

Vorlesung Fabrikplanung SS 2014

Teil 6: Beschaffung von Investitionsgütern

- Konzeptplanung
 - Systemplanung/Systemfindung
 - Kapazitätsberechnung
 - Bewertung von Varianten durch
 - Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
 - Nutzwertanalyse
- Layoutplanung

Heiko Barth (Dozent)

agiplan GmbH | Kölnerstr. 80-82 | 45481 Mülheim an der Ruhr

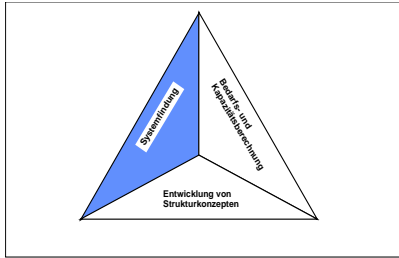
email: hbarth@agiplan.de

Vorlesungstermine Fabrikplanung SS 2014

Vorlesung 1	15. April	16:00	Raum MD 162
Vorlesung 2	22. April	16:00	Raum MD 162
Vorlesung 3	29. April	16:00	Raum MD 162
Vorlesung 4	27. Mai	16:00	Raum MD 162
Vorlesung 5	03. Juni	16:00	Raum MD 162
Vorlesung 6	24. Juni	16:00	Raum MD 162
Vorlesung 7	01. Juli	16:00	Raum MD 162
Vorlesung 8	08. Juli	16:00	Raum MD 162

Systemplanung/ Systemfindung

Systemfindung



Die einzelnen Systemlösungen sind zunächst ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Gegebenheiten und Beschränkungen als **Idealplan** aufzustellen (vgl. Kapitel „Grundsätzliches“). In der späteren **Realplanung** werden erst die Restriktionen berücksichtigt, um nicht zu früh geeignete Lösungsvarianten auszuschließen.

Während die Fertigungsverfahren Spanende Formgebung, Spanlose Formgebung, Fügen, Oberflächenbehandlung, Kunststoff- und Gummifertigung, etc. technologiebestimmt sind und von der Fertigungsplanung und Arbeitsvorbereitung zusammen mit der Produktentwicklung konzipiert werden - gegebenenfalls unter frühzeitiger Einbindung von Anlagenlieferanten -, sind die Funktionen Montieren, Transportieren und Lagern besondere Gestaltungsfelder der Systemplanung.

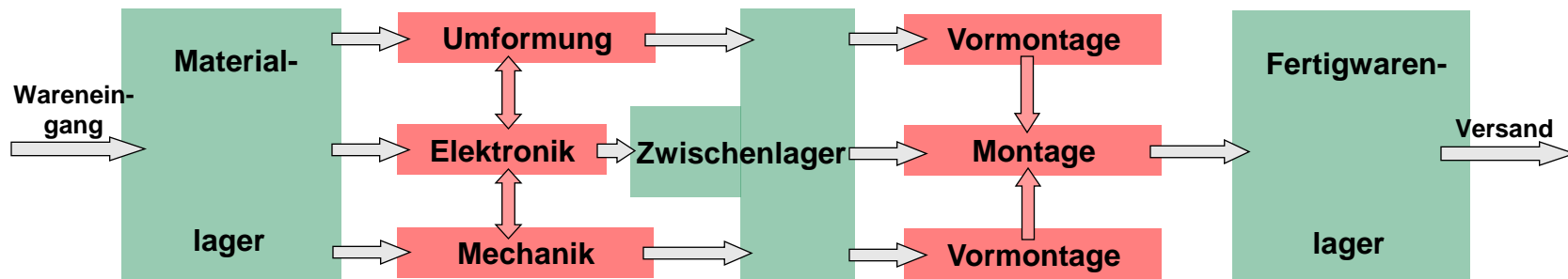
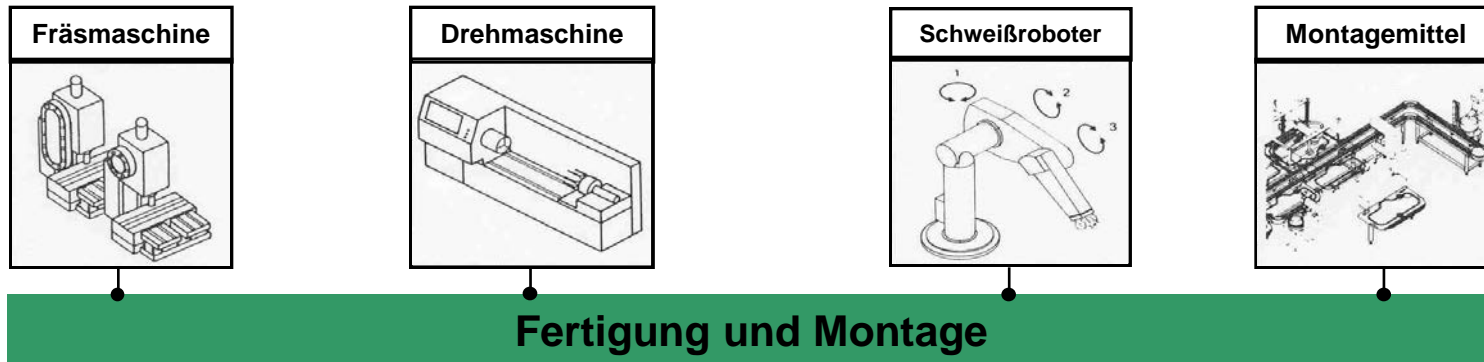
Systemfindung

Schwerpunkt der Systemplanung ist die Gestaltung und Dimensionierung der Hauptfunktionen der Fabrik.

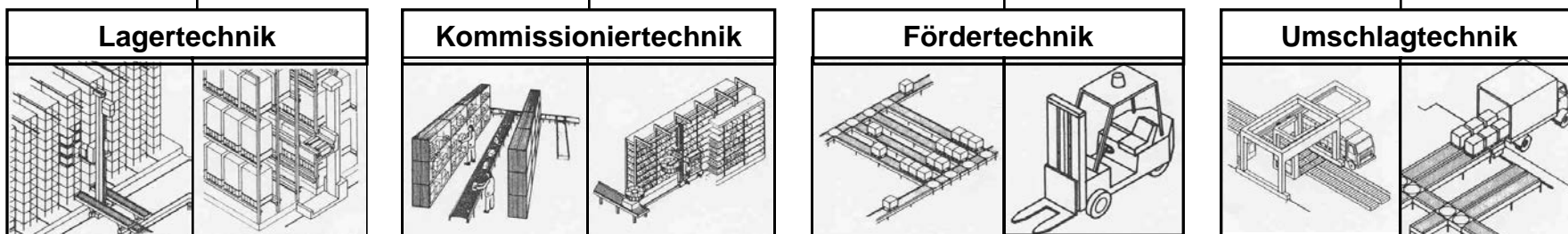
- Wareneingang**
- Materiallager**
- Fertigung**
- Zwischenlager**
- Transport**
- Montagen**
- Fertigwarenlager**
- Versand**

Die Auswahl der Lösungen wird so weit vorgenommen, dass technische Spezifikationen, Leistungs- und Kostendaten mit ausreichender Genauigkeit bestimmt sind.

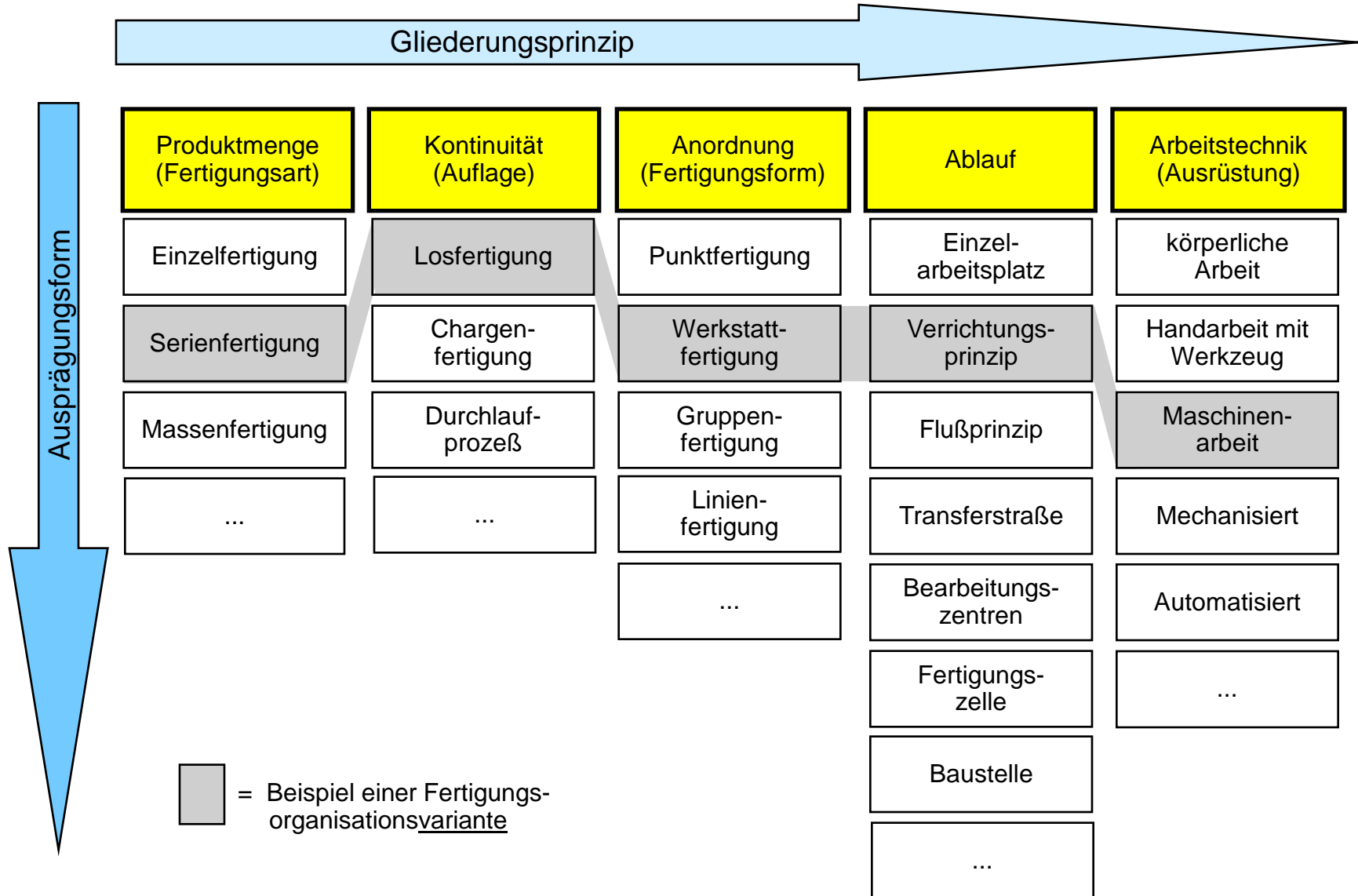
Fertigungs-, Lager- und Materialflusssysteme im Produktionsablauf



Lager und Materialfluss



Morphologischer Kasten zur Auswahl von Fertigungssystemen



Morphologischer Kasten zur Auswahl von Montagesystemen

Montagefall	Montageart	Montageorganisation	Materialbereitstellung	Montageanordnung
hohe Stückzahl große Typvarianz	Mixed-Montage	Platzmontage	gezielt f. Einzelteile od. Baugruppen	2 Ebenen (Lager/Montage)
hohe Stückzahl mittlere Typvarianz	Batch-Montage	Gruppenmontage	kommissionierte Mengen	1 Ebene
hohe Stückzahl geringe Typvarianz	...	Reihenmontage	Bevorratung aller Teile	...
mittlere Stückzahl große Typvarianz		Fließmontage	vorber. für einen Auftrag	
mittlere Stückzahl mittlere Typvarianz		Taktstraßenmontage	...	
mittlere Stückzahl geringe Typvarianz		...		
kleine Stückzahl große Typvarianz				
...				

 = Beispiel einer Montagegestaltung

Begriffe: Mixed-Montage = Montage in beliebiger Reihenfolge,
Batch-Montage = Montage in Losen)

Morphologischer Kasten zur Auswahl von Lagersystemen

Lagereinheit	Lager-einrichtung	Lager-bedieneung	Kommissio-nierung	Materialfluss-steuerung	Informations-verarbeitung	Gebäude
einzelne Artikel	Bodenlagerung	mit Wagen	auftragsweise	manuell	manuell	Freilager
Sichtkasten/ Karton	Blocklagerung	Stetigförderer	artikelweise	off line	batch processing	Flachlager konventionell
Palette	Flachregal bis 7 m	Gabelhub-wagen	nacheinander	on line	real-time processing	Flachlager Traglufthalle
...	Hochflach-regal bis 12 m	Frontstapler	parallel	Hochflachlager
	Hochregal > 12 m	Schubmast-stapler	zentrale Abgabe			Hochregallager Stahlbau
	Verschiebe-regal	Hochregal-stapler	dezentrale Abgabe			Hochregallager Beton
	Einfahr-regal	Regalförder-zeug	...			Stockwerklager
	Umlauf-regal	Kommissionier-gerüst				...
	Durchlauf-regal	Stapelkran				
	Fließende Lagerung	Manuell				
	automat. Kleinteilregal	...				
	...					



