

**Prozessorientierte Konstruktionsmethode**  
**für**  
**Industrieparks der Automobilindustrie**

**Technische Universität Dortmund**  
Fakultät Maschinenbau

Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktor-Ingenieurs

vorgelegt von  
Dipl.-Ing. Georg F. Wiesinger,  
geboren in Hammelburg in Bayern

Berichter: Herr Prof. Dr.-Ing, Axel Kuhn  
Mitberichter: Herr Prof. Dipl. rer. pol. Helmut Schulte

Tag der mündlichen Prüfung: 16.04.2010

Lehrstuhl für Fabrikorganisation, Dortmund, 2010



---

# Vorwort

Die Forschungsarbeit entstand neben meiner Projektarbeit, Forschungs- und Lehrtätigkeit am Lehrstuhl für Fabrikorganisation LFO der Universität Dortmund und dem Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik Dortmund sowie meiner Mitarbeit im Sonderforschungsbereich 559.

Fokus der Arbeit ist die Erforschung der Fabrikplanung in der Automobilindustrie im Hinblick auf einen optimalen Ablauf der logistischen und wertschöpfenden Prozesse. All jenen, die mir bei der Bewältigung dieser Herausforderung mit Rat zur Seite standen, möchte ich an dieser Stelle meinen Dank ausdrücken.

Für die Betreuung dieser Arbeit und die Bereitstellung der Infrastruktur und der kreativen Atmosphäre am LFO und Fraunhofer IML bedanke ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Axel Kuhn. Als Hauptreferent danke ich ihm sehr herzlich für seine vielfältigen Anregungen sowie seine Diskussionsbereitschaft. Dies hat zum Gelingen der Arbeit maßgeblich beigetragen.

Herrn Prof. Dipl. rer. pol. Helmut Schulte danke ich für die gründliche Durchsicht meiner schriftlichen Ausarbeitung sowie für die zielführenden und anregende Diskussion und die Übernahme des Koreferates.

Den Kollegen in den Arbeitsgruppen der VDI Arbeitskreise „Digitale Fabrik“ und „Fabrikplanung“ danke ich für die wertvollen Anregungen zu dieser Arbeit. Die Diskussionen in diesen Arbeitskreisen waren für meine eigene Forschung sehr anregend.

Den Firmen Daimler, Ford, Anterist & Schneider und Audi danke ich für ihre Bereitschaft, Besichtigungen und Interviews im Rahmen der von mir betreuten Diplomarbeiten durchführen zu können. Dies ermöglichte mir Einblicke in die Hintergründe und Wechselwirkungen von bereits existierenden Industrieparks, welche für die Erstellung der vorliegenden Arbeit sehr wertvoll waren.

Mein Dank gilt jedach insbesondere meiner Frau Verena und meinen beiden Kindern Annalina und Moritz, die mir Zeit und Raum für die Erstellung dieser Arbeit zur Verfügung gestellt haben. Das große Verständnis das Sie mir entgegen gebracht haben und die Inspiration in der wenigen, gemeinsamen Freizeit haben diese Arbeit ermöglicht. Ihnen widme ich diese Arbeit.

Dortmund, Juni.2010

Georg F. Wiesinger



---

## **Kurzfassung:**

Im Rahmen der Arbeit wird ein Planungsansatz für Industrieparks der Automobilindustrie entwickelt. Das Planungsverfahren basiert auf einem zuvor definierten Theorierahmen (Kapitel 3) und einem Vorgehensmodell (Kapitel 4), mit deren Hilfe die Gesamtplanungsaufgabe in Planungsmodule mit definierten Entwicklungs- und Gestaltungsregeln strukturiert zerlegt werden kann. Das Vorgehensmodell ermöglicht die gezielte Dekomposition der Planung in lösbare Module mit definierten Gestaltungsregeln. Die Planung wird anhand der dokumentierten Zwischenergebnisse in den Planungsaufgaben, -phasen und ebenen rückverfolgbar. Die Koordination, die Kommunikation und die Dokumentation der Fabrikplanung von Industrieparks werden hierdurch verbessert. Wesentliche Grundlage des neuen Planungsansatzes (Kapitel 5) sind Prozessmodelle der Produktions-, Logistik- und Verwaltungs-Prozesse. Diese Geschäftsprozesse definieren die notwendigen Abläufe, die Ressourcen und die Anforderungen an die Funktionen beschreiben. Aus der Belastung der Prozessmodelle mit Leistungseinheiten erfolgen anschließend die Dimensionierung und die Anordnung der Ressourcen (z.B. Flächen, Arbeitsmittel, Personal). Die Prozessmodelle dienen dabei als Planungs-, Steuerungs- und Entscheidungsgrundlage. Sie können in der Betriebsphase weiter genutzt werden, um Auswertungen über die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Strukturen zu gewinnen. Die problemorientierte Analyse der Prozessmodelle kann weiter genutzt werden, um Varianten zur Anpassung der Produktions- und Logistikstrukturen zu planen.

## **Abstract:**

The scope of the dissertation is to develop a new planning method for industrial parks of the automobile industry. The planning method bases of a framework of existing theories (Chapter 3) an a procedure model (Chapter 4) to devide the hole planning into modules, with defined design rules. The directed decomposition of the planning with the procedure model in solvable modules have many advantages. The results in the procedure model with planning -tasks, -phases and -levels enables the back tracking of the planning process. The new planning method improves the coordination, communication and the documentation of the planning. Importend components of the new planning method (Chapter 5) are models of the processes for production, logistics and administration. The business processes defines the nessesary sequences, the resources and the efforts for functions. The process-models are stressed with performance-units to dimension and to arrange the resources (e.g. space, work equipment, staff). The process-models support fundamentally the tasks for planning, direction and decision. They can be used further in the operating phase to plan different versions to adjust the layout of production and logistics.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>I</b>
<b>Kurzfassung:</b> .....	<b>I</b>
<b>Abstract:</b> .....	<b>I</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>I</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>XV</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Die dritte industrielle Revolution erfordert kürzere Reaktionszeiten bei zunehmender Vernetztheit .....	2
1.2 Die neue Herausforderung für die Fabrikplanung - permanente Anpassungsfähigkeit .....	3
1.3 Defizite bekannter Lösungsansätze der Planung .....	4
1.4 Motivation und Zielsetzung der Arbeit .....	6
1.5 Wissenschaftliche Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit .....	8
<b>2 Analyse der Merkmale und der Planung von Industrieparkkonzepten</b> .....	<b>10</b>
2.1 Begriffsabgrenzung Industriepark .....	10
2.2 Analyse von Industrieparkkonzepten .....	12
2.2.1 Übersicht über Industrieparkstandorte der Automobilindustrie .....	13
2.2.2 Beschreibung der logistischen Prozesse in Industrieparks .....	15
2.2.3 Die unterschiedlichen Typen von Lieferanten .....	17
2.2.4 Strukturanalyse vorhandener Industrieparks .....	19
2.2.5 Typische Leistungsmerkmale von Industrieparks .....	20
2.2.6 Bewertung der Chancen und Risiken des Konstruktes Industriepark .....	22
2.3 Analyse der Planung von Industrieparks.....	23
2.3.1 Analyse der Definitionen zur Fabrikplanung .....	24
2.3.2 Analyse vorhandener Vorgehensmodelle der Fabrikplanung .....	25
2.3.3 Beschreibung der Planungsphasen .....	26
2.3.4 Analyse der bekannten Methoden .....	30
2.3.5 Analyse der bekannten Werkzeuge .....	32
2.3.6 Definition einheitlicher Strukturen von Industrieparks .....	34
<b>3 Theorierahmen der Planung von Industrieparks</b> .....	<b>38</b>
3.1 Arbeitshypothesen für das Vorgehensmodell.....	38
3.2 Wissenschaftlicher Bezugsrahmen für die integrierte Planung von Industrieparks....	42
3.2.1 Systemsicht.....	43
3.2.2 Prozesssicht .....	46
3.2.3 Managementsicht.....	52
<b>4 Vorgehensmodell für die prozessorientierte Planung</b> .....	<b>57</b>
4.1 Entwicklung eines integrierten Planungsansatzes .....	57
4.1.1 Bekannte Vorgehensmodelle aus der Literatur .....	58
4.1.2 Modularer Aufbau der Planung von Industrieparks .....	60
4.1.3 Modularer Aufbau des neuen Vorgehensmodelles.....	62

4.2	Definition von Planungsphasen.....	65
4.3	Planungsaufgaben für die prozessorientierte Systembildung.....	69
4.3.1	Beispiel für Planungsaufgaben in der Konzeptplanung .....	69
4.3.2	Definition von Planungsaufgaben .....	71
4.4	Planungsebenen.....	73
4.4.1	Netzwerkebene .....	76
4.4.2	Industrieparkebene .....	76
4.4.3	Flurstückebene.....	77
4.4.4	Gebäudeebene .....	77
4.4.5	Bereichsebene.....	78
4.4.6	Zonenebene .....	79
4.4.7	Arbeitsplatzebene .....	79
<b>5</b>	<b>Entwicklung einer integrierten Planungsmethode .....</b>	<b>82</b>
5.1	Die integrierte Planung dynamischer, offener Systeme .....	82
5.2	Typische Problemstellungen der Planung .....	85
5.3	Die prozessorientierte Planungsmethode .....	87
5.3.1	Definition der Aufgabenstellung .....	87
5.3.2	Planungsaufgabe 1: Systemgrenzen und -lasten.....	89
5.3.3	Planungsaufgabe 2: Prozessplanung.....	92
5.3.4	Planungsaufgabe 3: Ressourcen .....	97
5.3.5	Planungsaufgabe 4: Struktur .....	101
5.3.6	Planungsaufgabe 5: Lenkung .....	108
5.3.7	Planungsaufgabe 6: Systemgestaltung - Konstruktion .....	114
<b>6</b>	<b>Exemplarische Anwendung .....</b>	<b>118</b>
6.1	Exemplarisch Darstellung der Planung .....	118
6.1.1	Exemplarische Zielplanung .....	118
6.1.2	Exemplarische Bedarfsplanung .....	119
6.1.3	Exemplarische Konzeptplanung.....	121
6.1.4	Exemplarische Genehmigungsplanung .....	124
6.1.5	Exemplarische Ausführungsplanung.....	125
6.1.6	Exemplarische Realisierungsplanung.....	128
6.1.7	Exemplarische Anlaufplanung .....	129
6.2	Exemplarische Planung in Planungsebenen .....	130
6.2.1	Beispiel Ermittlung der Flächen aus den Prozessen .....	130
6.2.2	Beispiel für die Bestimmung von Ressourcen.....	131
6.2.3	Ermittlung des Flächenbedarfs für die Sonderbehälter .....	132
6.2.4	Anordnung der Produktionsbetriebe im Industriepark .....	133
6.2.5	Anwendung der prozessorientierten Konstruktionsmethode.....	135
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>137</b>
7.1	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	137
7.2	Erwartetes Potenzial der neuen Planungsmethode .....	138
7.3	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	139
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>142</b>
	<b>Glossar.....</b>	<b>159</b>
	<b>Anhang A: Analyse des Konzeptes Industriepark .....</b>	<b>185</b>
A. 1	Verwandte Ansätze zu Industrieparks .....	185
A. 1.1	Logistikzentren.....	185
A. 1.1.1	Externes Versorgungszentrum.....	186



A. 1.1.2 Konsignationslager .....	186
A. 1.1.3 Güterverkehrszentren (GVZ) .....	187
A. 1.1.4 Distributionszentrum .....	188
A. 1.2 Industriecluster .....	189
A. 1.3 Industrie- und Gewerbegebiete.....	189
A. 1.5 vergleichende Gegenüberstellung .....	190
A. 2 Typische Merkmale von Industrieparks .....	191
A. 2.1 Das Produktions- und Logistikkonzept Industriepark .....	191
A. 2.2 Das Belieferungskonzept Industriepark .....	192
A. 2.3 Flexibilität des Konzeptes Industriepark .....	194
A. 3 Typische Strukturen von Industrieparks .....	196
A. 3.1 Der Lieferantenpark von VW Seat bei Barcelona.....	196
A. 3.2 Industriepark Autoeuropa Palmela .....	197
A. 3.3 Der Industriepark Ford Köln mit automatisierter Anbindung .....	197
A. 3.4 Das MCC-Werk Hambach als Prototyp der integrierten Fabrik .....	199
A. 3.5 Der Industriepark der Lkw und Busfabrik VW in Resende .....	203
<b>Anhang B: Die Produktplanung in der Automobilindustrie.....</b>	<b>205</b>
B 1 Die Beschränkung auf die Kernkompetenzen.....	205
B. 2 Die Strategie der Produktgestaltung .....	206
B. 2.1 Anteile von Software und Elektronik steigen .....	206
B. 2.2 Plattformstrategie und modularer Aufbau .....	207
B. 2.3 Teile, Komponenten, Module und Systeme .....	208
<b>Anhang C: Analyse der Fabrikplanung .....</b>	<b>211</b>
C. 1 Stand der Technik in der Fabrikplanung.....	211
C. 2 Ziel- und Merkmalsausprägung der Fabrik.....	211
C. 3 Merkmale der Fabrikplanung.....	212
C. 3.1 Planungsziele der Fabrikplanung.....	212
C. 3.2 Planungsbeteiligte.....	214
C. 3.3 Unterschiedliche Sichtweisen und Bereichsdenken .....	215
C. 3.4 Betrachtungszeitraum der Fabrikplanung.....	217
C. 3.5 Dimensionierung .....	218
<b>Anhang D: Bekannte Fabrikplanungsmethoden.....</b>	<b>221</b>
D. 1 „Klassische“ Methoden der Fabrikplanung .....	221
D. 1.1 Die 6-Stufen-Methode der Systemgestaltung nach REFA .....	221
D. 1.2 Systematischer Planungsablauf nach KETTNER .....	222
D. 1.3 Fabrikplanung nach AGGTELEKY .....	224
D. 2 Ansätze der Strukturierung in der Fabrikplanung.....	225
D. 2.1 Fabriksegmentierung nach WILDEMANN .....	225
D. 2.2 Fraktale Fabrik nach WARNECKE .....	227
D. 3 Prozessorientierte Planung dynamischer Fabrikssysteme .....	229
<b>Anhang E: Bekannte Definitionen der Fabrikplanung.....</b>	<b>233</b>
<b>Anhang F: Leistungsbilder der HOAI .....</b>	<b>238</b>
<b>Anhang G: Strukturanalyse von Industriebauten .....</b>	<b>247</b>
G.1: Strukturierung des Systems Industriepark .....	247
G. 1.1 Struktur als Basis für die Dokumentation und Verwaltung.....	248
G. 1.2 Räumliche Ebenen der Strukturierung .....	249
G. 1.3 Funktionale Strukturen .....	250

G. 2. Aufteilung in statische und dynamische Funktionen .....	253
G. 3 Die bauliche Struktur von Industriebauten .....	255
G. 3.1 Additiv lineare Strukturen .....	255
G. 3.1.1 Rücken.....	255
G. 3.1.2 Kamm .....	256
G. 3.1.3 Kopf.....	256
G. 3.2 Additiv flächige Strukturen .....	257
G. 3.2.1 Raster.....	257
G. 3.2.2 Ring .....	257
G. 3.3 Integrative Systeme .....	257
G. 3.3.1 Agglomerat.....	258
G. 3.3.2 Box .....	258
G. 3.3.3 Mischsysteme .....	259
<b>Anhang H: Checklisten.....</b>	<b>260</b>
H. 1 Checkliste für die Analyse der Ist-Situation .....	260
H. 2 Bewertung des Standortes.....	262
H. 3 Checkliste zur Bewertung unterschiedlicher Konzepte .....	264
H. 5 Ermittlung des Bedarfs an Dienstleistungen.....	266
H. 6 Bewertungsschemata für Genehmigungsinhalte.....	268
H. 6.1 Überprüfung genehmigungsrechtlicher Belange .....	269
H. 6.2 Zu integrierende genehmigungsrechtliche Behörden .....	270
<b>Anhang I: Konstruktionslehre für technische Systeme .....</b>	<b>271</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
á	von jeweils
AHO	Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.
AID	Automatic Identification Technologies
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStV	Arbeitsstättenverordnung
ASR	Arbeitsstättenrichtlinien
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BIMSCHG	Bundesimmissionsschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
BPR	Business Process Reengineering
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
CFM	Continuous Flow Manufacturing
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CKD	Completely Knocked Down
d.h.	das heißt
DIN	Deutsche Industrie Norm
DV	Datenverarbeitung
EDI	Electronic Data Interchange
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ERP	Enterprise Resource Planning
etc.	et cetera (lateinisch) = und andere
evtl.	eventuell
EVZ	Externes Versorgungs-Zentrum

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
f, ff	folgende
FEM	Finite-Elemente-Methode
FhG IPA	Fraunhofer Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung
ggf.	gegebenenfalls
GVZ	Güterverkehrszentrum
Hrsg.	Herausgeber
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
i.A.	im Allgemeinen
i.A.a.	in Anlehnung an
i.d.R.	in der Regel
ICT	Information and Communication Technologies
IT	Information Technology = Informationstechnologie
japan.	Japanisch
JIS	Just-in-Sequence; (Zeitpunktgenaue) Belieferung in Verbaufolge
JIT	Just-in-Time; Zeitpunktgenaue Anlieferung an Bedarfsort
KFZ	Kraftfahrzeuge
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LLZ	Logistik-Lieferanten-Zentrum
MES	Manufacturing Execution System
MRP	Material Resource Planning
NAFTA	North American Free Trade Agreement - Nordamerikanische Freihandelszone (Mexiko, Kanada, USA)
o. g.	oben genannt
OEM	Original Equipment Manufacturer; Automobilhersteller
OES	Original Equipment Supplier
PDM	Produktdatenmanagement
PLM	Product Lifecycle Management
PoP	Pay on Production

---

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
PPM	Produktionsprozessmodell
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
s.	siehe
S.	Seite
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
SC	Supply Chain
SCC	Supply Chain Council
SCM	Supply Chain Management
SCOR	Supply Chain Operation Reference
SE	Simultaneous Engineering
sog.	so genannt
SOP	Start of Production, Serienstart
SPC	Special Purpose Company
SUV	Sports Utility Vehicle
TOC	Theory of Constrains
TQM	Total Quality Management
u.a.	unter anderem
VDA	Verband der Deutschen Automobilindustrie
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband der Deutschen Investitionsgüterindustrie (Verband der Deutschen Maschinen- und Anlagenbauer)
vgl.	vergleiche
SMI	Supplier Managed Inventory Systems
VOB	Verdingungsordnung im Bauwesen
z.B.	zum Beispiel
ZVEI	Zentralverband der Deutschen Elektroindustrie



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Informationsbarrieren zwischen Planen, Bauen und Betreiben .....	5
Abbildung 2:	Wissenschaftstheoretische Gliederung der Arbeit .....	8
Abbildung 3:	wissenschaftliche Vorgehensweise .....	9
Abbildung 4:	Anteile der im Industriepark gefertigten Komponenten .....	14
Abbildung 5:	Anzahl der in Industrieparks gefertigten Komponenten .....	15
Abbildung 6:	Bündelung logistischer Prozesse zur Erzielung von Synergieeffekten .....	16
Abbildung 7:	Die Bündelung der Logistik im Industriepark .....	17
Abbildung 8:	Ausrichtung der Zulieferkette vom Rohstoff- bis zum Modullieferanten.....	17
Abbildung 9:	Die Potenziale unterschiedlicher Lieferantentypen i.A.a. [VDA02] .....	18
Abbildung 10:	Entwicklung der Zulieferstruktur zu einer Pyramide i.A.a. [IWK00] S.63 ....	19
Abbildung 11:	Unterschiedliche Lieferantenstrukturen der Integration beim Hersteller.....	20
Abbildung 12:	Abwägung der Chancen und Risiken des Konzeptes Industriepark .....	23
Abbildung 13:	Planungsphasen in den unterschiedlichen Fabrikplanungsdefinitionen.....	27
Abbildung 14:	Generalisierte Phasen der Fabrikplanung .....	28
Abbildung 15:	Zuordnung bekannter Methoden zu den Planungsphasen.....	30
Abbildung 16:	Bekannte Werkzeuge der Fabrikplanung.....	33
Abbildung 17:	Strukturebenen von Fabriken in einem Industriepark.....	34
Abbildung 18:	Wissenschaftlicher Bezugsrahmen zur integrierten Planung .....	42
Abbildung 19:	Beschreibung eines Industrieparks als System i.A.a [Daen02].....	43
Abbildung 20:	Betrachtung des Subsystems Fabrik in einem Industriepark .....	45
Abbildung 21:	Das Dortmunder Prozessketteninstrumentarium nach KUHN [Kuhn95] mit seinen Potenzialklassen.....	48
Abbildung 22:	Möglichkeiten der Veränderung von Prozessen i.A.a. [Winz97] .....	49
Abbildung 23:	Identifizierung von Nutz-, Stütz-, Blind- und Fehlprozessen im Industriepark i.A.a. [Winz97] .....	50
Abbildung 24:	Bewertung und Verbesserung von Prozessen .....	50
Abbildung 25:	Prozessorientiertes Modell zur groben Strukturierung der Systemgrenzen ...	51
Abbildung 26:	Management von problemlösungsorientierten Teams .....	54
Abbildung 27:	Von komplexen Planungsaufgaben zur modular, vernetzten Organisationsstruktur mit effizienten Prozessabläufen.....	55
Abbildung 28:	Analyse und Synthese dynamischer Systeme .....	57
Abbildung 29:	Aufbau eines integrierten Planungsansatzes für Industrieparks.....	58
Abbildung 30:	Problemlösungszyklus in den Lebensphasen eines Systems nach VDI 2221 [VDI93a] .....	59
Abbildung 31:	Die verschiedenen Planungsdisziplinen erfordern eine modulare Planung.....	61
Abbildung 32:	Bildung von integrationsfähigen Planungsmodulen aus der prozessorientierten Systemansicht der Produktions- und Logistiksysteme .....	62
Abbildung 33:	Integrierter Planungsansatz für Industrieparks.....	63

Abbildung 34:	Definition von Leistungsvereinbarungen für die Planungsmodule.....	64
Abbildung 35:	Ziel weiter Planungshorizont und reduzierte der Planungszeiten .....	65
Abbildung 36:	Gestaltung eines integrierten Systems aus Prozessen, Ressourcen, Strukturen und Lenkung für einen Industriepark.....	70
Abbildung 37:	Systematisches Vorgehen in der Konzeptplanung .....	71
Abbildung 38:	Entwicklung der Ressourcenstruktur aus der Prozessstruktur .....	73
Abbildung 39:	Kombinierte System- und Prozesssicht auf den Industriepark .....	74
Abbildung 40:	Hierarchische Strukturebenen im Industriepark.....	75
Abbildung 41:	Netzwerkebene.....	76
Abbildung 42:	Industrieparkebene .....	76
Abbildung 43:	Flurstückebene .....	77
Abbildung 44:	Gebäudeebene .....	77
Abbildung 45:	Bereichsebene .....	78
Abbildung 46:	Zonenebene .....	79
Abbildung 47:	Arbeitsplatzebene.....	79
Abbildung 48:	Planung der Prozesse und der Strukturen in den Planungsmodulen .....	82
Abbildung 49:	Synthese eines dynamischen Systems.....	83
Abbildung 50:	Gestaltung bereits existierender Systeme .....	83
Abbildung 51:	Integrierte Planung von Prozessen und Strukturen .....	84
Abbildung 52:	Projekt- und Betriebsicht sind in eine integrierte Systemsicht zu überführen	87
Abbildung 53:	Beispiel für Anforderungen und Ziele zur Definition der Aufgabenstellung .	88
Abbildung 54:	Phase 1: Bestimmung der Systemgrenzen und -lasten.....	89
Abbildung 55:	Definition von Modulen und Schnittstellen aus den Prozessketten .....	90
Abbildung 56:	Harmonisierung von Produkt-, Leistungs- und Prozessstruktur .....	91
Abbildung 57:	Leistungsobjekte und Arbeitshilfsmittel entlang der logistischen Kette.....	91
Abbildung 58:	Phase 2 - Prozessplanung.....	92
Abbildung 59:	Prozesse der Logistik in der Automobilindustrie i.A.a. VDI 3600 [VDI01] ..	93
Abbildung 60:	Planung der Prozesse mit dem Dortmunder Prozessketteninstrumentarium ..	94
Abbildung 61:	Prozessspezifikation.....	95
Abbildung 62:	Prozesse und Strukturen konsistent konstruieren.....	96
Abbildung 63:	Grobe Bewertung der Prozesskosten .....	96
Abbildung 64:	Phase 3 – Ressourcen planen .....	97
Abbildung 65:	Prozessmodell für die Planung der Ressourcen im Industriepark.....	98
Abbildung 66:	Zusammenhang zwischen Ressourcen und Leistungsobjekten.....	99
Abbildung 67:	Monitoringsystem für die Produktionsplanung und -steuerung i.A.a. [Kirc03] .....	101
Abbildung 68:	Planungsaufgabe 4 - Strukturplanung .....	102
Abbildung 69:	Prozesspläne unterstützen die Strukturplanung .....	102
Abbildung 70:	Kennzeichnungssystematik für Gebäude nach DIN 6779 - 12 [DIN03] .....	104



---

Abbildung 71:	Bewertung der Strukturvarianten .....	106
Abbildung 72:	Strukturbildung des Industrieparks aus System- und Prozesssicht .....	107
Abbildung 73:	Systematische Entwicklung von Strukturen.....	108
Abbildung 74:	Phase 5 – Lenkung planen .....	109
Abbildung 75:	Aufschaukelung der Prozesse im un gelenkten System.....	109
Abbildung 76:	Das Prozessketteninstrumentarium unterstützt die Lenkung .....	110
Abbildung 77:	Modellierung von 5 Lenkungsebenen i.A.a. [Beck96] .....	111
Abbildung 78:	Aufbau von Lenkungsebenen in den Hierarchieebenen.....	112
Abbildung 79:	Beispiel für die 5 Lenkungsebenen i.A.a. BECKMANN [Beck96].....	113
Abbildung 80:	Systemgestaltung in Suchräumen mit vielen möglichen Lösungen.....	114
Abbildung 81:	Schematische Darstellung der Konstruktion als Lösungsweg .....	115
Abbildung 82:	exemplarische Zielplanung für einen Industriepark.....	118
Abbildung 83:	Exemplarische Bedarfsplanung für einen Industriepark.....	119
Abbildung 84:	Abgrenzung des Bedarfs von Hersteller und Lieferanten mit Prozessketten	121
Abbildung 85:	Ablauf einer exemplarischen Konzeptplanung .....	122
Abbildung 86:	Exemplarische Genehmigungsplanung.....	124
Abbildung 87:	Ausführungsplanung .....	125
Abbildung 88:	Erweiterungsfähigkeit vs. Wirtschaftlichkeit von Tragwerken.....	127
Abbildung 89:	Integration der Systeme: Hülle, Tragwerk und technischer Ausbau.....	127
Abbildung 90:	Exemplarische Planung der Realisierung .....	128
Abbildung 91:	Exemplarischer Ablauf eines Anlaufs.....	129
Abbildung 92:	Flussorientiertes Industrieparklayout mit OEM- und Zulieferermodulen....	130
Abbildung 93:	Ermittlung von Sonderbehältern und Lkw für den Transport zum Hersteller .....	131
Abbildung 94:	Ermittlung der Flächenbedarfe aus den Behältern .....	132
Abbildung 95:	Grundsätzliche Anordnungsvarianten mit Wegebeziehungen .....	134
Abbildung 96:	Ergebnis der Bewertung der vier Strukturvarianten.....	134
Abbildung 97:	Anordnung der Modullieferanten im Industriepark .....	135
Abbildung 98:	Gestaltung der Flächen in den Anordnungsstrukturen.....	136
Abbildung 99:	Assistenzsystem für die integrierte Planung der Fabrik.....	140
Abbildung 100:	Ausblick Entwicklung eines Assistenzsystems für die Fabrikplanung .....	141
Abbildung 101:	Definition von Regelkreisen für die Steuerung der Module .....	141
Abbildung 102:	Schematische Darstellung eines Konsignationslagers .....	186
Abbildung 103:	Vergleichende Gegenüberstellung verwandter Konzepte des Industrieparks	190
Abbildung 104:	Von der doppelten Lagerhaltung zum Continuous Flow mit JIT/JIS .....	191
Abbildung 105:	KANBAN-Steuerung in Produktion und Beschaffung .....	192
Abbildung 106:	Unterschiedliche Belieferungskonzepte aus der Sicht des Herstellers.....	193
Abbildung 107:	Anordnung der Lieferanten anhand der Einbauzeitfenster .....	194

Abbildung 108:	Ein zentrales Lager im Industriepark spart Kapazitätsreserven .....	195
Abbildung 109:	Industriepark VW Seat Barcelona 1987 [Weiß01] .....	196
Abbildung 110:	Industriepark Autoeuropa Palmela 1992 [Weiß01] .....	197
Abbildung 111:	Industriepark Ford Köln-Niehl [Ante05] .....	198
Abbildung 112:	Schematische Darstellung der Verknüpfung von Industriepark und Herstellerwerk über eine automatische Hängebahn .....	199
Abbildung 113:	Werk MCC Hambach aus der Vogelperspektive [Auto05] .....	200
Abbildung 114:	Funktionsschematisches Layout der integrierten Fabrik MCC Hambach ....	201
Abbildung 115:	Karosseriebau (links) und Montagestation (rechts) (Quelle: [Auto05]) .....	203
Abbildung 116:	Vollständige Integration der Zulieferer und Logistik in der Fabrikstruktur .	204
Abbildung 117:	Plattform- und Modulstrategie am Beispiel VW Golf III [Weiß01] .....	205
Abbildung 118:	Wandel der Wertschöpfungsanteile [Auto03]; [Südd04] .....	206
Abbildung 119:	Plattformumfang Unterbau und Fahrwerk am Beispiel VW Golf III [Weiß01] .....	207
Abbildung 120:	Modul und Komponenten: am Beispiel Cockpit VW Golf III [Weiß01] .....	208
Abbildung 121:	Systeme am Beispiel Bremssystem VW Golf III [Weiß01] .....	209
Abbildung 122:	Typologisierung von Fabriken nach SCHULTE [Schu03] .....	212
Abbildung 123:	Mindmap der Ziele eines Unternehmens .....	213
Abbildung 124:	Flächenerfassungsbogen nach der VDI 3644 .....	219
Abbildung 125:	Planungsmethode nach REFA [REFA85] .....	221
Abbildung 126:	Vorgehensweise in der Fabrikplanung nach Kettner [Kett84] .....	223
Abbildung 127:	Planungspyramide nach AGGTELEKY[AGGT92] .....	224
Abbildung 128:	Segmentierungsprozess nach WILDEMANN [Wild94] .....	226
Abbildung 129:	Die „Fraktale Fabrik“ nach Warnecke [BULL94] .....	227
Abbildung 130:	Prinzipien der prozessorientierten Planung dynamischer Fabrikssysteme [Biss96] .....	229
Abbildung 131:	Aspekte der Strukturierung von Objekten nach Funktion, System, Ort und Zeit .....	247
Abbildung 132:	Unterschiedliche Strukturen in den Systemebenen eines Industrieparks .....	248
Abbildung 133:	Raumbuch für die eindeutige Beschreibung bis zum Arbeitsplatz .....	250
Abbildung 134:	Strukturierung der Industriegebäude nach den Funktionen i.A.a. die Kostenstellen der DIN 276 [DIN93] .....	252
Abbildung 135:	Skoda Fabrik in Mladá Boleslav (1996) [Rott03] .....	253
Abbildung 136:	dynamische (Produzieren, Logistik) und statische (Kommunikation, Schulung, Verwaltung) Zonen des Skoda Werkes Mladá Boleslav .....	254
Abbildung 137:	Linear und flächig additive, sowie integrative Strukturen .....	255
Abbildung 138:	Rückenstruktur: Inmos Halbleiterfabrik; Inmosin, Newport (1982) [Rott03] .....	256
Abbildung 139:	Kammstruktur: Fabrikgebäude Fa. Leyboldt in Alzenau (1987) Architekten: Behnisch & Partner [Lore91] S.184 .....	256
Abbildung 140:	Kopfstruktur: Mors System Ceiling in Opmeer (1989) [Rott03] .....	256

---

Abbildung 141: Fabrikgebäude in Münsingen (1964) von Fritz Haller [Wich89] .....	257
Abbildung 142: Volvo Montagewerk in Kalmar (1974) [Rott03] .....	257
Abbildung 143: Kohlekraftwerk Enso Gutzeit in Varkaus (1990) [Rott03] .....	258
Abbildung 144: Abfüllanlage der Greene King Brauerei, Bury St. Edmunds (1981) [Rott03] .....	258
Abbildung 145: Normenwelt des Konstruierens und Entwerfens technischer Systeme .....	271
Abbildung 146: Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren i.A.a. [VDI93a]..	271
Abbildung 147: Methodisches Entwerfen technischer Produkte i.A.a. [VDI04].....	272



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Studie 2001/2002 mit 200 teilnehmenden Unternehmen des produzierenden Gewerbes [West02].....	3
Tabelle 2:	Übersicht über Industrieparkstandorte der Automobilindustrie in Deutschland und Europa [AKJN04] .....	13
Tabelle 3:	Übersicht über in den Industrieparks gefertigte Komponenten [Gare02] .....	14
Tabelle 4:	Bekannte Anordnungs- und Bewertungsmethoden der Fabrikplanung .....	32
Tabelle 5:	Typische Merkmale der Fabrikplanung .....	36
Tabelle 6:	Definition von Lebenszyklusphasen für die Planung von Industrieparks (1/3) .....	66
Tabelle 7:	Definition von Lebenszyklusphasen für die Planung von Industrieparks (2/3) .....	67
Tabelle 8:	Definition von Lebenszyklusphasen für die Planung von Industrieparks (3/3) .....	68
Tabelle 9:	Planungsaufgaben für die prozessorientierte Systemplanung .....	72
Tabelle 10:	Typische Problemstellungen in Industrieparks und mögliche Lösungsansätze .....	86
Tabelle 11:	Bestimmung der Sonderbehälter für die Module / Teile.....	133
Tabelle 12:	Planungsschritte der prozessorientierten Planung nach BISSEL.....	232
Tabelle 13:	Systemorientierte Gliederung des Industrieparks nach Funktionen.....	251
Tabelle 14:	Ausschnitt aus der DIN 277 Teil 2 : 2005-02 [DIN05] .....	251
Tabelle 15:	Checkliste mit Bewertungskriterien für die Analyse des Industrieparks .....	261
Tabelle 16:	Bewertung des Standortes „Industriepark“ .....	263
Tabelle 17:	Checkliste für die Bewertung der unterschiedlichen Konzepte .....	264
Tabelle 18:	Klärung der gesicherten Erschließung .....	265
Tabelle 19:	Checkliste zur Ermittlung der notwendigen Dienstleistungen für einen Industriepark .....	267
Tabelle 20:	Genehmigungsrechtlicher Ablauf .....	269
Tabelle 21:	Einzuschaltende Behörden und Fachplaner in der Genehmigungsplanung ..	270
Tabelle 22:	Tätigkeiten beim Entwerfen von Lösungen nach [Ehrl03] .....	273



# 1 Einleitung

Industrieparks der Automobilindustrie sind vernetzte Logistik- und Produktionssysteme in räumlicher Nähe der OEM (Original Equipment Manufacturer). Die Kooperation von Zulieferern, Dienstleistern und OEM an einem Standort dient der Erzielung von Synergieeffekten und stellt hohe Anforderungen an die Planung der Industrieparkstrukturen. Ein Industriepark stellt ein System aus verschiedenen Zulieferern dar, die einen Haupthersteller beliefern. Die Zulieferleistungen lassen sich in Teile, Komponenten, Module und Systeme unterscheiden [Adol96] (s.a. Anhang B 2.3). Industrieparks beherbergen verschiedene Zulieferer und Dienstleister, welche gemeinsam und zielgerichtet den OEM beliefern. Einerseits sind die Wertschöpfungsprozesse auf verschiedene Unternehmen aufzuteilen, andererseits sollen diese ein Gesamtoptimum erzielen. Das Zusammenspiel der Prozessabläufe bestimmt den Erfolg des Industrieparks. Die Fabrikstrukturen sind untereinander logistisch so zu vernetzen, dass die zu montierenden Teile in der richtigen Zeit, in der richtigen Qualität zum richtigen Ort an das Montageband des OEM geliefert werden können. Aufgrund der Weiterentwicklung der Produkte mit neuen Technologien und neuen Varianten müssen die produzierten Teile kontinuierlich erneuert oder angepasst werden. Das erfordert einerseits modifizierte Prozessabläufe und andererseits eine Restrukturierung der Produktions- und Gebäudestrukturen. Die Fabrikplanung wandelt sich somit von einem einmaligen Projekt, zu einer kontinuierlichen, prozessorientierten Aufgabe, die den Betrieb der Produktionsstätten begleitet. Die Prozesse des wirtschaftlichen Fabrikbetriebes im Netzwerk Industriepark stehen dabei im Fokus der Betrachtung. Grundvoraussetzung hierfür ist ein gemeinsames Verständnis der wertschöpfenden Prozessabläufe im Industriepark und die darauf aufbauende, systematische Konstruktion der Planungsobjekte und deren Strukturierung. Die baulichen und technischen Anlagen der Fabriken im Industriepark sind damit nicht mehr als einmaliges Werk eines Projektes zu betrachten, sondern als permanente Betriebsmittel, welche aufgrund der unterschiedlichen Nutzer mandantenfähig zu gestalten sind. Die Betriebsmittel sind so nachhaltig zu planen, dass diese an andere Nutzer oder an neue Varianten der Produkte mit geringem Aufwand angepasst werden können. Nicht die Kosten der Erstinvestitions für die Anlagen, sondern die langfristige Verfügbarkeit, die Anpassungsfähigkeit und der Werterhalt der Anlagen sollten bereits in der Planungsphase geplant werden.

Die hohe Vernetztheit der verschiedenen Partner (Lieferant, Dienstleister, Hersteller) und die vielen Logistik- und Produktionsprozesse in den Industrieparks bewirken, dass die Schwankungen bei einem Partner Auswirkungen auf das gesamte Netzwerk Industriepark besitzen können. Deshalb ist die Planung dieser Prozesse und der Netzwerke besonders sorgfältig vorzunehmen. Zuerst sind die Wertschöpfungsprozessabläufe bei den Standortpartnern und im Industriepark zu planen. Anschließend sind die baulichen und technischen Anlagen auf die Prozesse auszulegen, zu dimensionieren und gemäß den logistischen Abläufen anzuordnen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die vorhandenen Fabrikplanungsmethoden auf deren Anwendbarkeit für die Planungsaufgabe Industriepark untersucht. Ziel ist die Entwicklung einer prozessorientierten Methode, welche der komplexen Planungsaufgabe Industriepark am besten gerecht wird. Es ist eine Planungsmethode zu finden, welche einerseits eine Zerlegung in Teilaufgaben ermöglicht und andererseits die integrierte Betrachtung und Lösung des Gesamtplanungsproblems zulässt.

Die Arbeit analysiert die Merkmale sog. *Industrieparks* der Automobilindustrie, insbesondere deren Strukturen, Funktionsweise und Aufbau. Der Handlungsdruck der Märkte der Automobilindustrie ist prägend für Industriepark. Im Folgenden werden daher zunächst die

aktuellen Veränderungen der Rahmenbedingungen und die wesentlichen Veränderungstreiber des Umfeldes beschrieben.

## 1.1 Die dritte industrielle Revolution erfordert kürzere Reaktionszeiten bei zunehmender Vernetztheit

Die aktuelle wirtschaftliche Situation ist durch die zunehmende Globalisierung der Märkte, die steigende Komplexität von Produkten, Technologien und Dienstleistungen sowie die Wandlung des Marktes zu einer verstärkten Kundenorientierung geprägt.

Unter Globalisierung wird heute eine noch nie gekannte Verschmelzung von nationalen und internationalen Märkten und somit eine weltweite Vernetzung der nationalen Wirtschaftsgebiete verstanden. Die Folgen sind die Liberalisierung der Märkte, die stetig zunehmend grenzüberschreitenden Kapitalströme, langfristig Direktinvestitionen und die weltweite Dezentralisierung der Produktionsprozesse. Vorangetrieben wird der Globalisierungsprozess durch die Entwicklung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien, die Senkung der Transport- und Transaktionskosten, der Abbau von Handelshemmnissen und neue Formen der Arbeitsteilung und der Informationsverarbeitung [Funk02], [Bord99]. Prof. THUROW vom MIT in Cambridge spricht in [Thur04] von der bereits begonnenen „*Dritten industriellen Revolution*“. Der Fortschritt in den einzelnen Disziplinen und vor allen Dingen die vernetzte Interaktion in den sechs Technologien (Mikroelektronik, Computerwesen, Telekommunikation, neue Materialien, Robotik und Biotechnologien) schaffen kontinuierlich Innovationen. Diese Innovationen verändern systematisch das wirtschaftliche und gesellschaftliche Leben aller Menschen [Fren02]. Die Dampfmaschine löste die erste und die Elektrifizierung, die zweite industrielle Revolution aus. Beide zerstörten den Feudalismus. Die Dritte Revolution ist gerade dabei, unsere nationalen, industriellen Volkswirtschaften genauso gründlich aufzubrechen. Dieser Umbauprozess wird eine Vielzahl von verschiedenen globalen Wirtschaftssystemen generieren. THUROW [Thur04] fordert, dass Forscher deshalb auch Architekten sein sollten, die sowohl die Kräfte, welche die neuen Systeme gestalten, als auch den Pfad der Struktur des neuen Systems verstehen. Die Planer müssen hierzu die Aufgabenstellungen in hochgradig vernetzten Systemen verstehen, analysieren und gestalten können. Das Verhalten des Unternehmensumfeldes wird im Zeitalter global vernetzter Informations-, Kapital- und Materialflussbeziehungen vermehrt als *komplex* oder synonym *turbulent* bezeichnet [Hart95], [Zahn98], [Wien98] [West99], [Rein99], [West00], [Spat01], [Wien02]. Die Komplexität wird dadurch gekennzeichnet, dass sich die miteinander verknüpften Einflussgrößen selbst ändern und die Interaktionen permanent variieren [Dörm96], [Ebel98], [Prob99], [Kuma00], [Gres01]. Die traditionelle Möglichkeit der Prognose von Entwicklungen ist in dynamisch, komplexen Systemen - wie es z.B. Märkte sind - nur bedingt möglich [Simo78], [Pull92], [Ulri95], [Puhl99], [Voll00]. So ist z.B. die Vorhersage der dynamisch hoch komplexen Entwicklung des Wetters nur durch viele Messpunkte (Wetterstationen, Satellitenaufnahmen) möglich. Das Risiko einer Fehleinschätzung oder Fehlinterpretation ist jedoch weiterhin gegeben, da bereits kleine Ursachen große Wirkungen in komplexen Systemen hervorrufen können. Die dargestellten, einschneidenden Veränderungen im Unternehmensumfeld erfordern einen permanenten Strukturwandel. Die sehr erfolgreichen japanischen Wettbewerber brachten die deutsche Automobilindustrie bereits in den achtziger Jahren in eine Krise [Gutb93]. Durch viele innovative Entwicklungen, weitreichende Umstrukturierungen und die stärkere Integration der Zulieferer konnte diese strukturelle Krise erfolgreich gemeistert werden. Ein Automobilwerk von heute ist mit einem von vor zehn Jahren nicht mehr zu vergleichen. Die frühzeitige Umstrukturierung ist ein Grund dafür, dass die deutsche Automobilindustrie trotz der Ver-



schärfung des Wettbewerbs zu einer der führenden und innovativsten Branchen zählt. Die neuen Lösungskonzepte und Methoden der Automobilindustrie wie z.B. die Integration von Entwicklung und Produktion im *Simultaneous Engineering* [Krot94], effektive Verfahren und Methoden der Projektführung, die Optimierung der gesamten Lieferkette (*Supply Chain Management*) [Wern00] und neue technische Lösungen sind richtungweisend für andere Branchen [Beck04], [Stad00]. Im Folgenden werden zum besseren Verständnis die aktuellen Anforderungen an Unternehmen der Automobilindustrie und der passenden innovativen Lösungen in Industrieparks detaillierter beschrieben.

## 1.2 Die neue Herausforderung für die Fabrikplanung - permanente Anpassungsfähigkeit

In einer Studie des Fraunhofer Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA mit 200 teilnehmenden Unternehmen wurden die wesentlichen Ursachen für Probleme im Umfeld dieser Unternehmen untersucht [West02]. Tabelle 1 zeigt die 10 häufigsten Störungen, die in unternehmensinterne und -externe Ursachen bzw. nach den kurz- bzw. mittel- / langfristigen Reaktionszeiten untergliedert werden. Die Kundenansprüche bzgl. Produktqualität, -preis und Verfügbarkeit sind signifikant gestiegen (*customer procurement*). Vielfältige und spezifische Kundenanforderungen in Verbindung mit permanent sinkenden Produktlebenszyklen führen zu einer Explosion von Produkttypen und -varianten (vgl. [Kuhn95], [Kuhn02]).

		Top 10 heutiger Turbulenzursachen im Unternehmensumfeld	
		Vom Markt geforderte Reaktionszeit	
		Kurzfristig	Mittel- / Langfristig
Ursache	Intern	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisatorische Störungen (85%)</li> <li>• Technische Störungen (83%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunahme der Variantenzahl (78%)</li> </ul>
	Extern	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzfristige Probleme mit Zulieferern (93%)</li> <li>• Kurzfristige Änderung des Bedarfstermins (83%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Änderung der Bedarfsmengen (93%)</li> <li>• Änderung der Lieferbedingungen (88%)</li> <li>• Änderung der geforderten Lieferzeit (83%)</li> <li>• Änderung des Produktmixes (79%)</li> <li>• Änderung der Zulieferbedingungen (73%)</li> </ul>

Tabelle 1: Studie 2001/2002 mit 200 teilnehmenden Unternehmen des produzierenden Gewerbes [West02]

Die kontinuierlichen technologischen Verbesserungen an den Produkten und den Produktionsprozessen in Verbindung mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien führen zu drastisch verkürzten Innovationszyklen [Kröm01]. Die Anforderungen an die Fabrikstrukturen in den Hochtechnologieländern einer stärker globalisierten Welt sind Leistungs- und Veränderungsfähigkeit [Pisc91].

Die Automobilindustrie hat die Dynamik der Umfeldanforderungen und die hohe Variantenvielfalt weitgehend auf ihre Zulieferer verlagert. Für die Lieferung der Zulieferteile stehen nur kurze Zeitfenster zur Verfügung. Die Koordination und Bündelung der Logistik der verschiedenen Zulieferer erfolgt an einen gemeinsamen Standort (=Industriepark) in der Nähe des OEM. Durch viele Zulieferer in einem nahen Industriepark ist der OEM in der Lage möglichst individuelle und variantenreiche Automobile herzustellen. Die Leistungstiefe, die Ressourcen, die Prozesse, die Abläufe und die Standorte der Fabriken in einem Industriepark müssen optimal aufeinander und auf die zu fertigen Produkte abgestimmt werden. Es sind

strategische Partnerschaften vertraglich und organisatorisch zu gestalten, welche die Aufgaben der Zukunft agil und zuverlässig meistern können. Das Ausmaß und die Geschwindigkeit von Veränderungspotenzialen muss bereits bei der Auslegung von Produktionseinrichtungen beachtet werden.

Die aktuellen Anforderungen, denen Hersteller zusätzlich nach [IKB03] und [Merc04] gegenüberstehen, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Hersteller konzentrieren sich auf ihre Kernkompetenzen.
- Der Wertschöpfungsanteil der Lieferanten nimmt stetig zu.
- Hohe Anzahl an Varianten und kundenindividuelle Produkte erfordern eine Losgröße 1.
- Immer kürzer werdende Produktlebenszyklen (z.B. neue Produkte, neue Varianten, Facelifts) benötigen kontinuierlich neue Produktionsanläufe.
- Die Zeitfenster für den Einbau von Modulen werden kürzer.
- Die Reaktionszeiten sind umso kürzer.
- Insgesamt herrscht eine hohe Produkt- und Prozesskomplexität.

Die folgenden sechs Leistungsmerkmale von Industrieparks sind bestimmend für den Unternehmenserfolg und daher kontinuierlich den sich ändernden Anforderungen anzupassen:

1. Die Produktion für die sich verändernden Produkte
2. Der Kommunikations- und der Informationsfluss aller Beteiligten
3. Die Unternehmenskultur und die Organisation
4. Die Logistik innerhalb und außerhalb des Industrieparks
5. Die baulichen und technischen Anlagen mit ihren Betriebsmitteln
6. Das Design als Identitätsdimension

Hieraus resultieren die folgenden wesentlichen Anforderungen an die Planung von Industrieparks:

- Die Strukturen des Industrieparks sind kontinuierlich den Prozessen anzupassen, um wirtschaftliche und schlanke Abläufe gewährleisten zu können (Prozessorientierung).
- Schnelle Produkt- und Technologiewechsel erfordern eine hohe Wandlungsfähigkeit.
- Unterschiedliche Nutzer (Betreiber, Dienstleister, Lieferanten) erfordern eine Mandantenfähigkeit.
- Komplexe und schnelle Produktions- und Logistikabläufe erfordern eine schnelle Reaktionsfähigkeit.

Diese Anforderungen sind unter Berücksichtigung der Einzelinteressen in eine für den Industriepark ganzheitliche Lösung zu überführen. Ein umfangreiches Vertragswerk zwischen den Wertschöpfungspartnern regelt anschließend die Zusammenarbeit im Industriepark. Nach der Darstellung der aktuellen Anforderungen an Industrieparks werden im folgenden Kapitel bekannte Lösungsansätze für die Planung überprüft und deren Defizite hinsichtlich der genannten Herausforderungen dargestellt.

### **1.3 Defizite bekannter Lösungsansätze der Planung**

Der Entwurf von Bauwerken und technischen Anlagen in der Fabrikplanung ist heute dadurch gekennzeichnet, dass diese Objekte unter bestimmten Optimierungskriterien einmalig gestaltet, dimensioniert, angeordnet und realisierungsreif beschrieben werden. Dabei existiert für jedes Entwurfsobjekt eine Vielzahl von Entwurfsparametern. Die Entwurfsbearbeitung erfordert unterschiedliche Fachkompetenzen. Für den Entwurf einer Fabrikhalle sind z.B. Fachingenieure für Architektur, Statik, Gebäudetechnik, raumbildende Ausbauten, Tageslichtplanung, Materialfluss und Außenanlagen notwendig. Die effektive Kooperation dieser Fachplaner erfordert eine gemeinsame Konvention der Zusammenarbeit. Die Planung ist in Teilaufgaben zu

zerlegen, welche durch die einzelnen Disziplinen gelöst werden ohne das Zusammenwirken der Teilplanungsergebnisse aus den Augen zu verlieren. Schließlich sind die so entworfenen Teilergebnisse wieder zu einem Gesamtsystem zusammenzufügen. Trotz der zentralen Bedeutung dieser Dekomposition umfangreicher Planungen, existieren hierzu bisher keine detaillierten Untersuchungen. Neben der Dekomposition der Planung auf eine Vielzahl von Fachplanern, wird das Planungsergebnis für die Realisierung wiederum auf verschiedene Gewerke der Bauausführung verteilt. Die Verdingungsordnung im Bauwesen [VOB06] zählt 99 einzelne Baugewerke auf. Bei einer Einzelvergabe entspricht jedes Gewerk wiederum einem Vertragspartner, welcher seine Interessen und seinen Profit zu wahren versucht. Wenn nur einer dieser Partner schlechte oder langsame Arbeit leistet, so hat dies Konsequenzen für die nachfolgenden Gewerke. Die Aufteilung der Planungs- und Ausführungsaufgaben wird zusätzlich dadurch erschwert, dass in der Praxis kein einheitliches Verständnis der Fabrikplanungsphasen und –methoden vorherrscht.

Daher misslingt leider oft der Erfolg des Gesamtergebnisses aller Partner in der Zusammenarbeit. Neben der Zerlegung in verschiedene Planungs- und Ausführungsdisziplinen ist der Planungshorizont oft zu kurz gewählt. Die „klassische“ Fabrikplanung endet mit der Schlüsselübergabe an den Auftraggeber und lässt diesen mit dem Betreiben der Anlagen weitestgehend allein. Die Planungsmethoden in der Betriebsphase wie: Produktionsplanung- und Steuerung (PPS), Manufacturing Resource Planning (MRP II), Supply Chain Management (SCM) und Facility Management (FM) erfordern oft eine erneute Bestands- und Datenaufnahme [Wies05], da der einmalige, projektorientierte Planungsansatz nicht ausreicht. In der Fabrikplanung werden die Fabrik und die Abläufe der Produktion und der Logistik nicht ausreichend genug modelliert und dokumentiert. Die Betreiber müssen sich hierzu erneut die vorhandenen Strukturen und Prozesse des Industrieparks im Betrieb aufnehmen und modellieren. Bestehende Strukturen werden dabei selten hinterfragt, da für jede Strukturveränderung aufwendige Fabrikplanungsprojekte aufgesetzt werden müssten. Dabei könnten durch Veränderungen der Strukturen oft die Prozessabläufe erheblich vereinfacht werden. Alle Prozesse und Strukturen sind so auszurichten, dass die besten Produktionsergebnisse erzielt werden.

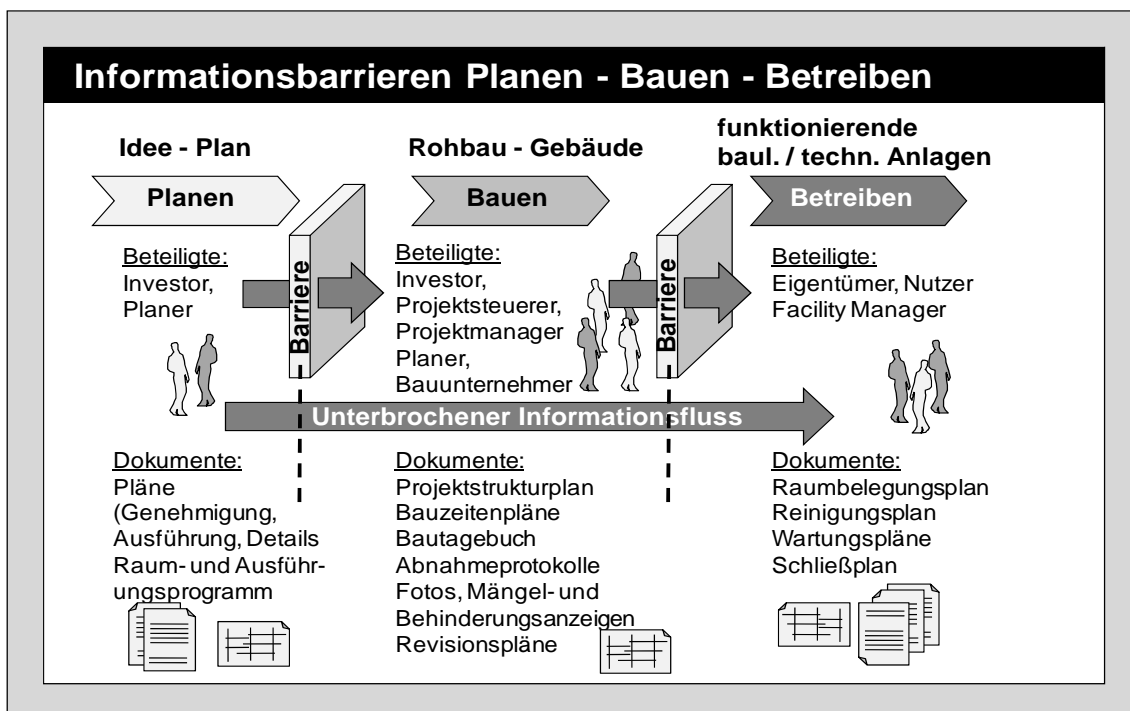


Abbildung 1: Informationsbarrieren zwischen Planen, Bauen und Betreiben

Abbildung 1 zeigt die Informationsbarrieren zwischen Planen, Bauen und Betreiben mit unterschiedlichen Beteiligten und unterschiedlichen Dokumenten. Die „klassische“ Fabrikplanung ist i.d.R. dadurch gekennzeichnet, dass in einem einmaligen Planungsprojekt mit vielen Planungs- und Ausführungspartnern ein einmaliges Gesamtplanungsergebnis zu einem fixierten Zeitpunkt angestrebt wird. Industrieparks sind aufgrund der in Kapitel 1.2 dargestellten Anforderungen sehr flexibel zu gestalten. In Industrieparks ist nicht die einmalige statische Betrachtung, sondern die Beachtung der Dynamik der Prozesse inner- und außerhalb des Industrieparks und der Transformation des Planungsobjektes über den Lebenszyklus entscheidend für die Wertschöpfung und den Erfolg der Planung. Die Funktionen (Features) und die Leistungsfähigkeit (Performance) der baulichen und technischen Anlagen sind nach den auf ihnen ablaufenden dynamischen und komplexen Prozessen auszulegen. Weiterhin sind alle Schnittstellen zum Umfeld: die stoffliche, energetische, informationelle, wirtschaftliche und rechtliche Einbindung von Bedeutung. Diese Schnittstellen sind bereits in der Planung zu berücksichtigen. Die Aufbau- und Ablauforganisation der Unternehmensorganisation ist aufbauend auf der Planung der Prozesse so zu entwickeln, dass ein zielgerichteter Informationsfluss zur Lenkung der Prozesse mit ihrem Ge- und Verbrauch von Ressourcen in den Strukturen aufeinander abgestimmt organisiert werden kann. Diese neue Sichtweise benötigt wiederum neue, die Unternehmensplanung begleitende, prozess- und problemlösungsorientierte Methoden.

## 1.4 Motivation und Zielsetzung der Arbeit

Die Motivation zur Entwicklung einer neuen Konstruktionsmethode für Industrieparks gründet auf den in Kapitel 1.2 genannten, aktuellen Herausforderungen und den in Kapitel 1.3 dargestellten Defiziten in der Planung. Ziel der Arbeit ist es, am Beispiel des Planungsobjektes Industriepark eine prozessorientierte Planungsmethode zu entwickeln, welche die o.g. Anforderungen berücksichtigt.

Die Arbeit liefert einen Beitrag für die Planung von Industrieparks der Automobilindustrie. Das Planungsverfahren basiert auf einem zuvor definierten Theorie-rahmen (Kapitel 3) und einem Vorgehensmodell (Kapitel 4), mit deren Hilfe die Gesamtplanungs-aufgabe in Planungsmodul-e mit definierten Entwicklungs- und Gestaltungsregeln strukturiert zerlegt werden kann. Durch das Vorgehensmodell ist die gezielte Dekomposition der Planungsaufgabe in lös-bare Teilaufgaben möglich und die Planung wird rückverfolgbar. Die Koordination, die Kommunikation und die Dokumentation der Fabrikplanung von Industrieparks wird hierdurch verbessert. Der prozessorientierter Planungsansatz wurde gewählt, um der hohen Dynamik einer kontinuierlichen Planung in Industrieparks am besten gerecht zu werden. Es ist nicht auszuschließen, dass die Planungsmethode auch für andere Planungsobjekte der Fabrikplanung anwendbar ist. Es wurde jedoch bewusst nicht der Anspruch erhoben, eine universelle Fabrikplanungsmethode zu entwickeln.

Die Erkenntnisse der Arbeit basieren auf der Fachliteratur, auf eigenen Industriebauprojekten und auf Untersuchungen vorhandener Industrieparks. Für diese Arbeit wurden richtungweisende Trends der Fabrikplanung aus der VDI-Richtlinienarbeit „Digitale Fabrik“ und „Fabrikplanung“ analysiert und daraus neue Anforderungen an die Planung von Industrieparks abgeleitet. Die fruchtbaren Diskussionen mit den Experten in diesen Arbeitskreisen waren inspirierend und bestätigten den gewählten Forschungsansatz.

Die Planung, die Realisierung und der Betrieb eines Industrieparks sollen integrativ betrachtet werden. Hierzu bedarf es einer gemeinsamen Konvention über die beteiligten Fachdisziplinen. Erst in der Betriebsphase des Planungsobjektes findet die Wertschöpfung statt. Deshalb sind die

Prozesse des Betriebs Ausgangs- und Zielpunkt aller Planungen. Die Fabrik- und Logistikstrukturen sind auf diese Geschäftsprozesse auszurichten und abzustimmen. Durch die optimale Ausrichtung der baulichen Strukturen auf die in ihnen ablaufenden Prozesse werden die Verschwendung von Ressourcen vermieden und die Produktions- und Logistikqualität gesteigert.

Grundlage des neuen Planungsansatzes sind Prozessmodelle der Produktions-, Logistik- und Betriebs-Prozesse, welche die notwendigen Prozessabläufe und deren Anforderungen an die Funktionen beschreiben. Aus der Belastung dieser Prozessmodelle mit Leistungseinheiten erfolgen anschließend die Dimensionierung und die Anordnung der Ressourcen (z.B. Flächen, Arbeitsmittel, Personal). Die Prozessmodelle dienen dabei als Planungs-, Steuerungs- und Entscheidungsgrundlage. Sie können im Fabrikbetrieb weiter genutzt werden, um Auswertungen über die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Strukturen zu gewinnen. Für die später evtl. erforderliche prozess- und problemorientierte Analyse, die Erstellung von Varianten zur Anpassung der Produktions- und Logistikstrukturen können die Prozessmodelle weitergenutzt werden. Aufgrund des Umfangs kann im Rahmen der Arbeit, der neue Planungsansatz nur eingeschränkt exemplarisch angewandt werden. Ziel der Arbeit ist es, am Planungsobjekt Industriepark das neue Vorgehensmodell mit seinen Planungsphasen und dem Methodeneinsatz empirisch auf seine Zweckmäßigkeit hin zu untersuchen

Die Strukturen des Industrieparks sind so zu gestalten, sodass Nutzerwechsel und Umnutzungen rationell möglich sind (=Mandantenfähigkeit). Die Unternehmen im Industriepark besitzen individuelle Ziele, welche sich verändern können oder sogar ersetzt werden müssen. Für die integrative Bearbeitung komplexer, verteilter Aufgaben in der Kooperation der Standortteilnehmer, sind die Module der Fabrikstrukturen so zu konstruieren, dass die Herstellung der jeweiligen Produkte gewährleistet ist. Das erfordert eine möglichst hohe Variabilität hinsichtlich der Prozesse und der Strukturen. Die Anordnung und Vernetzung der Partner und die Steuerung und Regelung der Prozesse erfordern eine Lenkung durch ein Vertragswerk und gezielte Bestellungen. Voraussetzung für die erfolgreiche Kooperation der Standortpartner ist weiterhin ein guter Informations- und Materialfluss.

Eine einheitliche Konvention über den Inhalt, die Planungsphasen und die Methoden der Fabrikplanung würden das komplexe Wechselspiel zwischen Industriebau, Industriearchitekt und Fachplanern wesentlich vereinfachen. Die Fabrikplanung ist im Entwurf der VDI 5200 (2009-01) begrifflich definiert worden. Die bereits bekannten Lösungsansätze aus der Fabrik-, Prozess- und Architekturplanung sind in das prozess- und problemlösungsorientiertes Vorgehensmodell zu integrieren. Erst die gemeinsame Ausrichtung aller planungsbeteiligten Fachdisziplinen auf die Prozesse und Anforderungen der Industrieparks führt zu synergetischen Lösungen.

Es fehlen jedoch noch standardisierte Modell- und Methodenbausteine für die Planung. Der systematische Einsatz von standardisierten Methoden in einem Vorgehensmodell ermöglicht eine zielgerichtete und rückverfolgbare Planung. Der Austausch und die gemeinsame Lösung von Teilplanungsaufgaben durch Planer, Lieferanten, Hersteller und Dienstleistern wird durch eine gemeinsame Konvention und Standards der Planung erleichtert. Das in dieser Arbeit entwickelte Vorgehensmodell, unterstützt somit die zielgerichtete Anwendung von Planungsmethoden und dient der Nachvollziehbarkeit der dokumentierten Planungsschritte. Die dokumentierten Teilergebnisse können für notwendige Folgeplanungen weiter genutzt werden.

## 1.5 Wissenschaftliche Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Die wissenschaftliche Vorgehensweise der Arbeit ist an die Strategie angewandter Forschung angelehnt. *Kapitel 1* beginnt mit der Einleitung in die Thematik und der Darstellung der Problemlage und Zielsetzung der Arbeit. In *Kapitel 2* folgt die Analyse vorhandener Industrieparkstrukturen und des Standes der Technik der Fabrikplanung. Dabei werden die Besonderheiten von Industrieparks und die Stärken und Schwächen der „klassischen Fabrikplanung“ bestimmt.

In *Kapitel 3* wird ein ganzheitlicher Theorierahmen zur Planung von Industrieparks entwickelt. Hierzu werden die Erkenntnisse aus Kapitel 2 genutzt und Hypothesen aufgestellt, die den Umgang mit den Stärken und Schwächen von Industrieparks und die Nutzung bereits bekannter Planungsmethoden verbessern können. Der Theorierahmen verfolgt dabei eine integrierte Sicht der Prozesse der Strukturen und des Managements, um daraus möglichst umfangreiche Synergien für die Planung und den Betrieb von Industrieparks ableiten zu können.

In *Kapitel 4* wird ein Vorgehensmodell entwickelt, das eine Definition von Planungsmodulen aus Planungsphasen, -ebenen und -aufgaben zulässt. Die eindeutige Beschreibung und standardisierte Dokumentation erleichtert die Zusammenarbeit der verschiedenen Planer und die Rückverfolgbarkeit der Planung. Die Planungsaufgaben stellen dabei den Rahmen für die integrierte Planung dar.

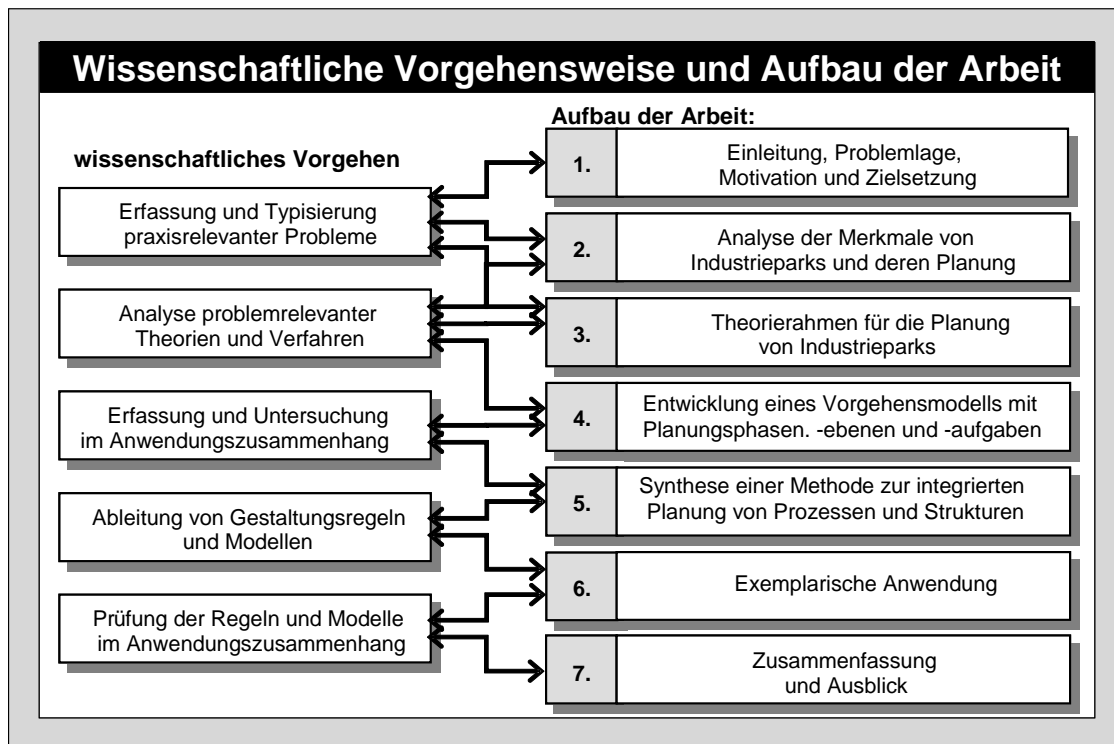


Abbildung 2: Wissenschaftstheoretische Gliederung der Arbeit

Die integrierte prozessorientierte Strukturplanung wird in *Kapitel 5* vorgestellt. Dabei werden die Prozesse, die Ressourcen, die Strukturen und die Lenkung für ein Teilsystem systematisch geplant. Die Planungsergebnisse aus der systematischen Anwendung von Methoden können wiederum dem Planungsmodell aus dem Vorgehensmodell (*Kapitel 4*), zugeordnet und dokumentiert werden. Das komplexe Planungsprojekt wird mithilfe der Dekomposition in handhabbare Planungsmodule zerlegt. Den definierten Planungsmodulen können Planer, Leistungspakete, Methoden und Leistungseinheiten zugewiesen werden. Die Planung kann somit

zielgerichtet verwaltet und das Planungswissen und die angewandten Planungsmodelle, -methoden und -instrumente nachvollziehbar dokumentiert werden. Dies sorgt sowohl für effektive Planungsprozesse, als auch für eine Weiterverwertbarkeit bzw. Rück-verfolgbarkeit der Planungsergebnisse und -inhalte. Der Planungsweg und die eingesetzten Modelle können für neue Planungen wiederverwendet werden.

Die Verifikation der entwickelten Planungsmethode erfolgt in der exemplarischen Anwendung in *Kapitel 6*. Die Bestimmung, Anordnung und Dimensionierung der Ressourcen aus den Prozessabläufen wird am Beispiel der Arbeitshilfsmittel (Sonderbehälter) für die im Industriepark gefertigten Module dargestellt. *Kapitel 7* fasst die Ergebnisse der Arbeit zusammen und zeigt den weiteren Forschungsbedarf in der Planung von Industrieparks auf.

Abbildung 3 zeigt im Überblick die Kapitel der Arbeit, deren Untersuchungsgegenstände und mögliche Ergebnisse. Die wissenschaftliche Arbeit hat nicht das Bestreben, die Fabrikplanung allgemein zu revolutionieren. Vielmehr sollen bekannte Ansätze der Fabrikplanung und neue Technologien wie z.B. die Digitale Fabrik auf ihre Anwendbarkeit und notwendigen Voraussetzungen hin überprüft werden. Auch ist eine universelle Anwendbarkeit im Rahmen dieser Arbeit nicht zu leisten, sondern es wurde bewusst der Anwendungsfall Industriepark der Automobilindustrie gewählt. Anhand des Planungsobjektes Industriepark, werden die Standardisierung von *Planungsphasen, -ebenen* und *-aufgaben* und der Einsatz von Methoden und Instrumenten empirisch auf ihre Zweckmäßigkeit hin überprüft.

<b>wissenschaftliches Vorgehen</b>						
<b>Kapitel 1.</b>	<b>Kapitel 2.</b>	<b>Kapitel 3.</b>	<b>Kapitel 4.</b>	<b>Kapitel 5.</b>	<b>Kapitel 6.</b>	<b>Kapitel 7.</b>
Motivation	Analyse Status Quo der Automobilindustrie und der Fabrikplanung	Theorie-rahmen Systemtheorie Prozessorientierung Integriertes Managementsystem	Entwicklung eines Vorgehensmodells Planungsphasen -ebenen -aufgaben	Integrierte Planung der Prozesse und der Strukturen für die Realisierung und den Betrieb	Exemplarische Anwendung	Zusammenfassung Fazit Ausblick
Problemstellung, Zielsetzung neue Fabrikplanung	Handlungsfelder neue Formen der Kooperation Bedarf einer kontinuierlichen Planung der Prozesse und der Strukturen	Hypothesen und mögliche Lösungsansätze	Modellentwicklung Dekomposition der Planungsaufgabe	Verfahren und Methoden der integrierten Planung	Erkenntnisse aus der Anwendung	Erkenntnisse aus der Arbeit

Abbildung 3: wissenschaftliche Vorgehensweise

## 2 Analyse der Merkmale und der Planung von Industrieparkkonzepten

Anhand der nachfolgenden Analyse von Industrieparks und der „klassischen“ Fabrikplanung werden die Anforderungen für eine neue, prozessorientierte, systematische Planung entwickelt.

### 2.1 Begriffsabgrenzung Industriepark

In der Nähe vieler Montagewerke europäischer Automobilhersteller (siehe Tabelle 2) existieren bereits Industrieparks. Ein OEM Montagewerk wird aus einem nahe gelegenen Industriepark mit kundenspezifischen Teilen versorgt. Industrieparks sind die verlängerte Werkbank des Automobilherstellers. Dort werden große und variantenreiche Lieferantenteile kundenspezifisch gefertigt. Trotz der Vorteile und der weiten Verbreitung dieses erfolgreichen Konzeptes existieren bisher nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen zu Industrieparks [Gare02], [VDA03a] [Schr05]. Die Empfehlungen des Verbandes der deutschen Automobilindustrie in der Richtlinie VDA 5000 [VDA03a] für die Inbetriebnahme von Industrieparks beschränken sich dabei auf die Ausgestaltung der logistischen Prozesse und auf Betreibermodelle. GAREIS [Gare02] betrachtet Industrieparks aus der Sicht der Betriebswirtschaft. SCHRAFT [Schr05] analysiert den Nutzen und die verschiedenen Ausprägungen europäischer Lieferantenparks. Nur selten finden sich Zeitschriftenveröffentlichungen oder Fachvorträge mit Berichten zur Planung dem Bau von Industrieparks [Bart03], [Free04], [Lemo03b]. Die Fabrikplanung von Industrieparks wurde bisher noch nicht wissenschaftlich untersucht.

Zu Beginn der Arbeit ist der Begriff Industrieparks genauer zu definieren, da dieser in der Literatur unterschiedlich besetzt ist. Die VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik beschreibt Industrieparks als: „*gebauete, innovative Logistikstrukturen der Automobilindustrie*“ [VDI00]. Diese Begriffsbestimmung ist zu kurzgefasst, da i.d.R. neben der Logistik auch Produktion und indirekte Bereiche in Industrieparks anzutreffen sind. Die Begriffe *Industriepark*, *Industriecluster*, *Industrie- bzw. Gewerbegebiet*, *Logistikpark*, *Logistikzentrum*, *Lieferantenpark*, *Supplierpark* werden in der Literatur oft synonym genannt. Im Anhang A befindet sich deshalb eine vergleichende Gegenüberstellung und Abgrenzung dieser Begriffe. Da die Literaturrecherche keine allgemein gültige Definition ergab, wird der Begriff *Industriepark* für diese Arbeit wie folgt definiert:

*Industrieparks sind bauliche Anordnungen von Produktions- und Logistikstrukturen mehrerer Zulieferer und Logistikdienstleister, die am Standort des Herstellers oder in dessen Nähe produzieren. Diese sind für den reibungslosen Material- und Informationsfluss und die Erfüllung eines mengen- termin- und reihenfolgegerechten Beschaffungskonzepts verantwortlich. Aus dem Zusammenschluss in einem lokalen Produktions- und Logistiknetzwerk erschließen sich vielfältige Synergien.*

Grundvoraussetzung für die Kooperation in einem Industriepark ist ein Produkt, das so modular aufgebaut ist, dass einzelne Module und Systeme von verschiedenen Lieferanten produziert werden. In Anhang B wird die in der Automobilindustrie weitverbreitete Plattform-strategie, erläutert, auf der die Module und Systeme verschiedener Modellvarianten aufbauen.

Die Lieferanten in einem Industriepark produzieren ganze Module (z.B. Cockpit), Systeme (z.B. Bremssystem) oder nur einzelne Komponenten (z.B. Tank). Zur Vereinfachung wird im Folgenden der Begriff Komponente verwendet.

Der Zusammenschluss der Partner erfolgt durch Kooperationsverträge mit dem Hersteller, welche die Rechte und Pflichten der Partner regeln. Die Planung, der Bau und der Betrieb eines Industrieparks sind somit auf die Bedürfnisse des in der Nähe befindlichen OEM Montage-



werkes ausgerichtet. Die „klassische“ Fabrikplanung berücksichtigt ebenfalls die Belieferung (inbound Logistik) und die Auslieferung (outbound Logistik) einer Fabrik. In einem Industriepark beeinflusst sich die Logistik der Partner untereinander bzw. muss auf die Prozesse des OEM Montagewerkes eingetaktet werden. Deshalb bestehen in einem Industriepark auch besondere Anforderungen hinsichtlich der Informationstechnik, um eine Abstimmung der Prozesse herstellen zu können. Die unterschiedlichen Partner eines Industrieparks (Lieferanten, Dienstleister und Betreiber) verpflichten sich vertraglich zur Kooperation. Über Betreibermodelle kann weiterhin die Finanzierung, die Planung, die Errichtung, der Betrieb sowie ggf. die Verwertung der baulichen und technischen Anlagen geregelt werden. Dabei wird die Verantwortung für diese Anlagen und ihre Infrastruktur an die Partner selbst oder ein weiteres Unternehmen übergeben, welches die Leistung ganzheitlich „aus einer Hand“ erbringt. Die Kunden zahlen die vom Betreiber getätigte Investition z.B. für eine neue Anlage i.d.R. je produzierter Einheit zurück (PoP = Pay on Production). Der Betreiber ist meistens der Anlagenbauer oder eine gegründete Betreibergesellschaft (SPC = Special Purpose Company). Einige Betreibermodelle sind auch für bereits bestehende Anlagen aufgebaut worden, so zum Beispiel für die Lackierstraße von Seat in Spanien [Beck03]. Der gezielte Einsatz der spezifischen Kompetenzen der Projektpartner in einem Betreibermodell dient dazu, die geplanten Maßnahmen noch effizienter und effektiver zu realisieren. Weiterhin kennzeichnen die folgenden Besonderheiten einen Industriepark:

**Ziel:**

- mengen- termin- und reihenfolgegenaue Bereitstellung von Zulieferteilen (siehe Anhang A. 3.1 und 3.2) z.B. großvolumige Module / Systeme (siehe Anhang B. 2.3) mit hoher Variantenzahl, innerhalb definierter Steuerzeiten an die Einbaupunkte der Fahrzeugmontage eines Automobilherstellers

**Produzierte Komponenten**

- Großvolumige oder variantenreiche Teile / Komponenten / Module / Systeme (siehe Anhang B. 2.3) mit geringer Vorlaufzeit bis zur Montage beim OEM, sind das bevorzugte Produktspektrum für Lieferanten in einem Industriepark.

**Vertragsinhalte:**

- Einstufige Lieferung mit Bestands- und Bereitstellungsverantwortung
- Vertragliche Bindung der Lieferbeziehung über den Lebenszyklus des Produktes
- Vergütung für produzierte Einheiten, die den Qualitätsanforderungen entsprechen und die Werkgrenze des Herstellers passieren (Pay on Production)
- Die Unternehmen im Industriepark liefern exklusiv an den lokalen Hersteller
- Den Lieferanten wird auf dem Industrieparkgelände die komplette Infrastruktur zur Verfügung gestellt (Hallenflächen, Büros, Sozialbereiche, Straßen, Ver- und Entsorgung mit Medien)
- Für den Betrieb der Infrastruktur steuert das zentrale Facility Management und vergibt Aufträge an externe Dienstleister

**Planung / Finanzierung:**

- Die Planung erfolgt unter der Federführung des Herstellers (z.B. Werks-/ Logistikplanung), unter Einbeziehung der kommunalen Behörden für die städtebauliche Planung und Erschließung und durch externe Planungsbüros.
- Die Finanzierung erfolgt durch den Hersteller und Investoren.

**Betrieb**

- Für die Lieferanten werden Räume und Infrastruktur gegen Mietzins zur Verfügung gestellt.
- Die Lieferanten können Maschinen und Informationstechnik in Contractingmodellen fremd vergeben.
- Personal kann durch Zeitarbeitsfirmen gestellt werden.
- Die Sekundärprozesse der Reinigung, Instandhaltung, Sicherheitsdienste und Chatering im Industriepark können gebündelt an das Facility Management bzw. Dienstleister übertragen werden.
- Der Aufbau der Fabrikstrukturen des Industrieparkgeländes ist möglichst anpassbar, vielfältig nutzbar und erweiterungsfähig.
- Logistische Anbindung an den Hersteller erfolgt über optimierte Verbindungswege (z.B. Brücken, Förderstrecken)

**Funktionsverteilung / Koordination:**

- Der Industriepark wird durch eine Betreibergesellschaft bewirtschaftet
- Integration von ausgewählten Zulieferern auf einer räumlich abgegrenzten Fläche auf dem Werksgelände bzw. in mittelbarer oder unmittelbarer Nähe zum Montagewerk
- Einsatz externer Dienstleister zur Erbringung von Infrastrukturdiensten
- Einsatz von Logistik-Dienstleistern zur Koordination der Transportlogistik und teilweise Übernahme wertschöpfender Tätigkeiten (Sequenzierung, Vormontage)
- Bedarfsprognosen und Abrufe durch den OEM

Die genannten Besonderheiten des Konzepts Industriepark erfordern eine andere Planungsmethode, als die bekannten Fabrikplanungsmethoden. Insbesondere die strikte Ausrichtung aller Prozesse und Strukturen auf die Anforderungen des OEM Montagewerkes und die vernetzte Kooperation der Standortpartner, sind durch die neue Planungsmethode zu unterstützen. Gegenüber konventionellen Zulieferernetzwerken dienen Industrieparks dazu, die Gefahrenübergänge und die Risiken der Zusammenarbeit zu minimieren. Für den Standort können gemeinsam Facility Management Dienstleistungen eingekauft werden.

Nach der Definition der Besonderheiten von Industrieparks werden in Kapitel 2.2 verschiedene Industrieparkkonzepte vorgestellt und analysiert. Ziel der Untersuchung ist es, weitere wesentliche und typische Merkmale für Industrieparks der Automobilindustrie zu identifizieren.

## 2.2 Analyse von Industrieparkkonzepten

In diesem Kapitel werden aus der Analyse:

- verschiedener Standorte und der dort produzierten Komponenten (Kapitel 2.2.1),
- der logistischen Prozesse in Industrieparks und zwischen Hersteller und Industriepark (Kapitel 2.2.2)
- unterschiedlicher Typen von Lieferanten (Kapitel 2.2.3)
- unterschiedlicher Strukturvarianten von Industrieparks (Kapitel 2.2.4)

die wesentlichen Leistungsmerkmale von Industrieparks der Automobilindustrie identifiziert.

## 2.2.1 Übersicht über Industrieparkstandorte der Automobilindustrie

Name	Hauptkunde	Standort	Anzahl Zulieferer	Produktion OEM Einheiten / Jahr	Fläche bebaut / ges. Industriepark (in m <sup>2</sup> )	Mitarbeiter Werk / Industriepark
Ford Köln	Ford	Köln	11	280.000	k.A. / k.A.	6000 / 1000
Supplier Park Pamela/ Setubal	VW	Palmela/ Setubal	11	180.000	150.000 / 220.000	3900 / 1500
BMW Regensburg / Wackersdorf	BMW	Regensburg / Wackersdorf	10	220.000	120.000 / 550.000	8700 / 2500
Ford Supplier Park Genk	Ford	Genk	9	400.000	k.A.	8500 / k.A.
Opel Antwerpen	Opel	Antwerpen	7	330.000	k.A.	6500 / k.A.
MCC-Smart Hambach	Mercedes	Hambach	11	120.000	k.A. / 35.000	750 / 1150
Jaguar Halewood	Jaguar	Halewood	15	120.000	k.A.	3100 / k.A.
GVZ Ingolstadt	Audi Ingolstadt	Ingolstadt	11	400.000	95.000 / k.A.	24000 / 2000
Audi Neckarsulm	Audi Neckarsulm	Neckarsulm	17	170.000	25.000 / k.A.	10700 / 600
Zulieferpark Rastatt	DC Werk Rastatt	Rastatt	10	180.000	26.000 / k.A.	4500 / 700
Opel / Vauxhall Ellesmere Port	Opel	Vauxhall Ellesmere Port	3	160.000	k.A.	4700 / 200
Renault Sandouville	Renault	Sandouville	7	360.000	k.A. / 36.000	6000 / 600
Volkswagen Mosel	VW	Mosel	13	290.000	k.A.	5600 / k.A.
Volkswagen Brüssel	VW	Brüssel	7	180.000	k.A.	6300 / k.A.
Ford Supplierpark Saarlouis	Ford Saarlouis Montage	Saarlouis	10	430.000	63.000 / 220.000	6400 / 1500
Fiat Melfi	Fiat	Melfi	18	k.A.	k.A.	k.A.
Seat Martorell	Seat	Martorell	26	150.000	35.000 / k.A.	10000 / 400
Volvo Gent	Volvo	Gent	16	187.000	k.A.	3800 / k.A.
Ford / Mazda Valencia	Ford / Mazda	Valencia	41	350.000	k.A. / 1.300.000	7100 / 2600
Volvo Göteborg Torlanda / Arendal	Volvo	Göteborg - Torlanda / Arendal	18	110.000	k.A. / 35.000	k.A. / 500

Tabelle 2: Übersicht über Industrieparkstandorte der Automobilindustrie in Deutschland und Europa [AKJN04]

In Tabelle 2 ist eine Übersicht über Standorte, Betreiber und Investoren bestehender Industrieparks der Automobilindustrie in Deutschland und Europa [AKJN04] dargestellt. Sie enthält Informationen über die Anzahl der dort angesiedelten Zulieferer und Logistikdienstleister und die Anzahl der Produktionseinheiten des Herstellerwerkes. Zusätzlich gibt sie Aufschluss über die dort benötigten und vorhandenen Flächen und die Anzahl der Mitarbeiter im Herstellerwerk und im Zuliefererpark. Tabelle 2 verdeutlicht, dass Industrieparks aktuell bei vielen Automobilherstellerwerken existieren und einen bedeutenden Anteil an der Produktionsleistung liefern.

