bewertung mittels Nutzwert-Analyse
2. Wirtschaftliche Bewertung

NUTZWERTANALYSE – ERMITTLUNG DER GEWICHTUNG ÜBER DEN PAARWEISER VERGLEICH

Bewertungskriterien												Summe	Ranking		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	12
1	hohe Flexibilität bzgl. Leistungsschwankungen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	↓ 10
2	Erweiterungsfähigkeit über 2015 hinaus	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	↓ 9
3	transparenter gerichteter Materialfluss	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	↘ 8
4	leichte Implementierung im laufenden Betrieb	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	↘ 7
5	Möglichkeit der Verwendung existierender Technik	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	→ 6
6	hohe Flexibilität bei Veränderung des Artikelspektrums	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	10	→ 5
7	Schutz der Ware gegenüber unerlaubtem Zugriff	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	12	↗ 4
8	einfache Umsetzung FIFO / Chargenverwaltung	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	14	↗ 3
9	Risiken / Unwägbarkeiten bei der Umsetzung	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	16	↑ 2
10	hohe Verfügbarkeit / Notfallkonzepte	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	18	↑ 1
11		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0		
12		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0		

Kriterium A hat Priorität vor Kriterium B: 2 : 0

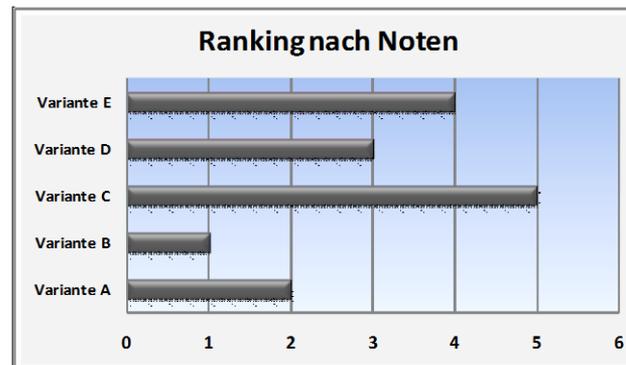
Kriterium B hat Priorität vor Kriterium A: 0 : 2

Kriterium A und B sind gleichwertig: 1 : 1

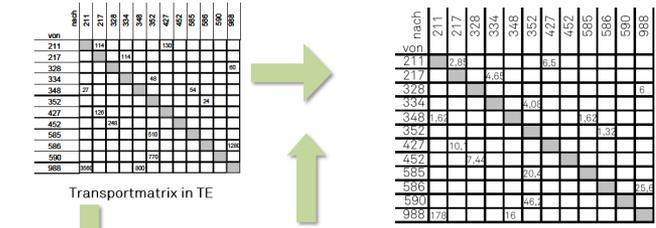
	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D	Variante E
--	------------	------------	------------	------------	------------

Bewertungskriterium	Gewichtung	einfach	gewichtet	einfach	gewichtet	einfach	gewichtet	einfach	gewichtet	einfach	gewichtet
1 hohe Flexibilität bzgl. Leistungsschwankungen	0	2	0	1	0	5	0	3	0	4	0
2 Erweiterungsfähigkeit über 2015 hinaus	2	2	4	1	2	5	10	3	6	4	8
3 transparenter gerichteter Materialfluss	4	2	8	1	4	5	20	3	12	4	16
4 leichte Implementierung im laufenden Betrieb	6	2	12	1	6	5	30	3	18	4	24
5 Möglichkeit der Verwendung existierender Technik	8	2	16	1	8	5	40	3	24	4	32
6 hohe Flexibilität bei Veränderung des Artikelspektrums	10	2	20	1	10	5	50	3	30	4	40
7 Schutz der Ware gegenüber unerlaubtem Zugriff	12	2	24	1	12	5	60	3	36	4	48
8 einfache Umsetzung FIFO / Chargenverwaltung	14	2	28	1	14	5	70	3	42	4	56
9 Risiken / Unwägbarkeiten bei der Umsetzung	16	2	32	1	16	5	80	3	48	4	64
10 hohe Verfügbarkeit / Notfallkonzepte	18	2	36	1	18	5	90	3	54	4	72
10											
12											
Ergebnisse Summe	90		180		90		450		270		360
Note			2		1		5		3		4
Ranking			↘ 2		↑ 1		↓ 5		↘ 3		↘ 4

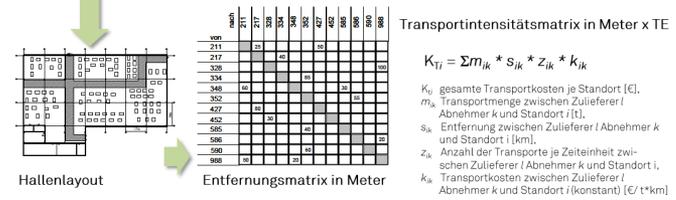
Übersicht Ausgangsvarianten	Ranking	Note
1 Variante A	2	2
2 Variante B	1	1
3 Variante C	5	5
4 Variante D	3	3
5 Variante E	4	4