= Beispiel zur Lagergestaltung für auftragsgesteuerten Montagebetrieb

Abbildung 12.3.5.3-1 Flächenmodul WE/WA

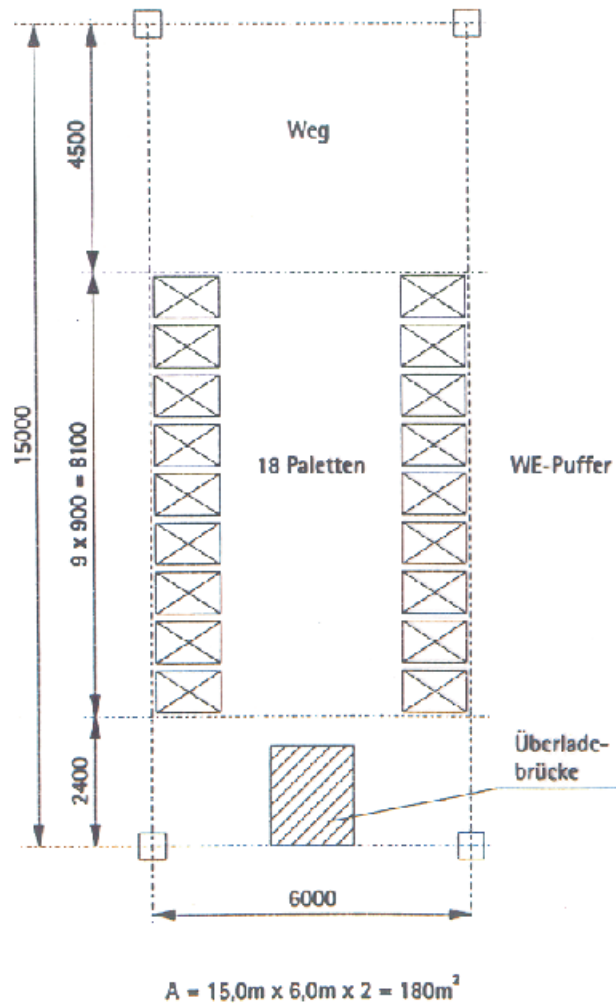
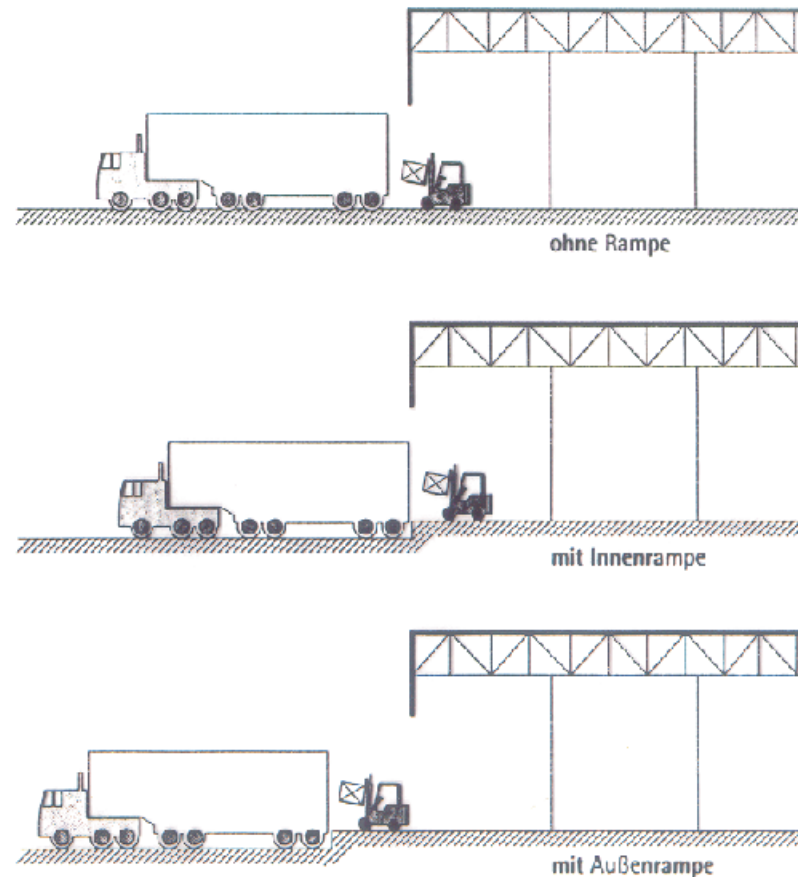


Abbildung 12.3.5.3-2 Systemlösungen Be- und Entladung



Project Rolls-Royce Assembly Engineering

Festlegung der Montagestruktur - Linien- oder Boxenmontage

Bei der Betrachtung der Montagestruktur wurde allen Varianten die Prämisse zugrunde gelegt, dass die Individualumfänge in Boxen montiert werden.

Varianten (Karosserie- und Endmontage):

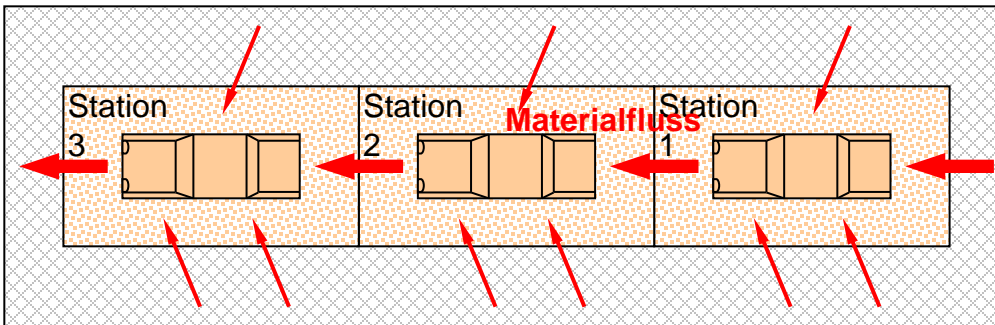
- Variante 1: Reine Linienmontage
- Variante 2: Unterflurtakte in Linie, restliche Umfänge in Boxen
- Variante 3: Innenausbau in Boxen, restliche Umfänge in Linie
- Variante 4: reine Boxenmontage

Varianten (Prüfung und Finish):

- Variante 1: Finish in Linie
- Variante 2: Finish in Boxen

Project Rolls-Royce Assembly Engineering

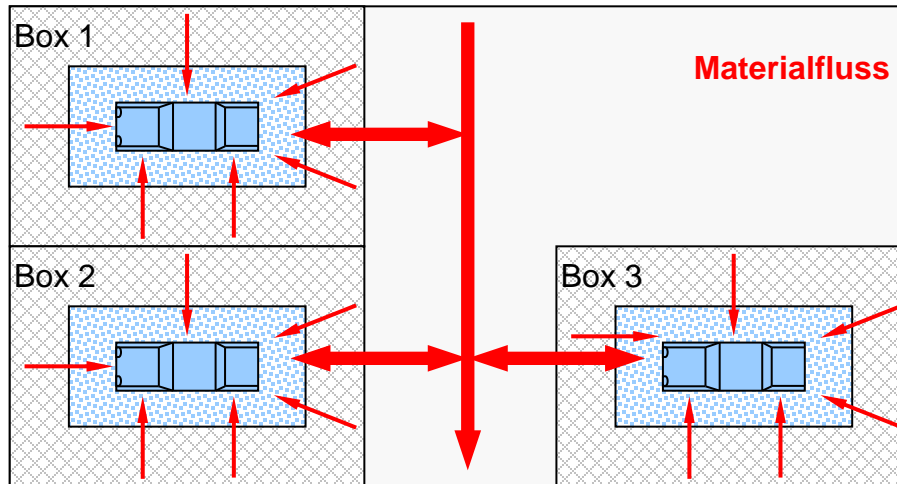
Merkmale der Linienmontage



- die Arbeitsplätze sind entsprechend des Arbeitsfortschritts angeordnet
- die Mitarbeiter und Betriebsmittel sind stationär, die Montageobjekte beweglich
- der Materialfluss findet in eine Richtung statt
- kurze Förderwege zwischen den einzelnen Montagestationen
- die Materialbereitstellung erfolgt nur an einem Verbauort
- der Ablauf ist zeitlich gebunden, somit entsteht kein ablaufbedingtes Liegen der Montageobjekte
- die Vormontagen können den Verbauorten (Stationen) nach der Fischgrät-Anordnung zugeordnet werden

Project Rolls-Royce Assembly Engineering

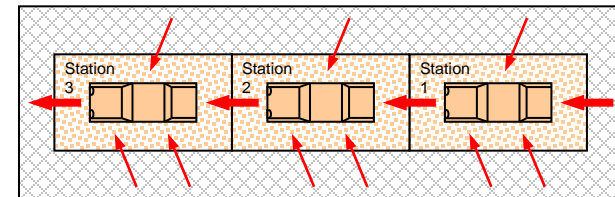
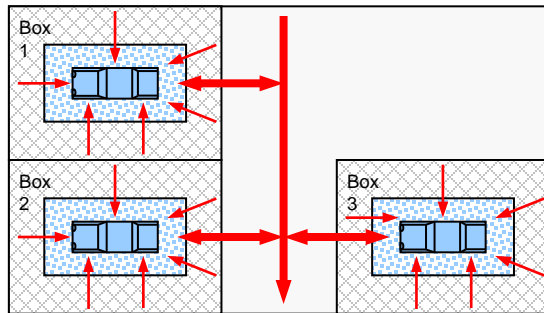
Merkmale der Boxenmontage



- die komplette Endmontage wird in der Box (Station) durchgeführt
- die Montageobjekte sind stationär
- alle zur Endmontage benötigten Ressourcen sind innerhalb der Box angeordnet
- die Materialbereitstellung findet in jeder Box statt (Gleichteile an mehreren Bereitstellorten, Variantenteile z. B. über einen Warenkorb)
- die Vormontagen sind zentral angeordnet mit Zulieferung an jede Box
- interne Boxensteuerung (Materialversorgung, Mitarbeiterkapazität)
- flexibel einsetzbare Arbeitskräfte innerhalb der Box (Notwendigkeit !)
- Eigenverantwortung der Mitarbeiter für Termine, Kosten und Qualität
- geeignet für Klein- und Mittelserien

Project Rolls-Royce Assembly Engineering

Vorteile der Boxen- und Linienmontage

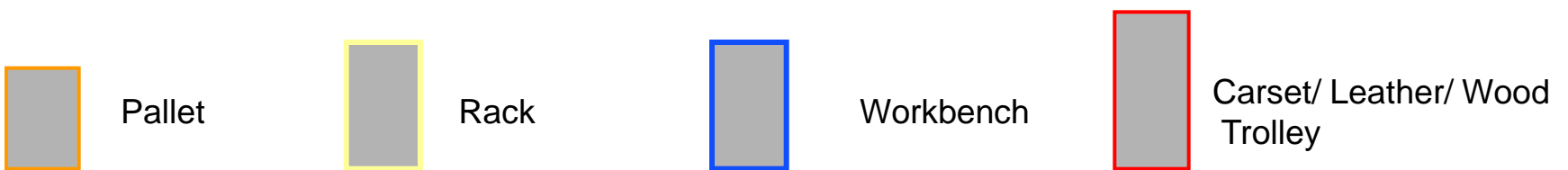
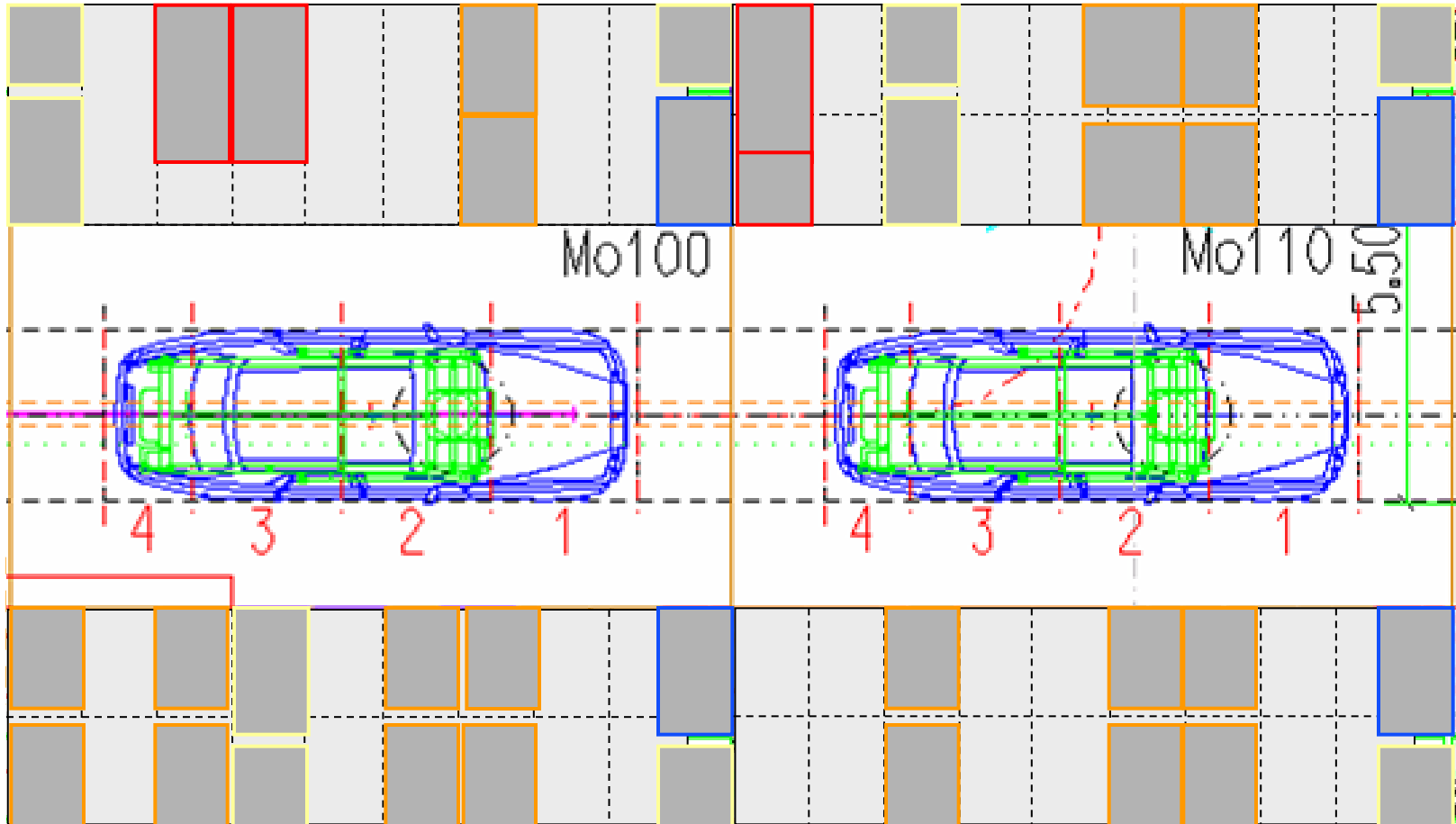