Die Ergebnisse einer Untersuchung von [Gare02] sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Dort sind verschiedene Komponenten dargestellt, welche in Industrieparkstandorten gefertigt werden.

Komponenten	Audi Curitiba, BRA	Renault Parana, BRA	BMW Wackerdorf	Vauxhall Ellesmere, GB	Ford Saarlouis	Ford Valencia, ES	DaimlerChrysler Rastatt	Audi Neckarsulm	Audi Ingolstadt	Seat Martorell, ES	VW Del Palmela, ES	Jaguar Halewood, GB	Volvo Gent, B	Nedcar Born, NL
Sonderausstattung			X											
Batterie				X										
Schaltung, Pedale	X						X							
Himmel					X						X			
Lenkrad, Airbag					X								X	
Frontend								X	X					
Kühler			X		X									
Motor, Getriebe, Anbauteile					X					X	X			
Heizung, Klima				X				X				X		X
Karosserie					X	X					X		X	
Boden						X	X	X		X			X	
Verglasung	X			X	X					X			X	
Lenksäule	X	X		X	X	X								
Stoßfänger	X					X		X		X			X	X
Achsen, Bremsen	X	X		X	X					X				X
Räder	X	X					X			X	X			X
Innenverkleidung			X	X	X			X	X				X	X
Abgasanlage	X	X		X	X	X			X	X				
Tank	X			X		X		X	X	X	X			X
Kabel	X			X	X		X	X	X		X		X	
Türverkleidung	X	X	X		X		X	X		X			X	
Sitze	X	X	X	X		X	X			X		X		X
Cockpit		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabelle 3: Übersicht über in den Industrieparks gefertigte Komponenten [Gare02]

Abbildung 4 zeigt eine Auswertung der Tabelle 3, in der die Komponenten ermittelt wurden, welche am häufigsten in den Industrieparks gefertigt werden. Hierzu zählen: Cockpit, Sitze, Türverkleidung, Kabel und Tank. Bei den Komponenten Cockpit, Sitze, Türverkleidung und Kabel handelt es sich um Komponenten mit hoher kundenspezifischer Varianz.

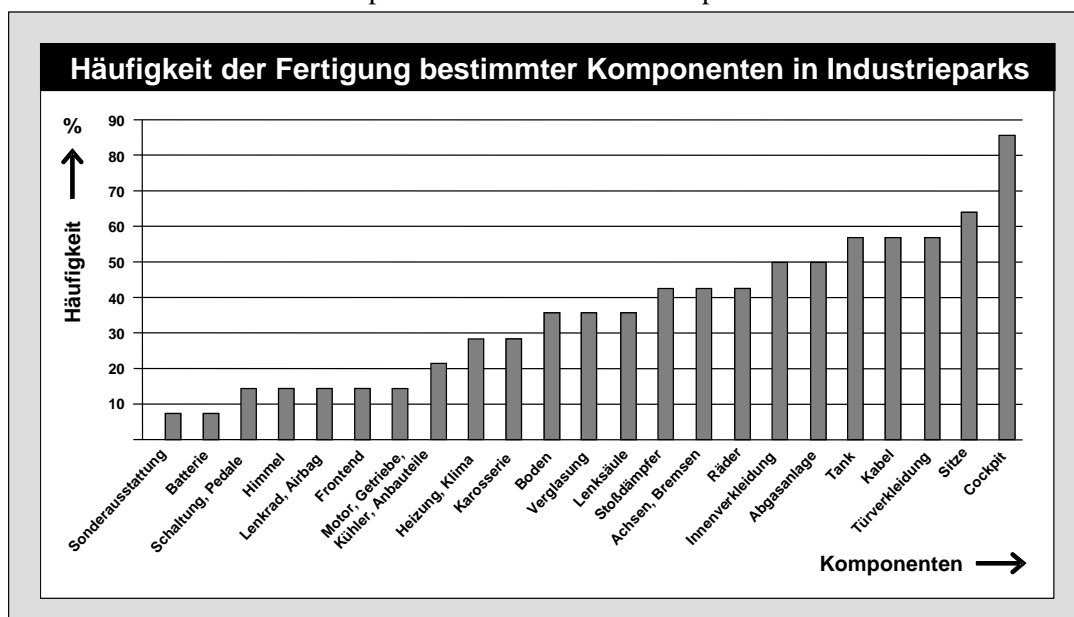


Abbildung 4: Anteile der im Industriepark gefertigten Komponenten

Die Individualität dieser Produkte erfordert eine aufwändige Produktion, welche gerne an Lieferanten vergeben wird. Aufgrund der kurzen Montagezeitfenster beim Hersteller und dessen Anforderung die Komponenten reihenfolgen genau zu liefern, ist eine standortnahe Produktion der Lieferanten erforderlich. Großvolumige Komponenten, wie z.B. die Kunststoffblase des Tanks, werden in Kundennähe produziert, da die Transport-, Lager- und Verpackungskosten dadurch reduziert werden.

Abbildung 5 verdeutlicht die Anzahl der Komponenten, welche in Industrieparks der Automobilindustrie produziert werden. In einem Industriepark befinden sich zwischen 7 und 12 Lieferanten und liefern ihre Komponenten an die entsprechenden Abschnitte des Endmontagebandes beim Herstellerwerk.

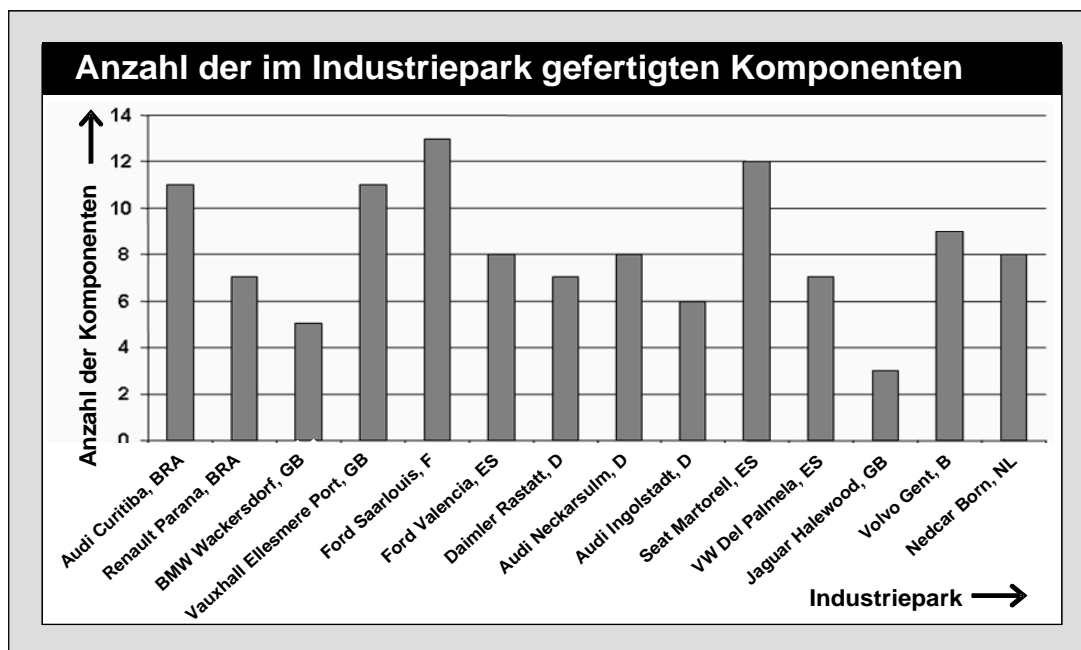


Abbildung 5: Anzahl der in Industrieparks gefertigten Komponenten

Nach der Analyse der in den Industrieparks produzierten Komponenten werden im folgenden Kapitel 2.2.2 die logistischen Merkmale untersucht, welche Industrieparks kennzeichnen.

## 2.2.2 Beschreibung der logistischen Prozesse in Industrieparks

Die Logistik hat in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung für die Produktion in Lieferverbänden gewonnen. Die Folgeprozesse in einer Wertschöpfungskette können erst starten, wenn vorangegangene Prozesse abgeschlossen sind. Jeder zusätzliche Handhabungsprozess, jeder Transport, stellt Kosten dar, die sich in der Erstinvestition und im laufenden Betrieb summieren.

Neue Belieferungskonzepte wie *Just-in-Time* (JIT) und *Just-in-Sequence* JIS (siehe Anhang A. 3.1 und 3.2) sowie der verbrauchsgesteuerte Materialnachschub durch das *Kanban* (siehe Anhang A. 3.1) ermöglichen eine wesentlich schlankere Lagerhaltung (siehe Anhang A. 3.3) und einem kontinuierlichen Materialfluss. Dieser Trend zu einer schlanken Logistik mit möglichst wenigen Lager-, Handhabungs- und Transportprozessen ist auch in den Generalstrukturen der Industrieparks erkennbar.

Im Konstrukt Industriepark verbindet die Logistik die Lieferanten sowohl mit der Produktion beim Hersteller (= Outboundlogistik) als auch mit ihren eigenen Lieferanten (= Inbound-

logistik). Durch die Beauftragung gemeinsamer Logistikdienstleister besteht die Möglichkeit der Bündelung der logistischen Prozesse der Standortpartner.

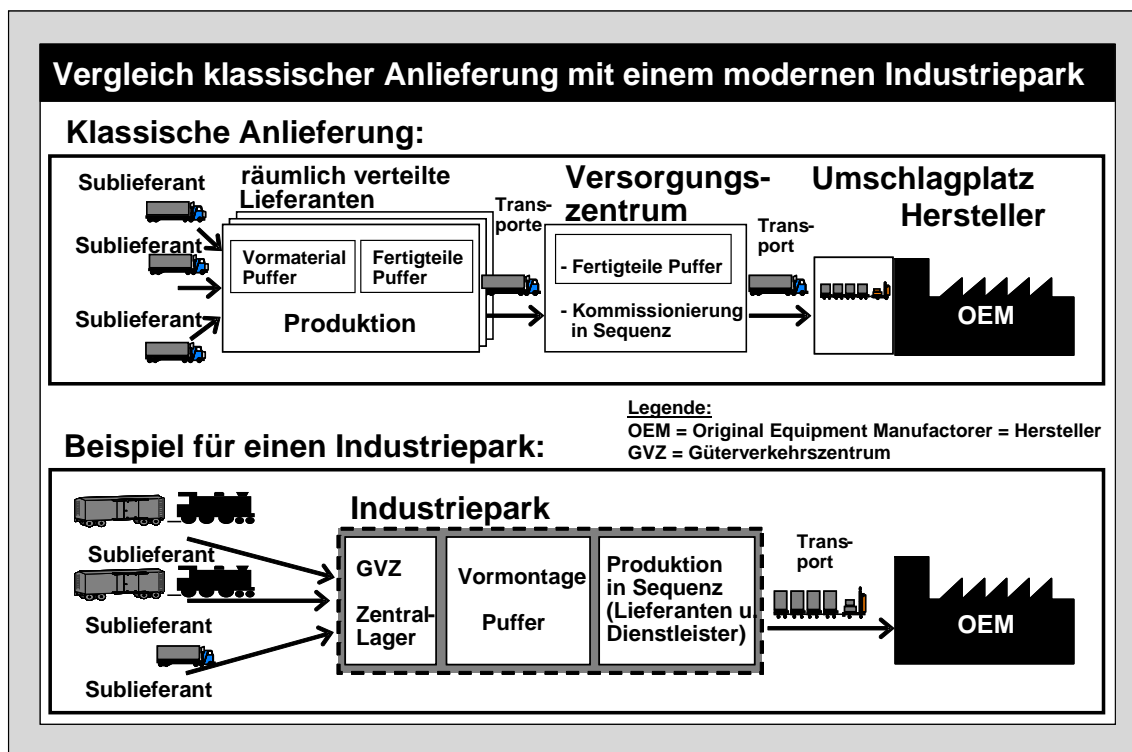


Abbildung 6: Bündelung logistischer Prozesse zur Erzielung von Synergieeffekten

Abbildung 6 verdeutlicht die wesentlichen Auswirkungen der Integration von Modul- und Systemlieferanten in einem Industriepark aus der Sicht der Logistik. Die Konzentration der Hersteller auf ihre Kernprozesse verursacht gleichzeitig eine zunehmende Verlagerung der Wertschöpfungsanteile auf die Zulieferer. Je stärker die Lieferanten integriert sind, umso mehr kann die Beschaffungs- und Produktionslogistik des Herstellers auf die Lieferanten übertragen werden. In Abbildung 6 ist oben die klassische Form der Anlieferung bei räumlich verteilten Lieferantenstandorten dargestellt. Bei diesem Konzept fallen je Lieferantenstandort Transporte zu einem Versorgungszentrum an. Für die sequenzgenaue Belieferung des Endmontagebandes beim Hersteller sind Fertigteilpuffer im Versorgungszentrum und bei den Lieferanten erforderlich. Abbildung 6 unten stellt einen Industriepark dar, in dem die Transporte der Sublieferanten der unterschiedlichen Lieferanten gebündelt werden. Das dargestellte Güterverkehrszentrum (GVZ) wird i.d.R. von den Lieferanten und dem Hersteller gemeinsam betrieben. Die aufwendige Lagerhaltung kann dadurch auf mehrere Schultern verteilt und reduziert werden. Durch ein gemeinsames Zentrallager werden Flächen eingespart, da in einem Zentrallager hierfür geringere Kapazitätsreserven notwendig sind, als in mehreren verteilten Lagern (siehe auch Anhang A 3.3). Für die Bündelung der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik von Hersteller und mehreren Zulieferern an einem Standort existieren idealerweise eindeutige Quelle-Senke-Beziehungen, die auf beiden Seiten regional konzentriert sind. Die Logistik verbindet die Produktion bei den Lieferanten im Industriepark und die Produktion beim Hersteller. Sie besteht dabei aus den fakultativen Prozessbausteinen: Vorlauf, Umschlag, Kommissionierung, Verpackung, Lagerung, Transport und Nachlauf (siehe Abbildung 7). Diese Prozesse sind so zu planen, dass sie möglichst effektiv und effizient ablaufen. Abbildung 7 zeigt die Bündelung der Outboundlogistik der Lieferanten im Industriepark und die Direktanlieferung JIS z.B. über einen Stetigförderer in Sequenz der Montage am Einbauort oder JIT an einen Abgabeort (Bahnhof) in der Nähe des Bedarfs. Durch

solch ein Logistiksystem werden dem Hersteller höchste Flexibilität und Reaktionsfähigkeit garantiert.

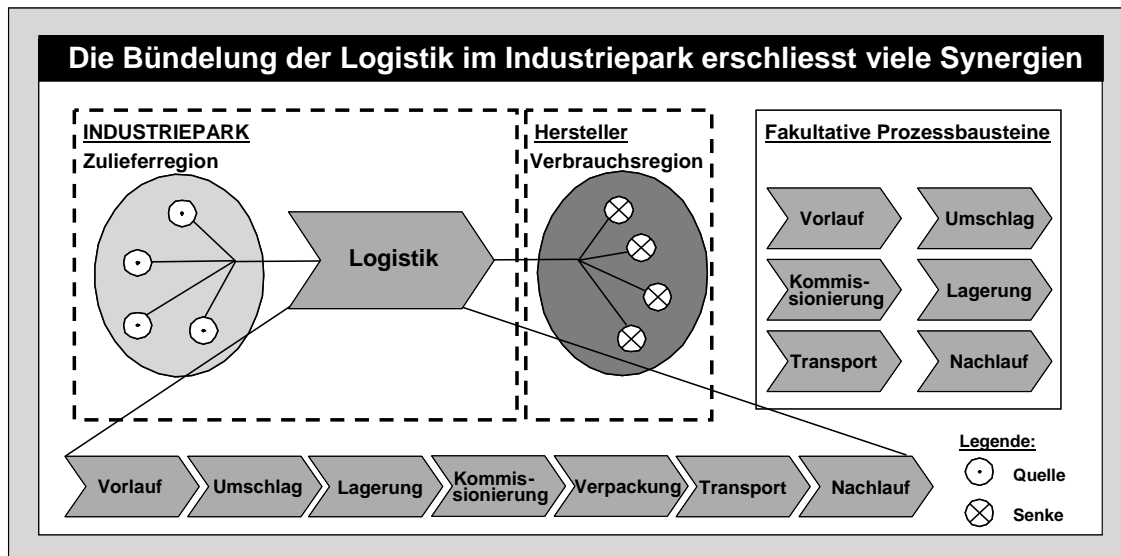


Abbildung 7: Die Bündelung der Logistik im Industriepark

Voraussetzung hierfür ist die Planung der Logistik unter den folgenden Rahmenbedingungen:

- Ganzheitliche Gestaltung der Logistikkette (*Supply Chain*)
- Konsistenter Informationsfluss für die Auftragsabwicklung
- Bestandsmanagement entlang der gesamten *Liefer- und Wertschöpfungskette*

Neben den logistischen Prozessen im Industriepark können auch unterschiedliche Typen von Lieferanten differenziert werden.

### 2.2.3 Die unterschiedlichen Typen von Lieferanten

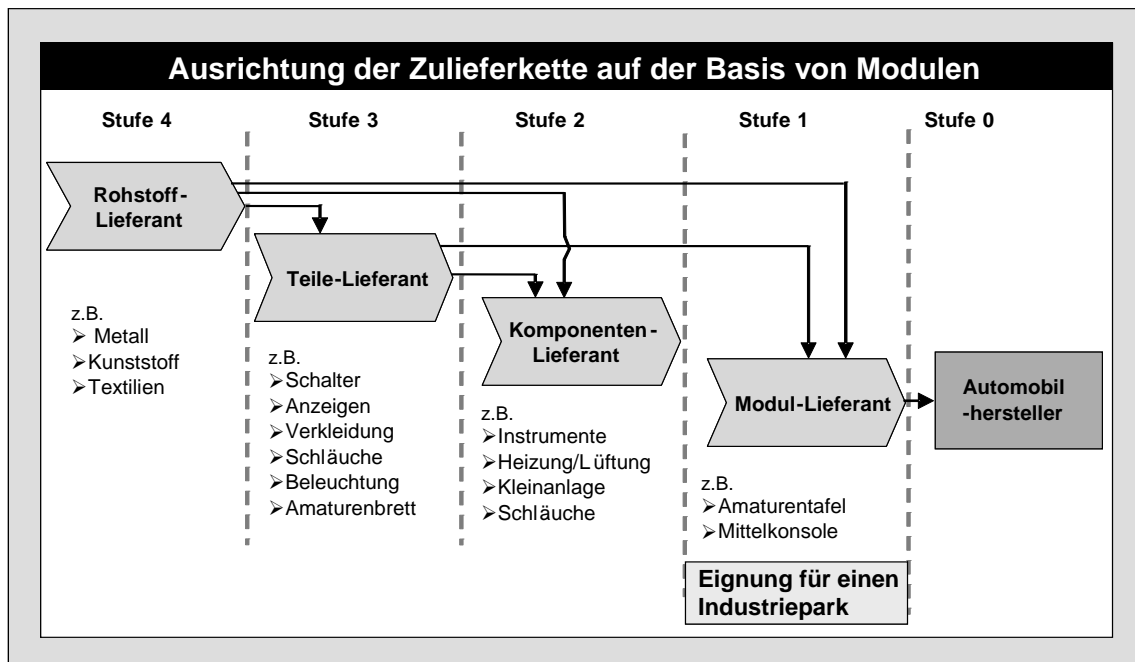


Abbildung 8: Ausrichtung der Zulieferkette vom Rohstoff- bis zum Modullieferanten

Abbildung 8 zeigt eine Lieferkette vom Rohstoff- bis zu den Modullieferanten. Die Modullieferanten produzieren kundenauftragsbezogen für einen Hersteller. Die Komponenten-

lieferanten beliefern mehrere Modullieferanten mit kundenspezifischen Komponenten, während die vorgelagerten Teile- bzw. Rohstofflieferanten meist kundenauftragsanonym produzieren können. Zulieferer werden in [VDA02] in Volumenanbieter, Nischenanbieter, Komponentenspezialisten, Modullieferanten bzw. Systemspezialisten und Systemintegratoren differenziert (siehe Abbildung 7 und 8).

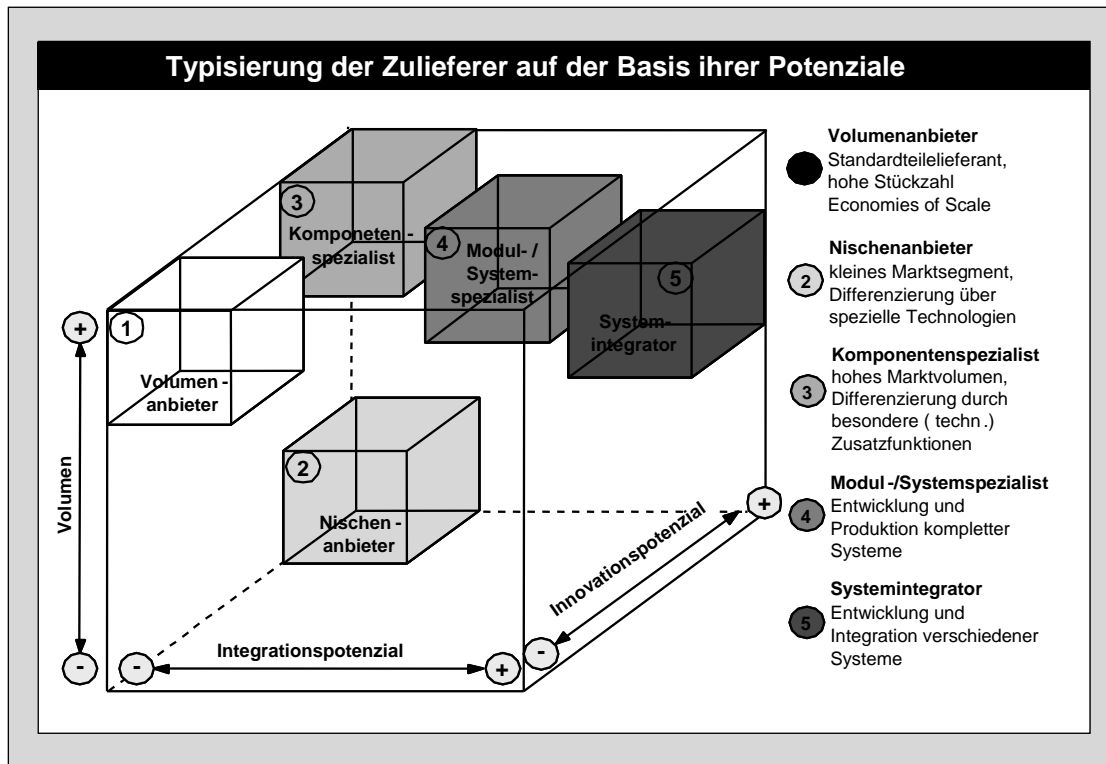


Abbildung 9: Die Potenziale unterschiedlicher Lieferantentypen i.A.a. [VDA02]

Die Klassifizierung erfolgt hinsichtlich Volumen, Innovations- und Integrationspotenzial. Nischenanbieter verfügen über ein geringes Volumen und differenzieren sich untereinander über spezielle Technologien, während Volumenanbieter ein großes Marktsegment mit Standardteilen unter Ausnutzung der Economies of Scale bedienen. Komponentenspezialisten ergänzen die Standardteile der Volumenanbieter bei ähnlich hohem Volumen um technologische Zusatzfunktionen. Modul- und Systemspezialisten übernehmen die Entwicklung und Produktion kompletter Systeme, während Systemintegratoren darüber hinaus auch deren Integration verfolgen. Eine Übersicht dieser Differenzierung zeigt Abbildung 9.

Aktuell existieren in der Automobilbranche mehrstufige Zulieferketten mit den o.g. Typen von Zulieferern. Die Komponenten werden um die Innovationen von *Systemspezialisten* ergänzt und anschließend an die *Systemintegratoren* bzw. *Modullieferanten* geliefert. Diese bauen die Komponenten zu Modulen bzw. Systemen zusammen, die dann *Just-in-Time* (JIT) oder *Just-in-Sequence* (JIS) an die Hersteller (OEM) geliefert werden. Diese Struktur der OEM-Lieferanten-Beziehung gleicht einer Pyramide und ist in Abbildung 10 rechts dargestellt. Das Institut für Wirtschaftsanalyse und Kommunikation IWK [IWK00] prognostiziert, dass die zukünftige Lieferanten-Hersteller-Struktur durch die Einbeziehung von *Megalieferanten* geprägt sein wird, die eine geringe Fertigungstiefe bei hoher Standardisierung der Komponenten oder Teile aufweisen, und von *Systemlieferanten*, die innovative Spezialkomponenten liefern. Megalieferanten und Systemlieferanten beliefern die Hersteller nach dem *JIS-* oder *JIT-Prinzip*. Megalieferanten werden laut [IWK00] durch Fusionen und Übernahmen verschiedener kleinerer Lieferanten entstehen. Diese werden in der Lage sein, eine hohe Anzahl standardisierter Teile



oder Komponenten zu liefern. Auf der untersten Ebene erfolgt die Versorgung mit Teilen oder Komponenten durch standardisierte oder spezialisierte Lieferanten.

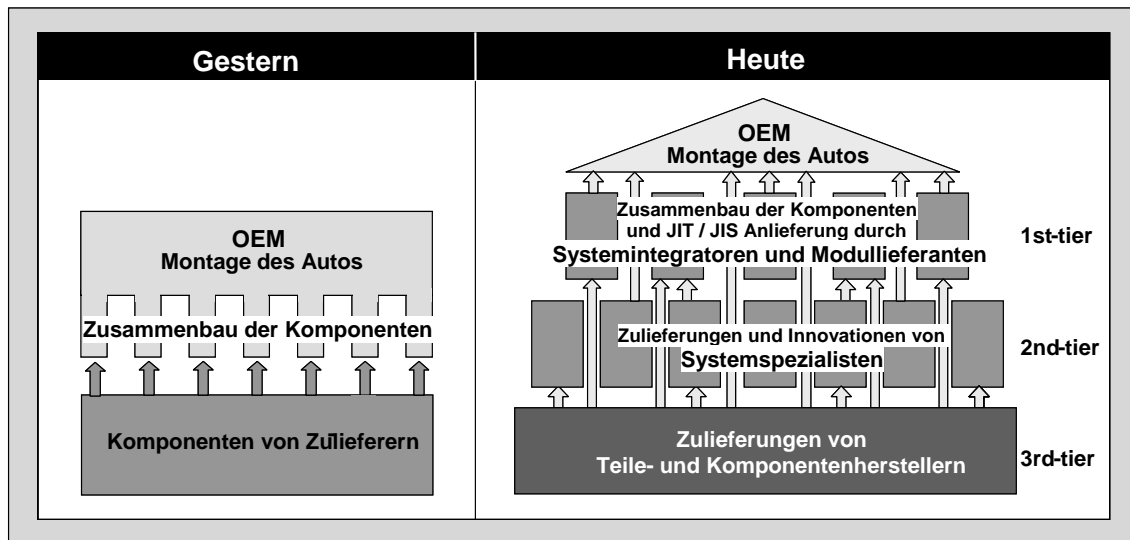


Abbildung 10: Entwicklung der Zulieferstruktur zu einer Pyramide i.A.a. [IWK00] S.63

Auf einem Industrieparkgelände befinden sich i.d.R. mehrere *Systemintegratoren*, *Modullieferanten* und *Systemspezialisten*. Diese Typen von Lieferanten sind im Industriepark so anzuordnen, dass die Inbound- und die Exboundlogistik effektiv ablaufen kann. Im folgenden Kapitel wird die strukturelle Anordnung der Lieferanten in Industrieparks untersucht.

## 2.2.4 Strukturanalyse vorhandener Industrieparks

Die unterschiedlichen Anordnungsstrukturen der Lieferanten um den Hersteller bestimmen die Prozesse der Logistik und der Produktion. Abbildung 11 zeigt vier typische, unterschiedliche Strukturen im Umfeld von Automobilherstellern auf der Ebene der Generalstruktur. Bei Typ A haben sich viele Satellitenfabriken in Standortnähe des Herstellers angesiedelt und bilden ein sog. Industriecluster (siehe auch Anhang A.2). Die verstreuten Satellitenfabriken der Zulieferer benötigen eine Vielzahl von Transporten, Umschlägen, Ladungsträgern, Lager-, Pufferflächen und Verpackungen. Die Konsequenz der Satellitenstruktur sind lange Fertigungs- und Auslieferungszeiten (time to customer) und hohe Logistikkosten.

Der Typ B entspricht der klassischen Struktur eines Industrieparks. Diese Strukturform bietet einige logistische Vorteile gegenüber der klassischen Variante. Die Bündelung der Modul- und Systemlieferanten in einem gemeinsamen Industriepark in der Nähe des Werksgebietes erschließt die schon genannten Synergieeffekte: gemeinsame Logistikdienstleister, gemeinsame Lagerflächen, gemeinsame Sozialflächen und die gemeinsame Optimierung der Supply Chain (Beispiele: VW Seat Barcelona, VW Palmela und Ford Köln Niehl).

Das direkte Angliedern der Zulieferer auf dem Werksgebiet des Herstellers (Typ C) entspricht dem Konzept der Produktion von Smartville. Die Zulieferer werden hier perlenkettenförmig entlang des Endmontagebandes angeordnet. Die „Integrierte Fabrik“ (Typ D) stellt eine mögliche Weiterentwicklung von Industrieparks in der Zukunft dar. Die Transportlogistik der Module und Systeme zum Hersteller entfällt bei Typ C und D weitestgehend, da diese vor Ort beim Hersteller gefertigt werden. Die Zulieferer werden zu integrierten Herstellern. Anhand der Dekomposition des Produktes in Module und Systeme werden die Segmente der Produktion definiert. Typ C und D werden in dieser Arbeit nicht als Industriepark verstanden, sondern als wegweisende Weiterentwicklungen gesehen. Wird in der Arbeit von Industriepark gesprochen,

so ist das „Konstrukt“ Industriepark vom Typ A oder B im Allgemeinen und nicht ein konkreter Planungsfall im Speziellen damit gemeint.

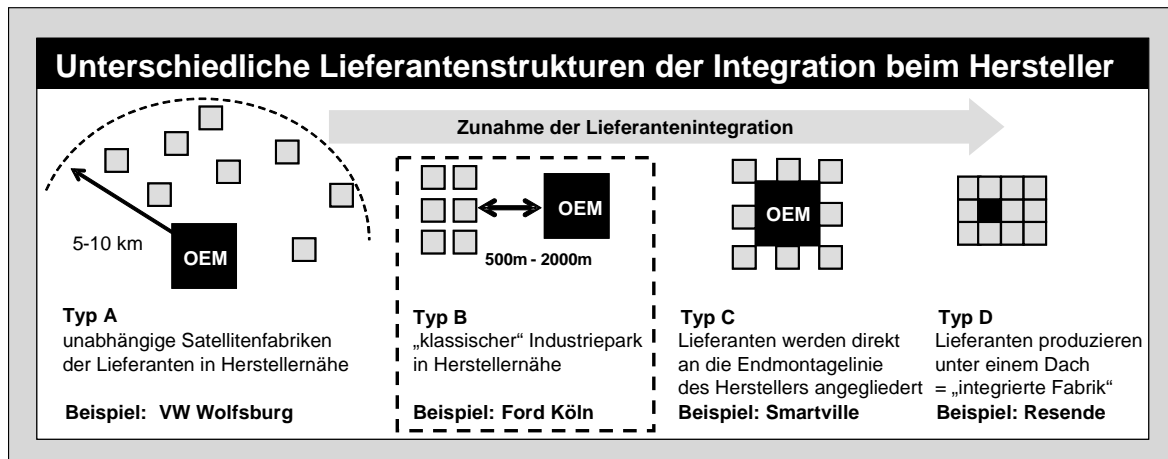


Abbildung 11: Unterschiedliche Lieferantenstrukturen der Integration beim Hersteller

Die Arbeit fokussiert sich aufgrund der logistischen Vorteile (geringere Transportwege, Umschläge, Lagerflächen, Verpackung) auf die Variante des klassischen Industrieparks (Typ B). Weitere Beispiele für existierende Industrieparks und deren detaillierte Strukturen befinden sich in Anhang A.4.

### Zwischenfazit

Die hohe Komplexität der Planungsaufgabe Industriepark resultiert sowohl aus den vernetzten Strukturen (Strukturkomplexität) als auch aus den vielfältigen sich gegenseitig beeinflussenden Prozessabläufen. Je kompakter die baulichen Strukturen angeordnet sind, desto kürzer sind die räumlichen Entfernungen. Folglich können in solchen kompakten Strukturen schnellere und intensivere Prozesse der Logistik (Transport, Handling, Material) und der Information bzw. Kommunikation ablaufen. Durch die räumliche Nähe der Systemlieferanten in Industrieparks können die logistischen Prozesse gebündelt werden (s.a. Kapitel 2.2.2.). Das ermöglicht neue Belieferungskonzepte (JIT oder JIS), wodurch die Bestände beim Hersteller minimiert werden können. Die Standortteilnehmer des Industrieparks sind meist nicht Eigentümer der Gebäude, der Maschinen und der Infrastruktur. Das Finanzierungsrisiko für den Industriepark wird vom OEM meist auf Investoren ausgelagert.

Die Analyse der baulichen Strukturen von Logistik- und Montageflächen und der Transportwege in Industrieparks (s.a. Anhang A.4) verdeutlicht den Trend zur Reduzierung von Transportwegen und Lagerflächen durch die räumliche Nähe.

Nach der Strukturanalyse werden die Ursachen des Erfolges des Konzeptes Industriepark im folgenden Kapitel zusammengefasst.

### 2.2.5 Typische Leistungsmerkmale von Industrieparks

Ein zentrales Merkmal eines Industrieparks ist die Flexibilität. Die Automobilindustrie muss sich den Schwankungen des Marktes und neuer oder geänderter Produkte kontinuierlich anpassen. Der mit den Änderungen der Produkte oder der Technologie verbundene Anlauf der Serienproduktion, erfordert i.d.R. auch eine Anpassung der Logistik und der Fabrikstrukturen [Wies02], [Wies02a]. Die Veränderungen von Teileumfängen oder ein Lieferantenwechsel erzeugen einen enormen Veränderungsdruck, den die Standortgemeinschaft in einem Industriepark schneller auflösen kann. Für die Fabrikstrukturen bedeutet dies, dass diese mandanten- und wandlungsfähig zu gestalten sind.

Ein weiteres Leistungsmerkmal ist die schnelle Reaktionsfähigkeit einer Fertigung „auf Abruf“ in Standortnähe. Oft werden auch Produktionsprozesse durch Dienstleister für die Lieferanten im Industriepark übernommen, um Kapazitäten effizienter ausschöpfen zu können. Die Lieferanten und Hersteller betreiben in den Industrieparks oft gemeinschaftliche Güterverkehrszentren GVZ (z.B. GVZ Ingolstadt) oder ein gemeinsames Wareneingangslager, das von einem Dienstleister als Konsignationslager betrieben wird. Die Wertschöpfungspartnerschaft an einem Standort ermöglicht vielfältige Kooperationen von der Entwicklungsphase (Simultaneous Engineering) bis zur Belieferung des Kunden.

Das Leben in einer Standortgemeinschaft und die gemeinsame Nutzung der Industrieparkinfrastruktur wie z.B. die vorhandenen Gebäude und Einrichtungen, Werkschutz, Werkfeuerwehr, Wach- und Schließdienst, werksärztlicher Dienst, Lager, Logistikzentrum und die Kantine erleichtern die Kommunikation. Das Zusammenleben fördert das gemeinsame Verständnis der Aufgaben und die Umsetzung der notwendigen Anpassungen. Bei Problemen in der Fertigung können die Servicefachleute der Zulieferer sofort zur Stelle sein und die Schadens- oder Störungsursachen vor Ort beseitigen.

Ziel und Ergebnis der Zusammenarbeit im Industriepark ist die kundenauftragsbezogene Produktion vieler Produktvarianten in kleineren Losgrößen, in einer flexiblen Fertigung mit einem möglichst kontinuierlichen Materialfluss. Die Errichtung eines Industrieparks beeinflusst die Versorgungssicherheit des Herstellers positiv. Das vom Zulieferer zu tragende Risiko ist abhängig von der Dauer des Kooperationsvertrages mit dem Hersteller. Unter der Voraussetzung langfristiger gestalteter, bilateraler Zulieferverträge sind Lieferanten bereit, neue Produktionsstandorte für einen einzelnen Kunden in einem Industriepark zu errichten. Neben der langfristigen Kooperation ist oft eine Abnahmegarantie vertraglich geregelter Stückzahlen eine weitere Voraussetzung zur langfristigen Planung. Die genauen Spezifikationen und Standardabläufe für die Prozesse der Wertschöpfung in den einzelnen Schritten der Wertschöpfungskette sind klar definiert und werden durch moderne Informations- und Kommunikationstechnologien gesteuert. Es entsteht ein permanenter Fluss an Wissen für Produktion und Logistik im Sinne einer optimierten Wertschöpfung.

Zusammenfassend lassen sich die folgenden Leistungsmerkmale für Industrieparks identifizieren:

- Die Hersteller konzentrieren sich auf ihre Kernkompetenzen (Produktentwicklung, Motoren, Presswerk, Endmontage und Vermarktung). Variantenreiche Module werden an die Zulieferer fremd vergeben. Die Logistik wird an Logistikdienstleister vergeben.
- Verlagerung von Investitionsrisiken auf mehrere Investoren und Betreiber für die Logistik, die Immobilien und die Infrastruktur. In vielen Industrieparks existieren bereits Betreibermodelle. Anlagenhersteller können sich damit ein Folgegeschäft erschließen, wenn sie die Anlagen nicht nur realisieren, sondern auch betreiben und warten. Die Finanzierung der Anlagen kann über Werklohn, Leasing, Miete oder sogar über Forfaitierung der Forderungen realisiert werden. Es entstehen Dauerschuldverhältnisse, welche auch neue Leistungsvereinbarungen benötigen, da die Anlagen dauerhaft in einem vereinbarten Zustand und die Produkte dieser Anlagen in einer vereinbarten Qualität zu liefern sind.
- Durch die räumliche Nähe zum Hersteller und die Bündelung der internen und externen Transportströme können die Logistikkosten, die Liefer- und die Transportrisiken reduziert werden.
- Kurze Reaktionszeiten bei Störungen, da die Servicefachleute der jeweiligen Zulieferer schnell vor Ort sind und helfen können.

- Die Ressourcen (z. B. Ladungsträger, Logistik- und Produktionsanlagen) werden durch die Standortgemeinschaft in wirtschaftlichen Los- und Stückzahlen genutzt.
- Durch die räumliche Nähe und die gemeinsam genutzte Infrastruktur werden kurze und schnelle Informations-, Kommunikations-, Geschäfts- und Materialflussbeziehungen ermöglicht und die Kooperation verbessert.
- Die früher externen Zulieferer werden zu internen Kooperationspartnern.
- Alle Beteiligten kooperieren in der Produktentstehung (Konstruktion, Ingenieurarbeit, Beschaffung, Maschinenbau und Produktionsplanung) und arbeiten dabei unter den gleichen Qualitätsansprüchen in einem Produktionssystem zusammen.
- Der gemeinsame Einkauf von Facility Management Dienstleistungen und Lohndienstleistern ermöglicht eine verbesserte Verhandlungsposition und Kostenersparnis der Industrieparkteilnehmer bei deren Inboundlogistik (Economies of Scale).
- Die Belieferungsstrategie am Standort ist auf schlanke Bestände und eine direkte Belieferung im Takt der Montage Just in Time (JIT) oder Just in Sequence (JIS) ausgerichtet.
- Die logistikgerechte Anordnung der Partner im Industriepark ermöglicht die Optimierung des Materialflusses.
- Die gemeinsame Nutzung eines Gleisanschlusses, Wareneingangs, Zentrallager und zentraler Kommissionierung mit anschließender Sequenzierung in Auftragsreihenfolge erhöht die Flexibilität und spart Kosten.
- Die Direktanlieferung zum Hersteller mit möglicher Bündelung der Transporte ermöglicht Kostensenkungen aufgrund geringerer Handhabungs- und Logistikprozesse, geringerer Bestände und geringem Flächenverbrauch.
- Die durchgehende Kostenbetrachtung der Prozesskette bei hohem Volumen und hoher Varianz garantiert Kosteneffizienz im Lieferantenpark.
- Ziel der Zusammenarbeit in räumlicher Nähe sind die Steigerung der Kundenzufriedenheit und die kontinuierliche Verbesserung des Produktergebnisses.

Neben den o.g. Chancen der Leistungsmerkmale bestehen natürlich auch Risiken, welche im folgenden Kapitel aus der Sicht des Herstellers und der Zulieferer gegeneinander abgewogen werden.

## **2.2.6 Bewertung der Chancen und Risiken des Konstruktes Industriepark**

Für das Konstrukt Industriepark überwiegen die Chancen sowohl für Hersteller als auch für Zulieferer (siehe Abbildung 12). Der Hersteller hat gegenüber den Zulieferern einen kleinen Vorteil, da er meist von den günstigeren Arbeitskosten der Lohndienstleister und der Zulieferer im Industriepark profitiert und die hohen Bestandskosten für die große Variantenzahl auf die Zulieferer im Park verlagern kann. Die schon genannte Verbesserung der Prozesseffizienz durch das Konzept Industriepark mit einer Minimierung der Logistikkosten, Maximierung der Flexibilität und Optimierung des Materialflusses sowie Minimierung der Risiken sind große Chancen für den Hersteller. Die Risiken sind eine starke Abhängigkeit von den Zulieferern durch Know-How-Verlust und die langfristige vertragliche Bindung. Für die Zulieferer im Industriepark besteht die Chance einer langfristigen Kundenbindung des Herstellers. Das Risiko der Investition in Gebäude und Infrastruktur wird durch neue Finanzierungsmöglichkeiten (z.B. Forfaitierung, Leasing oder Miete) reduziert. Durch die meist langfristig gestalteten Verträge mit dem Hersteller besteht für die Zulieferer eine gewisse Planungssicherheit. Falls sich die erwarteten Stückzahlen und die Synergieeffekte nicht einstellen, existieren jedoch auch für den

Zulieferer Risiken. Die Tatsache, dass fast alle europäischen Automobilwerke einen Industriepark aufgebaut haben, bestätigt, dass die Chancen dieses Konzeptes überzeugen.

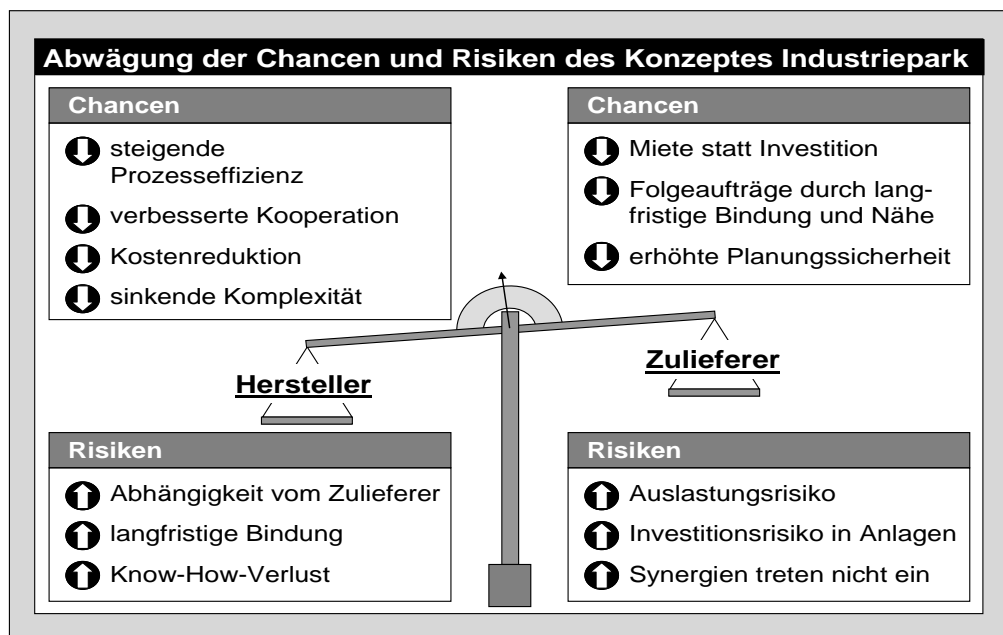


Abbildung 12: Abwägung der Chancen und Risiken des Konzeptes Industriepark

### Zwischenfazit Kapitel 2.2

In diesem Kapitel wurde gezeigt, dass das Beschaffungskonzept Industriepark wesentliche Vorteile sowohl für den Hersteller als auch für die Lieferanten erzeugt.

Für die Planung eines Industrieparks ist es von zentraler Bedeutung, welcher Typ von Lieferant, welche Leistungsmerkmale und welche Strukturformen eingesetzt werden, um die gewollten Synergie- und Leistungsmerkmale sicherstellen zu können. Hierzu wurden die wesentlichen Strukturvarianten und Leistungsmerkmale in diesem Kapitel erleutert.

Die komplexen Strukturen der Industrieparks sind an den Prozessen der Logistik, der Produktion und der Information auszurichten, die zwischen den Wertschöpfungspartnern stattfinden. Die Gestaltung der Einheiten und Segmente der Fabriken im Industriepark folgt dabei den Fertigungsschritten der modular aufgebauten Produkte. Die Einheiten sind möglichst so zu gestalten, dass sie sich den geänderten Technologien, Produkten und Märkten schnell anpassen lassen. Die gebildeten Einheiten und Strukturen bestimmen die Fähigkeiten der Unternehmen zur Innovation, Wandelung, Selbstorganisation und Leistung. Die Anordnung der Fabriken auf dem Gelände des Industrieparks erfolgt - je nach dem Grad der Zusammenarbeit der Lieferanten (siehe Anhang A.4). Abbildung 11 zeigt die unterschiedlichen strukturellen Ausprägungen, von den Satellitenfabriken in Standortnähe bis zur integrierten Fabrik, im schematischen Überblick. Es gibt nicht den einen Industriepark, sondern diese sind je nach Konstellation der Partner, deren Anordnung und der Gestaltung der Strukturen sehr unterschiedlich. Im folgenden Kapitel wird der Status quo der Fabrikplanung von Industrieparks untersucht. Aufgrund der identifizierten Defizite und neuen Herausforderungen werden im Anschluss, die Anforderungen an die neue Planungsmethode herausgearbeitet, welche im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wird.

### 2.3 Analyse der Planung von Industrieparks

Die Analyse der Leistungsmerkmale und Strukturen von Industrieparks verdeutlicht die Herausforderungen für die Planung von Industrieparkkonzepten. Die hohe Dynamik der sich ändernden

Prozesse durch neue Produkte, neue Kundenbedarfe und neue Technologien müssen mit den relativ starren Strukturen und Ressourcen eines Industrieparks bewältigt werden.

Die in der Literaturrecherche gefundenen Werke zu Industrieparks [Gare02], [Schr05] und [VDA03a] behandeln nicht die Aspekte der Planung.

Die Planung eines Industrieparks ist dadurch gekennzeichnet, dass der gewünschte Sollzustand in einem Modell des Industrieparks abgebildet werden kann, der anschließend effektiv und effizient realisiert und betrieben werden kann.

Dabei sind insbesondere die Material- und Informationsflüsse innerhalb des Industrieparks als auch die zwischen dem Industriepark und dem Automobilhersteller zu planen. Die wertschöpfenden Prozesse der Logistik und der Produktion sowie die darauf abgestimmte Strukturierung der technischen und baulichen Anlagen und der Organisation sind integriert zu betrachten. Ziel ist die möglichst umfangreiche Nutzung gemeinsamer Kapazitäts-, Logistik- und Flächenreserven und die Vermeidung von Verschwendung.

Für die Lösung der Aufgaben und Probleme dieser Planung sind zahlreiche Wissensgebiete und Fachbereiche erforderlich. Die Planung eines kompletten Industrieparks oder die ausführliche Beschreibung der Fabrikplanung kann im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden. Für die Fabrikplanung sei auf den Anhang D und die bereits vorhanden Fachbücher [Kett84], [Aggt90] [Feli98] verwiesen. Im folgenden Kapitel werden nur kurz die vorhandenen Begriffsdefinitionen der klassischen Fabrikplanung analysiert.

### 2.3.1 Analyse der Definitionen zur Fabrikplanung

Der Begriff *Fabrikplanung* setzt sich aus den Wörtern *Fabrik* und *Planung* zusammen. Grundlegende Eigenschaft der *Planung* ist die Vorwegnahme zukünftiger Ereignisse. Gegenüber der Prognose besitzt die Planung einen Handlungsbezug. Die Planung analysiert nicht nur die Zukunft, sondern entwickelt einen Handlungsentwurf, in dem die gewonnene Information umfassend in Plänen weiterverarbeitet wird. Die Information und die Pläne dienen als Entscheidungsgrundlage und später als Grundlage für die Realisierung und den Betrieb. Planung ist dementsprechend die gedankliche Vorbereitung von Entscheidungen und Handlungen.

Der Begriff „*Fabrik*“ stammt von dem lateinischen Wort *Fabrica*, welches mit Werkstatt übersetzt werden kann. Eine Fabrik wird als Betriebsform verstanden, deren Charakteristika das Prinzip der Arbeitsteiligkeit sowie eine Mechanisierung der Produktion sind [Broc05]. In den folgenden DIN und VDI Normen wird der Begriff Fabrik verwendet:

- Entwurf VDI 5200 Blatt 1 Fabrikplanung - Planungsvorgehen (2009-01)
- VDI 2385 Leitfaden für die materialflußgerechte (sic!) Planung von Industrieanlagen (1989-12)
- VDI 2498 Vorgehensweise bei der Materialflußplanung (sic!) (1978-12)
- VDI 2523 Projektmanagement für logistische Systeme der Materialfluß- (sic!) und Lagertechnik (1993-07)
- VDI 3595 Methoden zur materialflussgerechten Zuordnung von Betriebsbereichen und -mitteln
- VDI 2686 Anforderungen der Lagertechnik an die Baukonstruktion (1993-12)
- VDI 3637 Datenermittlung für langfristige Fabrikplanungen (1998-09)
- VDI 4410 Logistikeitstand für die Fabrik (1995-11)
- DIN 18225 Industriebau; Verkehrswege in Industriebauten (1988-06)

Der Entwurf der VDI 5200 [VDI09] definiert erstmalig in einer Norm die Planungsphasen und einige Begriffe der Fabrikplanung. In der Literatur [Kett84], [Aggt87], [Schm95], [REFA85],

[Feli98], [Koch91], [Dole81], [Grun00], [Wien96], [Rock80], [Woit72], [Ever99], [Dole81] wurde der Begriff Fabrikplanung widersprüchlich definiert (s.a. Anhang E) sowie verschiedene Gliederungen der Planungsschritte vorgenommen (s.a. Anhang D). In den Literaturquellen werden oft unterschiedliche Begriffe wie: „Werksplanung“ [Schm95] und „Betriebsprojektierung“ [Rock80] sowie „Betriebsstättenplanung“ [REFA85] synonym für die Fabrikplanung verwendet. Auch die methodischen Ansätze differieren. In der Praxis führen diese unterschiedlichen Lehrmeinungen oft zu Missverständnissen. Der Entwurf der VDI Richtlinie 5200 Fabrikplanung orientiert sich in seinen Planungsschritten an den neun Planungsphasen der HOAI [Hoi09].

Die Mehrzahl der Definitionen ist in einer Zeit entstanden, als die Fabrikplanung noch überwiegend aus der Neuplanung von Produktionsbetrieben mit Werkstattfertigung bestand. Fabrikplanung wird oft auf die bauliche Planung von Räumen reduziert [Frey75]. Diese Räume müssen jedoch auch den Erfordernissen des Betriebes und den gesetzlichen Vorschriften entsprechen. Es existieren viele Anforderungen in der Fabrikplanung, welche bei Missachtung in der Planung einen Mangel begründen (z.B. Hygiene, Statik, Arbeitsschutz, Betriebssicherheit, Auflagen der Genehmigungsbehörden). Neben diesen Anforderungen ist ein logistisch günstiger Materialfluss entscheidend für den Erfolg des Betriebs. Für die Zukunftsfähigkeit der Planungslösung sind ebenso Erweiterungs- und Anpassungsmöglichkeiten zu berücksichtigen.

Eine genauere Untersuchung der Vielfalt der bisher existierenden Definitionen und Fabrikplanungsansätze erfolgt in Anhang C - E. Aufgrund der Analyse des Standes der Technik der Fabrikplanung sind in Anhang C allgemeine Vorgehensweisen, Planungsschritte und Planungsbeteiligte beschrieben. In Anhang D werden bekannte Fabrikplanungsansätze vorgestellt und in Anhang E werden bekannte Definitionen der Fabrikplanung aufgelistet. Eine detaillierte Darstellung der einzelnen Planungsphasen und Planungsinhalte ist im Rahmen dieser Arbeit leider nicht möglich. Hier sei auf die ausführlichen und systematischen Darstellungen in [Felix98], [Pap80], [Koss73] verwiesen.

### **Zwischenfazit**

Es existiert bisher keine einheitliche, formale „Theorie“ der Fabrikplanung, die sowohl Modellierungs- und Strukturierungskonzepte, Gestaltungskonzepte als auch Vorgehensweisen, Methoden und Hilfsmittel umfasst. Vielmehr existiert eine Vielzahl einzelner Ansätze (wie z. B. diejenigen von KETTNER [Kett84] oder AGGTELEKY [Aggt87]), die überwiegend lehrbuchartig, einzelne Konzepte wiedergeben, ohne eine formale Integration zu einer Theorie zu vollziehen. Ziel dieser Arbeit ist es, die vorhandenen Vorgehensmodelle, Methoden, Werkzeuge, sowie die Aufgabenmodelle für die Projektdurchführung auf ihre Anwendbarkeit für die Planung von Industrieparkkonzepten der Automobilindustrie zu untersuchen.

### **2.3.2 Analyse vorhandener Vorgehensmodelle der Fabrikplanung**

In den unterschiedlichen Literaturquellen zur Fabrikplanung existieren bereits viele unterschiedliche Definitionen (siehe Anhang C. 1.1.) Abbildung 13 zeigt die Planungsschritte einiger der bekanntesten Definitionen der Fabrikplanung der VDI 5200 [VDI09]; der HOAI [Hoi09] und bekannter Autoren: ROCKSTROH [Rock77]; KETTNER [Kett84]; REFA [REFA85]; AGGTELEKY [Aggt87]; WIENDAHL [Wien96]; FELIX [Feli98] und GRUNDIG [Grun00].

Die zeitlich und begrifflich differierenden Planungsschritte der unterschiedlichen Definitionen können den übergeordneten Planungsphasen: *Zielplanung*, *Bedarfsplanung*, *Konzeptplanung*, *Genehmigungsplanung*, *Ausführungs- / Detailplanung* und Realisierung zugeordnet werden (Abbildung 13). Diese Planungsphasen entsprechen den Zwischenergebnissen im Ablauf der Planung des Industrieparks. Die Planungsphasen und Zwischenergebnisse werden in Kapitel

2.3.3. beschrieben. Die mit weißen Feldern hinterlegten Teilphasen in Abbildung 13 verdeutlichen, dass in einigen Literaturquellen zur Fabrikplanung eine eindeutige Zuordnung zu einer Planungsphase nicht möglich ist. In Abbildung 13 fällt außerdem auf, dass die meisten Planungsmodelle mit der Realisierung des Werkes enden. Nur FELIX hat in [Feli98] zur Dokumentation in der Betriebsphase einen Ansatz geliefert. Für ROCKSTROH endet die Fabrikplanung bereits nach der Genehmigungsplanung [Rock77]. Diese zeitliche Eingrenzung der Zuständigkeit der Fabrikplanung ist für Industrieparks zu kurzgefasst. Ziel der Planung ist hier nicht nur die Realisierung, sondern vielmehr der Betrieb der technischen und baulichen Anlagen. Die Strukturen und Ressourcen von Industrieparks sind bereits in der Konzeptplanung so zu gestalten, dass die Prozesse des Betriebes optimal ablaufen können. Das betrifft nicht nur die Neubauprojekte auf der grünen Wiese, sondern auch vorhandene Industrieparkstrukturen, welche in kleinen Schritten auf den optimalen Betriebsablauf ausgerichtet werden. Ein Industriepark setzt sich aus unterschiedlichen Unternehmen zusammen, die im Netzwerk der Standortgemeinschaft kooperieren. Wird einer der Netzwerkpartner ausgetauscht oder ändert einer seine Produktion oder seine Logistik, so hat das bereits Auswirkungen auf das Gesamtnetzwerk haben. Ein optimaler Netzwerkbetrieb gelingt nur durch die effiziente Kooperation von Planern und Betreibern und einen kontinuierlichen Regelkreis aus *Planen – Realisieren – Betreiben – Analysieren – Planen* usw.

Aufgrund der in Abbildung 13 aufgezeigten divergierenden Definitionen, Planungsphasen und -inhalte existiert bisher noch kein einheitliches Verständnis der Fabrikplanung. Diese Divergenz erschwert die Vergleichbarkeit der Lösungsprinzipien sowie die Kombination der unterschiedlichen Ansätze. In Planungsprojekten kann es durch Missverständnisse unter den Beteiligten dazu führen, dass unterschiedliche Planungsinhalte in den verschiedenen Planungsphasen von den beteiligten Fachplanern geliefert werden.

### 2.3.3 Beschreibung der Planungsphasen

In Abbildung 13 werden die Planungsphasen aus der Literatur den Phasen *Ziel-, Bedarf-, Konzept-, Genehmigungs-, Ausführungsplanung* und *Realisierung* zugeordnet. Die auf diese Weise standardisierten Planungsphasen werden an dieser Stelle mit ihren Planungsinhalten und -ergebnissen kurz skizziert. Hierzu werden die bereits vorhandenen Methoden, Werkzeuge und Inhalte der bereits vorhandenen Fabrikplanungsansätze auf ihre Anwendbarkeit in Bezug auf Industrieparks hin untersucht. Im Anschluss werden den standardisierten Planungsphasen Planungsinhalte zugewiesen, die für die Planung von Industrieparks für wesentlich gehalten werden. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll einen Einblick in die Fabrikplanung und deren Wirkzusammenhang geben.

Abbildung 14 zeigt die drei Lebenszyklusphasen *Entwicklung, Realisierung* und *Betrieb* des Planungsobjektes Industriepark, welchen die aus Abbildung 13 standardisierten Planungsphasen zugeordnet werden können. Der Lebenszyklusphase *Entwicklung* können so die Planungsphasen *Ziel-/Bedarfsplanung, Konzeptplanung, Genehmigungsplanung* und *Ausführungsplanung* zugewiesen werden.

In der *Zielplanung* werden Ziele, Rahmenbedingung und Restriktionen für den Industriepark definiert. In der Zielplanung existiert z.B. schon das Konzept eines neuen Fahrzeugmodells, welches mit seinen Modulen und Systemen an einem bestimmten Standort gefertigt werden soll. Es existieren bereits Stücklisten und Werkzeuge für das meist in CAD modellierte Produkt. Der Produktionsumfang, die Stückzahlen der verkauften Varianten können anhand von Marktanalysen nur geschätzt werden. In der Zielplanung wird die Aufgabenstellung der Fabrikplanung definiert.



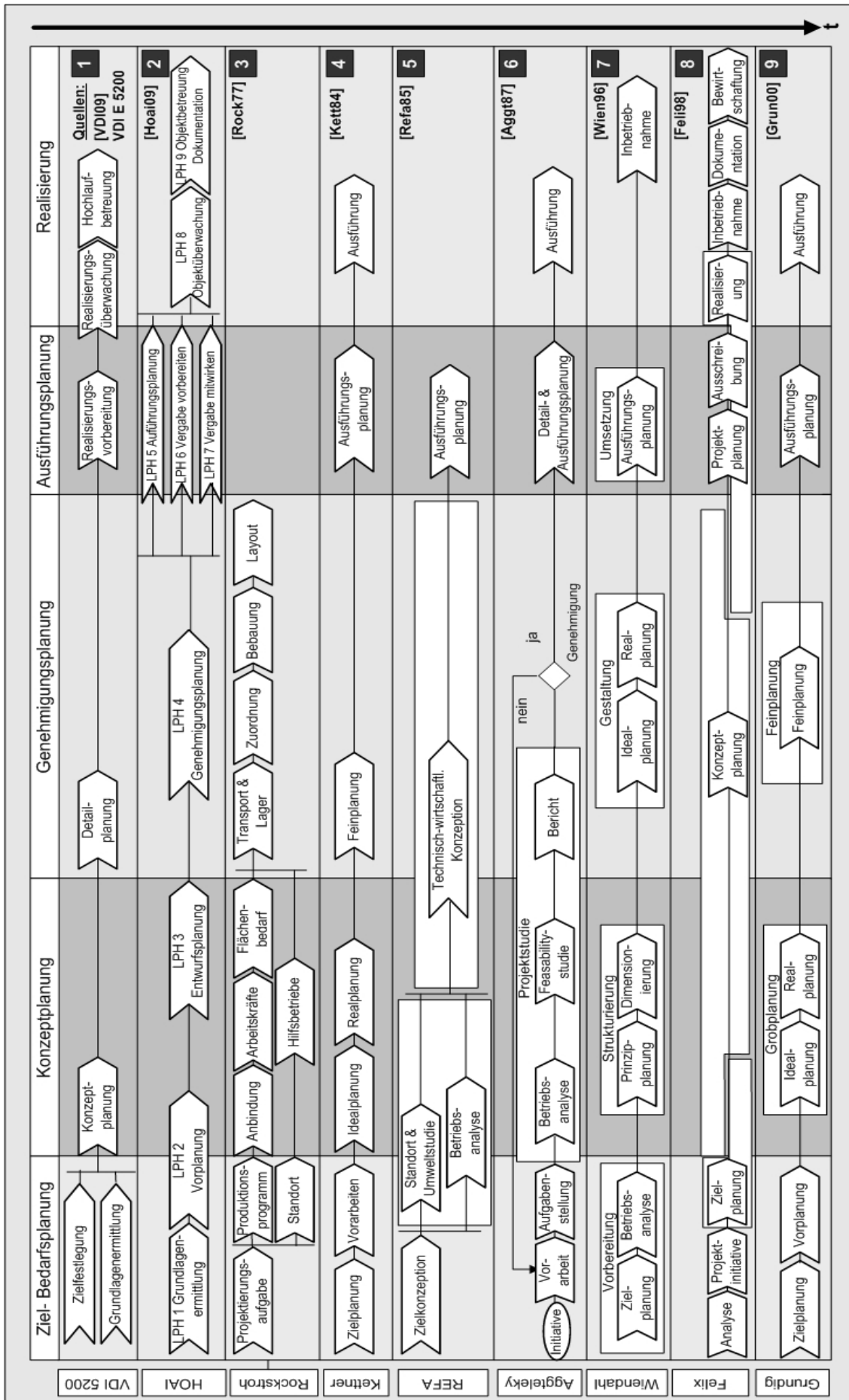


Abbildung 13: Planungsphasen in den unterschiedlichen Fabrikplanungsdefinitionen



wird kreativ mit Plänen und Modellen experimentiert. Viele grundsätzlich verschiedene Alternativen werden durchdacht, wieder verworfen oder deren Realisierungswürdigkeit geprüft.

In der *Genehmigungsplanung* werden aus den noch groben Konzepten detaillierte Pläne, welche durch das interne Management genehmigt werden. Das so ausgewählte Konzept wird anschließend nochmals auf die konkreten Anforderungen hin überarbeitet (z.B. der externen Genehmigungsbehörden wie Bauamt, Umweltamt und Amt für Katastrophenschutz). Die Genehmigungsunterlagen müssen alle genehmigungsrelevanten Details graphisch und textuell beschreiben. Das grobe Konzept wird in dieser Phase um städtebauliche, statische, technische und konstruktive Belange ergänzt. Genehmigungsbedürftige technische Anlagen sind in einer detaillierten Beschreibung der Betriebsabläufe, z.B. für eine Genehmigung nach dem BIMSCHG aufzubereiten. In der Kostenplanung nach DIN 276 [DIN08] wird in dieser Planungsphase eine *Kostenberechnung* vorgenommen. Ergebnis der Planungsphase sind Genehmigungsunterlagen für die technischen und baulichen Anlagen, welche bei der zuständigen Genehmigungsbehörde eingereicht werden. Nach Abschluß des Verwaltungsaktes wird die Genehmigung durch die Behörde evtl. mit Auflagen oder Befreiungen erteilt.

Die *Ausführungs- und Detaillierungsplanung* baut auf den genehmigten und vom Management freigegebenen Plänen auf. Für die Realisierung der baulichen und technischen Anlagen sind in dieser Phase genaue Bau- und Montagepläne zu erstellen. Anhand der zu beachtenden Rahmenbedingungen und Restriktionen sind die Füge- und Wirkprinzipien und dem Ablauf der Produktions- und Logistikprozesse detailliert zu untersuchen. Auf der Grundlage der detaillierten Pläne werden die Massen, die Materialien und die Stücklisten für die Bauprozesse ermittelt, um daraus die Vertragsunterlagen für die ausführenden und liefernden Firmen zusammen zu stellen. Für die Bauleistungen kann das eine Ausschreibung nach VOB [VOB06] sein oder für die technischen Anlagen z.B. ein Lastenheft. Die Pläne, Ausschreibungstexte und Lastenhefte dienen später auch als Vertragsgrundlage mit den Baufirmen oder den Lieferanten der baulichen und technischen Anlagen. Auf dieser Planungsgrundlage erfolgt ein Kostenanschlag der tatsächlich zu erwartenden Baukosten nach der DIN 276 [DIN08].

Beide Phasen, die *Genehmigungsplanung* und die *Ausführungs- / Detaillierungsplanung* erfordern die sorgfältige Ausarbeitung und Berücksichtigung vieler Details zur Ergänzung und Gestaltung der noch groben Lösungen aus der Konzeptplanung. Gegenüber den kreativen Prozessen in der Konzeptplanung ist die gestalterische Phase eine sehr aufwendige und von Fleiß geprägte Entwicklungsphase.

In der Phase der *Realisierung* werden durch das Projektmanagement die Realisierungsprozesse der einzelnen Gewerke gesteuert. Die Koordination der Bauausführung in dieser Phase beinhaltet die Überwachung der Kosten- und Terminpläne sowie der eingebauten Qualitäten. Ziel dieser Phase ist die Realisierung der betriebsbereiten Fabrik im Industriepark.

Bevor die Serienproduktion stabil laufen kann, werden alle Prozesse langsam in der *Anlaufplanung* hochgefahren. Das Personal für die Maschinen, Anlagen, Produkte und Prozesse zu qualifizieren und einzuarbeiten. Die Vorlieferanten müssen ihre Komponenten und Teile in der gewünschten Qualität und Menge liefern. Aufgrund der hohen Komplexität dieser miteinander vernetzten Teilaufgaben sind diese in kleinen Schritten auf die gewünschten Zielstückzahlen zu steigern. Eine Untersuchung von Roland Berger [Berg02] ergab, dass 67% der untersuchten Anläufe von Serienprodukten nicht erfolgreich verliefen. Die Ziele und Anforderungen der Betriebsphase werden oft nicht erreicht. Der daraus entstehende betriebswirtschaftliche Schaden ist enorm. Viele der Planungsfehler resultieren aus einer unpräzisen Bedarfsplanung

und Missverständnisse in der Zusammenarbeit zwischen den Planungsteams und den Zulieferfirmen, die zu Mängeln, Verzögerungen und enormem Zusatzaufwand führen [Patz95].

In der sensiblen Phase der *Anlaufplanung* ist das Planungswissen der Fabrikplanung sehr hilfreich, einerseits für die Schulung der Mitarbeiter, andererseits um die Fabriksteuerung darauf aufzubauen. In einem Industriepark, der von verschiedenen Partnern betrieben wird, müssen flexible Leistungsvereinbarungen über einen langen Vertragszeitraum fixiert werden.

Aus der kurzen Beschreibung der einzelnen Planungsphasen ergeben sich die folgenden drei wesentlichen Meilensteine des Projektes Fabrikplanung:

- Der *Genehmigungsbescheid* durch die Behörden, auf dessen Grundlage die bauliche und technische Anlage errichtet werden darf.
- Die *Abnahme* der baulichen oder technischen Anlage ist der Zeitpunkt des juristischen Gefahrenübergangs vom Lieferanten bzw. Ersteller auf den Eigentümer. In der *Abnahme* ist die ordnungsgemäße Funktion der Anlagen zu prüfen und evtl. vorhandene Mängel zu rügen. Ab der *Abnahme* beginnt die Gewährleistungsfrist der Anlagen. Es sind eine sorgfältige Dokumentation, die Kennzeichnung von Schwachstellen und Wartungsempfehlungen einzufordern.
- Der *Anlauf* der Prozesse der Produktion und Logistik. Er stellt den Übergang vom Probetrieb zur stabilen Serienproduktion dar.

Nach der Skizzierung der wesentlichen Inhalte der Planungsphasen werden im Folgenden die bekannten Methoden und Werkzeuge auf ihre Anwendbarkeit in den Planungsphasen und im Hinblick auf Industrieparks analysiert.

### 2.3.4 Analyse der bekannten Methoden

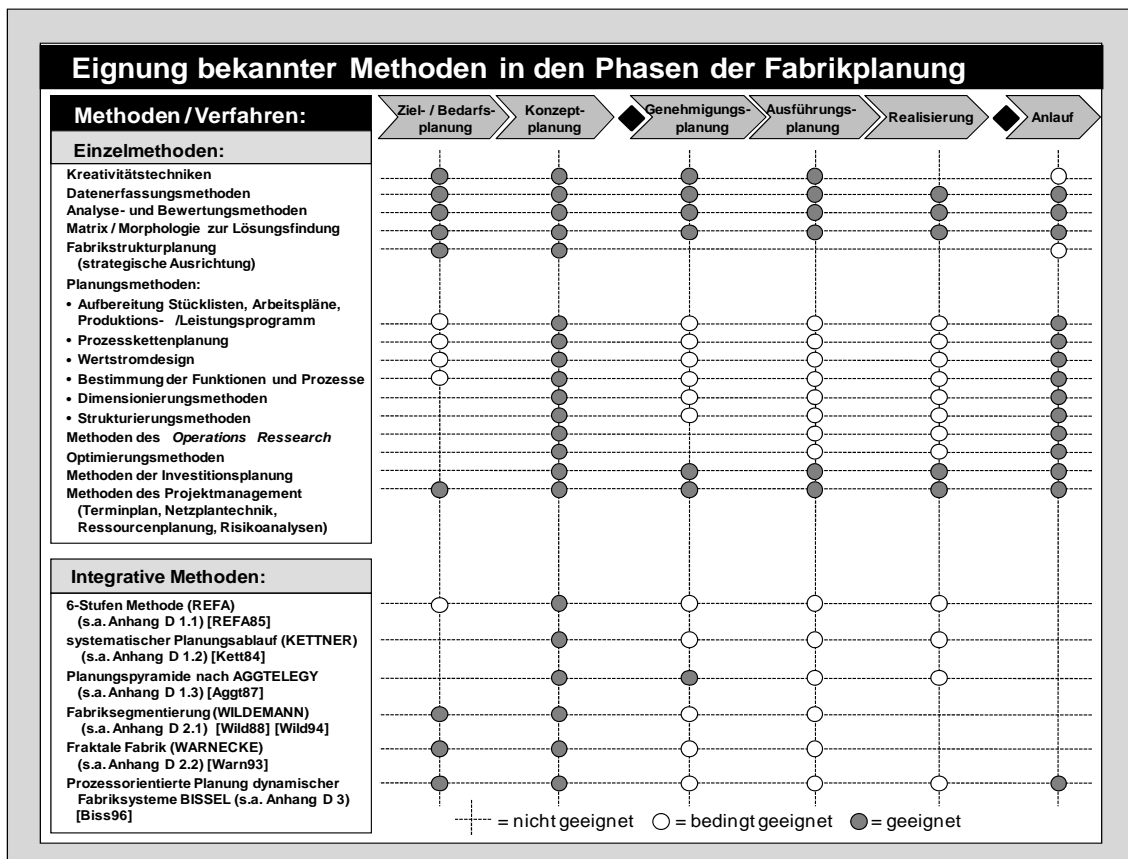


Abbildung 15: Zuordnung bekannter Methoden zu den Planungsphasen

Eine *Methode* ist eine systematische Handlungsvorschrift zur Lösung von Aufgaben einer bestimmten Klasse [Hess92]. Sie beschreibt wie - ausgehend von gegebenen Bedingungen - ein Ziel mit einer festgelegten Schrittfolge erreicht wird. Eine *Methode* kann durch mehrere alternative oder sich ergänzende *Verfahren* unterstützt werden. *Verfahren* beschreiben einen konkreten Weg zur Lösung bestimmter Probleme oder Problemklassen.

Die Matrix der Methoden in Abbildung 15 erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie zeigt jedoch anschaulich, dass die meisten der bekannten Methoden der „klassischen“ Fabrikplanung sich auf die *Ziel- / Bedarfsplanung* und die *Konzeptplanungsphase* beziehen. Die Zuordnung der Methoden zu den Planungsphasen erfolgt aufgrund eigener Einschätzung. In den Planungsphasen der *Genehmigungs-, Ausführungsplanung* und *Realisierung* existieren nur wenige allgemein bekannte Methoden. In diesen Planungsphasen sind unterschiedliche Fachplaner für die Bebauungsplanung (z.B. Vermessungstechnik, Bodengutachten, Verkehrsplanung, Landschaftsplanung), für die Bautechnik (z.B. Schallschutz, Brandschutz, Wärmeschutz, Statik), für die Gebäudetechnik (z.B. Klima, Lüftung, Heizung, Sanitär, Elektro, Gas, Entsorgung), für die Architektur (z.B. Flächengestaltung, Arbeitsstättenvorschriften, Fassadenplanung, Baukonstruktion) in den Planungsprozess zu integrieren. Die Methoden in Abbildung 15 sind generell auch für die Planung von Industrieparks anwendbar.

Die in Abbildung 15 unten dargestellten integrativen Methoden, verbinden mehrere Methoden zu einem ganzheitlichen Methodenpool, in dem die Methoden sequenziell oder parallel eingesetzt werden. Diese bekannten integrativen Planungsmethoden der Fabrikplanung beschäftigen sich überwiegend mit der Konzeptplanung und sind überwiegend auf konventionelle Fabrikssysteme ausgerichtet. Im Anhang D werden diese Methoden detaillierter beschrieben. Lediglich das Vorgehensmodell von AGGTELEKY [Aggt90] reicht bis in die Genehmigungsplanung.

In Industrieparks der Automobilindustrie ist die Veränderung eine wesentliche Konstante. Schwankungen der Produktionsaufträge, Änderungen durch neue Produktvarianten, neue Standortteilnehmer im Industriepark oder neue Technologien erfordern die kontinuierliche Anpassung der Prozesse, der Ressourcen, der Strukturen und der Maßnahmen für die Lenkung. Lediglich der Ansatz einer prozessorientierten Fabrikplanung nach BISSEL [Biss96] kann im Fabrikbetrieb weiter genutzt werden und wertvolle Hinweise für spätere Anpassungsplanungen liefern. BISSEL [Biss97] bezieht sich auf dynamisch belastete, veränderliche und vernetzte Fabrikstrukturen. Aufgrund dieser Erkenntnis soll der Planungsansatz von BISSEL in dieser Arbeit weiter verfolgt werden. Weiterhin besteht das Defizit einer durchgängigen, integrativen Planungsmethode, welche die Ergebnisse aus der *Konzeptplanung* in den Phasen *Genehmigungs-, Ausführungsplanung* und *Realisierung* weiter verfolgt.

Der Erfolg der Fabrikplanung hängt maßgeblich davon ab, ob die Erkenntnisse aus der der Ziel-, Bedarfs- und Konzeptplanung den vielen Beteiligten in den sich anschließenden Planungsphasen bewusst sind. Andernfalls besteht die Gefahr, dass das Planungskonzept in seiner Leistungsfähigkeit aufgrund von Kompromissen, Zugeständnissen oder gar Missverständnissen mit anderen Fachplanern eingeschränkt wird.

Die o.g. Fabrikplanungsmethoden werden durch verschiedene Verfahren unterstützt, welche durch den erfahrenen Fabrikplaner sorgfältig auszuwählen sind. Diesen Zusammenhang soll das folgende Beispiel verdeutlichen.

Tabelle 4 zeigt die Verfahren, welche die Strukturierungsmethode der Fabrikplanung für materialflussgerechte Layouts unterstützen. Die *Probiervverfahren* erzeugen meist Varianten von Strukturen der Ressourcen. Anstelle des Probierens können auch *Heuristiken* oder mathematische Algorithmen angewandt werden, die in sog. *Simulationsverfahren* auch EDV-unterstützt

ablaufen können. Es existieren z.B. einige Algorithmen, welche zu den Optimierungsmethoden hinsichtlich des Materialflusses zählen. Diese Algorithmen funktionieren meist nur bei einer eingeschränkten Anzahl von Stationen (ca.8-16 Stationen) und erfordern eine sorgfältige Formulierung der Nebenbedingungen, um sinnvolle Ergebnisse erzielen zu können. Oft ist die Anwendung von einfacheren Heuristiken effektiver, bei denen ein Ergebnis lediglich in der Nähe des Optimums zu erzielen ist.

Methoden	Verfahren	Tätigkeiten
Strukturierungsmethode (Layout)	Probierverfahren	Schieben von Arbeitsmittelschablonen im Layout, Sankey-Diagramm
	Heuristische Verfahren	Aufbau-, Vertausch-, Kombinations-, Konstruktions-, Kreis- und Dreiecksverfahren
	Simulationsverfahren	mathematische Algorithmen, Monte Carlo Simulation
	Analytische Verfahren	Nutzwertanalyse, ABC-Analyse und Investitionsrechnung

Tabelle 4: Bekannte Anordnungs- und Bewertungsmethoden der Fabrikplanung

Grundsätzlich soll mit diesen Verfahren die Variante gefunden werden, welche in der Nähe des Optimums liegt. Hierzu müssen die Varianten darauf hin untersucht werden, ob und inwieweit sie die an sie gestellten Anforderungen und Restriktionen erfüllen. Für diese Bewertung eignen sich die *analytischen Verfahren*. Wie bereits in Abbildung 13 dargestellt und in Anhang D beschrieben, existieren verschiedene Lehrmeinungen was unter Fabrikplanung zu verstehen ist, welche Planungsphasen und welche Methoden einzusetzen sind. Es fehlt eine gemeinsame Konvention, um die vorhandenen Ansätze zur Fabrikplanung standardisiert miteinander zu vereinen. Das wäre z.B. für die Vergabe von Planungsleistungen an einen Fabrikplaner hilfreich, denn einheitlich definierte Planungsphasen und standardisierte Planungsleistungen würden die Vertragsgestaltung erheblich vereinfachen. Die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure HOAI [HOAI09] regelt bspw. die Planungsleistungen für Bauobjekte einheitlich. Der Leistungskatalog der HOAI ist in Anhang H tabellarisch aufgeführt. Er definiert einheitlich, welche Planungsleistungen ein Architekt in welcher Planungsphase zu erbringen hat. Neben den Vorteilen für die Vergabe von Planungsleistungen würde eine solche Konvention auch die Zusammenarbeit und das systematische Abarbeiten von der ersten Idee bis zur realisierten Lösung unterstützen. Ein gemeinsames Verständnis der Standards in Planungsschritthalten und -ergebnissen eliminiert viele Missverständnisse und die daraus resultierenden Planungsfehler.

#### Zwischenfazit Kapitel 2.3.4.

Die gezeigten bekannten Methoden der Fabrikplanung können partiell auch für Industrieparks angewendet werden. Sie müssen jedoch den spezifischen Problemstellungen in Industriepark anzupassen. Ein guter Fabrikplaner benötigt eine hohe Methodenkompetenz. Er muss die richtige Methode auswählen, unterstützende Verfahren anwenden und die Ergebnisse richtig im Gesamtzusammenhang interpretieren. Es obliegt seiner individuellen Einschätzung, ob andere Verfahren effektiver oder genauer sein könnten. Nach dem Versuch der Zuordnung bekannter Methoden der Fabrikplanung zu den identifizierten Planungsphasen erfolgt nun die Darstellung geeigneter Werkzeuge.

#### 2.3.5 Analyse der bekannten Werkzeuge

In Kapitel 2.3.4 wurde gezeigt, dass bei der Lösung verschiedener Planungsaufgaben Methoden eingesetzt werden. Diese Methoden benötigen verschiedene Werkzeuge. Abbildung 16 zeigt eine Auswahl bekannter Werkzeuge, welche für die Fabrikplanung eingesetzt werden.

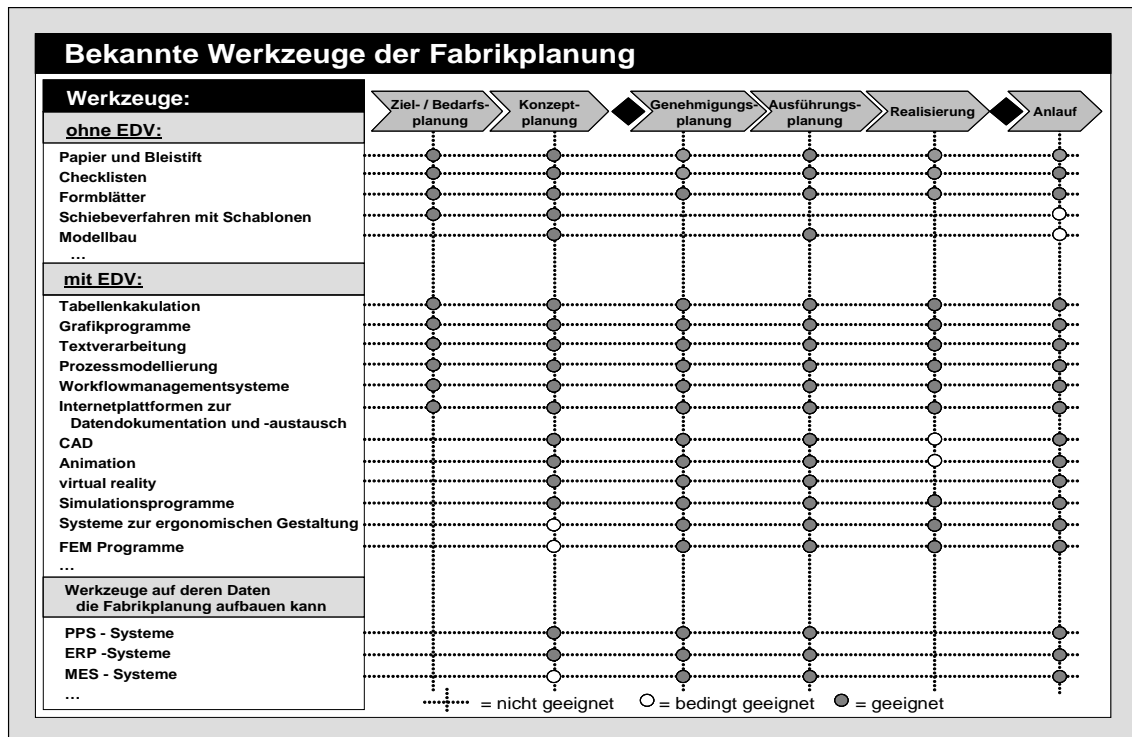


Abbildung 16: Bekannte Werkzeuge der Fabrikplanung

Aufgrund eigener Einschätzung wird dargestellt, welche Werkzeuge in welcher Planungsphase eingesetzt werden. Grundlage für das Planen mit diesen Werkzeugen sind Daten. Werkzeuge dienen der Modellierung der Daten für die Analyse der Problemstellungen im Industriepark. Werkzeuge sind entweder EDV-unterstützt oder sie existieren physisch (Checklisten, Modelle, Papier). Die Daten können zugleich Eingabevariablen und Resultate aus den Methoden und aus anderen Werkzeugen des Fabrikbetriebs sein. Die Daten aus dem Fabrikbetrieb liefern Hinweise für evtl. erforderliche Anpassungsplanungen. Sie stammen z.B. aus der Leitstandtechnik oder den PPS-, ERP- und MES- Systemen. Das Erreichen bestimmter Kennzahlen dient dabei als Indikator z.B. für einen erneuten Beginn der Fabrikplanung.