1. Transportintensitätsmatrix je Variante



2. Betriebsmittelbedarf ermitteln je Variante



Transportintensitätsmatrix in Meter x TE

$$K_{ij} = \sum m_{ik} * s_{ik} * z_{ik} * k_{ik}$$

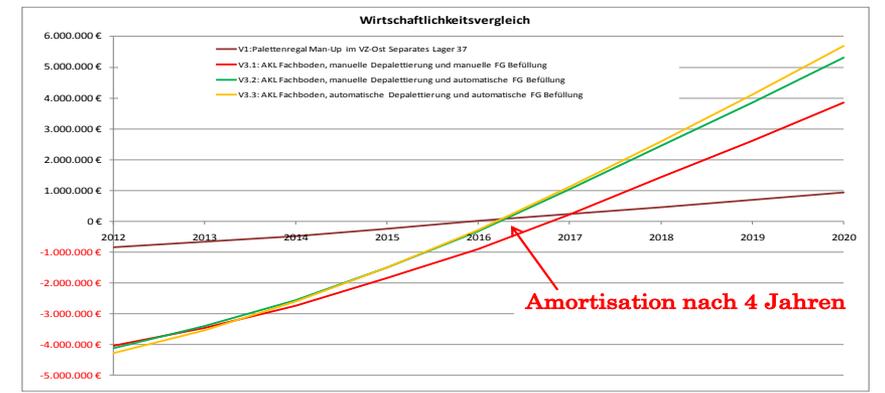
K_{ij} gesamte Transportkosten je Standort i, j
 m_{ik} Transportmenge zwischen Zulieferer i Abnehmer k und Standort i, j
 s_{ik} Entfernung zwischen Zulieferer i Abnehmer k und Standort i, j [km]
 z_{ik} Anzahl der Transporte je Zeiteinheit zwischen Zulieferer i Abnehmer k und Standort i, j
 k_{ik} Transportkosten zwischen Zulieferer i Abnehmer k und Standort i (konstant) [€/t*km]