- geringer organisatorischer Aufwand bei Zeitspreizung, z. B. Individualumfängen
- geringe Komplexität bei Störungen in der Materialversorgung
- hohe Flexibilität hinsichtlich wechselnder Stückzahlen, z. B. durch Erhöhung der Schichtanzahl oder Duplizierung der Box
- hohe Flexibilität gegenüber Sonderwünschen, da der Arbeitsinhalte nicht taktgebunden sind
- kürzere Durchlaufzeit von Eilaufträgen
- hohe Personalmotivation durch Identifikation mit dem Produkt
- Unique Selling Point (USP) für R-R

- hohe Transparenz des Montageprozesses
- Störungen und andere Abweichungen vom geplanten Ablauf werden sofort sichtbar
- übersichtlicher Materialfluss
- geordnete und einfache Materialbereitstellung
- relativ einfache Überwachung und Steuerung des Montage- und Logistikablaufs
- kurze Durchlaufzeiten, da keine Pufferung und somit eine geringe Kapitalbindung
- durch den kontinuierlichen Fortschritt im Arbeitssystem werden positive Zwänge ausgelöst
- die Werkerdichte kann taktspezifisch angepasst werden
- keine Duplizierung von Betriebsmitteln, dadurch Reduzierung von Investitions- und Betriebskosten

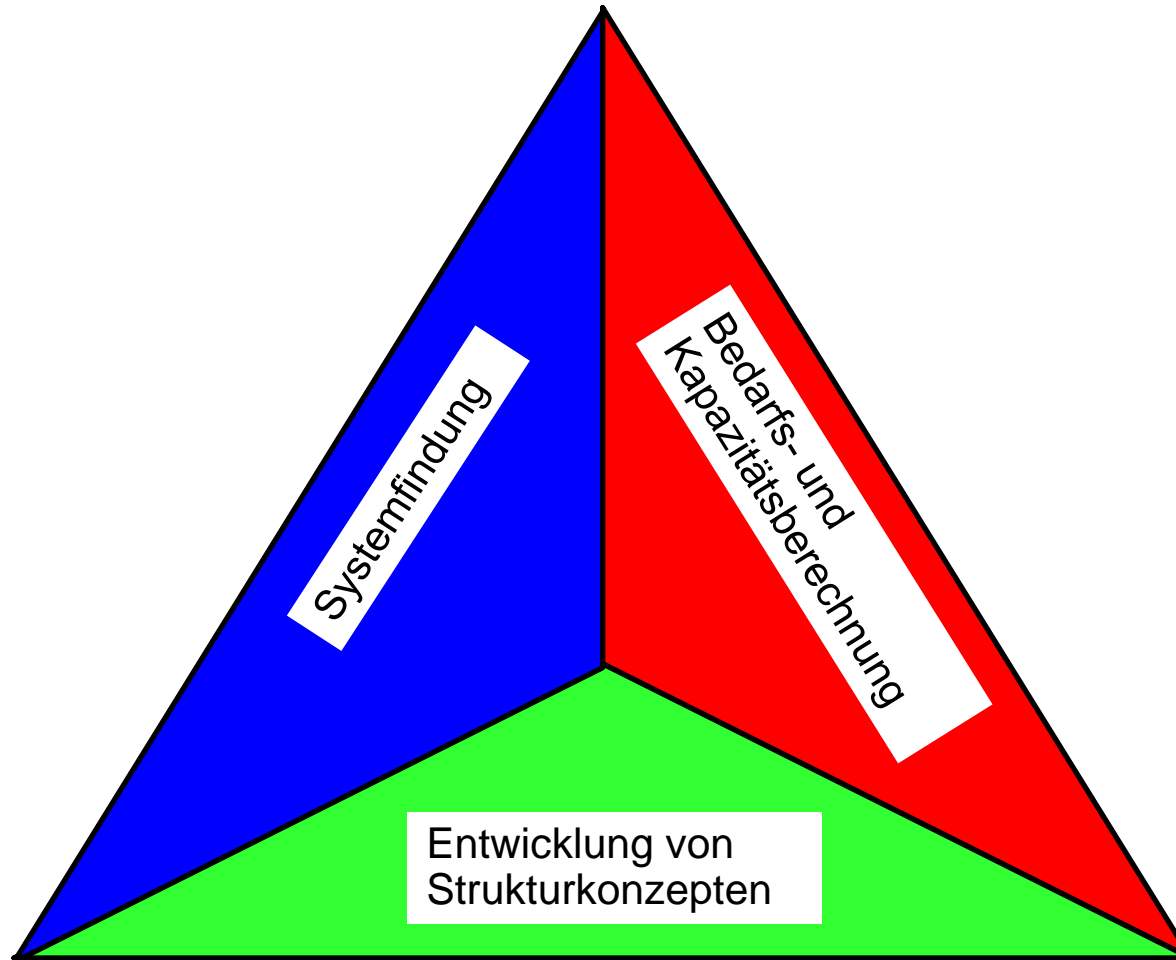
Project Rolls-Royce Assembly Engineering

Struktur des Bereitstellstreifens

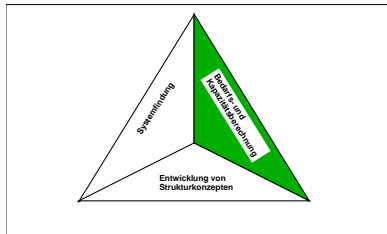


Kapazitätsberechnung

Aufgaben der Struktur- und Systemplanung



Bedarfs- und Kapazitätsberechnung

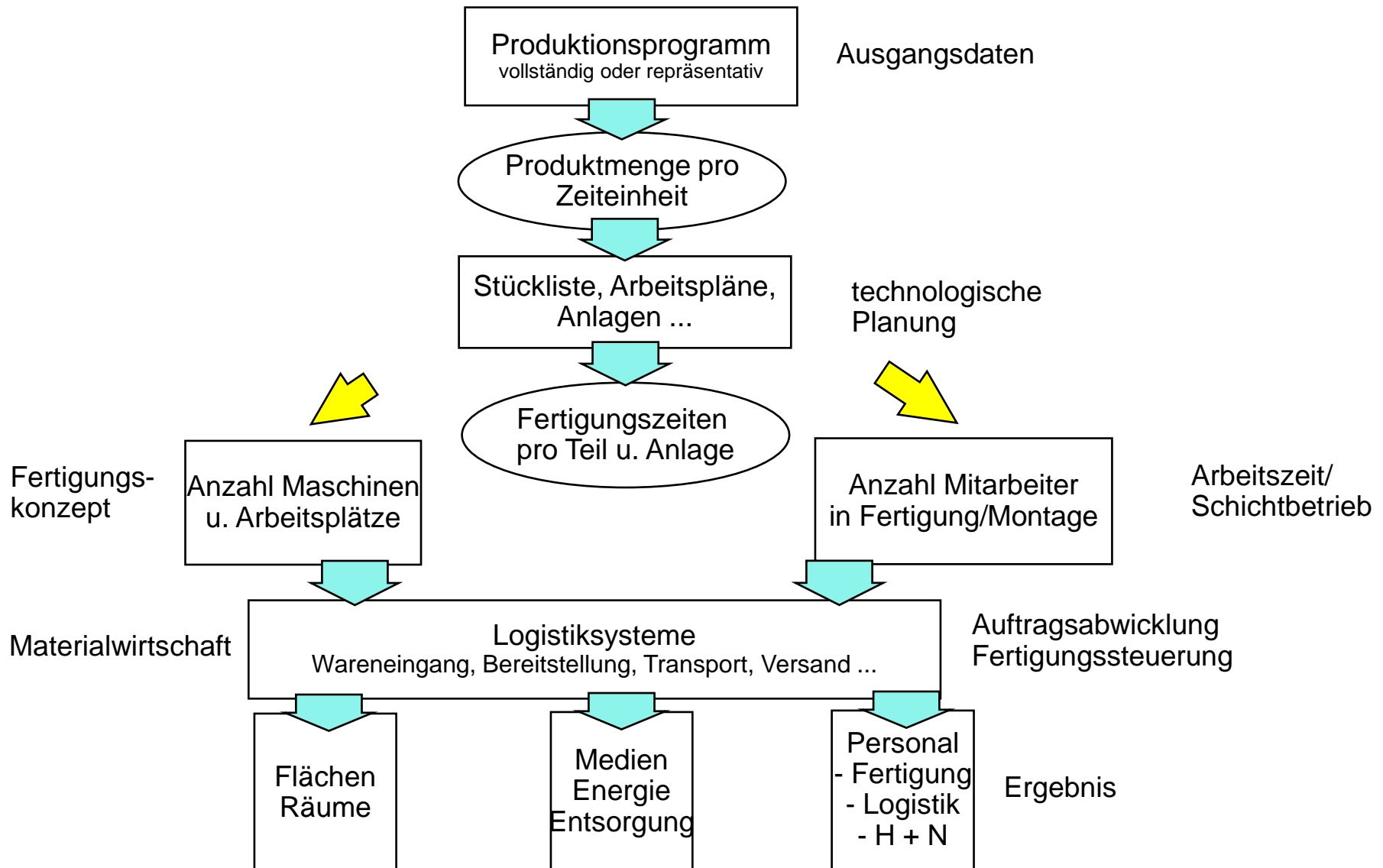


Die Bestimmung von Strukturen und Systemen für basiert zum einen auf vorausgegangener Bedarfsermittlung und geht zum anderen mit der **Berechnung der notwendigen Kapazitäten** für Maschinen und Einrichtungen, Ver- und Entsorgungssysteme, Flächen und Räume sowie Personal einher.

Ausgangswerte sind die geforderten Produktmengen pro Zeiteinheit (siehe Produktionsprogramm). Mit den technologischen Daten für die Fertigung, den Prinzipien der Auftragsabwicklung und Materialwirtschaft werden Maschinen, Einrichtungen, Medienversorgung, Flächen und Personal dimensioniert.

Der **statische Kapazitätsbedarf** ergibt sich, indem, ausgehend vom Produktionsprogramm, aus den Arbeitsplänen (repräsentativer) Teile die jährlich effektiv benötigten Kapazitäten unter Berücksichtigung von Verlustzeiten und entsprechenden Arbeitsschichtmodellen berechnet werden. Der **dynamische Kapazitätsbedarf** wird ermittelt, indem zu erwartender Störungen, Saisonalitätsfaktoren, geplante Losgrößen und Umrüstungen, sowie ungeplante Auftragsschwankungen in Szenarien oder mit Faktoren einbezogen werden.

Ablaufschema der Kapazitätsbestimmung



Berechnungsverfahren Maschinen- und Personalbedarf

Ausgangsbasis für die Berechnung des direkten Personals, z.B. :	
Werktage:	260
Feiertage	- 9
Krankheit	- 11
Urlaub	- 30
<u>Arbeitstage(AT)</u>	<u>210</u>
tägliche Arbeitszeit (AZ)	
einschichtig:	_____h/d
zweischichtig:	_____h/d
dreischichtig:	_____h/d
Zeitgrade (ZG) [°]	
_____%	für _____
_____%	für _____

<p>Betriebszeit BZ $BZ = AT * AZ$</p> <p>einschichtig: _____h/d zweischichtig: _____h/d dreischichtig: _____h/d</p>
<p>Maschinenkapazität KM $KM = BZ * NG/100$</p> <p>einschichtig: _____h/d zweischichtig: _____h/d dreischichtig: _____h/d</p>
<p>Personalkapazität KP theoretisch $KP_t = AT * AZ * ZG/100$</p>
<p>Personalkapazität KP real $KP_r = KP_t / (1+ZP/100)$</p>

<p>Zuschläge für Personalbedarf (ZP)</p> <p>_____ % für Urlaub _____ % für Krankheit u.a.</p>
<p>Maschinennutzungsgrad (NG)</p> <p>_____ % (Verschleiß, Ausfall)</p>