Die Informationsgewinnung und -verarbeitung für die Erstellung und Auswertung der Modelle kann auf mathematischem, systematischem, heuristischen oder intuitivem Weg erfolgen. Der Einsatz der Werkzeuge und das Festlegen der Sollwerte der Kennzahlen erfordert hohe Methodenkompetenz. Eine rein sequenzielle Folge von Schritten vom Problem zur Lösung ist i.d.R. auch hier nicht möglich. Oft müssen Teillösungen verworfen und in früheren Planungsphasen von Neuem begonnen werden.

Aktuell gibt es einige vielversprechende Ansätze und Softwarelösungen (z.B. Delmia, Tecnomatix, Taylor, Triplan, Fastdesign), welche zu den Werkzeugen der *Digitalen Fabrik* zählen [Wies04]. Die in diesen Werkzeugen modellierten Probleme können mit Simulationssoftware gelöst werden [Kuhn93]. Die VDI 3633 [VDI93] „*Simulation von Logistik-, Materialfluß- und Produktionssystemen*“ (sic!) beschreibt viele Möglichkeiten des sinnvollen Einsatzes solcher Simulationsmodelle. Dennoch existiert bisher noch kein Verfahren, wie eine solche Digitale Fabrik aufzubauen ist und wie die Softwarearchitekturen zu gestalten sind. Einzelne Insellösungen von Softwareprodukten werden unternehmensspezifisch in einer Architektur über verschiedenste Schnittstellen und Datenformate miteinander verbunden [Wies04]. Hier steht noch eine Standardisierung aus, welche durch eine gemeinsame Konvention der Fabrikplanung gefördert werden könnte. Für Industrieparks, welche sich oft anpassen müssen

und vernetzt arbeiten, ist der Einsatz der Werkzeuge der *Digitalen Fabrik* gerechtfertigt, da die Simulationsmodelle mehrfach genutzt werden können.

Die Komplexität der Aufgaben erfordert die Einbindung vieler Fachdisziplinen und viele Rückkopplungen und iterative Schleifen. Die Auswirkungen einer dieser Teillösungen und Entscheidungen auf das Gesamtmodell sind oft nicht vorhersehbar. Aufgrund des großen Geflechtes an Abhängigkeiten, Lösungsvarianten der Teilsysteme besteht wiederum eine sehr große Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten. Das erfordert eine hohe Anzahl an Versuchen, um einen ausreichenden Grad der Übereinstimmung des Modells mit den Anforderungen, Restriktionen und Zielen erreichen zu können. Ein Gesamtoptimum ist aufgrund der Komplexität der Planungsaufgaben oft nur eingeschränkt zu erzielen.

### Zwischenfazit Kapitel 2.3.5.

Die gezeigten Werkzeuge sind für die Erhebung, Modellierung, Analyse und Bewertung der zu erstellenden Datenmodelle einzusetzen. EDV-unterstützte Werkzeuge haben durch ihre digitalen Daten den Vorteil einer schnellen Informationsverbreitung und Dokumentation. Die Nutzung gemeinsamer, aktueller und digitaler Planungsgrundlagen in virtuellen Projekträumen und regelmäßige Treffen der Fachplaner für Abstimmungsgespräche sichert einen aktuellen Datenstand aller Beteiligten.

## 2.3.6 Definition einheitlicher Strukturen von Industrieparks

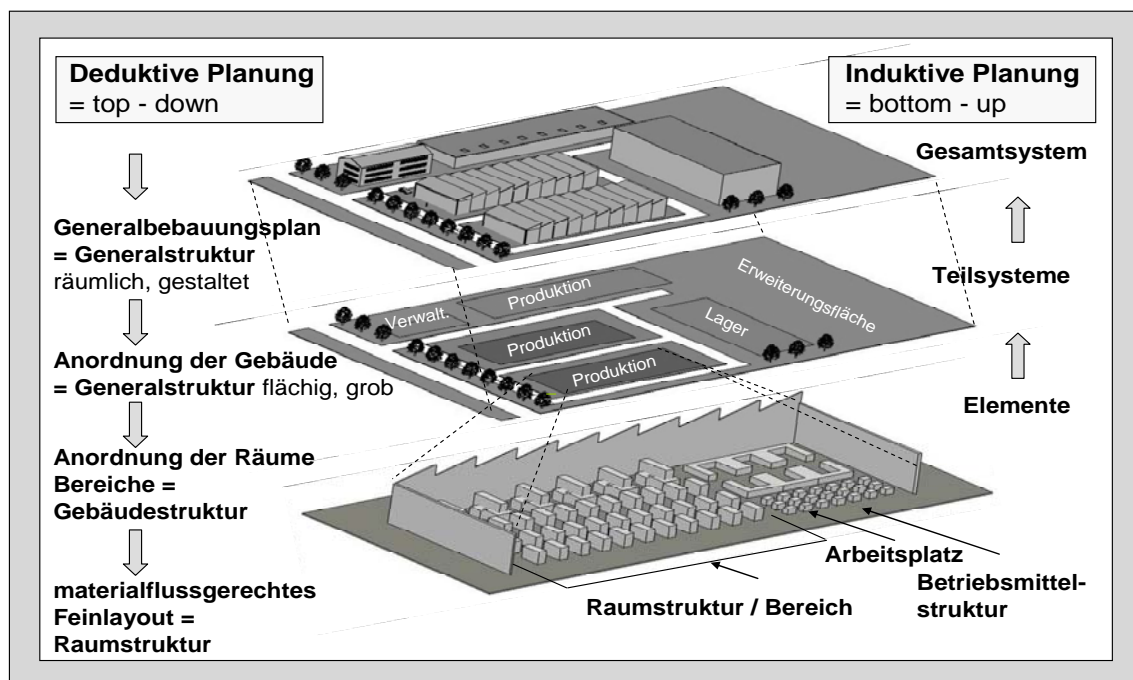


Abbildung 17: Strukturebenen von Fabriken in einem Industriepark

In der Fabrikplanung von Industrieparks sind die Strukturen in ihren unterschiedlichen Ebenen so zu gestalten, dass die Prozesse der Logistik, Produktion und Information wirtschaftlich ablaufen können. Entsprechend den Modulen des Produktes werden Bereiche in der Produktion ausgebildet. Die Strukturierung der Produktionskooperation vor Ort erfolgt nach den Aspekten Layout und Logistik. Konzeption, technische Gestaltung und Durchsetzbarkeit flexibler Systeme und Gebäude stehen dabei in enger Wechselwirkung.

Die vier Grundprinzipien der Strukturgenerierung in der Fabrikplanung sind:

- *Bildung von Struktureinheiten:* Abgrenzung von Produktionssystemen aufgrund der Prozess-, Mensch-, Technik- und Organisationszusammenhänge



- *Vernetzung der Struktureinheiten:* logistische Verknüpfung hinsichtlich Material- und Informationsflüssen
- *Dimensionierung der Struktureinheiten:* Ermittlung der Dimensionen basierend auf den erwarteten Bedarf an Kapazität und durch Kennzahlen
- *An- und Zuordnung der Struktureinheiten:* Ziel ist es, aufgrund von Restriktionen die Struktureinheiten voneinander zu separieren oder aufgrund der erkannten hohen logistischen Verknüpfung möglichst zu integrieren. Aufgrund der Vielzahl der Anordnungsmöglichkeiten werden hier meist mehrere Varianten gebildet und hinsichtlich der Vor- und Nachteile bewertet.

Industrieparks lassen sich generell in verschiedene Strukturebenen mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad unterteilen. Aufgrund der unterschiedlichen Begriffe und Strukturebenen in der Literatur zur Fabrikplanung [Kett84], [Aggt87], [Schm95], [REFA85], [Feli98], [Koch91], [Dole81], [Grun00], [Wien96], [Rock80], [Woit72], [Ever99], [Dole81] werden die folgenden Strukturebenen (siehe Abbildung 16) definiert:

- *Arbeitsplatzstruktur* - Gestaltung der Arbeitsplätze, Ergonomie
- *Betriebsmittelstruktur* - Maschinenaufstellung
- *Raumstruktur* - Anordnung und Verkettung der Betriebsmittel und Arbeitsplätze zueinander in Räumen und Zonen
- *Gebäudestruktur* - Anordnung der Räume und Bereiche im Gebäudesystem
- *Generalstruktur* - Anordnung der Gebäudesysteme auf dem Werksgelände
- *Standort-/Netzwerkstruktur* - Positionen und Relationen von Produktions- und Logistikstandorten im Wirtschaftsraum

Diese unterschiedlichen Strukturebenen können einerseits deduktiv, d.h. ausgehend vom Gesamtsystem z.B. global verteilte Produktionsstandorte bis zum einzelnen Arbeitsplatz betrachtet werden. Alternativ kann induktiv, z.B. vom detaillierten Arbeitsplatz über die Betriebsmittelstruktur bis zur Gebäudestruktur vorgegangen werden. Die Strukturen sind immer im Zusammenhang mit den Relationen zwischen den Systemelementen und den Prozessen (Aufgaben), die auf ihnen ablaufen, zu begreifen.

### **Zwischenfazit Kapitel 2.3.6.**

Informationen, Schnittstellen und Vernetzung werden immer mehr zu Schlüsselfaktoren für den Erfolg von Planung, Bau und Betrieb. Große Mengen von Dokumenten, wie sie in den Engineering-, Bau-, Betriebs- und Instandhaltungsprozessen auftreten, sind mit ihren zugehörigen Metastrukturdaten zu verwalten. Die Dokumente sind hinsichtlich ihrer Information bezüglich Prozessen, Strukturen, Ressourcen, Lenkung in eine einheitliche Gestaltung zu überführen, sodass sie im Fabrikbetrieb weiter genutzt werden können. Entsprechend der Strukturierung der Planungsobjekte ist die Gesamtplanungsaufgabe Industriepark mittels Dekomposition in Teilaufgaben zu unterteilen. Die Dekomposition muss entsprechend der Strukturebenen erfolgen, sodass die Teillösungen anschließend wieder zu einer Gesamtlösung zusammengefügt werden können. Die Dekomposition der Gesamtaufgabe hat den Vorteil, dass die Teilaufgaben verteilt bearbeitet werden können und die Relationen zwischen den Teilaufgaben nachvollziehbar dokumentiert werden. Durch die Strukturierung der Planungsaufgaben und des Planungsobjektes wird der Entwicklungsprozess der Planung selbst gefördert und nachvollziehbar dokumentiert.

### **Fazit Kapitel 2:**

Industrieparks müssen aufgrund der Anforderungen und Leistungsmerkmale aus Kapitel 2.2 als dynamische, offene Systeme verstanden und konzipiert werden. Die vielfältigen Beziehungen

und Prozessabläufe sind entscheidend für den Erfolg des Industrieparks. Die Planung sollte deshalb nicht als einmaliges Projekt, sondern vielmehr als begleitender Prozess betrachtet wird. In Kapitel 2.2 und in Anhang A wurde eine Begriffsabgrenzung des Konstrukts Industriepark vorgenommen.

Kapitel 2.3 analysiert die „konventionelle“ Fabrikplanung, um die wesentlichen Bestandteile herauszuarbeiten, welche für die Entwicklung der neuen Planungsmethode relevant sind. Bisher existiert noch keine standardisierte Konvention darüber, was unter Fabrikplanung allgemein zu verstehen ist. Deshalb wurden die Planungsphasen und die Planungsinhalte verschiedener Quellen in Kapitel 2.3 untersucht. Tabelle 5 fasst die wesentlichen Erkenntnisse aus der Analyse der Fabrikplanung in Kapitel 2.3 zusammen.

<b>Analyse typischer Merkmale der Fabrikplanung</b>	
<b>Merkmal:</b>	<b>Inhalt:</b>
<b>1. Lebenszyklusphasen der Fabrikplanung:</b>	Entwicklungsphasen des Planungsobjektes: <b>Ziel- /Bedarfsplanung, Konzeptplanung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung, Anlauf, Betrieb, Um- bzw. Rückbau.</b> Die „klassische“ Fabrikplanung reicht nur bis zur Genehmigungsplanung der baulichen und technischen Anlagen. Industrieparks sind aufgrund ihrer hohen Dynamik kontinuierlich anzupassen und müssen kontinuierlich beplant werden.
<b>2. Datengrundlage</b>	Checklisten, Budget, Stücklisten, Arbeitspläne, grafische Modelle (2D, 3D),
<b>3. Methoden</b>	<b>Optimierungsverfahren</b> (wie z.B. Anordnungsplanung der Maschinen und Anlagen, Materialflussplanung, Lagerplanung) <b>Dynamische Methoden</b> der Prozessanalyse und Belastung mit Leistungseinheiten für die Dimensionierung der Ressourcen und zur Ermittlung der Anordnungsstrukturen <b>Statische Methoden</b> der Konstruktion der Ressourcen und Strukturen
<b>4. Werkzeuge:</b>	EDV-unterstützte und nicht EDV-unterstützte Werkzeuge dienen der Datenerfassung als Informationsgrundlage für die Entscheidungen in der Planung.
<b>5. Ausgangspunkt, Meilensteine und Ende:</b>	<b>Ausgangspunkt</b> ist das Analyseergebnis der Ziel- und Bedarfsplanung mit einer möglichst vollständigen Aufgabenstellung. Entscheidende <b>Meilensteine</b> sind: die <b>Genehmigung</b> , die <b>Abnahme</b> der Realisierung und der <b>Anlauf</b> des Betriebes. Die Konzeptplanung ist eine kreative Phase zur Findung verschiedener Varianten. Sie endet mit der <b>Genehmigung</b> des der Realisierung am würdigsten Konzeptes. Mit der <b>Abnahme</b> des vereinbarten Zustandes der realisierten baulichen und technischen Anlagen vollzieht sich ein Gefahrenübergang hinsichtlich der Haftung. Sie begründet die Bezahlung der Werk- und Dienstleistungen In der Anlaufphase werden die Anlagen langsam in Betrieb genommen und die Leistungseinheiten über die Prozesse zu Produkten der gewünschten Qualität. <b>Endpunkt</b> ist die erfolgreich angelaufene Fabrik
<b>4. Aufgabenmodell für die Projektdurchführung:</b>	Definition von Leistungsmodulen mit konkreten Aufgaben und definierten Schnittstellen für die Zusammenarbeit

Tabelle 5: Typische Merkmale der Fabrikplanung

Daraus wurden einheitliche Planungsphasen definiert, welche chronologisch aufeinander aufgebaut werden können. Die Überprüfung aller existierender Methoden und Werkzeuge der Fabrikplanung auf ihre Anwendbarkeit für das Planungsobjekt Industriepark, kann im Rahmen der Arbeit nicht allumfassend geleistet werden.. Die in diesem Kapitel und im Anhang B-F analysierten Methoden und Werkzeuge zur Fabrikplanung sind grundsätzlich auch für die Planung von Industrieparks anwendbar. Die ausgewählten Methoden und Werkzeuge sind entsprechend der spezifischen Planungsaufgabe anzupassen.

Weiterhin wurden die verschiedenen Strukturebenen von Industrieparks untersucht (Kapitel 2.3.6 und Anhang G). Das Verständnis der Wirkprinzipien zwischen den Strukturebenen ist

erforderlich, um eine Dekomposition der Planungsaufgabe Industriepark vornehmen zu können. Die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Standortteilnehmern, Strukturen und den Prozessen der Produktion und der Logistik erfordern bereits in der Planung eine methodische Unterstützung. Die Planung wird einerseits durch gestaltende Prozesse und andererseits durch Optimierungs- und Entscheidungsprozesse geprägt. Es sind diejenigen Werte aus einer Vielzahl an Variablen und Restriktionen des Planungsobjektes zu ermitteln, welche das Maximum der Zielfunktion ergeben. Aufgrund der Größe des Planungsprojektes und der vielen beteiligten Fachkompetenzen sind standardisierte Schnittstellen und ein einheitliches, strukturiertes Vorgehen zu empfehlen. Eine gemeinsame Planungskonvention ist notwendig, um Gestaltungsprinzipien, Lösungsalternativen und Vorgehensschritte integriert betrachten zu können. Sie dient dazu ein gutes Planungsergebnis und einen zügigen Planungsfortschritt zu erzielen. Hierzu ist ein Vorgehensmodell erforderlich, mit dem die Gesamtplanung in Planungsmodule aufgeteilt und Planungsteams zugeordnet werden kann. Für die Entwicklung der Planungskonvention werden im nächsten Kapitel allgemein gültige Theorien untersucht.

### 3 Theorierahmen der Planung von Industrieparks

In diesem Kapitel wird untersucht, inwieweit bereits existierende Theorien und Modelle die Planung und den Betrieb von Industrieparks unterstützen. Ziel muss es sein, dass diese von allen beteiligten Fachdisziplinen gleichermaßen verstanden und genutzt werden können. Weiterhin sind mit diesen Theorien und Modellen sowohl die Prozesse der Produktion, der Logistik und des Wissensaustausches, als auch die Elemente und Strukturen der Systeme integriert zu betrachten. Für diese integrierte Betrachtung werden die folgenden Hypothesen formuliert und im Anschluss ein wissenschaftlicher Bezugsrahmen entwickelt.

#### 3.1 Arbeitshypothesen für das Vorgehensmodell

Aufbauend auf der Analyse in Kapitel 2 werden in diesem Kapitel Arbeitshypothesen aufgestellt, welche als Grundlage für die Entwicklung des Vorgehensmodells dienen.

##### 1. Hypothese: Fehlen einer einheitlichen Planungskonvention

Aktuell existiert keine einheitliche Konvention darüber, was unter Fabrikplanung zu verstehen ist (siehe Kapitel 2.3 und Anhang E). Weiterhin fehlt eine standardisierte Vorgehensweise für die Fabrikplanung mit einheitlichen Phasen und Leistungen. Die in der Literatur bereits bekannten Werke zur Fabrikplanung werden gegenüber dem hier vorgestellten, neuen, prozessorientierten Planungsansatz als „klassische Fabrikplanung“ bezeichnet. Unterschiedliche Autoren [Rock77]; [Kett84]; [REFA85]; [Aggt87], [Wien96] [Feli98] [Grun00] propagieren verschiedene Lebenszyklusphasen und darauf abgestimmt - unterschiedliche Planungsphasen für die Fabrikplanung. Diese variieren einerseits in der Anzahl der Phasen, den Begriffen, andererseits in ihren Definitionen (siehe Abbildung 12 und Anhang).

Die Schwächen der „klassischen“ Fabrikplanung können aus Sicht dieser Arbeit folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Es fehlen klar definierte Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Planungsbeteiligten.
- Es fehlt ein durchgängiges Vorgehensmodell mit definierten Planungsphasen, Methoden und Instrumenten zur Unterstützung der Planung und zur Bewertung der Zwischenergebnisse.
- Die Prozesse der Nutzung und des Betriebes sowie die indirekten Bereiche werden nur unzureichend berücksichtigt.
- Die Planung wird nicht standardisiert dokumentiert und nicht im Sinne einer permanenten Planung methodisch fortgeführt.

Für die bessere Nachvollziehbarkeit und Vergabe von Planungsleistungen ist jedoch eine allgemein anerkannte Konvention über die Planungsvorgehensweise zu entwickeln, der sich alle Beteiligten anschließen können. Ziel dieser Arbeit ist es, die Grundlagen für eine solche Konvention zu schaffen. Diese sind:

- definierte Lebenszyklusphasen zur Einordnung darauf abgestimmter Planungsphasen,
- ein Vorgehensmodell für die zielgerichtete Planung und
- Methoden für die Konstruktion der Ressourcen im System (= Systemgestaltung) .

Am Beispiel von Industrieparks der Automobilindustrie werden Elemente der Fabrikplanung benutzt, um der großen Veränderungsdynamik dieses Planungsobjektes gerecht werden zu können. Die für Industrieparks entwickelten neuen Ansätze und Ergänzungen werden so gestaltet, dass diese auf andere Planungsobjekte in abstrahierter Form übertragen werden

können. Sie besitzen jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind in anderen Anwendungen noch zu erproben und zu evaluieren.

## **2. Hypothese: Divergierende Ziele sind zu harmonisieren und zu integrieren**

In Industrieparks bestehen besonders vielfältige, interaktive Vernetzungen zwischen dem Automobilhersteller und den Modullieferanten. Diese Abhängigkeiten von den Stammwerken und Vorlieferanten kennzeichnen die spezifische Planungsaufgabe Industriepark. Das Zusammenwirken der Subsysteme im Industriepark ist dabei ebenso von Interesse, wie deren Beeinflussungsmöglichkeiten und das Wirkgefüge.

In der „klassischen“ Fabrikplanung wird von einem Unternehmen ein Auftrag mit einer klaren Zieldefinition für ein Planungsobjekt formuliert. Die Produktions- und Logistikprozesse eines der beteiligten Unternehmen in einem Industriepark hängen jedoch von den Prozessen mehrerer Unternehmen ab oder münden in nachfolgende, meist gemeinsame Prozesse. Gegenüber der „klassischen“ Fabrikplanung sind hier teilweise sich widersprechende Ziele unterschiedlicher Anspruchsgruppen in einem Planungsansatz zu integrieren, sodass ein Gesamtnutzen erzielt wird. Es ist folglich bereits bei der Aufgabenformulierung ein gemeinsames Modell dieses Wirkgefüges und der Prozessabläufe zu nutzen, um die Abhängigkeiten und Ziele der unterschiedlichen Produktions- und Logistikpartner besser einschätzen und adäquate Leistungsvereinbarungen treffen zu können.

## **3. Hypothese: Neue Qualität der interdisziplinären Kooperation**

Die Planung erfolgt in einem Planungsteam aus einer Vielzahl von verschiedenen Planungspartnern (z.B. Ingenieure, Architekten, Kaufleute und Logistiker). Der Erfolg der Fabrikplanung wird von der Kooperation dieser verschiedenen Fachdisziplinen bestimmt. Der Erfolg des Konzepts Industriepark ist besonders abhängig von der qualitativen Kooperation der verschiedenen Produktions- und Logistikpartner, da sowohl das Planungsobjekt als auch das Planungsteam und die Planungsaufgabe vielfältig untereinander vernetzt sind.

Insbesondere für die Beschreibung, Analyse, Planung und Bewertung der vernetzten Strukturen in Industrieparks sind in der Literatur keine standardisierten Vorgehensweisen verbreitet.

Die „klassischen“ Aufgabengebiete der Fabrikplanung - die Generalbebauungsplanung und Layoutplanung - werden durch Methoden unterstützt, mit denen die technischen Anlagen einmalig strukturiert werden, ohne deren Realisierung, die Ver- und Entsorgung mit Medien und die Einbindung mit den baulichen Anlagen zu vertiefen (s. a. Anhand D).

Der Materialflussplaner definiert ein Layout, auf dem z.B. die geplanten Materialflüsse zwischen verschiedenen Anlagen ablaufen. Die Maschinen- / Anlagenplaner definieren die Anlagen mit den Funktionen und Leistungsdaten. Darauf aufbauend gestalten Industriearchitekten und Fachplaner die Genehmigungs- und Realisierungsplanung für die Gebäude und die notwendige Infrastruktur mit der technischen Gebäudeausrüstung. Alle Planungsbeteiligten sollten gemeinsam ein Ziel verfolgen, nämlich die möglichst optimale Planung und Gestaltung des Gesamtsystems, damit die Geschäftsprozesse des Unternehmens darin eine möglichst hohe Wertschöpfung haben. Das erfordert eine neue Form der interdisziplinären Fabrikplanung mit einer:

- klaren Aufgabenbeschreibung,
- gegenseitigen Abstimmung und
- der standardisierten Anwendung von Methoden und Hilfsmitteln.

Damit wird eine neue Qualität der interdisziplinären Kooperation von Fachplanern, Architekten, Betriebswirten, Juristen und Dienstleistern verschiedener Unternehmen ermöglicht. Für alle diese Anspruchsgruppen mit ihren Planungsvarianten und -alternativen sind Schnittstellen für

Interaktionen und Bewertungen zu schaffen, die allen Beteiligten sofort zugänglich sind. Neue Methoden der Prozessplanung (Simulation, Prozessbewertung über einheitliche Kennzahlen, Prozesskostenrechnung, Strukturoptimierungsverfahren) unterstützen dabei die Messung und Bewertung der komplexen Systeme.

Für solche Formen der Zusammenarbeit sind verbindliche Leistungsvereinbarungen über die Vorgehensweise, definierte Schnittstellen für die Interaktionen und die Dokumentation von normierten Informationen erforderlich. Hierzu ist ein gemeinsames Vorgehensmodell zu entwickeln.

#### **4. Hypothese: Prozessorientierung des Planungsobjektes**

In dem Logistik- und Produktionsnetz Industriepark bestimmen die Prozesse zur Herstellung kundenspezifischer Produkte und die bedarfsgerechte Versorgung des Automobilbauers, den Erfolg der beteiligten Unternehmen. Für die Abwicklung der Geschäftsprozesse sind sowohl die Elemente und deren Strukturen im Gesamtsystem, als auch die Prozessabläufe zu gestalten. Damit die Prozesse zwischen:

- den Unternehmen innerhalb des Industrieparks,
- ihren Vorlieferanten und
- dem Hersteller

effektiv ablaufen können, ist ein prozessorientierter Planungsansatz zu entwickeln, den es in den dokumentierten Vorgehensmodellen der „klassischen“ Fabrikplanung bisher noch nicht gibt.

In Industrieparks besteht ein großer Bedarf an handhabbaren Methoden zur Beschreibung, Analyse und Bewertung für die Planung der komplex vernetzten Produktions- und Logistiknetzwerk. Durch die hohen Schwankungen (z.B. neue Produkte oder Auftragsschwankungen) werden schnelle Anpassungen der Prozesse und Strukturen erforderlich. Die Planung von Produktions- und Logistiknetzen wird zu einer in immer kürzeren Intervallen wiederkehrenden, notwendigen Aufgabe im Industriepark.

#### **5. Hypothese: Iteration zwischen Statik und Dynamik der Planung**

Industrieparks sind Systeme, die sich einerseits aus statischen Elementen und andererseits aus dynamischen Prozessen zusammensetzen. Aufgrund der hohen Dynamik in Industrieparks sind primär die Prozesse zu analysieren, um die Verhaltensweisen und Informationsbeziehungen in den Strukturen des Systems verstehen zu können. Anschließend werden die permanenten Ressourcen (z.B. Maschinen, Anlagen, Gebäude), über welche die Prozesse ablaufen, dimensioniert, gestaltet und angeordnet. Aus diesem iterativen Wechsel zwischen Dynamik und Statik wird eine Systemstruktur geschaffen, die im Hinblick auf ihre Prozessleistung robust und bewertbar ist. Die Planung komplexer Systeme in einem Industriepark erfordert einen dualen Planungsansatz. Dieser besteht einerseits aus dem statischen Aufbau und der Gestaltung von Elementen und Strukturen und andererseits aus der dynamischen Erprobung dieser Elemente und Strukturen in Experimenten. Die Elemente und Strukturen werden gemäß den spezifischen Anforderungen der wertschöpfenden Prozesse *dimensioniert, strukturiert* und aus funktionaler Sicht optimiert *angeordnet*. Werden die Prozesse und die damit verbundene Aufbau- und Ablauforganisation nicht ausreichend berücksichtigt oder gar den vorhandenen Strukturen untergeordnet und angepasst, wird der Erfolg des Unternehmens und damit der Planung fraglich.

Planung ist hier primär die gedankliche Vorwegnahme von Prozessen und nicht die einmalige Definition statischer Strukturen. Die Prozesse sind deshalb hinsichtlich der Erreichung der zuvor definierten Ziele und des Bedarfs, experimentell zu erforschen. Die Investitionen in einen Industriepark müssen sich schließlich über den Erfolg der Prozesse in der Betriebsphase amorti-

sieren. Diese Grundvoraussetzung bleiben jedoch viele Planungen schuldig, da die Prozesse in den „klassischen Fabrikplanungsmethoden“ nicht ausreichend beschrieben, modelliert und fortgeschrieben werden. Erst das optimierte *Zusammenwirken von Mensch, Technik, Umwelt und Organisation* in einer *schlüssigen Unternehmensarchitektur*, die bei Bedarf dem Wandel des Umfeldes und neuer Prozesse angepasst wird, kann den Unternehmenserfolg langfristig sichern. Aufgrund dieser neuen Auffassung von Fabrikplanung sind neue Kompetenzen, Methoden und Herangehensweisen erforderlich.

### **6. Hypothese: Einsatz der Instrumente und Methoden der Digitalen Fabrik**

Die Instrumente und Methoden der Digitalen Fabrik müssen effizienter angewandt werden. Die Standardisierung des Planungsvorgehens und der Modellentwicklung des Systems eignen sich, um den gezielten Einsatz der Methoden rückverfolgbar dokumentieren zu können. Die neuen Technologien der Modellierung und Simulation in der „Digitalen Fabrik“ benötigen dringend solche Standards. In der „*Digitalen Fabrik*“ stehen neue Techniken (3D-Grafik, Simulation, virtual Reality) zur Verfügung, welche für einen virtuellen Fabrikbetrieb eingesetzt werden können. Aufgrund des Fehlens einer standardisierten Vorgehensweise wird jedoch jede Fabrikplanung anders abgewickelt. Die Softwaretools werden - je nach Planer - individuell neu aufgebaut. Für den virtuellen Fabrikbetrieb in einer *Digitalen Fabrik* muss eine individuelle Informationstechnologie-Architektur entwickelt und angepasst werden. Das bedeutet einen hohen Aufwand in der Anpassung von Softwarekomponenten und der Definition von Schnittstellen. Standardisiertes Planungsvorgehen und Planungsbausteine in der Fabrikplanung würden den Modellierungsaufwand in der Digitalen Fabrik wesentlich vereinfachen. Diese noch sehr aufwändige Technologie könnte effizienter und preiswerter eingesetzt werden. Die in der Planung definierten Planungsmodule sind mit standardisierten digitalen Modellen im Computer effizienter abzubilden. Die Prozessabläufe können anschließend in den Modellen dynamisch simuliert werden. Dies ist sowohl hilfreich für die Auslegung und Dimensionierung der Ressourcen als auch für die Konstruktion komplexer Systeme. Die so erstellten Modelle der *Digitalen Fabrik* können für Simulationen in der Betriebsphase weiter genutzt werden. Die Strukturen und Prozesse sind im Standortbetrieb zu überprüfen und auf Risiken hin zu untersuchen. Bei einem Anpassungsbedarf sind schnellere Umgeplanungen möglich.

### **7. Hypothese: Erfordernis eines ganzheitlichen Planungsansatzes**

Die Anforderungen aus den zuvor genannten Hypothesen sind in einem ganzheitlichen Planungsansatz zu integrieren. Ein herausragendes Ziel der ganzheitlichen Planung besteht darin, möglichst viele, meist logistische Prozesse zu bündeln. Viele Modullieferanten im Industriepark und viele externe Lieferanten sind mit den Prozessen der Produktion und der Logistik beim OEM in einen Planungsprozess zu integrieren. Bei der Planung sind diverse Kosten- und Leistungsziele der beteiligten Unternehmen zu berücksichtigen. Aus diesem Grund muss es einen gemeinsamen, abgestimmten, in jeder Phase nachvollziehbaren Planungsprozess geben. Dieser Planungsprozess darf nicht mit der Erstellung und Übergabe des Planungsobjektes beendet werden, sondern muss die Betriebsphase aller beteiligten Produktionsbereiche umfassen, da Schwankungen in den Systemlasten (z.B. Auftragsmengen, Varianten, Taktzeiten) oder gar die Vertragsauflösung mit einzelnen Lieferanten bzw. deren Neuintegration in die Industrieparks vorausgedacht werden müssen.

Die komplexen Ursache-Wirkungs-Beziehungen in einem Industriepark lassen sich nur durch ein Expertenteam aus unterschiedlichen Fachrichtungen in Szenarien erforschen und planen. Diese müssen gemeinsam an dynamischen und statischen Modellen die Aufgabenstellungen und Teillösungen in Experimenten untersuchen. Durch diese Experimente können:

- Indirekte Wirkungen erkannt und beurteilt werden,
- Rückwirkungen auf die Ursache (feedback loops) erkannt werden,
- Ganze Netze von Wirkungsbeziehungen aufgebaut und verstanden werden.

Die unterschiedlichen Fachdisziplinen, die an der Fabrikplanung und dem Fabrikbetrieb beteiligt sind, verfügen über die unterschiedlichsten Sichtweisen und Methoden. Die Sichtweisen der Kaufleute, Juristen, Manager, Planer, Projektmanager und operativen Mitarbeiter sind durch eine universelle Sprache, ein intelligentes Netzwerk und allgemeine Bewertungskriterien zu vereinen. Neben der Integration der unterschiedlichen Projektbeteiligten wird auch die Veränderungs- und Anpassungsfähigkeit der Fabrikstrukturen an geänderte Prozesse im Sinne einer Flexibilität gefordert.

#### Zwischenfazit:

Die sieben in diesem Kapitel formulierten Hypothesen definieren die Ziele und Anforderungen zur Findung des passenden Theorierahmens. Existierende Theorien werden hierzu analysiert und auf ihre Anwendbarkeit im Hinblick auf die Hypothesen untersucht. Hierdurch wird ein wissenschaftlicher Rahmen skizziert, auf dem das zu entwickelnde Vorgehensmodell und die Planungsmethoden aufgebaut werden können.

### 3.2 Wissenschaftlicher Bezugsrahmen für die integrierte Planung von Industrieparks

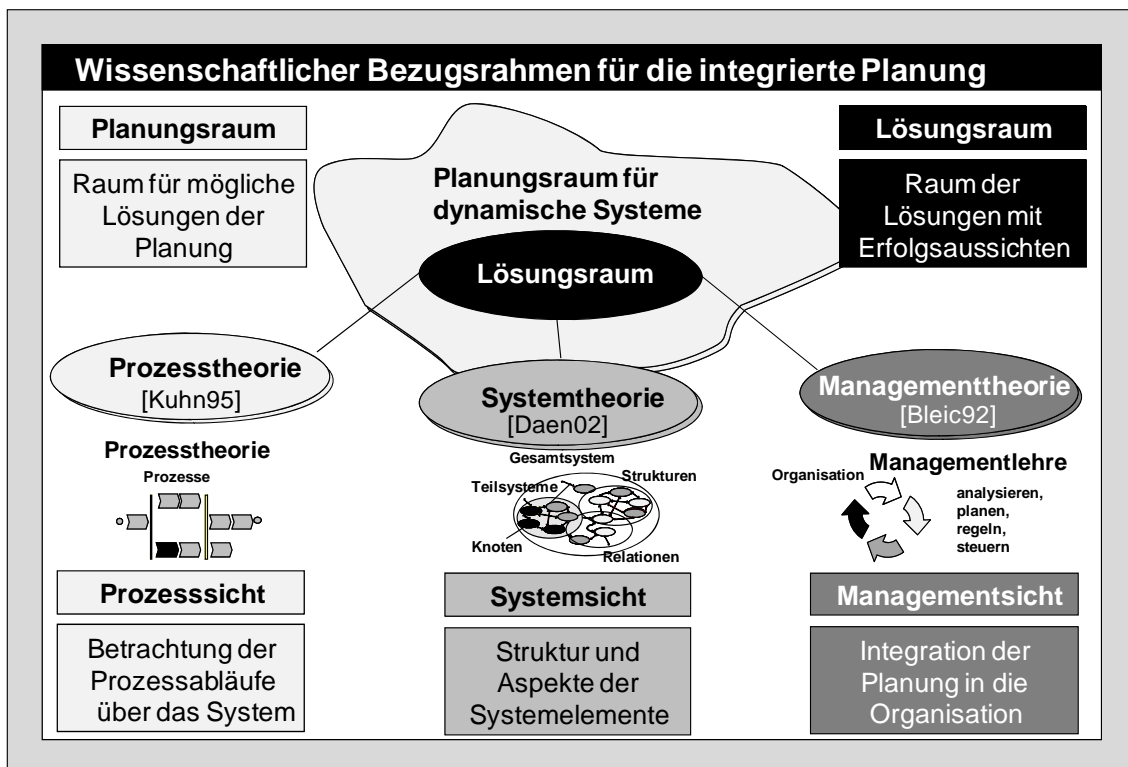


Abbildung 18: Wissenschaftlicher Bezugsrahmen zur integrierten Planung

Der mögliche Planungsraum wird durch Anforderungen, Ziele und Bedarf der spezifischen Planungsaufgabe eingegrenzt. In dem Planungsraum befindet sich der Lösungsraum mit den möglichen Lösungen. Die Lösungsalternativen sind in ihren Elementen und den Strukturen mit Hilfe der Systemtheorie zu gestalten. Die Prozessabläufe der Informations- und Materialflüsse sowie die einzelnen Prozessschritte selbst sind zu planen. Aufgrund der sich ständig wandelnden Anforderungen an einen Industriepark wird es im zunehmenden Maße schwieriger, Sach-



verhalte zu durchdringen und die Planungsaufgabe zu überblicken. Die enge Verflechtung der Anforderungen, Restriktionen und Ziele erfordert eine ganzheitliche Betrachtungsweise. Teilprobleme, welche sich gegenseitig beeinflussen, dürfen nicht isoliert behandelt werden, um den Erfolg des Ganzen nicht in Frage zu stellen. Die Planung ist durch geeignete Modelle, Methoden und Instrumente zu unterstützen. Abbildung 18 zeigt den wissenschaftlichen Bezugsrahmen für die Planung von Industrieparks, der die möglichen Lösungen in einem Lösungsraum aus der *Systemsicht*, der *Prozesssicht* und der *Managementsicht* betrachtet und in einem integrierten Planungskonzept vereint. In den folgenden Kapiteln werden die Systemsicht, die Prozesssicht und die Managementsicht zur Entwicklung einer ganzheitlichen Sichtweise für die Entwicklung eines wissenschaftlichen Bezugsrahmens für die Planung von Industrieparks genauer untersucht.

### 3.2.1 Systemsicht

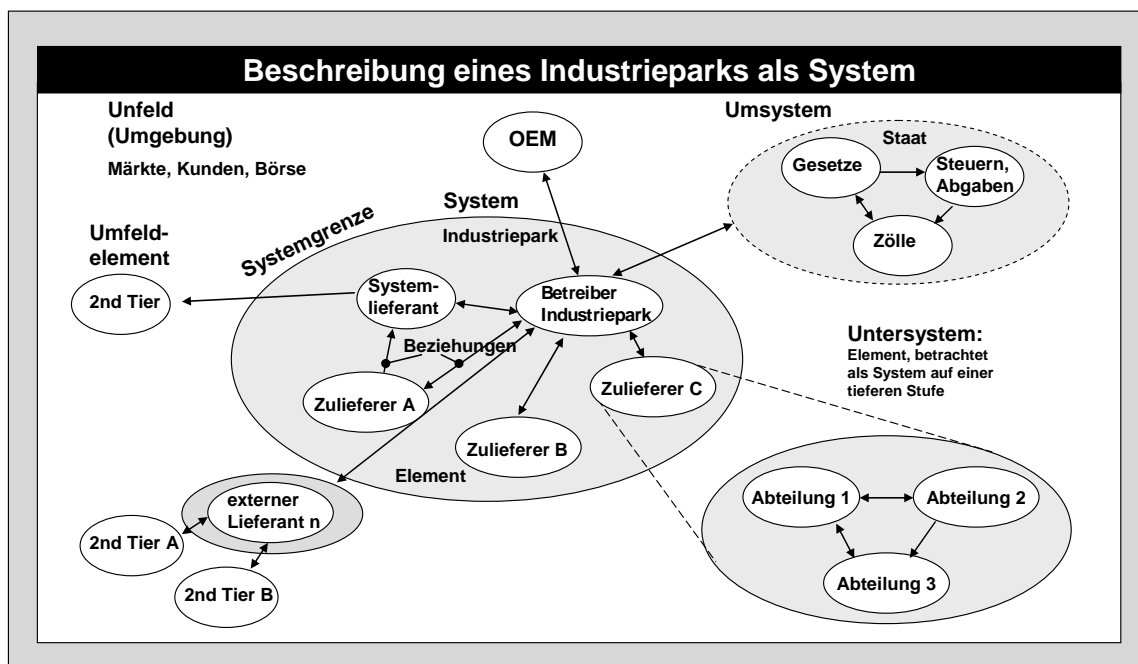


Abbildung 19: Beschreibung eines Industrieparks als System i.A.a [Daen02]

Die Allgemeine Systemtheorie wurde von BERTALANFFY entwickelt [Bert47], [Bert57], [Bert68]. Die Kybernetik von Wiener [Wien48], Ashby [Ashb56]) und die Informationstheorie nach Shannon und Weaver [Shan49] sind grundlegende Ergänzungen dieses Wissenschaftsansatzes. Weitere in der Systemtheorie einwickelte Hypothesen sind die *Autopoesis* von Maturana [Matu91], die *Selbstorganisation* von PROBST [Prob87] KROHN, KÜPPERS [Kroh90] und KAUFFMAN [Kauf93], der *Funktionalismus* von RADCLIFFE-BROWN [Radc63] und die soziologische Systemtheorie von LUHMANN [Luhm84].

Die Systemtheorie wurde von Bertalanffy als Gegenentwurf zur klassischen Physik entwickelt. Das deduktive Verfahren und die isolierte Betrachtung von Einzelphänomenen in der Physik hielt Bertalanffy nicht für ausreichend. In der Realität treten selten singuläre Phänomene auf. Der isolierten Einzelbetrachtung setzte er daher den Systembegriff entgegen, der eine Menge von Elementen und deren Vernetzung über Relation untereinander beschreibt. Die Systemmodelle beschreiben nach Bertalanffy eine „organisierte Komplexität“ in der Einzelphänomene nicht nur linear logisch miteinander verbunden sind, sondern es existieren Wechselwirkungen zwischen ihnen. Die alleinige Beschreibung der Vernetzungsbedingungen vermittelt folglich kein Bild von der Summe der Einzelphänomene. In der Systemlehre werden komplexe

Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Elementen jenseits linear darstellbarer Relationen und einfacher Kausalität untersucht. Dabei wird zwischen offenen und geschlossenen Systemen unterschieden. Ein *geschlossenes System* besitzt keine Wechselwirkungen mit der Umwelt. In solchen Systemen existiert keine *organisierte Komplexität*, da sich die Elemente im Gleichgewichtszustand in mathematisch eindeutiger Weise zueinander verhalten. Verfügen die Elemente jedoch über variable Relationen, die durch nicht prognostizierbare Umwelteinflüsse verändert werden, so handelt es sich um ein *offenes System*. *Offene Systeme* sind durch ihre interne Variabilität in der Lage, sich in einem dynamischen Umfeld relativ zu stabilisieren (*Fließgleichgewicht*). Offene Systeme entfalten im Austausch mit ihrer Umwelt eine Dynamik und variieren intern die Zuständigkeit ihrer Elemente, ohne dabei die Systemstrukturen vollständig ändern zu müssen. Sie werden nicht kausal von außen beeinflusst, sondern ihre interne Organisation stellt sich bei Umweltveränderungen selbst um (*Selbstorganisation*) [Ebel94]. Diese Selbstorganisation ist für die dynamischen Anforderungen eines Industrieparks auf Schwankungen von Kundenanforderungen, Ressourcen oder z.B. Lieferstörungen reagieren zu können, von besonderer Bedeutung. Voraussetzung hierfür ist jedoch keine starre strukturelle Stabilität, sondern eine gewisse dynamische Stabilität des Systems [Bait93].

Die Modellierung eines Industrieparks als System bietet die Möglichkeit, die vielfältigen Abhängigkeiten der Strukturen abbilden zu können. Abbildung 19 zeigt exemplarisch das Systemmodell eines Industrieparks. Jedes Unternehmen eines Industrieparks ist in einem ersten Schritt von seiner Umwelt abzugrenzen. Es gilt, verschiedene Typen von abgrenzbaren Einheiten zu identifizieren. Die *geplante Struktur* des *Systems* gründet auf dem systematischen, analytischen und wissenschaftlichen Vorgehen der Dekomposition, ein komplexes Ganzes in eine sinnvolle Anzahl und Größe von *Subsystemen* zu untergliedern. Die Komplexität der Abhängigkeiten untereinander ist dabei so zu gestalten, dass eine geeignete Lösung gefunden wird, die den Anforderungen und Zielen des Planungskonzeptes entspricht.

Je nach Fragestellung und Einschätzung werden die Systeme gegen ihre Umwelt oder andere Systeme abgegrenzt. Die physisch greifbaren Elemente (Objekte) eines Systems wie Gebäude, Maschinen, Anlagen, Kommunikations- und Informationstechnologie, Infrastrukturen, Produkte, Dokumente, Artefakte und Mitarbeiter sind relativ einfach abzugrenzen. Die immateriellen Elemente, wie Ereignisse, Kommunikationsmuster, Beziehungen, Teams, Segmente, Abteilungen, Sparten, Handlungsprinzipien und Strategien usw., sind weniger einfach darzustellen und abzugrenzen.

Das Systemmodell stellt den Industriepark als Gesamtheit dar und garantiert eine deduktive Betrachtung der Komplexität des Gesamtsystems. Lösungsalternativen können im Zusammenhang mit den visualisierten Abhängigkeiten und Einflüssen der Subsysteme entwickelt werden. Die vielfältigen und komplexen Systeme der Realität (z.B. Unternehmen, Organisationseinheiten und Arbeitsplätze) können mit ihren Funktionen und Beziehungen im Systemmodell verständlich und transparent dargestellt werden. Abbildung 20 zeigt exemplarisch die Fabrik eines Lieferanten (= Subsystem) im Industriepark. Die Anordnung der Fabriken im Industriepark wird von den Anforderungen der Erzeugnisse (produzierte Module) und den Prozessen der Logistik bestimmt. Die Rahmenbedingungen, unter denen das System Industriepark zu konstruieren ist, sind z.B. die gegebenen Strukturen des Grundstücks (z.B. Größe, Zuschnitt, Erschließung, Topographie etc.), die Geschäftspartner im Industriepark und die Prozessabläufe.

Jedes System kann unter verschiedenen Aspekten betrachtet und bewertet werden. Dadurch treten verschiedene Eigenschaften, Merkmale der Elemente und deren Wechselwirkungen in den Vordergrund. Für eine ganzheitliche Bewertung sind die Einheiten des Systems mit Aspekten zu klassifizieren, welche anschließend objektiv oder subjektiv bezüglich ihres Erfüll-

ungsgrades zu gewichten sind. Die Gestaltung der Einheiten kann somit bewertet und die geeignete Lösung aus den Varianten gefunden werden.

Die funktionale Qualität der baulichen Strukturen einer Produktionsstätte im Industriepark wird z.B. daran gemessen, welche unterschiedlichen funktionalen Nutzungen sie zulässt und inwieweit sie schnell auf veränderte Anforderungen umgerüstet werden kann.

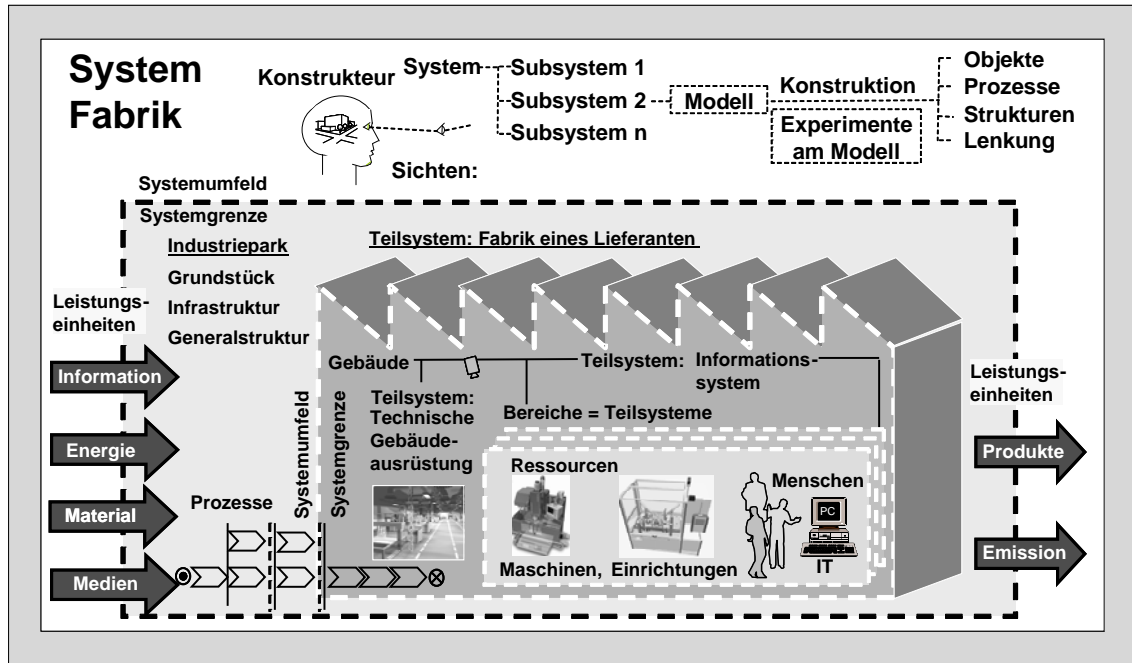


Abbildung 20: Betrachtung des Subsystems Fabrik in einem Industriepark

Die Ordnung der Elemente und Teilsysteme in einer *Struktur* hat entsprechend der Aspekte eine *funktionale*, *systemische*, *räumliche* und eine *zeitliche* Komponente. Unter der *Struktur* wird in der Systemtheorie die Gesamtheit der Elemente eines Systems, ihre Funktion und ihre Wechselbeziehungen auf der Mikroebene verstanden. Die *Systemstruktur* ergibt sich aus:

- den Grenzen (Randbedingungen) des Systems,
- der Beschaffenheit der Systemgrenzen (durchlässig, selektiv, etc.),
- der Zahl der Elemente (Knoten),
- der Art der Elemente (physikalisch-stoffliche Natur),
- der Funktion der Elemente innerhalb des Systems,
- der Zahl und Art der Beziehungen zwischen den Elementen (stark oder schwach gekoppelt, hemmend, fördernd, modulierend, etc.)
- der Zahl und Art der Wechselbeziehungen zur Umwelt.

Die *Systemstruktur*, das *Systemverhalten* und die *Systementwicklung* beeinflussen sich gegenseitig. Viele Teilsysteme bilden ein Gesamtsystem. Diese Systeme können wiederum einen Mehrwert oder neue Eigenschaften im Gesamtsystem erzeugen. Dieses Phänomen von Systemen wird *Emergenz* genannt [Pull92]. Nach der Vernetzung der Teilsysteme und Elemente sind die daraus entstehenden Systemvarianten nochmals zu bewerten, denn ggf. ist die Kombination von weniger optimalen Teilsystemen in einem Gesamtsystem vorteilhafter als die Kombination der besten Teilsysteme.

Die rein statische Betrachtung und Bewertung eines offenen Systems mit Beziehungen zur Systemumwelt, wie es Industrieparks, sind ist nicht ausreichend. Außerhalb der Systemgrenzen des Industrieparks liegt die Systemumwelt mit den Umsystemen (z.B. Hersteller, Lieferanten etc). Aus der Systemumwelt gewinnt das System seine Eingaben (z.B. Aufträge, Liefer-

kontingente etc.), in sie hinein wirkt es mit seinen Ergebnissen (z.B. Produkte). Die gebildeten Schnittstellen sind Bestandteile des Managementsystems. Die Systemgrenzen zum Systemumfeld (Kundenmarkt, Rohstoffmarkt) sind besonders sorgfältig zu planen, da dort ein Verantwortungsübergang oder eine Entlohnung auf der Grundlage qualitativ einwandfreier Produkte stattfindet. Abbildung 19 zeigt die unterschiedlichen Systemgrenzen von Hersteller, Industriepark, externen Lieferanten und anderen Umsystemen (z.B. Gesetze, Steuern, Abgaben, Zölle). Das Rechtssystem stellt als Umsystem den rechtlichen Rahmen durch Gesetze, Vertragsrecht, Arbeitsrecht, Verwaltungsrecht, Sozialrecht, Richtlinien und Normen zur Verfügung.

Das *Systemverhalten* zeigt sich in Experimenten, in dem z.B. durch die Änderung der Systemlasten, die Dynamik und Veränderung von Prozessen beobachtet wird. Die daraus resultierenden Veränderungen erzeugen einen Druck zur Anpassung der Ressourcen und Strukturen. Die in Abbildung 19 beschriebenen Teilsysteme und Elemente sind in den richtigen Modulgrößen und mit den richtigen Schnittstellen abzugrenzen und am richtigen Ort im Gesamtsystem anzuordnen. Die Elemente im System Industriepark sind so miteinander zu verknüpfen, dass sich die Veränderung eines Elementes gezielt auf verschiedene andere Elemente auswirkt. Diese Wechselwirkungen sind durch Experimente zu untersuchen, in denen die Prozesse zwischen und auf den Elementen simuliert werden. In der Konstruktion des Systems sollte die Struktur der Elemente so gestaltet werden, dass diese sich durch Eigendynamik des Systems, auf die geänderten Rahmenbedingungen selbständig einstellen und anpassen kann. Die gestalteten und strukturierten, selbstregelnden Subsysteme werden zu einem schlüssigen Gesamtsystem Industriepark (Lieferanten, Hersteller, Dienstleister) in der Konstruktion weiterentwickelt.

### **Zwischenfazit**

Industrieparks sind als Systemmodell zu planen, indem die Systemelemente und Subsysteme von einander abhängen, sich gegenseitig beeinflussen und gleichzeitig den immateriellen Raum für den Ablauf der Prozesse darstellen. Die Prozesse der Produktion, der Logistik und der Verwaltung werden über diese Systeme abgewickelt und beeinflussen wiederum das Supersystem Industriepark. Durch das Systemmodell lassen sich die vielfältig vernetzten Strukturen von Industrieparks besser darstellen, analysieren und planen. Mit Hilfe der Dekomposition kann das komplexe Supersystem in Teilsysteme unterteilt werden, die besser geplant und organisiert werden können. Die so entwickelten Teilsysteme und Elemente müssen sich den Prozessschwankungen des Gesamtsystems anpassen können. Die rein statische Modellierung des Systems Industriepark ist folglich nicht ausreichend. Im folgenden Kapitel wird der Industriepark aus der Prozesssicht detaillierter analysiert.

### **3.2.2 Prozesssicht**

Jeder Prozess stellt eine Einheit von gezielten und zufälligen Veränderungen dar. Die Veränderungen können sich z.B. an einem Objekt vollziehen, z.B. durch Bearbeiten, Fertigen oder Montieren, oder das Objekt wird bewegt (z.B. Transportieren) oder nicht bewegt (z.B. Lagern). Das physische Bewegen von Objekten in einem Materialfluss ist real und materiell sichtbar. Material kann sich in Räumen, Verkehrswegen und Lagern stapeln. Es kann die Wege verstellen und der Bestand an Materialien ist zu finanzieren. Es besteht folglich ein physisch begründeter Handlungsdruck zur Optimierung und Lenkung des Materialflusses.

Die immateriellen Prozesse in Kommunikations-, Entscheidungs- und Wissensströmen sind real aber unsichtbar. Unfertige Gedanken und nicht zu Ende gedachte Planungen bleiben im Verborgenen. Informations- und Kommunikationsflüsse sind jedoch der Schlüssel zur Beherrschung eines komplexen dynamischen Umfeldes in der Produktion und Logistik innovativer

Produkte [Wies02a]. Die Qualität einer Organisation entsteht durch den Vernetzungsgrad für den Wissensaustausch zwischen ihren Mitarbeitergruppen oder Abteilungen [Dave90], [Bull03]. Erst die Prozesse der Information, der Kommunikation und des Wissensmanagements machen aus einem Unternehmen einen entwicklungsbereiten Organismus, der zu Innovationen fähig ist [Beck00], [Beck02a]. Die hierarchisch gegliederten Abteilungen müssen sich hierfür zu verschwendungsarmen, prozessorientierten Ablauforganisationen wandeln [Gait83], [Baum00]. Die Modellierung und kontinuierliche Verbesserung der Prozesse ist von entscheidender Bedeutung für die Planung von gezielten Abläufen mit hoher Qualität.

Für die Modellierung der Prozesse der Logistik und Produktion in einem Industriepark eignet sich das *Dortmunder Prozesskettenparadigma* [Kuhn93a], [Kuhn94], [Kuhn95], [Winz97]. Das Dortmunder Prozesskettenparadigma ist in der VDI 3600 [VDI01] standardisiert dokumentiert. Dieser Ansatz dient sowohl der Analyse als auch der Planung der Prozesse von Produktion, Logistik und Dienstleistungen zur Abwicklung des Kundenauftrages. Dafür werden Prozessketten aus Prozesskettenelementen gebildet. Die Historie der Entwicklung der Methoden im Zusammenhang mit der Prozesskettenmodellierung am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik wird an dieser Stelle nur kurz skizziert. Aufbauend auf der Wertkette nach PORTER [Port86], [Port89], [Port98] wurde von KLÖPPER in [Klöp91] eine Wertkette für die spezifischen Anforderungen der Logistik geschaffen. Basisobjekt dieser Wertkette ist das Prozesskettenelement, das sich aus den fünf Parametern: Prozesse, Lenkung, Strukturen, Ressourcen sowie Quellen/Senken zusammensetzt.

PIELOK hat mit der Prozesskettenmodulation einen Managementansatz entwickelt, der über Checklisten eine Ermittlung von Schwachstellen und Qualitäten der Prozessketten vornimmt. Die so ermittelten Strategien und Potenzialklassen werden mit einem Quality Function Deployment für die Logistik optimiert [Piel95].

MANTHEY hat einen ressourcenorientierten Ansatz der Prozesskostenrechnung verfolgt und hierfür die Software LOGICHAIN entwickelt [Mant96].

BECKMANN hat das Prozesskettenparadigma um eine normative Lenkungsebene erweitert, welche die Modellierung lebensfähiger, offener, evolutionärer Systeme (sozio-technischer Systeme) ermöglicht [Beck96].

Durch eine gezielte Analyse der Material- und Informationsflüsse werden verschiedene Fragestellungen und Leistungsmerkmale wie z.B. Durchlaufzeit, Bestand, Kapazität optimiert. Diese Vorgehensweise wird von WINZ und QUINT in [Winz97] detailliert beschrieben.

Das Dortmunder Prozesskettenparadigma nach KUHN [Kuhn93a], [Kuhn95] unterscheidet die folgenden Potenzialklassen: *Prozesse*, *Ressourcen*, *Strukturen* und *Lenkung*. Diese können den Prozesskettenelementen zugeordnet und wie folgt klassifiziert werden:

- *Leistungsobjekte, Information*: Über die mit dem Dortmunder Prozesskettenparadigma modellierten Prozessketten laufen Leistungsobjekte oder Informationen von den Quellen zu den Senken.
- *Prozesse*: Das Lagern, Puffern, Transformieren, Fügen, Prüfen, Handhaben und Transportieren von Stoffen, Energien, Informationen und Werten; geistige und körperliche Arbeit, Aufenthalt und Bewegungen von Personen.
- *Ressourcen*: Die Leistungsobjekte, welche über die Prozessketten ablaufen, benötigen Ressourcen. Das können Bestände, Flächen, Arbeitsmittel, Arbeitshilfsmittel, Organisationsmittel, Personal oder Finanzmittel sein.

- *Strukturen:* Es existieren drei verschiedene Strukturen (*Topologie, Kommunikationsstruktur, Aufbauorganisation*). Die *Topologie* ist die räumliche Anordnung der Objekte. Das können die *Ressourcen* und die *Leistungsobjekte* sein, welche z.B. in einem Layout definiert sind. Aber auch die Ver- und Entsorgung dieser Struktureinheiten mit allen für die Produktion erforderlichen Medien, Hilfs- und Betriebsstoffen (=Arbeitshilfsmittel) und die verkehrstechnischen Anbindungen (= *temporäre Objekte*) stellen solche *Topologien* dar. Die informationstechnischen Verknüpfungen bilden eine *Kommunikationsstruktur* z.B. die Vernetzungen der Datenkabel in der Informationstechnik. Die Struktur der Prozessverantwortlichen bildet schließlich die Struktur der *Aufbauorganisation*.
- *Lenkung:* BECKMANN hat ein Modell für die evolutionäre Planung von Logistiksystemen entwickelt [Beck96], welches das Verhalten soziotechnischer, lebensfähiger Systeme berücksichtigt. Er unterteilt das Management in die Lenkung der operativen Prozesse, die Gestaltung von Systemen und die Entwicklung lebensfähiger Organisationseinheiten. Er definiert hierzu fünf Lenkungsebenen und rekursive Schleifen für die evolutionäre Planung, welche auch als Grundlage für diese Arbeit gelten sollen. Die verschiedenen Lenkungsebenen sorgen für eine prozessorientierte und gezielte Aufbau- und die Ablauforganisation. In der Lenkung wird die Organisation der Prozesse in verschiedenen Lenkungsebenen definiert, um die (kybernetische) Regelung und das Zusammenspiel der einzelnen Prozesse und Systeme verbessern zu können. Die Prozesse werden aus diesen Lenkungsebenen heraus geplant, gesteuert und geregelt.
- *Quellen und Senken:* Die Quellen sind Input und die Senken sind Output der Prozessabläufe und dienen teilweise als Schnittstellen zwischen den Systemen, der Systemumwelt und den Umsystemen.

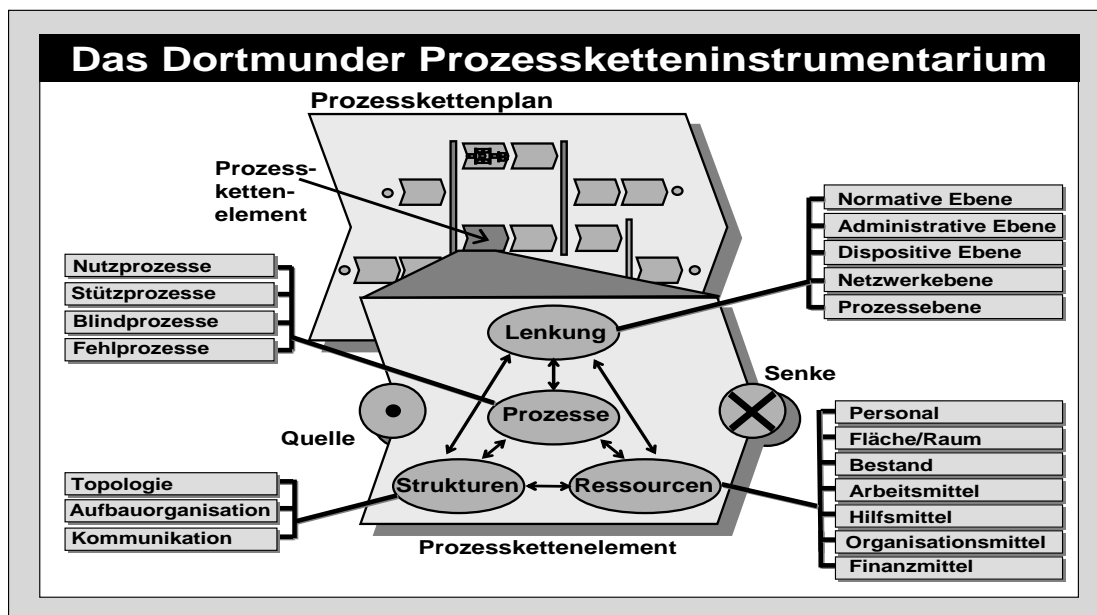


Abbildung 21: Das Dortmunder Prozessketteninstrumentarium nach KUHN [Kuhn95] mit seinen Potenzialklassen

Abbildung 21 zeigt ein Prozesskettenelement, das mit den o.g. Potenzialklassen differenzierter beschrieben werden kann. Jedes Prozesskettenelement stellt eine Abfolge von miteinander in Beziehung stehenden Prozessen bzw. eines Prozesses dar. Ein Prozess ist folglich eine Tätigkeit, die Ressourcen verwendet, und die ausgeführt wird, um die Umwandlung von Eingaben in Ergebnisse zu ermöglichen. Oft bildet das Ergebnis eines Prozesses die direkte Eingabe für den

nächsten Prozess. Die Prozesse benötigen einerseits Eingaben an den Quellen und erzeugen andererseits Ergebnisse an den Senken.

Die Planung von Prozessen setzt eine nachvollziehbare Beschreibungssprache voraus, die von den Planungsbeteiligten leicht zu lesen ist. Deshalb wurde das Dortmunder Prozesskettenparadigma gewählt, mit dem die Prozesse der Produktion und der Logistik aufgenommen, visualisiert und modelliert werden. Die Prozessmodellierung unterstützt dabei:

- die Visualisierung und Beschreibung komplexer Prozessabläufe
- das Erkennen und Kommunizieren wichtiger Merkmale der Prozesse
- Schulungen zur Ausführung der Prozesse
- die gemeinsame Nutzung von Wissen und Erfahrungen in Arbeitsgruppen
- die Messung und Bewertung von Prozessen und
- die Analyse, Bewertung und Verbesserung von Prozessen

Ziel der Prozessmodellierung ist die Planung eines Prozessverlaufes, der den Anforderungen und Zielen optimal angepasst ist. Hierzu werden die entwickelten Prozessmodelle hinsichtlich Wertbeitrag, Durchlaufzeit, Termintreue, Bestand, Kosten pro Leistungsobjekt und Häufigkeitsverteilung bewertet und in Experimenten verändert. Die verschiedenen Veränderungsmöglichkeiten sind in Abbildung 22) schematisch dargestellt. Auch die für den Prozessverlauf verantwortlichen Organisationseinheiten müssen dabei gestaltet werden, um z.B. mit einem voreilenden Informationsfluss den Materialfluss koordinieren zu können.

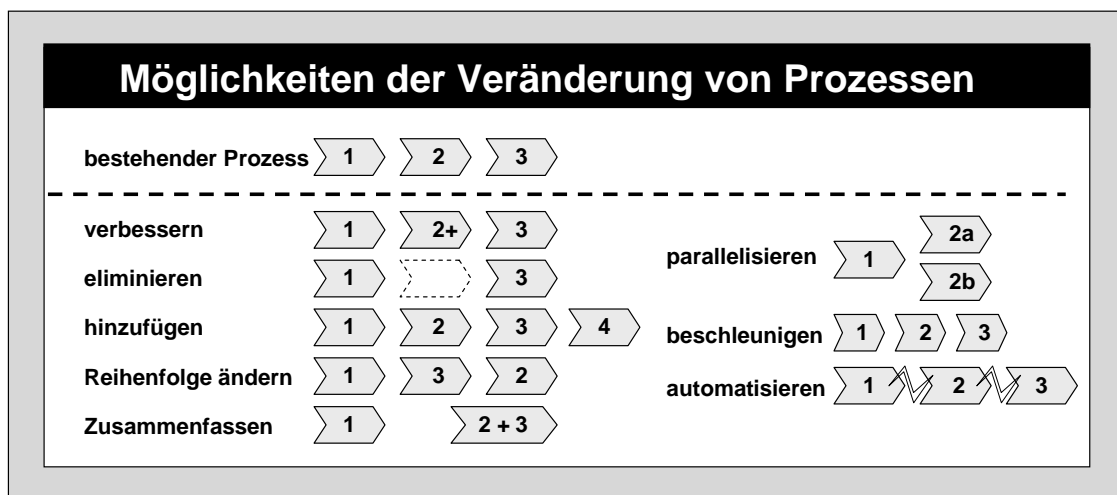


Abbildung 22: Möglichkeiten der Veränderung von Prozessen i.A.a. [Winz97]

Bei der Analyse der Prozesse sind diese in die Prozesstypen: Nutz-, Stütz-, Blind- und Fehlprozesse zu differenzieren. Nach Möglichkeit sollten nur die geplanten Nutz- und ihre Stützprozesse gefördert werden. Dagegen sind die ungeplanten Blind- und Fehlprozesse weitestgehend zu eliminieren, da sie keinen Beitrag zur Wertschöpfung leisten, sondern Werte vernichten. Abbildung 23 zeigt einige Beispiele für diese vier Prozesstypen. In der Prozessplanung können somit diverse Analyseverfahren durchgeführt werden. WINZ hat in [Winz97] die Schritte Vorbereitung, Prozessanalyse, -gestaltung, und -optimierung zur Ausführung des Prozesskettenmanagements identifiziert. Weiterhin hat WINZ ein Verfahren zur Fehler- Möglichkeit und Einfluss-Analyse (FMEA) für Prozessketten entwickelt. Darauf aufbauend wird die Prozessplanung in Kapitel 5.3.3 für Industrieparks spezifiziert. Die hier skizzierten Methoden im Zusammenhang mit der Modellierung von Prozessketten, dienen als Grundlage für die Entwicklung der prozessorientierten Planungsmethode für Industrieparks.

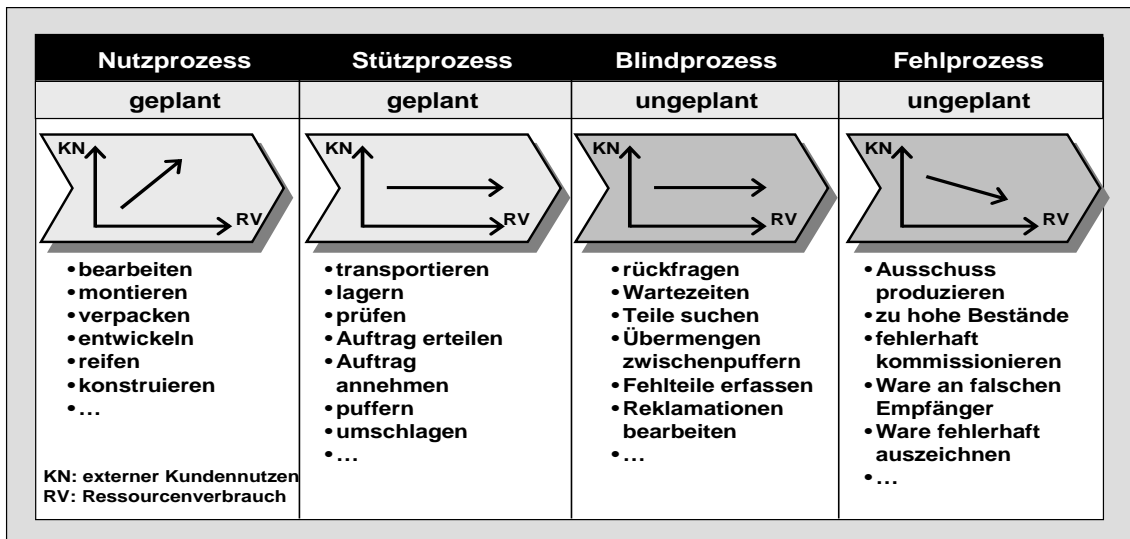


Abbildung 23: Identifizierung von Nutz-, Stütz-, Blind- und Fehlprozessen im Industriepark i.A.a. [Winz97]

Ziel der Planung produktionstechnischer und logistischer Systeme ist es, den effektiven und effizienten Ablauf der Informations-, Realisierungs- und Unterstützungsprozesse des zugehörigen Produktionsnetzwerks sicher zu stellen. Die Prozesse führen zu Produkten, die einen Mehrwert für den Kunden (OEM) die Organisation des Industrieparks und der Standortteilnehmer schaffen. Die Aufbau- und Ablaufstruktur der Prozesse bestimmt dabei wesentlich den Erfolg. Die Unterstützungsprozesse sind für die Organisation notwendig und schaffen indirekt einen Mehrwert (z.B. Logistik- und Dienstleistungsprozesse). Grundlage für den gezielten Prozessablauf ist die Modellierung und Planung der Prozesse im Industriepark.

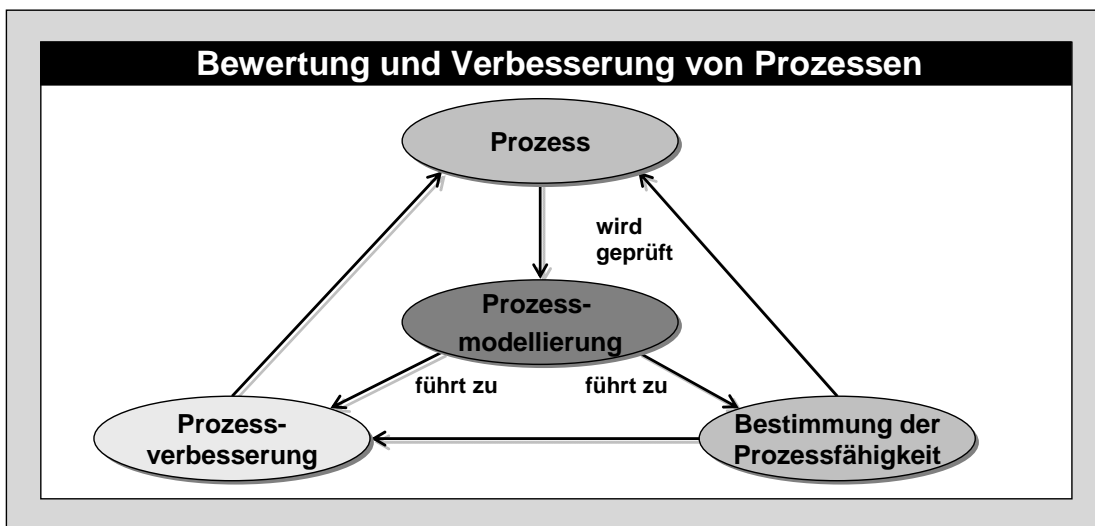


Abbildung 24: Bewertung und Verbesserung von Prozessen

Abbildung 24 zeigt die Chancen, welche die Prozessmodellierung eröffnet. Die Analyse der Prozesse, die Modellierung von Prozessketten und die Exploration dieser Prozessketten erlaubt Bewertungen hinsichtlich der Erfüllung von Anforderungen, z.B. Durchlaufzeit, Ressourcenverbrauch, Kundennutzen, Art und Häufigkeit der Prozesse. Ziel ist es, die Prozessfähigkeit von Systemen zu bestimmen. Durch die explorative Bewertung können unvorteilhafte Prozesse identifiziert und falls möglich, eliminiert werden. Durch Variation der Anordnung der Prozesse oder alternative Prozesse können die Prozessabläufe dann verbessert werden (siehe Abbildung 22).



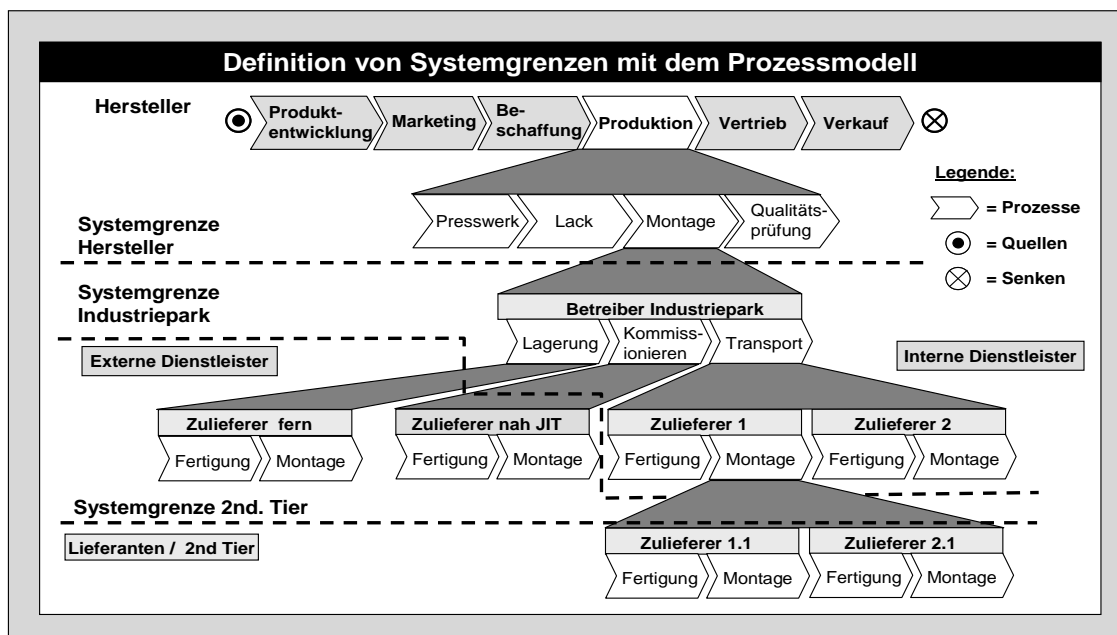


Abbildung 25: Prozessorientiertes Modell zur groben Strukturierung der Systemgrenzen

Abbildung 25 zeigt, wie auf Basis von Detaillierung und Aggregation Prozessketten geplant werden. Die innerhalb des Systems Industriepark ablaufenden Hauptprozesse beim Hersteller und bei den Lieferanten werden mit Hilfe von Prozesskettenelementen modelliert. Die jeweiligen Prozesskettenelemente können wiederum detaillierter betrachtet werden. Ausgehend vom Montageprozess beim Herstellerwerk werden die Prozesse des Industrieparks und der beteiligten Dienstleister und Zulieferer deduktiv untergliedert. Komplexe Prozessabläufe werden durch Dekomposition in die einzelnen Tätigkeitsabfolgen untergliedert.

Während die rein objektorientierte Systemgestaltung die Technik und Funktionen der Elemente im Fokus hat, dient die Betrachtung der Prozesse der Gestaltung der dynamischen Abläufe und deren Abhängigkeiten. Die Produktion bei einem Lieferanten im Industriepark ist z.B. ein Unterprozess des finalen Montageprozesses beim Hersteller. Erst die Abgrenzung, Planung und Anordnung dieser Unterprozesse im Industriepark kann ein Belieferungskonzept JIT oder sogar JIS sicherstellen.

Zur Erschließung netzwerkübergreifender Synergieeffekte müssen die Prozessketten aller Beteiligten modelliert werden. In diesen Modellen kann die Belastung der Teilsysteme und einzelner Ressourcen mit Prozessen durch Experimente untersucht werden. Konzepte wie die gemeinsame Bewirtschaftung in einem Betreibermodell, die Nutzung von Lohndienstleistern oder ein zentraler Einkauf werden in den Prozessplänen untersucht, entwickelt und strukturiert aufgebaut.

### Zwischenfazit Prozesssicht

Das System eines Industrieparks besteht aus Subsystemen wie z.B. Lieferanten und Fabrikssystemen, die wiederum aus Einzelementen wie z.B. Maschinen, Anlagen, Personen bestehen. Über diese Elemente laufen Prozesse ab, welche die Funktion(en) der Elemente bestimmen. Entsprechend den Prozessabläufen sind die Elemente im Sinne der Prozesseffizienz miteinander zu verbinden (= prozessorientierte Strukturbildung). Aufgabe des Managements ist es, die Prozesse der Logistik- und Produktionssysteme aufeinander abzustimmen und Vereinbarungen zur Steuerung und Regelung der Prozessabläufe zu definieren. Die Abstimmung erfolgt durch eine Analyse der Prozesse, deren Kategorisierung und die Auswahl passender Managementkonzepte. Durch die Experimente mit den Prozessmodellen kann die Gesamtplanungsaufgabe in

lösbare Teilaufgaben und effiziente Subsysteme unterteilt werden. Für diese Subsysteme sind geeignete Leistungsvereinbarungen mit Prozessabläufen und Kennzahlen und der vorausseilende Informationsfluss zu definieren. Dabei ist darauf zu achten, dass überschaubare Subprozessketten mit möglichst großen Verantwortungsbereichen und wenigen Schnittstellen zu externen Subprozessketten gebildet werden. Die so gebildeten Prozess-Module agieren weitgehend selbstständig und eigenverantwortlich. Dabei steht nicht die Optimierung eines Teilsystems, sondern die des Gesamtsystems im Vordergrund.

### 3.2.3 Managementsicht

Management ist der organisatorische Rahmen, der die Prozessabläufe geordnet und zielgerichtet ablaufen lässt [Ulri01]; [Bleic92]. Das Management vereint die Betriebswirtschaftslehre, die Unternehmensorganisation und die Unternehmensführung [Eiff91]. Grundlage für eine zielgerichtetes Management ist die möglichst aktuelle Information über die Zustände und Abläufe in den Organisationseinheiten. Zunehmend komplexere Systeme, kürzere Entwicklungszeiten und Produktzyklen, eine geringe Fertigungstiefe und viele Unterauftragnehmer kennzeichnen Industrieparks der Automobilindustrie. Das erfordert insgesamt größere Anstrengungen des Managements beim Hersteller, dem Industrieparkbetreiber und den Lieferanten.

Die Komplexität und Vernetzung der Planungs- und Managementaufgaben erfordert einen ganzheitlichen, diese Disziplinen synergetisch integrierenden Managementansatz. Es gilt Organisations- und Planungsstrategien auf der Grundlage bekannter Theorien zu entwickeln, welche die zunehmende Komplexität und Vernetzung besser berücksichtigen. Ziel ist die verbesserte Planung, Steuerung und Kontrolle von komplexen, prozessorientierten Fabrikstrukturen. In einer Zeit der schnellen Veränderungen ist die Anpassungsfähigkeit ein zentrales Entscheidungskriterium. Die Planung von Produktions- und Logistiknetzen wird zu einer, in immer kürzeren Intervallen wiederkehrenden, notwendigen Aufgabe der Unternehmensplanung. Das erfordert ein Verständnis der baulichen und technischen Anlagen und die permanente Überwachung der Indikatoren für notwendige Anpassungen. Die bestehenden Ansätze der *Komplexitätstheorie* [Wege03], der *Systemtheorie* [Daen02], [Luhm04] und der *Netzwerktheorie* [Sydo03] liefern nur in ihrem synergetischen Zusammenwirken eine hinreichende Basis zur kontinuierlichen Struktur- und Prozessverbesserung. Verbindendes Glied und Voraussetzung für Verbesserung oder Veränderung ist die *Information*.

Aufbauend auf der *Systemtheorie* und der *Kybernetik* wurde das *Integrierte Management von Prozessen und Strukturen* von HALL [Hall63]; GOMEZ [Gome81], [Gome89], ULRICH & PROBST [Ulri95], MALIK [Mali96], [Mali02] erforscht. Daraus entstand das *St. Galler Konzept der integrierten Management- und Unternehmungsentwicklung*. Weitere bekannte Ansätze der Organisationslehre sind der Taylorismus [Tay104], verhaltensorientierte [Masl99], [Herz59] und entscheidungstheoretische Ansätze, wie das *Operations Research*. Das *St. Galler Managementmodell* [Mali02]; [Ulri01]; [Bleic92], [Blei99]; [Rüeg03] orientiert sich am Ansatz der *Systemtheorie* und differenziert zwischen:

- Prozessen: Management-, Geschäfts- und Unterstützungsprozessen,
- Ordnungsinstrumenten: Strategie, Strukturen und Kultur
- Entwicklungsmodi: Erneuerung und Optimierung.

Mit dieser integrierten Betrachtungsweise ist es möglich, die Unternehmung als Ganzheit zu betrachten, d.h. sowohl die Zustände und die Geschehnisse innerhalb der Unternehmung als auch zwischen der Umwelt und der Unternehmung umfassend darzustellen. Dieser Ansatz von Lenkung durch ein ganzheitliches Modell wird hier weiterverfolgt und um konkrete Vorgehens-

weisen und Methoden erweitert. Dieser ganzheitliche Managementansatz dient als Grundlage für diese Arbeit.

Für das Abgrenzen von Planungsmodulen und die Strukturierung des Industrieparks werden bekannte Ansätze aus der Systemtheorie analysiert. Die Unternehmensorganisation eines Industrieparks ist in effiziente Managementeinheiten zu untergliedern. Die Systemtheorie liefert hierzu wertvolle Hinweise für die Gestaltung effizienter Organisationseinheiten.