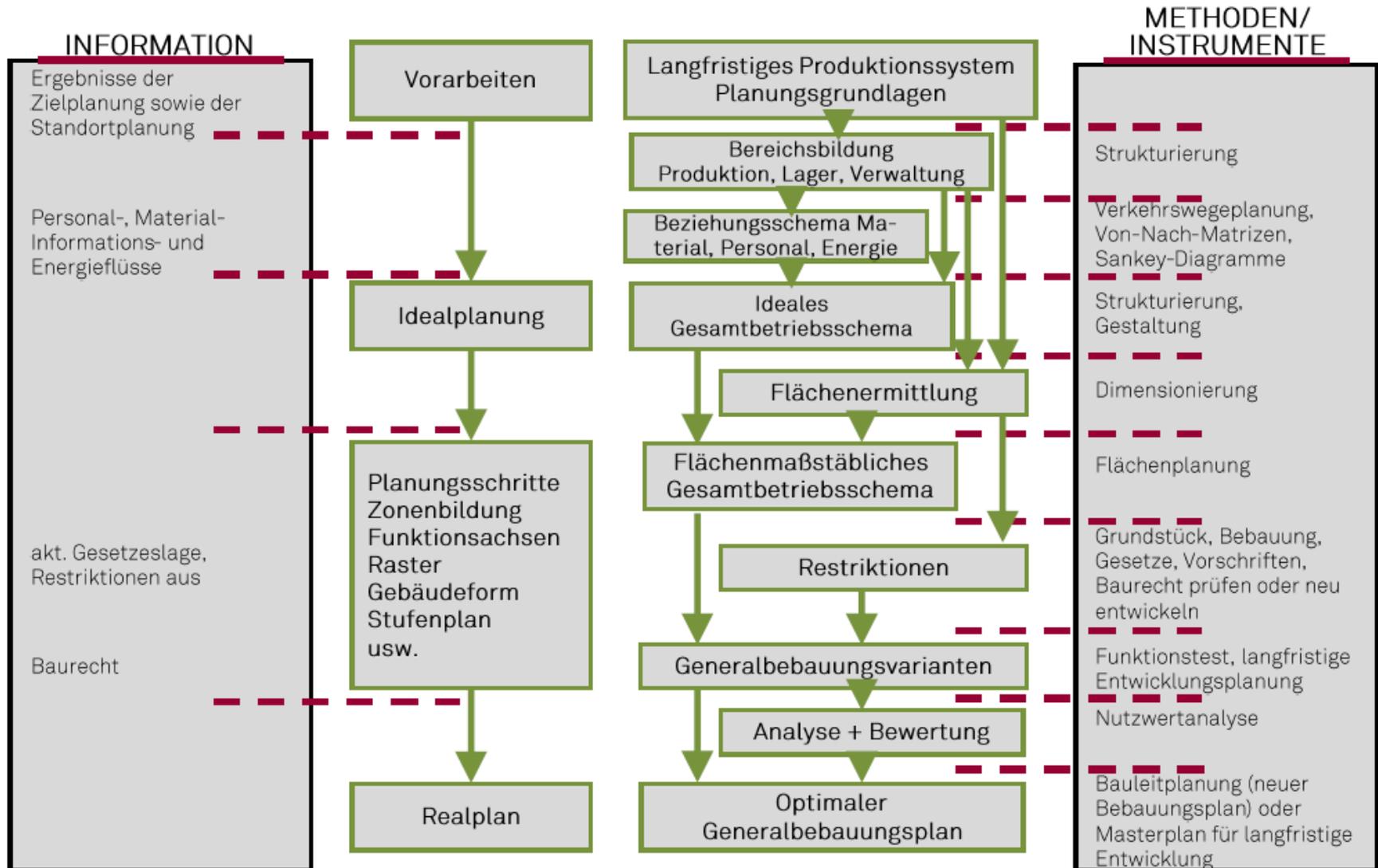
3. Personalbedarf ermitteln je Variante

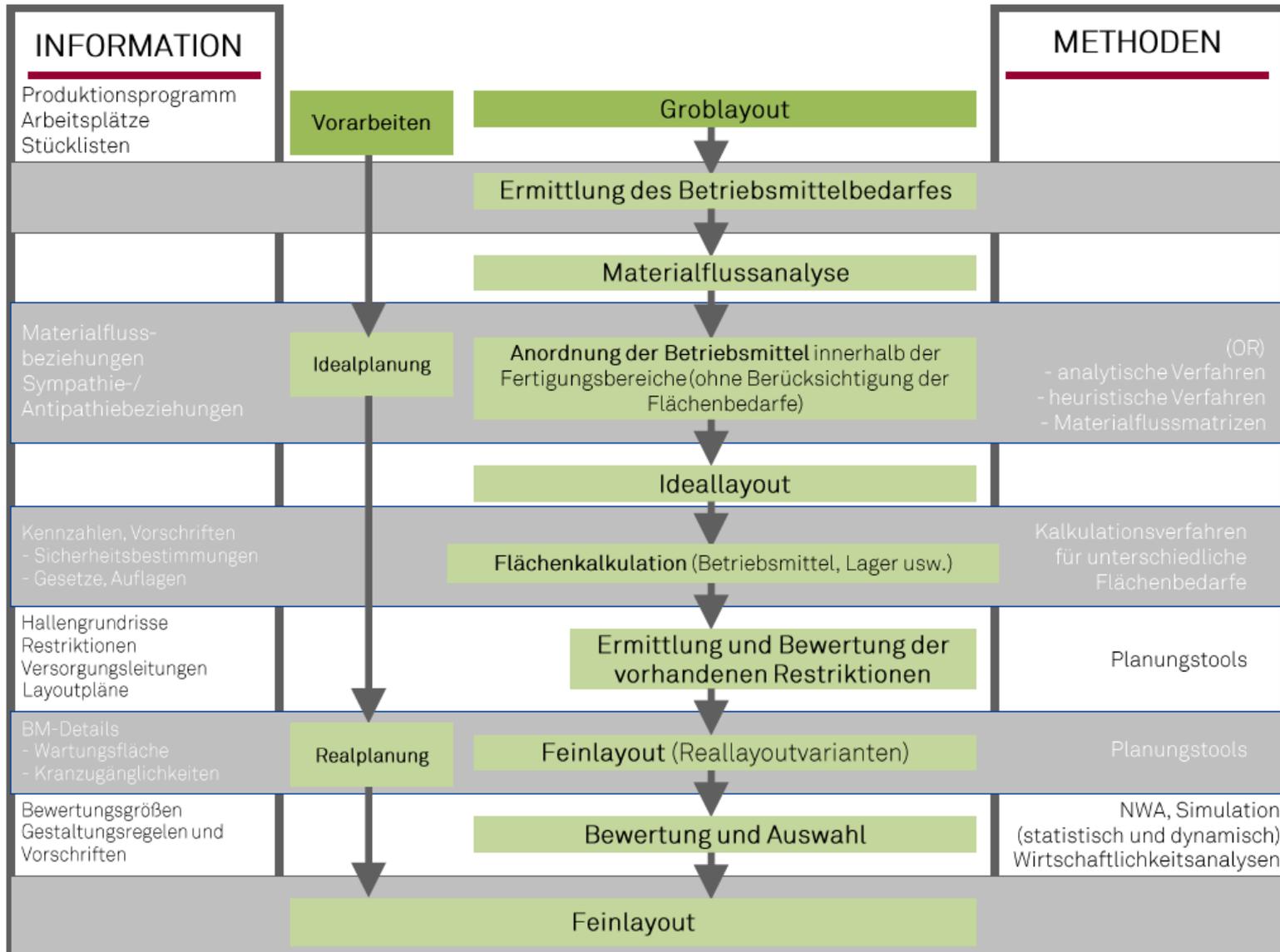
Arbeitsanforderung	Anzahl/Manne	Quelle	Bemerkung	Eigene Berechnungen
Entladung anliegender Paletten	533	100% Beschäftigung	Aus TE	
Entladung Man-UP Paletten	533	100% Beschäftigung	Aus TE	
Summe Entladung Paletten	1066			
Anzahl Paletten TE	4,8			