[°] gemäß REFA

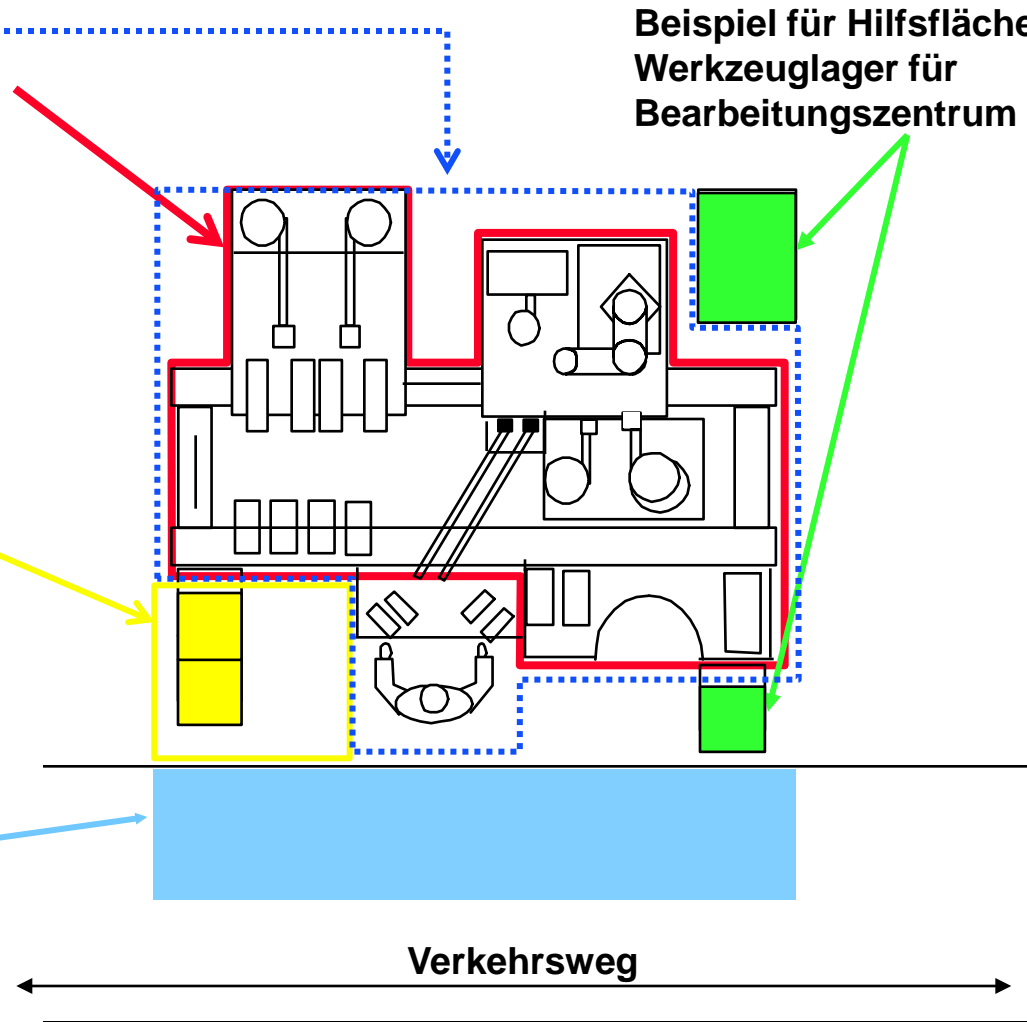
Erläuterung zur Typologie der Flächen

Arbeitsfläche =
Maschinenprojektionsfläche
+ Bedienungsfläche

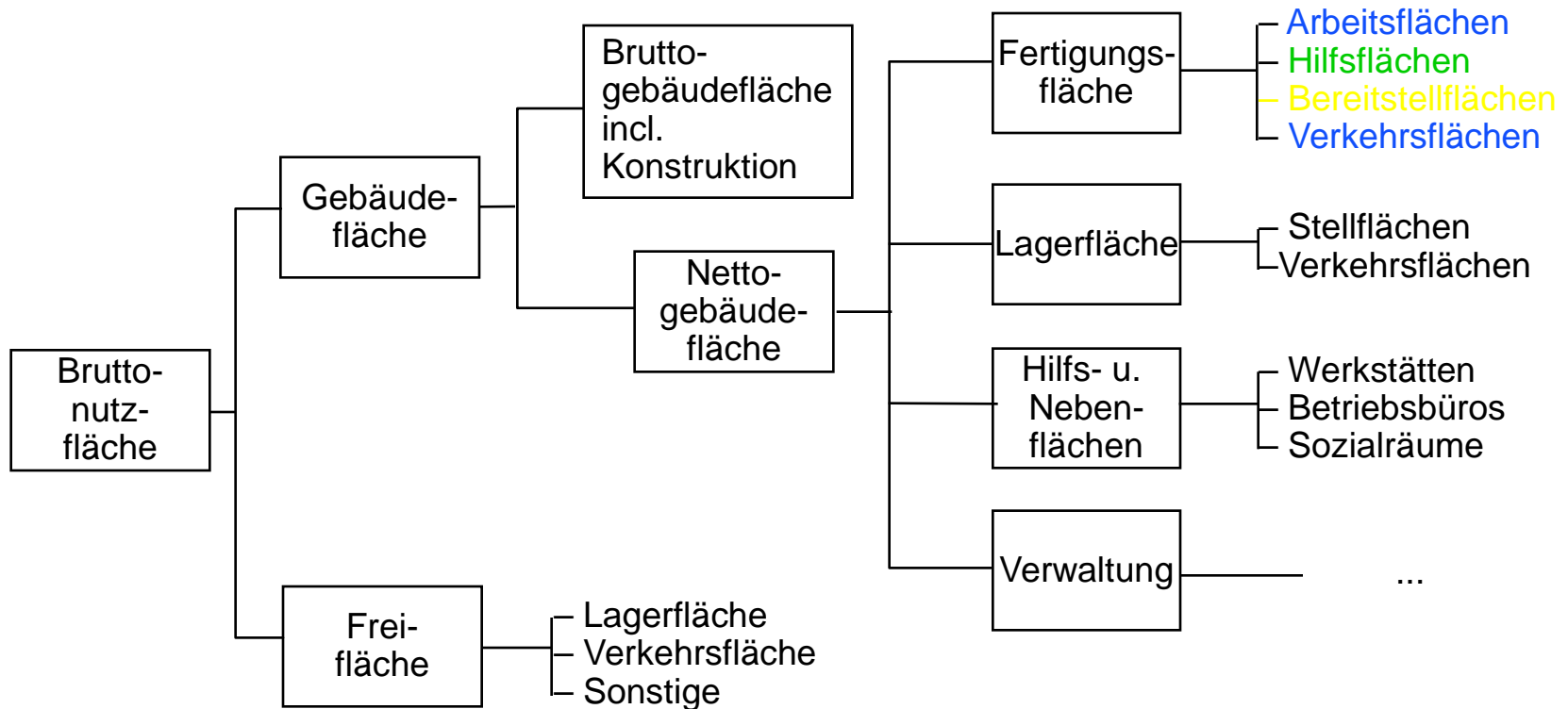
Beispiel für Hilfsfläche:
Werkzeuflager für
Bearbeitungszentrum

Beispiel für Bereitstellfläche:
auf Bearbeitung wartendes
Material

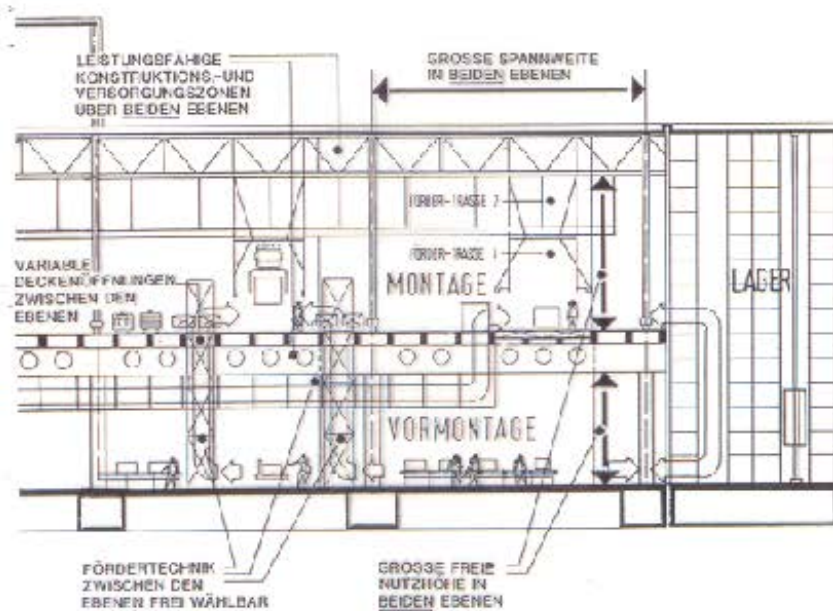
Anteilige Verkehrsfläche



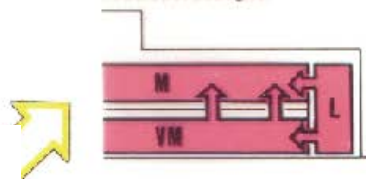
Typologie der Flächen



Gestaltungsbereiche von Fabriken



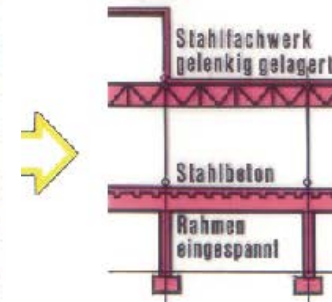
1 Strukturen z. B. Raumzuordnungen



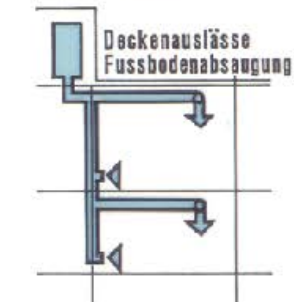
Versorgungsebenen / Zentrallen



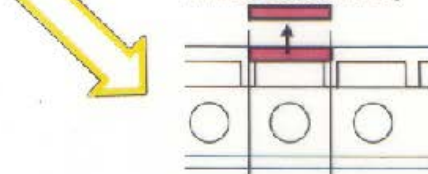
2 Systeme z. B. Tragwerk



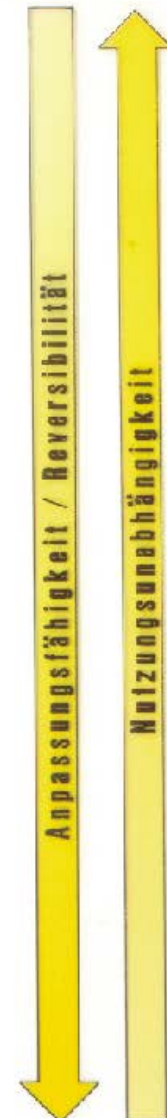
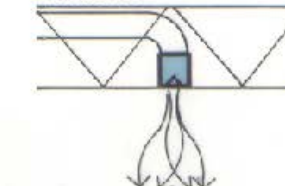
Heizung - Lüftung



3 Elemente z. B. Variable Deckenöffnung



Drillauslass



Bewertung von Varianten durch

- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
- Nutzwertanalyse**

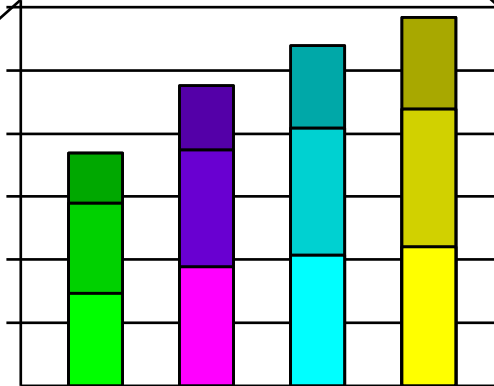
Bewertung von Lösungsvarianten

Die ausgearbeiteten Struktur- und Systemvarianten müssen für die weitere Ausführungsplanung bewertet und ausgewählt werden. Die grundlegende Feststellung, dass bei komplexen Projekten - Fabrikplanungsaufgaben - zwei verschiedene Arten von Bewertungskriterien - quantifizierbare und nicht quantifizierbare - anzuwenden sind, ist offensichtlich.

Die Anwendung im Einzelfall muss allerdings sicherstellen, dass die Gewichtung der Kriterien und die Objektivität der Urteile bewahrt bleiben.

Dazu hat sich eine Kombination aus der Berechnung „harter Fakten“ und der Nutzwertanalyse „weicher Eigenschaften“ bewährt.

Einteilung der Bewertungskriterien



Quantifizierbare
„harte“



nicht quantifizierbare
„weiche“

Bewertungskriterien

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Obligatorisch ist eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsanalyse, in der Investitionen und Betriebskosten der unterschiedlichen Lösungen den möglichen Einsparungen gegenübergestellt werden, wobei im Rahmen von Rationalisierungsplanungen auch der Ist - Zustand als Variante betrachtet wird.

Andere quantifizierbare Leistungsdaten wie z.B. Flächenbedarf, Materialverbrauch, usw. müssen ebenfalls ermittelt und gegenübergestellt werden.

Kostenvergleichsrechnung

	Alternative A	Alternative B
1. Abschreibungen		
abschreibungsfähige Investitionen (T€)	300	400
Lebensdauer (Jahre)	10	10
Abschreibungen (T€/Jahr)	30	40
2. Zinskosten		
Investitionen (T€)	300	400
durchschnittl. Kapitalbindung	150	200
Zinssatz (%)	10	10
Zinskosten (T€/Jahr)	15	20
3. Personalkosten (TDM/Jahr)	400	300
4. sonstige fixe Kosten (T€/Jahr)		
Raum und Gebäudekosten	130	130
Wartungskosten	20	20
Softwarelizenzen	20	30
5. variable Kosten (T€/Jahr)		
Kommunikationskosten	10	10
Verbrauchsmaterial	10	5
6. Gesamtkosten (T€/Jahr)	635	555
7. Leistung (1000 Einheiten/Jahr)	10	8
8. Stückkosten (€/Einheit)	63,5	69,4

Nutzwertanalyse

**Anhand welcher Maßstäbe kann man Kriterien wie z.B. Erweiterungsmöglichkeiten, Flexibilität, Erscheinungsbild, Sicherheit und anderes mehr bewerten und miteinander vergleichen?
Hierzu hat sich eine praktikable Methode der ordinalen Bewertung entwickelt, die in Form der sog. Nutzwertanalyse durchzuführen ist.**

Bei vielen Projekten der Fabrikplanung hat die Praxis gezeigt, dass bei der qualitativen Bewertung die Mischung von quantitativen und qualitativen Kriterien machbar und sinnvoll ist.

Arbeitsschritte der Nutzwertanalyse

Diese Arbeitsschritte führen zum Ziel:

1. Auflistung aller relevanten Teilziele/ Beurteilungskriterien

2. Gewichtung der Ziele/ Kriterien

3. Bewertung der Alternativen

4. Bestimmung der Rangfolge und des Erfüllungsgrades

Kriteriengewichtung

Zielprogramm/ Beurteilungskriterien	Flächenbedarf	Investition	Betriebskosten	Flexibilität	Erweiterungs- möglichkeiten	Firmenimage	Betriebssicherheit	Realisierungszeit	Summe	Gewichtungs- faktor
1. Flächenbedarf	-	-	+	+	+	+	+	+	+3	8
2. Investition	+	-	+	+	+	-	+	+	+3	8
3. Betriebskosten	+	+	+	+	+	0	+	+	+6	10
4. Flexibilität	-	-	-	0	+	-	+	+	-2	4
5. Erweiterungs- möglichkeiten	-	-	-	0	+	-	+	+	-2	4
6. Firmenimage	-	-	-	-	-	-	-	-	-7	0
7. Betriebssicherheit	-	+	0	+	+	+	+	+	+4	8
8. Realisierungszeit	-	-	-	-	-	+	-	-	-5	2

Gewichtung der Kriterien - alternativ -

Beurteilungskriterien (Z_j)	Gewichtung
1. Gesamtgestaltung der Anordnung	20 %
2. materialflussgerechte Anordnung der Betriebsbereiche	30 %
3. Arbeitsplatzgestaltung	20 %
4. Erweiterungsmöglichkeiten für Ausbau	10 %
5. Bautechnische Gestaltung	10 %
6. Umweltfreundlichkeit und Sicherheit	10 %