WILLKE [Will01] fordert die Gestaltung sog. *selbstorganisierender Einheiten* (=Module), welche die Fähigkeiten: *Selbstthematisierung* ([Will01] S. 33), *-reflexion* ([Will01] S. 30) und *-transformation* ([Will01] S. 33) besitzen. Die Prozesse und die Strukturen müssen dabei den Anforderungen der externen Bedingungen entsprechen. In der *Selbsttransformation* werden alternative Lösungen mit Blick auf die hierfür erforderlichen Veränderungsprozesse gegeneinander abgewogen. Insbesondere das *Systems Engineering* [Daen02], [Ropo79] leitet von der *Systemtheorie* die folgenden 4 Prinzipien des Konstruierens ab:

- *Das Prinzip der Minimierung von Schnittstellen* bedeutet, dass die Grenzen von Systemen und deren Untergrenzen so zu definieren sind, dass möglichst einfache und wenige Schnittstellen (Beziehungen) nach außen bestehen. Durch das *Prinzip des Übergewichtes der inneren Beziehungen* wird die Abstimmung und Koordination wesentlich vereinfacht.
- *Das Prinzip des modularen Aufbaus* besagt, dass Untersysteme (Systembausteine) so gebildet bzw. abgegrenzt werden sollen, dass sie möglichst klar definierte, mehrfach verwendbare Funktionen umfassen. Das hat folgende Vorteile:
  - Reduktion der Komplexität des Systems (= Dekomposition),
  - Module können in verschiedenen Aufgaben wieder verwendet werden,
  - Module können nachträglich durch leistungsfähigere ersetzt werden,
  - Einfacher Unterhalt,
  - Klare Kostenstellen,
- *Das Prinzip Piecemeal Engineering* (nach POPPER [Popp73]) warnt davor, bei großen und komplexen Systemen größere Veränderungen vorzunehmen, deren Auswirkungen nicht abzusehen sind. Das Problemfeld ist möglichst groß zu fassen und umfassende Lösungskonzepte zu erarbeiten. Die Realisierung ist jedoch in kleinen Schritten zu realisieren, die leicht rückgängig gemacht werden können.
- *Das Prinzip der minimalen Präjudizierung* besagt, dass im Zweifel die Lösung zu wählen ist, welche die meisten Freiräume für die weitere Entwicklung offen hält, also am wenigsten präjudiziert.

Diese vier Prinzipien sind bei der Bildung von Organisationseinheiten zu beachten.

Die sequentielle Zerlegung eines Systems in Teilsysteme wird auch *Dekomposition* genannt. Die so gestalteten modularen Teilsysteme repräsentieren Aufgabenbereiche, welche intern eine möglichst hohe Intensität an Informationsbeziehungen besitzen. Die Informationsbeziehungen von den Teilsystemen zu anderen Teilsystemen sind jedoch auf wenige notwendige zu beschränken. Das entspricht dem Ansatz der *Selbstorganisation* [Prob87], [Gres01], bei dem komplexe Abläufe bei hoher Informationsdichte innerhalb effizienter Teamgrößen ablaufen können [Eber98]. Die Aufgabenbereiche sind nach der Systemtheorie so hierarchisch aufzubauen, dass die Komplexität und Varianz in den unteren Hierarchieebenen zunimmt. Das Gesamtsystem ist damit analog den neuronalen Netzen des Gehirns einfacher steuerbar und planbar.

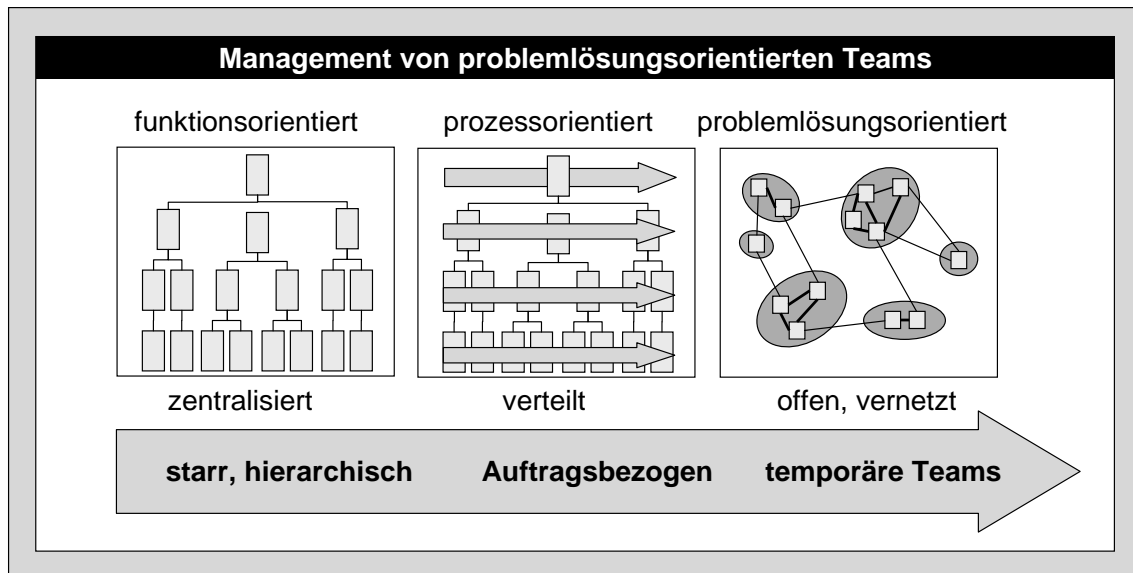


Abbildung 26: Management von problemlösungsorientierten Teams

Abbildung 26 veranschaulicht diese neue Managementform, bei der - passend zu den Modulen und Prozessen - Projektteams gebildet werden, welche weitestgehend teilautonom die komplexen Aufgaben bearbeiten.

In den Fabrikstrukturen der Industrieparks werden Module und Systeme gefertigt und JIT oder JIS an das Band des Herstellers geliefert. Die Planung der Fabrikstrukturen hat das Ziel, die passenden Strukturen und die immateriellen Räume für die Aufgabenfelder und Abläufe der in ihr produzierten Produkte zu gestalten. Die organisatorische Managementaufgabe bei der Planung eines Industrieparks besteht darin, die richtige Netzwerkstruktur und die passenden Modulgrößen für die Produktion der Lieferanten und für die Planungsaufgaben bzw. -teams zu identifizieren. Aufgrund des sich dynamisch wandelnden Umfeldes sind die bestehenden Sichtweisen, Regelungen und Verhaltensformen kontinuierlich zu überprüfen.

Die aktuellen Herausforderungen des Wandels erfordern teambasierte Organisationsformen in *wandlungsfähigen Einheiten*, welche in der Lage sind, effizient zu agieren. Selbst bei einer hohen Varianz produzierter Module können diese *wandlungsfähigen Einheiten* noch Skaleneffekte erzielen. Es werden hierzu „Organisationsmodule“ definiert, deren zentrales Prinzip die Standardisierung flexibler Prozessabläufe ist. Ziel ist eine „lernende Organisation“, welche sich durch ein schnelles zielgerichtetes Arbeiten und das Lernen und Weiterentwickeln seiner Mitarbeiter auszeichnet. Diese effiziente Organisation, die selbstorganisiert, flexibel und schnell auf Veränderungen aus der In- und Umwelt reagieren kann, erzielt Größenvorteile und Lernkurven in den Organisationsmodulen und besitzt zielgerichtete Kunden-Lieferanten-Beziehung.

Abbildung 27 veranschaulicht wie Organisationsmodule gebildet werden. Die ursprünglich sehr komplexe Planungsaufgabe (Abbildung 27 ❶) wird mit der Prozesskettenanalyse auf seine Wirkzusammenhänge hin untersucht. Mit den im „vernetztem Denken“ erstellten Prozesskettenplänen werden ❷ sinnvolle Aufgabenbereiche ❸ für die Planung abgegrenzt. Diese Aufgabenmodule können an die Teams von Bearbeitern (Planern, Werker etc.) ❹ delegiert werden. Aus den geplanten Modulen wird der modulare Industriepark anschließend so zusammengefügt, dass ein effektiv arbeitendes Gesamtnetzwerk entsteht ❺.

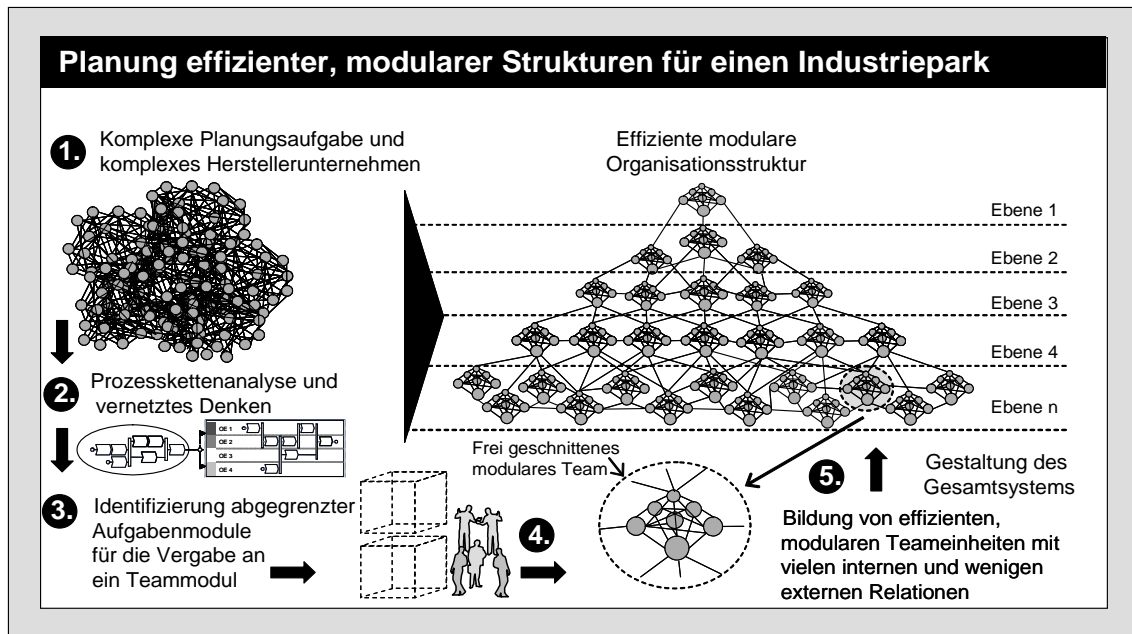


Abbildung 27: Von komplexen Planungsaufgaben zur modular, vernetzten Organisationsstruktur mit effizienten Prozessabläufen

Die auf diese Weise modular gestalteten Organisationseinheiten, kooperieren über klar definierte Schnittstellen und Leistungsvereinbarungen. Die genaue Analyse der Geschäftsprozesse und vernetztes Denken [Gome89] sind die Grundlage für Gestaltung solch effektiver Strukturen. Die Vernetzung der freigeschnittenen Module und die Bearbeitung in integrierten Teams verbessern zusätzlich die Planung. Die modular gestalteten Fabrikmodule im Industriepark bearbeiten die Module des Produktes und können sich den neuen Anforderungen schneller und parallelisiert anpassen als ein hochkomplexes Großsystem (siehe Abbildung 27 ❶).

### Zwischenfazit Managementsicht

In der Managementsicht wurde gezeigt, dass zur Organisation der Aufgaben möglichst effiziente Module zu bilden sind. Das komplexe Systemmodell wird mit Hilfe der Analyse der Prozessabläufe im System und der Wirkbeziehungen in Module zerlegt. Diese Module können durch Planungsteams bearbeitet werden. Die Module werden so gestaltet, dass sie im Hinblick auf spätere Anpassungen der Fabrikstrukturen zur Integration neuer Prozesse, Strukturen und Ressourcen integrations- oder anpassungsfähig sind.

Analog zu der modularen Gestaltung des Produktes werden folglich Module der Aufgaben, Organisationseinheiten und Fabrikstrukturen gebildet.

Dabei sind die folgenden Planungsaspekte zu berücksichtigen:

- *sinnvolle Bearbeitungsabschnitte* für die modularen Einheiten
- *Optimale Zerlegungstiefe (Segmentierung)* in autonome Struktureinheiten
- *Vernetzung der Einheiten* mit intern möglichst vielen Relationen, extern jedoch möglichst wenigen Schnittstellen bei hoher Fähigkeit zur Transformation
- Förderung der *Selbstorganisation* dieser Systemeinheiten
- *Entzerrung der Komplexität* durch eine sinnvolle Anordnung

Das Netzwerk aus Wertschöpfungspartnern ist verschwendungsarm und prozessorientiert gestaltet, wenn alle Prozesse der Produktion und Logistik effektiv und effizient ablaufen können.

Aufgrund der unterschiedlichen Managementaufgaben sind Projektteams zu implementieren, die von einem Kernteam gelenkt werden. Das entspricht auch dem Ansatz der Plattform- und Modulstrategie in der Produktgestaltung (siehe Anhang B.2). Der Vorteil dieser hierarchischen Subsystembildung liegt darin, dass die beliebig kombinierbaren Untereinheiten des Gesamtsystems stabile Teillösungen für bestimmte Probleme finden, konservieren und bei Bedarf zur Verfügung stellen können, sodass nicht für jede neue Aufgabe alle Elemente der Problemlösung neu erfunden und entwickelt werden müssen.

**Fazit Kapitel 3:**

Die aufgezeigten theoretischen Ansätze aus der System-, Prozess- und Managementsicht wurden in diesem Kapitel in einen gemeinsamen Theorierahmen überführt. Die formulierten Arbeitshypothesen und der Theorierahmen dienen als wissenschaftliche Grundlage für den in den folgenden Kapiteln entwickelten Planungsansatz, welcher die Prozesse und Strukturen von Industrieparks integriert betrachtet. Ziel ist die Bildung von selbstorganisierten Modulen, wodurch der Aufwand für das Management gering gehalten werden kann. Für die Planung der Module sind dabei sowohl die Systeme, als auch die Prozesse zu betrachten, sodass ein Gesamtoptimum erzielt wird. Hierfür sind ein Vorgehensmodell und eine Experimentierumgebung zu entwickeln, welche die Komplexität der Systeme und Prozesse integriert abbilden können.

## 4 Vorgehensmodell für die prozessorientierte Planung

In diesem Kapitel wird ein Vorgehensmodell für die prozessorientierte, integrierte Planung entwickelt. Die Grundlagen für den prozessorientierten, integrativen Planungsansatz basieren auf den Erkenntnissen aus der Analyse der Funktionsweise von Industrieparks und bekannter Ansätze der Fabrikplanung (siehe Kapitel 2). Weiterhin wird der in Kapitel 3 erarbeitete Theorierahmen für die Planung und das Management komplexer Systeme genutzt. Mit dem Vorgehensmodell kann die Planung aus Projektsicht standardisiert vorangetrieben und für die Rückverfolgbarkeit der Planung dokumentiert werden. Der neue Planungsansatz dient der Analyse der Wechselwirkungen zwischen Prozessen und Strukturen und unterstützt die Möglichkeiten der Planung und Anpassung eines Systems Industriepark.

### 4.1 Entwicklung eines integrierten Planungsansatzes

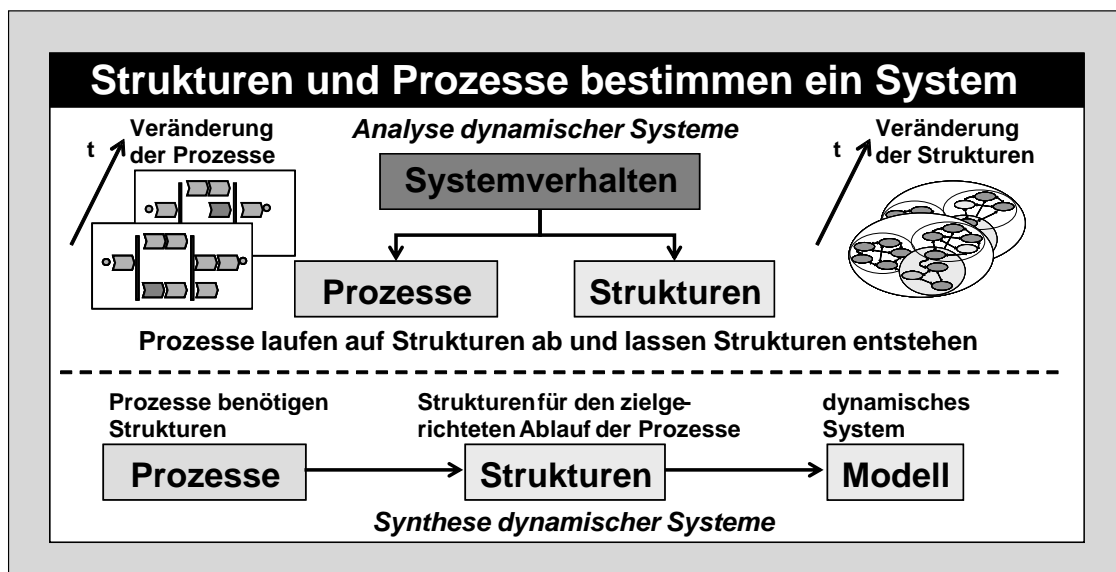


Abbildung 28: Analyse und Synthese dynamischer Systeme

Abbildung 28 veranschaulicht, dass das Systemverhalten sowohl von den *Prozessen*, als auch von den *Strukturen* bestimmt wird. *Prozesse* erfordern *Ressourcen*, und *Ressourcen* bestimmen die *Strukturen*. Die *Prozesse* (z.B. Materialflussprozesse) laufen über *Ressourcen* (z.B. Betriebsmittel) ab und bestimmen die *Strukturen* (z.B. Fabriklayout). Damit die *Prozesse* effizient ablaufen können, sind die *Strukturen* nach Ihnen auszurichten. Eine Veränderung der *Prozesse* oder der *Strukturen* bewirkt eine Veränderung des daraus gebildeten *Systems*.

Die *Prozesse* und die *Strukturen* können mit räumlichen, zeitlichen und funktionalen Aspekten beschrieben und geordnet werden. Die hohe Dynamik der Veränderung der Prozesse und der Strukturen im Industriepark erfordert eine kontinuierliche Planung und Dokumentation aus der Sicht des Managements. Die sorgfältige Analyse des dynamischen Systems Industriepark erfordert eine Untersuchung sowohl der Prozesse, als auch der Strukturen.

Hierzu sind Systemmodelle erforderlich, mit denen die Wirkbeziehungen zwischen den Ressourcen zu untersuchen sind (=Systemsicht). Durch eine experimentelle Belastung einer Ressource (z.B. Betriebsmittel) mit Prozessen (z.B. zu produzierende Stückzahl) ist die Systemlast zu beschreiben und die Ressource zu dimensionieren. Durch die Variation, Modifikation oder veränderte Anordnung der Ressourcen in den Strukturen wird das Systemmodell experimentell getestet und verbessert.

Die Planung ist folglich ein Prozess, bei dem empirisch ein Modell des gewünschten Systems erstellt wird. Das Modell eines Industrieparks ist einerseits mit den Prozessen der Produktion

und der Logistik zu belasten und andererseits ist eine geeignete Struktur zu finden, damit diese Prozesse möglichst effizient ablaufen können. Die Planung bedarf einer systematischen Vorgehensweise, in der die Experimente strukturiert ablaufen und dokumentiert werden. Erst dadurch wird die Planung rückverfolgbar und für Folgeplanungen nutzbar. Die Strukturierung der Planung fördert auch die Effektivität der Zusammenarbeit der verschiedenen interdisziplinären Planungspartner. Typische Planungsfehler und Best-Practices werden sichtbar. Wichtige Meilensteine und Schnittstellen zu anderen Teilplanungen können definiert und abgegrenzt werden. Daher ist aus Projektsicht ein Vorgehenmodell zu entwickeln, das die Planung zeitlich, räumlich und funktional strukturiert und das Projektmanagement fördert. Aus Planungssicht sind geeignete Systemmodelle zu finden, an denen die erforderlichen Experimente und Simulationen durchgeführt werden können.

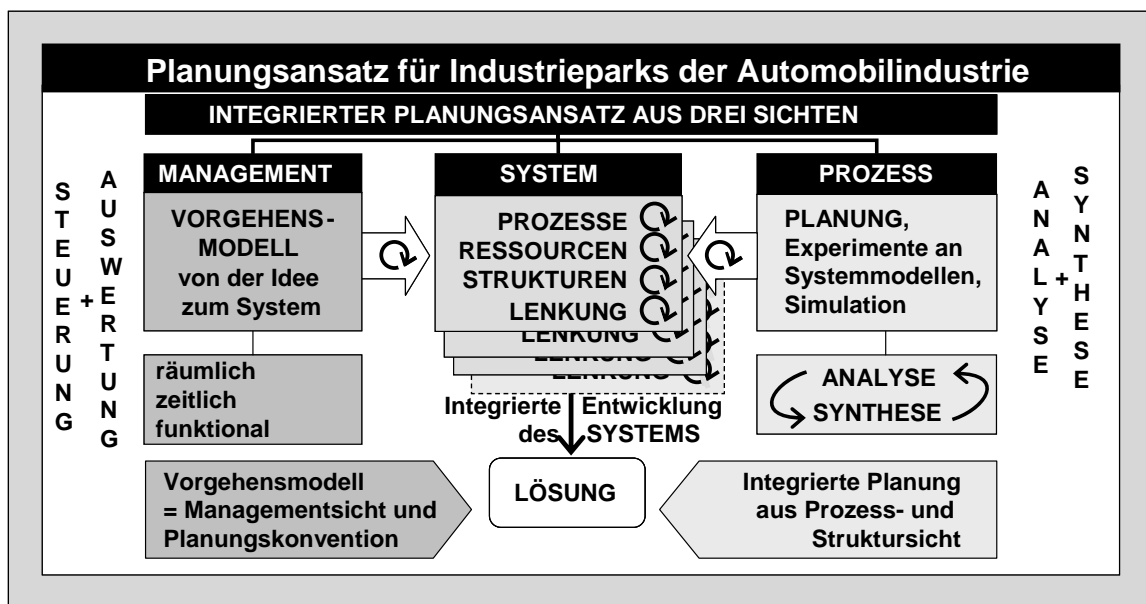


Abbildung 29: Aufbau eines integrierten Planungsansatzes für Industrieparks

Abbildung 29 veranschaulicht diesen integrierten Planungsansatz, welcher aus *Prozess-, System- und Managementsicht* eine Lösung entwickelt. In der Planung werden aus diesen Sichten an den Systemmodellen empirische Experimente durchgeführt, um eine möglichst ganzheitliche Lösung gewinnen zu können. Die Ergebnisse dieser Experimente werden aus der Sicht des Managements in einem Vorgehensmodell dokumentiert, sodass die Planung nachvollzogen werden kann. Das *Vorgehensmodell* ist Grundlage und Dokumentationshilfe für das Projektmanagement der Planung von der ersten Idee bis zum funktionsfähigen Systembetrieb. Aus *Systemsicht* sind Industrieparks im Sinne einer *prozessorientierten Systemplanung* aus *Prozess- und Struktursicht* integriert zu betrachten. Das Vorgehensmodell unterstützt die Planung aus der *Managementsicht*, da die Planungsschritte steuerbar und rückverfolgbar sind. Damit ist es möglich, die Planung von Industrieparks aus verschiedenen Sichten integriert zu betrachten. Im nächsten Kapitel werden bekannte Vorgehensmodelle beschrieben, deren Ansätze für die Entwicklung des neuen Vorgehensmodells hilfreich sind.

#### 4.1.1 Bekannte Vorgehensmodelle aus der Literatur

Es existieren nur wenige allgemeingültige Planungsansätze wie es z.B. der REFA-Problemlösungszyklus ist [REFA85] (siehe Anhang D 1.1). Dieser folgt den Schritten: Abgrenzung der Aufgabenstellung, Analyse des Ist-Zustandes, Forschen und Entwickeln einer idealen Lösung,



Auswählen einer optimalen Lösung und Kontrollieren der Zielerfüllung. Diese Vorgehensweise ist auf viele Aufgaben in der Planung anwendbar.

In der VDI Richtlinie 2221 [VDI93a] werden sowohl die unterschiedlichen Lebenszyklusphasen eines Systems von *Systemvorstudie* bis *Systemwechsel*, als auch der Problemlösungszyklus von der *Problemanalyse* bis zur *Entscheidung* vernetzt betrachtet. Die *Problemanalyse* ist der erste Schritt des Problemlösungsprozesses nach VDI 2221 [VDI93a]. Sie beginnt mit der Thematisierung des Problems, der Analyse der Situation und der Aufstellung von Zielen. Mit der *Problemformulierung* wird in der Situationserkenntnis die Zielsuche beschrieben. Daraus wird der Bedarf abgeleitet, der den möglichen Lösungsraum absteckt. Die formulierten Ziele und der Bedarf dienen der Bewertung der in der *Systemsynthese* (= Lösungsfindung) ermittelten Varianten. Meist werden verschiedene Systemvarianten synthetisiert, welche in der *Systemanalyse* nach der Erfüllung der Ziele und des Bedarfs zu bewerten sind. Als Ergebnis der *Systemanalyse* wird die Entscheidung für eine Systemvariante getroffen. Weiterführende Information zur Konstruktionslehre ist in Anhang I zu finden. Mit dieser sequenziellen Betrachtung (siehe Abbildung 30) ist es möglich, einem Planungsstand einem gewissen Reifegrad in der Entwicklung des Systems zuzuordnen. Für die Dokumentation der unterschiedlichen Planungsstände und eine Auswertung des Planungsprozesses ist diese Klassifizierung sehr hilfreich. Diese Kombination aus Problemlösungszyklus und Lebenszyklusphasen eines Systems ermöglicht eine systematische Vorgehensweise. Die Veränderungen im Lebenszyklus und die Zusammenhänge in der Problemlösung werden dabei vernetzt betrachtet. Das ermöglicht einerseits wertvolle Rückschlüsse im Sinne einer Verbesserung der Planungsqualität. Andererseits lassen sich somit Planungsbausteine für die Erstellung von Konstruktionskatalogen generalisieren [VDI82].

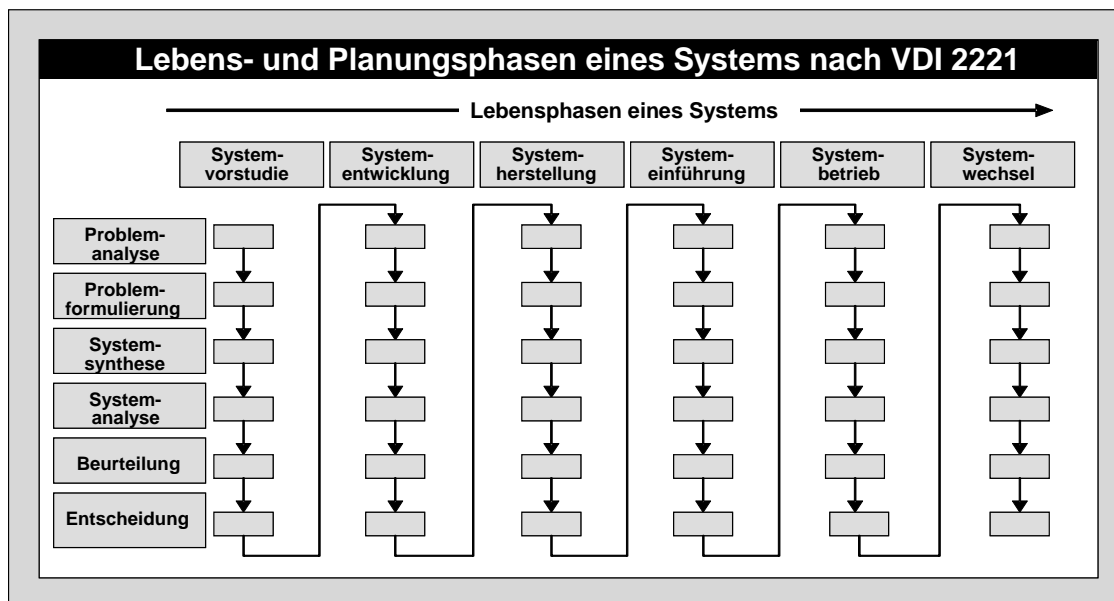


Abbildung 30: Problemlösungszyklus in den Lebensphasen eines Systems nach VDI 2221 [VDI93a]

Für mechanische Systeme existieren bereits sog. Konstruktionskataloge [Roth82], [VDI82], [VDI97] mit denen durch wenige Konstruktionsregeln und –bausteine eine Vielzahl von erfolgversprechenden Lösungsvarianten für Folgeplanungen generiert werden können (s.a. Anhang I). Das implizite Planungswissen der Planer wird explizit dokumentiert und kann für Folgeplanungen genutzt werden.

Für die Gebäudeplanung existiert eine Honorarordnung für Architekten und Ingenieure [HOAI09] (siehe Anhang F) in der Leistungsbilder und Planungsphasen definiert sind. Diese Leistungsbilder sind standardisierte Vereinbarungen über die Leistungen in den einzelnen Planungsphasen. Bisher existieren keine solchen standardisierten Leistungsbeschreibungen für die Fabrikplanung. Für die Produktionsplanung, die Logistikplanung und den Maschinen- und Anlagenbau sind deshalb die Planungsleistungen in ausführlichen Lastenheften vom Auftraggeber zu definieren. Aufgrund des mangelnden einheitlichen Verständnisses der Fabrikplanung werden diese Lastenhefte oft missinterpretiert.

KÜHLING hat die Lebenszyklus- und Planungsphasen der VDI 2221 abstrahiert [Kühl00] und in einen spiralförmigen Zyklus von *Problemwahrnehmung*, *Vor-*, *Haupt-*, *Teilstudien*, *Prototyping*, *Systemeinführung* und *wieder Problemwahrnehmung* zugeordnet. Dies entspricht einer Verkettung von sich verfeinernden Problemlösungszyklen von der Problemwahrnehmung bis zum Systembetrieb. Dieser sequenzielle Ablauf ist idealisiert, denn die Planer lösen viele Phasen intuitiv und überspringen Phasen aufgrund ihrer Erfahrung in bereits durchgeführten Projekten. In der Planungspraxis sind hier viele Vor- und Rücksprünge sowie iterative Schleifen vorhanden.

Der in der Literatur beschriebene Ansatz der Problemlösungszyklen nach der REFA [REFA85] dem VDI 2221 [VDI93a] oder nach KÜHLING [Kühl00] ist systematisch korrekt, jedoch für die Planung eines komplexen Systems zu linear. Das Postulat von BECKMANN [Beck96] nach einer *evolutionären Planung* mit vielen Vor- und Rücksprüngen hat auch bei Industrieparks seine Berechtigung. In dieser Arbeit werden daher die Ansätze aus der VDI Richtlinie 2221 [VDI93a], von KÜHLING [Kühl00] und von BECKMANN [Beck96] zusammengeführt und auf die Erfordernisse von Industrieparks spezifiziert. Auf diese Weise entsteht ein Vorgehensmodell, das dem erforderlichen, ganzheitlichen Planungsansatz gerecht wird.

### 4.1.2 Modularer Aufbau der Planung von Industrieparks

Ein Industriepark ist ein Netzwerk aus verschiedenen Standortteilnehmern, das als System zu betrachten ist und im Rahmen eines Projektes geplant wird. Im Sinne der Systemtheorie sind selbstorganisierende Module zu definieren (siehe Kapitel 3.2.1). Der Koordinationsaufwand für das Management wird dadurch reduziert. Diese Erkenntnis betrifft sowohl das Projekt (= Planung) als auch das System (=Betrieb) Industriepark. Abbildung 31 zeigt exemplarisch einen Projektaufbau der Planung mit den verschiedenen Planungsdisziplinen und -beteiligten. Die Planung eines Industrieparks ist nicht von einem einzigen Generalisten lösbar, sondern ist von verschiedenen Planungsdisziplinen (z.B. Kaufleute, Juristen, Ingenieure) integrativ zu entwickeln. Die Planung des Systems Industriepark stellt aus der Managementsicht ein Projekt dar, das aus verschiedenen Projektteams besteht und von einem Kernteam aus Mitgliedern der verschiedenen Teams gesteuert wird. Zur Reduzierung des Projektsteuerungsaufwandes gilt es, möglichst klare Zuständigkeitsbereiche und Leistungsvereinbarungen zu definieren. Nach der DIN 69901 Projektmanagement [DIN87a], [DIN07a] wird ein Projekt im Projektstrukturplan unterteilt in Aufbau (Verantwortliche Beteiligte), Ablauf (Ablaufstruktur, Netzplan), Grundbedingungen und sonstige Bedingungen. Die Planungen für die unterschiedlichen Beteiligten (z.B. Standortteilnehmer, Hersteller und Dienstleister) durch die unterschiedlichen Planungsdisziplinen (z.B. Architektur, Gebäudetechnik, Anlagenbau) sind in ein ganzheitliches Planungskonzept zu integrieren. Abbildung 31 zeigt exemplarisch die verschiedenen Planungsteams rund um das Kernteam. Das erfordert ein Vorgehensmodell, welches das Planungsprojekt in Planungsmodule unterteilen und zu einer Gesamtplanung ergänzen kann. Die Planungsmodule sind so eindeutig zu definieren, dass eine effiziente Zusammenarbeit der Planungspartner

möglich ist. Die Planung wird in Anlehnung an die Systemtheorie (siehe Kapitel 3.2.1) als System betrachtet, das sich in Planungsmodule unterteilen lässt. Abbildung 31 zeigt schematisch, wie Planungsmodule gebildet und wiederum zu einer Gesamtplanung integriert werden können. Die Gesamtplanung muss hierzu deduktiv (= Elementarisierung) in Planungsmodule untergliedert werden. Diese Planungsmodule können induktiv (= Integration) wieder zu einem schlüssigen Gesamtkonzept gefügt werden. Im Sinne eines effektiven Projektmanagements sind diese Planungsmodule so zu definieren, dass sie durch die Planungsteams effektiv bearbeitet werden können.

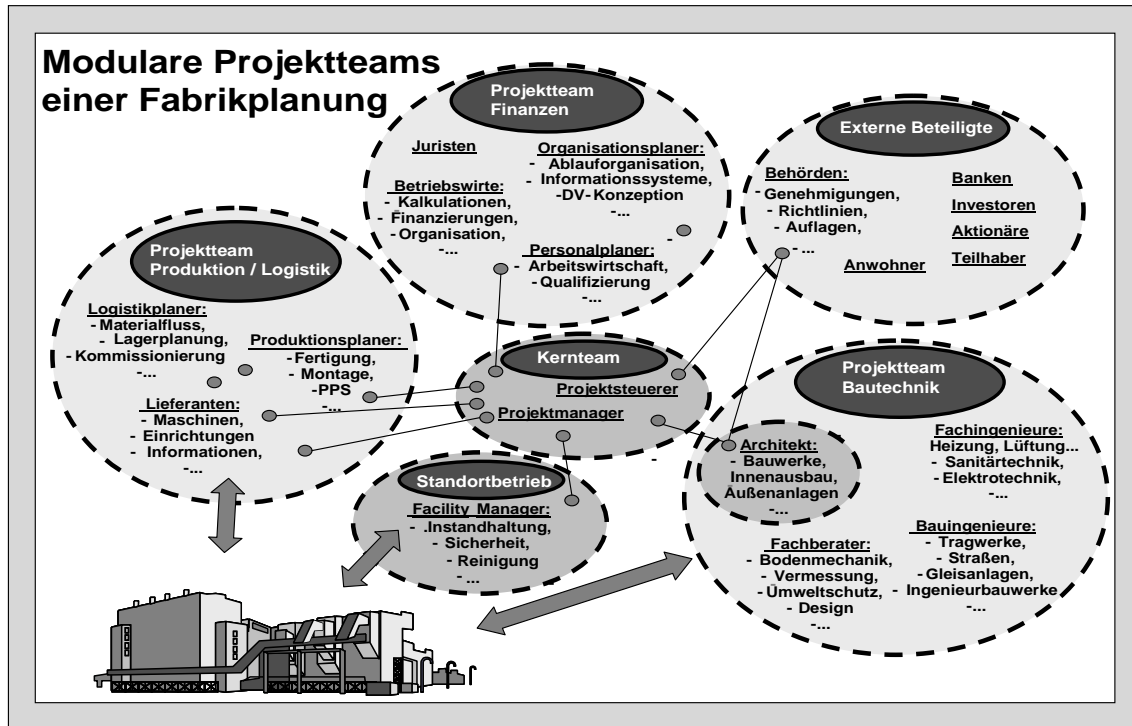


Abbildung 31: Die verschiedenen Planungsdisziplinen erfordern eine modulare Planung

Die Modulbildung ist idealerweise so zu gestalten, dass sie an die Systemgliederung des Industrieparks angelehnt ist. Somit kann die Vernetzung der Betriebseinheiten bereits in den Planungseinheiten berücksichtigt werden. Ziel ist eine vernetzte Gesamtlösung im Sinne des *Systems Engineering* [Daen02]. Die Planungsmodule und Leistungspakete sind im Vorfeld und im Planungsprozess immer wieder neu zu definieren. Die Planungsmodule sind dabei den bereits definierten Systemgrenzen der Subsysteme oder Module (siehe Kapitel 5.3) anzupassen. Die Bildung von Planungsmodulen dient der Beschreibung von Planungsmodulen für die effektive Bearbeitung der Planung, der Bildung effektiver und funktionsfähiger Betriebseinheiten und einer nachvollziehbaren Dokumentation der Planungsschritte.

Die Anforderungen des Herstellers an die Standortpartner im Industriepark werden als Leistungsziele und Aufgabenstellung, den gebildeten Planungsmodulen zugewiesen. So entstehen überschaubare Module, welche konsequent auf die ganzheitliche Erfüllung der Prozesse und Bedürfnisse des Herstellers ausgerichtet sind. Durch die weitgehende Dezentralisierung besitzen die Module ein hohes Maß an Entscheidungsautonomie und können folglich schnell und flexibel auf Veränderungen ihres Umfelds reagieren. Das entspricht dem Grundgedanken einer divisionalen Struktur mit durchgängiger Prozessorientierung. Das Netzwerk Industriepark besteht folglich aus hochgradig autonomen Subsystemen, mit geringen horizontalen und vertikalen Barrieren bezüglich der Prozessabläufe.

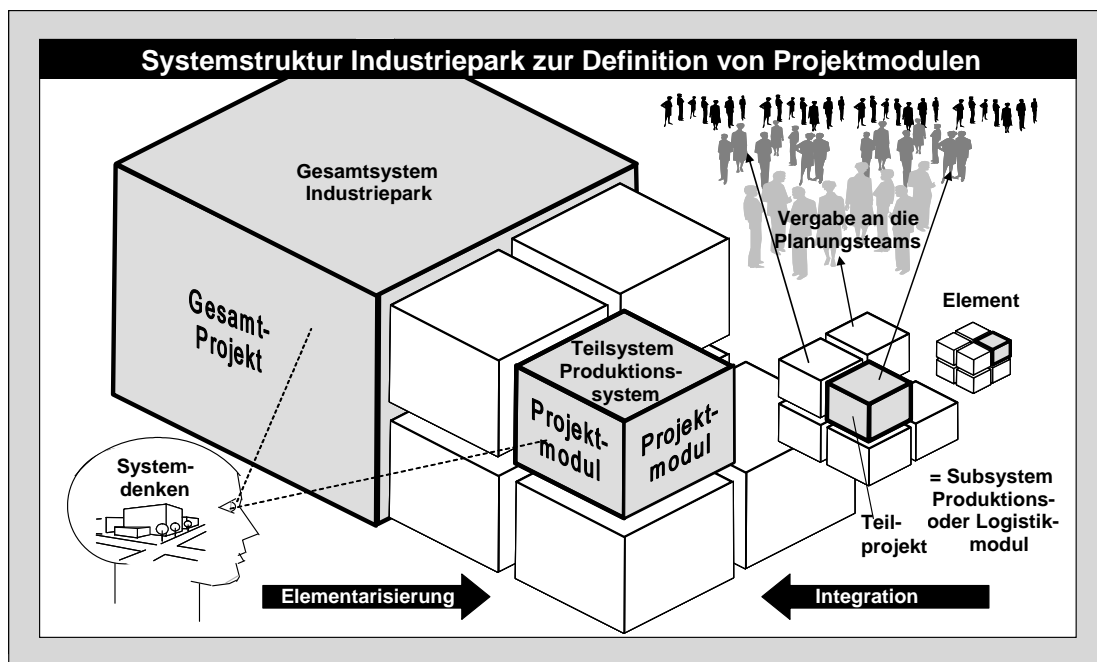


Abbildung 32: Bildung von integrationsfähigen Planungsmodulen aus der prozessorientierten Systemsicht der Produktions- und Logistiksysteme

### 4.1.3 Modularer Aufbau des neuen Vorgehensmodelles

Entsprechend der in Kapitel 4.1 formulierten Anforderungen an das Vorgehensmodell und der in Kapitel 4.1.1 skizzierten Ansätze aus der Literatur wird ein Vorgehensmodell entwickelt, mit dem gezielt Planungsmodule zu definieren sind. Die Planung der Teilsysteme des Industrieparks erfolgt dabei in verschiedenen, immer detaillierteren, hierarchischen *Planungsebenen* vom Gesamtsystem Industriepark bis zum einzelnen Arbeitsplatz. Die *Planungsebenen* haben folglich einen räumlichen Aspekt. Je kleiner die betrachteten räumlichen Einheiten sind, desto mehr nimmt der *Detaillierungsgrad* zu.

Die Lebenszyklusphasen des Planungsprojektes Industriepark definieren darüber hinaus auch die *Planungsphasen*. In den frühen *Planungsphasen* existiert ein noch relativ grobes Systemmodell aus *Prozessen*, *Ressourcen*, *Strukturen* und *Lenkung*. Dieses wird in den darauf folgenden Planungsphasen immer weiter entwickelt und konkretisiert. Die verschiedenen Lebenszyklusphasen des Systemmodells besitzen daher auch verschiedene Reifegrade. In jeder der Phasen wird das entwickelte System hinsichtlich der definierten Ziele, Anforderungen und Restriktionen hinterfragt und kontinuierlich verbessert.

Die Systementwicklung erfolgt über einen Modellaufbau (= *Synthese*), mit dem die Prozesse, die Ressourcen, die Strukturen und die Lenkung des Systems geplant werden. Die entwickelten Modelle werden analysiert und experimentell geprüft (= *Analyse*). *Synthese* und *Analyse* folgen aufeinander in mehreren Versuchen. Der Planungsprozess ist somit ein Entwicklungsprozess in vielen iterativen Schritten, der verschiedene Planungsaspekte integriert. Oft sind dabei Rücksprünge und der erneute Beginn in früheren Planungsphasen erforderlich, wenn die Planung förmlich in eine „Sackgasse“ geraten ist. Dies geschieht aufgrund unzureichender Berücksichtigung von Abhängigkeiten oder einer Fehleinschätzung der Planungsentwicklung. Aufgrund neuer Erkenntnisse kann es sinnvoll sein, die Planung mit geänderten Variablen wieder neu zu beginnen. Je detaillierter die *Planungsaufgaben* geplant werden, desto vielfältiger sind die Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den geplanten Prozessen, Ressourcen, Strukturen und der Lenkung. Das bedeutet: mit zunehmender Planungstiefe nimmt auch der *Komplexitätsgrad* zu.

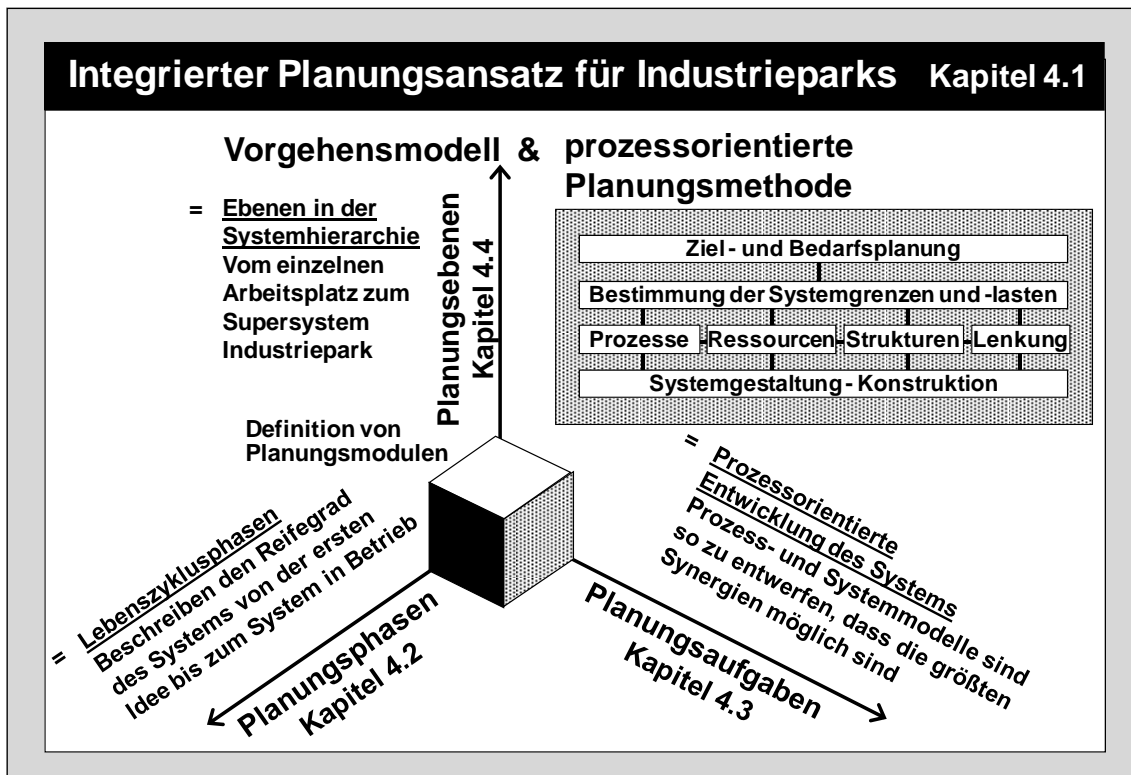


Abbildung 33: Integrierter Planungsansatz für Industrieparks

Abbildung 33 zeigt, wie mit dem entwickelten Vorgehensmodell *Planungsmodule* definiert werden, die sich aus *Planungsphasen*, *Planungsaufgaben* und *Planungsebenen* zusammensetzen. Diese *Planungsmodule* haben *räumliche* (= Planungsebenen), *funktionale* (= Planungsaufgaben) und *zeitliche* (= Planungsphasen) Dimensionen. Die *Planungsaufgaben* (siehe Abbildung 34 rechts) repräsentieren zugleich die prozessorientierte Planungsmethode (siehe Kapitel 5). Das System Industriepark wird dabei sowohl aus Prozesssicht (= dynamisch), als auch aus Struktursicht (= statisch) entwickelt. Die verschiedenen *Planungsobjekte* (z.B. Bauteile, Anlagen, Grundfunktionen, Räume) können in verschiedene hierarchische *Planungsebenen* (Arbeitsplatz, Zone, Bereich, Gebäude, Flurstück, Netzwerk Industriepark) unterteilt werden. Die zeitliche Komponente der Planung (= *Planungsphasen*) orientiert sich an den Lebenszyklusphasen der Planungsobjekte von der ersten Idee bis zum Systembetrieb. In den *Planungsphasen* nimmt der Reifegrad der Planung kontinuierlich zu. In den *Planungsebenen* wird die Planung immer detaillierter von dem Gesamtsystem bis zum einzelnen Arbeitsplatz. Entlang der *Planungsaufgaben* steigt die Systemkomplexität. Abbildung 33 verdeutlicht diese Zusammenhänge einer strukturierten die Planung aus zeitlicher (=Planungsphase), örtlicher (=Planungsebene) und funktionaler Sicht (=Planungsaufgabe). Das Vorgehensmodell ermöglicht somit die systemgerechte Bildung und Vernetzung von Planungsmodulen gemäß den Anforderungen aus Kapitel 4.1.1. Ziel ist es, dass Architekten, Ingenieure, und Fachplaner vom allerersten Planungsschritt an angehalten sind, eine gemeinsame Lösung Industriepark und nicht eine Vielzahl von unüberschaubaren Teilprojekten zu bearbeiten. Die im Vorgehensmodell definierten und vernetzten Planungsmodule ermöglichen es, die Planungsinhalte entlang ihrer Querschnittsfunktionen aufeinander abzustimmen. Die Planungsergebnisse werden aus funktionaler, zeitlicher und räumlicher Sicht so strukturiert, dass daraus detaillierte Pflichtenhefte für die Bauausführung zu erstellen sind. Diese qualitativen Beschreibungen der Bauteile, der technischen Anlagen und der Gebäudetechnik sind eine wertvolle Grundlage für den Industrieparkbetrieb und das Facility Management.

In den Planungsmodulen wenden die Planer spezifische Methoden und Modelle der Planung an, die den Planungsaufgaben, -ebenen und -phasen und der jeweiligen Sichtweise auf das Planungsobjekt und den Anforderungen, Zielen und Restriktionen gerecht werden.

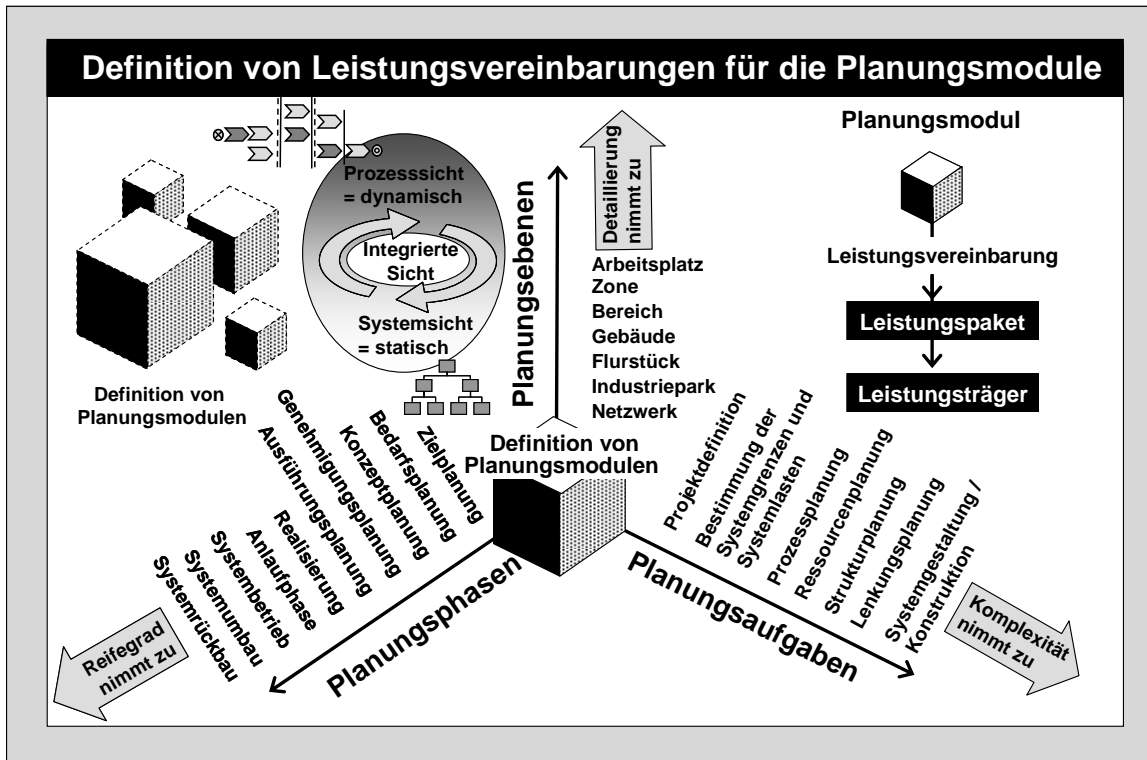


Abbildung 34: Definition von Leistungsvereinbarungen für die Planungsmodule

Abbildung 34 zeigt weiterhin, wie die Planungsmodule im dreidimensionalen Raum des Vorgehensmodells abzugrenzen sind. Neben der Abgrenzung und Definition der Planungsmodule sind auch die Schnittstellen und die Vernetzung zu den anderen Planungsmodulen herzustellen. Die Vernetzung ist überall dort sinnvoll, wo auf die Prozesse der anderen Standortteilnehmer im Systembetrieb Rücksicht genommen werden muss, oder Synergieeffekte zu erzielen sind. Die so definierten Planungsmodule ermöglichen es, überschaubare Planungseinheiten zu bilden, die von den verschiedenen Teams parallel oder sequenziell bearbeitet werden können.

Den einzelnen *Planungsmodulen* werden Leistungsvereinbarungen und Verantwortliche aus den Projektteams zugewiesen (siehe Abbildung 34). Die Leistungsvereinbarungen werden aus den Zielvorgaben, Anforderungen und Restriktionen definiert den den Planungsmodulen zugeordnet. Dadurch wird einerseits die Aufgabenstellung für die Bearbeiter der Planungsmodule beschrieben, andererseits sind die alternativen Planungslösungen anhand ihrer Erfüllungsgrade bzgl. der Leistungsvereinbarungen bewertbar. Es entstehen klar definierte Leistungspakete, die den Leistungseinheiten der unterschiedlichen Planungdisziplinen zugeordnet werden. Hierdurch sind präzise Lastenhefte aus Planungsmodulen und ergänzenden Leistungsvereinbarungen für die zu leistenden Planungen der Planungspartner zu definieren. Die Schnittstellen für die Steuerung der sich gegenseitig ergänzenden Planungsmodulen sind bereits im Vorgehensmodell durch die Abgrenzung der Planungsmodulen definiert. Durch die standardisierte Beschreibung der Planungsmodulen im Vorgehensmodell aus *Planungsphasen*, *Planungsaufgaben* und *Planungsebenen* wird die Kooperation in der Planung, in der Systemrealisierung und im Systembetrieb verbessert. Das gemeinsame Verständnis der Aufgabenstellung gewährleistet dabei eine gemeinsame, zielgerichtete Lösungsfindung. Die Planung wird durch die gemeinsame Konvention unmissverständlich und rückverfolgbar.

Nach der allgemeinen Definition von Planungsmodulen in einem dreidimensionalen Vorgehensmodell werden nachfolgend die Komponenten für die Definition der Planungsmodule präzisiert.

## 4.2 Definition von Planungsphasen

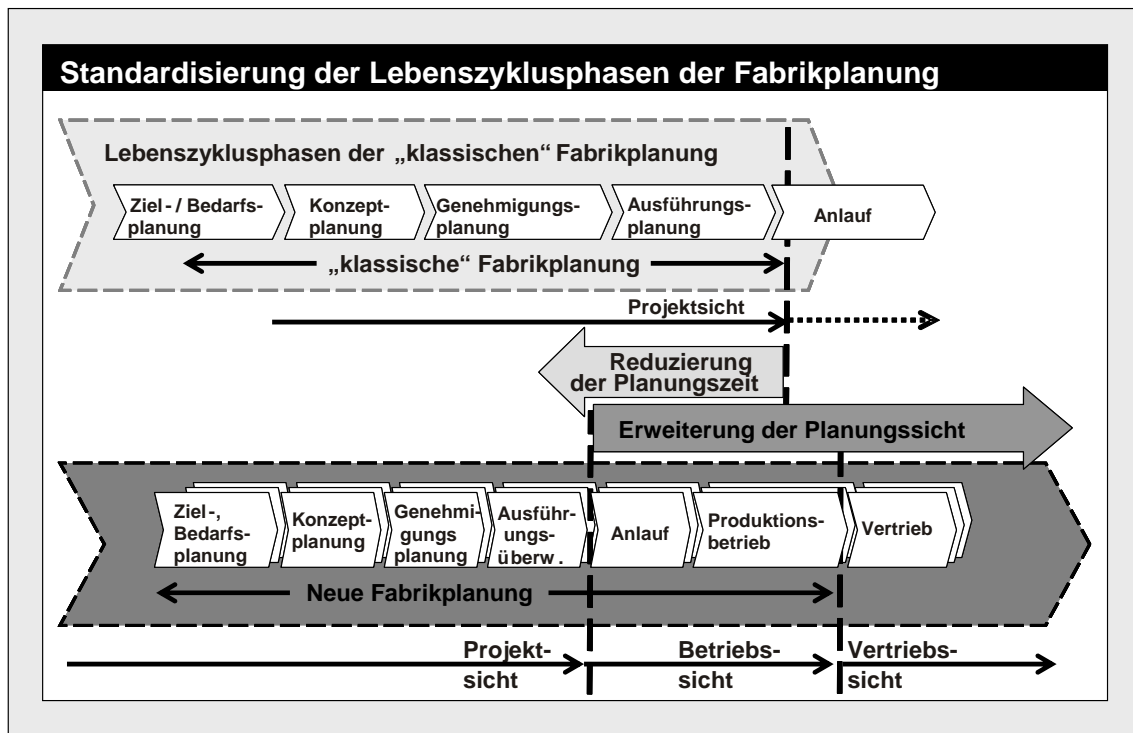


Abbildung 35: Ziel weiter Planungshorizont und reduzierte der Planungszeiten

An dieser Stelle werden Planungsphasen für das Vorgehensmodell zur Planung von Industrieparks definiert. Die „klassische Fabrikplanung“ endet mit der Errichtung der Fabrik mit ihren baulichen und technischen Anlagen (vgl. Abbildung 13). In Industrieparks der Automobilindustrie greift dieser „klassische“ Ansatz zu kurz. Erschwerend kommt hinzu, dass immer kürzeren Produktlebenszyklen zunehmend kürzere Planungszeiten zur Verfügung stehen. Abbildung 35 stellt oben die „klassische Fabrikplanung“ dar. Unten in der Abbildung ist die in dieser Arbeit entwickelte, erweiterte Sicht der Fabrikplanung von Industrieparks zu sehen. Aufgrund der vernetzten Dynamik im Industriepark müssen die dort angesiedelten Unternehmen untereinander Rücksicht nehmen. Die Koordination der Prozesse des Betriebs eines Industrieparks sind deshalb bereits in der Planung vorzunehmen, damit die Prozesse der Produktion und Logistik in den Phasen Anlauf und Produktionsbetrieb mit den angestrebten Synergien und in der gewünschten Qualität ablaufen. Insbesondere der Systemanlauf, der möglichst fehlerfreie Systembetrieb und der Systemum- oder -rückbau erfordern völlig neue Planungskonzepte.

So erfordert z.B. ein Produktwechsel neben der Umplanung der Prozesse i.d.R. auch eine Restrukturierung der Logistik- und Produktionsbereiche in den Fabriken eines Industrieparks. Die Dynamik des Planungsobjektes Industriepark erfordert ein dynamisch anpassbares, den Betrieb begleitendes Planungsmodell. In Kapitel 2.3.3 wurden bereits die in Abbildung 13 analysierten unterschiedlichen Begriffe der „klassischen Fabrikplanung“ auf die Lebenszyklusphasen *Ziel-, Bedarf-, Konzept-, Genehmigungs-, Ausführungsplanung* und die *Realisierung* generalisiert. Weiterhin sind für Industrieparks die Lebenszyklusphasen: *Anlaufphase, Betriebsphase, Systemumbau* und *Systemrückbau* von hoher Relevanz. Die Tabellen 6 - 8 zeigen diese Lebenszyklusphasen aus der System- und der Planungssicht im Überblick.


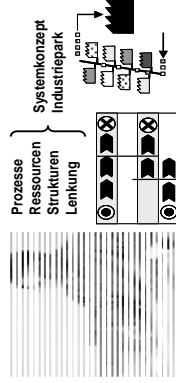
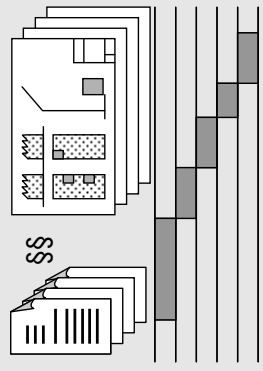
Definition von Planungsphasen der Fabrikplanung von Industrieparks				
Planungsphase	System-sicht	Planungssicht	Lösungsbausteine	Piktogramme und Beispiele
<b>Zielplanung</b>	Problemfindung	Zielworkshops zur Findung von Zielen, Anforderungen und Restriktionen der Planungsaufgabe.	Zielworkshop mit den beteiligten Disziplinen und Teilnehmern	
<b>Bedarfsplanung</b>	Problemdefinition	Entwicklung eines Rahmenprogramms für die Aufgabenstellung mit wichtigen Anforderungen für die Planung	Ermittlung des Bedarfs aus den Zielen, Anforderungen und Restriktionen, Definition der Aufgabenstellung und des Soll-Zustandes	Planungsaufgabe Neubau, Umbau, Rückbau Beteiligte, Planungsdisziplinen Istzustand / Sollzustand
<b>Konzeptplanung</b>	System-synthese und System-analyse	Erstellung erster Konzepte und System-modelle. Sehr kreative Planungsphase mit vielen Alternativkonzepten. Synthese von Systemmodellen und experimentelle Analyse hinsichtlich der Anforderungen aus der Bedarfsplanung.	Erstellen von alternativen Systemmodellen, an denen in Experimenten die Funktion und die Erfüllungsgrade gemessen werden	
<b>Genehmigungsplanung</b>	Systementscheidung	Auswahl und Entscheidung für eine Systemvariante der Konzeptplanung. Vorlage dieses Konzeptes als Genehmigungspläne bei Entscheidungsträgern und Behörden. Das Systemkonzept muss hierzu hinsichtlich Baukonstruktion, technische Gebäudeausrüstung, Statik, Brandschutz, Anlagentechnik genehmigungs-ungfähige Angaben und Konzepte enthalten.	Die Genehmigungspläne enthalten eine grafische und textliche Beschreibung der baulichen und technischen Anlagen, die Flächenanordnung, Zonierung, die Qualitäten der Baumaterialien, Fluchtwege, Ver- und Entsorgungskonzept, Arbeitsplatzbeschreibung, Brand-, Schallschutz, und statische Berechnungen und Nachweise	

Tabelle 6: Definition von Lebenszyklusphasen für die Planung von Industrieparks (1/3)



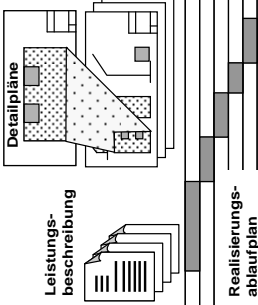

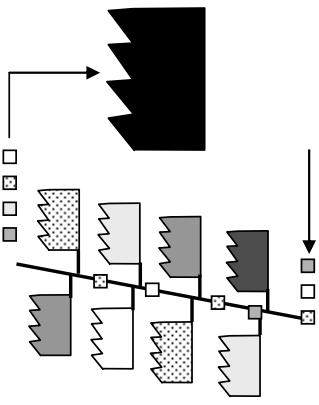
Definition von Planungsphasen der Fabrikplanung von Industrieparks				
Planungsphase	Systemsicht	Planungssicht	Lösungsbausteine	Piktogramme und Beispiele
<b>Ausführungsplanung</b>	Feinplanung des Systems, Definition von Leistungsvereinbarungen zur Realisierung des Systems	Detaillierung der Genehmigungspläne und Untersuchung der Details in z.B. Baukonstruktion, technische Gebäudeausrüstung, Tragwerksplanung, Anlagentechnik. Ermittlung der Massen, Mengen und Qualitäten zur Definition von Leistungsvereinbarungen für die Realisierung.	Detailplanung, Massen- Mengen-ermittlung, Definition der Qualitäten Erstellen von Leistungsbeschreibungen und -vereinbarungen, Vertragsstrafen Bauzeitenpläne, Qualitätsvereinbarungen	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bautagebuch</li> <li>• Leistungsvereinbarungen</li> <li>• Bauproduktqualitäten</li> </ul>
<b>Realisierung</b>	Realisierung des Systems	Umsetzungsstrategie für die Bauphase. Planung und Steuerung der Abfolgen von Fertigung, Montage und Lieferung von Gebäude, Anlagen und Infrastruktur. Überwachung der Einhaltung der Leistungsvereinbarungen während der Realisierung des Systems.	Führen eines Bautagebuches mit Fotodokumentation Überwachung eingebaute Qualitäten und Quantitäten, Überwachung der Bauzeiten und der Leistungsvereinbarungen, Mängelprotokolle	
<b>Anlaufphase</b>	Inbetriebnahme und Anlauf des Systembetriebs	Abnahme aller errichteten Systeme. Dokumentation und Verfolgung von Mängeln. Einweisen des Personals. Erstellen von Instandhaltungsplänen. Test und Probeanläufe der Produktions- und Logistiksysteme. Einweisen und Schulung des Personals. Schrittweise hochfahren der Produktions- und Logistiksysteme. Hochfahren der Anlagen auf die gewünschten Stückzahlen.	Abnahme aller Gewerke, Verfolgung von Gewährleistungsansprüchen, Dokumentation aller prüfungsrelevanten Unterlagen Regelung und Steuerung für den Systembetrieb aufbauen, Leistungsvereinbarungen mit Kooperationspartnern aufbauen	

Tabelle 7: Definition von Lebenszyklusphasen für die Planung von Industrieparks (2/3)

Definition von Planungsphasen der Fabrikplanung von Industrieparks				
Planungsphase	Systemsicht	Planungssicht	Lösungsbausteine	Piktogramme und Beispiele
<b>Systembetrieb</b>	Betrieb und Instandhaltung des Systems Industriepark	Überwachung der Abläufe und der Qualität der Produkte. Berücksichtigung aller Prüf- und Betreiberpflichten..	Controlling der Leistungskennzahlen und der Prozessabfolgen Verwaltung von Mieten, Pachten und Fremddienstleistungen Instandhaltung der baulichen und technischen Anlagen	
<b>Systemumbau Systemwechsel</b>	Umbau oder Wechsel des vorhandenen Systems	Austausch, Umgestaltung und teilweise Erneuerung von Systemen des Industrieparks. Planung und Umbau unter Berücksichtigung der bestehenden Teilsysteme. Der reibungslose Betrieb der bestehenden Teilsysteme ist während des Umbaus möglichst aufrecht zu erhalten.	Ausgehend von den bestehenden Systemen ist der Umbau zu untersuchen.	
<b>Systemrückbau</b>	Herrunterfahren des Systems, Demontage und Entsorgung	Demontage und vorschriftsgemäße Entsorgung bzw. Recycling von Systemen. Das schrittweise Herrunterfahren von Teilsystemen. Die Demontage von Teilsystemen.	Die Auswirkungen des Herrunterfahrens und des Rückbaus müssen in der Prozess-, Ressourcen- und Strukturplanung untersucht werden.	

Tabelle 8:

Definition von Lebenszyklusphasen für die Planung von Industrieparks (3/3)

Zwischen den Phasen Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung und Anlauf bestehen aufgrund des Wechsels von Planern zu Betreibern und schliesslich zum Vertrieb Wissensverluste und typische Informationsbarrieren. Der Datenaustausch zwischen Planung und Betrieb ist oft unvollständig und nicht kompatibel. Die Planungsmodelle stimmen deshalb leider im Betrieb nicht mehr mit den aktuellen Anlagen überein und sind nicht zu gebrauchen. Das Bereichsdenken in den unterschiedlichen Sichten: *Projekt - Betrieb - Vertrieb* muss folglich aufgebrochen werden, um ein hervorragendes Ergebnis über die gesamte Wertschöpfungskette erzielen zu können.

Hierzu sind frühzeitig im Projekt einheitlich Standards, Datenformate und Schnittstellen zu definieren. Zwischen der Planungs- und der Betriebssoftware sind geringe Datenverluste und eine Weiternutzung der Datenmodelle aus der Planung in der Betriebsphase anzustreben. Datenverluste und Mehrfachmodellierungen können so vermieden werden. Die Planungsmodelle dienen für Experimente zur kontinuierlichen Verbesserung im Betrieb. Anwendungsfälle können z.B. die Untersuchung der Auswirkungen schwankender Stückzahlen, die Einführung neuer Modelle oder verschärfter gesetzlicher Anforderungen sein. Die Fabrikplanung wird eine die Lebensphasen des Industrieparks begleitende Aufgabe.

#### **Zwischenfazit:**

Die im Rahmen dieser Arbeit definierten zehn Lebenszyklusphasen (siehe Tabellen 6-8) für die Fabrikplanung von Industrieparks dienen als Meilensteine im Projektablauf und markieren unterschiedliche Reifegrade der Planung. Damit ist die Planung von der ersten Idee bis zu einem produzierenden Netzwerk von Fabriken rückverfolgbar. Ursachen für mögliche Planungsfehler sind aufgrund betriebsprozessorientierten Planung frühzeitig zu erkennen. Die Planungsqualität steigt im Hinblick auf ein funktionierendes Produktions- und Logistiknetzwerk.

### **4.3 Planungsaufgaben für die prozessorientierte Systembildung**

Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Planungsanforderungen an die Fabrikplanung können in dieser Arbeit nur die Funktionalitäten des gewählten Anwendungsbeispiels „Industriepark der Automobilindustrie“ berücksichtigt werden. Gegenüber einer stark von der Intuition und Erfahrung des jeweiligen Planers geleiteten Planungsansatzes, wird in dieser Arbeit eine plausible Planungsmethode entwickelt. Die Planungsaufgaben sind der Kern Planungsmethode, in dem ein System aus den *Prozessen, Ressourcen, Strukturen* und der *Lenkung* entwickelt wird (siehe Abbildung 29). In den Planungsaufgaben werden verschiedene Methoden und Instrumente eingesetzt. Für jeden spezifischen Planungsfall sind geeignete verschiedene Methoden und Instrumente anzuwenden.

#### **4.3.1 Beispiel für Planungsaufgaben in der Konzeptplanung**

Abbildung 36 zeigt fünf Planungsaufgaben in der Konzeptplanung von Industrieparks, welche in dieser Arbeit entwickelt wurden. Ziel der Konzeptplanung ist es, die *Prozesse, Ressourcen, Strukturen* und die *Lenkung* in einem *integrierten System* gemäß den Anforderungen, den Zielen und dem Bedarf so zu gestalten, dass ein Gesamtoptimum erzielt werden kann. In der *Planungsaufgabe 1* wird das Planungsprojekt gestartet. Der Problem- / Aufgabenbereich wird gemeinsam mit den Projektbeteiligten analysiert. Die festgestellten Ziele, Anforderungen und Restriktionen, werden untersucht und in eine Aufgabenstellung überführt. In einem Industriepark existieren i.d.R. bereits Vorgaben des Herstellers bzgl. der geplanten Produkte, Module und Stückzahlen. Diese Vorgaben sind in Ziele und Teilziele zu untergliedern und eine Projektstruktur, sowie die Projektbeteiligten zu bestimmen. In der *Planungsaufgabe 2* werden die Systemgrenzen identi-

fiziert und definiert. Die Systemgrenzen können durch die damit verbundenen Organisationsbereiche (= Eingriffsbereich) oder einen größer gefassten Problembereich (= Problemfeld bzw. Untersuchungsbereich) bestimmt werden.

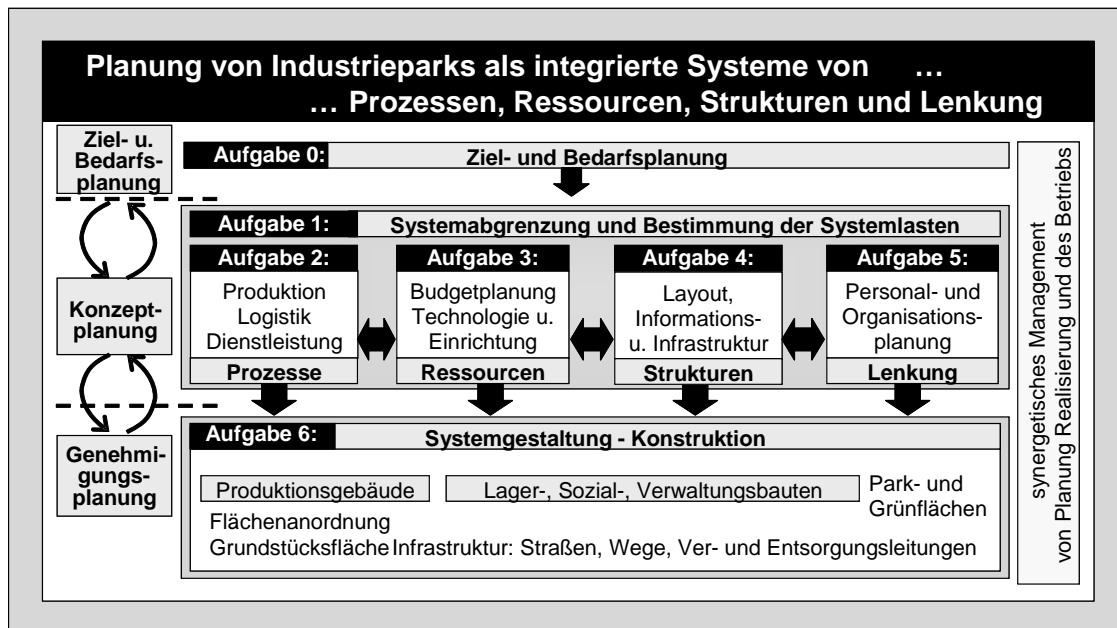


Abbildung 36: Gestaltung eines integrierten Systems aus Prozessen, Ressourcen, Strukturen und Lenkung für einen Industriepark

Die Systemgrenzen werden primär durch den Eingriffsbereich und unter Einbeziehung der folgenden Überlegungen abgesteckt:

- Wie weit erstrecken sich die unterschiedlichen Einflussbereiche der Beteiligten?
- Gibt es technische oder organisatorische Lösungsmöglichkeiten für das effiziente Management der Teilsystemgrößen?
- Wo sind gute Synergieeffekte zwischen den Teilsystemen zu erwarten?

Die Grenzen des Problembereichs sind i.d.R. unklar, da sie oft nicht mit physischen, organisatorischen oder ähnlichen Grenzen eines Objektes identisch sind. Durch das schrittweise Herantasten an die Problemstellung und deren hypothetische Eingrenzung werden die Grenzen des Untersuchungsbereiches ausgedehnt oder eingengt.

Das Dortmunder Prozesskettenmodell [Kuhn95] dient als Grundlage für die folgenden vier Planungsaufgaben, in denen die Prozesse (*Planungsaufgabe 3*), die Ressourcen (*Planungsaufgabe 4*), die Strukturen (*Planungsaufgabe 5*) und die Lenkung (*Planungsaufgabe 6*) aus prozessorientierter Sicht geplant werden. Die Planung schließt mit der *Planungsaufgabe 7*: Systemgestaltung ab. Die Planungsergebnisse der sechs vorangegangenen Planungsphasen werden in dieser Phase zu einem Gesamtsystem komponiert. Abbildung 37 zeigt die Planungsaufgaben in der Konzeptplanung in ihrem Wirkgefüge. Es wird deutlich, dass jede der einzelnen Planungsaufgaben direkt oder indirekt von den anderen abhängt bzw. von diesen beeinflusst werden kann. Die Planungsaufgaben bauen aufeinander auf und sind vernetzt zu betrachten. Die Prozesse benötigen Ressourcen. Die Anordnung der permanenten Ressourcen bestimmt die Struktur des Systems. Mit der Lenkung werden die Prozesse und die Ressourcen gesteuert. Aufgrund dieser Zusammenhänge ist die Planungsfolge *Projektdefinition, Systemabgrenzung mit Bestimmung der Systemlasten, Prozessplanung, Ressourcenplanung, Strukturplanung, Gestaltung der Organisation / Lenkung* ist besonders bei Industrieparks empfehlenswert.

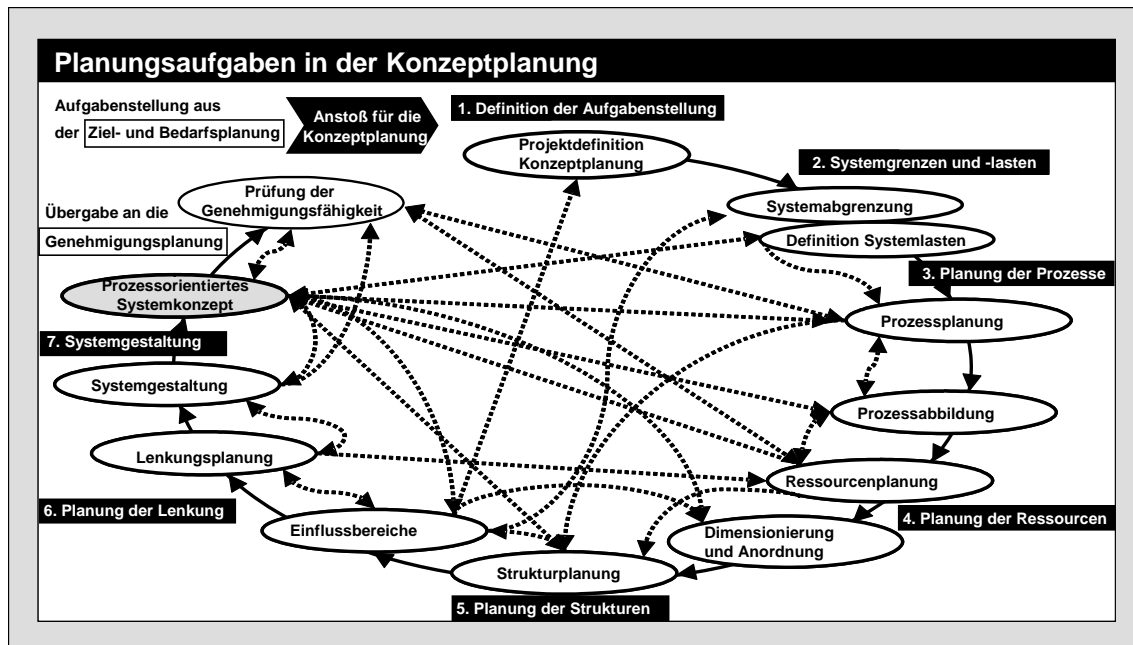


Abbildung 37: Systematisches Vorgehen in der Konzeptplanung

Experimente mit den System- und Prozessmodellen sind zentraler Bestandteil der Planungsmethode. Erst die integrierte Betrachtung aller Planungsaufgaben ermöglicht eine schlüssige Systemgestaltung. Für die in der Konzeptplanung entwickelten sieben Planungsaufgaben wird nachfolgend ein allgemeingültiger Ansatz gesucht, welcher auch für die anderen Planungsphasen anwendbar ist.

### 4.3.2 Definition von Planungsaufgaben

Nachfolgend werden sieben Planungsaufgaben für Industrieparks definiert. Die Planungsaufgaben sind Lösungsbausteine der neuen Konstruktionsmethode. Aufgrund der Vor- und Rücksprünge zwischen den einzelnen Lösungsbausteinen ist ein evolutionärer Planungsansatz erforderlich. Die dargestellte Reihenfolge 1-7 ist dennoch sinnvoll, da die Planungsaufgaben jeweils aufeinander aufbauen. Der vollständige Nachweis der Anwendbarkeit des Vorgehensmodells für Industrieparks und für andere Planungsfälle ist im Rahmen dieser Arbeit nicht zu leisten. Es erfolgt deshalb ein exemplarischer Nachweis für ein repräsentatives Anwendungsszenario in Kapitel 6. Die identifizierten sieben Planungsaufgaben sind in Tabelle 9 nur kurz beschrieben und definiert. Aufgrund der hohen Bedeutung und des Umfangs werden sie im Kontext der prozessorientierten Konstruktionsmethode in Kapitel 5 genauer erläutert.

Kern der entwickelten prozessorientierten Konstruktionsmethode ist es, Modelle der Prozesse, der Ressourcen, der Strukturen und der Lenkung experimentell zu erproben und daraus ein ganzheitliches Systemmodell zu entwickeln. Dabei werden die Auswirkungen, die Wirkbeziehungen und die Veränderungen des Systems bereits in der Planung untersucht.

Aufgrund der unterschiedlichen Einflussbereiche sind hierbei Systemgrenzen zu definieren, an denen aufgrund der unterschiedlichen Leistungsobjekte verschiedene Systemlasten anliegen. Die Systemlasten resultieren wiederum aus den Prozessen. Leistungsobjekte treten in den Planungsbereich ein (= Quellen) werden dort transformiert und verlassen ihn wieder mit neuen Eigenschaften (= Senken). Damit die Prozesse ablaufen können, sind hierfür die Ressourcen, Strukturen und Lenkung (=Organisation) zu definieren. Das hier entwickelte Vorgehensmodell soll sicherstellen, dass die Kooperation von Lieferanten, Industriepark und Hersteller möglichst effizient ablaufen kann und die Bündelungs- sowie die Synergieeffekte weitgehend erschlossen werden. Aufgrund der hohen Dynamik von Industrieparks wird dabei ausgehend von den

Prozessen das System gestaltet. Ohne eine genaue Kenntnis der Prozesse können die Strukturen weder sinnvoll angeordnet und vernetzt, noch die Ressourcen sinnvoll gestaltet und eingesetzt werden. Der möglichst effiziente Ablauf der Prozesse stellt den wirtschaftlichen Erfolg der Standortteilnehmer im Industriepark sicher. Diese Prozesse sind einerseits zu planen und andererseits im Betrieb durch gezielte Lenkung zu steuern. Ziel der entwickelten Planungsmethode ist es, nicht einmalig die Prozesse zu bestimmen und anschließend mit der Dimensionierung und Anordnung der Flächen zu beginnen, sondern Prozesse, Ressourcen, Strukturen und Lenkung in ihrem Wirkzusammenhang experimentell zu entwickeln.