Arbeitsanforderung	Personen	Ressource	Kategorie/Qualifikation	MALP02	IS	Werte	Stärke	Menge/Std	Faktor IS	Isk/Std	Std IS	Std IS	IS/Std	IS/Std
Entladung anliegender Paletten + Man-UP Paletten (Summe 1066) und erst mit steigendem	1066	100%	1. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1. Paletten anliegend	533	100%	1. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
2. Paletten anliegend	533	100%	2. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
3. Paletten anliegend	533	100%	3. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
4. Paletten anliegend	533	100%	4. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
5. Paletten anliegend	533	100%	5. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
6. Paletten anliegend	533	100%	6. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
7. Paletten anliegend	533	100%	7. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
8. Paletten anliegend	533	100%	8. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
9. Paletten anliegend	533	100%	9. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
10. Paletten anliegend	533	100%	10. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
11. Paletten anliegend	533	100%	11. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
12. Paletten anliegend	533	100%	12. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
13. Paletten anliegend	533	100%	13. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
14. Paletten anliegend	533	100%	14. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
15. Paletten anliegend	533	100%	15. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
16. Paletten anliegend	533	100%	16. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
17. Paletten anliegend	533	100%	17. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
18. Paletten anliegend	533	100%	18. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
19. Paletten anliegend	533	100%	19. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
20. Paletten anliegend	533	100%	20. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
21. Paletten anliegend	533	100%	21. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
22. Paletten anliegend	533	100%	22. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
23. Paletten anliegend	533	100%	23. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
24. Paletten anliegend	533	100%	24. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
25. Paletten anliegend	533	100%	25. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
26. Paletten anliegend	533	100%	26. aufarbeiten von Boden			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

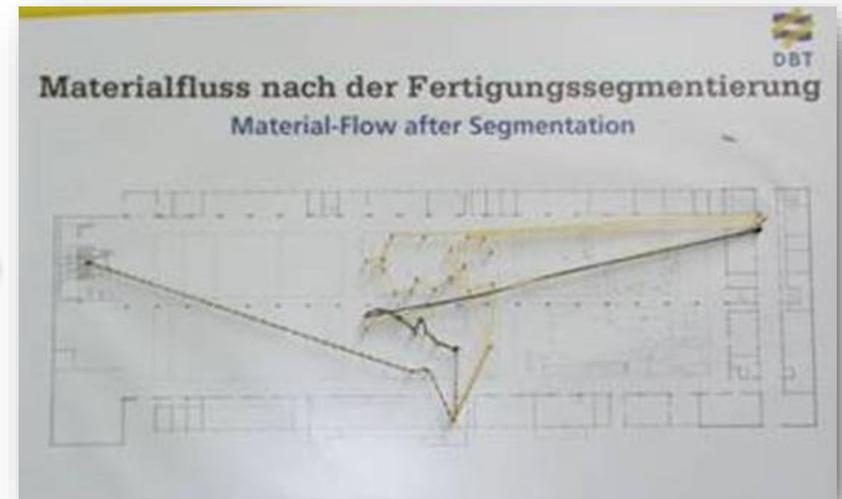
4. Wirtschaftlicher Vergleich (ROI)