Bewertung und Rangfolge

Beurteilungskriterium (Z_j)	Gewichtung (g_j)	Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
		(n_1)	$g \cdot n$	(n_1)	$g \cdot n$	(n_1)	$g \cdot n$	(n_1)	$g \cdot n$
1. Flächenbedarf	8	1	8	2	16	3	24	4	32
2. Investition	8	5	40	5	40	3	24	5	40
3. Betriebskosten	10	5	50	5	50	3	30	4	40
4. Flexibilität	4	3	12	5	20	4	16	4	16
5. Erweiterungsm.	4	4	16	4	16	5	20	4	16
6. Firmenimage	0	2	0	3	0	5	0	2	0
7. Betriebssicherh.	8	1	8	2	16	3	24	5	32
8. Realisier.zeit	2	5	10	1	2	4	8	2	4
Σ Punkte (N_i)	220		144		160		146		180
Erfüllungsgrad [%]	100		65		73		66		82
Rangfolge		4		2		3		1	

Mögliche Vor- und Nachteile der Nutzwertanalyse

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Zwang, die für die Bewertung entscheidenden Ziele klar zu definieren• Hohe Transparenz, da Bewertungsprozess in logische Einzelschritte zerlegt ist• Bewertung leicht nachzuvollziehen• Einzelne Teile der Bewertung können von Spezialisten zugefügt werden• Der gesamte Nutzen einer Lösung, nicht nur der monetär quantifizierbare Nutzen wird berücksichtigt• Die Stabilität der Bewertung lässt sich durch eine Empfindlichkeitsanalyse überprüfen• Einfache Handhabung, schnelle Durchführung• Aussage möglich, inwieweit eine fiktive Ideallösung erreicht wird	<ul style="list-style-type: none">• Der Kriterienkatalog ist oft unvollständig• Das Ergebnis der Bewertung ist abhängig vom durchführenden Personenkreis, dadurch Gefahr starker Subjektivität• Das Ergebnis der Nutzwertanalyse ist durch eine entsprechende Variation der Zielkriterien, der Ziegegewichte und der Einschätzung der Zielerreichung manipulierbar• Bewertungskriterien sind oft nicht unabhängig voneinander

Fragen zur Konzeptplanung

- Benennen Sie die wichtigsten Funktionsbereiche der Fabrik, für die Systemuntersuchungen durchgeführt werden.
- Welche Methode der Systemfindung wird vorwiegend angewendet und nennen Sie beispielhaft Gliederungsprinzipien und Ausprägungsformen?
- Beschreiben Sie die Vorgehensweise bei der Kapazitätsbestimmung?
- Wie gestaltet man die Nutzwertanalyse zur Bewertung von Planungsvarianten?
- Nennen Sie einige quantitative und qualitative Kriterien für die Bewertung von Systemen in der Fabrik.

Schwerpunkt der Systemplanung ist die Gestaltung und Dimensionierung der Hauptfunktionen der Fabrik.

- Wareneingang
- Materiallager
- Fertigung
- Zwischenlager
- Transport
- Montagen
- Fertigwarenlager
- Versand

Die Auswahl der Lösungen wird so weit vorgenommen, dass technische Spezifikationen, Leistungs- und Kostendaten mit ausreichender Genauigkeit bestimmt sind.

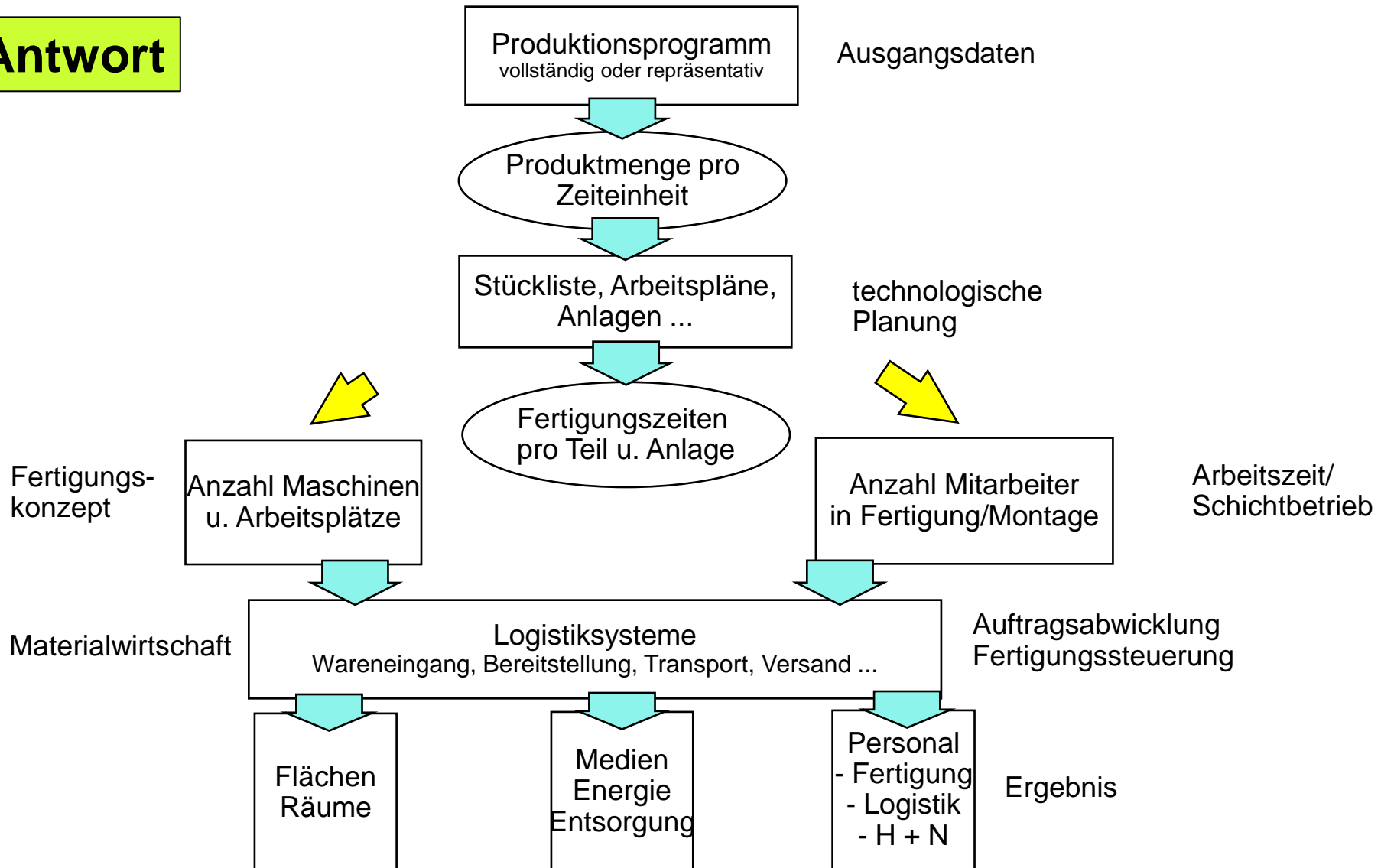


Ausprägungsform	Produktmenge (Fertigungsart)	Kontinuität (Auflage)	Anordnung (Fertigungsform)	Ablauf	Arbeitstechnik (Ausrüstung)
	Einzelfertigung	Losfertigung	Punktfertigung	Einzel- arbeitsplatz	körperliche Arbeit
	Serienfertigung	Chargen- fertigung	Werkstatt- fertigung	Verrichtungs- prinzip	Handarbeit mit Werkzeug
	Massenfertigung	Durchlauf- prozeß	Gruppen- fertigung	Flußprinzip	Maschinen- arbeit
	Linien- fertigung	Transferstraße	Mechanisiert
			...	Bearbeitungs- zentren	Automatisiert
				Fertigungs- zelle	...
				Baustelle	
				...	

= Beispiel einer Fertigungs-
organisationsvariante

Ablaufschema der Kapazitätsbestimmung

Antwort



Antwort

Bewertung und Rangfolge

Beurteilungskriterium (Z_j)	Gewichtung (g_j)	Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
		(n_1)	$g \cdot n$	(n_1)	$g \cdot n$	(n_1)	$g \cdot n$	(n_1)	$g \cdot n$
1. Flächenbedarf	8	1	8	2	16	3	24	4	32
2. Investition	8	5	40	5	40	3	24	5	40
3. Betriebskosten	10	5	50	5	50	3	30	4	40
4. Flexibilität	4	3	12	5	20	4	16	4	16
5. Erweiterungsm.	4	4	16	4	16	5	20	4	16
6. Firmenimage	0	2	0	3	0	5	0	2	0
7. Betriebssicherh.	8	1	8	2	16	3	24	5	32
8. Realisier.zeit	2	5	10	1	2	4	8	2	4
Σ Punkte (N_i)	220		144		160		146		180
Erfüllungsgrad [%]	100		65		73		66		82
Rangfolge		4		2		3		1	

Antwort

Kriteriengewichtung

Zielprogramm/
Beurteilungskriterien

	Flächenbedarf	Investition	Betriebskosten	Flexibilität	Erweiterungs- möglichkeiten	Firmenimage	Betriebssicherheit	Realisierungszeit	Summe	Gewichtungs- faktor
1. Flächenbedarf	-	-	+	+	+	+	+	+	+3	8
2. Investition	+	-	+	+	+	-	+	+	+3	8
3. Betriebskosten	+	+	-	+	+	0	+	+	+6	10
4. Flexibilität	-	-	-	0	+	-	+	+	-2	4
5. Erweiterungs- möglichkeiten	-	-	-	0	+	-	+	+	-2	4
6. Firmenimage	-	-	-	-	-	-	-	-	-7	0
7. Betriebssicherheit	-	+	0	+	+	+	+	+	+4	8
8. Realisierungszeit	-	-	-	-	-	+	-	-	-5	2

Antwort**Kostenvergleichsrechnung**

	Alternative A	Alternative B
1. Abschreibungen		
abschreibungsfähige Investitionen (T€)	300	400
Lebensdauer (Jahre)	10	10
Abschreibungen (T€/Jahr)	30	40
2. Zinskosten		
Investitionen (T€)	300	400
durchschnittl. Kapitalbindung	150	200
Zinssatz (%)	10	10
Zinskosten (T€/Jahr)	15	20
3. Personalkosten (TDM/Jahr)	400	300
4. sonstige fixe Kosten (T€/Jahr)		
Raum und Gebäudekosten	130	130
Wartungskosten	20	20
Softwarelizenzen	20	30
5. variable Kosten (T€/Jahr)		
Kommunikationskosten	10	10
Verbrauchsmaterial	10	5
6. Gesamtkosten (T€/Jahr)	635	555
7. Leistung (1000 Einheiten/Jahr)	10	8
8. Stückkosten (€/Einheit)	63,5	69,4

Layoutplanung

Layoutplanung

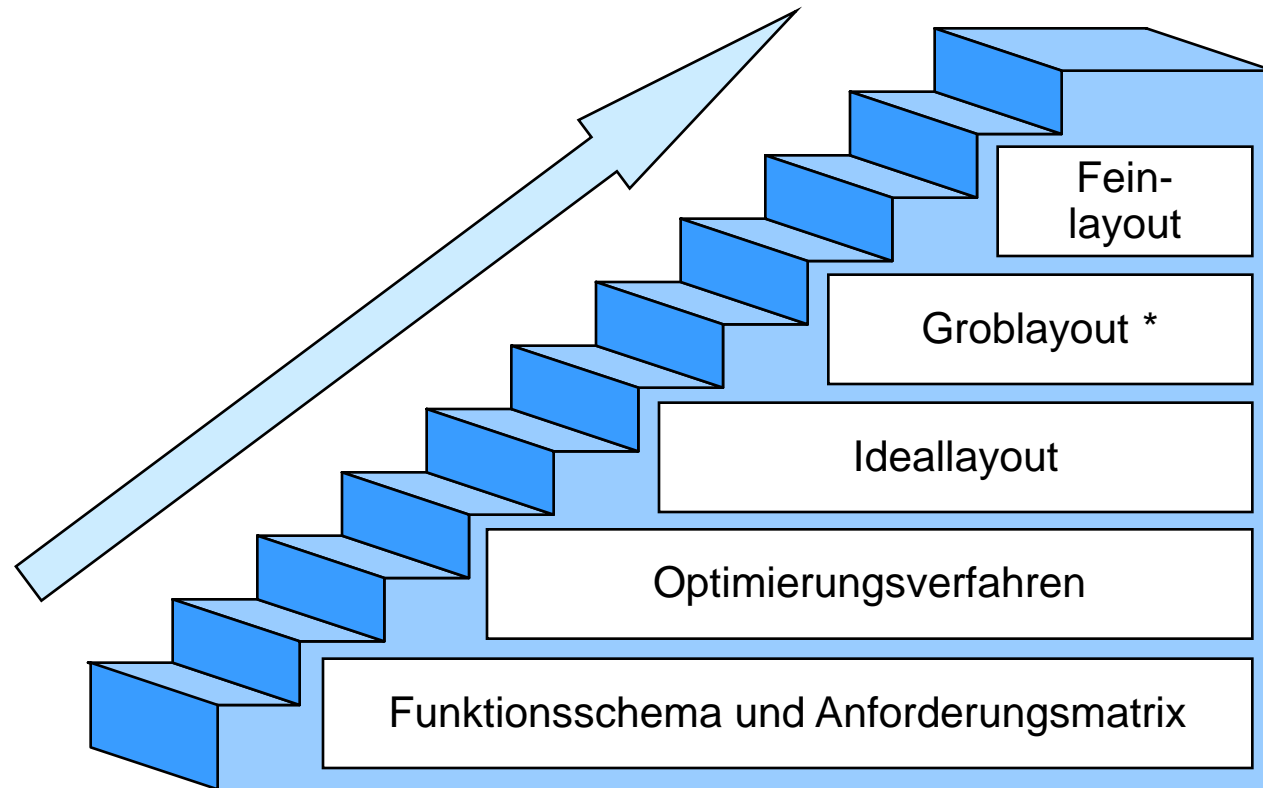
Die Layoutplanung hat die Aufgabe, die bisherigen Vorüberlegungen und Einzelergebnisse der Struktur- und Systemplanung in eine reale, materialflussgerechte und räumlich definierte Form zu bringen. In mehreren Stufen der Verfeinerung soll am Ende das Feinlayout (Detaillayout) mit der endgültigen alphanumerischen und grafischen Beschreibung der Gebäude, Einrichtungen, Maschinen und Versorgungssysteme stehen, um die Ausführungsplanung und damit die Realisierung der Fabrik einzuleiten.

Dabei wird das Planungsprinzip „vom Groben zum Feinen“ eingehalten.