<b>Planungsaufgaben für die prozessorientierte Systembildung</b>		
<p><b>Definition der Aufgabenstellung</b>            Klärung der Ziele, Anforderungen, Bedarf, Erhebung der Daten der Ist- und Sollsituation, Definition der Projektstruktur (Aufbau- und Ablauforganisation) Verantwortlichkeiten, Verhaltensregeln.</p>	<p><b>Lösungsbausteine</b>            möglichst präzise Aufgabenstellung, Ziele, Restriktionen, Soll-Zustände.</p>	<p>Das Diagramm zeigt ein Element in einer gestrichelten Form. Innerhalb sind vier Boxen angeordnet: 'Lenkung' (oben), 'Prozesse' (Mitte), 'Strukturen' (unten links) und 'Ressourcen' (unten rechts). Pfeile verbinden diese Boxen untereinander und mit den Elementarzeichen (Kreis mit Punkt und Kreis mit Kreuz) an den Ecken.</p>
<p><b>Bestimmung der Systemgrenzen und -lasten</b>            Definition von Systemgrenzen, Quellen und Senken identifizieren, Bestimmung der gewünschten Systemlast mit Leistungsobjekten oder Prozessen (z.B. geplante Stückzahlen).</p>	<p><b>Lösungsbausteine</b>            Systemgrenzen, Quellen, Senken, Systemlast.</p>	<p>Ein Diagramm, das eine Systemgrenze als gestrichelte Linie darstellt. Innerhalb der Grenze sind zwei Kreise mit einem Punkt (Quellen) und zwei Kreise mit einem Kreuz (Senken) zu sehen.</p>
<p><b>Planung der Prozesse</b>            Prozesse aufnehmen, analysieren, modellieren. Prozessmodelle mit den zu transformierenden Leistungseinheiten aus den Quellen belasten.</p>	<p><b>Lösungsbausteine</b>            Prozessmodelle für verschwendungsarme Prozessdurchläufe.</p>	<p>Ein Diagramm, das Prozessmodelle zeigt. Es besteht aus mehreren gestrichelten Formen, die durch Pfeile verbunden sind, was den Prozessfluss darstellt.</p>
<p><b>Planung der Ressourcen</b>            Funktionsbestimmung der Ressourcen aus den Prozessen. Dimensionierung der Ressourcen zur Bedienung der Prozesse und Systemlasten.</p>	<p><b>Lösungsbausteine</b>            Performance der Ressourcen aus Funktion und Dimension.</p>	<p>Ein Diagramm, das die Ressourcenplanung zeigt. Es besteht aus einem Netzwerk von Kreisen, die durch Pfeile verbunden sind, was die Interaktionen zwischen Ressourcen darstellt.</p>
<p><b>Planung der Strukturen</b>            Anordnung und Variation der Ressourcen, Planung von Layout und Kommunikationsstruktur, Bündelung gleicher oder sich beeinflussender Ressourcen, Abschirmung sich störender Ressourcen.</p>	<p><b>Lösungsbausteine</b>            Strukturen nach Ablauf oder nach Funktion, Modulbildung, Layout.</p>	<p>Ein Diagramm, das die Strukturplanung zeigt. Es besteht aus einem Netzwerk von Kreisen, die durch Pfeile verbunden sind, was die Interaktionen zwischen Ressourcen darstellt.</p>
<p><b>Planung der Lenkung</b>            Bestimmung von notwendigen Informationen für die Regelung und Steuerung. Gestaltung der Ebenen und Regeln zur Lenkung der Abläufe.</p>	<p><b>Lösungsbausteine</b>            Lenkungsebenen, Bottom up, Top down.</p>	<p>Ein Diagramm, das die Lenkungsebenen zeigt. Es besteht aus vier horizontalen Ebenen: 'Normative', 'Administrative', 'Dispositive' und 'Netzwerk Prozesse'. Pfeile zeigen den Informationsfluss zwischen diesen Ebenen an.</p>
<p><b>Systemgestaltung - Konstruktion</b>            Gestaltung des Gesamtsystems. Das Konzept des Systems wird gemäß den Anforderungen analysiert, konstruiert und realisiert. Ergebnis: Aufeinander abgestimmte Planungs- und Systemmodule.</p>	<p><b>Lösungsbausteine</b>            Analyse, Gestaltung und Detaillierung der Elemente, Module und des Gesamtsystems. Überführung virtueller Planungsmodule in reale Systemmodule.</p>	<p>Ein Diagramm, das die Systemgestaltung zeigt. Es besteht aus einem Netzwerk von Kreisen, die durch Pfeile verbunden sind, was die Interaktionen zwischen den Systemmodulen darstellt.</p>

Tabelle 9: Planungsaufgaben für die prozessorientierte Systemplanung

## 4.4 Planungsebenen

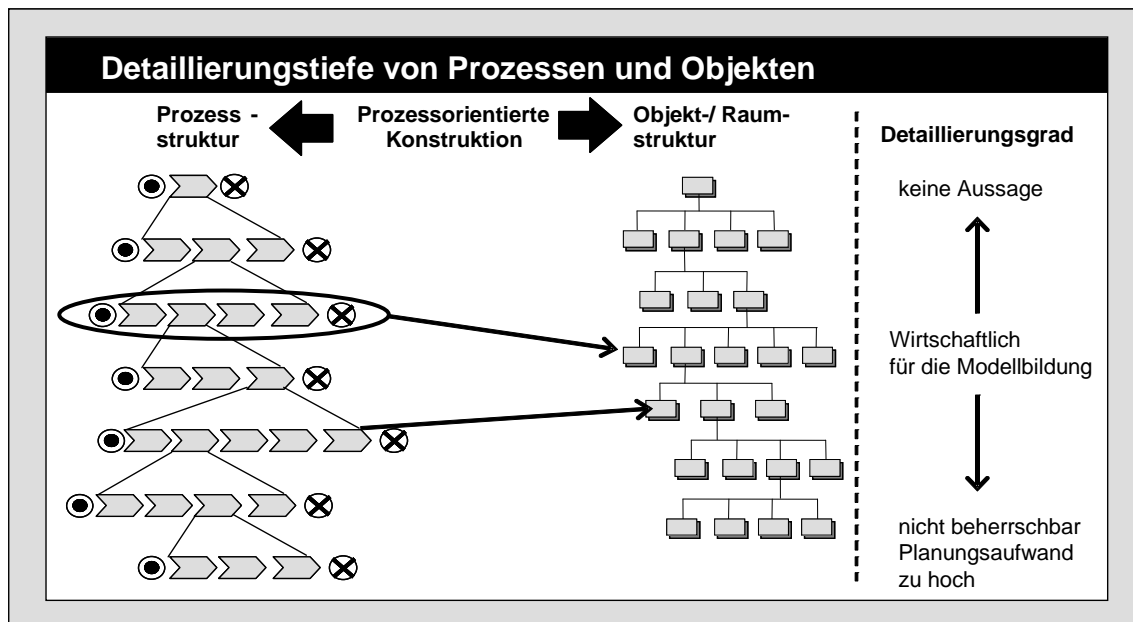


Abbildung 38: Entwicklung der Ressourcenstruktur aus der Prozessstruktur

Die Planungsebenen für das Vorgehensmodell müssen sowohl für die Objektstruktur als auch für die darin betrachtete Prozessstruktur gelten. In Abbildung 38 werden die Prozessketten den Organisationseinheiten bzw. Objekten zugewiesen. Die Objekte beanspruchen einen definierten Raum. Die Prozesse benötigen oft ebenfalls Räume und laufen über die Objekte ab. Die Räume sind folglich so zu planen, dass die Objekte in ihnen Platz finden. Sie sind so anzuordnen und zu dimensionieren, dass die Prozesse wirtschaftlich ablaufen (= Betriebsicht). Aus der Sicht der Planung ist folglich die Raum-/Objektstruktur auf die Prozessstruktur abzustimmen. Dabei sind meist auch die über- und untergeordneten Prozesse und Objekte zu betrachten. Die Detaillierungstiefe der Betrachtung in der Planung ist so zu wählen, dass die Modellbildung noch wirtschaftlich darstellbar ist. Denn je tiefer die Planungsebene gewählt wird, desto detaillierter werden die Prozesse und Objekte betrachtet. Das wiederum erhöht den Planungsaufwand.

In dieser Arbeit wird eine kombinierte Sicht auf Prozesse, Objekte und Strukturen verfolgt. Durch die Definition von Planungsebenen in einem Vorgehensmodell entstehen hierarchische Strukturen, welche die Dokumentation der Daten für die Planung und den Betrieb unterstützen.

Bei der Modellierung des Systems Industriepark sind die folgenden Regeln zu beachten:

- Die Funktionen eines Elementes werden im Wesentlichen von den Prozessen bestimmt, die über das Element ablaufen. Typische Elemente in einem Industriepark sind die Ressourcen (Betriebsmittel, Maschinen, Anlagen, Fabrikgebäude), in denen die Prozesse der Produktion und Logistik ablaufen. Erst durch die Belastung der Ressourcen mit den geplanten Prozessen können die Ressourcen dimensioniert, oder eine Entscheidung für mehrere Elemente getroffen werden.
- In den Prozessmodellen können sinnvolle Systemgrenzen identifiziert werden und die funktionalen Mindestanforderungen der Haupt- und Subprozesse an die Systemelemente definiert werden.
- Jeder Prozess hängt von den vorhergehenden und nachfolgenden Prozessen ab. Die im Prozess transformierten Leistungsobjekte (Bestandteile des Produktes) kommen aus einer Quelle (z.B. Lieferant 2nd Tier) oder den vorgelagerten Prozessen und gelangen nach der Transformation im Prozess in eine Senke oder Folgeprozesse schließen sich daran an.

- Kein Element entsteht vollkommen aus dem Nichts. Der Sollzustand des Elementes hängt von den vorausgehenden Zuständen in der Elemententstehung ab. Die Erstellung eines Industrieparks erfolgt z.B. in verschiedenen Planungs- und Bauphasen vom Rohbau über die Fertigstellung der Gebäudehülle, den Innenausbau bis zur Einrichtung bzw. Montage der technischen Anlagen. Bestehen Elemente bereits, so beeinflussen die Ist-Zustände der Elemente die geplanten Sollzustände als wesentliche Einflussfaktoren (z.B. Umbau vorhandener Strukturen).
- Existierende Elemente können eine zentrale Position einnehmen und die weitere Entwicklung wesentlich bestimmen. Vorhandene statisch wirksame Kerne, tragende Wände und Stützen in der Gebäudestruktur oder Schwermaschinen sind z.B. nur mit großen Aufwendungen zu verändern. Diese Fixpunkte sind in der Planung so anzuordnen, dass Variabilität der anderen Strukturelemente noch gegeben ist.

Abbildung 39 zeigt eine kombinierte prozess- und strukturorientierte Systemsicht auf einen Industriepark. Auf der Grundlage der Prozessmodellierung werden die Organisationseinheiten und damit die Bereiche der zu konstruierenden Module des Industrieparks aus der Prozesssicht abgegrenzt (siehe Abbildung 39 links).

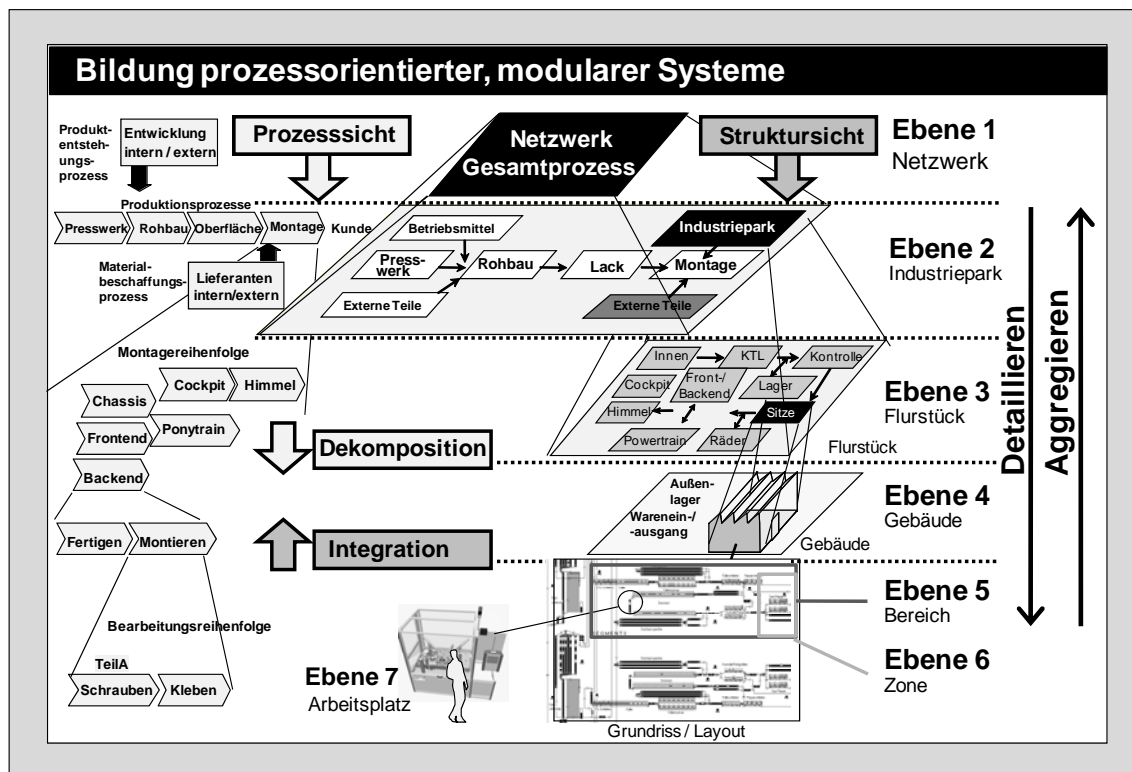


Abbildung 39: Kombinierte System- und Prozesssicht auf den Industriepark

Die Systemebenen lassen sich durch die Detaillierung der Prozessketten ebenfalls abbilden. So können z.B. viele kleine Teilsysteme oder wenige größere Teilsysteme gebildet werden, welche die Prozessabläufe optimal unterstützen. Für besonders bedeutende Prozessschritte ist es z.B. notwendig, eine entsprechende Organisationseinheit zu definieren. Hierfür muss der Konstrukteur aufgrund der Bedeutung und des Organisationsaufwandes im Prozessablauf die richtigen Einheiten, Dimensionen und Schnittstellen bilden. In der Systemsicht (siehe Abbildung 38 rechts) liegt der Fokus auf den Schnittstellen, die sich zwischen den Modulen der Fabriken befinden. Diese Schnittstellen bestehen nicht nur zwischen den technischen Modulen, sondern auch unter den Organisationseinheiten. Die Abgrenzung von Elementen und Teilsystemen des Gesamtsystems entspricht dem Ansatz der Dekomposition und ermöglicht



handhabbare Module. Diese müssen durch Austestung der Prozessabläufe wieder zu einem Gesamtsystem integriert werden. Ziel ist es, die Organisation des Betriebes durch selbststeuernde Module so zu gestalten, dass die Prozesse über die Schnittstellen der verschiedenen Verantwortungsbereiche optimal ablaufen. In Abbildung 38 sind verschiedene Detaillierungsebenen für die Prozesse und die Systemstruktur exemplarisch dargestellt. Der Planungsaufwand und die Komplexität des Systems nimmt mit zunehmender Betrachtungstiefe zu. Deshalb sollten nur die Strukturen und Prozesse detailliert werden, bei denen es aufgrund der Anforderungen oder Komplexität erforderlich ist.

Für das Planen und das Betreiben von Fabrikstrukturen in Industrieparks ist es erforderlich, auf der Basis verschiedener Strukturebenen die Prozesse zu betrachten. Dabei lassen sich die Ebenen *Arbeitsplatz*, *Bereich*, *Fabrik*, *Industriepark* und *Standort* differenzieren. Die unterschiedlichen Planungsebenen sind hierarchisch aufgebaut (siehe Abbildung 40). Die Ebenen Arbeitsplatz und Bereich bilden in ihrer Einheit die Fabrik, welche im Zusammenhang mit der Gebäudearchitektur zu planen ist. Die Anordnung der Gebäude und die Ver- und Entsorgung über die Infrastruktur, die Verkehrswege und unbebauten Flächen beeinflussen die Leistungsfähigkeit des gesamten Netzwerks. In jeder Planungsebene sind typische Planungsobjekte vorzufinden, welche unterschiedlich detailliert zu planen sind. Das Netzwerk der Standortpartner im Industriepark und die standortübergreifende Vernetzung mit dem Hersteller und den Lieferanten stellen eine Besonderheit des Konstruktes Industriepark dar. Alle Wertschöpfungspartner müssen gemeinsam ein kundenspezifisches Produkt *Just in Sequence* produzieren. Aus diesem Grunde sind die unterschiedlichen Planungsebenen vom *Netzwerk* bis zum *Arbeitsplatz* vernetzt zu betrachten. Nachfolgend werden diese *Planungsebenen* und ihr Betrachtungsraum näher beschrieben und definiert.

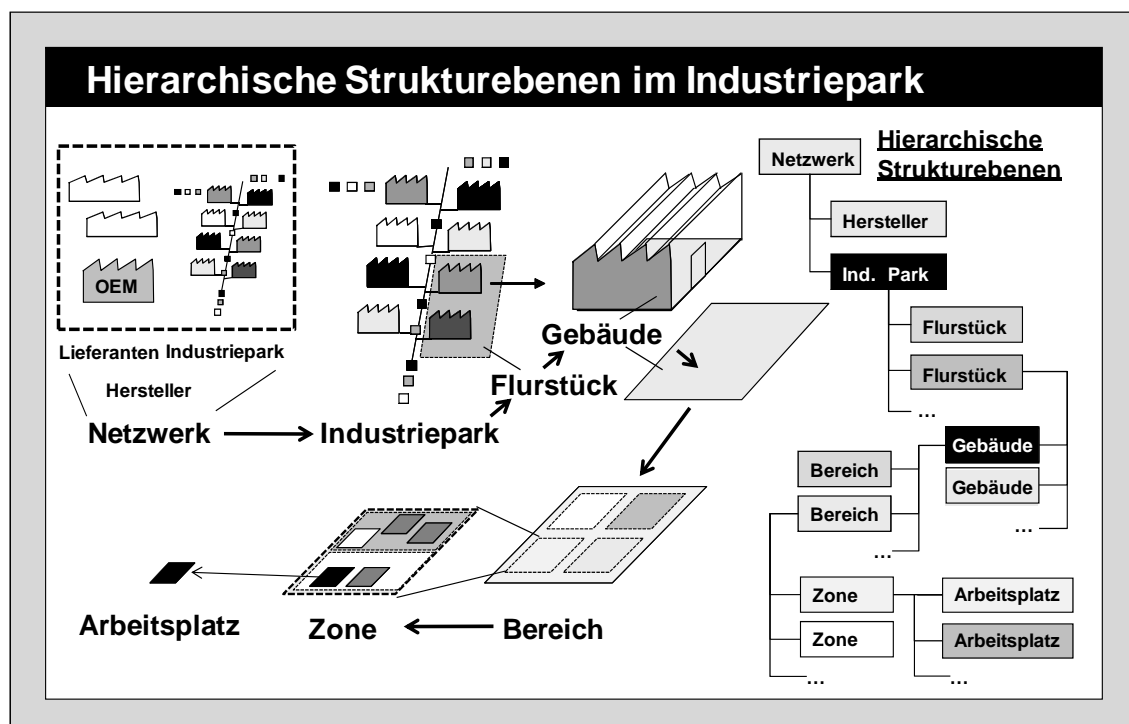


Abbildung 40: Hierarchische Strukturebenen im Industriepark

#### 4.4.1 Netzwerkebene

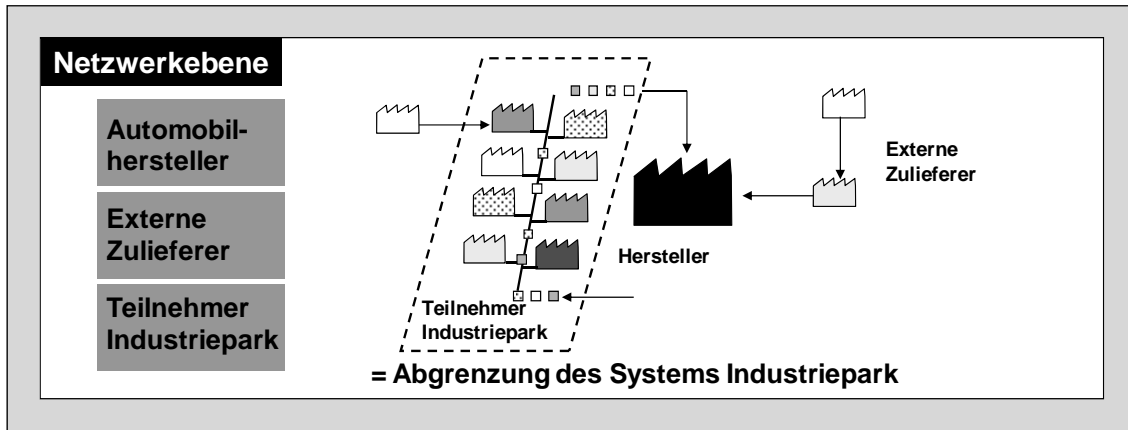


Abbildung 41: Netzwerkebene

Das Netzwerk setzt sich im Wesentlichen aus dem Automobilhersteller (OEM), den in der Nähe angesiedelten Lieferanten und dem Industriepark zusammen. Die Ziele und Restriktionen dieser unterschiedlichen Wertschöpfungspartner beeinflussen den Aufgabenbereich des Industrieparks. Insbesondere der Hersteller macht Vorgaben zu Lieferzeiten, Reihenfolgen, Ankunftszeiten und Qualitäten der Teile und Module aus dem Industriepark. Die in der Nähe angesiedelten Lieferanten beliefern den Hersteller und den Industriepark. Auf der Netzwerkebene ist das System Industriepark sinnvoll abzugrenzen und mit seinen Beziehungen zu den Umsystemen zu betrachten.

#### 4.4.2 Industrieparkebene

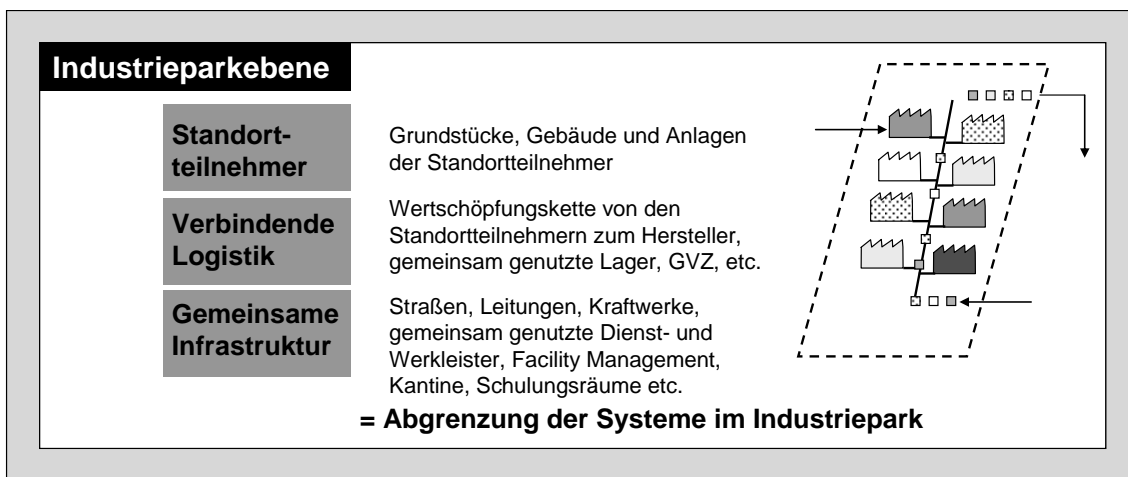


Abbildung 42: Industrieparkebene

Die Industrieparkebene setzt sich aus den verschiedenen Standortteilnehmern, die diese und mit dem Hersteller verbindenden Logistik sowie der gemeinsamen Infrastruktur zusammen. Die verschiedenen Nutzungszonen werden aufgrund verschiedener Einflussfaktoren zentral oder dezentral gestaltet. Die Restriktionen und Anforderungen der Standortteilnehmer bestimmen die Produktions- und Lagerbereiche. Die Wareneingangs- und Versandbereiche werden durch die Struktur und Intensität des externen Materialflusses beeinflusst. Der Standort Industriepark kann über die gemeinsam genutzte Infrastruktur (z.B. Parkplätze, Verwaltung, Facility Management, Ver- und Entsorgung, Fuhrpark, Reinigung, Sozialbereiche, Werkstätten, Freigelände) und Logistik (z.B. Zentrallager, GVZ) viele Synergieeffekte erzielen. Diese Synergien sind durch experimentelle Belastung der Strukturvarianten mit den Prozessen zu untersuchen. Der Bedarf

an Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, werksinterner Transport kann zentral gesteuert werden. Kostenintensive Maßnahmen für Brandschutz (z.B. Werksfeuerwehr, Sprengleranlagen), Bundes-Immissionsschutz, Arbeitsschutz können zentral angeboten und auf die Standortteilnehmer umgelegt werden.

#### 4.4.3 Flurstückerbene

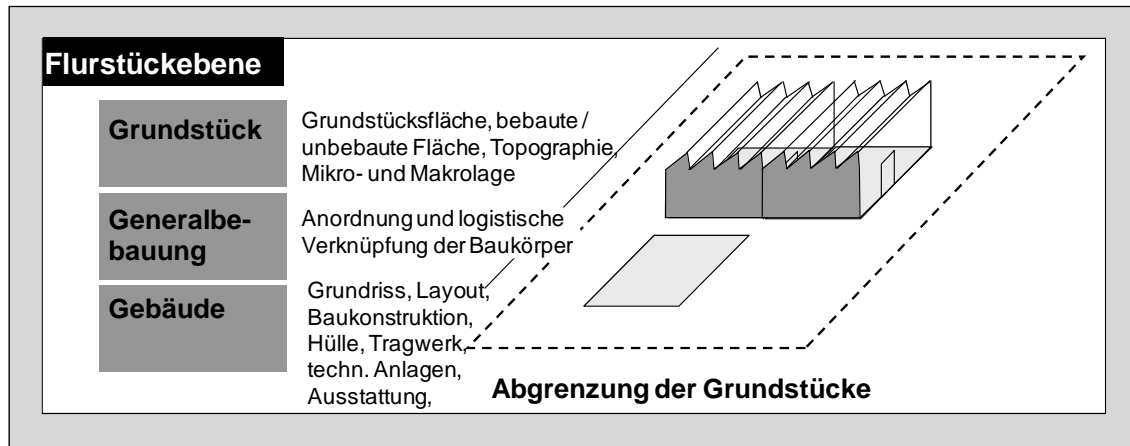


Abbildung 43: Flurstückerbene

Die Flurstückerbene ist der Geschäftsbereich des einzelnen Standortteilnehmers. Diese Ebene lässt sich in die Teilbereiche unbebaute und bebaute Flächen unterteilt werden. Die unbebauten Flächen können in Verkehrs-, Lager-, Grün- oder optionale Erweiterungsflächen untergliedert werden. Das Flurstück ist das vermessene und im Grundbuch in der Gemarkung eingetragene Stück der Erdoberfläche, welches einem Grundstückseigentümer gehört. Die Topographie (z.B. Hanglage, Bodenverhältnisse), die Mikrolage innerhalb des Industrieparks und die Makrolage (z.B. Verkehrsanbindung zu externen Lieferanten) prägen das Flurstück. Die Generalbebauung wird durch die Form, Dimensionen und Anordnung der Gebäude auf dem Flurstück festgelegt. Die Verknüpfung und Anordnung der Baukörper erfolgt aus materialfluss- und verkehrswegentechnischen Gesichtspunkten. Das Veränderungspotential der einzelnen Gebäude und des Industrieparks bestimmt erforderliche Entwicklungsflächen bzw. -achsen. In der Generalbebauung wird sowohl das Werkslayout, als auch die Entwicklung dieser Flächen festgelegt.

#### 4.4.4 Gebäudeebene

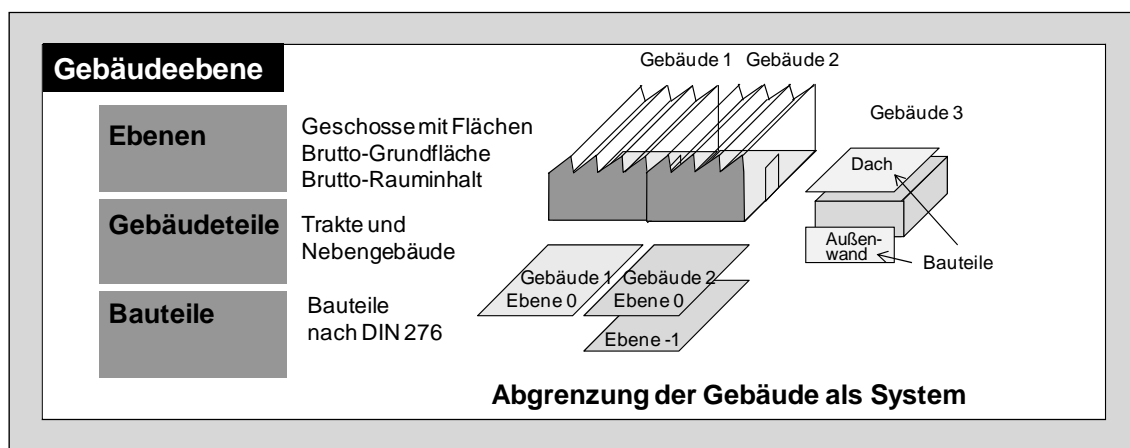


Abbildung 44: Gebäudeebene

Gebäude können als eigenständige Einheiten abgegrenzt werden. Innerhalb eines Gebäudes können verschiedene Ebenen und Räume unterschieden werden. Das Gebäude kann aus architektonischer Sicht in die Bereiche Layout, Grundriss, Baukonstruktion, Tragwerk, Hülle und technische Ausstattungen untergliedert werden. Das Layout wird durch die Produktionsprinzipien und den Materialfluss bestimmt und beschreibt den Kernbereich der Produktion. Ergänzend werden im Grundriss die Sozial-, Technik-, Verwaltungsbereiche sowie erforderliche Verkehrswege und Nebenräume angeordnet, miteinander verbunden und dimensioniert. Die Baukonstruktion lässt sich nach Baumaterialien (z.B. Mauerwerksbau, Holzbau, Stahlbau, Stahlbeton), Bauart (z.B. Baustellenfertigung, Fertigteile), Baustruktur (z.B. Scheiben, Skelett, Zellen) unterscheiden. Das Tragwerk bildet das Grundgerüst des Gebäudes und besteht aus tragenden und aussteifenden Bauteilen. Die Hülle des Gebäudes hat eine abschirmende Funktion. Sie schützt vor der Witterung (Feuchtigkeit, Kälte, Wärme), vor Schall und Schmutzpartikeln. Hüllende Bauteile wie z.B. Wände und Decken werden auch innerhalb der Gebäude zur Abschirmung von Lärm- oder Luftemissionen eingesetzt.

In der Baukonstruktion werden die Anordnung und das Fügen der tragenden und hüllenden Bauteile sowie deren Öffnungen (z.B. Tore, Türen und Fenster) geplant. Die Gestaltung der Bauteile erfolgt durch die Auswahl der Baumaterialien, der Farbe, der Oberflächentextur sowie der Verzierungen. Technische Anlagen bestehen meist aus einer Zentrale (z.B. Heizung), Endverbrauchern (z.B. Heizkörper, Heizregister) und deren Ver- und Entsorgung über Leitungen (z.B. Rohrnetz). Die technischen Anlagen sind in die Baukonstruktion so zu integrieren, dass die hüllenden bzw. tragenden Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden und dass die Ver- und Entsorgung der Endverbraucher der technischen Anlagen gewährleistet ist.

#### 4.4.5 Bereichsebene

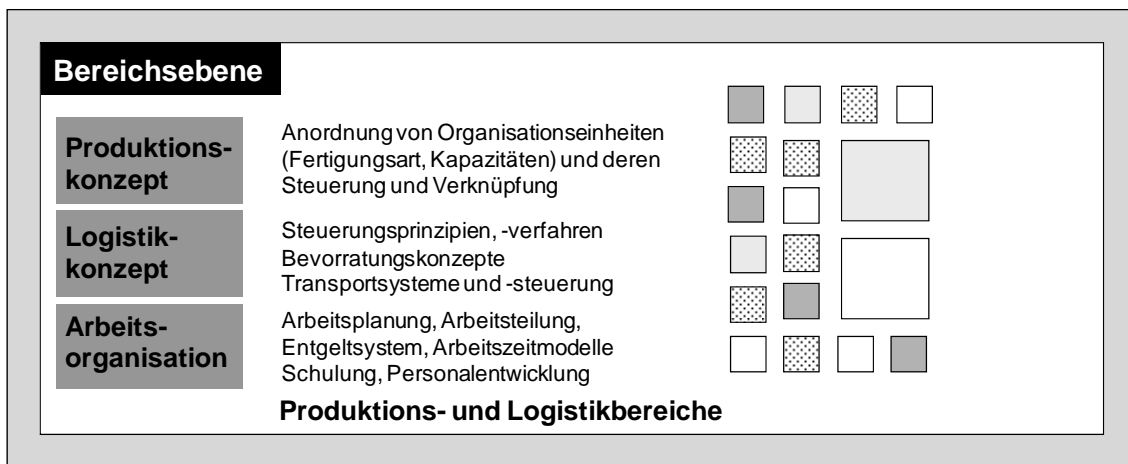


Abbildung 45: Bereichsebene

Die Fabrik ist in Bereiche zu zonieren. Die Bildung der Bereichsebenen kann nach unterschiedlichen Aspekten erfolgen. Bereiche bestehen aus mindestens zwei Arbeitsplätzen, die über Material- oder Informationsflusssysteme miteinander verknüpft sind. Diese Bereiche werden aus der Sicht der Produktion, der Logistik und der Arbeitsorganisation gesteuert. Die vernetzten Einheiten gleicher, oder kooperierender Funktionen werden in Bereichen zusammengefasst und entsprechend den Produktions- und Logistikkonzepten meist durch ein Informationssystem gesteuert.

Neben den Bereichen in der Produktion und der Logistik können auch Bereiche in der Verwaltung (z.B. Büroabteilung), den Sozialbereichen (z.B. Umkleiden und Waschzonen) oder Infrastruktur (z.B. Technikräume oder -geschosse) gebildet werden.

#### 4.4.6 Zonenebene

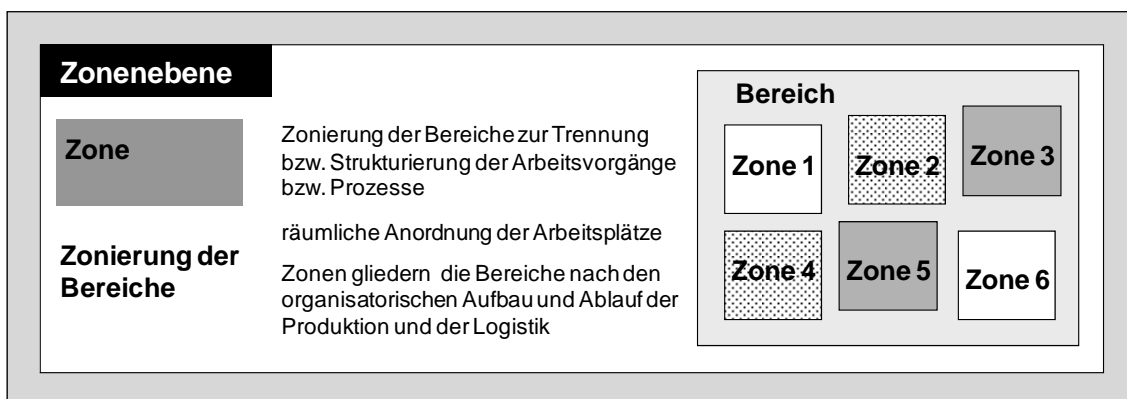


Abbildung 46: Zonenebene

Eine Zone ist eine definierte Fläche eines Bereichs. Eine Zone kann zur Lagerung von Teilen, als Verkehrsweg oder als Fläche auf der sich zusammenhängende Arbeitsplätze befinden genutzt werden. Die Zonen werden nach verschiedenen Gestaltungsprinzipien in Verbindung mit den Produktivitätszielen und der humaneren Gestaltung der Arbeitswelt gebildet. Die Zonenbildung erfolgt in der sog. Segmentierung z.B. nach den Anforderungen: Materialflussoptimierung, kleine Kapazitätsquerschnitte in jeder Produktionsstufe, räumliche Konzentration von Betriebsmitteln, selbststeuernde Regelkreise, Selbstkontrolle der Qualität bzw. die statistische Prozesskontrolle, Entkoppelung von Mensch und Maschine oder Teamorientierung.

#### 4.4.7 Arbeitsplatzebene

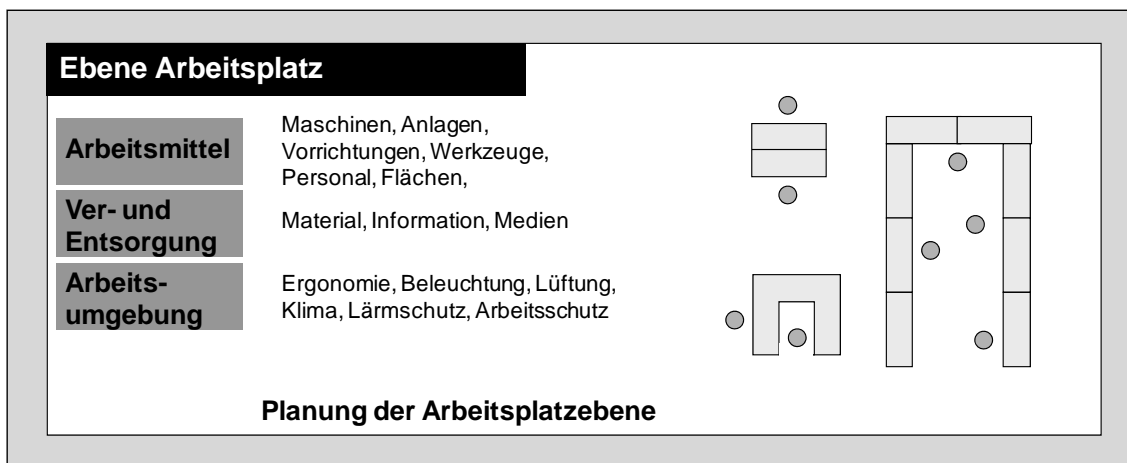


Abbildung 47: Arbeitsplatzebene

Die kleinste Einheit innerhalb der Fabriken ist der Arbeitsplatz. Er besteht aus der Aufstellung und Anordnung der Ressourcen (Personal, Fläche, Bestände, Arbeits-, Arbeitshilf-, Organisationsmittel). In der Ebene Arbeitsplatz werden die Arbeitssituation und die Arbeitsumgebung geplant. Beleuchtung, Klima, Lärmschutz, Farbgebung, Arbeitsschutz und Ergonomie sind hierbei zu berücksichtigen. Über den Arbeitsplatz laufen verschiedene Prozesse ab (Speichern, Bewegen, Transformieren, Planen, Kontrollieren, Steuern). Er ist entweder weitestgehend selbstorganisiert oder abhängig von vor- und nachgelagerten Arbeitsplätzen. Der Arbeitsplatz ist

als Raum in eine Zone eines Bereichs integriert. Bei störenden Emissionen (z.B. Schall, Wärme, Erschütterung, Rauch) ist der Arbeitsplatz evtl. einzuhausen. Er ist für die Menschen am Arbeitsplatz künstlich zu belichten und zu klimatisieren (heizen, lüften evtl. kühlen, be-/entfeuchten). Die Prozesse in den Anlagen erfordern eine zusätzliche Belüftung, Absauganlagen oder Kühlung. Der Arbeitsplatz ist mit den notwendigen Medien (Luft, Wasser, Wärme, Gase, Energie, Licht) zu ver- und entsorgen.

#### **Fazit Kapitel 4:**

Das in diesem Kapitel entwickelte Vorgehensmodell ermöglicht es die komplexe Planungsaufgabe Industriepark in Planungsmodule zu zerlegen ohne die dabei wichtigen Verbindungen und Wechselwirkungen unter den Planungsmodulen zu vernachlässigen.

Die möglichst eindeutige Definition der Planungsaufgabe und deren Dekomposition in Planungsmodule im Vorgehensmodell ermöglicht die effiziente Erarbeitung von Lösungen im Lösungsraum und deren Bewertung hinsichtlich der gewünschten Sollzustände. Das Planungsprojekt wird im Vorgehensmodell in Planungsmodule unterteilt und strukturiert. Jedem einzelnen Planungsmodul wird ein Planungsteam, die Aufbau- und die Ablauforganisation, mögliche Risiken, die Kosten- und die Terminpläne, wichtige Meilensteine und gewünschte Qualitäten zugeordnet. Weiterhin werden die Ergebnisse der eingesetzten spezifischen Planungstechniken und Analyseverfahren mit den Planungsmodulen dokumentiert. Das Vorgehensmodell beschreibt die Zusammenhänge zwischen den Planungsmodulen gemäß den Zielen, Anforderungen und Rahmenbedingungen des Planungsprojektes. Durch *Variation*, *Abstraktion* und *Verfeinerung* werden Alternativlösungen geschaffen, welche auf ihre Eignung hinsichtlich der Prozesse, Ressourcen, Strukturen und Lenkung im Vorgehensmodell überprüft werden.

Die Bestimmung der Planungsmodule erfolgt dabei nach den folgenden Prinzipien:

- Ganzheitliche Abbildung der Teilsysteme in einem handhabbaren Detaillierungsgrad
- Eindeutige Dekomposition der Gesamtplanungsaufgabe in Planungsmodule anhand der drei Dimensionen *Planungsaufgabe*, *Planungsphase*, *Planungsebene*.
- Definition der Verbindungen und Wechselwirkungen zwischen den Planungsmodulen im Sinne des Gesamtsystems.

Die Bildung der Planungsmodule erfolgt anhand der Planungsparameter:

- Planungsphasen,
- Planungsaufgaben
- Planungsebenen.

Durch die Variation dieser Parameter an einem Planungsmodul, können die Auswirkungen auf andere Parameter und auf die definierten Ziele (z.B. Durchlaufzeit und Termintreue) beobachtet werden. Weiterhin können die Auswirkungen auf andere Planungsmodule in der gleichen Planungsebene, -aufgabe und -phase beobachtet werden. Solche Experimente gehören zu der hier entwickelten ganzheitlichen Planungsmethode und werden exemplarisch in Kapitel 6.2 gezeigt. In jeder Planungsphase und -ebene können spezifische Analyseverfahren und Techniken der Konstruktion eingesetzt werden. Das Vorgehensmodell hilft dabei, die Zwischenergebnisse der Planung zu dokumentieren und das Planungsprojekt gezielt zu fördern. Die Zuordnung der Planungsergebnisse in die Planungsphasen, -ebenen und -aufgaben macht die Planung rückverfolgbar und auswertbar.

Das Vorgehensmodell berücksichtigt die drei generellen Sichtweisen: *Planung*, *System* und *Betrieb* in Planungsmodulen, welche effizient zu planen, zu realisieren und zu betreiben sind. In Kapitel 4 ist eine Planungskonvention entwickelt worden, mit der eine standardisierte, effiziente und nachhaltige Vorgehensweise in der Planung sichergestellt werden kann. Die

---

Planungskonvention Vorgehensmodell ist auch im späteren Systembetrieb hilfreich. In den definierten Planungsmodulen werden Zustand, Ereignis und Reaktion modelliert und dokumentiert. Das System Industriepark kann somit aus Prozesssicht dynamisch geplant werden. Das entwickelte Planungsmodell kann über die Planung hinaus auch im Management als Indikator für Veränderungs- und Lenkungspotenziale genutzt werden.

Die vernetzte Betrachtung und Gestaltung von Prozessen, Ressourcen, Strukturen und Lenkung, gemäß der Aufgabenstellung, lassen eine ganzheitliche Gestaltung des Industrieparks zu. Die planerischen Tätigkeiten und deren methodische Unterstützung sind Gegenstand des folgenden Kapitels.

## 5 Entwicklung einer integrierten Planungsmethode

Ergänzend zu dem in Kapitel 4 vorgestellten Vorgehensmodell zur Projektierung und Dokumentation der Planung, wird in diesem Kapitel eine integrierte, prozessorientierte Planungsmethode für Industrieparks entwickelt.

### 5.1 Die integrierte Planung dynamischer, offener Systeme

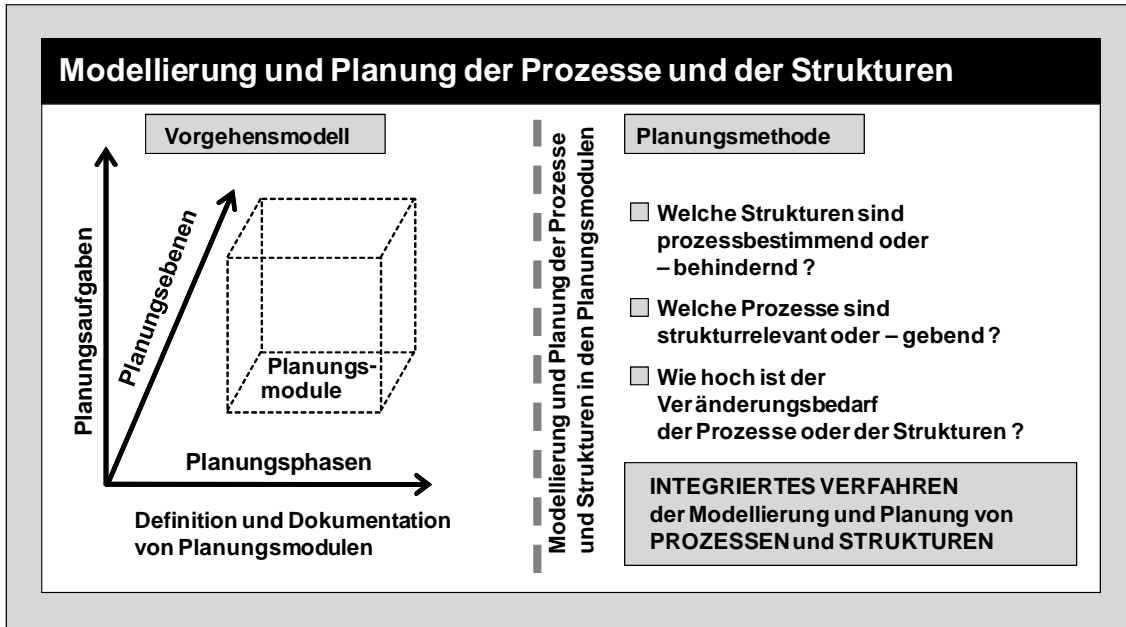


Abbildung 48: Planung der Prozesse und der Strukturen in den Planungsmodulen

Abbildung 48 verdeutlicht, wie anhand des entwickelten Vorgehensmodells die Planungsmodule definiert und mit gezielten Fragen untersucht werden. Die Struktur eines Systems beschreibt dessen statische Eigenschaften, d.h. welche Komponenten, auf welche Art miteinander verknüpft sind. Die Prozesse bestimmen das Systemverhalten und die Funktionen der Komponenten. Die Dynamik der Prozesse (z.B. Produktionsanlauf eines neuen Automodells) kann entweder im vorhandenen System aufgefangen werden oder erfordert Veränderungen im System. Aufgrund der hohen dynamischen Schwankungen der Märkte können sich sowohl die Prozesse, als auch die Systemlasten verändern, welche innerhalb der Strukturen des Industrieparks ablaufen. Diese Veränderungen beeinflussen den Bedarf an notwendigen Ressourcen. In Extremfällen kann sogar eine Anpassung der Strukturen und Elemente erforderlich sein. Die Prozesse der Standortteilnehmer sind in Industrieparks so aufeinander abzustimmen, dass möglichst hohe Synergien erzielt werden. Ausgangspunkt und zentraler Mittelpunkt der Planung sind folglich die Prozesse. Diese werden modelliert, in Szenarien manipuliert und die möglichen Auswirkungen auf das System beobachtet. Erst in der kombinierten Sicht, sowohl auf die Strukturen, als auch auf die Prozessabläufe, lässt sich das Verhalten des Systems analysieren. Weiterhin ist die Planung eines Industrieparks nicht durch das Herausgreifen nur eines Planungsbereiches lösbar. Industrieparks sind idealerweise nur durch ein ganzheitliches Verständnis des komplexen Gesamtsystems aus Prozessen, Strukturen, Ressourcen und Lenkung zu planen und zu steuern.

Abbildung 49 veranschaulicht, wie ausgehend von den Prozessen ❶ die Ressourcen gestaltet und anhand ihrer Wirkzusammenhänge strukturiert werden ❷. Für die Gestaltung der Ressourcen werden diese analysiert und mit Aufträgen (Prozesse) belastet. Erst im Wirkzusammenhang



können die Anzahl, die Dimension und die Kapazität der Ressourcen bestimmt werden. In Schritt ③ werden die Wirkbeziehungen zwischen den Ressourcen untersucht.

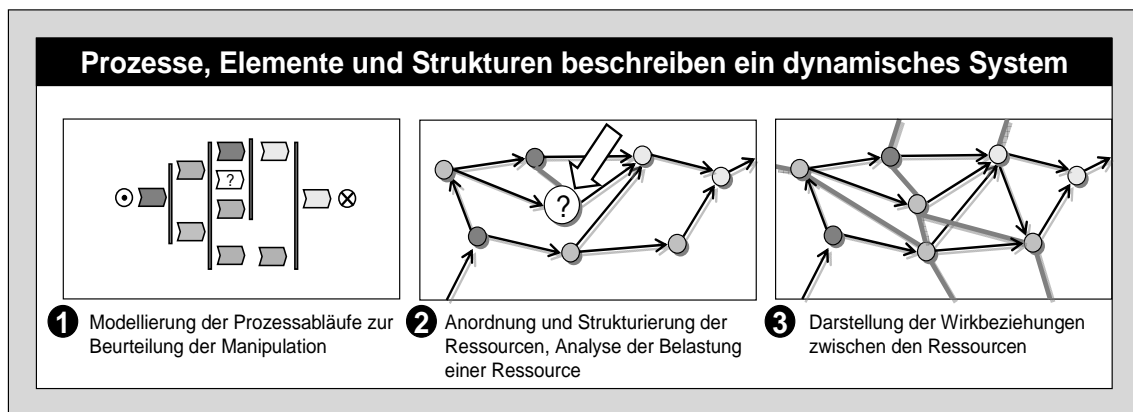


Abbildung 49: Synthese eines dynamischen Systems

Anziehende oder abstoßende Kräfte zwischen den Ressourcen haben zusätzlich Einfluss auf deren Anordnung (Nähe oder Distanz). Gehen von den Ressourcen z.B. störende Emissionen aus, können diese durch Wände eingehaust oder durch räumliche Distanz getrennt werden. Die notwendigen Dimensionen und Kapazitäten der Ressourcen (z.B. Betriebsmittel) ergeben sich aufgrund deren Belastung mit Leistungsobjekten (= Systemlast). Das Beispiel zeigt, dass für die Planung das integrierte Verständnis der Prozesse, der Elemente und ihrer Wechselwirkungen erforderlich ist. Ziel ist es, Systeme so zu gestalten, dass diese eine „organisierte Komplexität“ besitzen. Die „organisierte Komplexität“ wird dabei durch die alternativ möglichen Prozessabläufe und Systemlasten über die gleichen Elementstrukturen beschrieben.

Existieren Systeme bereits, so ist für die Beurteilung der Ressourcen und Prozesse eine andere Vorgehensweise erforderlich. In Abbildung 50 ① wird gezeigt, wie mit Hilfe der Dekomposition ein Ausschnitt eines bestehenden komplexen Systems mit seinen Wirkbeziehungen im ersten Schritt abgegrenzt wird.

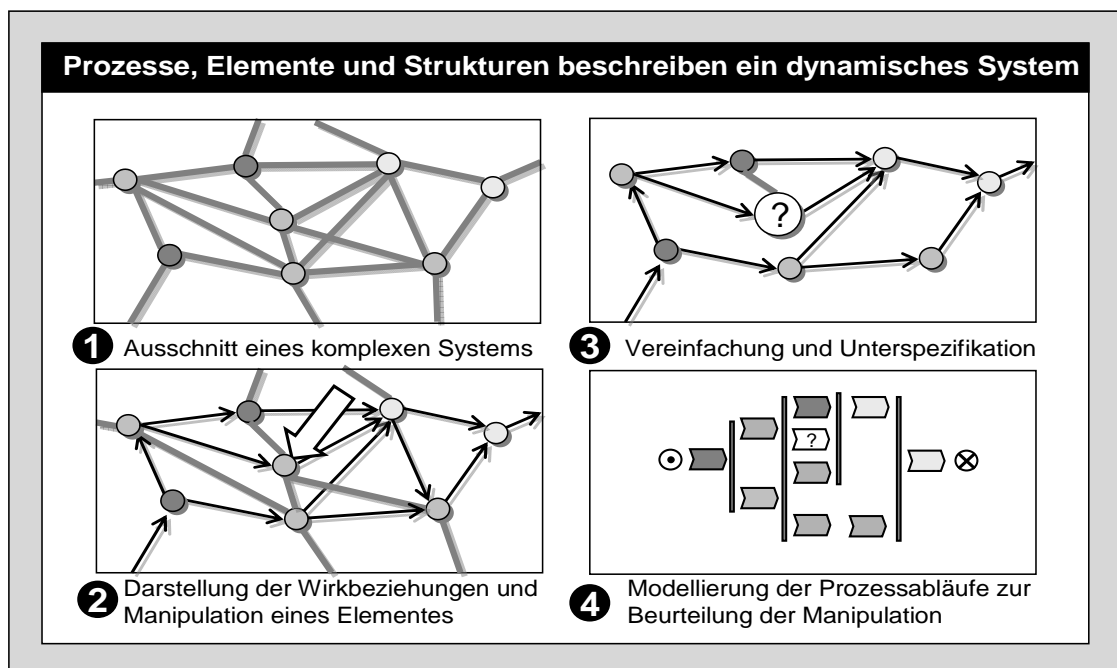


Abbildung 50: Gestaltung bereits existierender Systeme

Zusätzlich bestehen Austauschbeziehungen durch die Prozesse zwischen den Ressourcen. Durch die Manipulation einer Ressource innerhalb des modellierten Systems (Abbildung 50 ②) werden die daraus resultierenden Auswirkungen untersucht. Durch das Vereinfachen der Wirkbeziehungen und die Spezifikation von Teilansichten des betrachteten Systems (Abbildung 50 ③) entstehen handhabbare Systemmodelle. Bei der Dekomposition ist jedoch darauf zu achten, dass keine wesentlichen Wirkbeziehungen missachtet werden. Die Modellierung der Prozessabläufe über das vereinfachte Systemmodell (Abbildung 50 ④) ermöglicht die Beurteilung der Manipulation einer Ressource hinsichtlich verschiedener Ziele (z.B. Durchlaufzeit und Prozesskosten). Durch die Belastung des Systems mit Prozessen kann eine Aussage z.B. zur Dimensionierung und zur Auslegung der Ressource getroffen werden. Die Betrachtung alternativer Prozessabläufe über die gleiche Netzwerkstruktur ermöglicht die Beurteilung der Flexibilität des Systems. In Modellalternativen können zusätzlich die Variation der Ressourcen oder z.B. das Einfügen redundanter Ressourcen untersucht werden.

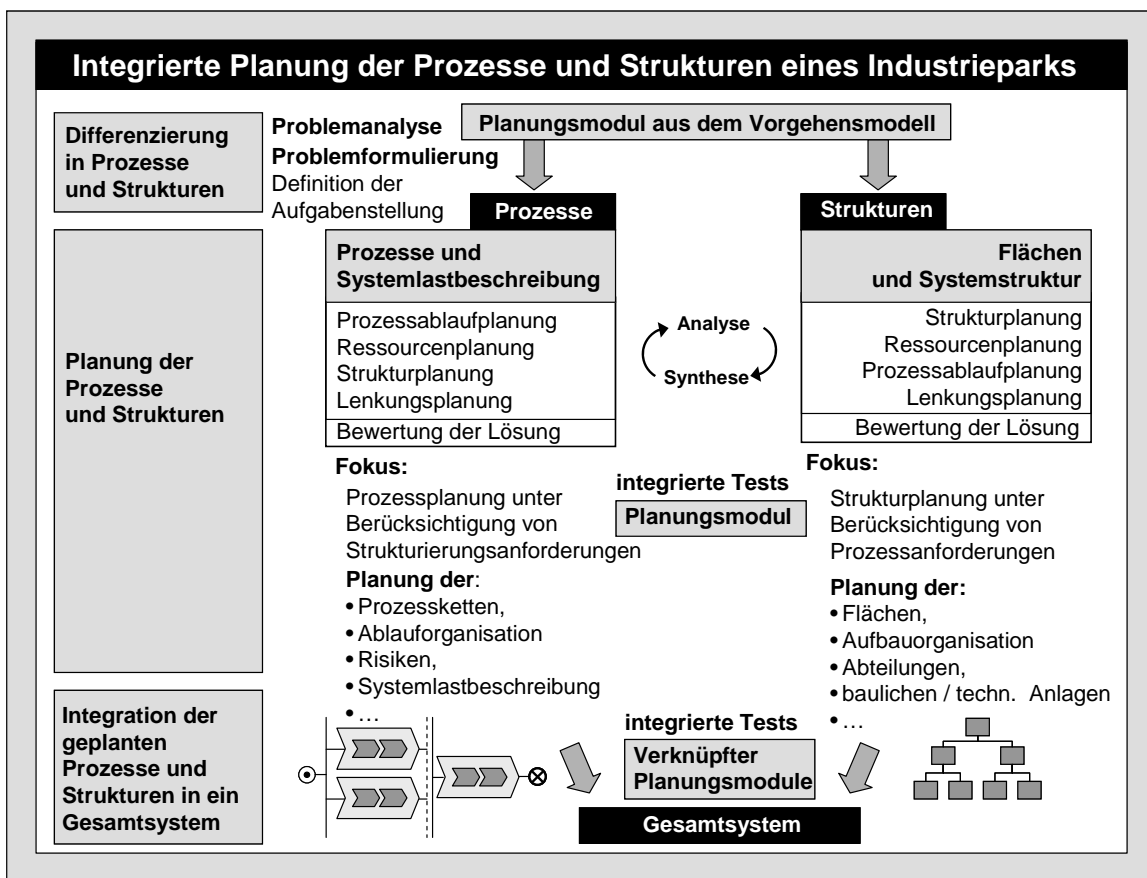


Abbildung 51: Integrierte Planung von Prozessen und Strukturen

Abbildung 51 verdeutlicht, wie die im Vorgehensmodell definierten Planungsmodule aus der Sicht der Prozesse und der Strukturen in Alternativen analysiert und gestaltet werden. In Experimenten mit Prozess- und Strukturmodellen der Planungsmodule können unterschiedliche Sichten auf das dynamische, offene System Industriepark gewonnen werden. Experimente sind folglich ein zentraler Bestandteil der neuen Konstruktionsmethode. Nur durch empirische Untersuchungen kann gewährleistet werden, dass die Prozesse in den Strukturen sicher ablaufen können. Die *prozessorientierte* Planung hat das Ziel, Organisation, Strukturen und Prozesse in optimale *Module* zu integrieren, die den dynamischen Anforderungen in Industrieparks gewachsen sind. Hierfür müssen die Strukturen auch anpassungsfähig sein und flexibel reagieren können. Hierzu sind die folgenden Faktoren zu berücksichtigen:

- Die unterschiedlichen Bereiche sind aufgrund der Prozessabläufe miteinander zu vernetzen oder zu integrieren.
- Die Prozesse sind zu standardisieren und auf den Kundennutzen und den Wertschöpfungsanteil hin auszurichten.
- Die strukturierten Module müssen ihre Autonomie und Selbstverantwortung im Sinne der Selbstorganisation bewahren. Die Lenkung der Module im Gesamtsystem sollte klar und möglichst selbstorganisiert erfolgen.
- Die Strukturen sind nicht starr, sondern den dynamischen Prozessen angepasst, wandlungsfähig zu gestalten.
- Die Herstellung und der Betrieb der Module sollten wirtschaftlich realisierbar sein und einen geringen Ressourcenverbrauch besitzen.
- Module mit stark dynamisch wechselnden Prozessen sollten so strukturiert sein, dass eine Strukturänderung, -erweiterung oder -rückbau wirtschaftlich möglich ist.

Erst die Modellierung des Systems mit seinen Wirkbeziehungen und Prozessabläufen lässt eine Planung und Bewertung der ausgewählten Systemkomponenten zu. Dabei lassen sich die folgenden drei Sichten differenzieren:

- Die *strukturelle Systemsicht* stellt Elemente und die sie verknüpfenden Relationen in den Vordergrund. Das System wird gegenüber der Umgebung abgegrenzt. Ein System wird dabei als statische Einheit aufgefasst. Es handelt sich jedoch nur um eine Momentaufnahme des dynamischen, offenen Systems
- Die *prozessorientierte Systemsicht* betrachtet die Prozesse und die Prozessabläufe. Dabei werden das Verhalten des Systems, seiner Elemente und die Abläufe im System beschrieben. Die Einschätzung der dynamischen Eigenschaften des Systems erfordern geeignete Vorgehensweisen und Modelle.
- In der *hierarchischen Systemsicht* besteht ein System aus mehreren Subsystemen und gehört einem Supersystem an. Dieses Konzept ist sowohl für *bestehende* als auch für *neue* Systeme anwendbar. Die hierarchischen Ebenen gelten zugleich für die Prozesse und die Strukturen. Für die Organisation des Systems ist das Verhalten der so untergliederten Teilsysteme zur Gestaltung selbstorganisierender Einheiten von hoher Bedeutung, da erst über die vernetzten Synergien die Potenziale des Konstrukts Industriepark zum tragen kommen.

Nach der Erklärung der prinzipiellen Zusammenhänge zwischen Prozessen und Strukturen in der Planung, werden anschliessend typische Problemstellungen und Lösungsansätze der Planung exemplarisch dargestellt.

## 5.2 Typische Problemstellungen der Planung

In Tabelle 10 werden typische Problemstellungen und mögliche Lösungsansätze skizziert, die bei der Planung von Industrieparks in den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen der Entstehung relevant sein können. Diese Problemstellungen sind primär prozessualer Natur und können mit den Methoden des Prozessketteninstrumentariums gelöst werden.

Der Ansatz einer integrierten Planungsmethode für dynamische, offene Systeme (Kapitel 5.1) und die exemplarische Darstellung von Problemstellungen im Industriepark (Kapitel 5.2) sind Grundlage für die Entwicklung einer prozessorientierten Planungsmethode.

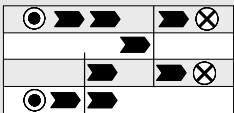
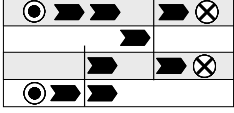
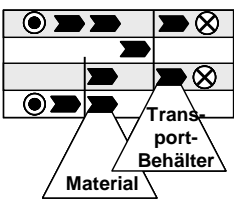
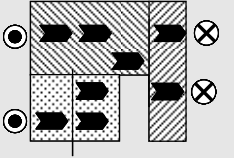
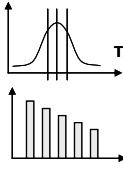
<b>Typische Problemstellungen und Lösungsansätze</b>		
<b>Problemstellung:</b> <b>Ermittlung der Systemlast</b> Welche Systemlast liegt an Teilsystemen des Industrieparks an?	<b>Lösungsansatz:</b> Modellierung von Prozessketten Bestimmung und Dimensionierung der Ressourcen Modellierung der Strukturen Definition der Lenkung zur Regelung und Steuerung	<b>Systemlast?</b> 
<b>Problemstellung:</b> <b>Auftragsdurchlauf der Geschäftsprozesse</b> Welcher Prozess läuft wie ab und hat welche Verweildauer? Können z.B. die Abläufe durch Ergänzen oder Streichen von Prozessen verbessert werden?	<b>Lösungsansatz:</b> In den Prozessketten werden die Prozessabläufe untersucht. Welchen Beitrag zum Kundennutzen liefern die Prozesse? Welche und wie viel an Ressourcen gebrauchen die Prozesse?	<b>Prozessabläufe?</b> 
<b>Problemstellung:</b> <b>Information</b> Welche Prozessabläufe müssen wie gesteuert werden? Welchen Zustand haben die Ressourcen? Wo befindet sich aktuell der Prozess?	<b>Lösungsansatz:</b> Auswertung aktuellen Informationen zu Zustand, Bestand, Belegungsgrad, Auslastung. Definition von Kennzahlen bei deren Über- oder Unterschreiten gezielt Maßnahmen einzuleiten sind.	<b>Steuernde Planungsprozesse?</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Zustand Bestand Belegung /Auslastung
<b>Problemstellung:</b> <b>Bestimmung der temporären Objekte</b> Welche physischen Objekte Material, Transportbehälter usw. werden für den Ablauf der Prozesse benötigt? Wie ist z.B. deren Durchlaufzeit oder Termintreue.	<b>Lösungsansatz:</b> Analyse der Prozessabläufe in den Prozessketten hinsichtlich des Ge- und Verbrauches von temporären Objekten.	<b>Temporäre Objekte?</b> 
<b>Problemstellung:</b> <b>Arbeitsmittel</b> Bestimmung, Auslegung und Dimensionierung der Arbeitsmittel, die für den Ablauf der Prozesse erforderlich sind.	<b>Lösungsansatz:</b> Strukturen entsprechend dem Ablauf oder Prozesse bilden. Mit der Dekomposition effiziente Module bilden. Modellierung eines Layouts.	<b>Dimensionierung Zonierung der Arbeitsmittel</b> 
<b>Problemstellung:</b> <b>Experimentierfähige Modelle für Auswertungen</b> Auswertungen zur Ermittlung der Qualität der Prozessabläufe	<b>Lösungsansatz:</b> Analyse der: Wiederankunftszeiten, Termintreue, Verteilung und Mengen der Objekttypen. Auswertung der Prozesse und Temporärobjekte, welche über die Prozessketten ablaufen.	<b>Auswertungen</b> 

Tabelle 10: Typische Problemstellungen in Industrieparks und mögliche Lösungsansätze

## 5.3 Die prozessorientierte Planungsmethode

An dieser Stelle wird aus den Planungsaufgaben des Vorgehensmodells eine prozessorientierte Planungsmethode zur zielgerichteten Lösungsfindung entwickelt.

### 5.3.1 Definition der Aufgabenstellung

In der Lebenszyklusphase Ziel- und Bedarfsplanung werden die Ziele und der Bedarf für das Planungsprojekt Industriepark vor dessen Entstehung ermittelt. Die Planungsaufgabe ist jedoch für jedes Planungsmodul zu spezifizieren und mit den Planungsbeteiligten abzustimmen. Hierzu werden die Anforderungen, Restriktionen und Rahmenbedingungen mit den Zielen der Projektinitiatoren und -beteiligten abgeglichen. Die Definition der Aufgabenstellung ist ggf. in den späteren Lebenszyklusphasen aufgrund von Planungsentscheidungen anzupassen. So können Veränderungen des Systems oder Alternativplanungen Anpassungen des Bedarfs und der Ziele erforderlich machen.

Die Ziele, Anforderungen und der Bedarf des Standortbetriebes (*Prozesssicht*), der Planung und der Realisierung (*Managementsicht*) sind dabei integriert zu berücksichtigen, dass ein Gesamt-optimum im System (*Systemsicht*) erzielt werden kann (siehe Abbildung 52). Der Bedarf und die Ziele beschreiben den Sollzustand des Systems und werden primär aus den Prozessen des Betriebes bestimmt. Es kann durchaus vorkommen, dass sich die Ziele, Anforderungen und Restriktionen der unterschiedlichen Stakeholder (Investor, Betreiber, Planer) aus der Betriebs- und Managementsicht widersprechen. Hier ist das „Fingerspitzengefühl“ des Planers als Moderator zwischen den beteiligten Partnern gefragt. In einer objektiven, integrierten Systemsicht ist der Sollzustand des dynamischen Systems in gemeinsamen Workshops zu ermitteln. Das komplexe, dynamische System „Industriepark“ ist aufgrund der Problem- und Aufgabebereiche in sinnvolle Untersysteme (Planungsmodule = Lösungsräume) zu untergliedern. Dies geschieht in den Planungsmodulen des hier entwickelten Vorgehensmodells. Die Interessen der Stakeholder im Projekt (Projektbeteiligte) sind bei der Festlegung des Bedarfs zu berücksichtigen.

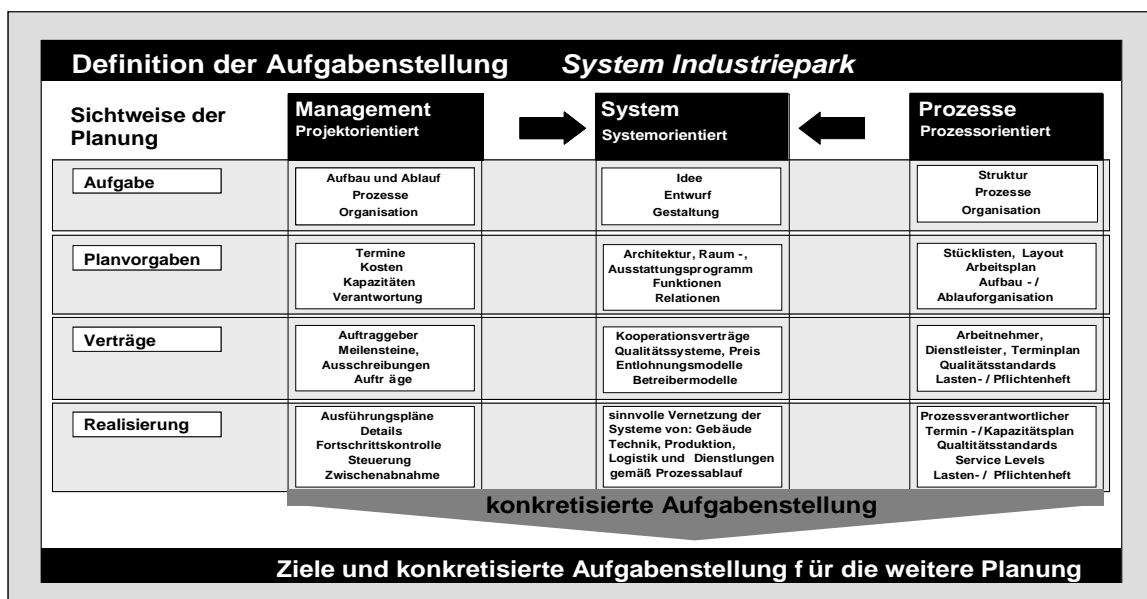


Abbildung 52: Projekt- und Betriebsicht sind in eine integrierte Systemsicht zu überführen

Die Ziele und der Bedarf sowie die Projektstruktur sind vor Beginn des Planungsprojektes zu klären. Diese Phase kann mit „Planung der Planung“ beschrieben werden. Hier werden die Weichen für den Planungserfolg gestellt. Dazu zählen:

- Die eindeutige Beschreibung der Zielsetzung der Planungsaufgabe.
- Die Eingrenzung der Untersuchungsbereiche und die Definition der dazugehörigen Schnittstellen.
- Die Ermittlung der Daten, welche für die Ist- und Sollsituation zur Verfügung stehen.
- Aufbau einer Organisationsstruktur mit den dazugehörigen Verantwortlichkeiten und festgelegten Verhaltensregeln.
- Bestimmung der Planungsgenauigkeit und gewünschter Planungsergebnisse.

Das Planungsprojekt wird mit den bekannten Methoden des Projektmanagements (vgl. DIN 69901 ff [DIN87a] [DIN07]) geplant. Ausgehend vom Projektstrukturplan werden die Planungsmodul im neu entwickelten Vorgehensmodell definiert und der Ablaufplan sowie der Terminplan darauf aufgebaut. Mithilfe einer Risikoanalyse, der Ressourcenplanung und einer Meilensteintrendanalyse können die Terminpläne abgesichert werden. Das Projektmanagement wird hier nicht detaillierter behandelt, da es in Normen (insbesondere DIN 69901 ff [DIN87a] [DIN07]) standardisiert beschrieben ist. Das Projekt ist in seinen Projektteams mit den vereinbarten Standards und Regelungen so zu planen, dass die Teilprojekte als Organisationseinheiten im Betrieb weitergeführt werden können. Eine einheitliche Richtlinie für die Dokumentation (z.B. Layerstruktur, Attributnamen, geschlossene Polygonzüge) erleichtert die Übernahme der Planungsdaten in die EDV-Systeme des Betriebs. All diese Punkte werden durch die eindeutige Definition von Planungsmodulen im Vorgehensmodell (siehe Kapitel 4) sowie die Dokumentation der Planungsinhalte in den Planungsphasen, -aufgaben und -ebenen unterstützt.

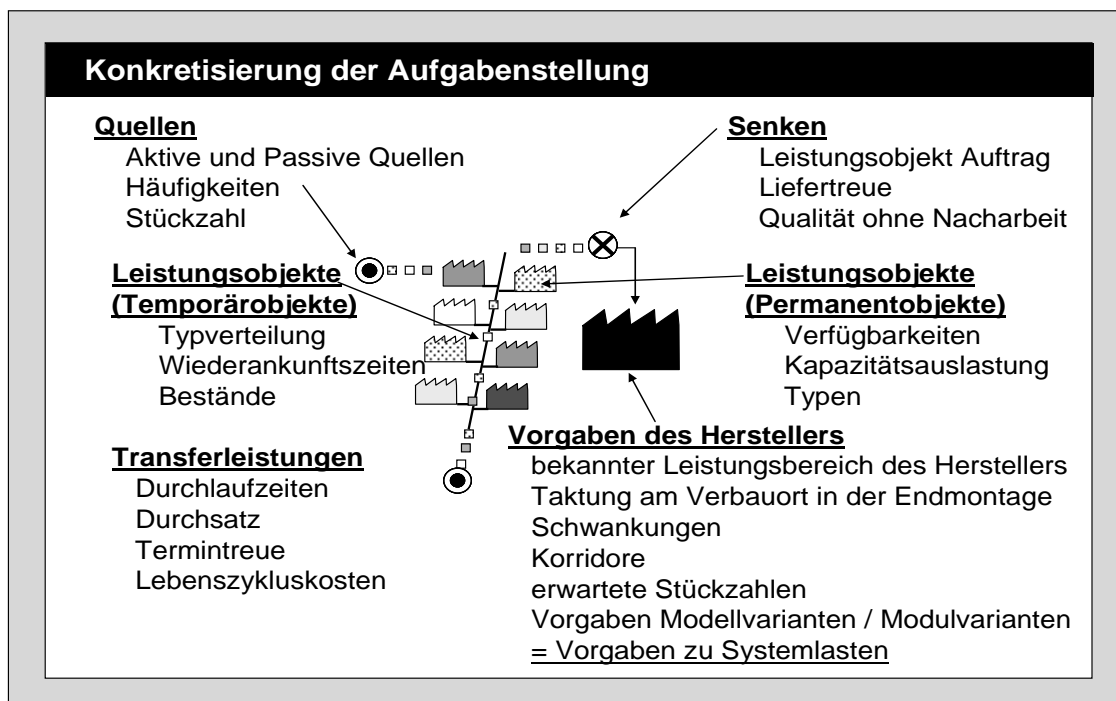


Abbildung 53: Beispiel für Anforderungen und Ziele zur Definition der Aufgabenstellung

Abbildung 53 zeigt, wie bei der Definition der Aufgabenstellung, die zu planende Aspekte vernetzt zu betrachten sind. Die Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Restriktionen und Zielen im Problemraum ist entscheidend für die Lösungsfindung.

### 5.3.2 Planungsaufgabe 1: Systemgrenzen und -lasten

In der Planungsaufgabe 1 werden die Systemgrenzen und -lasten der untersuchten Teilsysteme bestimmt. Die Systemgrenzen können der Industriepark als Gesamtsystem oder seine Teilsysteme (z.B. zentrale Lagerung und Sequenzierung) sein. Die einzelnen Unternehmen und Dienstleister im Industriepark sind ebenfalls als Untersysteme abzugrenzen. Die Systemgrenzen können physischer (bauliche Abtrennung) oder organisatorischer Natur (Verantwortungsbereich) sein. An den Systemgrenzen kann es zu Konflikten (z.B. Abteilungsegoismus, Verteilungs- und Ressourcenkonflikte, unklare Zuständigkeiten) und Kommunikationsproblemen (z.B. Missverständnisse, Abstimmungsprobleme) kommen. Bei der Abgrenzung der Teilsysteme ist folglich insbesondere auf die Schnittstellen für den Daten-, Material- und Wissensaustausch zwischen den Teilsystemen zu achten.

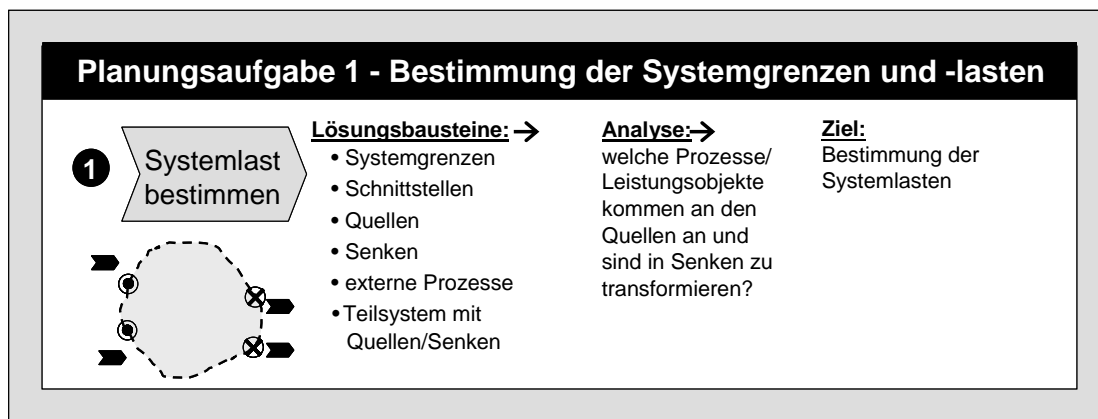


Abbildung 54: Phase 1: Bestimmung der Systemgrenzen und -lasten

Die Definition der Systemgrenzen erzeugt zugleich Schnittstellen zu unter- und übergeordneten Systemen. Mit zunehmender Anzahl an Schnittstellen erhöht sich die Komplexität des Gesamtsystems (siehe auch Kapitel 3.2.1). Dabei ist darauf zu achten, dass gegenüber einer Vielzahl von inneren Verknüpfungen nur eine geringe Anzahl von Schnittstellen nach extern bestehen sollte, damit die Selbstorganisation der Module (siehe Kapitel 3.2.1) gewährleistet bleibt.

Sind die Schnittstellen nicht ausreichend definiert, so sind die folgenden negativen Auswirkungen auf Zeit, Qualität und Kosten zu beobachten:

- **Zeit**            Steigende Warte- und Liegezeiten  
Doppelarbeit  
Erhöhte Durchlaufzeit
- **Qualität**      Unterschiedliche Qualitätsauffassung der Mitarbeiter / Abteilungen  
Qualitätseinbußen durch externe Schnittstellen
- **Kosten**        Steigende Prozesskosten durch vermeidbare Verschwendungen

Das Schnittstellenmanagement hat das Ziel, einen möglichst reibungslosen Ablauf der Prozesse zu gewährleisten und die Probleme, die durch Schnittstellen entstehen, zu vermeiden. Hierzu existieren prinzipiell drei Lösungsmöglichkeiten:

- **Koordination von Schnittstellen:**  
Optimale Gestaltung der bestehenden Schnittstellen, mit dem Ziel, Schnittstellenprobleme zu minimieren. („Schnittstellen werden zu Nahtstellen“)
- **Integration:** Zusammenfassung von internen und externen Prozessen und Funktionen (räumliche, zeitliche und funktionale Integration)

- **Schnittstellenreduktion:**

Insbesondere bei der Gestaltung der Aufbau- und Ablaufstruktur zur Verkürzung der Durchlaufzeiten

Die Analyse des Prozesskettenplanes z.B. einer Produktionseinheit im Industriepark dient somit der Abgrenzung von Teilsystemen unter Berücksichtigung der Schnittstellen zum Prozessübergang. Dabei sind die Verknüpfungen unter den Prozessen zu beachten und die Systemgrenzen so zu wählen, dass möglichst wenige Schnittstellen zu anderen Teilsystemen existieren (vgl. Abbildung 55). Die Module werden so gemäß den Abhängigkeiten der Prozessverläufe gestaltet. Die Organisationseinheiten des Prozesskettenplans repräsentieren selbststeuernde Unternehmenseinheiten und können als Aufbauorganisation des Systems Industriepark betrachtet werden. Je kleiner die Systemgrenzen gefasst sind, desto mehr Teilsysteme entstehen. Für viele Teilsysteme steigert sich der Koordinations- und Integrationsaufwand für das Gesamtsystem. Ziel ist es, die Systemgröße zu finden, welche die geforderten Prozessabläufe optimal unterstützt und deren Koordinations- bzw. Integrationsaufwand zugleich gering ist.

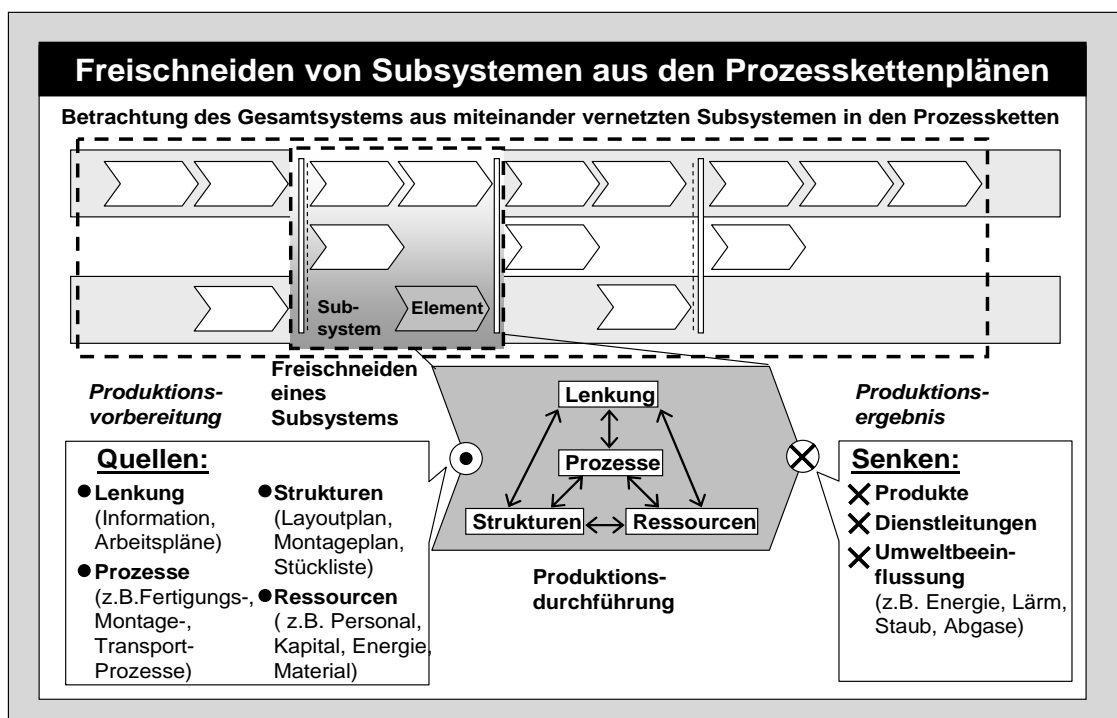


Abbildung 55: Definition von Modulen und Schnittstellen aus den Prozessketten

Die gewünschten Soll-Systemlasten für das Gesamtsystem werden den Teilsystemen zugeordnet. Hierzu werden die Quellen und die Senken an den Systemgrenzen identifiziert und die auf das betrachtete System einwirkenden vor- und nachgelagerten Prozesse untersucht. Leistungsobjekte wechseln zwischen den Systemgrenzen. Leistungsobjekte sind entweder Materialien oder Informationen, beispielsweise Transporteinheiten, ein repräsentativer Artikel, ein Auftrag oder ein Beleg. Die Anzahl der Leistungsobjekte pro Zeiteinheit entspricht dem Durchsatz.

Abbildung 56 veranschaulicht die prozessorientierte Harmonisierung der Teilsysteme zu einem Gesamtsystem Industriepark. Dabei werden die Produktions- und Logistikbereiche (= Teilsysteme) gemäß den Teilsystemen der Produkte (Systeme, Module und Teile) über die Prozessmodelle aufeinander abgestimmt.

Die Identifikation der Systemgrenzen als Verantwortungsübergänge und Schnittstellen sind in mehrfacher Hinsicht bedeutend. Passieren Leistungseinheiten oder Prozesse die Systemgrenzen, so werden hierdurch i.d.R. Leistungsvereinbarungen (Qualitäten, Zahlungsansprüche oder



Verpflichtungen) ausgelöst. Diese müssen wiederum durch Informationsflüsse gesteuert und durch Managementprozesse koordiniert werden.

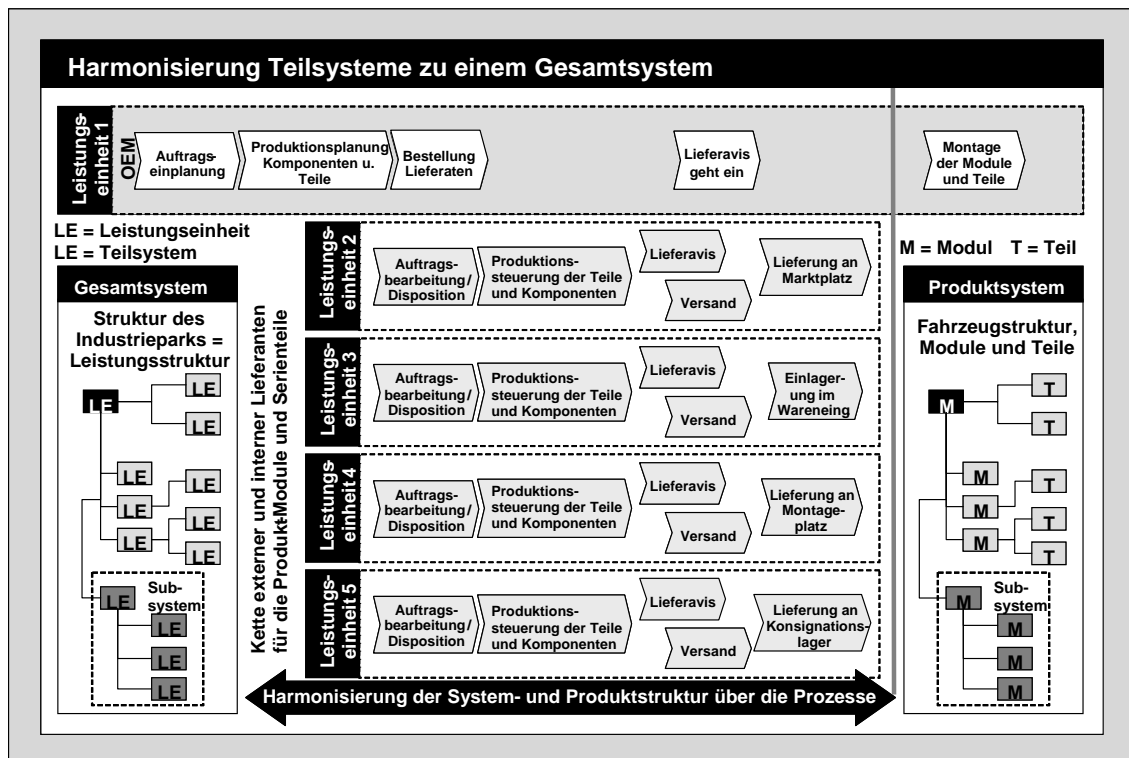


Abbildung 56: Harmonisierung von Produkt-, Leistungs- und Prozessstruktur

Besondere Beachtung finden diejenigen Stellen, an denen das Leistungsobjekt (z.B. LKW, Behälter, Logistik-Losgröße) wechselt. Vor und nach dem Wechsel kommt es zwangsläufig zu logistischen Prozessen (Lagern, Umschlagen, Sortimentieren, Transportieren). Ein Wechsel in der Verantwortung an diesen Stellen verhindert meist eine Optimierung über die gesamte Kette.