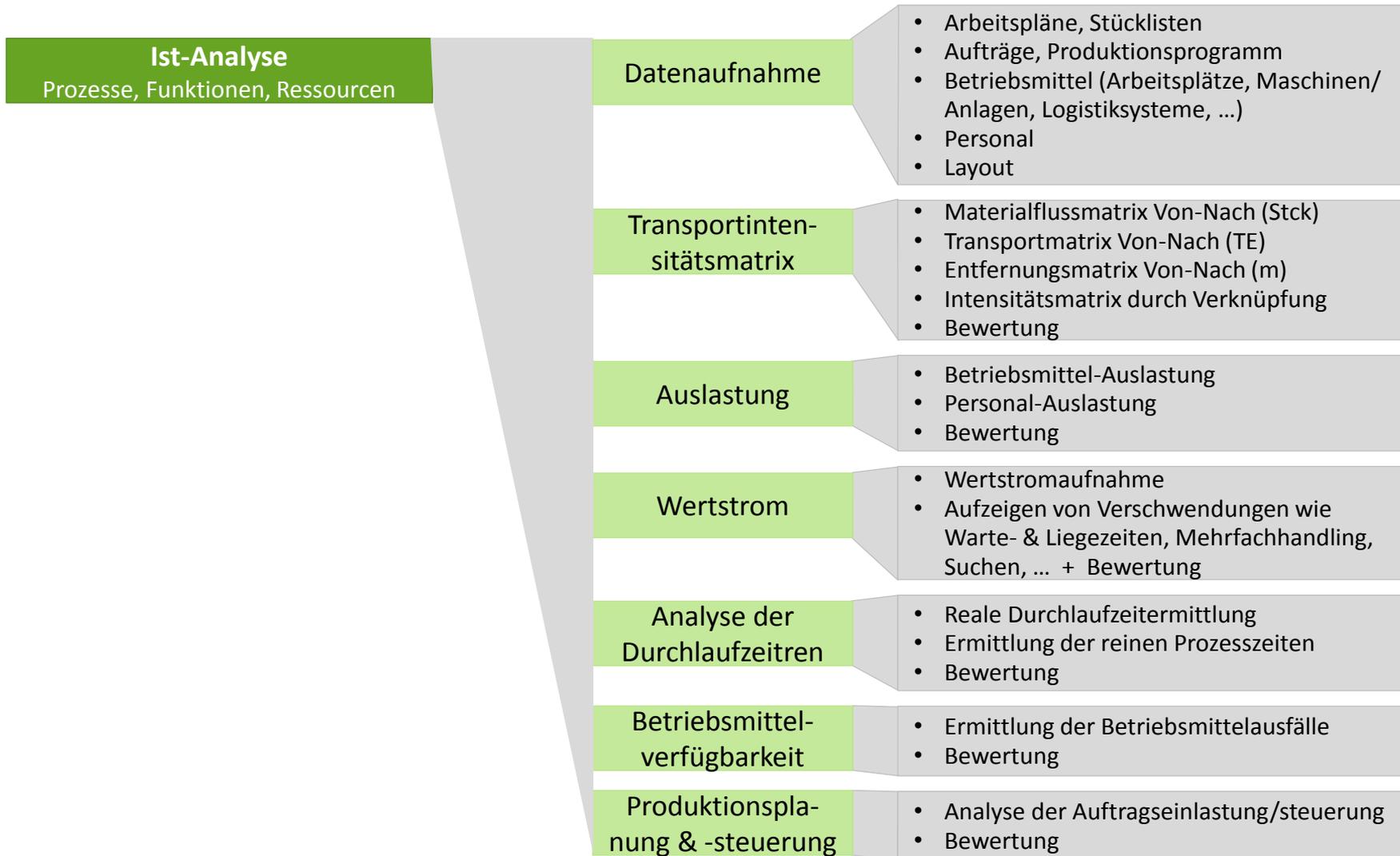






Analyse des Materialflusses





Ist-Analyse

Prozesse, Funktionen, Ressourcen