Der Vergleich mit den Lösungen der Struktur- und Systemplanung und dem Ideallayout, führt dann zur Beurteilung der endgültigen Lösung.

Die einzelnen Schritte der Layoutplanung zeigt die folgende Grafik:

Bearbeitungsschritte der Layoutplanung



* Das Groblayout ist die erste Stufe der Realplanung

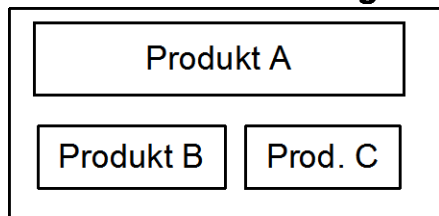
Funktionsschema

Aufbauend auf der Erfassung und Analyse der Ausgangsdaten und der Untersuchung der einzelnen Funktionssysteme vom Wareneingang bis zum Versand, sowie des Fertigungsablaufes und des Materialflusses usw. wird als erstes ein Funktionsschema erarbeitet, das die einzelnen Funktionsbereiche in Beziehung setzt und ggf. auch die Dimensionen der Bereiche zum Beispiel den Flächenbedarf aus der Kapazitätsberechnung beschreibt.

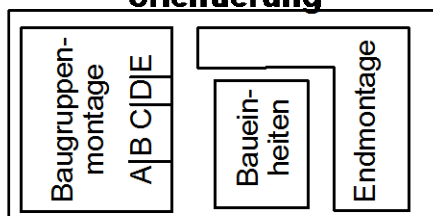
In der Regel ist der **Materialfluss die wichtigste Beziehungsstruktur, aber auch andere **Strukturprinzipien** sind Grundlage für das Funktionsschema.**

Strukturprinzipien

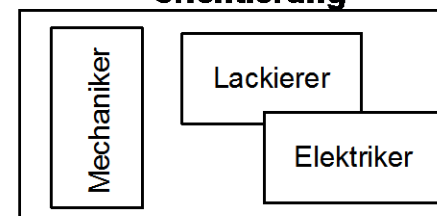
Produktorientierung



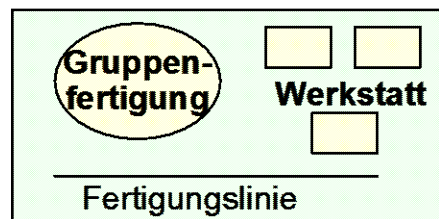
Produktstrukturorientierung



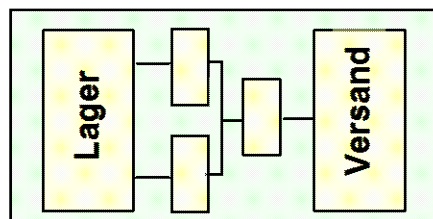
Personal-/Tätigkeitsorientierung



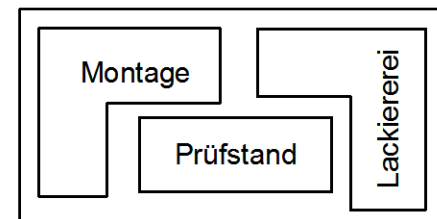
Fertigungsorganisation



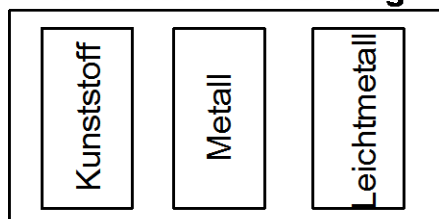
Materialflußorientierung



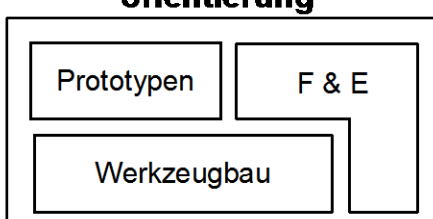
Betriebsmittelorientierung



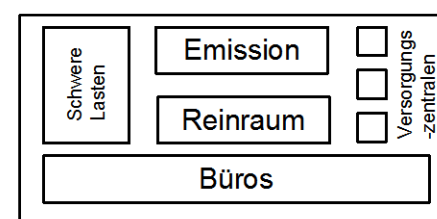
Werkstofforientierung



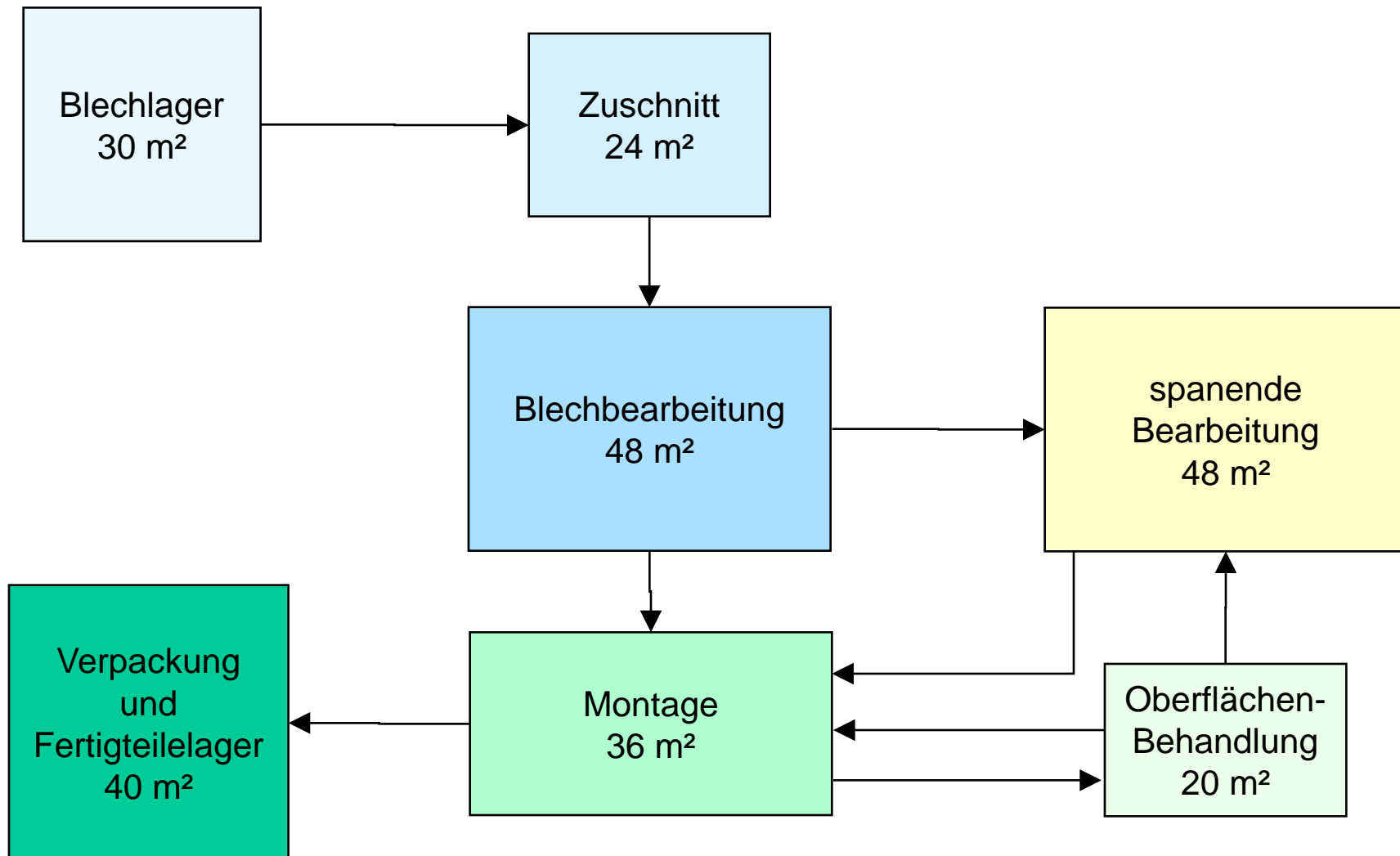
Kommunikationsorientierung



Infrastruktur u. Bausysteme



Flächenmaßstäbliches Funktionsschema



Ermittlung eines geeigneten Stützenrasters (1)

Beispiel

Für die Funktionalität und Flexibilität eines Produktionsgebäudes spielt die Wahl der Baukonstruktion und insbesondere das Stützenraster eine wichtige Rolle. Dabei sind folgende Einflussgrößen zu beachten:

- **Wirtschaftlichkeit (Dimensionierung, Standardisierung und Materialwahl)**
- **Produktabmessungen**
- **Maschinenaufstellung (Layout)**
- **Materialfluss und Fördertechnik**
- **Maschineneinbringung (move in) und Umstellungen (move over)**

Ermittlung eines geeigneten Stützenrasters (2)

Wirtschaftlichkeit (Dimensionierung, Standardisierung und Materialwahl)

Die Wirtschaftlichkeit d.h. die Errichtungskosten und Betriebskosten eines Industriebaus hängt von vielen Faktoren ab. Das Stützenraster beeinflusst durch die Spannweiten der Konstruktion im wesentlichen die Materialmenge und Materialqualität.

Ein gebräuchliches und wirtschaftliches Industrieraster ist:

In der Breite möglichst bis **max. 8,40 m**, da hierdurch die gebräuchlichen Materialdicken des Dachtrapezbleches nicht überschritten werden und auch eine Pfettenlage überflüssig wird.

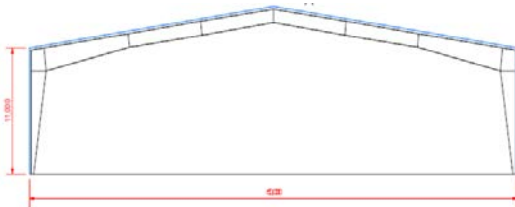
In der Länge bis **max. 16,00 m**, da hierdurch ausreichende Freiräume für die meisten Produktionsarten gegeben sind und auch der Materialaufwand im Vergleich zur Stützweite sowohl bei Beton als auch bei Stahl relativ gering ist.

Allerdings wird das Raster auch wesentlich durch die Gründungsverhältnisse und durch die Fassadenstruktur beeinflusst, so dass im Einzelfall zu prüfen ist, welcher Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit gegeben ist.

Ermittlung eines geeigneten Stützenrasters (3)

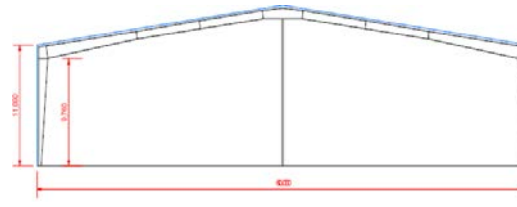
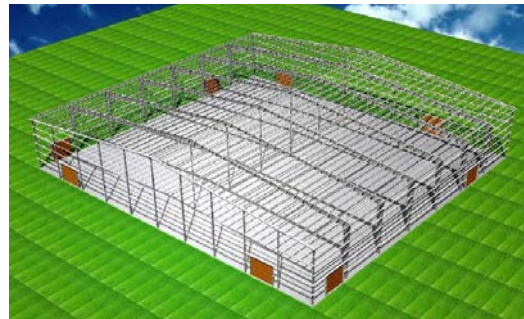
Beispiele:

1 Raster 60 x 8 m



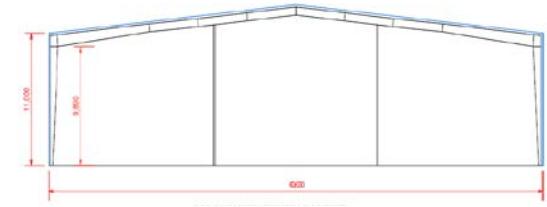
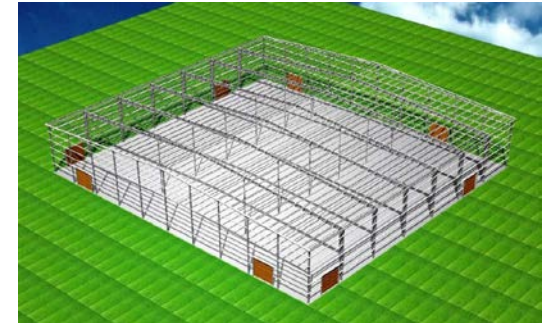
Kosten: €/m² 125%

2 Raster 30 x 8 m



Kosten: €/m² 105%

3 Raster 24 x 8 m



Kosten: €/m² 100%

Bei einer Vergrößerung der Spannweite um den Faktor 2,5 erhöhen sich die Baukosten um den Faktor 1,25.

Ermittlung eines geeigneten Stützenrasters (4)

Produktabmessungen

Die Abmessung und das Gewicht der Halbzeuge und Produkte definiert die Transport- und Handlingaufgabe vom Wareneingang bis zum Versand. Insbesondere werden Wegebreiten und Radien in Kombination mit den Ladehilfsmitteln und Transportmittel bestimmt.