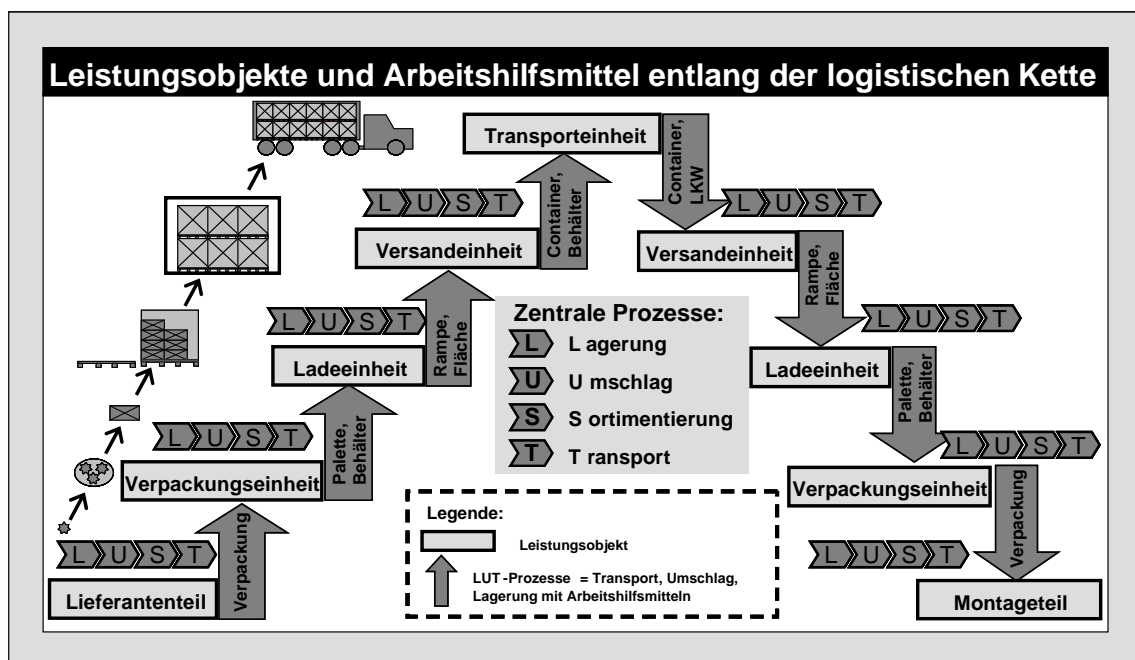


Abbildung 57: Leistungsobjekte und Arbeitshilfsmittel entlang der logistischen Kette

Abbildung 57 zeigt den Wechsel zwischen einzelnen logistischen Leistungsobjekten und deren Arbeitshilfsmittel. Die Produktionskette mit verschiedenen Wertschöpfungspartnern im Industriepark, beim Hersteller und externer Lieferanten erfordert eine Vernetzung durch die Logistik. Bei Dekomposition des Gesamtsystems in die Teilsysteme ist folglich auf die Schnittstellen zwischen den gebildeten Modulen besonders zu achten. Schnittstellen sind durch Arbeitsteilung entstandene Relationen, beispielsweise zwischen Funktionsbereichen, Sparten, Projekten, Personen oder Unternehmen. Grundsätzlich sind *betriebsinterne* Schnittstellen (zwischen Mitarbeitern, Abteilungen, Geschäftsbereichen) und *betriebsexterne* Schnittstellen (Unternehmen - Lieferanten, Unternehmen - Kunden) differenziert zu betrachten.

### Zwischenfazit:

Die Systemgrenzen sind die Schnittstellen zu anderen Teilsystemen im Industriepark. Über Quellen kommen die Leistungsobjekte (z.B. Halbfertigteile) an, die im System über Prozesse zu transportieren und zu transformieren sind (Abbildung 54) und sie verlassen das System über die Senken. Die Anzahl und Häufigkeit der Leistungsobjekte an den Quellen und Senken bestimmen die Systemlasten. Die in Phase 1 ermittelten Systemgrenzen und Soll-Systemlasten stellen die Grundlagen für die sich anschließende Prozessplanung dar.

### 5.3.3 Planungsaufgabe 2: Prozessplanung

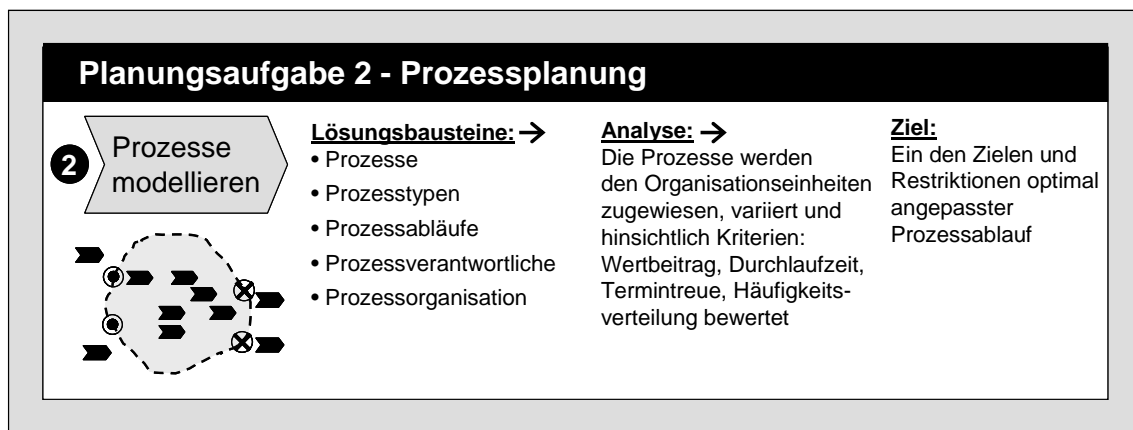


Abbildung 58: Phase 2 - Prozessplanung

Nachdem die Systemgrenzen und Soll-Systemlasten bekannt sind, können hierauf abgestimmt, die Prozessabläufe innerhalb der Systemgrenzen modelliert werden. Bei einer Umplanung eines existierenden Systems sind die Prozessparameter vorhanden oder können für eine erste Bewertung grob eingeschätzt werden. Wird das System neu geplant, ist diese Bewertung noch sehr unsicher. Die Planer müssen deshalb gemeinsam mit Hersteller und Standortteilnehmern Prozessmodelle entwickeln. Bei der Neuplanung besteht das oberste Ziel darin, die Prozesse so zu planen, dass der Industriepark gemeinsam effektiver bewirtschaftet werden können. Die Prozesse können durch die formalisierte Beschreibung des Prozessketteninstrumentariums modelliert, analysiert und geplant werden. Die vielfach miteinander vernetzten Abläufe können somit sichtbar und planbar gemacht werden. Ausgehend von den Prozessen werden anschließend die Ressourcen, Strukturen und die Lenkung gestaltet.

Abbildung 59 zeigt typische Prozesse der Logistik in der Automobilindustrie i.A.a. VDI 3600 [VDI01]. Die Prozesse in dieser Darstellung verdeutlichen die hohe Bedeutung einer genauen Prozessplanung für den Erfolg der Kooperation aus Hersteller, Lieferanten und Dienstleistern.

Ohne eine Prozessablaufplanung und -analyse können weder die erforderlichen Ressourcen abgeschätzt noch die Strukturen oder die Lenkung gestaltet werden.

Insbesondere die *Prozessfähigkeit* ist ein Merkmal dafür, ob die getroffenen Servicevereinbarungen hinsichtlich der Qualität der Prozesse erfüllt werden. Ein Prozess im Industriepark ist dann fähig, wenn beispielsweise Mengen- und Terminvereinbarungen bzgl. der Leistungsobjekte (*Temporär- oder Peramanentobjekte*) zwischen den Partnern im Industriepark, den externen Dienstleistern und dem Hersteller eingehalten werden.

Die Prozessabläufe sind z.B. nach den:

- den Zielen (Entwicklungschancen, Strategie)
- den Wertigkeiten (Systemlasten, Intensität)
- den Ressourcen mit ihrer Leistung, den Funktionen und den Dimensionen
- den Abhängigkeiten (Regeln, Restriktionen)
- der zeitlichen Steuerung (One piece flow, JIS, JIT, KANBAN)
- den synchronen, parallelen oder gegenläufigen Funktionsweisen

zu planen Wie bereits in Kapitel 3.2.2 dargestellt wurde, können diese Aspekte mit dem Dortmunder Prozessketteninstrumentarium geplant werden.

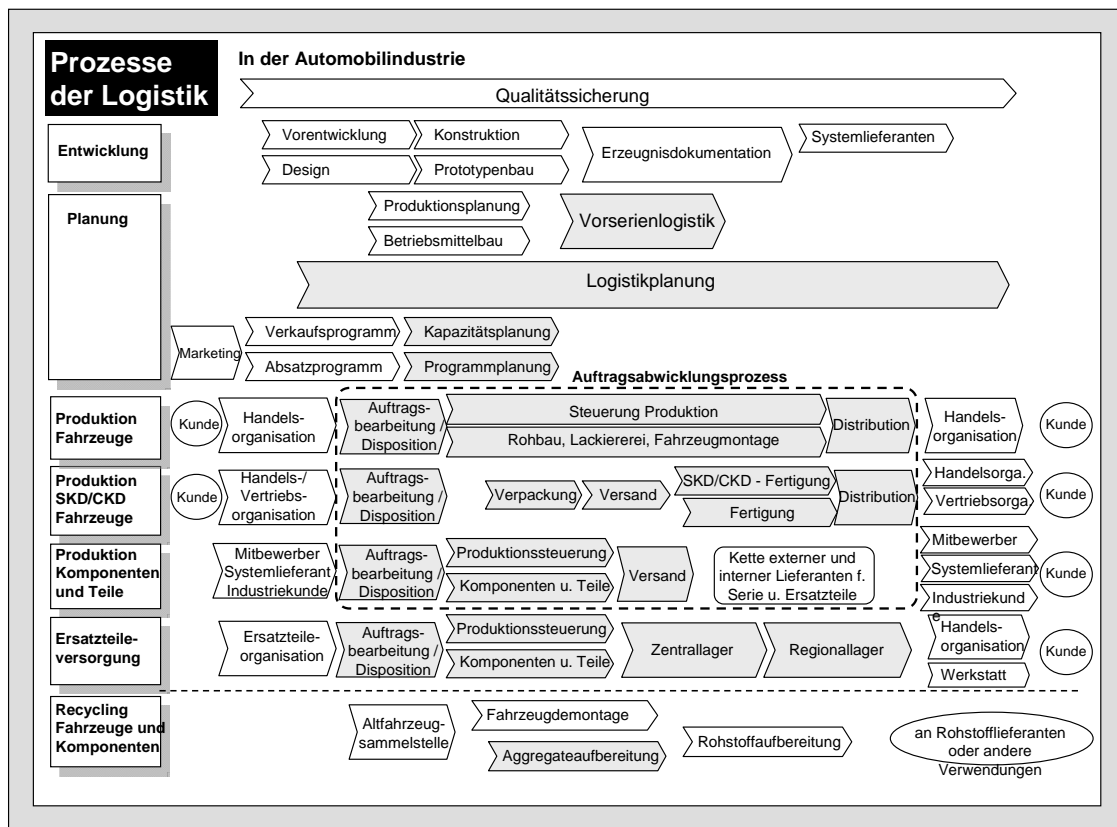


Abbildung 59: Prozesse der Logistik in der Automobilindustrie i.A.a. VDI 3600 [VDI01]

Abbildung 60 zeigt schematisch, wie mit dem Dortmunder Prozessketteninstrumentarium die Prozesse geplant werden können. Die bereits bekannten Methoden der Prozessplanung von [Piel95], [Mant96], [Beck96], [Winz97] sollen in der vorliegenden Arbeit grundsätzlich auch Anwendung finden. Diese sind jedoch auf den Anwendungsfall Industriepark zu übertragen. WINZ hat in [Winz97] eine Prozessketten-FMEA entwickelt (s.a. Abbildung 23). Mit dieser Prozessketten-FMEA können Durchlaufzeiten, Kosten-/Leistungsanalysen oder eine Ausfall-effektanalyse (Fehler-Möglichkeit und -Einfluss-Analyse FMEA gemäß DIN 25 448 [DIN90], [DIN01]) durchgeführt werden. Der Prozesskettenplan dient der empirischen Untersuchung von Ereignissen entlang der Prozesskette. Kommt es z.B. zu Störungen in der Wertschöpfungskette sind zusätzliche Aktivitäten erforderlich. Das können z.B. Eiltransporte, Reparaturaufträge oder

die Vorablieferung von Teilmengen sein. Ziel der Prozessplanung ist es, die Prozesseffizienz zu steigern. Diese wird sowohl von der Durchlaufzeit als auch vom Einsatz der hierfür erforderlichen Ressourcen (= Planungsobjekte) bestimmt. Diese Informationen aus Analyse des Prozesskettenplans (z.B. Auslastung, Belegung, Ressourcenverbrauch, Prozesszeiten) liefern wertvolle Hinweise für die Planung des Gesamtsystems.

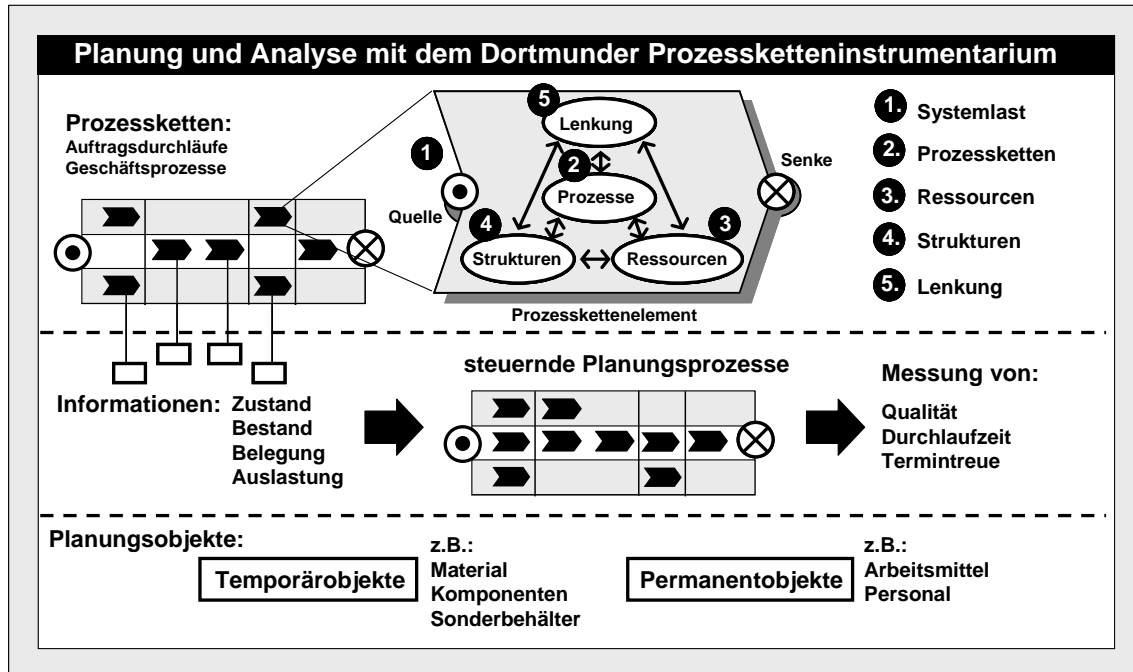


Abbildung 60: Planung der Prozesse mit dem Dortmunder Prozessketteninstrumentarium

Die Prozesse und Ressourcenpools sind folglich so zu gestalten, dass die Größen: *Durchsatz*, *Prozesskosten* und *Durchlaufzeit* aufeinander abgestimmt ein Gesamtoptimum ergeben. Mit der Prozessablaufplanung und -analyse können:

- die erforderlichen Ressourcen (z.B. Flächen, Personal s.a. Abbildung 61),
- die Strukturen für den zeitlichen Ablauf, die räumliche Anordnung und den organisatorischen Aufbau, oder
- für die Lenkung, die steuernden Prozesse (z.B. Hierarchieproblem Abbildung 61)

geplant werden.

Abbildung 61 zeigt exemplarisch, wie die Prozesse der Produktion und der Logistik hinsichtlich verschiedener Problemstellungen dabei analysiert werden können. Die Wertschöpfung in der Produktion erfolgt z.B. durch die Transformation, Veredelung und das Fügen von Materialien. Die verteilte Wertschöpfung im Industriepark und beim Hersteller hat zur Konsequenz, dass die Produktions- und die Logistikprozesse an unterschiedlichen Orten, zu unterschiedlichen Zeiten und in unterschiedlichen Verantwortungsbereichen (Hersteller, Industriepark, Lieferanten, Dienstleister) stattfinden. Um diese aufeinander abzustimmen, sind:

- Ereignisse eindeutig zu formulieren,
- Verzweigungen und Zusammenführungen der Prozessströme zu planen,
- die Verantwortungsebenen festzulegen,
- die Verantwortungsübergänge inkl. der Austauschbedingungen (Dokumente, Kommunikationsmedien, Verpackung, Ladungseinheiten u.a.) zu definieren,
- die Zustände bzw. Eigenschaften der Prozesse zu interpretieren und zu dokumentieren.

Die Logistikprozesse und die Produktionsprozesse sind so aufeinander abzustimmen, dass ein Gesamtoptimum erzielt wird. Die Identifizierung und Eliminierung möglicher Defizite (z.B. von

Engpässen oder verschenderischen Prozessfolgen), von Prozessfolgedefekten, Fehl- und Blindprozessen in der Prozessplanung hilft dabei, ein ganzheitliches Optimum zu erzielen.

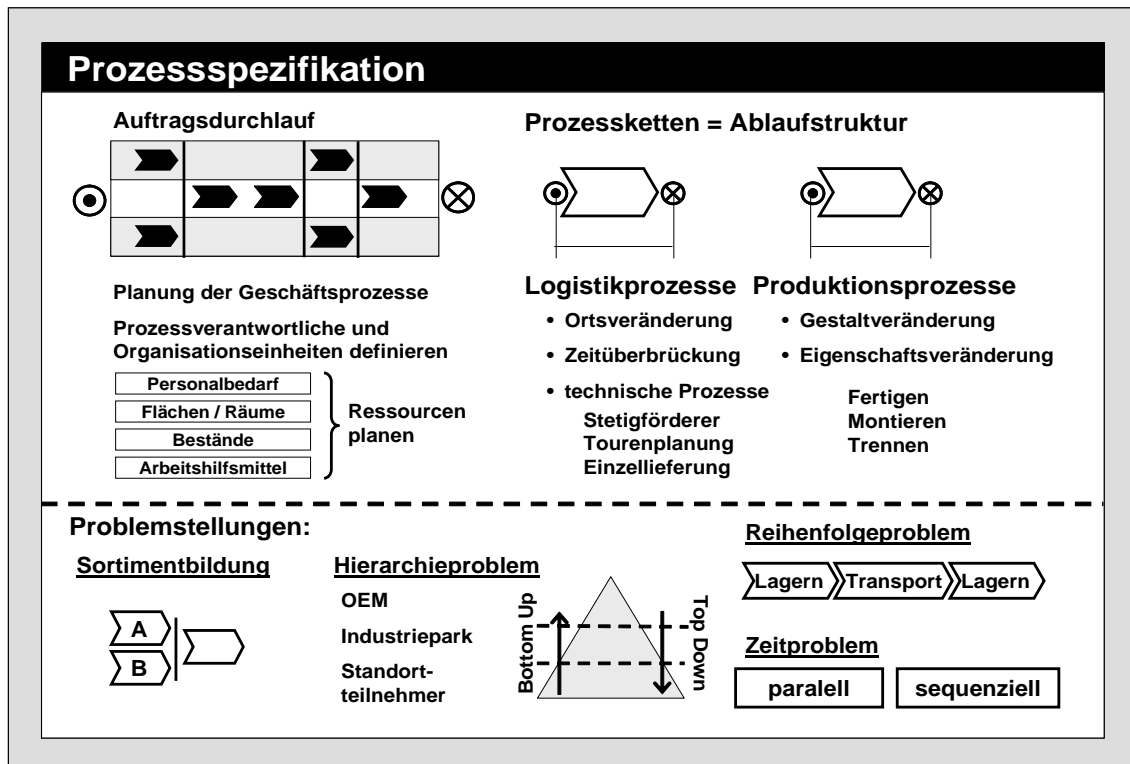


Abbildung 61: Prozessspezifikation

Die Prozesse sind in der Prozessplanung übersichtlich anzuordnen und den Prozesseignern (Abteilungen) zuzuweisen. Grundsätzlich gehören alle Prozesse ohne Kundennutzen auf den Prüfstand. Die in den Prozessplänen definierten Schnittstellen zwischen den Systemen und die prozessorientierte Anordnung der Ressourcen sind maßgebend für die Strukturierung. Im Hinblick auf die Steuerung der Bestände sind *Lenkungsregeln* im Kontext zu den Interdependenzen der Prozesse zwischen Hersteller, Industriepark und Lieferanten zu entwickeln. Ziel dabei ist es, den Prozessablauf zu finden, welcher den Anforderungen und dem Bedarf am besten entspricht. Neben der Betrachtung der Hauptprozesse sind noch zwei weitere Prozessebenen vorstellbar. Eine detailliertere Darstellung ist jedoch in dieser frühen Planungsphase nicht anzuraten, um die Komplexität und den Detaillierungsaufwand nicht zu hoch betreiben zu müssen.

Das Hauptziel der Prozessplanung besteht darin, dass jedes Leistungsobjekt von der Quelle bis zur Senke verfolgt werden kann.

Dadurch können die folgenden Anforderungen der Automobilindustrie an einen Industriepark erfüllt werden:

- Rückverfolgbarkeit der Qualität der Produkte hinsichtlich der Produkthaftung
- Ausschluß von Störungen und Fehlern
- Hohe Anlagenverfügbarkeit
- Erfüllung kurzer Prozesszeiten

Bestandsarme Produktion- und Lieferstrategien (JIT / JIS)

Die Prozessplanung (siehe Abbildung 62 ①) stellt eine in den Prozessabfolgen konsistente und dadurch effiziente Produktion und Logistik sicher. Die Lenkung ist auf die Ablauf- und Aufbauorganisation der Prozesse abzustimmen. Durch die Zusammenlegung von Prozessen (siehe Abbildung 62 ②) können Synergien erschlossen werden, denn die Ressourcen werden effektiver genutzt. Das Eliminieren von unnötigen Prozessen (siehe Abbildung 62 ③) verkürzt die Durch-

laufzeit und spart Ressourcen ein. Bei der Vergabe von Prozessen an Fremddienstleister sind ähnliche Effekte zu erzielen, wenn diese durch die Bündelung mit anderen Aufträgen z.B. ihre Ressourcen effizienter nutzen können. Durch die Parallelisierung von Prozessen (Abbildung 62 ④) kann z.B. die Durchlaufzeit verkürzt werden. Damit die Änderung der Prozessreihenfolge möglich wird, sind z.B. Zwischenpuffer für die Leistungsobjekte einzurichten (siehe Abbildung 62 ⑤).

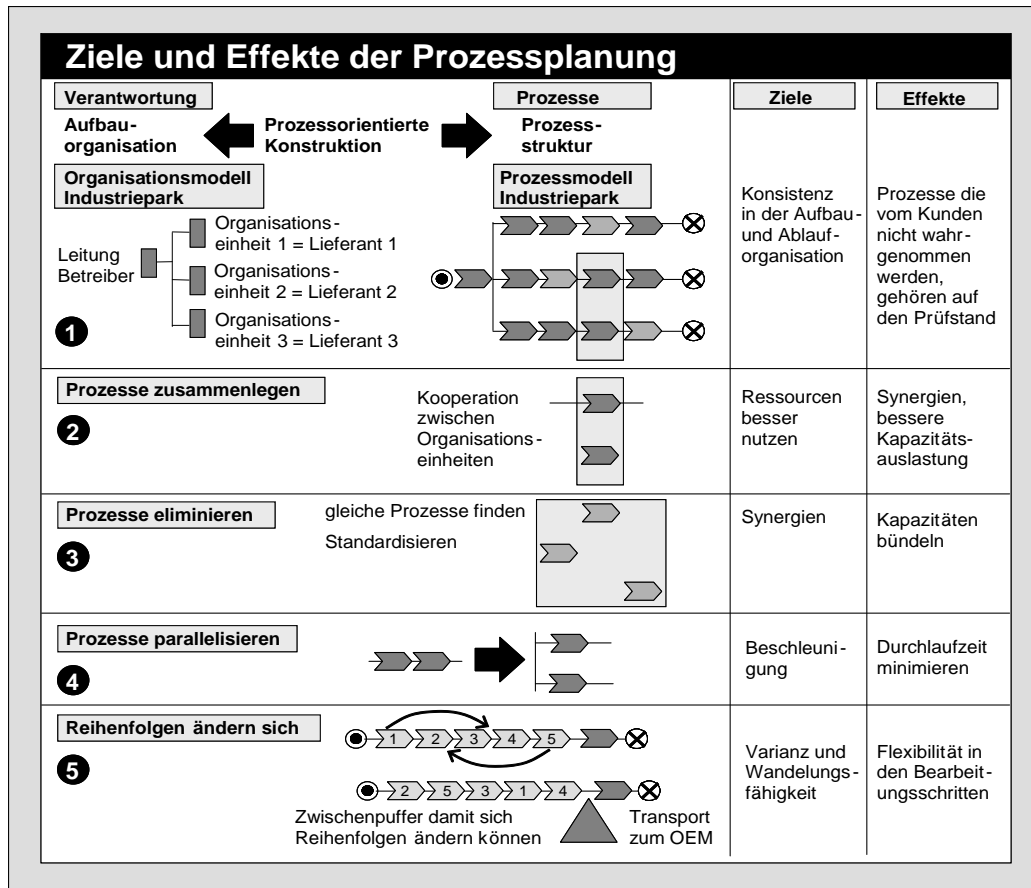


Abbildung 62: Prozesse und Strukturen konsistent konstruieren.

Anhand der formalen Prozessmodelle können weiterhin diverse Analyseverfahren durchgeführt werden (s.a. Kapitel 3.2.2). Abbildung 63 zeigt, welche Kosten ein Leistungsobjekt entlang des Prozessablaufs über die Organisationseinheiten erzeugt.

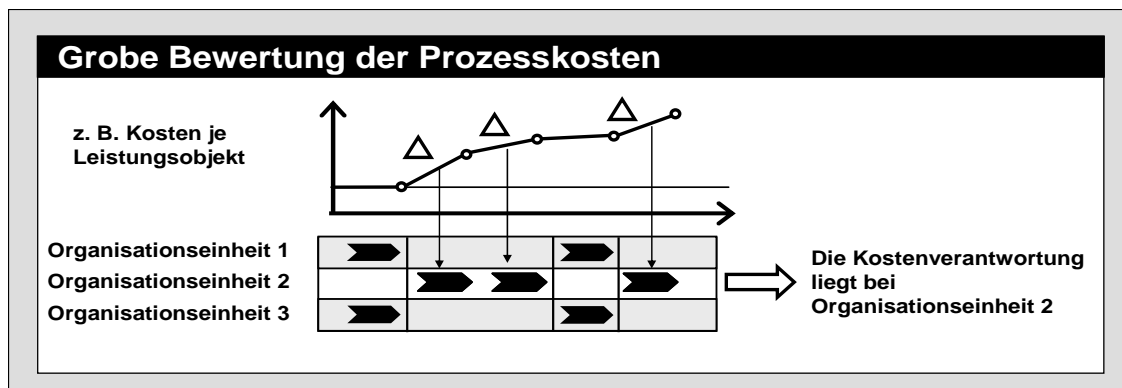


Abbildung 63: Grobe Bewertung der Prozesskosten

Schon in dieser frühen Phase kann somit abgeschätzt werden, welche Organisationseinheit, welche Kosten zu verantworten hat.

### Zwischenfazit

Die Modellierung der Prozesse erschließt viele Optimierungspotenziale. Durch diese Prozessanalyse kann Einfluss auf den Kundennutzen und die Produktivität genommen werden.

Ausgehend von den Prozessen werden die anderen Planungsaufgaben (Ressourcen, Strukturen, Lenkung und das Gesamtsystem) experimentell untersucht. Die Prozesse laufen über die Ressourcen ab und ge- oder verbrauchen Ressourcen.

Prozesse bestimmen dabei maßgeblich die Funktionen, Kapazitäten und die Dimensionen der Ressourcen und werden in der nächsten Phase geplant.

### 5.3.4 Planungsaufgabe 3: Ressourcen

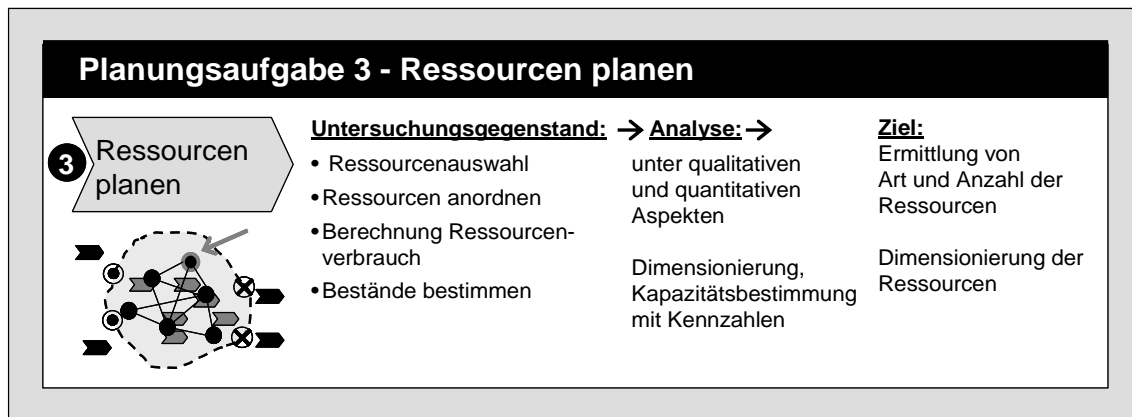


Abbildung 64: Phase 3 – Ressourcen planen

Nach den Prozessen werden die notwendigen Ressourcen qualitativ (z.B. Funktionen) und quantitativ (z.B. Leistungsfähigkeit und Größe) bestimmt. Die Planung der Ressourcen ist direkt oder indirekt von den Prozessen abhängig, denn Prozesse verbrauchen einerseits Ressourcen (z.B. Bestände, Betriebshilfsmittel), andererseits laufen sie über die Ressourcen (z.B. Arbeitsmittel, Personal) ab. Erst im Kontext mit den Prozessplänen aus Phase 2 können die Ressourcen dimensioniert bzw. eine Entscheidung über die Anzahl der notwendigen Ressourcen getroffen werden. Abbildung 64 zeigt schematisch, wie die Ressourcen in dieser Planungsphase den Prozessen zugeordnet werden und dadurch eine erste Struktur der Ressourcen entsteht.

Abbildung 65 zeigt ein vereinfachtes Prozessmodell der Hauptprozesse im Industriepark. Für diese Hauptprozesse können die benötigten Ressourcen auf der Basis der ersten statischen Systemlastangaben dimensioniert werden. Hierzu können die bekannten Methoden der klassischen Fabrikplanung für die Dimensionierung von Ressourcen genutzt werden. Weitere bekannte Verfahren für die Ressourcenplanung sind z.B. die VDI-Richtlinie 5504 [VDI00a], die Theory of Constraints (TOC) nach GOLDRATT [Gold98], [McMu98] und die Betriebskennlinien nach WIENDAHL [Wien01].

Aufgrund der spezifischen Merkmale in Industrieparks sind diese Ressourcenplanungsverfahren nur eingeschränkt anzuwenden. Die in den Industrieparks vorherrschende Fließfertigung erfordert, weder eine hohe dynamische Anpassung der Kapazitäten, noch ist eine Betrachtung der Engpasskapazitäten zwingend erforderlich. Die getakteten Linienfertigungen oder Gruppenfertigungsprinzipien des Industrieparks garantieren:

- eine hohe Nutzungskapazität
- bei einer möglichst gleichmäßigen Auslastung der vorhandenen Ressourcen und
- möglichst geringen Beständen.

Der vom Hersteller gemeldete Bedarf wird als Vorschau gleichmäßig auf die Lieferanten aufgeteilt. Auslastung, Bestände, Liefertreue und Durchlaufzeit werden hierzu hinsichtlich der Prozesse der Logistik und Produktion in Einklang gebracht. Der Hersteller fordert möglichst kurze Durchlaufzeiten und eine hohe Termintreue und Liefersicherheit von den Lieferanten. Der Produzent / Lieferant im Industriepark hingegen möchte eine hohe Nutzungskapazität bei möglichst gleichmäßiger Auslastung der vorhandenen Ressourcen, um die Bestände möglichst gering halten zu können. Hierdurch wird weniger Kapital gebunden und der Aufwand für die Logistik und die Informationsverarbeitung reduziert sich. Dieser Zielkonflikt der Produktionsplanung und -steuerung wird bereits bei der Auswahl, Anordnung und Dimensionierung der Ressourcen in der Planung eines Industrieparks berücksichtigt. Die Ressourcen für die Produktion werden durch die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) kontinuierlich bestimmt.

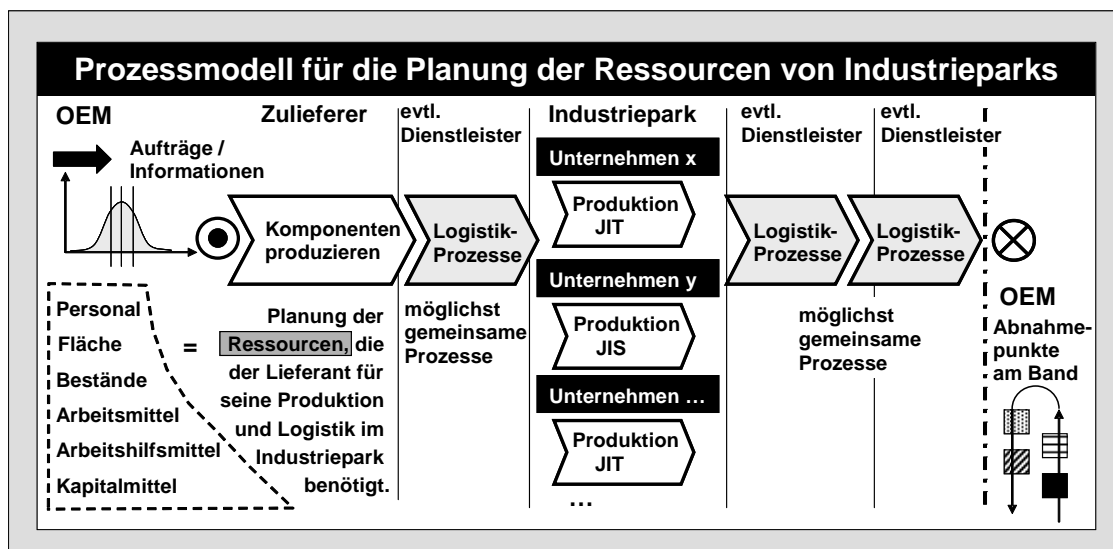


Abbildung 65: Prozessmodell für die Planung der Ressourcen im Industriepark

Für die Planung eines Industrieparks ist die Differenzierung der Ressourcen von hoher Bedeutung. Das Prozesskettenparadigma ([Kuhn97] S.29) definiert sechs knappe Ressourcen der Logistik: *Personal, Flächen, Bestände, Arbeitsmittel, Arbeitshilfsmittel und Organisationsmittel*. FUCHS hat diese um die Ressourcen *Finanzmittel, Informationen und Dienstleistungen* erweitert [Fuch00]. Generell lassen sich die Ressourcen noch nach verschiedenen Kriterien differenzieren. Ressourcen können materieller Natur (z.B. Material, Werkstoffe, Maschinen, Anlagen, Gebäude etc.) oder immaterieller Natur (z.B. Software, geistiges Eigentum, Wissen etc.) sein. Der Entwurf der VDI DGQ 5504: 08-2000 [VDI00a] definiert zusätzlich die folgenden Ressourcen:

- *Ressource Partnerschaften* = externe Lieferanten, Beziehungen zu Personen (z.B. Unternehmensberater), andere Unternehmen (z.B. Unternehmens-Kooperationen) und Institutionen (z.B. Forschungseinrichtungen)
- *Informations-Ressourcen* = technische Daten und sonstige Informationen in allen Darstellungs-, Bearbeitungs-, Transfer- und Speicherungsformen
- *Ressource Software* = sämtliche Programme eines Unternehmens, z.B. zur Steuerung der Datenbanken, das Internet/Intranet, E-Mail etc.
- *Ressource Technologie* = Wissen von naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen, soweit es bei der Lösung technischer Problemstellungen eingesetzt werden kann
- *Ressource geistiges Eigentum/Wissen* = Wissen (Know-how) eines Unternehmens sowohl in dokumentierter, geschützter Form (Patente, Urheberrechte), dokumentierter, unge-



schützter Form Ablauf- und Verfahrensbeschreibungen, Arbeitsanweisungen, Rezepturen) als auch undokumentierter Form (Summe des Erfahrungswissens der Mitarbeiter)

Diese immateriellen Ressourcen gehören zur Kategorie der *intangible Assets* (Software, Wissen, Patente, Technologien) und lassen sich mit der von FUCHS genannten Ressource *Information* beschreiben. Allgemein können Ressourcen mit Finanzmitteln bewertet und als Kosten (Verbrauchs- und Investitionskosten) auf die ressourcenverzehrenden oder -gebrauchenden Prozesse bezogen werden. Der Produktionsanlauf neuer Produkte oder Dienstleistungen in einem Industriepark erfordert die Bewertung aller voraussichtlich dafür erforderlichen Ressourcen, damit die Selbstkosten für das neue Produkt bestimmt werden können. Für die bereits existierenden Produkte, Dienstleistungen oder Aktivitäten ist der laufende Ressourcenverbrauch zu messen.

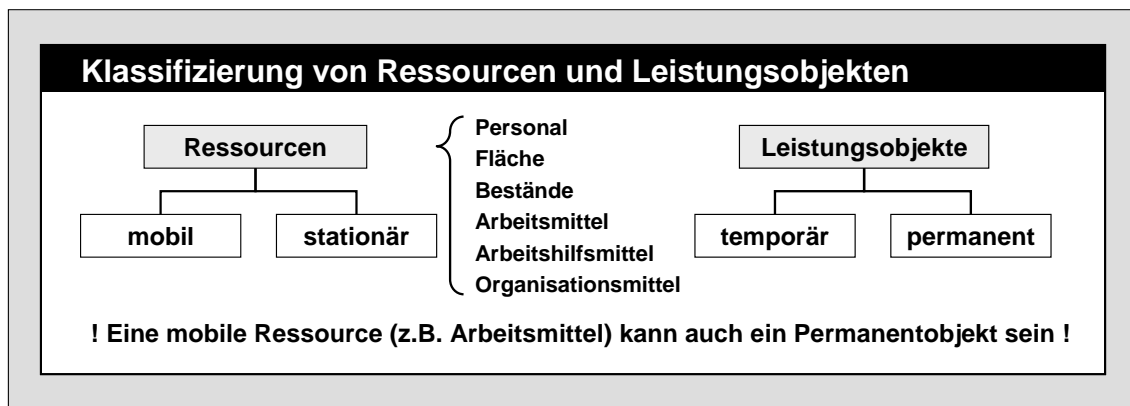


Abbildung 66: Zusammenhang zwischen Ressourcen und Leistungsobjekten

Abbildung 66 zeigt einen weiteren Zusammenhang zwischen Ressourcen und Leistungsobjekten. Die Ressourcen können zugleich auch Leistungsobjekte sein, wenn sich die leistungserstellenden Prozesse direkt auf diese Ressourcen beziehen. Leistungsobjekte befinden sich entweder *temporär* oder *permanent* im betrachteten System. Die Leistungsobjekte werden durch die Prozesse initiiert und laufen über die Ressourcen im Zuge der Leistungserbringung ab. Es ist zwischen *temporären* und *permanenten Leistungsobjekten* zu differenzieren. *Temporäre Leistungsobjekte* durchfließen das System und sind damit nur temporärer Bestandteil des Systems. Vor dem Hintergrund der Reproduzierbarkeit können *temporäre Leistungsobjekte* als „*Flussgröße*“ aufgefasst werden. Im Gegensatz hierzu durchläuft ein Unikat nach Beendigung der Produktion das System kein zweites Mal (außer im Fall von Nacharbeit oder Fehldisposition). Ähnliches gilt für Informationen und Finanzmittel, welche das System nach deren Verbrauch dauerhaft verlassen. Die *permanenten Leistungsobjekte* sind dem System für einen bestimmten Zeitraum fest zugeordnet. Am Beispiel „Personal“ ist z.B. sicherzustellen, dass in jeder Arbeitsschicht dem System wieder die volle Kapazität an Mitarbeitern zur Verfügung steht, welche dann über den Arbeitszeitraum gebraucht wird.

Die Ressourcen können generell *mobil* (z.B. Personal) oder *stationär* (Maschine, Fläche) sein. Es ist nach dieser Definition vorstellbar, dass eine *mobile Ressource* (z.B. ein Gabelstapler) nur auf dem Gelände eines Lieferanten im Industriepark fährt und damit ein *Permanentobjekt* dieses Systems ist.

Das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Leistungsobjektes an einer Ressource ist zugleich auch eine Information. Mithilfe geeigneter Informationstechnologien (IT) kann diese Information gewonnen und verdichtet werden. Leistungsobjekte erhalten damit eine Identität, die umso genauer ist, je zeitnäher und präziser die Informationen sind. Werden Ressourcen bewegt oder mit Leistungsobjekten belegt, erzeugen diese damit auch Informationen. Durch

begleitende Informationen werden Materialflüsse zu Informationsflüssen. Die Information fließt im Idealfall synchron mit dem Material, besser noch voreilend zu diesem.

Die Verfügbarkeit der Ressourcen ist im durch Fließfertigung gekennzeichneten Industriepark von großer Bedeutung. Eine Störung an einer für das Gesamtprodukt bedeutenden Produktionsanlage stoppt z.B. die Produktions- oder Logistikprozesse, welche darauf ablaufen und behindert andere Prozesse. In der Ressourcenplanung werden daher zuerst der Bedarf und das Angebot an Ressourcen im Industriepark beschrieben. Hierzu müssen die unterschiedlichen Arten von Ressourcen differenziert werden.

Ressourcen lassen sich nach ihrer Herkunft in *unternehmensexterne* und *-interne* Ressourcen unterscheiden. *Unternehmensinterne* Ressourcen lassen sich wiederum in *bereichsexterne* und *-interne Ressourcen* differenzieren. Diese Differenzierung sagt etwas über die Verantwortungs- und Organisationsbereiche aus, in denen sich die Ressourcen befinden. In Industrieparks ist das von Relevanz, da Prozesse und Ressourcen z.B. an Fremddienstleister ausgelagert sein können.

*Einzelressourcen* sind diejenigen Ressourcen, die eindeutig z.B. über Mengenangaben oder Nutzungsgrade den zugehörigen Leistungen (Maschinennutzungszeit, Personalbedarf, Bestände) zugeordnet werden können. Für diese Ressourcen kann in der Prozesskostenrechnung auch der Finanzbedarf ermittelt werden. *Gemeinressourcen* sind diejenigen Ressourcen, die für die Erstellung der angeforderten Leistungen erforderlich sind, z.B. eine informationstechnische Infrastruktur, denen jedoch keine quantifizierte Menge zugewiesen wird, mit der sie in die Leistungen eingehen. Externe Ressourcen sind das Management von Partnerschaften, beispielsweise die Beziehung zu Lieferanten oder Dienstleistern im Industriepark.

Einige Ressourcen sind *langfristig* definiert (z.B. Flächen, Gebäude), andere hingegen sind *mittel-* oder *kurzfristig* anpassbar (z.B. Bestände an Material und Halbfertigzeugen). Für die Bearbeitung der Aufträge stehen i.d.R. begrenzte Ressourcen zur Verfügung. Ressourcen dienen der Befriedigung von Bedürfnissen. Ressourcen sind nur begrenzt vorhanden, wobei einige Ressourcen knapper sind als andere.

Nach dieser Klassifizierung von Ressourcen werden im Folgenden ausgewählte Grundsätze und Zusammenhänge dargestellt, wie sich Ressourcen in dem komplexen System Industriepark gegenseitig beeinflussen. Diese Zusammenhänge sind bedeutend für die Planung der Ressourcen.

Die Prozesse und Ressourcen sind kontinuierlich gemäß dem Bedarf des Herstellers einzuplanen. Durch eine kontinuierliche Messung der Ressourcen im Produktionsablauf und der Logistik des Industrieparks ist ein Monitoringsystem aufzubauen. Das Monitoringsystem ermöglicht die Beurteilung der Zustände und Veränderungen im Produktionsablauf unter logistischen Aspekten. Ein solches Monitoringsystem ermöglicht es, die logistischen Potenziale hinsichtlich Bestand, Durchlaufzeit und Kapazität zu quantifizieren. Ziel ist es, den optimalen Betriebsbereich und den optimalen Bestand an Ressourcen zu überwachen. Abbildung 67 zeigt den Aufbau eines solchen Monitoringsystems. Die verschiedenen, erhobenen Kennzahlen aus den Ressourcenanalysen werden in Graphen und Tabellen aufbereitet und zusammengestellt.

Für das Management der Ressourcen sind die Informationen aus einem solchen Monitoringsystem sehr wertvoll. Die Planung und die Kontrolle aller dem System zugeordneten Ressourcen kann dadurch erfolgen. Dabei sind für statische Ressourcen z.B. Zeiträume, Dimensionen und Kapazitätsumfänge zu definieren, die diese dem System zur Verfügung stehen sollen. Bei den dynamischen Ressourcen sind deren Mengen- oder Werteinheiten für die Abrechnung zu definieren. Ergänzend hierzu sind wertvolle Kennzahlen wie z.B.: Ressourcennutzung / Auslastung, Ressourcenangebot / Reichweite, Durchlaufzeit / Flussgrad, Leistung / Leistungs-

grad, Wertschöpfungsanteil / Kosten und Qualität zu überwachen. Die auf diese Weise gewonnenen Kennzahlen der Ressourcen im System ermöglichen eine genauere Planung und Steuerung.

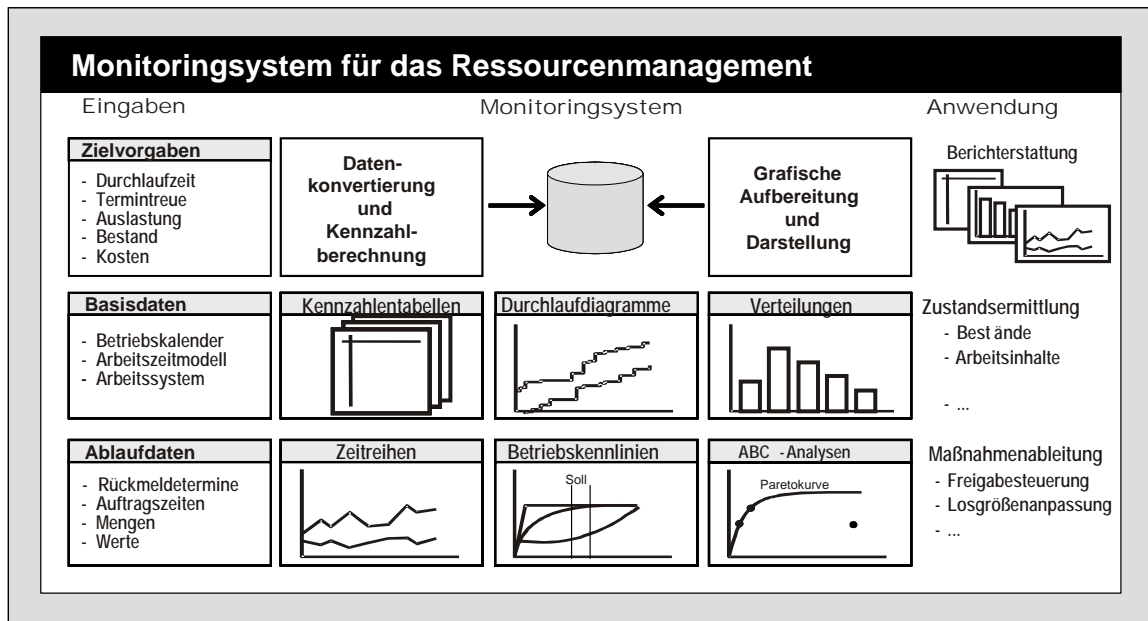


Abbildung 67: Monitoringsystem für die Produktionsplanung und -steuerung i.A.a. [Kirc03]

Die Kennzahlen sind in einem Kennzahlensystem zu definieren und stellen ein kontinuierliches Fließsystem im Industriepark sicher.

### Zwischenfazit Ressourcenplanung:

Die Ressourcenplanung setzt sich aus der qualitativen und quantitativen Bestimmung der Ressourcen zusammen. Qualitativ sind die Ressourcen gemäß den gewünschten Funktionen, Anforderungen und Restriktionen zu definieren. Quantitativ sind die Ressourcen in dieser Planungsaufgabe vorerst nur grob zu dimensionieren. Denn sowohl die Systemlasten, als auch die Prozesse und die Lenkung sind entscheidend für den Ressourcenbedarf. Die organisatorischen Zusammenhänge und die Prozesse beeinflussen sich gegeneinander und sollten daher in Abhängigkeit voneinander geplant und eingesetzt werden.

Weiterhin ist die kontinuierliche Analyse der Ressourcen durch ein Monitoringsystem notwendig, da die so gewonnenen Kennzahlen für die spätere Planung und Steuerung des Ressourcenbedarfs genutzt werden können. Beeinflussen sich die Prozesse oder hängen von einander ab, so sind die Ressourcen entsprechend anzuordnen (verkettet oder separiert) und zu gestalten (eingehaust, geschützt). Durch Experimente mit den Prozessen, Strukturen und der Lenkung im Planungsmodell kann der daraus resultierende, geänderte Ressourcenverbrauch beobachtet werden. Hieraus können die Gestaltungsregeln für die Dimensionierung und Konstruktion der Ressourcen abgeleitet werden.

Im Folgenden wird gezeigt, dass die Strukturplanung eine integrierte Betrachtung von Systemlasten, Prozessen, Ressourcen und Lenkung erfordert, um ein wirtschaftliches Gesamtsystem sinnvoll strukturieren zu können.

### 5.3.5 Planungsaufgabe 4: Struktur

Vorhandene *Anordnungs-* oder *Aufbaustrukturen* werden selten hinterfragt, da eine Restrukturierung meist mit aufwändigen Projekten verbunden ist. Folglich werden die Prozesse den vorhandenen Strukturen angepasst, das führt oft zu unwirtschaftlichen Prozessabläufen und erhöhten Ressourcenverbräuchen. In Planungsaufgabe 4 werden die in Phase 3 ausgewählten

Ressourcen in verschiedenen Varianten in der Anordnungsstruktur angeordnet und vernetzt. Die Prozesse der Produktion und der Logistik laufen in der Anordnungsstruktur ab (= *räumliche Struktur*). Zugleich unterliegen die Prozesse einer Ablaufstruktur (= *zeitliche Struktur*).

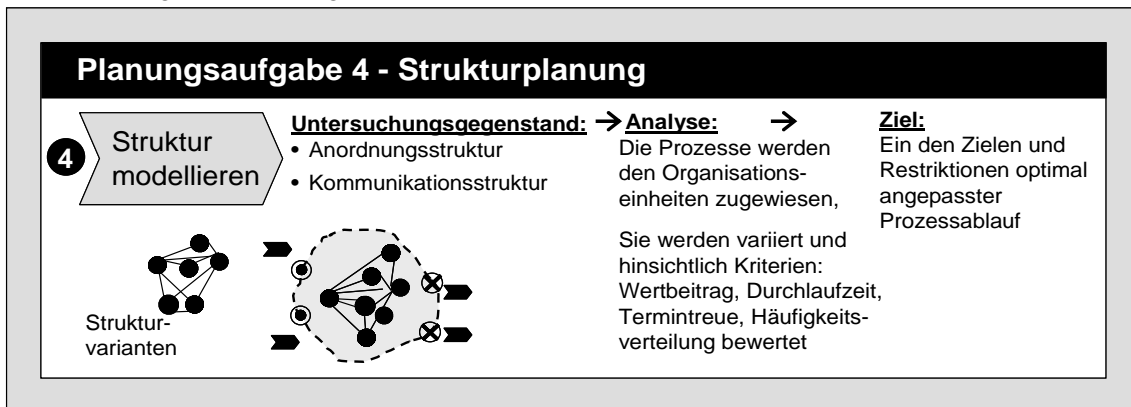


Abbildung 68: Planungsaufgabe 4 - Strukturplanung

Entsprechend den Fertigungsformen laufen die Prozesse gemäß den in Phase 2 erstmalig grob definierten Prozessketten zeitlich ab. Der Prozesskettenplan aus Phase 2 unterstützt somit die Strukturzeugung. Weiterhin sind die Verantwortungsbereiche, die Kostenstellen und die Leistungsvereinbarungen in der Aufbaustruktur (= *funktionale Struktur*) zu planen.

In der Strukturplanung werden erste, noch grobe Strukturkonzepte erstellt. Hierbei sind sowohl die Ziele, Anforderungen und Rahmenbedingungen aus der Definition der Planungsaufgabe, der Systemgrenzen und -lasten als auch die Ergebnisse aus der Planung, der Prozesse und Ressourcen zu berücksichtigen. Prozesskettenpläne unterstützen die Strukturplanung und liefern wertvolle Hinweise für die *Aufbau-*, *Ablauf-* und *Anordnungsstruktur* (siehe Abbildung 69).

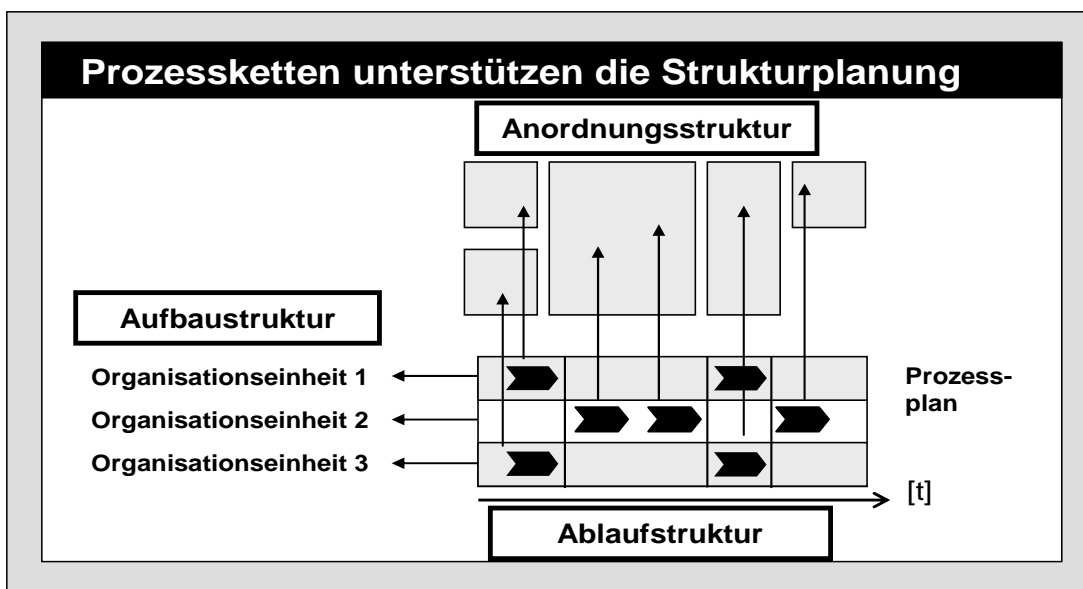


Abbildung 69: Prozesspläne unterstützen die Strukturplanung

Erst die Analyse der in den Strukturen ablaufenden Prozesse ermöglicht das Erkennen einer ganzen Reihe von Strukturdefekten, die WINZ [Winz97] in der Prozessketten-FMEA beschrieben hat. Da sich die *Aufbau-*, *Ablauf-* und *Anordnungsstruktur* gegenseitig beeinflussen, sind diese vernetzt zu betrachten, um die Strukturdefizite aufdecken zu können (s.a. Abbildung 69). Die Strukturierung ist das gedankliche, modellhafte Zusammenfügen und Verbinden der Lösungselemente zu einem System. Aus den Prozessen und Ressourcen ergibt sich nicht

automatisch eine Struktur, sondern es sind i.d.R. viele Lösungsalternativen möglich. Für die Synthese der Strukturösungen ist eine hohe Kreativität der Planer erforderlich, um deduktiv das „Ganze“ eines Lösungskonzeptes „erahnen“ zu können.

Es folgen weitere bekannte Ansätze zur Strukturplanung in der Fabrikplanung, welche für die Planung von Industrieparks grundsätzlich auch angewandt werden können.

### **Bekannte Ansätze der Strukturplanung**

Für die Planung der Anordnungsplanung eines neuen Industrieparks eignen sich die Planungsmethoden der „klassischen“ Layoutplanung (siehe KETTNER [Kett84] und AGGTELEKY [Aggt90] in Anhang D 1). Die einmalige statische Strukturierung der produktionsnahen Bereiche in der Generalbebauungsplanung und Layoutplanung ist jedoch zu kurzgefasst.

Aufgrund dieser Erkenntnis wurde von WILDEMANN und WARNECKE die Fabrikstrukturierung erweitert (siehe Anhang D 2). WILDEMANN [Wild88] segmentiert die Fabrik in *vertikale* (Produkttypen, Produktionsvolumen, Produktmix, Absatzstruktur, Wettbewerbsfaktoren, Losgrößen) und *horizontale* (Fertigungsablauf, Produktionsanlagen, Materialfluss, Personal) *Segmente*. In der Strukturplanung werden Struktureinheiten gebildet. Diese Segmente können materiell abgrenzbar (Gebäude, Produktionseinheiten, Arbeitssysteme) oder immaterieller Natur (Betriebsbereiche, Einheiten der indirekten Funktionen) sein. Dabei sind nach WILDEMANN die folgenden Grundsätze zu berücksichtigen:

- Ausrichtung an den Anforderungen des Marktes,
- Orientierung an den unternehmerischen Zielsetzungen,
- Umsetzung einer produktorientierten Aufgabenerfüllung,
- Erweiterung des Betrachtungsraums entlang der Logistik- bzw. Wertschöpfungskette,
- Erweiterung der Aufgaben einer Einheit durch Integration indirekter Funktionen,
- Eigenverantwortung der Einheiten bzgl. Aufgabenerfüllung, Herstellkosten, Termineinhaltung, Service usw.

Bei der Bildung solcher Einheiten ist stets der wirtschaftliche Betrieb bestimmend für die Größe und Art der Strukturierung.

WARNECKE [Warn93] strukturiert die Fabrik in sog. *Fraktale*. Beide Ansätze: *Segmente* und *Fraktale* sind richtungweisend, da sie bei der Strukturierung die Wirkzusammenhänge zwischen den zu strukturierenden Elementen berücksichtigen. Die Ansätze von [Wild88], [Warn93] werden für die Modularisierung der Planungsaufgabe und des realen Systems Industriepark im Rahmen der Arbeit weiterentwickelt.

Es existieren bereits genormte Kennzeichnungssystematiken (z.B. Kennzeichnungssystematik nach DIN 6779-12 [DIN03] oder die DIN 32835 Teil 1-2 Dokumentation für das Facility Management [DIN07b], [DIN07c]). Kennzeichnungssystematiken dienen der genauen Kennzeichnung von technischen Anlagen, deren Komponenten und Bauteile. Die Kennzeichnung erfolgt z.B. in der DIN 6779 aus der *funktions-*, der *produkt-* und der *ortsbezogenen* Sicht (s.a. Abbildung 70). Der auf dieser Grundlage zugewiesene Identifikationsschlüssel erleichtert den Aufbau von Datenbanken und die Rückverfolgbarkeit alphanummerischer Daten zu den jeweiligen Bauteilen. Die möglichst eindeutige Kennzeichnung von Anlagen, Komponenten und Bauteilen und das Zuweisen von Daten und Objekten dient der Rückverfolgbarkeit der Anlagenhistorie, erkannter Schwachstellen und erfolgter Maßnahmen. Die Kennzeichnungssystematik der DIN 6779 soll in dieser Arbeit Verwendung finden. Detaillierte Informationen zur Strukturierung sind im Anhang G zu finden.

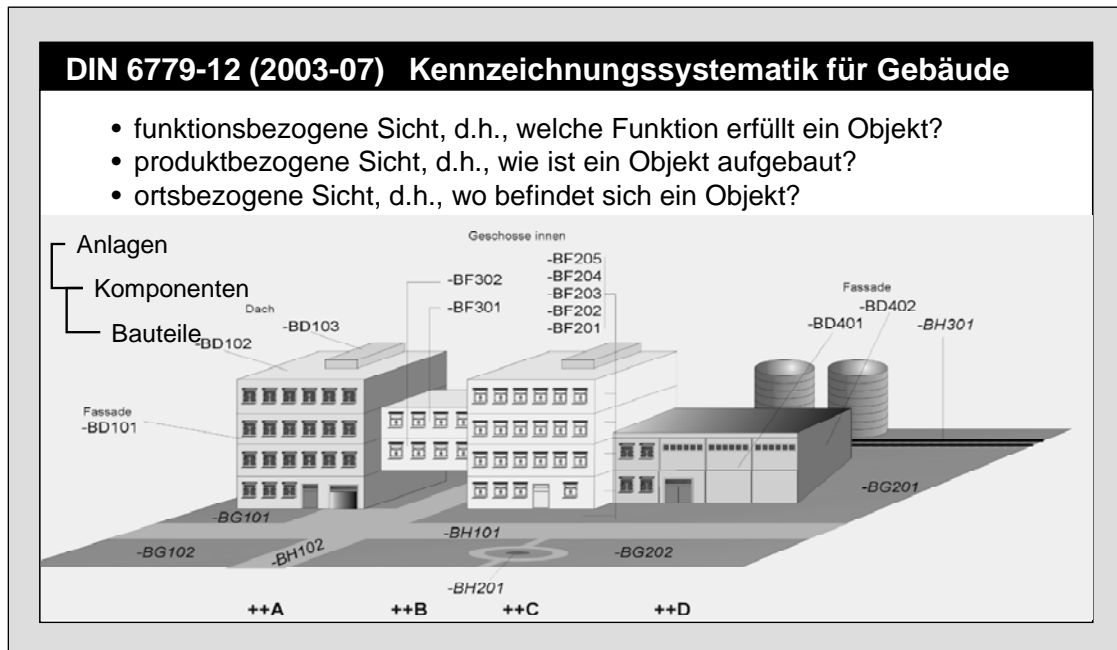


Abbildung 70: Kennzeichnungssystematik für Gebäude nach DIN 6779 - 12 [DIN03]

Im Folgenden wird die Anwendbarkeit bekannter Ansätze zur Strukturplanung von *Anordnung*-, *Ablauf*- und *Aufbaustruktur* für das Konstrukt Industriepark überprüft.

### Vorgehen in der Strukturplanung

Die Realisierung von baulichen und technischen Strukturen im Entwurf entspricht idealerweise gleichzeitig den Lenkungseinheiten des Unternehmens (= Aufbaustruktur), da sich in den Subsystemen (Strukturmodulen) die Gestaltung und die Lenkung der Prozesse (= Ablaufstruktur) vollziehen. Erst die sinnvolle Dimensionierung, Abgrenzung und Vernetzung der sich selbst organisierenden Teilsysteme (= Anordnungsstruktur) schafft eine effiziente Unternehmensarchitektur.

Für die Strukturierung des Produktions- und Logistikkonzeptes für Komponenten und Module des Industrieparks sind u.a. die folgenden Fragen zu klären:

- Welche Funktionseinheiten (Verwaltung, Produktion, Lager, Nebenbetriebe etc.) sind im Industriepark unterzubringen? (= Aufbaustruktur)
- Welche Betriebsstätten (Bauten) sind für welche Komponenten, Module, Produktionsverfahren bzw. Technologien vorzusehen? (= Aufbaustruktur)
- Wie hängen die einzelnen Funktionseinheiten hinsichtlich des Materialflusses (transporttechnisch, des Informationsflusses und des Verantwortungsbereiches (Lenkung) zusammen? (= Ablaufstruktur)
- Welche Funktionseinheiten können zusammengefasst und gemeinsam genutzt werden? (= Anordnungsstruktur)
- Wie ist die logistische Infrastruktur im Industriepark aufzubauen (Lager, Transportanlagen und Einrichtungen)? (= Anordnungsstruktur)
- Was für eine grobe Anordnungs-, Ablauf- und Aufbaustruktur lässt sich daraus ableiten?

Die heuristisch abgeleiteten Modelle der Strukturvarianten werden skizziert und hinsichtlich des optimalen Ablaufes der Prozesse bewertet. Für die Strukturierung und die Bildung von Subsystemen (Fraktale, Segmente) können Strukturvarianten gebildet und bewertet werden. Entscheidend sind dabei die Ziele und Anforderungen, unter denen diese Strukturvarianten gebildet werden. Diese Analyse des Systems aus verschiedenen Sichten und die drauf aufbau-

ende Strukturierung unterstützt die Bildung der *Aufbau-*, *Ablauf-* und *Anordnungsstruktur*. Es folgen einige Beispiele, welche die Strukturierungsprinzipien verdeutlichen:

*Produktorientierung:* Hierbei werden Produktgruppen gebildet, die aufgrund der Produktvarianten und Verbauorte beim OEM differenzieren lassen. Die Produktorientierung ist im Industriepark von den Modellvarianten abhängig und stellt ein übergeordnetes Konzept dar, da jede produktorientierte Einheit die gesamte Wertschöpfungskette der nachfolgenden Strukturierungsebenen beinhaltet, wodurch innerhalb eines Produkts eine weitere Aufteilung unter weiteren Strukturierungsprinzipien nötig wird.

*Beispiel:* Eine Firma stellt Klimaanlage für die unterschiedlichen Varianten im Industriepark her. Dennoch lassen sich die Produkte den produktverantwortlichen Lieferanten zuordnen und sind eine andere Beschreibungsform der *Aufbaustruktur*.

*Materialflussorientierung:* Dieses Strukturierungsprinzip weist eine produktbezogene Gliederung mit einer Hauptmaterialflussrichtung auf. Sie ist für unterschiedliche Produktgruppen mit ähnlichen ablaufbedingten Anforderungen geeignet und bildet eine *Ablaufstruktur*. Diese Einteilung bietet die Möglichkeit, die Struktureinheiten entsprechend den bestehenden Materialversorgungs- und -entsorgungsbedingungen, den vor- und nachgelagerten Einheiten sowie dem Transportsystem anzupassen. Diese Einheiten werden im Layout entsprechend dem Materialflussaufkommen und der Richtung des Materialflusses angeordnet.

*Beispiel:* In der Sitzfertigung werden in hintereinander geschalteten Anlagen, ausgehend vom Grundsitz, die unterschiedlichen Sitzvarianten hergestellt.

*Arbeitsmittelorientierung:* Ausschlaggebend für eine Einteilung in arbeitsmittelorientierte Einheiten kann z.B. der Einsatz von Arbeitsmitteln mit gefährlichen Verfahren sein, welche eine Abschirmung (Schall, Dämpfe, Staub) von den übrigen Produktionsbereichen erfordern. Hierzu ist das Gebäude in Räumen (z.B. Raumluft, Sicherheitsabstände) und Bauteilen (z.B. maximale Traglasten, Schalldämmwerte etc.) auszubilden.

*Beispiel:* Betriebsmittel für eine Präzisionsbearbeitung werden zusammen in einem klimatisierten, schwingungsisolierten Raum aufgestellt, um die geforderte Qualität erreichen zu können.

Die Arbeitsmittel sind meist ortsgebunden und dienen daher der *Anordnungsstruktur*.

*Personal-/ Tätigkeitsorientierung:* Diese Strukturierung erfolgt nach der benötigten Personalqualifikation oder den durchzuführenden Tätigkeiten. Neben der Qualifikation spielen hier auch Personalfragen wie Entlohnungssysteme, Arbeitszeitmodelle und Motivation der Mitarbeiter eine Rolle.

*Beispiel:* In einem ausgewiesenen Bereich werden für die Lieferanten des Industrieparks Montagetätigkeiten durch Lohndienstleister zentral vorgenommen.

Diese Orientierung dient der *Aufbaustruktur* verschiedener Verantwortungsbereiche.

*Werkstofforientierung:* Die Strukturierung erfolgt nach Art und Eigenschaft der verarbeiteten Materialien (z.B. Kunststoffe, Metalle oder Empfindlichkeit, Gefährlichkeit usw.).

*Beispiel:* Stähle und Leichtmetalle werden an verschiedenen Stellen bearbeitet, um eine Vermischung der Späne und die damit verbundenen Entsorgungsprobleme zu vermeiden.

Der starke örtliche Bezug und die räumliche Trennung sind in der *Anordnungsstruktur* zu berücksichtigen.

*Kommunikationsorientierung:* Bei dieser Form der Einteilung werden Subsysteme gebildet, die einen intensiven Informationsaustausch erfordern. Die *Kommunikationsorientierung* dient der Prüfung und Gestaltung der *Aufbaustruktur*.

*Beispiel:* Der Forschungs- und Entwicklungsbereich oder auch der Prototypen- und Werkzeugbau unterhalten enge gegenseitige Kontakte und werden daher im Industriepark nebeneinander angeordnet.

Die an dieser Stelle aufgezeigten unterschiedlichen Prinzipien der Orientierung können für die Strukturbildung angewandt werden. Die Überlagerung verschiedener Strukturierungsprinzipien erzeugt Mischformen, die mehreren Zielen und Anforderungen gerecht werden können. Es entsteht eine Vielzahl von Strukturvarianten. Durch die Überlagerung der Strukturen und deren Anpassung entstehen Varianten von Gesamtstrukturen, welche auf ihre Erfüllungsgrade hinsichtlich *Anordnungsstruktur*, *Ablaufstruktur* und *Aufbaustruktur* zu bewerten sind. Abbildung 71 zeigt exemplarisch, wie drei verschiedene Strukturvarianten hinsichtlich *Anordnungsstruktur*, *Ablaufstruktur* und *Aufbaustruktur* bewertet werden. Eine wertvolle Orientierungshilfe ist dabei der in der *Planungsaufgabe Prozesse* erstellte Prozesskettenplan (s.a. Abbildung 69).

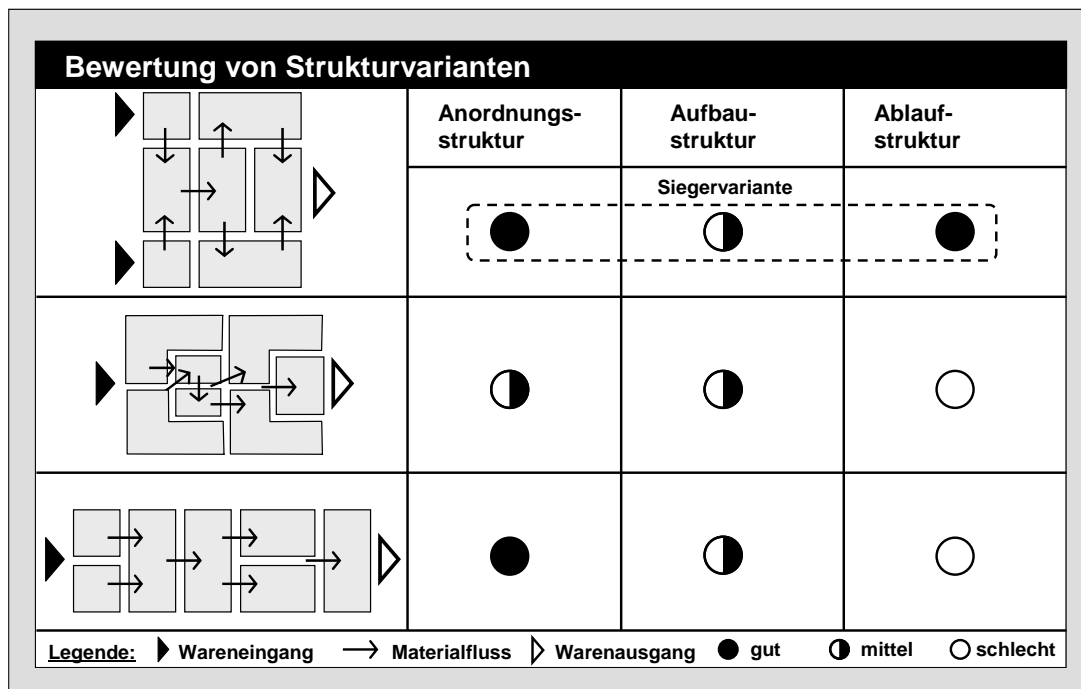


Abbildung 71: Bewertung der Strukturvarianten

Aufgrund der dynamischen Veränderung der Anforderungen an den Industriepark (z.B. Einführung einer neuen Modellvariante) sind Strukturanpassungen erforderlich. Der hier vorgestellte Strukturierungsansatz dient der Selektion der am besten geeigneten Lösung neuer Strukturvarianten.

### Systematische Entwicklung von Strukturen aus den Prozessen

Aufgrund der in Kapitel 5.1.1 bereits aufgezeigten hohen Wechselwirkungen zwischen *Strukturen* und *Prozessen* ist eine prozessorientierte Konstruktionsmethode zu entwickeln.

In Abbildung 72 ist die Konstruktion eines Industrieparks aus *System-* und *Prozesssicht* dargestellt. Nach der Planung und Analyse der Prozesse des Betriebes mit dem Dortmunder Prozesskettenparadigma können verschiedene Analysen vorgenommen werden, welche für die Strukturierung des Systems hilfreich sind (siehe Abbildung 72 ①). So können z.B. die Engpassprozesse und der kritische Pfad für die Prozess erfüllung identifiziert werden. Diese Prozessverläufe sind möglichst durch wenige Schnittstellen (Teilsystemgrenzen) zu unterbrechen. Die unterschiedlichen, prozessverantwortlichen Organisationsbereiche für die Lenkung dieser Prozesse sind mit Informationsflüssen für eine gezielte Lenkung der Prozesse zu versorgen. Bedeutende Kriterien für die Planung eines Industrieparks sind neben den Prozessen



bei den einzelnen Lieferanten im Industriepark, die Prozesse, welche standortübergreifend (z.B. Bündelung in Sammeltransporten) als auch beim Hersteller ablaufen (z.B. die zeitlichen Abfolgen der Montage und die Abfolge der Montageorte beim Hersteller).

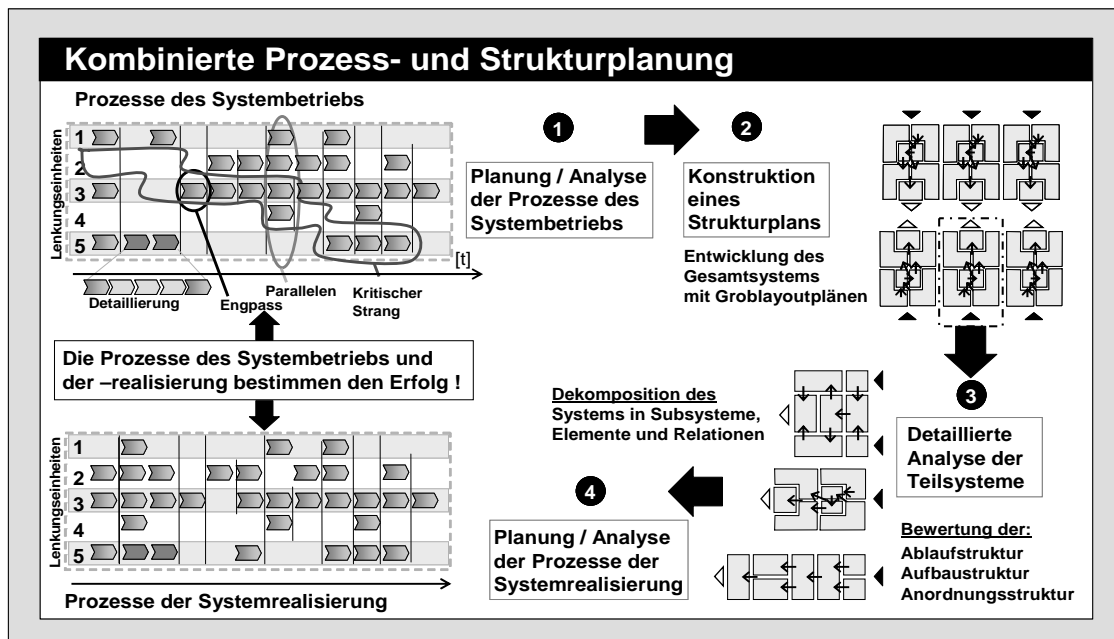


Abbildung 72: Strukturbildung des Industrieparks aus System- und Prozesssicht

Nachdem die Prozesskettenpläne analysiert sind, kann aufgrund der erkannten Prinzipien ein Groblayout mit den ersten Skizzen der Teilsysteme erstellt werden (siehe Abbildung 72 ②). Das erstellte Groblayout ist auf seine Übereinstimmung mit den erkannten Zielen und Restriktionen der Betriebsprozesse in der *Aufbau-*, *Ablauf-* und *Anordnungsstruktur* zu analysieren und zu bewerten. Hierbei stellt man sich die Prozessabläufe über die im Layout angeordneten Ressourcen und deren Relationen vor.

Die so angeordneten Ressourcen werden hinsichtlich der Systemlasten und der funktionalen Anforderungen aus den Prozessen in Varianten umstrukturiert, mit anderen Funktionen belegt oder alternativ dimensioniert. Die so erzeugten Strukturvarianten werden wiederum bewertet und diejenige mit der höchsten Wertschöpfung ausgewählt.

Im nächsten Schritt werden mithilfe der Dekomposition handhabbare Teilsysteme gebildet. Für die so definierten Teilsysteme können wiederum Strukturvarianten gebildet werden und die Prozessabläufe des Betriebes und die Prozesse für die Erstellung (Bau) dieser Teilsysteme geplant werden (siehe Abbildung 72 ③). Danach können die Prozesse für die Realisierung des Gesamtsystems als Prozesskettenplan geplant werden (siehe Abbildung 72 ④). Die erneute Analyse der Prozesse des Betriebes über die gewonnenen Systemstrukturen lässt auch Rückschlüsse für die Realisierung der Struktur der baulichen und technischen Anlagen zu (siehe Abbildung 72 ⑤). Systemelemente, welche z.B. eine hohe Prozessintensität aufweisen, sind robuster zu konstruieren oder durch gezielte Instandhaltungsmaßnahmen zu unterstützen. Schwankende Systemlasten in Subsystemen sind ein Indiz dafür, dass diese anpassbar zu gestalten sind. Ergebnis der Überlegungen in der Planungsphase Strukturplanung ist ein grober Masterplan, in dem die o.g. Strukturen skizziert sind. Die wichtigsten Funktionsbereiche bzw. Betriebsstätten sind einander entsprechend den Prozessflüssen angeordnet. Die gebildeten Bereiche werden in der Konstruktion (siehe Kapitel 5) mit ihren Flächen, Funktionen, Erweiterungsachsen und Transportverbindungen detaillierter ergänzt und dargestellt. Das entwickelte Planungsverfahren (siehe Abbildung 72) ist kontinuierlich in iterativen Schleifen durchzuführen

und kann bei Restrukturierungsbedarf erneut angewandt werden. Abbildung 73 zeigt exemplarisch, wie aus drei Prozesskettenplänen jeweils eine Aufbau- und darauf aufbauend eine Anordnungsstruktur entwickelt werden kann.

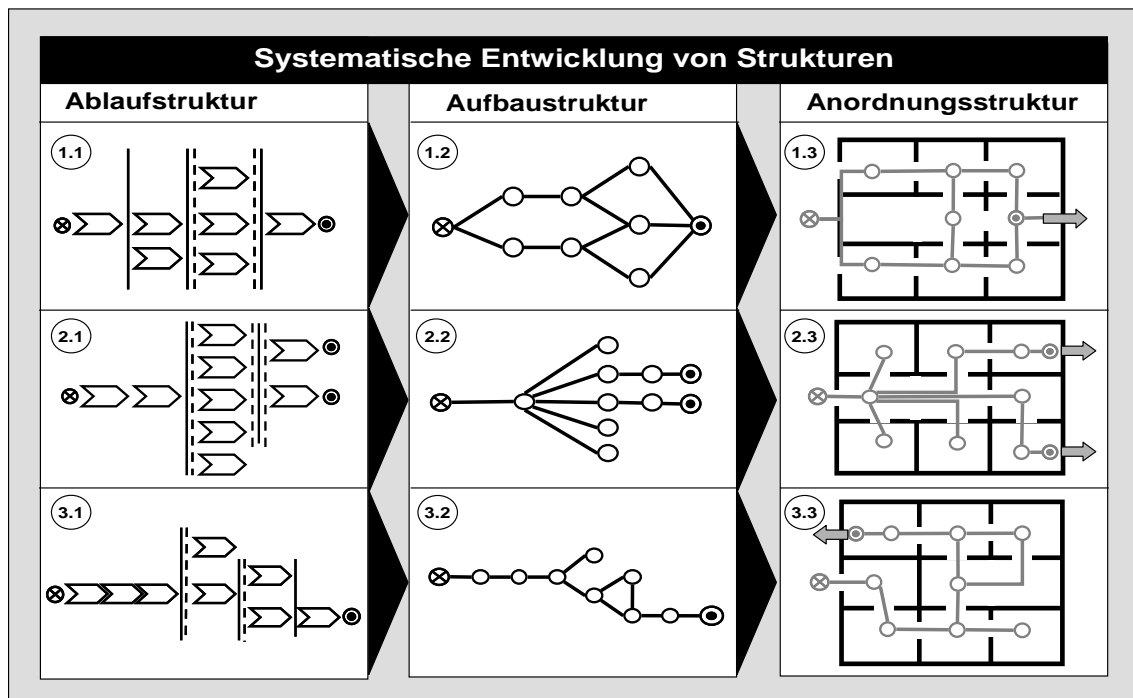


Abbildung 73: Systematische Entwicklung von Strukturen

#### Zwischenfazit Strukturplanung:

In einer ganzheitlichen Systemstruktur sind die *Ablaufstruktur* (Prozesse), die *Anordnungsstruktur* (Layout, Grundrisse) und die *Aufbaustruktur* (Informationsstruktur, Kommunikation, Steuerung) integriert zu betrachten. Die Strukturen eines Industrieparks sind ausgehend von der Ablaufstruktur zu entwickeln. Den Struktureinheiten des Ablaufs sind Organisationseinheiten in der Aufbaustruktur zuzuordnen. Erst im letzten Schritt ist die bauliche Ausformung der Anordnungsstrukturen vorzunehmen. Die Strukturen sollten primär die Prozessflüsse der Produktion, der Logistik und der Information widerspiegeln. Die Vielfalt der intern und der extern ablaufenden Prozesse und deren komplexe Vernetzung erfordern die Planung der Prozessketten. Die Prozesse werden dabei sorgfältig analysiert und strukturiert, um darauf die passenden und möglichst flexiblen Strukturösungen aufbauen zu können.

Das Prinzip von SULLIVAN "*form follows function*" [Sull96], dass bis heute die Planung in der Architektur prägt, wird in dieser Arbeit durch den Leitsatz "*form follow processes*" ersetzt. Im Industriebau folgt die Gebäudeorganisation primär den Prozessen aus Produktion, Logistik, Information und Kommunikation. Die Prozesse wiederum entsprechen der Strategie des Unternehmens ("*processes follows strategy*") und werden in Regelungskreisen möglichst autarker, selbst steuernder Einheiten (=Module) als prozessverantwortliche Bereiche im Gesamtsystem strukturiert.

#### 5.3.6 Planungsaufgabe 5: Lenkung

Das in Abbildung 74 unten dargestellte Beispiel zeigt verschiedene Teilsysteme des Industrieparks mit den Ebenen der Lenkung. Die Beteiligten im Beziehungsgeflecht Hersteller - Industrieparkmanagement - Lieferanten und Dienstleister im Industriepark sind selbst Bestandteile der zu integrierenden Organisationseinheiten und nehmen in der Lenkung gegenseitig aufein-

ander Bezug. Zwischen den Teilsystemen können die Ziele z.B. hinsichtlich der Kapazitätsauslastung, der Bestände, der Durchlaufzeit und der Termintreue konträr sein.