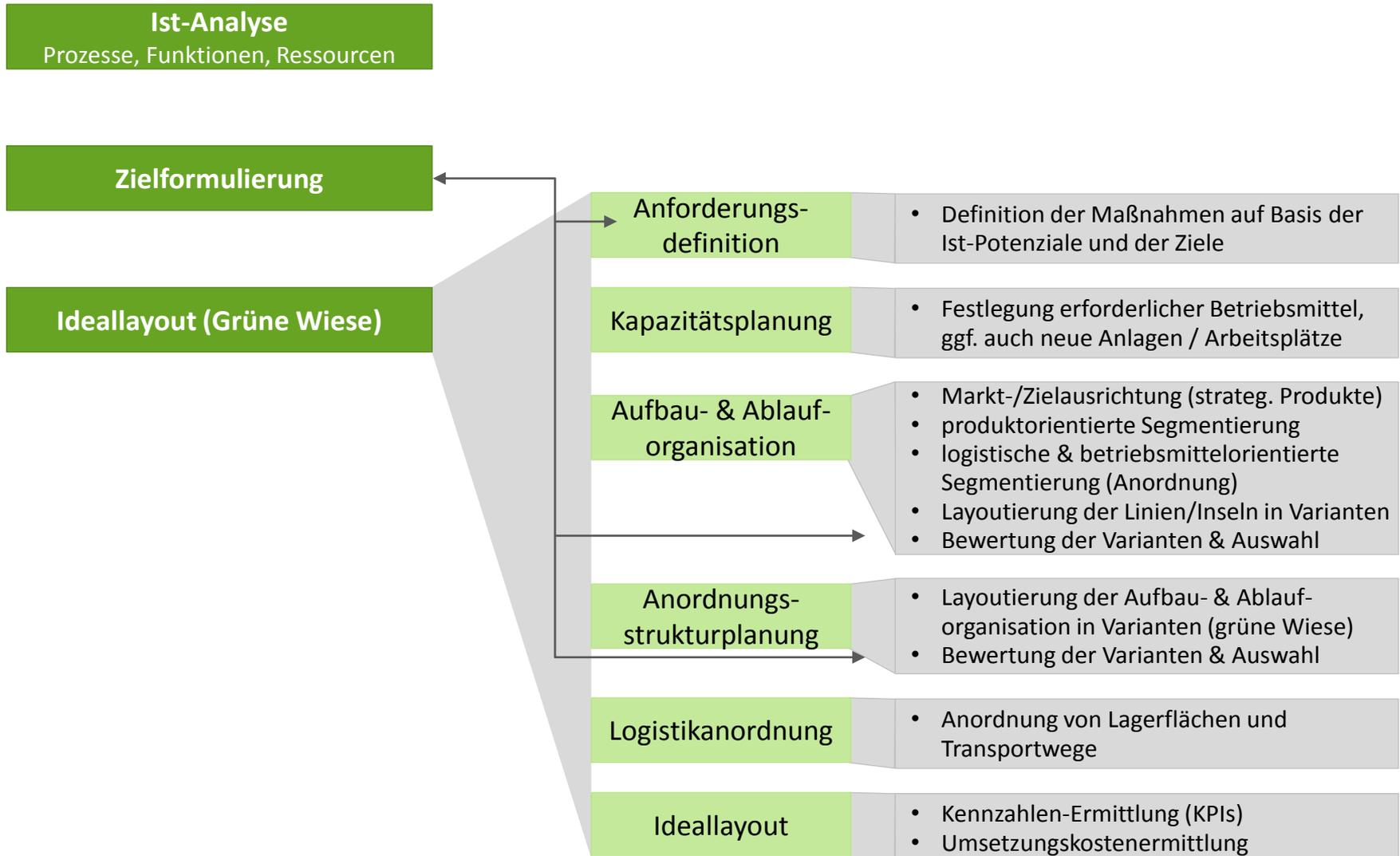
Zielformulierung

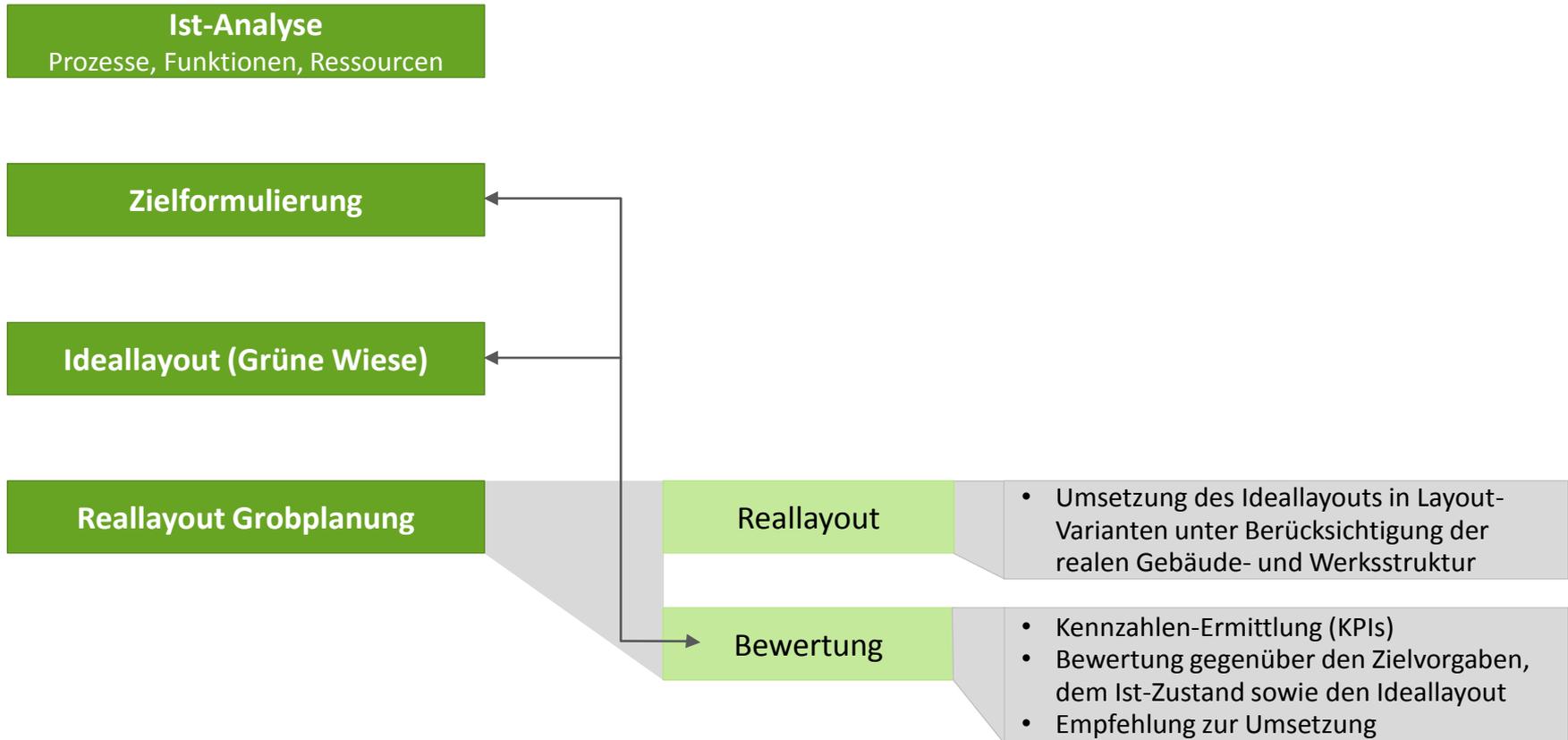
Strategische Ziele