Scheiben und fertige Module

- 2100 mm x 1050 mm
- Glasstärke bis zu 4 mm
- Gewicht bis zu 17,5 kg

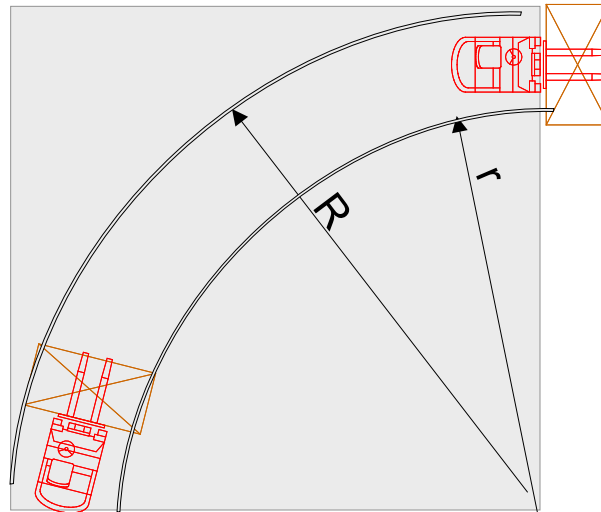
Folienrollen

- 200 kg, 1,20 m Höhe (3kg pro Modul)
- LHM: Europalette
- Gewicht bis zu 1200 kg pro Palette

$R = r1 + 1050 \text{ mm}$ (halbe breite Glasplatte)

$r1 = 2100$ (nach Jungheinrich Datenblatt)

$R = 3150 \text{ mm}$

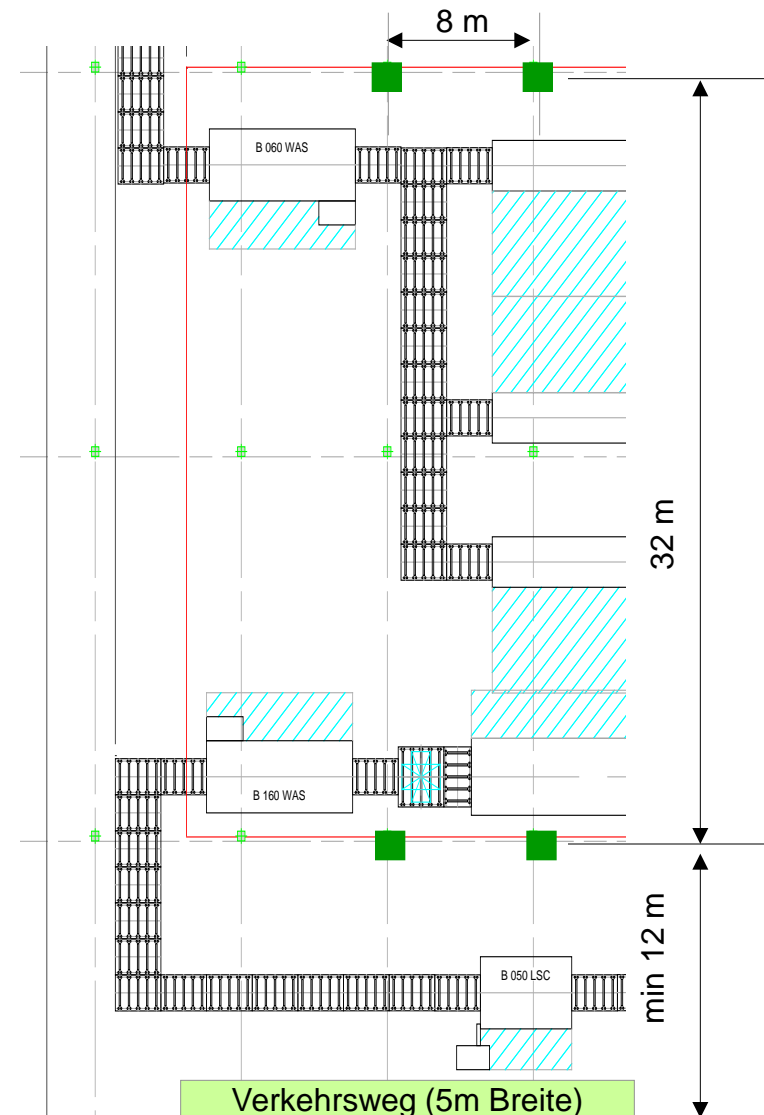


Ermittlung eines geeigneten Stützenrasters (5)

Maschinenaufstellung (Layout)

Die Anordnung der Betriebsmittel, die Richtung des Materialflusses, die Breite der Verkehrswege sowie die Materialbereitstellung und Anlagenwartung erfordern behinderungsfreie Flächen.

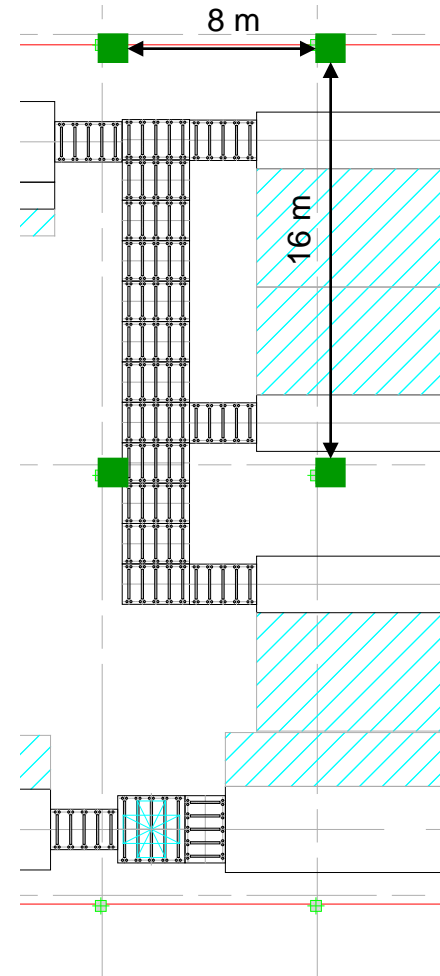
Außerdem gibt es notwendige Einbauten, Zwischenwände und Durchlassöffnungen, die nur im Raster der Hallenkonstruktion Sinn machen.



Ermittlung eines geeigneten Stützenrasters (6)

Materialfluss und Fördertechnik

Die für die Materialströme ausgelegte Fördertechnik ist entweder diskontinuierlich flurgebunden (Stapler, Züge, FTS) oder kontinuierlich mit stehend oder hängend angetriebenen Förderern (Rollen, EHB) ausgelegt. Insbesondere die stehende Fördertechnik ist eine Barriere für alle anderen kreuzenden Material- oder Personenbewegungen.



Ermittlung eines geeigneten Stützenrasters (7)

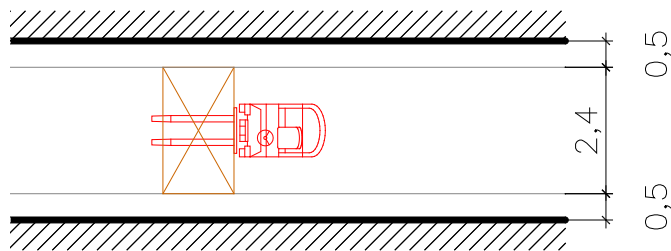
Transportwege

Für den Flurtransport der Gabelstapel mit dem Gabelstapler ergibt sich eine erforderliche Wegebreite von 3,4m bei Einbahnverkehr. Aufgrund der geringen Frequenzen zu und von den möglichen Auf- und Abnahmestellen an den Maschinen in der „Layoutmitte“ ist eine Gangbreite für Gegenverkehr nicht vorgesehen. Ausreichende Ausweichstellen sind vorhanden.

Eine durchgängige Auslegung der Transportwege auf Gegenverkehr würde eine zusätzliche Fläche von 2,5 m² bedeuten.

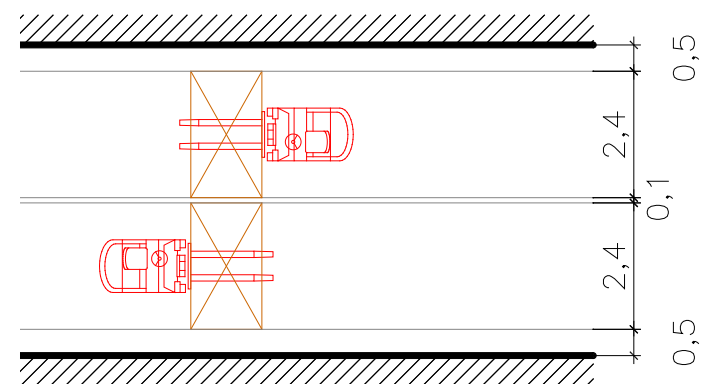
DIN 18 225 Industriebau: Verkehrswege in Industriebauten

Einbahn



Breite: 3,4 m

Gegenverkehr niedrige Frequenz



Breite: 5,9 m

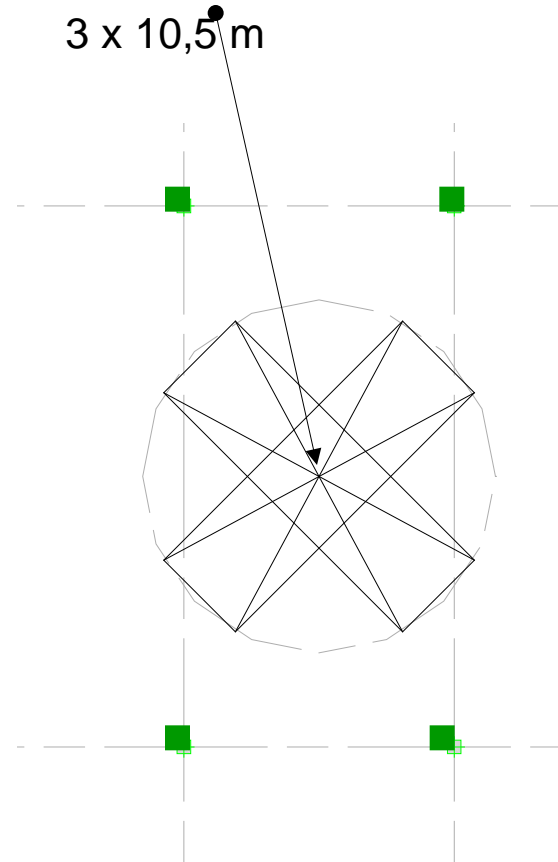
Ermittlung eines geeigneten Stützenrasters (8)

Maschineneinbringung (move in) und Umstellungen (move over)

Für die erstmalige Einbringung der Produktionsanlagen und spätere Umzüge, Austausch oder Ergänzungen von Einrichtungen sind die Öffnungen in der Außenhaut und die Manipulationsräume ausreichend zu dimensionieren.

Größte zusammenhängende Einrichtung:

Element des Durchlaufofens
3 x 10,5 m



Layoutoptimierung

Auf dem Weg zu einem wirtschaftlichen Layout sind die Funktionseinheiten so anzuordnen, dass die **Kosten** (verursacht durch Weglängen, Transporthäufigkeit, Versorgungsleitungen, Raumkonditionen etc.) für die notwendigen Beziehungen zwischen den Einheiten minimiert werden.

Zentralisierende und dezentralisierende Bedingungen

<i>Zentralisierte</i> Bedingungen führen zu Zusammenlegung von Funktionseinheiten mit ähnlichen Anforderungen:	<i>Dezentralisierte</i> Bedingungen führen dazu, Einheiten möglichst weit auseinander zu legen:
Bodentragfähigkeit Lüftung/Klimatisierung Bekranung Schalldämmung Energieversorgung	schwingungsempfindliche – schwingungserzeugende Einheiten (Präzisionsmessung – Hammerwerk) Hitze abstrahlende – temperaturempfindliche Einheiten (Glühofen – Messgeräte) Stäube emittierende – staubempfindliche Einheiten Lärm erzeugende – lärmempfindliche Einheiten (Pressen – Pausenraum) ...

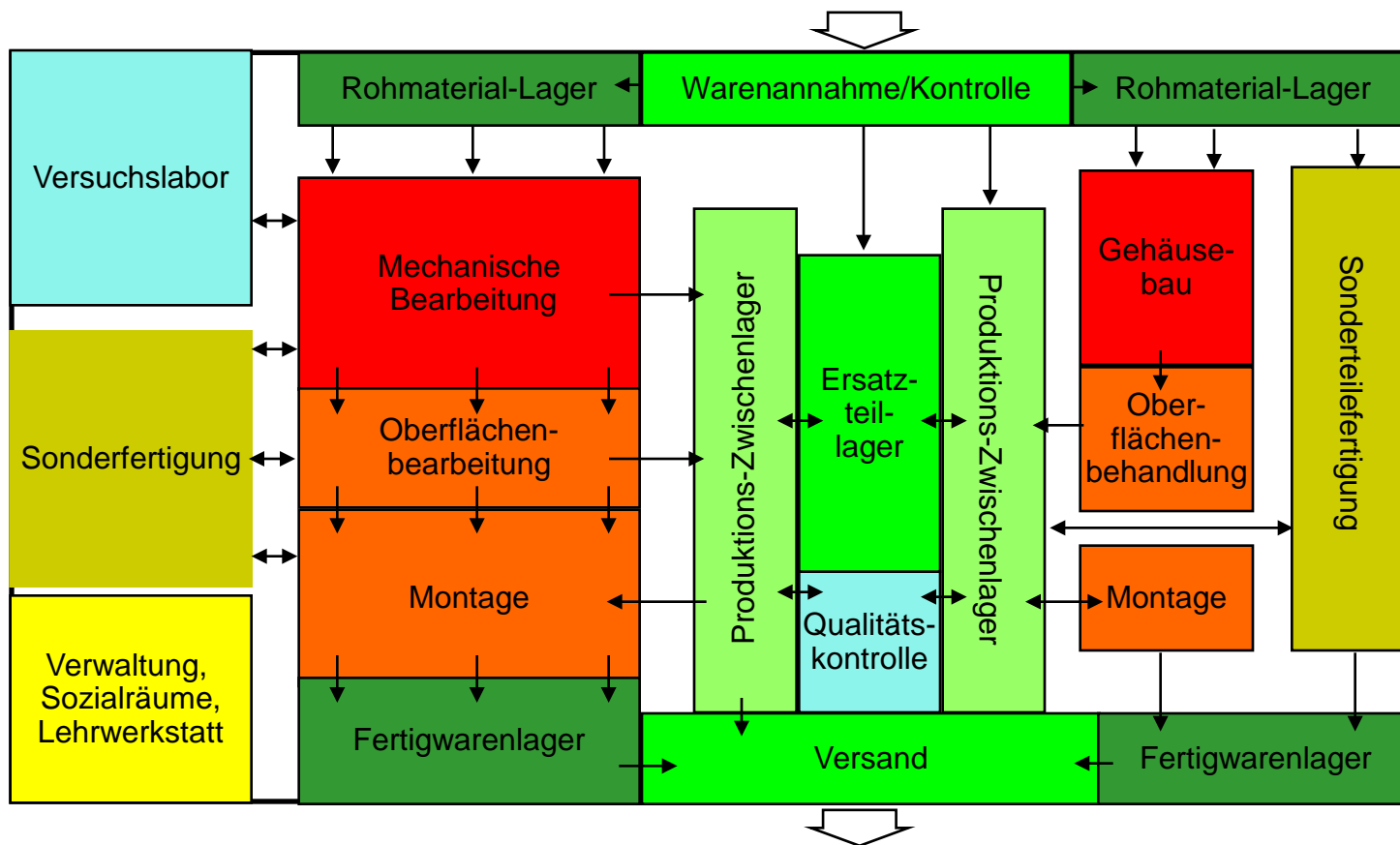
Ideallayout

Das Ideallayout ist die bestmögliche Lösung ohne Rücksicht auf Restriktionen. Die einzelnen Struktureinheiten werden entsprechend bestimmter Anordnungsgesichtspunkte optimal einander zugeordnet und als Blöcke dargestellt. Dabei sind folgende Optimierungsgesichtspunkte denkbar:

- minimaler Materialfluss- bzw. Transportaufwand,
- größte Transparenz im Produktionsgeschehen
- höchste 'Reinheit' der Produktionsstruktur
- Nutzungsflexibilität
- Erweiterungsflexibilität usw.