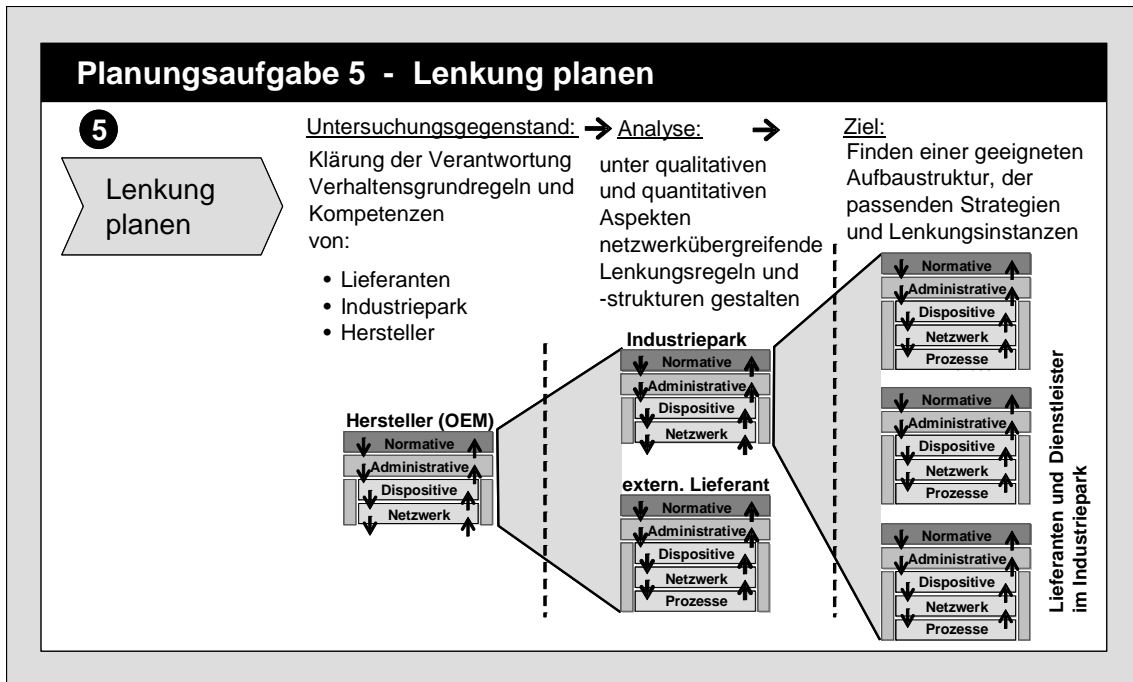


Abbildung 74: Phase 5 – Lenkung planen

Die Netzwerkstrukturen sind, wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben, modular so zu gestalten, dass die Lenkung durch die Ordnung der Organisationsstruktur unterstützt wird. Die Module sollten für abgrenzbare Prozessabläufe verantwortlich sein und diese weitestgehend selbst steuern.

In der Kybernetik wird die Lenkung in *Steuerung* und *Regelung* unterschieden. Nach PROBST und GOMEZ [Prob99] ist *Steuerung* die zielgerichtete Einflussnahme auf ein System von außen. Die *Regelung* hat reaktiven Charakter und erfolgt nach der Abweichung von einem Ziel durch gegenseitige Beeinflussung und Rückkopplung. Aufgrund mangelnder Transparenz und fehlender Prozessüberwachung sind Prozesse anfällig gegenüber Störungen verschiedenster Art. Je größer und umfangreicher das System geplant und betrieben wird, desto sensibler reagiert es auf Unregelmäßigkeiten bei der Einsteuerung von Aufträgen, Ressourcen, Aktivitäten, etc.

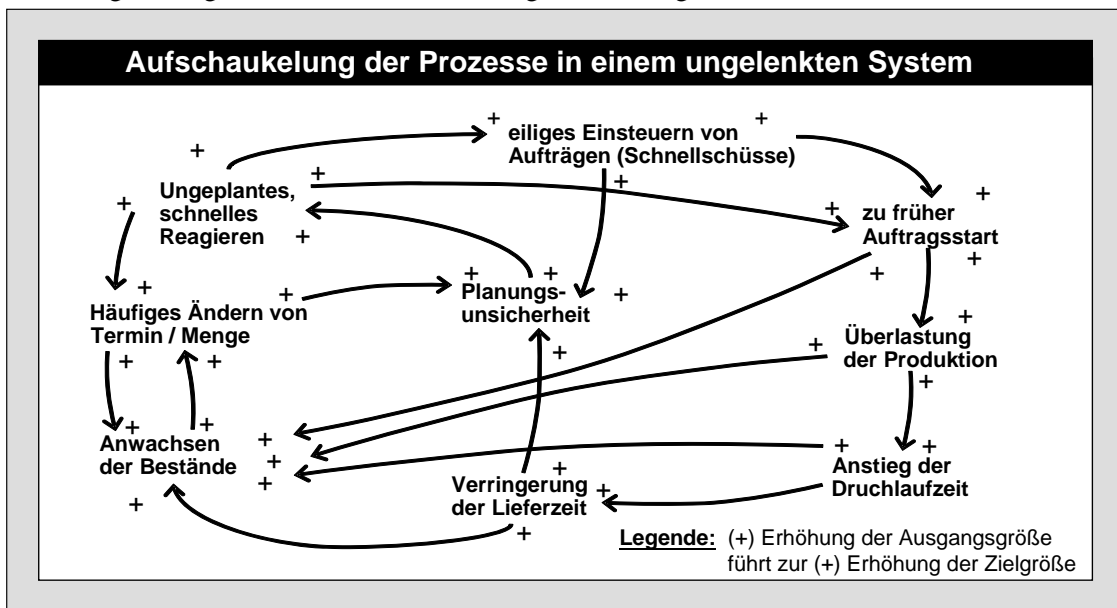


Abbildung 75: Aufschaukelung der Prozesse im un gelenkten System

Die Störeinflüsse können sich auch verstärken und so zu Instabilitäten oder Dynamiken führen. Störeinflüsse pflanzen sich im Gesamtsystem fort und sind dann, wenn überhaupt, nur schwer zu lokalisieren. Abbildung 75 zeigt die Aufschaukelung eines Produktionssystems in einem Ursache-Wirkungs-Diagramm. Grund für die Aufschaukelung sind mangelnde Transparenz und fehlende Einflussmöglichkeiten auf die Produktions- und Logistikprozesse. Das System gerät aus dem Gleichgewicht und die Prozesse schaukeln sich gegenseitig auf. Das Entdecken von Störungen und deren möglichst schnelle Regelung sind durch eine kontinuierliche Prozessüberwachung zu unterstützen. Das Beispiel zeigt, wie wichtig die Prozessanalyse und -überwachung für die Lenkung dynamischer Systeme ist. Zum Aufbau eines Lenkungsmodells, das Steuerungs-, Regel- und Überwachungsprozesse umfasst, eignet sich wiederum das Prozessketteninstrumentarium aus Dortmund.

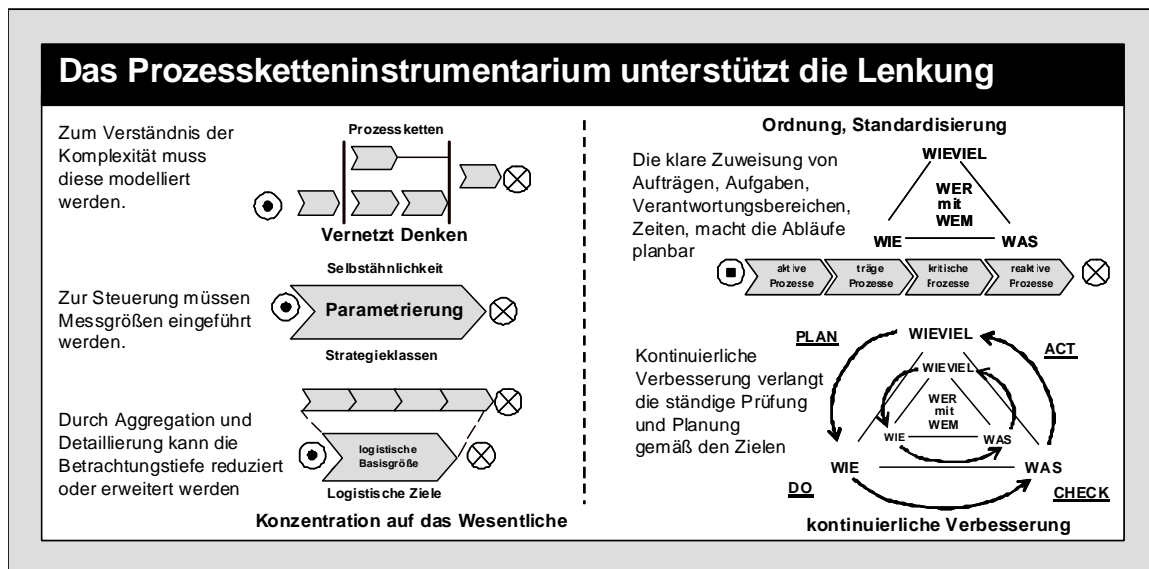


Abbildung 76: Das Prozessketteninstrumentarium unterstützt die Lenkung

Abbildung 76 zeigt Beispiele, wie das Lenkungsmodell durch das Prozessketteninstrumentarium unterstützt werden kann. Die Lenkung des Industrieparks mit seinen Unternehmen sollte gemäß den Hypothesen aus Kapitel 3 so gestaltet werden, dass den einzelnen Lenkungseinheiten die Möglichkeit zur Selbstregelung erhalten bleibt. Die Autonomie der Teilsysteme erfordert die Transparenz der Prozesse durch gezielte Informationsflüsse und Feedbackmechanismen, bezogen auf das Systemverhalten.

Hierzu sind Prozessketten zu modellieren und geeignete Interaktionsstrukturen zu gestalten. Die Kenntnis der Wechselwirkungen zwischen den Prozessen, den Ressourcen und den Strukturen ist eine entscheidende Voraussetzung für das Management dieser Parameter.

Grundvoraussetzung für Lenkung ist, dass zwischen dem „Lenker“ und dem System Wirkbeziehungen bestehen. Der „Lenker“ ist als zum System gehörend und nicht als autonome Einheit anzusehen. Die Lenkung des Gesamtsystems Automobilproduktion wird vom Hersteller, dem Industriepark und den einzelnen Lieferanten im Park untereinander vernetzt vollzogen. Die Teilsysteme sind so voneinander abzugrenzen, dass sie durch die Lenkung zielgerichtet unter Kontrolle gehalten werden können.

Aufgrund der Komplexität der Aufgabenstellungen ist die Bildung funktionaler Subsysteme notwendig, um bestimmte Spezialisierungsvorteile wahrnehmen zu können (s. a. Strukturplanung) und das Gesamtsystem zu ordnen. Hieraus resultieren jedoch neue Probleme. Die einzelnen Subsysteme entwickeln ihre eigenen Ziele, Kompetenzen und Interessen. Informationen aus der Umwelt an verschiedenen Stellen und Ebenen der Teilsysteme. Die hierarchische

Spitze fordert i.d.R., dass alle relevanten Informationen beim obersten Entscheidungsträger zusammengetragen werden. Die Kapazitäten der Informationsaufnahme an der Spitze sind jedoch trotz Stabstellen und EDV-gestützten Managementinformationssystemen begrenzt. Weiterhin versorgen die unteren Unternehmenseinheiten ihre Vorgesetzten lediglich mit stark gefilterten Informationen. Wenn sich der Prozess der Information und Kommunikation über mehrere Ebenen und Unternehmen vollzieht, hat die Unternehmensspitze im Ergebnis nur noch einen sehr vagen Eindruck davon, was in dem Unternehmen abläuft.

Springen die Geschäftsprozesse, durch funktionale Strukturen bedingt, zu oft und unnötig von einer Organisationseinheit zur anderen, so ist eine durchgängige Prozessbetrachtung nur schwer möglich. Bereits bei der Planung und Realisierung eines Industrieparks sind dessen Teilsysteme und die Prozesse unter den Aspekten der Wirksamkeit und Effizienz zu betrachten. Damit die Organisation effektiv und effizient funktionieren kann, müssen die zahlreichen untereinander verknüpften Prozesse hierzu erkannt, geführt und gelenkt werden. Gleichzeitig sind die Interessen, die Kompetenzen und die Verantwortungsbereiche der beteiligten Personen in der zu lenkenden Organisation zu berücksichtigen. Der Inhalt der Planung von Lenkungsinstanzen einer Organisation besteht zu einem wichtigen Teil aus der Entwicklung von Verhaltensgrundregeln, der Abgrenzung von Verantwortlichkeiten, der Identifikation erforderlicher Kompetenzen der beteiligten Einheiten sowie der Vereinbarung von Regeln, Normen und Glaubenssätzen im Kooperationsverbund. Bei der Anordnung der Bereiche sind z.B. die indirekten Bereiche (z.B. Verwaltung) den direkten Bereichen (z.B. Produktion) direkt zuzuordnen, um einen kurzen Informationsfluss sicherstellen zu können. Im Industriepark kann es ggf. auch sinnvoll sein, indirekte Bereiche zusammenzufassen und mit einem Betreibermodell gemeinsam zu betreiben.

Nach BECKMANN [Beck96] wird ein "lebensfähiges" Unternehmen als soziotechnisches System betrachtet und in fünf Lenkungsebenen strukturiert, die jeweils durch rekursive Schleifen geregelt werden.

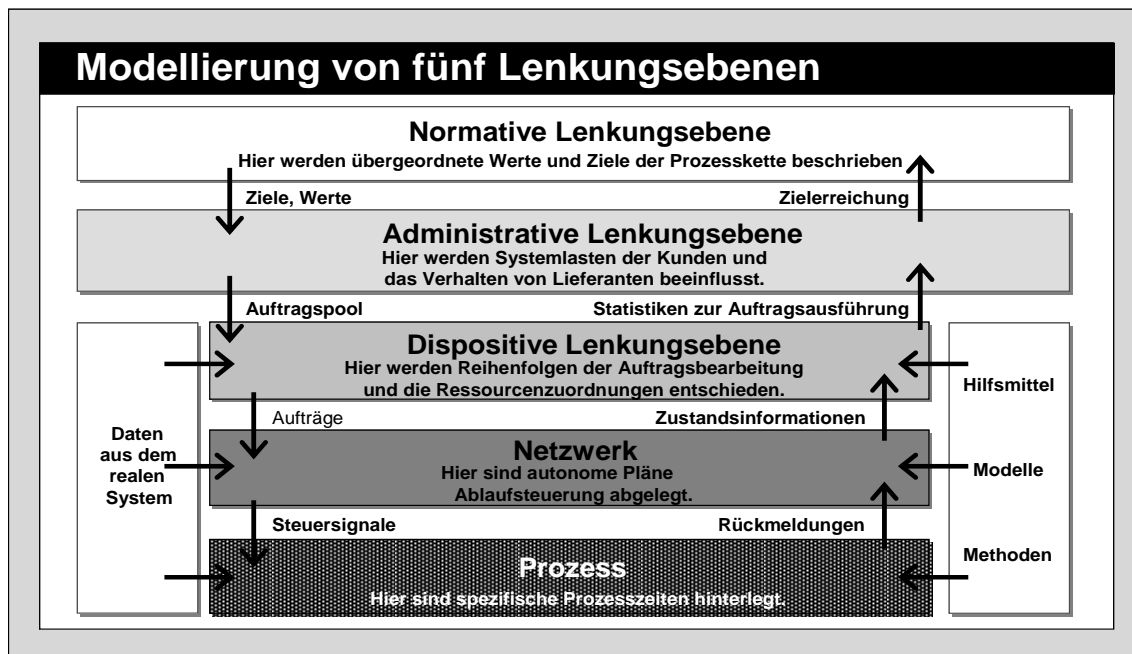


Abbildung 77: Modellierung von 5 Lenkungsebenen i.A.a. [Beck96]

Abbildung 77 zeigt diese fünf untereinander vernetzten Lenkungsebenen. Dieser von BECKMANN [Beck96] entwickelte theoretische Ansatz wird auf die Lenkungs Aufgabe Industriepark übertragen. Hierzu wird ein Ebenenmodell entwickelt (siehe Abbildung 78) und

die verschiedenen Lenkungsebenen beschrieben. Nachfolgend werden die fünf Lenkungsebenen von BECKMANN kurz vorgestellt.

Auf der *normativen Lenkungsebene* wird die Unternehmenskultur und -politik geprägt und damit übergeordnete Normen, Regeln und Werte festgelegt. Ziel ist es, die notwendige Balance zwischen der Innen- und Außenorientierung sowie den kurz- und langfristigen Entwicklungen zu finden. Die normative Instanz hat die Aufgabe bei Differenzen zwischen der Administration und der Disposition Ebene auszugleichen.

Unter Beachtung der Vorgaben aus der *normativen Ebene* ist die Lenkungsebene der *Administration* für die Unternehmensentwicklung und damit für die langfristige Ausrichtung des Gesamtsystems verantwortlich. Hierzu sammelt und analysiert die Administration Informationen aus der Unternehmensumwelt und dem System Unternehmen. Anhand dieser Informationen können die zukünftigen Anforderungen an die Systemlasten ermittelt und die Prozessketten entsprechend geplant werden.

Die nächste untergeordnete Lenkungsebene ist die *Disposition*. Sie ist das Bindeglied zwischen den Netzwerken und der Administration. Die Disposition verwaltet und verarbeitet die von der Administration vorgegebenen Transformations- und Transportaufträge unter Berücksichtigung der Randbedingungen und Optimierungskriterien beim Ressourceneinsatz. Die Dispositionsebene besitzt die Intelligenz für eine flexible Nutzung der Prozesskettenelemente im Sinne einer schnellen Anpassung an sich verändernde Umfeldbedingungen und koordiniert mögliche Synergieeffekte. Damit stößt die Disposition auch alternative Ablaufregeln in den Netzwerken an und koordiniert diese untereinander. Die Disposition stellt die stabilisierende Ebene zwischen der Netzwerkebene und der Administration dar. Die Administration stellt die Beziehung zur Unternehmensumwelt her und entscheidet, welche Qualität in welcher Zeit und zu welchen Kosten bzw. Preisen einem Kunden angeboten wird.

Die schon genannten *Netzwerke* bilden eine weitere Lenkungsebene. Durch die Überprüfung der

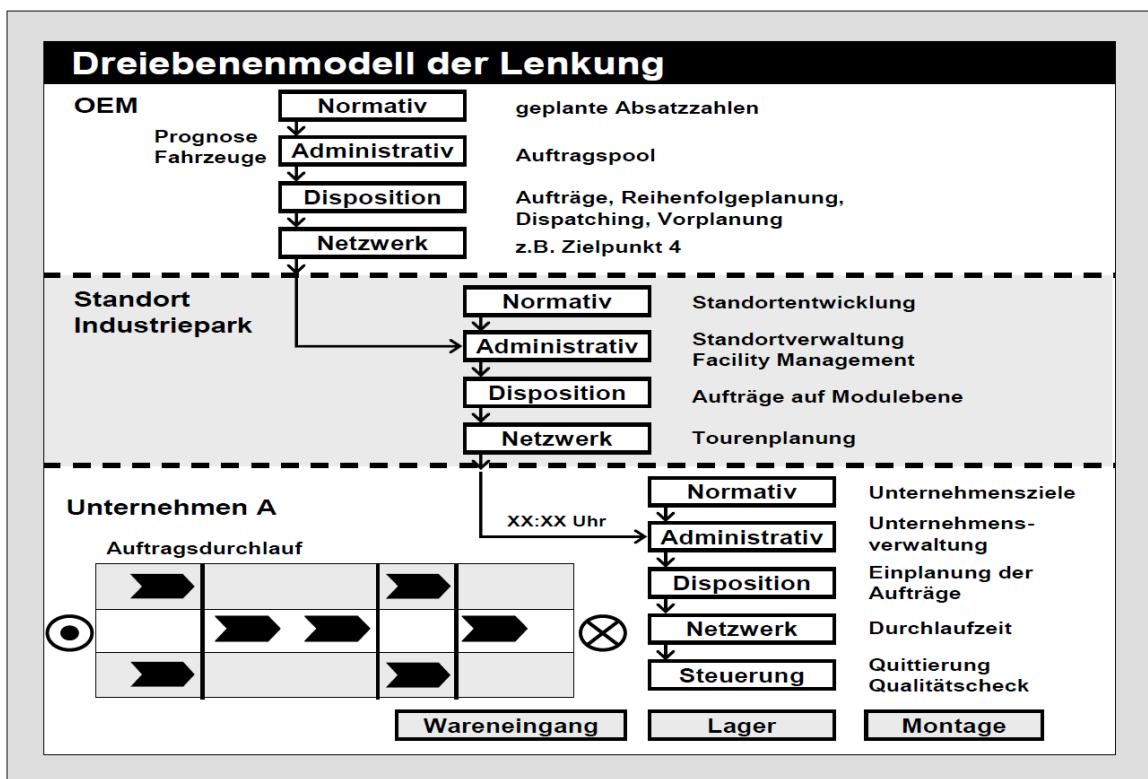


Abbildung 78: Aufbau von Lenkungsebenen in den Hierarchieebenen

Leistung des vorgelagerten Prozesses und den Vergleich mit den Anforderungen des nachgelagerten Prozesses werden in dieser Lenkungsebene die Prozesse miteinander verbunden. Die Prozesse werden gemäß den Zielzeiten, -kosten und -qualitäten der Kunden in der Netzwerkebene koordiniert, gelenkt und synchronisiert, dass sie mit den Zielzeiten, -kosten und -qualitäten der Lieferanten in Übereinstimmung gebracht werden können. Die Netzwerkebene erfüllt u.a. den kurzfristigen Störungsausgleich.

Die Lenkungsebene der *Prozesssteuerung* bildet die unterste Betrachtungsstufe. Auf dieser Ebene erfolgt die Durchsetzung eines Transformationsauftrages. Die Prozesssteuerung verwaltet eine begrenzte Anzahl alternativer Ablaufregeln. Mit den Ablaufregeln werden die Prozesse gemäß den Steuer- bzw. Zielinformationen gesteuert.

Abbildung 78 zeigt exemplarisch, wie beim Hersteller, im Industriepark und in einem Unternehmen der Auftragsdurchlauf der Prozesse über die zuvor genannten Lenkungsebenen definiert wird. Rechts neben den Lenkungsebenen sind in Abbildung 78 exemplarische Tätigkeitsfelder beschrieben. Oberstes Ziel für die Gestaltung der Lenkungsebenen eines Systems ist die Minimierung des für den stabilen Betrieb erforderlichen Informationsaustausches.

Die Lenkungsebenen dürfen nicht mit Hierarchieebenen gleichgesetzt werden. Sie können sich folglich in verschiedenen Hierarchiestufen wiederholen und sind als Modellierungsangebot zu verstehen. Abbildung 79 zeigt, wie teilweise sogar konträre Ziele die Lenkungsebenen durchlaufen und aufgrund der rekursiven Schleifen zwischen den Lenkungsebenen zu einem Gesamtoptimum gelenkt werden.

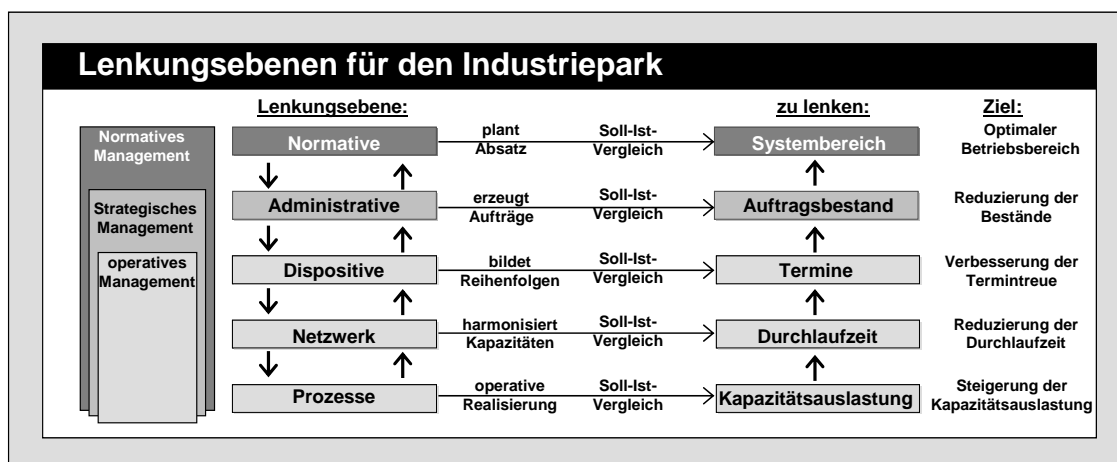


Abbildung 79: Beispiel für die 5 Lenkungsebenen i.A.a. BECKMANN [Beck96]

### Zwischenfazit Lenkung:

Die Betrachtungsweise der Prozesse in komplexen Prozessketten und die damit verbundenen 18 Potenzialklassen des Dortmunder Prozesskettenparadigmas sind ein mächtiges Modellierungsinstrumentarium, mit dem die komplexen Zusammenhänge des dynamischen Systems Industriepark erforscht werden können. In diesem Denkmodell können in Experimenten sogar nicht messbare, nicht quantifizierbare Phänomene untersucht. Durch die modellhafte Beschreibung des Industrieparks als Ganzes wird es den Führungskräften ermöglicht, die sich immer rascher verändernden Umweltbedingungen in ihrer Komplexität und Vernetztheit zu erfassen. Hierzu können die unterschiedlichen Unternehmen des Industrieparks mit ihren Subsystemen detaillierter oder der Industriepark als Ganzes erfasst werden. In den erstellten Modellen können die folgenden Analysen für die Optimierung erfolgen:

- Analyse von Leistungen und deren Grenzen (z.B. Kapazitätsanalyse)
- Analyse der Systemempfindlichkeit (z.B. Sensitivitätsanalyse)

- Analyse der Systemfunktionalität (z.B. Funktionsanalyse)
- Analyse des Systemverhaltens bei Störeinflüssen (z.B. Verhaltensanalyse, Zuverlässigkeitsanalyse).

Die unterschiedlichsten Sachverhalte und Problemstellungen können nach einheitlichen Gesichtspunkten analysiert und gestaltet werden. Die Erstellung von Regelungsmodellen für die modellierten Teilsysteme ermöglicht die zielgerichtete Lenkung der in diesen Systemen ablaufenden Prozesse. Durch die einheitliche Modellierung und Betrachtung können Standards entwickelt und Best Practices identifiziert werden, die in anderen Systembereichen wieder angewandt werden können.

In diesem Kapitel wurde ein Ansatz zur Lenkung eines Industriepark entwickelt. In Abbildung 78 und Abbildung 79 wurde exemplarisch gezeigt, wie mit den Lenkungsebenen in den Strukturbereichen des Konstrukts Industriepark geführt werden kann und zugleich die Selbstorganisation dieser Bereiche gefördert wird.

### 5.3.7 Planungsaufgabe 6: Systemgestaltung - Konstruktion

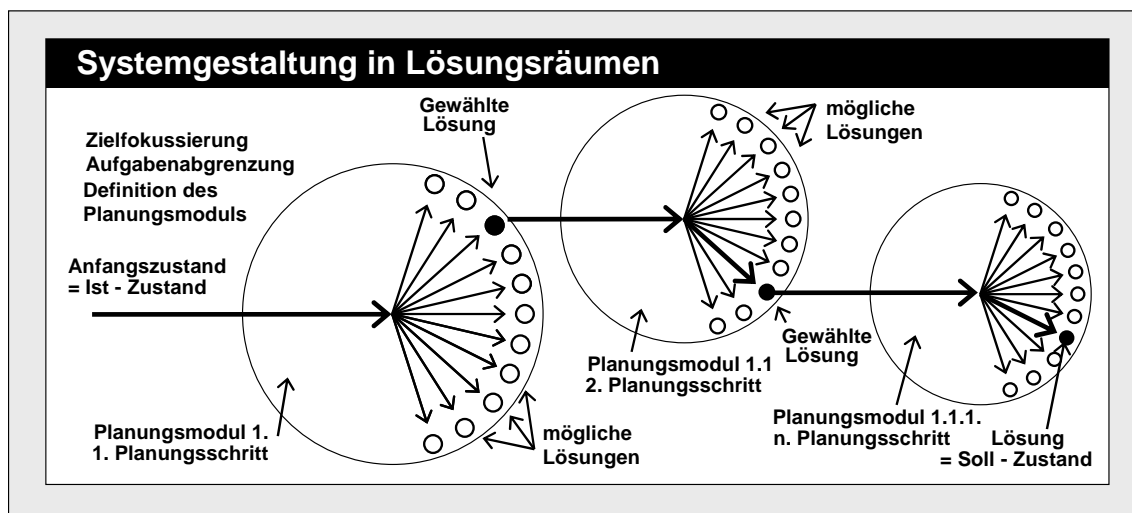


Abbildung 80: Systemgestaltung in Suchräumen mit vielen möglichen Lösungen

In der Planungsaufgabe 6 Systemgestaltung erfolgen die Feinabstimmung der bereits gefundenen Teilplanungsergebnisse, die Erprobung des Gesamtsystems und die kreative Gestaltung in der Konstruktion und Detaillierung. Die Systemgestaltung ist überwiegend ein kreativer Schaffensprozess, der die Teilergebnisse der vorangegangenen Planungsaufgaben zu einem Gesamtsystem ergänzt. Durch die Detaillierung und Ausprägung der einzelnen Planungsobjekte werden oft viele Lösungsalternativen erzeugt. Die Gestaltung bzw. die Konstruktion lässt sich deshalb i.d.R. nicht monokausal darstellen. Die geschaffenen Zwischenlösungen werden durch *Variation*, *Abstraktion* und *Verfeinerung* in interaktiven Schritten so lange neu geplant oder verändert, bis eine Lösung gefunden wird, die den Anforderungen, Zielen und Restriktionen am besten entspricht. Oft lässt sich hierbei auch nicht ein Optimum finden, sondern mehrere Lösungen in der Nähe des Optimums.

Abbildung 80 zeigt schematisch das Arbeiten in Lösungsräumen, welche sich im Vorgehensmodell als Planungsraum abgrenzen lassen. In zunehmend detaillierter werdenden Planungsräumen wird das Gesamtsystem bis zu den Unterelementen des Systems geplant. Die gefundenen Teillösungen können in späteren Konstruktionsphasen wieder verwendet werden. So entstehen Entscheidungspfade, anhand derer die Lösungsfindung entwickelt werden kann. Mit dem Vorgehensmodell ist nachvollziehbar zu dokumentieren, in welcher Planungsphase, -ebene



und -aufgabe eine Lösung ausgewählt wurde. In der Systemgestaltung ist zu dokumentieren, welche Gestaltung gewählt wurde.

Die Konstruktion geschieht in iterativen Zyklen aus: *Modellieren, Variieren, Gestalten und Bewerten bzw. Entscheiden*. Die gefundenen Systemelemente und Subsysteme in den Planungsebenen werden *modelliert*. Die *Variation* der Systemelemente durch *Kombinieren, Vertauschen, Abstrahieren* und *Detaillieren* untersucht die Auswirkungen auf das Gesamtsystem und die Abhängigkeiten des Systems und der Systemelemente untereinander. Diese Systemgestaltung in einem Lösungsraum ist in Abbildung 81 Schematisch dargestellt.

Im Anhang G werden verschiedene Strukturierungsmöglichkeiten von Industriebauten aufgezeigt. Die Typologien zeigen, wie verschiedenartig die Lösungen der Systemgestaltung sein können. Für die Produktgestaltung existiert bereits eine umfangreiche Konstruktionslehre (siehe Anhang I), diese ist jedoch für den Planungsfall Industriepark nur bedingt anwendbar, da es sich um ein dynamisch veränderndes Konstrukt handelt.

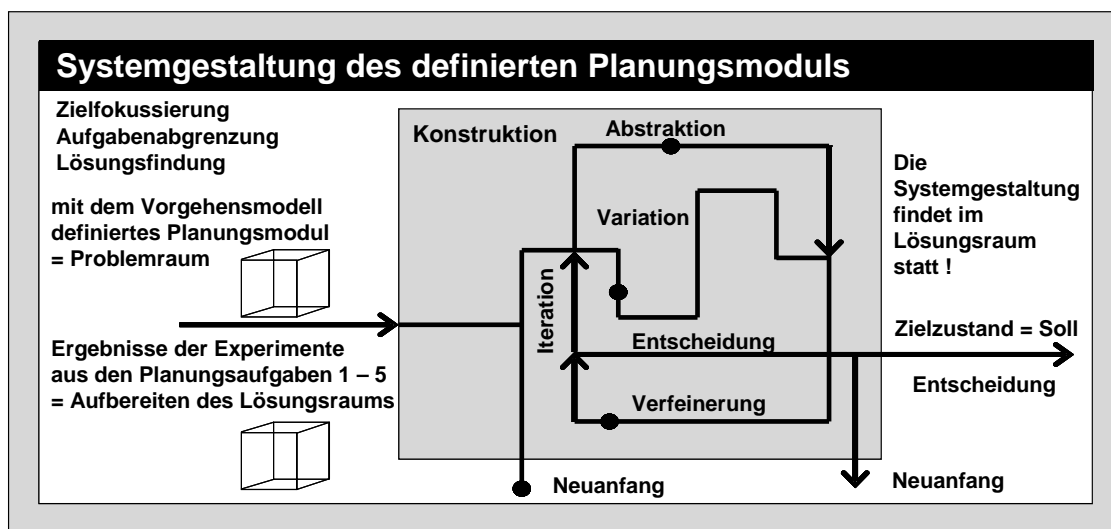


Abbildung 81: Schematische Darstellung der Konstruktion als Lösungsweg

In der Planungsaufgabe Systemgestaltung werden die Experimente aus den Planungsaufgaben 1-5 ausgewertet und mit der Aufgabenstellung verglichen. Dabei sind die Variationsmöglichkeiten in den einzelnen Planungsaufgaben gegeneinander abzuwägen und den Gestaltungsspielraum abschätzen zu können. Es folgen erste - nur grob gestaltete - Systemmodelle, um weitere Erkenntnisse daraus zu gewinnen. In einem Experiment können z.B. die Auswirkungen einer Erhöhung der Systemlast eines Teilsystems auf benachbarte Teilsysteme analysiert werden, um Reserven und mögliche Variationsmöglichkeiten für die Konstruktion berücksichtigen zu können.

Die Systemgestaltung fügt somit die gefundenen Teillösungen der Planungsaufgaben 1-5 zu einem schlüssigen Gesamtsystem zusammen und erprobt bzw. überprüft die Ziele am Gesamtsystem, des zu planenden Planungsmoduls.

### Zwischenfazit 5.3.7:

Kapitel 5.1 hat gezeigt, dass die integrierte Planung sowohl ein kreatives, als auch ein systematisches Vorgehen zur Lösungsfindung erfordert. Das systematische Vorgehen wird durch das vernetzte Denken und die Berücksichtigung der Abhängigkeiten aus den Prozessen in den Planungsaufgaben des Vorgehensmodells unterstützt. Die kreative Modellbildung erfolgt in zunehmender Detailliertheit abgesteckter Planungsräume. Durch *Variation* und *Kombination* bereits grob konzipierter Teilsysteme und Elemente entsteht eine Vielfalt an Lösungsmöglichkeiten.

Weiterhin werden in der Systemgestaltung die Teilsysteme und Elemente gestaltet, d.h. die Elemente werden in Gestalt, Form und Beschaffenheit ausgearbeitet. Das Kapitel hat gezeigt, wie die Planungsmodule des Vorgehensmodells als Suchräume möglicher Lösungen in der Konstruktion genutzt werden können.

### Fazit Kapitel 5

In einem Industriepark bestehen vielfältige Verknüpfungen der Einzelelemente untereinander und mit dem Gesamtsystem. Eine isolierte Betrachtung der Einzelsysteme ist aus diesem Grund zu vermeiden. Die entwickelte Planungsmethode konstruiert ausgehend von den Prozessen die Systemstruktur des Industrieparks. So entsteht ein Systemmodell des Konstruktes Industriepark mit seinen Teilsystemen, das den Anforderungen der Prozesse aus der Produktion und der Logistik gewachsen ist. Aufbauend auf den Hypothesen des Theorierahmens aus Kapitel 3 werden die Dynamik und Komplexität der Teilsysteme in Experimenten erprobt. Die Ressourcen und Strukturen in den Systemebenen des Industrieparks werden gezielt auf die Prozesse ausgerichtet. Die Module bzw. Teilsysteme werden so strukturiert, dass sie zur Selbstorganisation fähig sind und die Prozesse der Produktion und Logistik möglichst effizient und effektiv ablaufen können. Die Schnittstellen und Systemgrenzen zwischen den Modulen werden aufgrund einer sorgfältigen Prozessplanung gestaltet. Die Prozessplanung dient auch der Gestaltung integrationsfähiger Planungsmodule, die für die Erfüllung der kundenspezifischen Geschäftsprozesse im Gesamtsystem Industriepark konfiguriert werden. Nur im integrierten Zusammenwirken von Ablauf-, Aufbau- und Anordnungsstruktur entsteht eine Systemstruktur, welche den Anforderungen des Betriebs gerecht wird.

Mit der Prozesskettenplanung werden die Folge der Prozesse zur Produktion der Produkte und deren sinnvolle Logistik zur Endmontage des Herstellers ermittelt. Dabei sind die technischen Produktionsprozesse (Fertigung, Bearbeitung, Montage) genauso wie die logistischen Anforderungen (Transporte, Lagern, Umschlagen) in alternativen Konzepten zu betrachten, um eine in Bezug auf den Bedarf und die Anforderungen günstige Lösung auswählen zu können. Aufgrund der Prozessflüsse werden sowohl die Lagebeziehungen der notwendigen Ressourcen untereinander geklärt, als auch aufgrund der Systemlasten die Kapazitätsgrenzen, die Anzahl und die Dimension der Ressourcen bestimmt.

Diese prozessorientierte Planungsmethode besitzt die folgenden Vorteile:

- **Flexibilität:** Das System Industriepark kann kurzfristig an neue oder veränderte Bedingungen angepasst werden.
- **Universalität:** Die Planungsmethode gestattet möglichst vielseitige Nutzung in der Planung, im Bau und im Betrieb des Systems Industriepark.
- **Modularität:** Durch das Vorgehensmodell können Subsysteme und Planungsmodule definiert werden, welche modular entwickelt und ausgebaut werden. Bei der Prozessgestaltung wird auf möglichst viele Synergieeffekte geachtet. Durch die Wahl geeigneter Schnittstellen und technischer Unterstützung können die Prozesse beschleunigt und optimiert werden.
- **Kompatibilität:** Systeme, Subsysteme und Elemente sind kompatibel zu angrenzenden Systemen und Systemteilen. Das wird durch integrierte Tests und Simulation in der Planung sicher gestellt. Das ist die Voraussetzung für prozessorientierte, effiziente Strukturen und synergetische Effekte.
- **Transparenz:** Die Modellierung der Prozesse und Strukturen des Systems macht Abläufe und Zusammenhänge sichtbar. Die

- **Prävention:** Vorgehensmodell und Planungsmethode decken Schwachstellen und Kollisionen frühzeitig auf, sodass diese bereits in der Planung beseitigt werden können.

In diesem Kapitel wurde eine integrierte Planungsmethode für Industrieparks entwickelt. Diese besteht aus Experimenten in sechs Planungsaufgaben und der Verknüpfung der Ergebnisse dieser Experimente in den Planungsmodulen des Vorgehensmodells. Die Planungsmodule dienen somit als Such- und Problemlösungsraum. Die Experimente und die Gestaltung bzw. das Zusammenfügen der Elemente des Gesamtsystems Industriepark werden durch das Vorgehensmodell unterstützt und dokumentiert.

Das entwickelte Vorgehensmodell (Kapitel 4) und die prozessorientierte Planungsmethode (Kapitel 5) werden im folgenden Kapitel anhand exemplarischer Anwendungen evaluiert.

## 6 Exemplarische Anwendung

In diesem Kapitel wird an ausgewählten, typischen Projektablaufen der Industrieparkplanung aufgezeigt, wie der integrierte Planungsansatz exemplarisch anzuwenden ist. In Kapitel 6.1 werden den Teilschritten in den Planungsphasen passende Planungsaufgaben zugeordnet. In Kapitel 6.2 wird die prozessorientierte Planungsmethode am Beispiel von Sonderbehältern für die im Industriepark zu fertigenden Teile angewandt.

### 6.1 Exemplarisch Darstellung der Planung

Im Folgenden werden die in den Planungsphasen *Ziel-, Bedarfs-, Konzept-, Genehmigungs-, Ausführungs-, Realisierungs-, Anlauf-, Betriebsplanung* typischen Tätigkeiten skizziert.

#### 6.1.1 Exemplarische Zielplanung

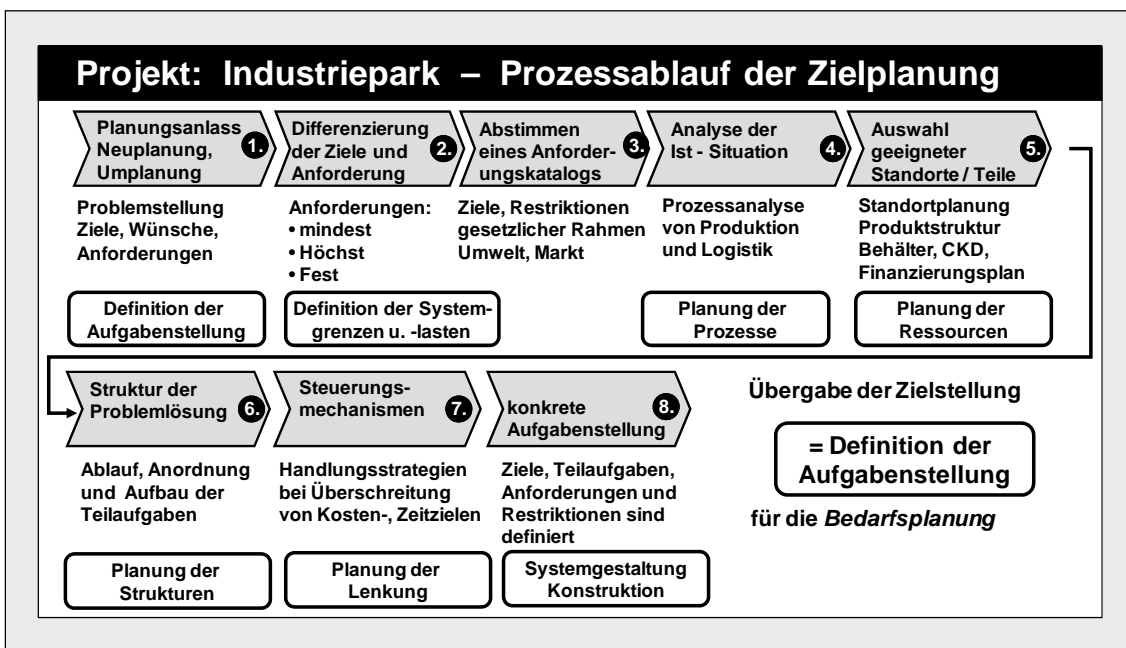


Abbildung 82: exemplarische Zielplanung für einen Industriepark

Die Bedeutung der *Zielplanung* wird oft unterschätzt. Hier wird der Grundstein für den Erfolg der Planung des Projektes gelegt. Wurden die Ziele nicht richtig entsprechend der tatsächlichen Anforderungen der Projektbeteiligten (*Stakeholder*) und des *Marktes* eingeschätzt, ist die darauf aufbauende Planung zum Scheitern verurteilt. *Planungsanlass* kann eine *Projektidee* oder das Erfassen eines *Problems* sein. Grundlage für die Zielplanung ist die Analyse der Ist-Situation. Für die Analyse der Ist-Situation sind im Rahmen der Arbeit Checklisten entwickelt worden (siehe Anhang H.1, H.2, H.3 und H.4).

Es ist zu unterscheiden zwischen *Neuplanung*, *Umplanung* und *Erweiterungsplanungen*. Die Differenzierung der Ziele in Haupt- und Nebenziele und die zu erfüllenden Höchst-, Mindest- und Festanforderung entsprechen der Planungsaufgabe Definition der Systemgrenzen und -lasten. Abbildung 82 zeigt exemplarisch die Planungsphase Zielplanung mit typischen Teilplanungsphasen und Planungsaufgaben. Die Darstellung der Planung als Prozess veranschaulicht die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Zwischenschritten der Planung. Das Ergebnis der Zielplanung ist zugleich die Grundlage der Aufgabenstellung für die sich anschließende Bedarfsplanung. Die Zielplanung untersucht die Planungsanlässe auf ihre Projektwürdigkeit hin. Dabei werden zuerst die Probleme, Risiken und Chancen analysiert und daraus detaillierte Ziele

für den Hersteller abgeleitet. Die Zielplanung ist in der Form von Workshops mit möglichst vielen Projektbeteiligten durchzuführen. Ein *partizipativer Planungsansatz* unter Moderation eines erfahrenen Planers hat sich hier bewährt. Aus *Betroffenen* werden durch den partizipativen Ansatz *Beteiligte* und die Projektziele werden frühzeitig gemeinsam entwickelt. Die Ergebnisse der Zielplanung - *die Ziele* - sind der Bewertungsmaßstab für die Freigabe des Projektes und der Planungsaufgaben.

### 6.1.2 Exemplarische Bedarfsplanung

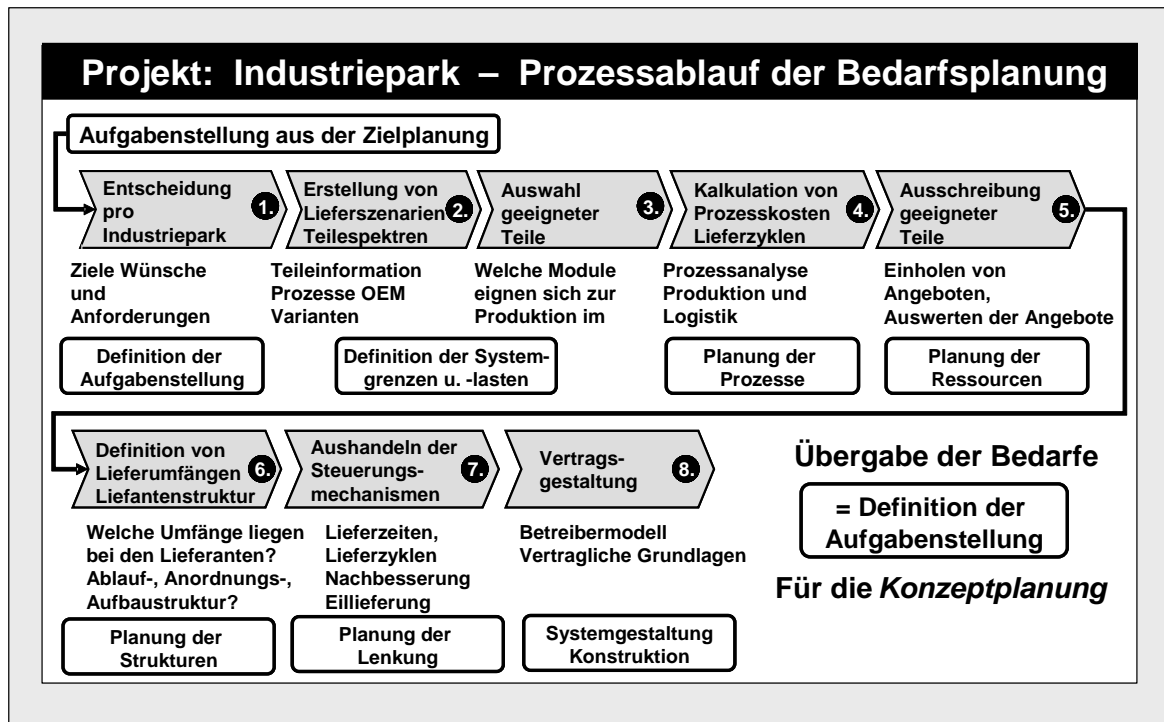


Abbildung 83: Exemplarische Bedarfsplanung für einen Industriepark

In der Bedarfsplanung werden die Zielstellungen mit den Bedürfnissen des Herstellers und der Standortteilnehmer abgeglichen, um daraus den Bedarf für den Industriepark ermitteln zu können. Untersuchungsbereiche der Bedarfsplanung sind die Analyse:

- der notwendigen Prozesse beim Automobilhersteller und bei den Lieferanten
- des Produktes mit seinen Modulen und Stücklisten aus der Sicht von Produktion und Logistik
- der Transporte von den Zulieferern mit den hierfür erforderlichen Sonderbehältern
- der CKD-Fahrzeuge mit den hierfür besonderen Produktions-, Logistikprozessen und Sonderbehältern

Es sind die geeigneten Zulieferer zu finden, welche im Industriepark in Standortnähe anzuordnen sind. Dabei sind die Bedürfnisse, Ziele und eingeschränkten Gegebenheiten (die Mittel, Rahmenbedingungen) des Auftraggebers und der wesentlichen Beteiligten zu ermitteln und zu analysieren. In der Bedarfsplanung werden möglichst alle Probleme formuliert, deren Lösung von den Planern erwartet wird. In der Bedarfsplanung erfolgt die:

- Abgrenzung der Teilaufgaben zu anderen Bereichen (z.B. Vermeidung von Überschneidungen, Doppelarbeit),
- Ermittlung des Bedarfs an Dienstleistungen (siehe Checkliste Anhang H.5)
- Konzeption, Ideenfindung, erste Konzepte zur Problemlösung,

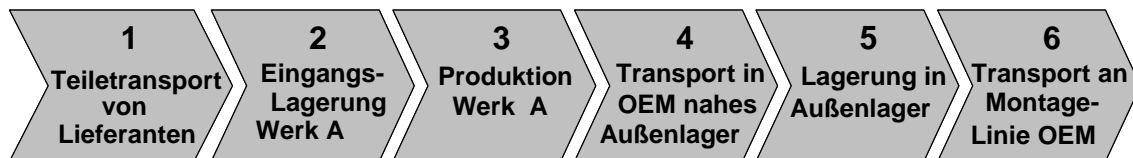
- Prüfung und Abwägung alternativer Lösungswege (Durchführbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsanalysen),
- Prüfung der verfügbaren Ressourcen (Finanzmittel, Personal, Material, etc.),
- exakte Ermittlung des Bedarfs der Nutzer zur Ermittlung von Quantitäten und Qualitäten,
- Entscheidung und Zielfindung für einen Lösungsweg,
- konkrete Ausarbeitung und Festlegung der Projektinhalte.

Ziel der Bedarfsplanung ist der *Planungsbedarf*. Dieser beinhaltet den Gesamtbedarf der Planer, Ausführenden und der Betreiber (Hersteller, Lieferanten, Dienstleister) mit den Projektzielen, -normen und -richtlinien. Der Industriearchitekt und die Fachplaner klären in der Bedarfsplanung die Planungsinhalte und Restriktionen ab. Für Architekten und fachplanende Ingenieure gilt in Deutschland die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure HOAI [Hoai09]. Die Leistungsphase Bedarfsplanung entspricht dem Leistungsbild der Vorplanung nach der HOAI. Die Planungsinhalte des §33 der der HOAI sind in Anhang F tabellarisch dargestellt.

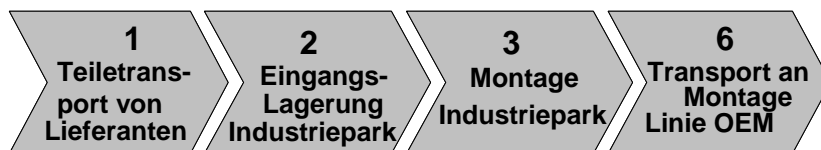
Darauf aufbauend kann ein erster Terminrahmen definiert und ein Kostenbudget festgelegt werden.

Das Ergebnis der Bedarfsplanung ist zugleich die Aufgabenstellung für die nachfolgende Konzeptplanung. Nach anglo-amerikanischer Auffassung [Blyt01] sind unterschiedliche Personen für die Bedarfs- und Konzeptplanung einzusetzen, da diese Planungsaufgaben ein unterschiedliches Verhalten und unterschiedliche Fähigkeiten verlangen. Die Entwurfslösung der *Konzeptplanung* erfolgt auf die Problemdefinition der *Bedarfsplanung*. Voraussetzung ist für eine sorgfältig definierte Planungsaufgabe in der Bedarfsplanung ist die klare Abgrenzung der Prozesse beim Hersteller und bei den Lieferanten. Die Prozessabläufe bei den Lieferanten und beim Hersteller sind deshalb in einer gemeinsamen Nutzenbetrachtung zu analysieren.

Variante 1 zeigt die Produktion im Werk des Lieferanten und der Transport zum Hersteller.



Variante 2 zeigt die Produktion im Industriepark.



Die Gegenüberstellung zeigt eindrucksvoll, dass die Prozesse Transport (4) und Lagerung (5) durch die Produktion in Standortnähe des Herstellers drastisch reduziert werden können. Dies ermöglicht Einspareffekte, die den notwendigen Investitionen in der Nähe des Automobilherstellers gegenüberzustellen sind. Durch die Bündelung der Transporte aller Lieferanten im Industriepark zum Hersteller können z.B. zusätzliche Synergieeffekte erzielt werden. Abbildung 84 zeigt einen ersten groben Prozessablauf (= Planungsschritt 4 in Abbildung 83), in dem die Vernetzung der Abläufe in der Kooperation zwischen Hersteller und den Lieferanten im Industriepark deutlich wird. Die Prozesskettenanalyse ermöglicht in einer gemeinsamen Nutzenbetrachtung durch Planer, Lieferanten und Hersteller und die Einschätzung der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Kooperationsmodelle. Der aus den Prozessen der Nutzung abgeleitete Bedarf bestimmt die Qualität und die erforderlichen Funktionen der Ressourcen. Die Auswert-

ung der Prozesspläne ermöglicht eine vernetzte Betrachtung und erschließt mögliche Synergieeffekte z.B. durch die gemeinsame Nutzung von Ressourcen (z.B. Transportmittel, Lagerflächen, Behälter) oder Dienstleistungen (z.B. Qualitätsprüfung, Reinigung, Kommissionierung). In der Nutzenbetrachtung sind möglichst viele Synergieeffekte zu erzielen und ähnliche Funktionen zu bündeln. Hierzu sind die Produktionsorte und die Struktur der Anordnung im Industriepark zu untersuchen.

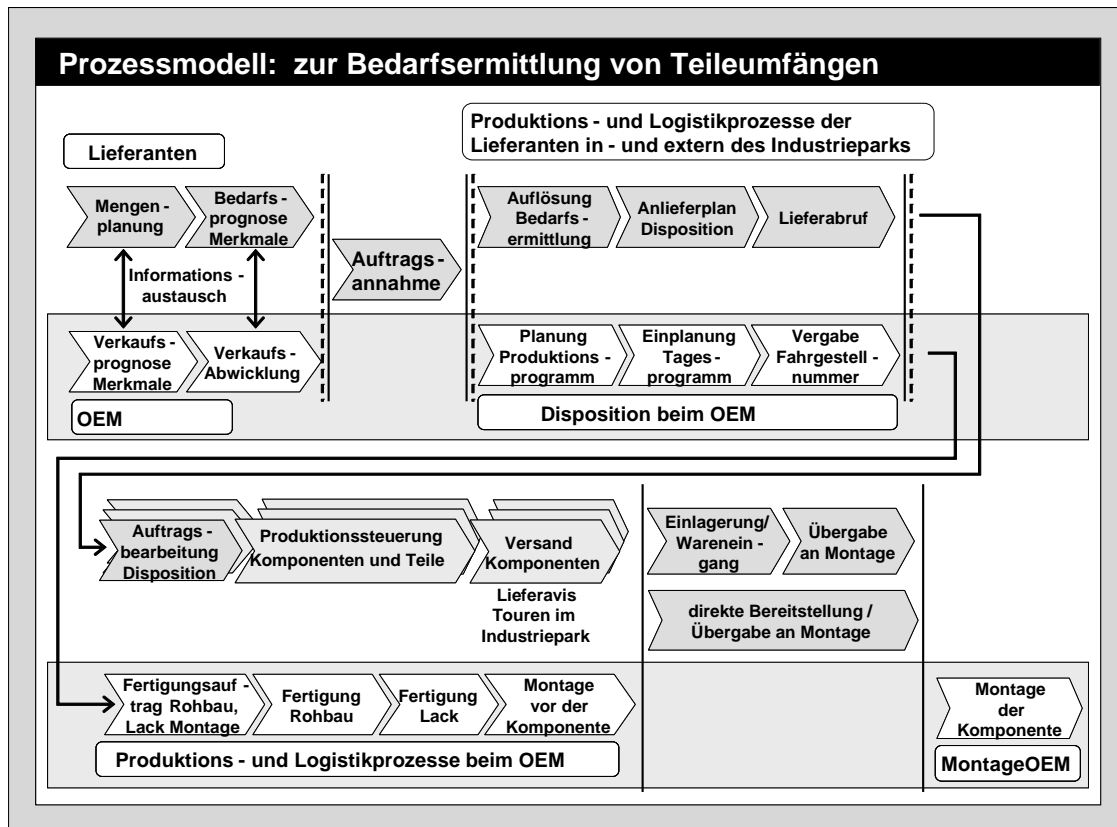


Abbildung 84: Abgrenzung des Bedarfs von Hersteller und Lieferanten mit Prozessketten

Nach der Bestimmung der Produktionsorte der Teile aus Eigenfertigung und der Zukaufteile können die hierfür erforderlichen logistischen Ressourcen (Behälter, Transportmittel, Umschlagstationen, Lagerflächen) abgeschätzt werden. Aus der Prozessplanung können Konstruktionsregeln für die Gestaltung der Ressourcen, der Strukturen und der Lenkung abgeleitet werden, die im Folgenden dargestellt werden.

### 6.1.3 Exemplarische Konzeptplanung

In der Konzeptplanung werden die Ziele und Bedarf in einen ersten Entwurf übersetzt. Hierzu werden i.d.R. ein Industriearchitekt und verschiedene Fachingenieure beauftragt. Die Leistungsinhalte der HOAI [Hoai09] Entwurfsplanung (siehe Anhang F) sind zugleich Planungsinhalte der Konzeptplanung für die Gebäudeplanung. Aufgrund der Vielzahl möglicher Strukturen sind viele unterschiedliche Varianten möglich. Ziel ist es, die den Prozessabläufen und Anforderungen möglichst angemessene Lösung auszuwählen. Die definierten Anforderungen aus der Bedarfsplanung sind differenziert zu betrachten. Konzeptbestimmende Aspekte sind u.a. funktionale, quantitative und qualitative Belange. Diese stehen sowohl in Wechselwirkung zu ökonomischen und ökologischen, als auch zu betrieblichen und organisatorischen Aspekten. Eine Lösung kann z.B. qualitativ und funktional optimal, aber ökologisch oder organisatorisch nicht realisierbar sein. Aufgrund der Vielschichtigkeit und komplexen Wechselwirkungen ist in dieser Planungsphase eine möglichst ganzheitliche Betrachtungsweise von größter Bedeutung.

Für die Bewertung unterschiedlicher Konzeptvarianten ist in Anhang H.3 eine Checkliste entwickelt worden. Am Ende der *Konzeptplanung* steht die Entscheidung für ein passendes Planungskonzept, das in der *Genehmigungsplanung* in genehmigungsreifen Planunterlagen fein zu planen ist.



Abbildung 85: Ablauf einer exemplarischen Konzeptplanung

Abbildung 85 zeigt exemplarische Planungsschritte der Planungsphase *Konzeptplanung*. Den Planungsschritten sind die Planungsaufgaben aus Kapitel 5 (*Aufgabenstellung, Systemgrenzen /-lasten, Prozesse, Ressourcen, Lenkung, Systemgestaltung*) zuzuordnen. Auf der Grundlage der Ergebnisse der *Bedarfsplanung* werden die Lieferumfänge aus dem Industriepark für den Hersteller ermittelt. Das erfolgt durch eine Nutzenbetrachtung aus der Sicht des Herstellers und der Lieferanten (Schritte 1 und 2). Dies entspricht der Planungsaufgabe: Definition der Systemgrenzen und -lasten. In Schritt 3 werden die geplanten Stückzahlen, die Schwankungsbreiten und die Varianten auf der Grundlage einer Prozessanalyse abgeschätzt. In Schritt 4 werden die geplanten Prozessumfänge durch den OEM geprüft und genehmigt.

In Schritt 5 sind die Leistungsumfänge mit den Lieferanten vertraglich zu definieren. Hierzu sind die zu erwartenden Ressourcenverbräuche zu ermitteln. Für die Planung des Bedarfs und der Funktionen im Industriepark (Schritt 6) ist eine integrierte Betrachtung der Prozesse und der Ressourcen (Kapitel 5.1) unabdingbar. In der integrierten Betrachtung werden die Prozesse und die Ressourcen aufgrund der produktionstechnischen und logistischen Anforderungen bewertet. Das grob entworfene Modell wird dabei mit Prozessen belastet und aus den Systemlastabschätzungen werden evtl. Verbesserungsvorschläge abgeleitet.

In Schritt 7 erfolgt die Planung der Ablauf-, Anordnungs- und Aufbaustrukturen der Lieferanten im Industriepark. In Schritt 8 werden die Lenkungsebenen und -regeln für den Industriepark geplant. Hierzu wird ein paßendes Betreibermodell aufgebaut und es erfolgt der Aufbau des Managements der Dienst-, Werk- und Lieferleistungen für den Standortbetrieb. Schritt 9



schließt mit der Systemgestaltung und Detailplanung der baulichen und technischen Anlagen ab. In dieser Phase werden die Produktions- und die Logistikflächen feingeplant.

Die hier vorgestellte Entwicklung eines Industrieparks beschreibt anschaulich die Folge der Planungsaufgaben in den einzelnen Entwicklungsphasen der *Konzeptplanung*. Selbstverständlich kann ein Rücksprung zu früheren Entwicklungsphasen in der Planung notwendig sein.

Das Beispiel zeigt anschaulich, wie die Planungsaufgaben den einzelnen Planungsschritten zugeordnet werden können. Der Nutzen kann aus der Sicht der Lieferanten und des Herstellers nur aus der vernetzten Betrachtung der Prozessabläufe abgeschätzt werden. Die Analyse der Prozesse ermöglicht das erste Aufdecken vom möglichen Synergieeffekten bzw. Nutzenpotenzialen und möglichen Risiken der Störung. Darauf aufbauend erfolgen die typologischen Ausprägungen der Lieferanten (siehe Kapitel 2) und die Bestimmung der Leistungsumfänge, -merkmale und schließlich die Systemgestaltung des Industrieparks. Hinsichtlich dieser ersten Entwürfe folgen einige Konstruktionsregeln für die Systemgestaltung:

### **Prozessorientierte Gebäudestruktur**

Sobald die Baumassen in der Konzeptplanung ermittelt sind, muss die Anordnungsstruktur den Prozessabläufen genügen können. Ziel ist es, unnötige Prozesse und die Verschwendung von Ressourcen zu vermeiden und einen geordneten Prozessablauf mit geringen Störungen, geringen Beständen und kurzen Wegen zu realisieren. Die Gebäudestruktur wird durch die Anordnung der Räume und Flächen horizontal innerhalb eines Geschosses und vertikal über verschiedene Ebenen bestimmt. Die Nutzungen sind entsprechend den Prozessabläufen und der Anforderungen aus den Prozessen anzuordnen und zusammenzulegen. Die folgenden Nutzungsbereiche sind zu differenzieren:

- Hauptnutzungen (Produktion und Logistik) = Kernprozesse des Unternehmens,
- Nebennutzungen (Abstell-/Technikräume) = Sekundärprozesse des Unternehmens,
- Nutzungen der Erschließung (Warenein- und -ausgang) = Quellen und Senken des Systems,
- Nutzungen der Lenkung (Verwaltung, Qualitätswesen, Qualifikation)

Der Flächen- und Volumenbedarf für Nutzungsbereiche ist anhand der Systemlasten zu ermitteln. Räume mit gleichen Nutzungen oder ähnlichen Anforderungen an Tageslicht, Raumklima und Lärmschutz können zusammengefasst werden. Die Anordnung sollte jedoch primär entsprechend der logistischen Abläufe erfolgen. Funktionale oder logistische Pufferräume (z.B. Pufferfläche, Wareneingang) sowie Übergänge (Türen, Tore, Fenster) sind möglichst frühzeitig in der Planung zu berücksichtigen.

Raumbedarf und -qualität bestimmen maßgeblich die Kosten und die Auswirkungen auf die Umwelt. Die formulierten Anforderungen und Bedürfnisse aus der Bedarfsplanung bestimmen die Ausführung der baulichen und technischen Anlagen im Industriepark. Besondere Sorgfalt ist auf die organisatorischen Zusammenhänge der verschieden genutzten Flächen und Raumfolgen zu legen. Das ermöglicht eine schlanke Verwaltung und effektive Prozessabläufe. Störende Einflüsse sind durch räumliche Distanz und Abschirmung mit hüllenden Bauteilen abzugrenzen. Synergien sind durch räumliche Öffnung und Nähe zu fördern.

### **Integration der Organisation und Lenkung**

Das Layout bestimmt die Anordnung und Dimension der Ressourcen (Flächen, technische und bauliche Anlagen). Die Aufbaustruktur definiert, welche Personen und Abteilungen für die Prozessabläufe verantwortlich sind. Prozess- und Unternehmensstrukturen beeinflussen sich gegenseitig. Sie müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass bei der Auftragsabwicklung ein Minimum an Schnittstellen zu durchlaufen ist. Die technischen Kommunikationsstrukturen

werden durch die Informationsflüsse, ihre Teilprozesse und die eingesetzte Informations- und Kommunikationstechnik bestimmt. Eine Zonierung der Gebäude entsprechend den Organisationsbereichen fördert die Informationsflüsse und die Zusammenarbeit. Aus der Sicht der Lenkung sind so kurze Wege für die Kommunikations- und Informationsflüsse möglich.

### Kompakte Gebäudeform

Einfache, kompakte Gebäudeformen benötigen nicht nur weniger Grundstücksfläche, sie senken auch entscheidend die Bau-, Betriebs-, Unterhaltskosten und mindern den Ressourcenverbrauch. Ein Großteil der Baukosten steckt z.B. in der Gebäudehülle und der Tragkonstruktion. Je kleiner die Außenfläche der Gebäudehülle für eine bestimmte Nutzfläche ist, desto geringer sind die Herstellkosten und die Kosten für Heizung oder Kühlung dieser Räume. Ein kompakter Baukörper ist hinsichtlich der günstigeren Bau- und Betriebskosten anzuraten. Die Ver- und Entsorgungsleitungen für Heizung, Sanitäranlagen, Licht und Medien sollten möglichst geradlinig und über kurze Distanzen geführt werden.

## 6.1.4 Exemplarische Genehmigungsplanung

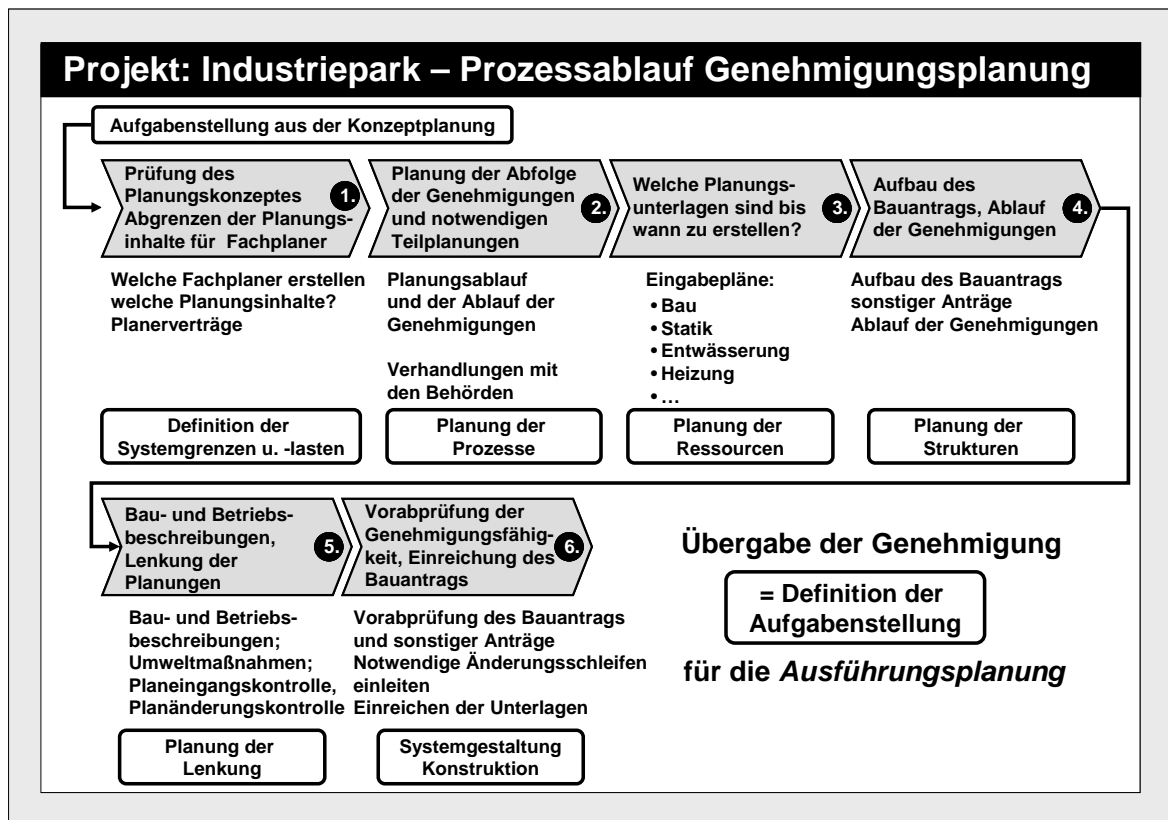


Abbildung 86: Exemplarische Genehmigungsplanung

Ziel der Genehmigungsplanung ist die Genehmigungsfähigkeit des Bauantrages für die Errichtung der baulichen und der technischen Anlagen im Industriepark. Das Leistungsbild des §33 der HOAI [Hoai09] beschreibt die Planungsinhalte dieser Phase für die Objektplanung. In Abbildung 86 sind diese Inhalte in einer exemplarischen Reihenfolge aus Planungsschritten dargestellt. Den Planungsschritten konnten die Planungsaufgaben aus Kapitel 5 sinnvoll zugeordnet werden. Einerseits sind dabei alle ermittelten Anforderungen aus der Ziel- und Bedarfsplanung, andererseits alle gesetzlichen Vorschriften (Verordnungen, Gesetze, Normen) zu erfüllen. Bei der baurechtlichen Genehmigung handelt es sich um einen Verwaltungsakt, bei dem die Ziele des Bauherrn, durch die zuständige Behörde auf Genehmigungsfähigkeit geprüft werden. Für die Überprüfung genehmigungsrechtlicher Belange (siehe Anhang H 6.1) und für

die einzubindenden Genehmigungsbehörden (siehe Anhang H 6.2) wurden Checklisten entwickelt.

Für die Genehmigungsfähigkeit müssen prüffähige Nachweise und Planunterlagen erstellt werden. Die Tragwerke der Gebäude müssen z.B. einer statischen Berechnung unterzogen werden, sodass sie den Lasten aus Nutzung, Schnee, Wind etc. standhalten können. Diese statischen Nachweise müssen in den Genehmigungsunterlagen zur Prüfung vorgelegt werden.

Technische Anlagen sind ggf. gemäß der Betriebssicherheitsverordnung oder dem Bundesimmissionsschutz gesondert zu genehmigen und wiederkehrend zu prüfen. Die jeweiligen Landesbauverordnungen und evtl. technischen Prüfverordnungen sind hierzu länderspezifisch zu berücksichtigen.

Es sind die gesetzlich geforderten Wärme- und Schallschutznachweise zu erbringen. In der Planungsphase Genehmigungsplanung werden die Anordnung der Baukörper, die Baumaterialien, die Leistungen und Funktion der technischen Anlagen definiert. Für wesentliche Änderungen in den späteren Planungsphasen oder im Betrieb ist wiederum eine Genehmigung zu beantragen. Die in Abbildung 86 dargestellte Genehmigungsplanung gewährleistet einen effektiven Planungsablauf. Werden die Antragsunterlagen unvollständig oder missverständlich eingereicht, so wird die Genehmigung abgelehnt oder die zuständige Behörde erlässt Auflagen zum Genehmigungsbescheid. Diese Auflagen müssen in der anschließenden Ausführungsplanung berücksichtigt werden.

### 6.1.5 Exemplarische Ausführungsplanung

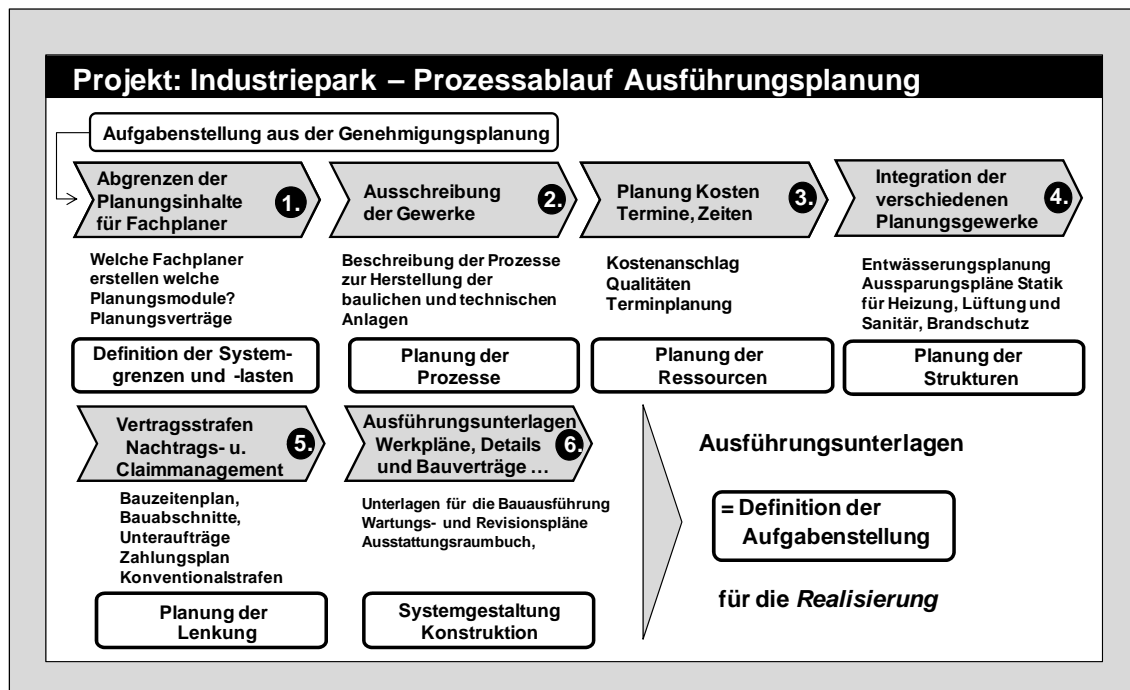


Abbildung 87: Ausführungsplanung

Die Ausführungsplanung schafft ausführungsfähige Planungsunterlagen für die Realisierung der baulichen und technischen Anlagen im Industriepark. Für die beauftragten Architekten und Ingenieure gilt wiederum das Leistungsbild des §33 der HOAI [Hoai09] Ausführungsplanung. Die Genehmigungsunterlagen werden hierzu konkretisiert, detailliert und die Aufgaben für die Fachplaner abgesteckt (Definition von Systemgrenzen und -lasten in Schritt 1). Anschließend werden in Schritt 2 von den Planern die Prozesse des Bauablaufs geplant (= Prozessplanung).

Anschließend werden die Ausschreibungsunterlagen gemäß der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB [VOB06] erstellt. Hierzu werden in Schritt 3 die Massen, Mengen, Bauzeiten und Preise kalkuliert (= Ressourcenplanung). Die zu erbringenden Bauleistungen werden in Ausschreibungsunterlagen und den Ausführungs- bzw. Detailplänen strukturiert beschrieben (= Strukturplanung). Mit dem Abschluss der Bauverträge nach VOB in Schritt 5 und der Vereinbarung von Regelungen z.B. bzgl. Nachträge werden die Verantwortungsbereiche abgesteckt (Planung der Lenkung). Der mögliche Änderungs- oder Ergänzungsbedarf aus den Vertragsverhandlungen ist in die Planungsunterlagen der Ausführungsplanung einzupflegen (Schritt 6 = Systemgestaltung).

Die baulichen und technischen Anlagen bestimmen wesentlich die Prozesse des Bauens und des Betreibens und damit die Lebenszykluskosten. Wenn z.B. nur soviel Gebäudefläche gebaut wird, wie tatsächlich benötigt wird, senkt dies die Baukosten, die Betriebskosten und spart Ressourcen. Niedrige Errichtungskosten können somit ohne Abstriche bei der Qualität (funktional, Nutzungskomfort und Lebensdauer) erreicht werden. Nachfolgend werden einige hilfreiche Entwurfsregeln für die Ausführungsplanung beschrieben:

### **Wandlungsfähigkeit und Flexibilität**

Flexibilität kann in *Nutzungsflexibilität* und *Gestaltungsflexibilität* differenziert werden. Eine Wand kann z. B. flexibel sein, weil sie vielfältig nutzbar ist (= *Nutzungsflexibilität*) ohne sie umbauen zu müssen, oder sie ist z.B. als leichtes Trennwandsystem flexibel umsetzbar (= *Gestaltungsflexibilität*). Später erforderliche Prozess- oder Ressourcenveränderungen sind bereits in der Ausführungsplanung zu berücksichtigen. Ein flexibles Gebäudesystem zeichnet sich durch eine flexible Gebäudestruktur und/oder flexible Nutzungskonzepte aus. Voraussetzung für eine flexible Gebäudestruktur sind möglichst unabhängige Teilsysteme (Tragwerk, äußere Hülle, innere Hülle, Gebäudetechnik). Eine minimale Anzahl von fixen Bauteilen (Tragstruktur, technische Anlagen) bietet eine Vielzahl von Nutzungsmöglichkeiten. Ein Um-, Abbau, Austausch und die Wiederverwendung an anderer Stelle ist somit leicht möglich. Es ist eine Nutzungsflexibilität anzustreben, die möglichst ohne die Veränderung der Konstruktion auskommt. Eine Produktionsfläche kann z.B. ohne die Änderung der Fassade und des Tragwerks umgenutzt werden.

Dies ist durch folgende baukonstruktive und technische Voraussetzungen erfüllbar:

- Das Tragwerk sollte in Spannweite und Stützenraster (Raumhöhe und -volumen) auf die Produktions- und Logistikprozesse ausgelegt sein.
- Die natürliche und künstliche Belichtung entspricht den Anforderungen an die jeweiligen Arbeitsplätze in den Raumzonen.
- Das Bauen mit vorgefertigten Bauteilen ermöglicht eine Senkung der Kosten und eine Steigerung der Qualität des Bauwerks. Modulare Bausysteme erfordern jedoch eine exaktere Planung der Bauteile und der Koordination mit den Lieferanten. Bausysteme sind flexibel, wenn sie erweiterbar und kombinierbar mit anderen Systemen sind.
- Die strikte Trennung unterschiedlicher Systeme (Tragwerk, Hülle, Innenausbau und technische Gebäudeausrüstung (siehe Abbildung 85) ermöglicht die flexible Veränderung bzw. den Austausch von Subsystemen.
- Entsprechend den mittel- und langfristigen Unternehmenszielen ist eine horizontale und vertikale Erweiterbarkeit einzuplanen.

Veränderungen der Nutzungsbedürfnisse können durch gezielte Planung bereits im Voraus berücksichtigt werden. Flexibilität (Wachsen oder Schrumpfen der Produktionsmengen) und

Wandlungsfähigkeit (z.B. Produktwechsel oder -modifikationen) sind durch die Auswahl der o.g. Möglichkeiten bei der Gestaltung der baulichen und technischen Anlagen zu berücksichtigen. Flexibilität und Wandlungsfähigkeit bedeutet jedoch immer ein „Mehr“ an Funktionalität und / oder Ressourcen, die i.d.R. auch Mehrkosten gegenüber der „maßgeschneiderten“, kompakten Lösung bedeuten.

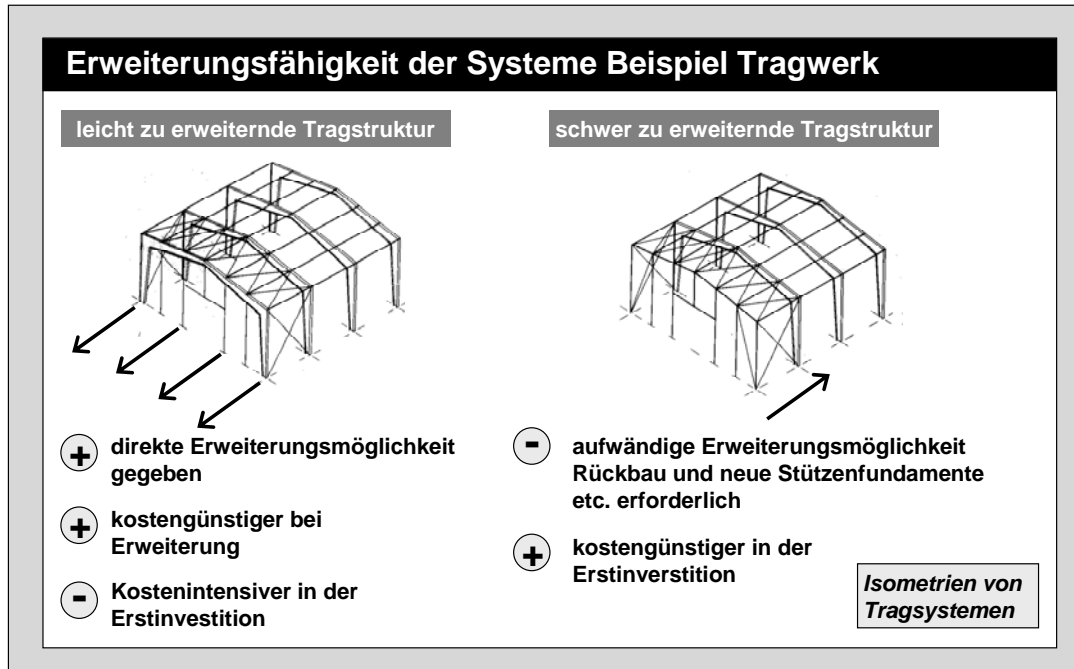


Abbildung 88: Erweiterungsfähigkeit vs. Wirtschaftlichkeit von Tragwerken

Abbildung 88 zeigt zwei Möglichkeiten der Ausbildung des Randträgers einer Hallenkonstruktion. Die leicht zu erweiternde Hallenkonstruktion (Abbildung 88 links) ist gegenüber der Lösung (Abbildung 88 rechts) kostenintensiver in der Erstinvestition. Kommt es jedoch absehbar zu einer Erweiterung, so ist die leicht erweiterbare Tragstruktur wirtschaftlicher.

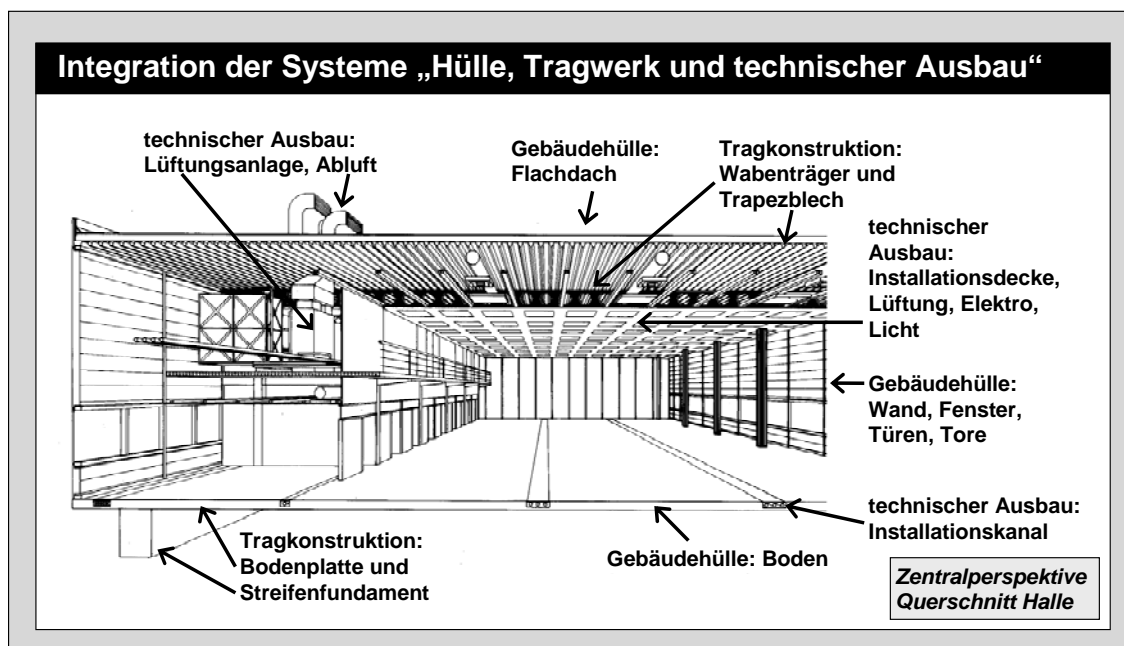


Abbildung 89: Integration der Systeme: Hülle, Tragwerk und technischer Ausbau

Abbildung 89 zeigt eine Industriehalle mit den unterschiedlichen Systemen: Hülle, Tragwerk und technischer Ausbau in der Darstellung eines perspektivischen Querschnitts. Die Zugänglichkeit dieser Systeme ist von Bedeutung für zukünftige Anforderungen aus Instandhaltung, Erweiterung und Umnutzung. Eine offene oder leicht zugängliche Führung der Leitungen und Bauteile ist integrierten Bauweisen vorzuziehen. Die Systeme der Gebäude Ver- und Entsorgung mit den Medien (Luft, Klima, Wärme, Wasser Gas) können hierzu entweder separat, offen (auf Putz) oder in leicht öffnabaren oder begehbaren Schächten geschlossen geführt werden. Die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Konstruktionskonzepte sind unter den Aspekten Funktion, Wirtschaftlichkeit und Ästhetik, gegeneinander abzuwägen. Das Gesamtoptimum ist erst erreicht, wenn das Zusammenspiel der beteiligten Systeme die Prozessabläufe optimal unterstützt.