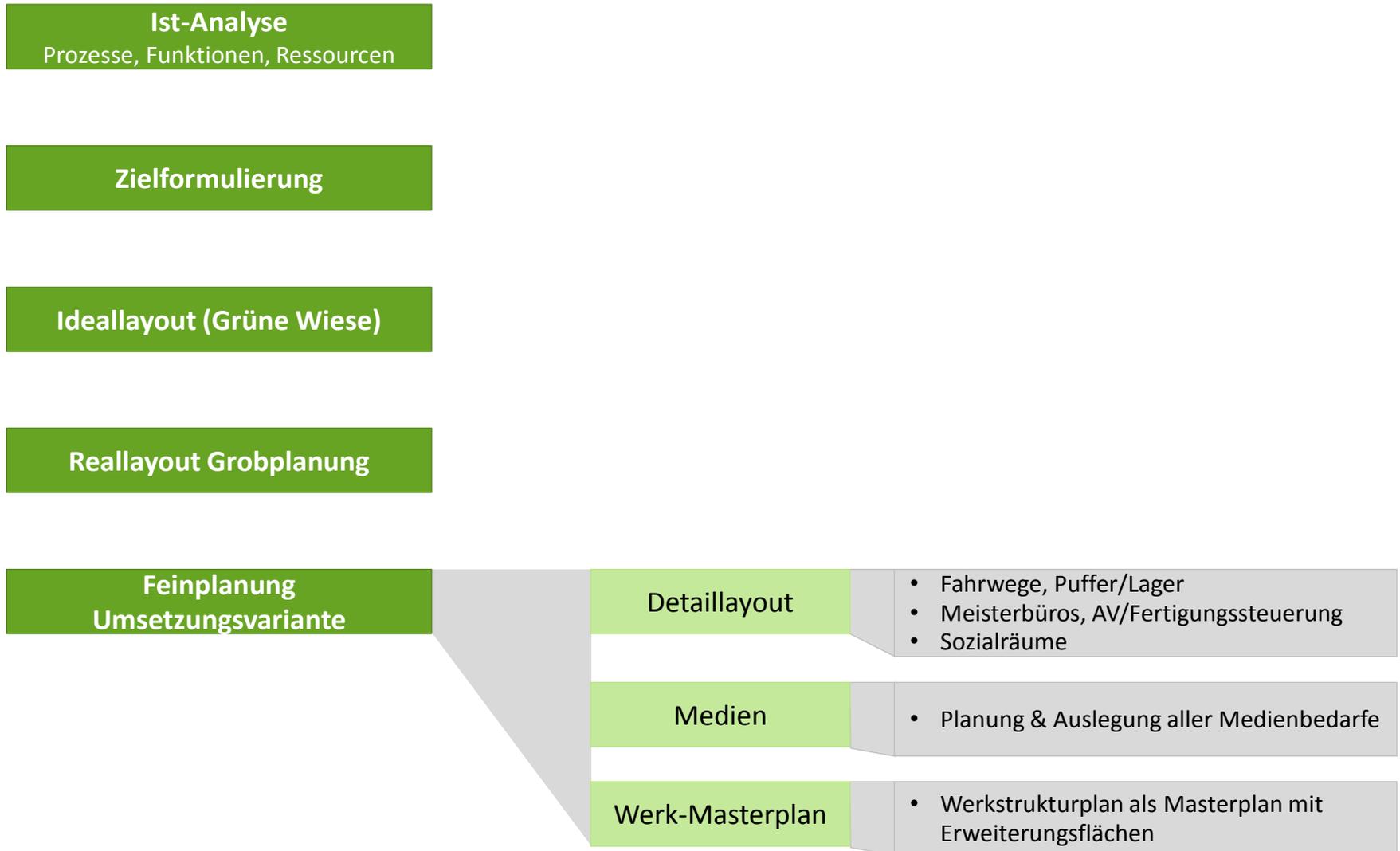
- realistisch, messbar, terminiert
- Spiegelt die Unternehmensentwicklung wieder