Ideallayout nach Materialfluss

→ Materialflussrichtungen



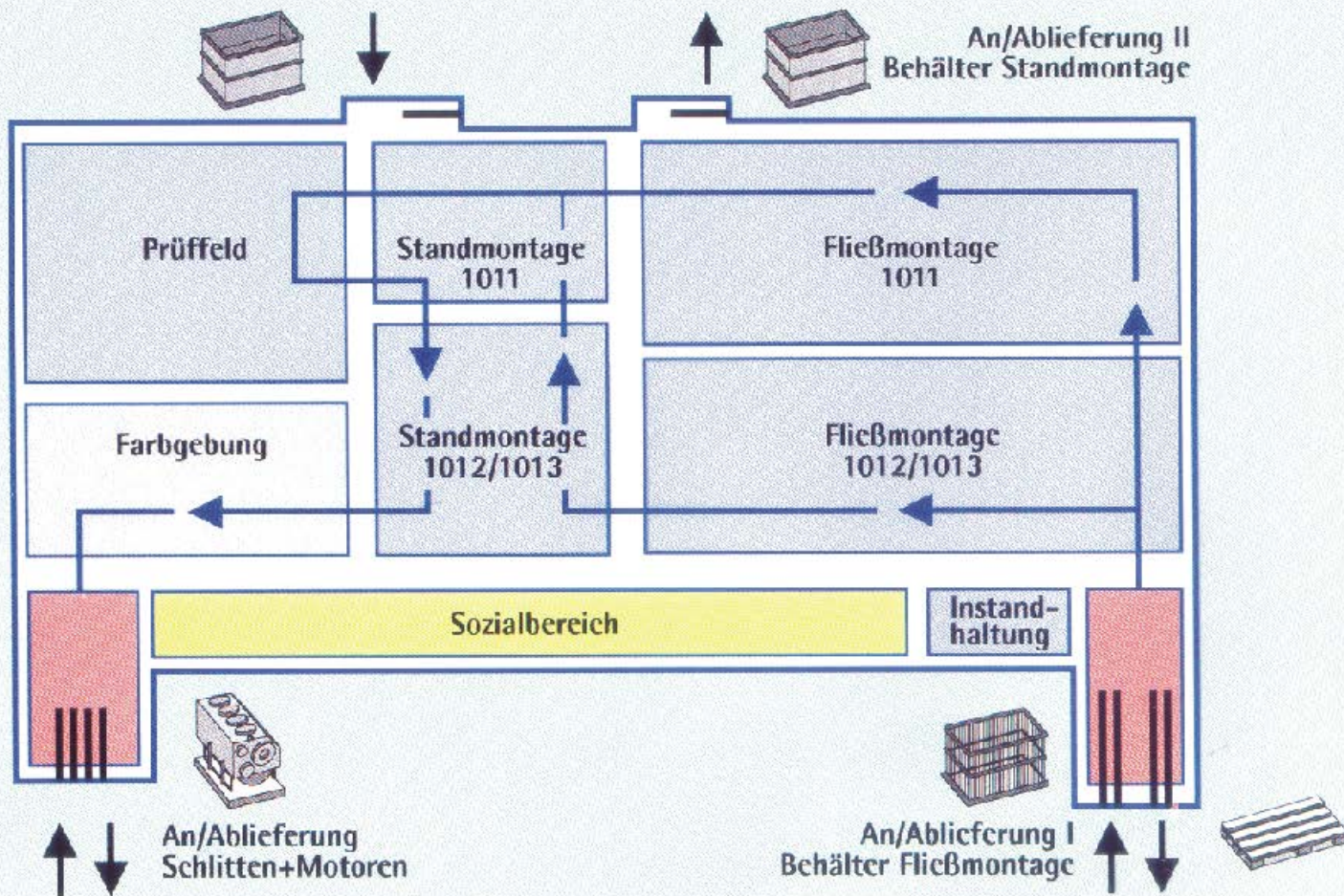
Realplanung

Aufbauend auf den Ergebnissen der **Idealplanung** werden bei der **Realplanung** die vorhandenen Gegebenheiten, Randbedingungen, Vorschriften sowie technische und ökonomische Einschränkungen berücksichtigt.

Im **Groblayout** werden die wesentlichen Einrichtungen, Dimensionen und Merkmale gezeigt und in der Regel als **Blocklayout** dargestellt

Beispiel Blocklayout

Interner Materialfluss



Feinlayout

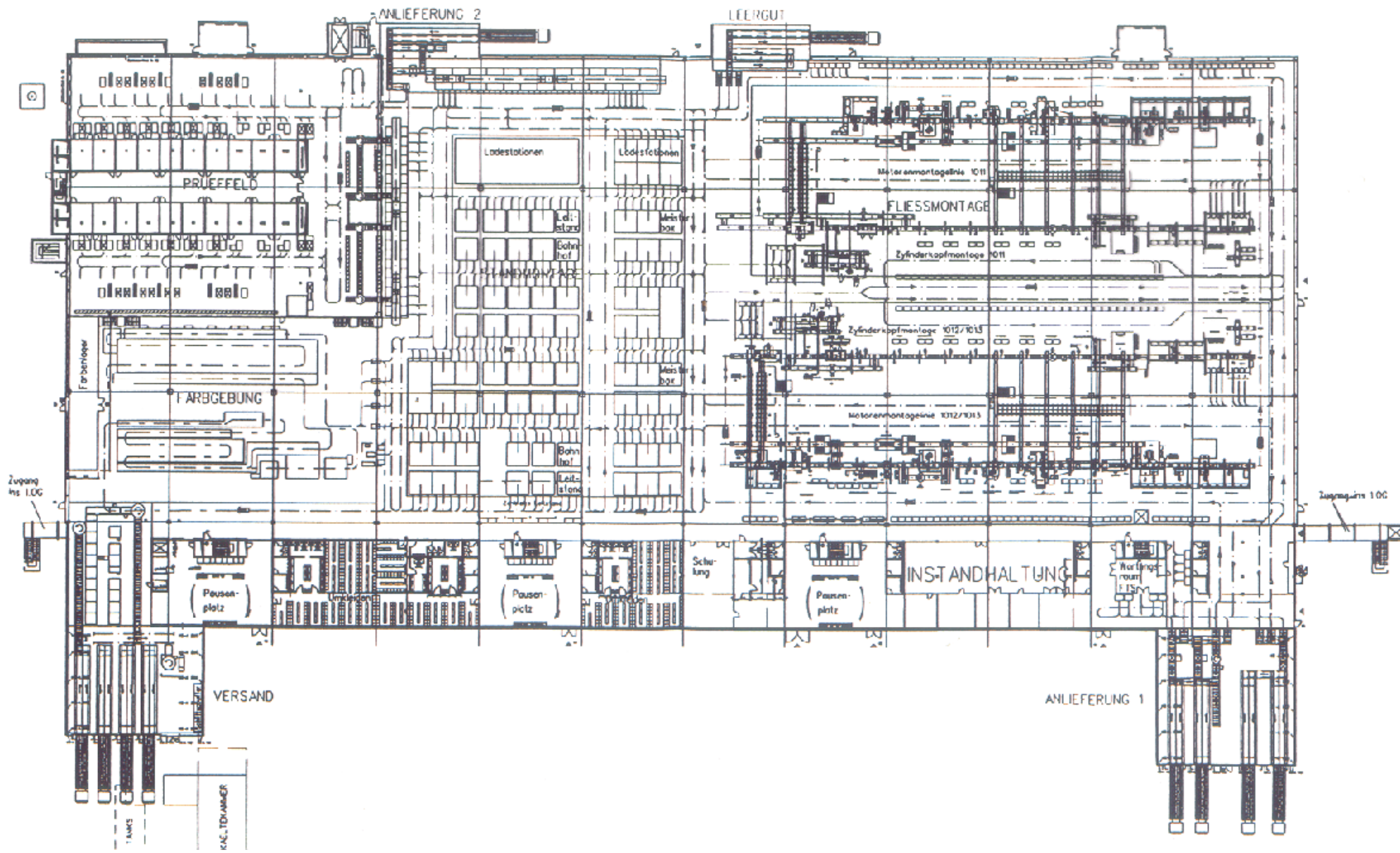
Das Feinlayout (Detaillayout) umfasst die endgültige zeichnerische (und alphanumerische) Beschreibung der Einrichtungen, Maschinen und Versorgungssysteme und - soweit erforderlich - Ausführungspläne im größeren Maßstab sowie dazugehörige Berechnungen.

Ausführungspläne sind dann erforderlich, wenn Einrichtungen, wie z.B. fördertechnische Anlagen oder Vorrichtungen, keine marktgängigen Standards sind und somit für die Ausschreibung besonders aufbereitet werden müssen.

Gewöhnlich wird das Feinlayout im Maßstab 1:100 und die Ausführungspläne - abhängig von dem Schwierigkeitsgrad bzw. der Komplexität der Anlagen im Maßstab 1:50 oder 1:20 erstellt.

Beispiel Feinlayout

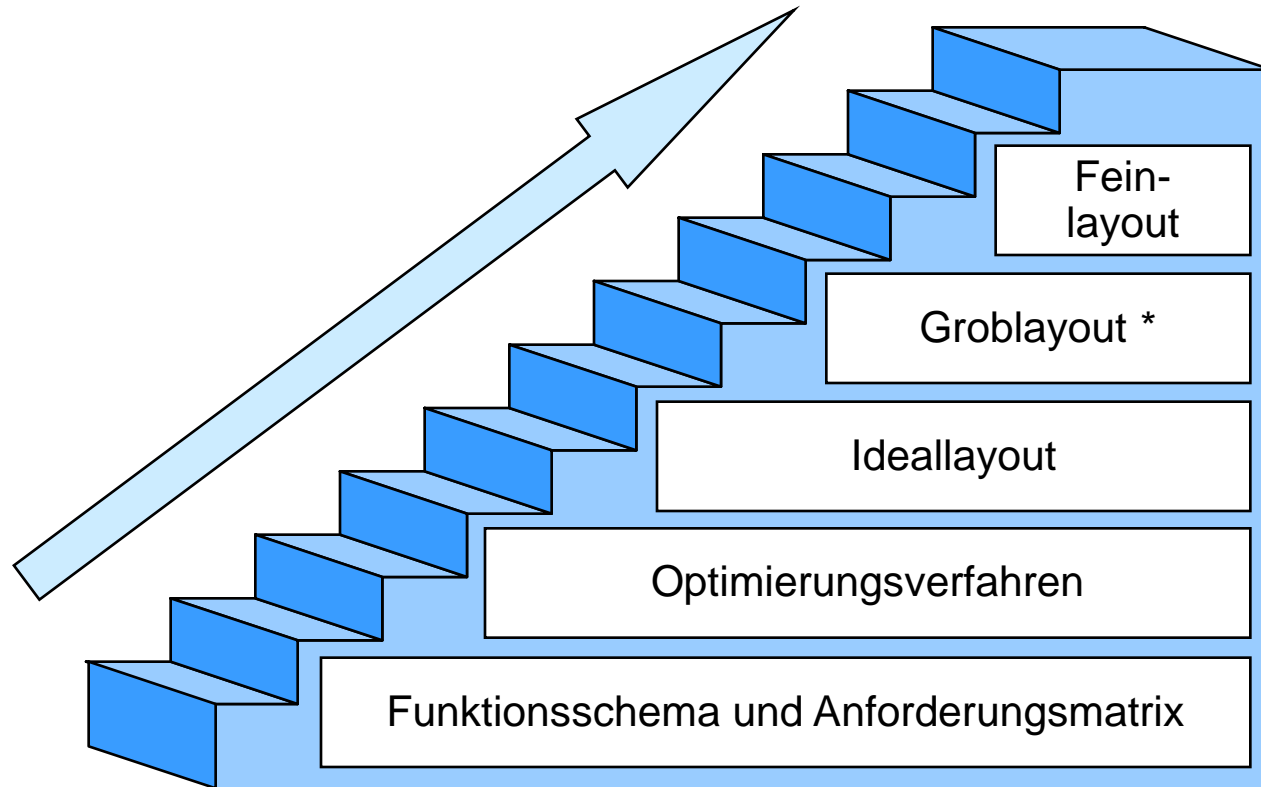
NEUBAU MOTORENWERK



Fragen

- In welchen Bearbeitungsschritten wird die Layoutplanung durchgeführt?
- Was ist der Unterschied zwischen einem Ideallayout und einem Reallayout?
- Was ist der Unterschied zwischen Groblayout und Feinlayout?

Bearbeitungsschritte der Layoutplanung



* Das Groblayout ist die erste Stufe der Realplanung

Aufbauend auf den Ergebnissen der **Idealplanung** werden bei der **Realplanung** die vorhandenen Gegebenheiten, Randbedingungen, Vorschriften sowie technische und ökonomische Einschränkungen berücksichtigt.

Im **Groblayout** werden die wesentlichen Einrichtungen, Dimensionen und Merkmale gezeigt und in der Regel als **Blocklayout** dargestellt

Das Feinlayout (Detaillayout) umfasst die endgültige zeichnerische (und alphanumerische) Beschreibung der Einrichtungen, Maschinen und Versorgungssysteme und - soweit erforderlich - Ausführungspläne im größeren Maßstab sowie dazugehörige Berechnungen.

Ausführungspläne sind dann erforderlich, wenn Einrichtungen, wie z.B. fördertechnische Anlagen oder Vorrichtungen, keine marktgängigen Standards sind und somit für die Ausschreibung besonders aufbereitet werden müssen.

Gewöhnlich wird das Feinlayout im Maßstab 1:100 und die Ausführungspläne - abhängig von dem Schwierigkeitsgrad bzw. der Komplexität der Anlagen im Maßstab 1:50 oder 1:20 erstellt.