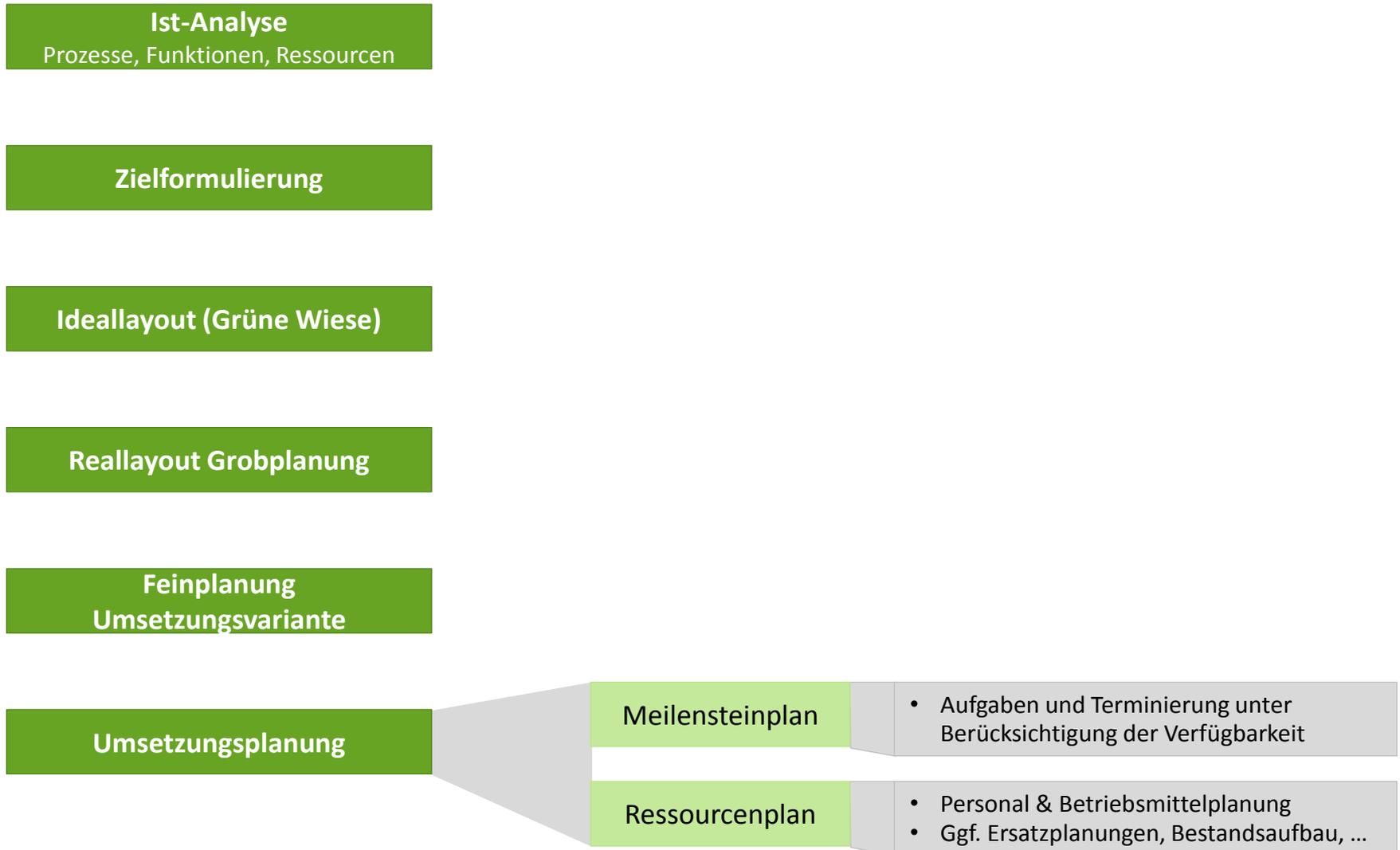
Kennzahlen

- Festlegung der KPIs
- Ermittlung des Ist-Werts je KPI
- Definition des Soll-Werts je KPI

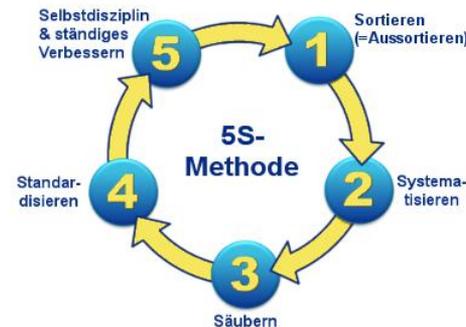








- Produktionssteuerung und –Terminierung ausgehend vom Engpass
- Losgrößenberechnung bei Lagerfertigung
- Personalsteuerung
- Materialabrufe
- Materialbereitstellung
- Materialtransport
- Lieferantenintegration
- TPS – Lean Production-System





Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!