### 6.1.6 Exemplarische Realisierungsplanung

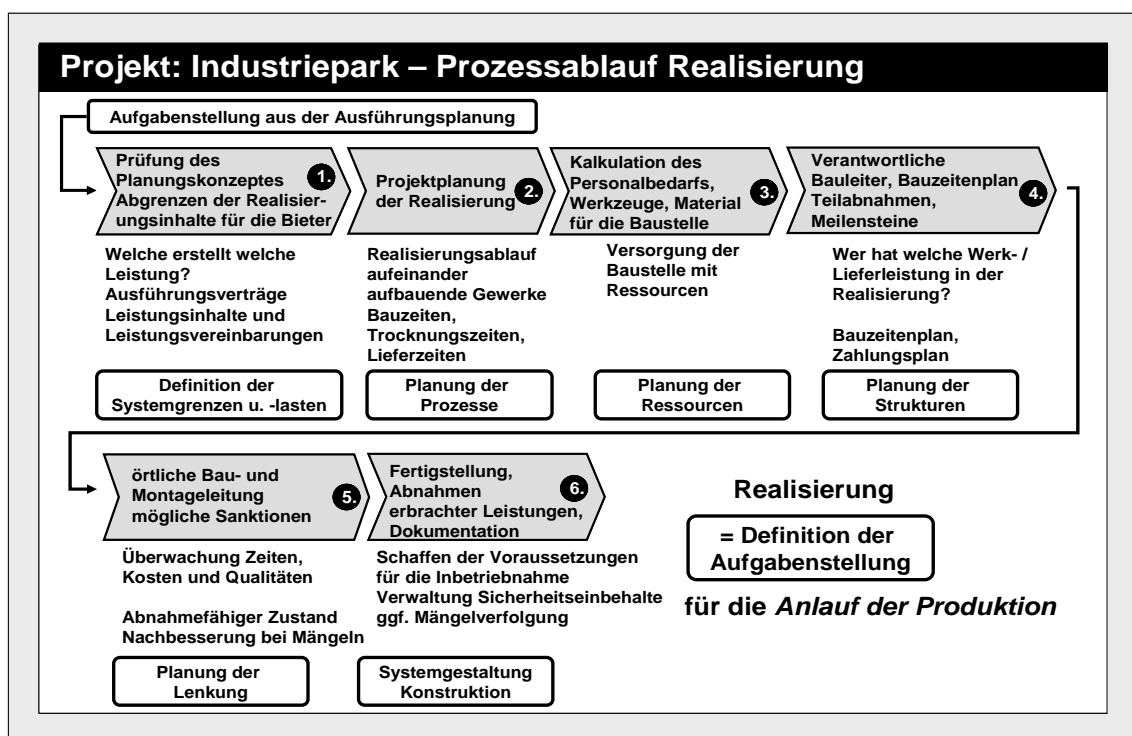


Abbildung 90: Exemplarische Planung der Realisierung

Die Realisierungsplanung entspricht der Leistungsphase Objektüberwachung der HOAI (siehe Anhang F). Die mit der Realisierungsplanung beauftragten Ingenieure und Architekten planen die Ausführung der Arbeiten auf der Baustelle. Mit den Methoden des Projektmanagements (vgl. DIN 69901 Teil 1-5 [DIN07a]) wird die Errichtung der baulichen und technischen Anlagen zu den gewünschten Qualitäten, Kosten und Zeiten gesteuert. Hierzu müssen die Zuständigkeitsbereiche (= Systemgrenzen), die Prozesse der Realisierung (= Prozessplanung) und der Einbau der Baumaterialien geplant und überwacht werden (= Ressourcenplanung). Die Prozessabläufe und Ressourcenverbräuche sind im Projektablaufplan integriert zu analysieren und zu strukturieren (= Strukturplanung). Die Verantwortlichen für die Bau- und Montageüberwachung sind zu bestimmen und mögliche Reaktionen bei Mängeln oder nicht Erreichen der Zeit- und Kostenziele zu planen (= Lenkungsplanung). In der Abbildung 90 werden die Teilplanungsschritte der Realisierungsplanung und typische Planungsaufgaben als Prozessplan beschrieben. Die Realisierung schließt mit der Abnahme und Dokumentation der vereinbarten Leistungen in den einzelnen Baugewerken ab.

## 6.1.7 Exemplarische Anlaufplanung

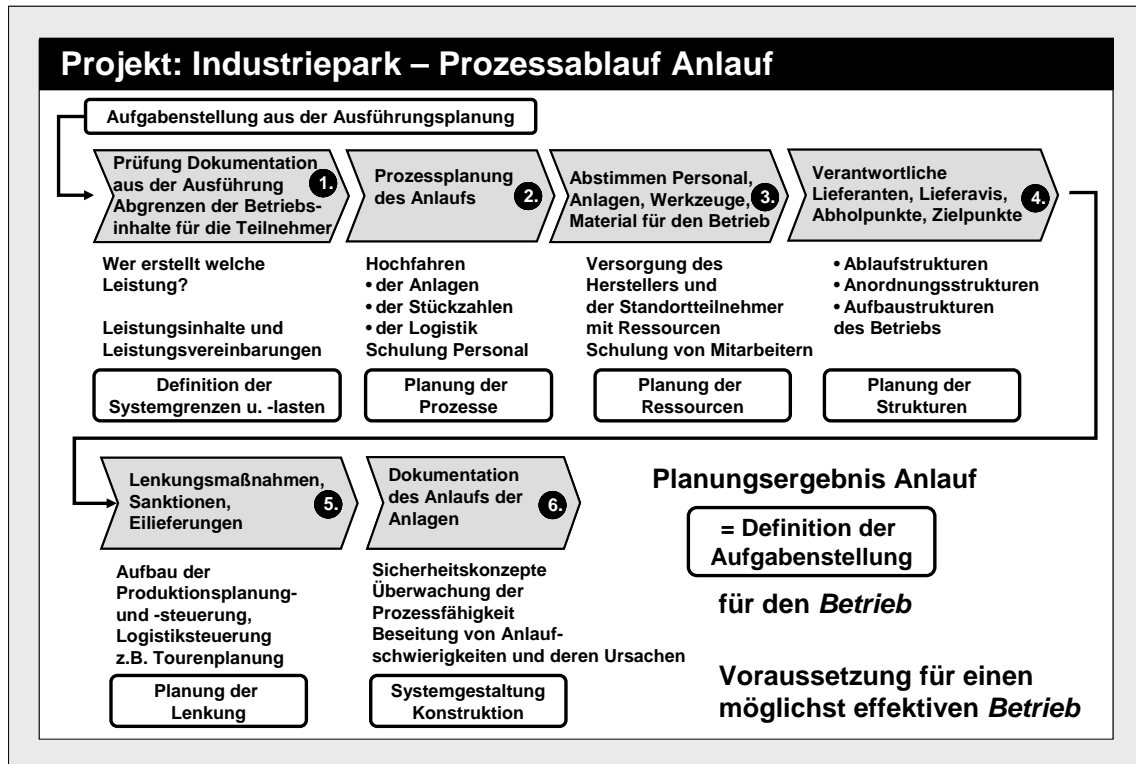


Abbildung 91: Exemplarischer Ablauf eines Anlaufs

Abbildung 91 zeigt die Teilplanungsschritte eines Anlaufs und die Zuordnung der Planungsaufgaben. Im Anlauf werden die Produktionsanlagen, das Personal und die Lieferungen der Lieferanten schrittweise auf die geplanten Stückzahlen, Qualität und Verfügbarkeit hochgefahren. Das Zusammenspiel aller Prozesse zum Erreichen einer gewünschten Stabilität ist dabei zu untersuchen. Ziel ist es, eine stabile Logistik der Produktion und der Lieferanten aufzubauen, welche das gewünschte Leistungsniveau erreicht. Hierzu sind die Anlagen hinsichtlich möglicher Störungen, Verfügbarkeit und notwendiger Instandhaltung im Betrieb zu untersuchen. In dieser Phase werden neben den Mängeln aus der Realisierung auch die Erfordernisse für den Betrieb der baulichen und technischen Anlagen untersucht. Es werden Pläne für die vorgeschriebenen und die optional erforderlichen, wiederkehrenden Prüfungen für diese Anlagen erstellt. Der Anlauf obliegt den Werkleitern und dem Personal in Produktion, Logistik und Facility Management. Ein großes Aufgabengebiet besteht in der Erstellung von Verfahrens- und Arbeitsanweisungen, der Schulung der Mitarbeiter, der Definition von und Liefervereinbarungen. Es werden die Standards für die Leistungsinhalte, Qualitäten, Zeiten, Termine, Personal- und Materialbedarf entwickelt bzw. fortgeschrieben.

### Zwischenfazit Kapitel 6.1

In diesem Kapitel wurden die Planungsphasen *Ziel-, Bedarfs-, Genehmigungs-, Ausführungs-, Realisierung-* und *Anlaufplanung* mit ihren Teilplanungsschritten und Planungsinhalten exemplarisch gezeigt. Die Teilplanungsschritte haben die Strukturierung mit den in Kapitel 5 entwickelten Planungsaufgaben zugelassen. Die Planungsebenen konnten aufgrund des großen Umfangs im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht bis auf den einzelnen Arbeitsplatz herunter gebrochen werden.

Im folgenden Kapitel erfolgt deshalb eine konkrete, exemplarische Planung in verschiedenen Planungsebenen bis zur Auswahl von Sonderbehältern der Logistik.





### 6.2.2 Beispiel für die Bestimmung von Ressourcen

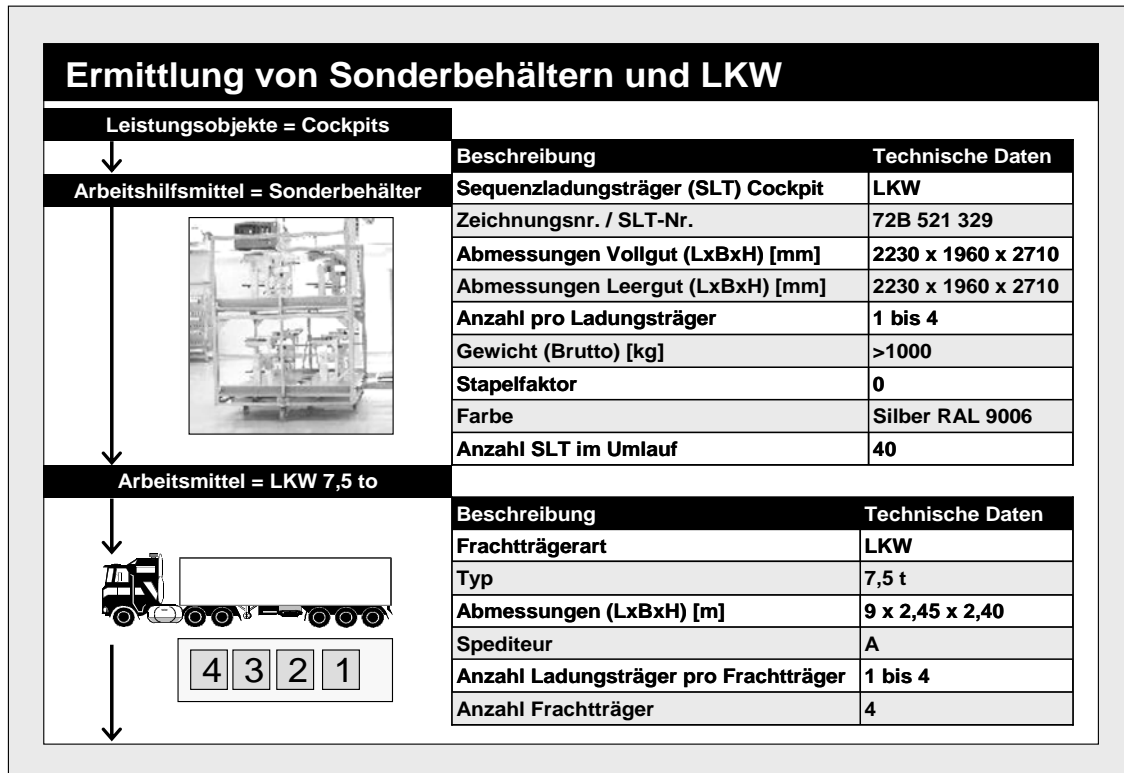


Abbildung 93: Ermittlung von Sonderbehältern und Lkw für den Transport zum Hersteller

Die im Industriepark produzierten Teile und Module sind an die Verbauorte des Endmontagebandes beim Hersteller zu transportieren. Hierzu sind logistische Arbeitshilfsmittel (z.B. Sonderbehälter) zu planen. Die Dimension der Sonderbehälter ist einerseits auf die zu transportierenden Teile und andererseits auf das Transportmittel z.B. ein LKW auszurichten. Die Investitionskosten für diese Sonderbehälter sind sehr hoch, da es sich i.d.R. um Sonderanfertigungen handelt. Die Handhabungs- und Packungsmöglichkeiten der Sonderbehälter in Verlade- und Versandeinheiten beeinflusst den notwendigen Flächenbedarf in den Gebäudestrukturen (Geh-, Fahrwegbreiten, Puffer- und Lagerflächen) und die Logistikkosten im Betrieb. Nachdem die Sonderbehälter konstruiert sind, kann aufgrund der Systemlasten an den Leistungseinheiten, die Anzahl der erforderlichen Sonderbehälter im Umlauf bestimmt werden. Auf der Grundlage der prognostizierten Tagesstückzahlen können die erforderlichen Sonderbehälter für die Touren eingeplant werden. In Szenarien können die maximalen Systemlasten bestimmt werden, aus denen das Fassungsvermögen und die Dimension der Sonderbehälter sowie der vorzuhaltende Bestand berechnet wird.

Aufgrund der Produktion JIT oder JIS in Industrieparks der Automobilindustrie spielt die Logistik zwischen der Produktion im Industriepark und der Endmontage beim Hersteller eine herausragende Rolle. In Abbildung 94 werden die Zusammenhänge zwischen den logistischen Anforderungen und dem Bedarf an Flächen in den Gebäuden exemplarisch gezeigt. Ausgehend von den zu transportierenden Leistungsobjekten (z.B. Cockpit) wird der Sonderbehälter hinsichtlich der Abmessungen, Anzahl der Leistungsobjekte je Sonderbehälter und der Anzahl Sonderbehälter je Transport geplant.

Das Beispiel zeigt, dass die Ermittlung der Sonderbehälter nicht nur eine Frage der Wirtschaftlichkeit der Erstinvestition ist. Die Sonderbehälter bestimmen auch die Dimensionierung der Pufferflächen, die Gestaltung der Produktionsflächen und die Anordnung der Flächen im Layout des Lieferanten. Das wiederum beeinflusst die Gesamtgröße der Hallen und deren An-

ordnung im Industriepark. Die Anzahl der im Sonderbehälter enthaltenen Teile beeinflusst die Anzahl und Zeitpunkte der Transporte zum Hersteller und die Größe der dort vorzuhaltenden Pufferflächen an den Entlade- und Montageorten. Somit beeinflusst die Wahl des Transportmittels und des Sonderbehälters auch die Planungs- und Steuerungsregeln der Produktion und der Logistik.

### 6.2.3 Ermittlung des Flächenbedarfes für die Sonderbehälter

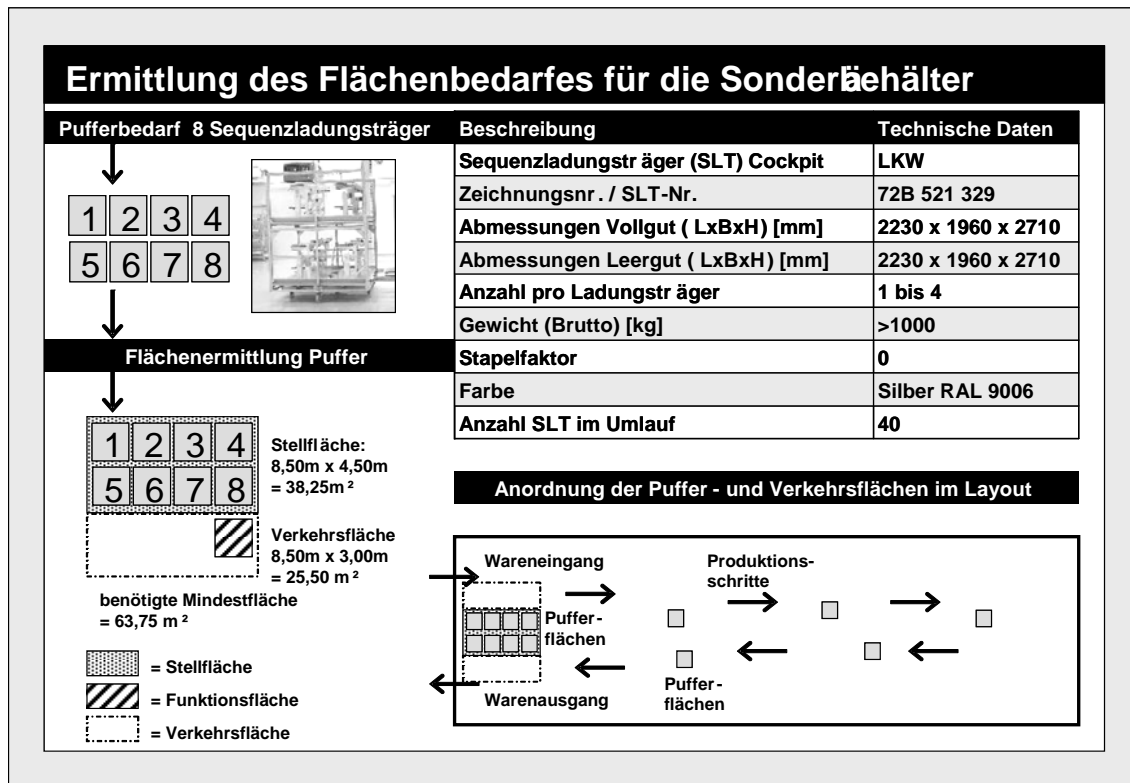


Abbildung 94: Ermittlung der Flächenbedarfe aus den Behältern

Abbildung 94 zeigt exemplarisch die Anordnung der Sonderbehälter im Layout und die Ermittlung des zugehörigen Flächenbedarfes. Die Anordnung der Stell-, Bedien- und Verkehrsflächen für die Behälter im Layout erfolgt entsprechend der Produktionsschritte. In Tabelle 11 sind verschiedene Sonderbehälter für Teile / Module aus einem Industriepark beschrieben. Die Sonderbehälter werden in Sequenz an den Verbauort der Endmontagelinie des Herstellers geliefert. In einen Behälter passen unterschiedlich viele Teile bzw. unterschiedlich viele Behälter auf einen LKW. Für die möglichst effektive Be- und Entladung des Behälters, des LKW und die Bereitstellung an den Produktions- und Verbauorten sind die hierfür erforderlichen logistischen Prozesse zu planen. Die Größe des vorzuhaltenden Bestandes an Behältern wird durch die erforderlichen Bestände an den Arbeitsstationen der Produktion des Industrieparks und der Montage beim Hersteller bestimmt (siehe Abbildung 94 unten). Die Transporte mit Transporteinheiten von Sonderbehältern beeinflussen den Flächenbedarf an Stell-, Funktions- und Verkehrsflächen. Funktionsflächen sind die Abmessungen der Behälter zuzüglich vorstehender Teile (z.B. Schubladen oder Klappen) die erforderlich sind, um die Behälter be- oder entladen zu können. Stellflächen sind die Flächen, die erforderlich sind, die Behälter aufzustellen. Verkehrsflächen sind die notwendigen Bedien- und Bewegungsflächen vor den Behältern und die Verkehrswege zum Transport der Behälter. Die Anordnung der Stell-, Funktions- und Verkehrsflächen (siehe Abbildung 94 unten) erfolgt entsprechend den Prozessabläufen. Daraus ergibt sich eine prozessorientierte Strukturierung der Flächen.

Nr.	Modulname	Flächenbedarf [m <sup>2</sup> /Behälter]	Steuerzeit [min]	Module / Behälter [Stück]	Produktions- und Kommissionierzeit	Bereitstellungszeit intern [min]	LKW Ladefläche [m <sup>2</sup> ]	Anlieferung in Sequenz
1	Cockpit	4,35	120	4	20	30	20	Ja
2	Heck-/ Seitenscheiben, Dachkonsole	2,93	378	8	15	30	20	Ja
3	Querträger, Himmel	3,26	428	10	10	30	20	Ja
4	Bodenbeläge, Spiegel	3,32	202	4	20	30	20	Ja
5	Dächer	2,62	176	6	10	30	20	Ja
6	Restliches Material	2,88	394	4	10	30	20	Ja
7	Tank	2,74	201	8	10	30	20	Ja
8	Frontend	1,89	276	4	10	30	20	Ja
9	Stoßfänger	3,34	120	4	10	30	20	Ja
10	Aggregateträger Türen	2,21	120	5	10	30	20	Ja
11	Mittelkonsole	1,75	287	4	15	30	20	Ja
12	Steiten-/ Gepäckraumverkleidung	1,75	398	4	20	30	20	Ja
13	Tür-/ Heckverkleidung	2,21	398	6	20	30	20	Ja
14	Säulenverkleidung	1,00	120	12	20	30	20	Ja
15	Sitze	4,35	120	4	10	30	20	Ja
16	Sitz-Anbauteile	1,60	120	20	10	30	20	Ja
17	Räder	1,80	120	4	10	30	20	Ja
18	Tank	2,00	120	10	10	30	20	Ja

Tabelle 11: Bestimmung der Sonderbehälter für die Module / Teile

Im folgenden Kapitel werden die prozessorientierte Anordnung der Ressourcen und ihre Strukturierung betrachtet.

#### 6.2.4 Anordnung der Produktionsbetriebe im Industriepark

Die Anordnung der Produktionsbetriebe im Industriepark orientiert sich an den logistischen Abläufen. Aufgrund der Prozessflüsse werden die Lagebeziehungen der Lieferanten untereinander geklärt. Die Lieferanten sind z.B. entsprechend der Reihenfolge der Abholtermine der von ihnen gefertigten Module anzuordnen, damit ein Sammelfahrzeug diese in einer Tour abholen und an die Einbauteile beim Hersteller transportieren kann. Das so entwickelte ideale Anordnungsschema ergibt einen Strukturplan. Aufgrund des Bedarfs an vorhandenen oder geplanten Kapazitäten werden die Ressourcen dimensioniert.

Abbildung 95 zeigt vier verschiedene Strukturvarianten mit acht produzierenden Lieferanten im Industriepark. Die Anordnung der Teilnehmer kann hinsichtlich des Flächenverbrauchs, der Umfahrung im Routenverkehr, für das Einsammeln der Teile und den Transporten zum Hersteller und zwischen allen acht Lieferanten ausgewertet werden. Hierzu müssen die Wegstrecken gemessen und berechnet werden.

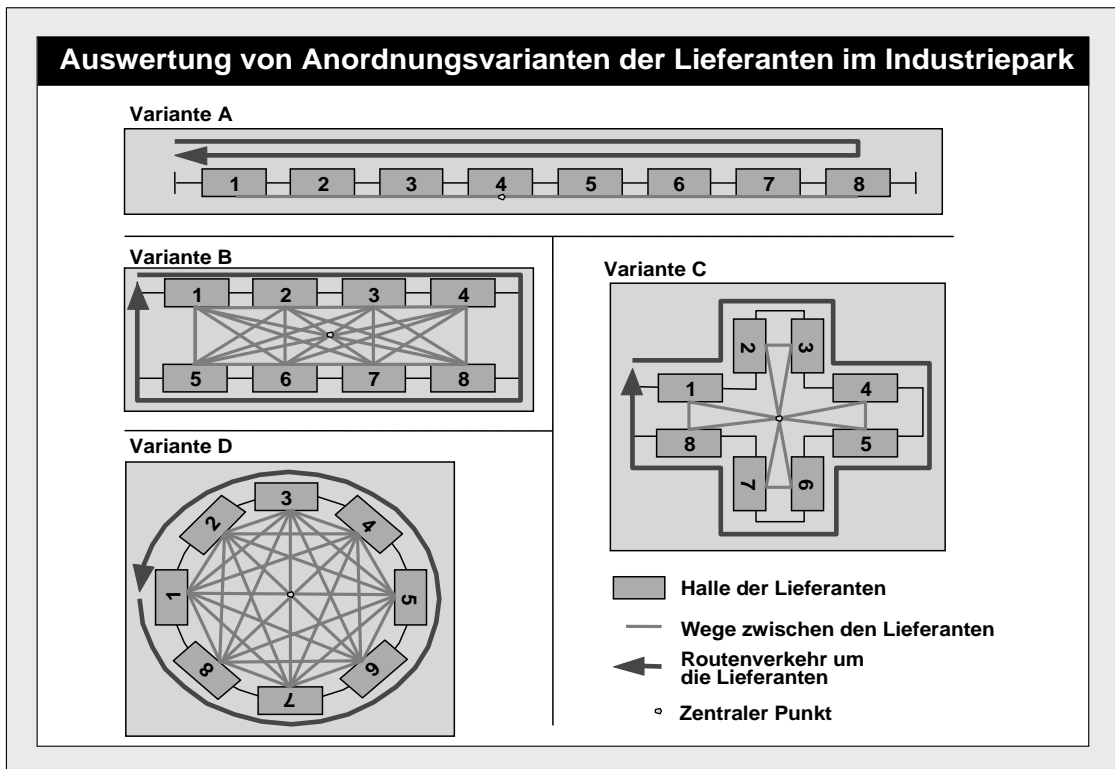


Abbildung 95: Grundsätzliche Anordnungsvarianten mit Wegebeziehungen

Im Säulendiagramm der Abbildung 96 ist das Ergebnis dieser Bewertung veranschaulicht. Die Varianten B und D schneiden demnach sehr gut ab. Variante B bietet den Vorteil einer orthogonalen Anordnung mit einer Durchgangsstraße mit Erweiterungsmöglichkeiten.

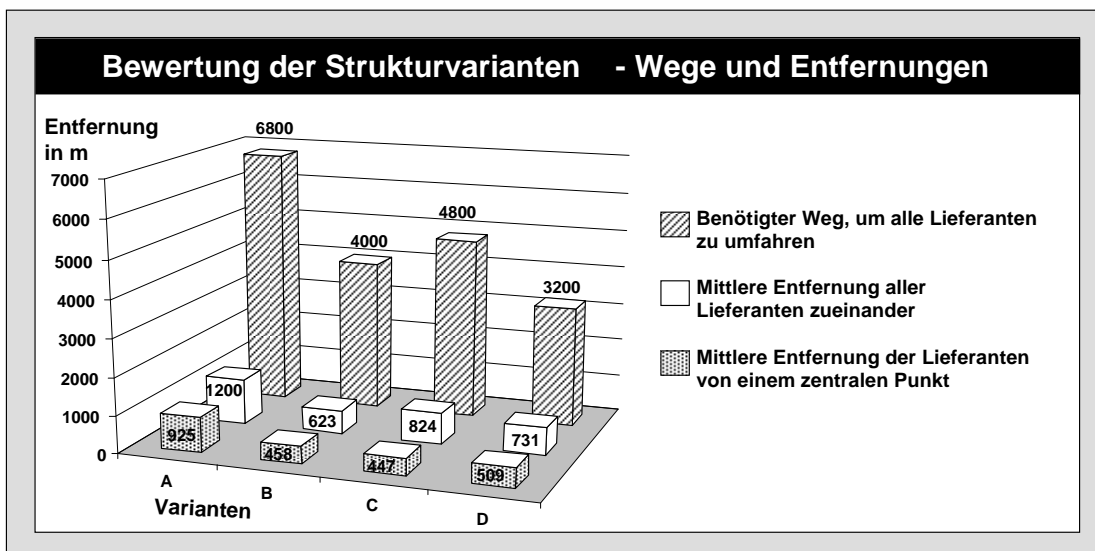


Abbildung 96: Ergebnis der Bewertung der vier Strukturvarianten

In Abbildung 97 (oben links) wurde die Strukturvariante B mit den Modulen aus Tabelle 11 exemplarisch in einem Ideallayout für einen Industriepark umgesetzt. Das Konstruktions- bzw. Ausbauraster beim Hersteller dient der räumlichen Orientierung der Entlade- und Verbauorte beim Hersteller. Die Lieferanten im Industriepark werden entsprechend den Touren zum Einsammeln der Transporteinheiten für die Entlade- und Verbauorte angeordnet.

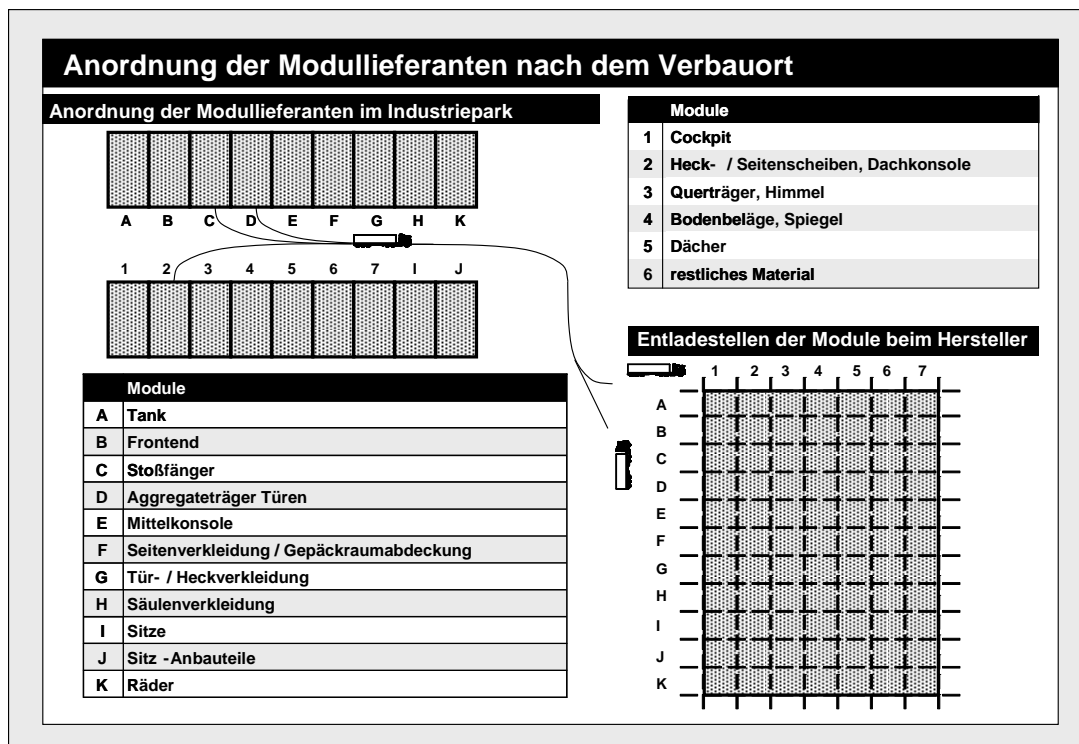


Abbildung 97: Anordnung der Modullieferanten im Industriepark

Nach der Anordnung der Lieferanten im Ideallayout des Industrieparks (Abbildung 94) werden die Layouts der einzelnen Lieferanten detailliert konstruiert.

### 6.2.5 Anwendung der prozessorientierten Konstruktionsmethode

Abbildung 98 zeigt ein Beispiel für die Feinplanung der Flächen in den Hallenabschnitten der Lieferanten. Aufgrund der Fertigungsprozesse können die Produktionsbereiche zониert und hinsichtlich der Flächen-, Kapazitäts- und Personalbedarfe dimensioniert werden. Die Flächen werden entsprechend den Prozessabläufen entlang der Haupteinschließungswege angeordnet. Logistische Flächen für Lagern, Transportieren und Verpacken sind in der Nähe der entsprechenden Produktionsflächen anzuordnen.

Die Verwaltungs-, Technik- und Sozialflächen sind nach den Anforderungen aus den Fertigungs- und Logistikprozessen und den Ressourcen zu dimensionieren und anzuordnen. Aus der Vielzahl der möglichen Anordnungsvarianten ist diejenige auszuwählen, die den Prozessabläufen und den Anforderungen am besten genügt. Synergien in der Kooperation zwischen den Lieferanten z.B. in einem gemeinsamen Warenein- oder -ausgang, gemeinsame Lagerflächen oder die direkte Übergabe von Teilen eines Moduls durch Türen zwischen zwei Lieferantenhallenabschnitten, sind bereits in der Konzeptplanung zu berücksichtigen. Ziel ist die Erschließung möglichst umfangreicher Synergieeffekte. In Abbildung 98 ist eine exemplarische Anordnung von Lieferanten (Fa. A-D) in einem Industriepark mit ihren Außenflächen und Produktionsflächen dargestellt. Ein gemeinsamer, begehbare Installationskanal versorgt die Technikräume der Hallenabschnitte. Durch eine zentrale Heiz-, Lüftungs-, Sprinkleranlage können gegenüber mehreren Einzelgeräten Einspareffekte erzielt werden.

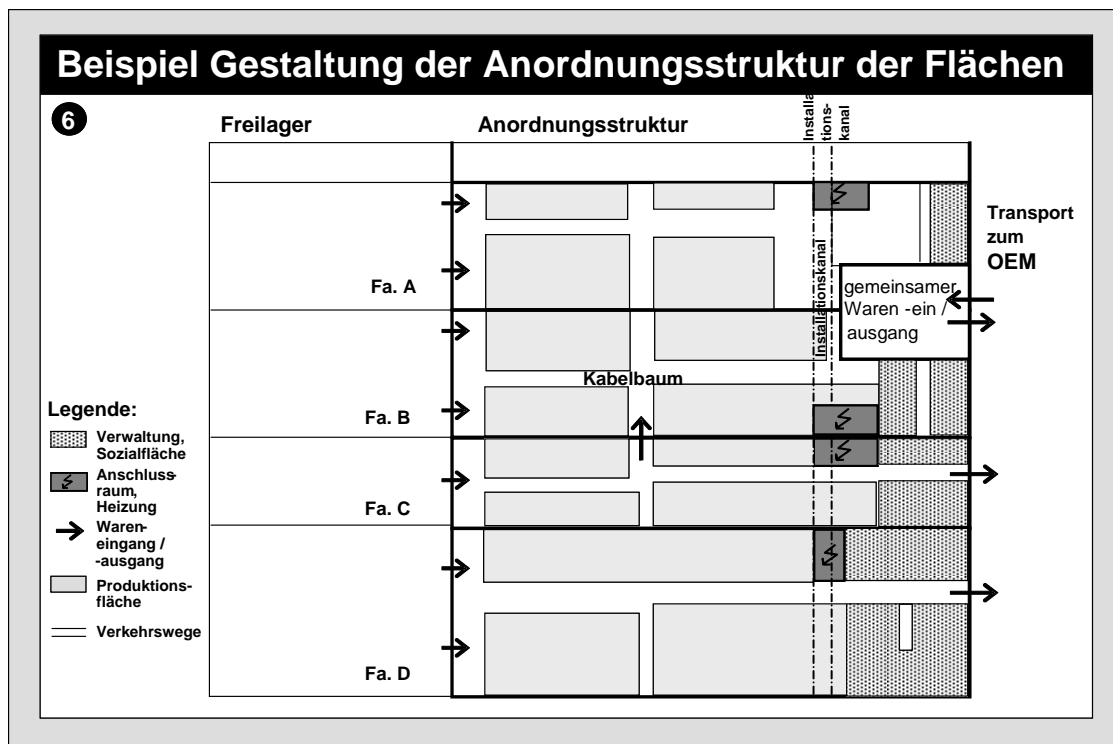


Abbildung 98: Gestaltung der Flächen in den Anordnungsstrukturen

Im Beispiel ist die Kooperation zwischen den Lieferanten dargestellt. Fa. C fertigt den Kabelbaum und liefert diesen durch eine Verbindungstür zu Fa. B. Ein gemeinsamer Warenein- bzw. -ausgang wird von Fa. B und Fa. A genutzt.

### Fazit Kapitel 6:

In Kapitel 6.1 wurden die in Kapitel 5 entwickelten Planungsaufgaben in exemplarischen Teilplanungsschritten verschiedener Planungsphasen gezeigt.

Grundlage für die neu entwickelte Planungsmethode ist das Vorgehensmodell. Es ermöglicht zwischen Planungsaufgaben, -phasen und -ebenen zu differenzieren und wesentliche Planungsergebnisse nachvollziehbar zu dokumentieren. Exemplarischen wurden hierzu typische Planungsaufgaben in Planungsphasen beschrieben. Dieser abstrakten Darstellung verschiedener Planungsaufgaben für einen Industriepark folgte in Kapitel 6.2 ein konkretes Anwendungsbeispiel. Dabei wurde exemplarisch der Wechsel zwischen verschiedenen Planungsebenen zur Ermittlung von Teilplanungsaufgaben (Ressourcenplanung Flächen bzw. Sonderbehälter) gezeigt. Ausgangspunkt und Ziel der Planung sind die Prozesse des Betriebs in Produktion und Logistik. Die notwendigen Bestände an Ressourcen (z. B. Sonderbehälter) sind aus den Systemlasten ermittelt worden. Die Ziele und Anforderungen aus den sieben Hypothesen in Kapitel 3.1 wurden exemplarisch belegt.

Die Standardisierung und Dokumentation der Planung mit einem Vorgehensmodell ermöglicht:

- den gezielten Wechsel zwischen Planungsaufgaben, -ebenen und -phasen
- die Dokumentation der Teilplanungsergebnisse
- die Zusammenarbeit zwischen den Teilplanern

Die Verknüpfung der Planungsmodule im Vorgehensmodell ermöglicht eine Planung unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen. Die exemplarische Anwendung der Planungsmethode belegt die Nutzenpotenziale dieses integrierten Planungsansatzes sowohl aus Prozess-, als auch aus Struktursicht (Kapitel 5.1).

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

### 7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der akute Verdrängungswettbewerb in der Automobilbranche erfordert die schnelle Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen und Kundenanforderungen (Kapitel 1).

In Kapitel 2.1 wurde der Begriff Industriepark gegenüber synonym verwendeten Begriffen abgegrenzt und definiert. Nach der Darstellung unterschiedlicher Beispiele bereits realisierter Industrieparks wurden in Kapitel 2.2 die wesentlichen Kennzeichen von Industrieparks zusammengefasst.

In Kapitel 2.3 wurde der aktuelle Stand der Technik der „klassischen“ Fabrikplanung von Industrieparks der Automobilindustrie dargestellt. Die „klassische“ Fabrikplanung ist bisher weder einheitlich definiert, noch existieren einheitliche Planungsphasen in einem Vorgehensmodell. Eine integrierte, die Planungsphasen überspannende Sichtweise existiert noch nicht. Die Arbeit hat hierzu einen ersten Betrag geliefert.

Mit Methoden der „klassischen“ Fabrikplanung werden die Ressourcen ausgewählt und dimensioniert. Anschließend werden die Strukturen einmalig festgeschrieben. Die Betriebsphase erfordert eine erneute Prozessplanung und -steuerung. Hierzu müssen die neuen Planer die vorhandenen komplexen Systeme erneut verstehen lernen. Aus den in Kapitel 2 erkannten Defiziten der Fabrikplanung und dem akuten Handlungsbedarf wurden in Kapitel 3.1 sieben Hypothesen abgeleitet:

- Fehlen einer einheitlichen Planungskonvention,
- Divergierende Ziele sind zu harmonisieren und zu integrieren,
- Neue Qualität der interdisziplinären Kooperation,
- Prozessorientierung des Planungsobjektes,
- Iteration zwischen Statik und Dynamik der Planung,
- Einsatz der Instrumente und Methoden der Digitalen Fabrik,
- Erfordernis eines ganzheitlichen Planungsansatzes.

Kapitel 3.2 baut hierzu einen wissenschaftlichen Bezugsrahmen aus System-, Prozess- und Managementtheorien auf, der als Grundlage für die ganzheitliche Planungsmethode dient.

Gemäß den Anforderungen aus den formulierten Hypothesen in Kapitel 3 wurde in Kapitel 4 ein Vorgehensmodell definiert. Anhand standardisierter *Planungsphasen*, *-ebenen* und *-aufgaben* ist eine einheitliche Planungskonvention geschaffen worden. Mit dieser Planungskonvention können Planungsmodule definiert werden, die von unterschiedlichen Planern weitgehend autonom zu planen sind. Die Planungsmodule können mit *Leistungspaketen* und *-einheiten* zu einer Leistungsvereinbarung mit den Planern genutzt werden. Die Planungsmodule verteilen die Komplexität der Planungsaufgabe auf mehrere Planungsteams. Das teamorientierte Projektmanagement und durch die standardisierte Anwendung des Vorgehensmodells verbessert die Zusammenarbeit der Planer. Die Dokumentation und die Rückverfolgbarkeit der Planung werden durch das Vorgehensmodell vereinfacht. Die eingesetzten Methoden und Instrumente können den Planungsmodulen zugeordnet werden. Das Wechseln zwischen den *Planungsaufgaben* und *-ebenen* in den *Planungsphasen* wird nachvollziehbar.

Die einzelnen Planungsaufgaben sind in Kapitel 5 detaillierter beschrieben. Diese sind ein zentraler Bestandteil der neuen Planungsmethode. Erst durch die integrierte Betrachtung von *Systemlasten*, *Prozessen*, *Ressourcen*, *Strukturen* und *Lenkung* entsteht ein ganzheitlicher Planungsansatz, der in der *Systemgestaltung bzw. Konstruktion* vollendet wird.

Die Prozesse des Standortbetriebes werden mit dem Prozessketteninstrumentarium nach Kuhn [Kuhn93a] modelliert und optimiert. Sind die Prozessketten gemäß den Zielen (z. B. kurze Durchlaufzeit, geringer Ressourcenverbrauch) geplant worden, besteht bereits bei den Planern ein Verständnis darüber, wie diese ablaufen sollen. Die in den Prozessmodellen ermittelten Systemlasten werden in der *Ressourcenplanung* für die Bestimmung der Funktionen und Dimensionen (Kapazität, Raum-, Personalbedarf) weiter genutzt. Der Prozesskettenplan liefert auch Hinweise zur Strukturplanung der *Ablauf-, Anordnungs- und Aufbaustrukturen*. Der Wechsel zwischen den *Planungsaufgaben*, den *Planungsebenen* und den *Planungsphasen* ist sogar erwünscht, um die Dynamik des Systems experimentell erforschen zu können.

In Kapitel 6.1 sind die definierten Planungsphasen: *Ziel-, Bedarfs-, Konzept-, Genehmigungs-, Ausführungs- Realisierungs- und Anlaufplanung* exemplarisch mit ihren Zwischenschritten beschrieben. Die Planungsaufgaben: *Systemabgrenzung / erste Systemlastvorgaben Prozess-, Ressourcen-, Struktur- und Lenkungsplanung* wurden dabei den Teilphasen der Planungsphasen zugeordnet. In der Planungsaufgabe Systemgestaltung / Konstruktion werden, die vorangegangenen Planungsaufgaben, in ein ganzheitliches System integriert. Dieses Systemmodell wird gestalterisch und aufgrund von Experimenten vervollständigt. Die Experimente stellen einen wesentlichen Bestandteil der Planungsmethode dar. Die überwiegend statischen Strukturen werden hierzu mit dynamischen Prozessen belastet und die Abhängigkeiten und Auswirkungen beobachtet. Diese Experimente können in jeder Planungsphase stattfinden.

In Kapitel 6.2 wurde exemplarisch der Wechsel zwischen verschiedenen Planungsebenen gezeigt. Ausgehend von der Bestimmung von Sonderbehältern der Logistik wurden die Flächen für deren Bereitstellung und die Hallen geplant. In diesem Zusammenhang sind einige Gestaltungsregeln für die Konstruktion der Gebäude postuliert worden.

Der in dieser Arbeit favorisierte, prozessorientierte Ansatz der Fabrikplanung von Industrieparks verfolgt das Ziel, die Entwicklung, Verwirklichung und Verbesserung der Wirksamkeit und Effizienz der Prozesse in Produktions- und Logistiksystemen integral zu verfolgen. Die baulichen und technischen Anlagen des Industrieparks sind auf die Prozesse der Produktion und der Logistik ausgerichtet worden.

## 7.2 Erwartetes Potenzial der neuen Planungsmethode

Die in dieser Arbeit entwickelte Planungsmethode ermöglicht die prozessorientierte Entwicklung von Systemen. Das Vorgehensmodell dient der Standardisierung, Verbesserung und Beschleunigung der Planung. Die systematische Vorgehensweise in standardisierten Planungsphasen und die Definition von Planungsmodulen dient der Einordnung und Verteilung der Aufgaben an Planungsteams. Die Chancen der neuen Planungsmethode liegen in den folgenden Punkten:

- Die Vermeidung von unnötigen Änderungsschleifen durch eine verbesserte Information und Kommunikation zwischen den definierten Planungsmodulen.
- Die Gestaltung einer durchgängigen Vernetzung baut Ineffizienzen und Kommunikationsbrüche zwischen den Kooperationspartnern ab.
- Die Nachvollziehbarkeit und die systematische Dokumentation der Planung erleichtert nachträglich erforderliche Folgeplanungen (kontinuierliche Verbesserungen).
- Die Gefahr von Fehlplanungen und -investitionen wird durch die frühzeitige Abstimmung der Strukturen auf die Anforderungen der Prozesse des Betriebs verringert.



- Die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen wird durch die Rückkopplungen aus der Prozessplanung, der Bauplanung und der Betriebsplanung gewährleistet.
- Die Entwicklung von standardisierten Fabrikmodulen ermöglicht die flexible Kombination, Erweiterung und den Rückbau dieser Module. Durch die Erhöhung der Gleichteile können Skaleneffekte in der Bauphase erschlossen werden.
- Die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Fabrikstrukturen durch die integrierte Betrachtung von Lenkungs-, Produktions- und Systemstrukturen im Industriepark.

Die prozessorientierte Planungsmethode gewährleistet eine leistungsfähige Produktionsstruktur, in der die Prozesse der Produktion und Logistik optimal ablaufen können. Die Planung der Prozesse des Bauens und des Betriebes stellt die Realisierbarkeit und die Funktionsfähigkeit der Strukturen gleichermaßen sicher.

Die Wandlungsfähigkeit wird durch die Modularisierung und die klare Abgrenzung der Prozessbereiche und Teilsysteme bereits in der Planung definiert. Der Instandhaltungsbedarf der Strukturen kann anhand der Belastung der Teilsysteme und Elemente mit den Prozessen (Nutzungsintensität) besser eingeschätzt werden. Mit dem neuen Vorgehensmodell wird ein geordneter Prozessablauf mit geringen Störungen, geringen Beständen an Ressourcen und kurzen Wegen realisiert. Kurz gesagt: Jegliche Art von Verschwendung wird durch die prozessorientierte Planung vermieden.

Die Ziele der neuen Planungsmethode sind:

- Mehr Transparenz zwischen den Planungspartnern
- Die konsistente Vernetzung der Planungsmodule
- Qualitätssteigerung und Kostenreduktion durch Vermeidung von Änderungen
- Parallelisierung und Beschleunigung der Planung
- Durchgängig dokumentierter und abgesicherter Planungsprozess

Durch die Definition einheitlicher Planungsphasen, -ebenen und aufgaben wird eine gemeinsame Planungskonvention geschaffen. Diese Konvention schafft ein „gemeinsames, vernetztes Verständnis“, sodass mehrere Teams von Planern kooperieren können. Die Kommunikation unter den Planungsbeteiligten wird durch die definierten Schnittstellen zwischen den Planungsmodulen verbessert.

Für die Weiterentwicklung und den Ausbau der neuen Planungsmethode wird im folgenden Kapitel ein Ausblick hinsichtlich möglicher ergänzender Arbeiten gegeben.

### **7.3 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf**

Die in dieser Arbeit entwickelte neue Planungsmethode wurde nur in Bezug auf den Planungsfall Industriepark exemplarisch gezeigt. Das entwickelte Vorgehensmodell kann generell als Vorlage für die einheitliche Definition von Planungsphasen, -ebenen und aufgaben in der Fabrikplanung dienen. Hierzu ist jedoch die Anwendbarkeit auf weitere Branchen und Planungsobjekte zu überprüfen. Die bereits in Kapitel 2.3.4 und 2.3.5 gezeigten Methoden und Instrumente der Fabrikplanung können auch in der neuen Planungsmethode angewendet werden. Durch eine Unterstützung der Planung mit Informationstechnologie ist die Planung noch effizienter werden. In einer virtuellen Planungsplattform sind die Ergebnisse aus den Softwareanwendungen (z.B. CAD, FEM, ERP, MES) gemäß der Strukturierung im Vorgehensmodell verfügbar. Die Komplexität der Aufgaben und der hohen Anzahl der zu planenden miteinander vernetzten Struktureinheiten könnte durch ein Industriepark-Informationssystem

unterstützt werden. Die Planungsergebnisse stehen in diesem Datenbanksystem als Assistenzsystem zur Verfügung.

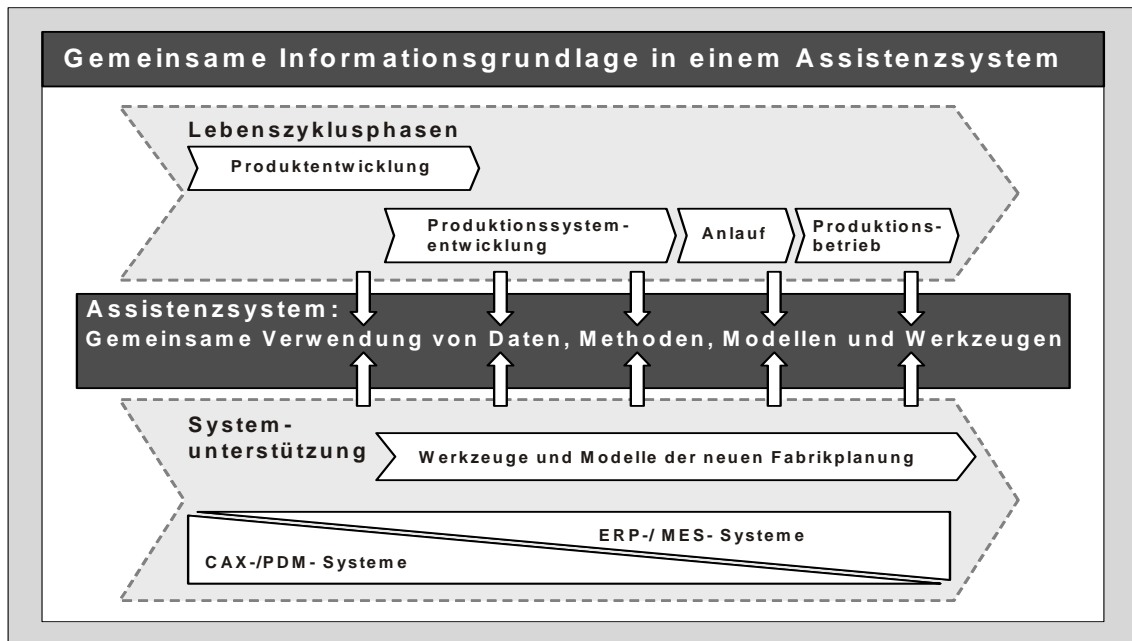


Abbildung 99: Assistenzsystem für die integrierte Planung der Fabrik

Abbildung 99 zeigt schematisch den Aufbau eines solchen Assistenzsystems. Die systematische Dokumentation des Planungsweges mit den Entscheidungskriterien in einem Assistenzsystem macht die Planung leichter auswertbar und nachvollziehbar. Die Lösungsschritte können quantitativ und qualitativ ausgewertet werden. Das Lernen aus Erfahrung - von besten und schlechtesten Lösungen - wird erleichtert. Die durchgängige Nutzung und Bereitstellung aktueller Informationen in einem Assistenzsystem verbessert und verkürzt die Planung. Die aufwendige Informationsbeschaffung und die Kommunikation für die Planung werden unterstützt.

In Folgeforschungen ist ein Assistenzsystem zu entwickeln, dass:

- In der *Zustandsanalyse* aktuelle und historische Informationen über die betrachteten Systeme anzeigt,
- In der *Entscheidungsphase* die passenden Modelle, Methoden und Kennzahlen aus Benchmarks zur Verfügung stellt und
- In der *Realisierung* die Erfüllungsgrade der Ziele und Anforderungen kontrolliert.

Abbildung 100 zeigt den Aufbau eines solchen Assistenzsystems. Damit sind im laufenden Betrieb Anpassungen anhand von Prozessmodellen und Simulationen möglich. Die hierfür geeigneten Betriebsmittel werden virtuell ausgewählt und bei Änderungen in der Planung ein effizientes Änderungsmanagement der Dokumente durchgeführt. Die Ursachen für evtl. im Betrieb auftretende Störungen sind durch die Dokumentation der Planungsschritte schneller auffindbar. Standardisierte Vorgehensweisen und Checklisten ermöglichen ein schnelles Reagieren. Die Prozessleistung ist durch ein Workflow-Management-System leichter zu messen. Bisher noch unerfahrene Planer werden in realen Szenarien virtuell geschult und qualifiziert. Aus der Generalisierung von bewerteten Lösungen entstehen Grundsätze, Regeln der Planung, Anforderungskataloge, Checklisten und Vorgehensweisen.

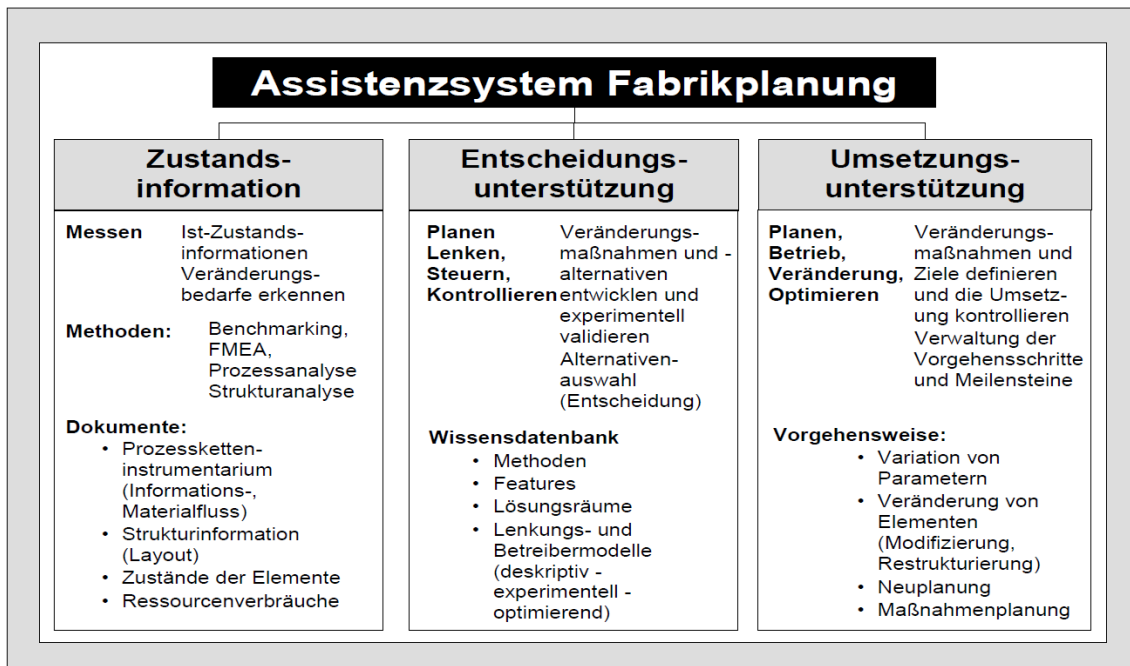


Abbildung 100: Ausblick Entwicklung eines Assistenzsystems für die Fabrikplanung

Für die einzelnen Module können Regelkreise definiert werden, die eine Steuerung der Prozesse im Betrieb und der Planung unterstützen. Abbildung 101 zeigt exemplarisch einen Regelkreis für ein Fabrikmodul im Industriepark. Die Ziele- und Anforderungen aus der Planung können im Betrieb kontinuierlich überwacht werden.

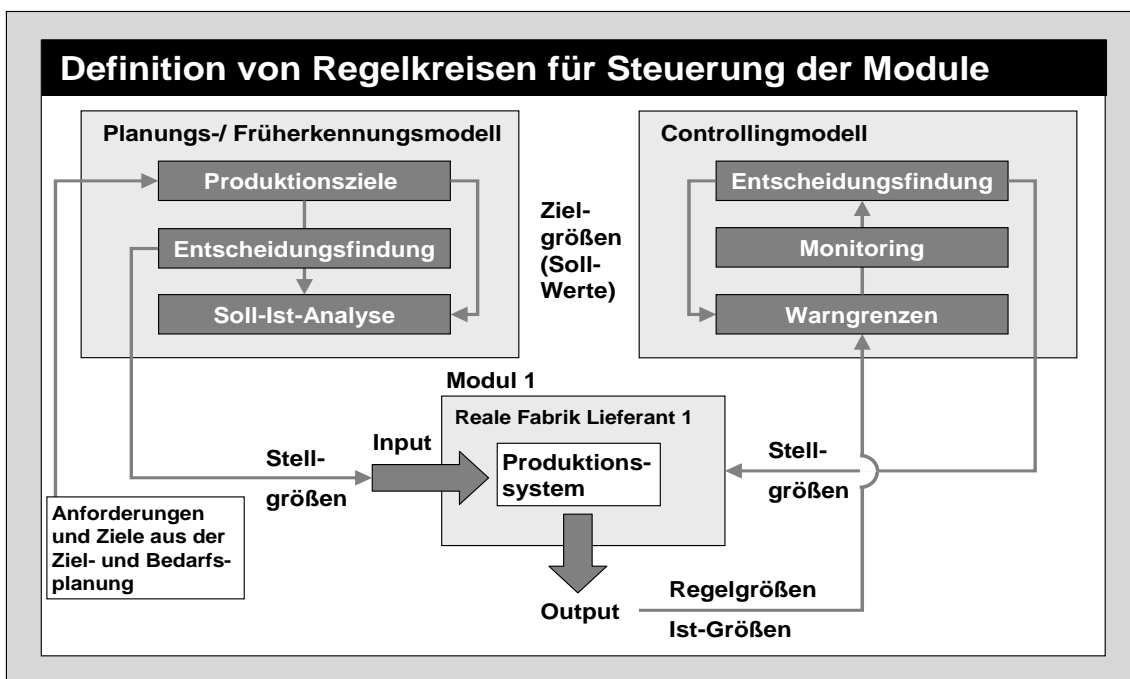


Abbildung 101: Definition von Regelkreisen für die Steuerung der Module

Mit der hier entwickelten, prozessorientierten Planungsmethode wurde eine Konvention geschaffen, welche noch viele Potenziale für die Fabrikplanung und den Fabrikbetrieb in sich birgt.

## Literaturverzeichnis

- [Adol96] Adolphs, B.: Stabile und effiziente Geschäftsbeziehungen. Eine Betrachtung von vertikalen Koordinationsstrukturen in der deutschen Automobilindustrie. Verlag Lohmar, Köln 1996.
- [Aggt87] Aggteleky, B.: Fabrikplanung. Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung. 3 Bände. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1987.
- [Aggt90] Aggteleky, B.: Betriebsanalyse und Feasibility Studie. In: Fabrikplanung, Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung. Hrsg.: B.Aggteleky. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1990.
- [Aggt92] Aggteleky, B.; Bajna, N.: Projektplanung. Ein Handbuch für Führungskräfte. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1992.
- [AKJN04] <http://www.akjnet.de/service/datenbanken/50411993d81274260.html>,  
Zugriffsdatum: 05.12.2004)
- [Arno04] Arnold D.; Isermann H.; Kuhn A.; u.a.: Handbuch Logistik. 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin u.a. 2004.
- [Ashb56] Ashby, W. R.: An Introduction to Cybernetics. 2. Aufl., Chapman & Hall Ltd, London 1956.
- [Auto03] N.N. Wandel der Wertschöpfungsanteile. <http://www.automobilproduktion.de/themen/01784/index.php>. 31.07.2003
- [Auto05] [http://www.autointell.net/nao\\_companies/daimlerchrysler/smart/thSMART1.htm](http://www.autointell.net/nao_companies/daimlerchrysler/smart/thSMART1.htm); Zugriffsdatum 18.01.2005
- [Back95] Backhaus, K.: Investitionsgütermarketing. 4. Aufl., Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, München 1995.
- [Bait93] Baitsch, C.: Was bewegt Organisationen?. Selbstorganisation als psychologische Perspektive. Campus Verlag, Frankfurt 1993.
- [Bart03] Barthel, H.; Freese, J.; Lehnert, O.; Nayabi, K.: Neuer Lieferantenpark versorgt BMW, FIAT, FORD und NISSAN in Südafrika; in: Logistik für Unternehmen, 10 /2003
- [BauG04] BauGB: Baugesetzbuch:  
Datum: 23. Juni 1960 Fundstelle: BGBl I 1960, 341 Textnachweis Geltung ab: 1. 8.1979; Änderungen aufgrund EinigVtr vgl. § 246a; Stand: Neugefasst durch Bek. v. 23. 9.2004 I 2414 .
- [Baum00] Baumgarten, H.; Zadek, H.: Kundenintegration in logistischen Prozessketten. In: Jahrbuch der Logistik 2000. Hrsg.: R. Hossner. Verlagsgruppe Handelsblatt, Düsseldorf 2000, S. 128–133.
- [Beck00] Becker J.; u.a.: Methoden zur Einführung Workflow-gestützter Architekturen von PPS-Systemen. In: Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Münster. Hrsg.: Prof. Dr. J. Becker o.V.. Arbeitsbericht Nr. 73, Münster 2000.

- [Beck02] Beckmann, H.: Just-In-Time (JIT). In: Handbuch Logistik. Hrsg: D. Arnold. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2002, Kap. B 2.6, S. B 2-20 – B 2-22.
- [Beck02a] Becker, J.; Neumann, S.; Serries, T.: Integration von Workflow- und Wissensmanagement zur Flexibilisierung industrieller Geschäftsprozesse. *Industriemanagement*. 18 (2002) 3, S. 23-27.
- [Beck03]. Beckmann, D.: Controlling Betreibermodell-basierter Infrastrukturprojekte: Eine Konzeption aus Projektträgersicht, Shaker Verlag, Aachen 2003,
- [Beck04] Beckmann, H.: Supply Chain Management. Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen. Springer Verlag, Berlin 2004.
- [Beck96] Beckmann, H.: Theorie einer evolutionären Logistik-Planung. Dissertation, Universität Dortmund. Reihe Unternehmenslogistik, Verlag Praxiswissen, Dortmund 1996.
- [Berg02] N.N.: Nine Mega-Trends reshape the automotive supplier industry, a trend study to 2010. [http://www.roland-berger.de/documents/2187009/ Study\\_megatrends\\_suppliers2000.pdf](http://www.roland-berger.de/documents/2187009/Study_megatrends_suppliers2000.pdf). 23.05.2002
- [Bert47] Bertalanffy L. von, Zu einer allgemeinen Systemlehre, *Biologia Generalis*, 195:114-129, Wiley & Sons, New York, 1948
- [Bert57] Bertalanffy, L. von: Allgemeine Systemtheorie; *Deutsche Universitätszeitung*, Heft 12, S. 8-12, 1957
- [Bert68] Bertalanffy L. von, *General System Theory* New York, 1968; 1976 erweiterte Auflage, 1968
- [Biss 97] Bissel, D.: Beitrag zur prozeßorientierten Planung dynamischer Fabrik-systeme (sic!). Dissertation, Universität Dortmund, Verlag Praxiswissen, Dortmund 1997.
- [Blei99] Bleicher, K.: Das Konzept integriertes Management: Visionen - Missionen - Programme, Verlag Campus, New York, 1999.
- [Bleic92] Bleicher, K.: Das Konzept integriertes Management. Das St. Galler Management Konzept. Band 1. 2. Aufl., Frankfurt, New York 1992.
- [Bloc03] Block, M.; Greif H.: Smartville - Innovatives Automobilunternehmen der Zukunft. In: Das innovative Unternehmen. Hrsg: H. Barske. Symposium Publishing GmbH, Düsseldorf 2003.
- [Blyt01] Blyth, A.; Worthington, J.: *Managing the Brief for Better Design*. Verlag Spon, London 2001.
- [bmbf05] Definition Mittelstand ab 1.1.2005 auf Internetseite: [http://www.kmu-info.bmbf.de/rahmenbed\\_eu.htm](http://www.kmu-info.bmbf.de/rahmenbed_eu.htm)., Zugriffsdatum 12.09.2005
- [Böls99] Böstler, H.: Smartville - die Fabrik der Zukunft. *Technologie & Management*. (1999) 3.
- [Bord99] Borde, M., Eichengreen B.; Irwin D.: Is Globalisation Today Really Different than A Hundred Years Ago?. National Bureau of Economic Research, Working Paper 7195, June 1999.

- [Böse93] Bösenberg, D.: Lean Management. Vorsprung durch schlanke Konzepte. 4. Aufl., Verlag Moderne Industrie, Landsberg / Lech 1993.
- [Bous70] Boustedt, O.: Agglomeration. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Handwörterbuch der Raumforschung und Raumordnung. Verlag der deutschen A. der R. und L., Hannover 1970, S. 20 ff.
- [Brig93] Briggs, J.; Peat, F. D.: Die Entdeckung des Chaos. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1993.
- [Broc05] Brockhaus – Enzyklopädie; 21. Auflage, Verlag F.A. Brockhaus, Leipzig, Mannheim, 2005
- [Budä94] Budäus, D.: Public Managment. Konzepte und Verfahren zur Modernisierung öffentlicher Verwaltungen. Edition Sigma Verlag, Berlin 1994.
- [Bull03] Bullinger, H.-J.; u.a.: Neue Organisationsformen im Unternehmen. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2003.
- [Bund05] Bundesrepublik Deutschland: V-Modell XT, Release 1.01. Berlin: 2005.
- [BWI94] Stiftung BWI: Projekt-Management- Leitfaden zur Teamführung und Methodik. Stiftung für Forschung und Beratung am Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH Zürich, Zürich, 1994.
- [Clar92] Clark, K. B.; Fujimoto, T.: Automobilentwicklung mit System. Strategie, Organisation und Management in Europa, Japan und USA. Übers./Hrsg.: E. C. Stotko. Campus Verlag, Frankfurt, New York 1992.
- [Cors03] Corsten, D.: Supply-Chain-Management erfolgreich umsetzen. Grundlagen, Realisierung und Fallstudien. 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin u.a. 2003.
- [Cram88] Cramer, F.: Chaos und Ordnung. Die komplexe Struktur der Lebendigen. Deutsche Verlagsanstalt GmbH, Stuttgart 1988.
- [Daen02] Daenzer, W.F.; Huber, F.: Systems Engineering. Methodik und Praxis. 11. Aufl., Verlag Industrielle Organisation, Zürich 2002.
- [Dave90] Davenport, T.H.; Short, J.E.: The New Industrial Engineering. Information Technology and Business Process Redesign. Sloan Management Review. (1990) 32, S. 11-27.
- [DIN00] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN EN ISO 9000:2000-12: Qualitätsmanagementsysteme. Grundlagen und Begriffe - Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse. Beuth Verlag, Berlin 2000.
- [DIN01] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN IEC 60812:2001-10 Entwurf: Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen. Beuth Verlag, Berlin 2001.
- [DIN02] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN EN 61346 Bbl 1:2002-1. Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung. Beiblatt 1; Anwendungsleitlinien (IEC/TR 61346-3:2001). Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte. Beuth Verlag, Berlin 2002.

- [DIN02a] Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): DIN EN 12973:2000-02, Value Management, Deutsche Fassung EN 12973:2000 rev. Beuth Verlag, Berlin 2002.
- [DIN03] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 6779 : 2003- 07, Kennzeichnungssystematik für technische Produkte und Produktdokumentationen, Teil 12. Bauwerke und technische Gebäudeausrüstung.. Beuth Verlag, Berlin 2003.
- [DIN05] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): E DIN EN 15221:2005-06 Entwurf, Facility Management. Begriffe. Beuth Verlag, Berlin 2005.
- [DIN05a] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 277 1-3 : 2005-02 (Teil 1-3), Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbauten. Beuth Verlag, Berlin 2005.
- [DIN07a] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): Entwurf DIN 69901: Teil 1-5 2007-10, Projektmanagement - Projektmanagementsysteme. Beuth Verlag, Berlin 2007.
- [DIN07b] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 32825 -1: Technische Produktdokumentation – Dokumentation für das Facility Management –Teil 1: Begriffe und Methodik. Beuth Verlag, Berlin 2007.
- [DIN07c] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): 32825 -2: Technische Produktdokumentation – Dokumentation für das Facility Management –Teil 2: Nutzungsdefinition. Beuth Verlag, Berlin 2007.
- [DIN08] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 276 : 2008-12, Kosten im Bauwesen - Teil 1 Hochbau. Beuth Verlag, Berlin 2008.
- [DIN87] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 69900 Teil 1: 1987-08, Projektwirtschaft. Netzplantechnik. Begriffe. Beuth Verlag, Berlin 1987.
- [DIN87a] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 69901: 1987-08. Projektwirtschaft - Projektmanagement - Begriffe. Beuth Verlag, Berlin 1987.
- [DIN90] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 25448 : 1990-05, Ausfallfektanalyse. Fehlermöglichkeit und –Einflussanalyse FMEA. Beuth Verlag, Berlin 1990.
- [DIN94] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 19226 Teil 1: 1994-02, Leittechnik, Regelungs- und Steuerungstechnik. Allgemeine Grundbegriffe. Beuth Verlag, Berlin 1994.
- [DIN95] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 6779-1:1995-07, Kennzeichnungssystematik für technische Produkte und technische Produktdokumentation - Teil 1: Grundlagen DIN 6779-10 Bbl 1:2000-06. Beuth Verlag, Berlin 1995.
- [DIN96] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 18205: 1996-04, Bedarfsplanung im Bauwesen. Beuth Verlag, Berlin 1996.

- [DIN97] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN EN 61346-1:1997-01, Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte; Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung - Teil 1: Allgemeine Regeln (IEC 61346-1:1996); Deutsche Fassung EN 61346-1:1996. Beuth Verlag, Berlin 1997.
- [DIN97a] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN EN 61355:1997-11, Klassifikation und Kennzeichnung von Dokumenten für Anlagen, Systeme und Einrichtungen (IEC 61355:1997); Deutsche Fassung EN 61355:1997. Beuth Verlag, Berlin 1997.
- [DIN99] Deutsches Institut für Normung e.V.(Hrsg.): DIN 18960 : 1999-08, Nutzungskosten im Hochbau. Beuth Verlag, Berlin 1999.
- [Dole81] Dolezalek, M.; Warnecke H.-J.; Dangelmaier, W.: Planung von Fabrikanlagen. 2.Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1981.
- [Doms90] Domschke, W.; Drexl, A.: Logistik. Standorte. 3. Aufl., Oldenbourg Verlag, München, Wien 1990, S.32 ff.
- [Dörm96] R. L., Dörmer: Die Komplexitäts-Theorie. Verlag Knauer, München 1996.
- [Ebel94] Ebeling, W.; Feistel, R.: Chaos und Kosmos. Prinzipien der Evolution. Akademischer Verlag Spektrum, Heidelberg 1994.
- [Ebel98] Ebeling, W.; Freund, J.; Schweitzer, F.: Komplexe Strukturen, Entropie und Information. Verlag Teubner, Stuttgart 1998.
- [Eber98] Eberhardt, D.: Kleingruppenorientiertes Projektmanagement. Eine empirische Untersuchung zur Gestaltung ganzheitlicher Aufgabenbearbeitung durch teilautonome Projektgruppen. Kampp Verlag, München 1998.
- [Ecks91] Eckstein W. E.: GVZ. Mode oder regionale Notwendigkeit. Internationales Verkehrswesen. 43 (1991) 3.
- [Ecks97] Eckstein, W. E.: Distributionszentrum. In: Vahlens Großes Logistiklexikon. Hrsg: J. Bloech. Vahlen Verlag, München 1997, S.185.
- [Ehrl03] Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung, Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 2. Aufl., Hanser Verlag, München 2003.
- [Eiff91] von Eiff, W.: Organisation Erfolgsfaktor für die Unternehmensführung. Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech 1991.
- [Ever95] Eversheim, W.: Prozessorientierte Unternehmensorganisation. Konzepte und Methoden zur Gestaltung "schlanker" Organisationen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1995.
- [Ever95a] Eversheim, W.: Simultaneous engineering. Erfahrungen aus der Industrie für die Industrie. Springer Verlag, Berlin u.a. 1995.
- [Ever96] Eversheim, W.; Schuh, G.: Hütte, Produktion und Management: „Betriebs-hütte“ (Band 2). 7. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1996.



- [Ever99] Eversheim W.; Schuh G.: Hütte, Produktion und Management (Band 3). Fabrikplanung und Produktionssystemplanung. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York 1999.
- [Feli98] Felix, H.: Unternehmens- und Fabrikplanung. Planungsprozesse, Leistungen und Beziehungen/REFA. Hanser Verlag, München, Wien 1998.
- [Fohr00] Fohrmann M.: Güterverkehrszentren als ein Ansatz zur Gestaltung und Bewältigung des Güterverkehrs vor dem Hintergrund der konzeptionellen Erweiterung um virtuelle Aspekte. Lang Verlag, Frankfurt a. M. 2000.
- [Fran75] Franke, H.-J.: Methodische Schritte zum Klären konstruktiver Aufgabenstellungen. Konstruktion (1975) 27, S.395-402.
- [Fren02] French, H.: Japan Anxiously Looks Ahead, New York Times. 11.08.2002, New York, S. 5.
- [Fres04] Freese, J.; Barthel, H.; Lehnert, O.:Lieferantenpark für vier Autohersteller in Südafrika entwickelt sich zur Erfolgsstory; in: Logistik für Unternehmen, 9/2004
- [Frey75] Frey, S.R.: Plant Layout, Planung, Optimierung und Einrichtung von Produktions-, Lager- und Verwaltungsstätten. Carl Hanser Verlag, München/Wien 1975.
- [Fuch00] Fuchs, F.: Entwicklung einer Angebotsmethodik für logistische Dienstleistungen mittels Prozessketteninstrumentarium. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Dortmund, 2000
- [Funk02] Funk, C.: Mehr Erfolg mit optimaler Kommunikation. Auswirkungen und Aspekte der weltweiten Kommunikation. wt Werkstatttechnik online. 92 (2002) 4, S. 179 ff.
- [Gabl00] Gabler, T. (Hrsg.): Wirtschaftslexikon 15. Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden 2000.
- [Gabl97] Gabler, T. (Hrsg.): Wirtschaftslexikon, CD. Betriebswirtschaftlicher, Verlag Gabler; Wiesbaden, 1997.
- [Gait83] Gaitanides, M.: Prozessorganisation. Entwicklung, Ansätze und Programme prozessorientierter Organisationsgestaltung. Vahlen Verlag, München 1983.
- [Gare02] Gareis K.: Das Konzept Industriepark aus dynamischer Sicht. Theoretische Fundierung, empirische Ergebnisse, Gestaltungsempfehlungen. 1. Aufl., Deutscher Universitätsverlag GmbH, Wiesbaden 2002.
- [Gaus00] Gaus, W.: Dokumentations- und Ordnungslehre. Springer Verlag, Berlin u.a. 2000.
- [Gent94] Gentner, A.: Entwurf eines Kennzahlensystems zur Effektivitäts- und Effizienzmessung von Entwicklungsprojekten. Franz Vahlen Verlag GmbH, München 1994.
- [Gerl98] Gerlach, H.-H.: Flexible Strukturen für eine dynamische Produktion. Technica. (1998) 12, S.45-51.

- [Gold98] Goldratt, E. M.: Theory of Constraints. In: The constraints management handbook. Hrsg.: J.F. Cox; M.S. Spencer. APICS, Boca Raton (Fla) 1998, S. ix-xi.
- [Gome89] Gomez, P.; Probst, G.: Vernetztes Denken. Unternehmen ganzheitlich führen. Gabler Verlag, Wiesbaden 1989.
- [Graf02] Graf, H.: Supplier Managed Inventory als Standardbelieferungsprozess. 19. Deutscher Logstikkongress: Exzellent durch Integration, Berlin 2002.
- [Gres01] Greschik, S.: Das Chaos und seine Ordnung. Deutscher Taschenbuch Verlag, München 2001.
- [Grun00] Grundig, C.-G.: Fabrikplanung. Planungssystematik, Methoden, Anwendungen. Hanser Verlag, Leipzig 2000.
- [Guen97] Günther, H.-O.; Tempelmeier, H.: Produktion und Logistik. 3. Aufl., Springer Verlag, Berlin 1997.
- [Gutb93] Gutberlet, K.: Die Produktivität der japanischen Automobilindustrie. Ausmaß und Ursachen der japanischen Wettbewerbsvorteile gegenüber der deutschen Automobilindustrie. Dissertation, Universität Köln, Köln 1993.
- [Harm94] Harmon, R. L.: Das Management der neuen Fabrik : Lean Production in der Praxis. 2. Aufl., Campus-Verlag, Frankfurt u.a. 1994.
- [Hart92] Hartung, J., Elpelt, B.: Grundkurs Statistik, 2. Auflage, Verlag Oldenbourg, München 1992.
- [Hart95] Hartmann, M.: Merkmale zur Wandlungsfähigkeit von Produktionsunternehmen bei turbulenten Aufgaben. Hrsg.: Kühnle, H., Dissertation, Universität Magdeburg, 1995.
- [Herz59] Herzberg, F.: The Motivation to Work, Verlag Wiley, New York, 1959.
- [Hess92] Hesse W.; Merbeth G.; Fröhlich R.: Software-Entwicklung - Vorgehensmodelle, Projektführung, Produktverwaltung. Handbuch der Informatik, Band 5.3, Verlag Oldenbourg, München 1992
- [Hild91] Hildebrandt, J.; Voges, W.; Sustrate, V.: Güterverkehrszentren. Netzkonzeption und Handlungsbedarf. Verkehrsforum Bahn, Berlin 1991, S.29.
- [Hoai09] Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen – HOAI vom 11.08.2009; Veröffentlicht im Bundesgesetzblatt 2009 Teil I Nr. 53, S.2732 ff.ausgegeben zu Bonn am 17. August 2009
- [Hott76] Hottes, K.: Industrial Estate. Industrie- und Gewerbeparks. In: Industriegeographie. Hrsg.: K. Hottes. Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt 1976, S.497.
- [Hubk96] Hubka, V.; Eder, W. E.: Engineering Design. Heuristika Verlag, Zürich 1992.
- [Ihde01] Ihde, G.B.: Transport, Verkehr, Logistik. Gesamtwirtschaftliche Aspekte und einzelwirtschaftliche Handhabung. 3. Aufl., Vahlen Verlag, München 1984, S.318.

- [IKB03] IKB Deutsche Industriebank: IKB Report Automobilindustrie. Neue Chancen – zunehmender Investitions- und Finanzierungsbedarf. Umfrage unter 200 Zulieferfirmen im Frühjahr 2003. IKB Deutsche Industriebank AG, Bereich Volkswirtschaft, Investor Relations und Öffentlichkeitsarbeit, 1. Auflage, Düsseldorf, Juni 2003.
- [ISO94] International Organization for Standardization (Hrsg.): ISO 9969 Performance standards in building – checklist for briefing – contents of brief for building design. ISO Verlag, Genf 1994.
- [IWK00] Becker, H.: Auswirkungen der globalen Marktveränderungen auf die Unternehmensgrößenstruktur in der Automobilzulieferindustrie. Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), Institut für Wirtschaftsanalyse und Kommunikation IWK.VDA 22, 2000.
- [Kauf93] Kauffmann S. A., The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution, Oxford University Press, 1993
- [Kern96] Kern, W.; u.a.: Handwörterbuch der Produktionswissenschaft. Simultaneous Engineering. 2. Aufl., Gerpott T.J. Verlag, Stuttgart 1996, S. 1852-1861.
- [Kett84] Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-R.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung. Carl Hanser Verlag, München 1984.
- [Kief03] Kiefer, L.; Geuer, A.: Automobilzulieferer - in Zukunft alle Systemanbieter?; Zeitschrift für die gesamte Wertschöpfungskette Automobilwirtschaft (ZfAW). 6 (2003), S.27-32.
- [Kirc03] Kirchhausen, P.: Konzeption eines kennzahlenbasierten Ansatzes zur Unterstützung des Managements von Produktion und Logistik, Verlag Praxiswissen, Dortmund, 2003
- [Klip93] Klippel, B.: Raumsysteme der europäischen Automobilindustrie. In: Schriftenreihe der Bundesvereinigung Logistik (Band 31). Hrsg.: H. Baumgarten; G.B. Ihde. Huss Verlag, München 1993.
- [Klöp91] Klöpffer, H.-J.: Logistikorientiertes strategisches Management. Erfolgspotentiale im Wettbewerb. Dissertation, Universität Dortmund, TÜV Rheinland Verlag, Köln 1991.
- [Koch91] Koch, R.: Die Fabrik im Strukturwandel. Tagungsbericht, TU Dresden 1991.
- [Koes68] Koestler, A.: The Ghost in the Machine. 2. Aufl., Molden Verlag, Wien u.a. 1968.
- [Koll86] Koller, R.: Entwicklung und Systematik der Bauweisen technischer Systeme. Ein Beitrag zur Konstruktionsmethodik. Konstruktion. 1986 (38), S.1-7.
- [Kopp03] Kopp, A.; Rott, H.; Rozynski, D.: Typisch Industriebau - Industrial Building Typology. Zeitschrift für Architektur DETAIL Konzept.- Industriebau. 43 (2003) 9, München 2003, S.932-937.
- [Koss73] Kossatz, G.: Betriebseinrichtung, Wissenspeicher Projektierung (Band 1). VEB Verlag Technik, Berlin 1973.

- [Kram93] Krampe, H.: Territoriale Logistik. Lösungen für den Wirtschaftsverkehr. In: Grundlagen der Logistik. Hrsg.: H. Krampe; H.-J. Lucke. Huss Verlag, München 1993, S.300.
- [Kroh90] Krohn, W.; Küppers G.: Selbstorganisation. Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution. Vieweg Verlag, Braunschweig 1990.
- [Kröm01] Krömmelbein, S.: Das Internet. Wissen, Arbeit und Wohlstand für alle?. WSI – Mitteilungen. 54 (2001) 4, S. 250 – 255.
- [Krot94] Krottmaier, J.: Leitfaden Simultaneous Engineering. Kurze Entwicklungszeiten, niedrige Kosten, hohe Qualität. Springer Verlag, Berlin u.a. 1994.
- [Kühl00] Kühling, M.: Gestaltung der Produktionsorganisation mit Modell- und Methodenbausteinen. Dissertation, Universität Dortmund, Verlag Praxiswissen, Dortmund 2000.
- [Kuhn02] Kuhn, A.: Fast ramp up: Schneller Produktionsanlauf von Serienprodukten. Verlag Praxiswissen, Dortmund 2002.
- [Kuhn93] Kuhn, A.; Reinhardt, A.; Wiendahl, H.-P.: Handbuch Simulationsanwendungen in Produktion und Logistik. Vieweg Verlag, Braunschweig 1993.
- [Kuhn93a] Kuhn, A.: Prozessketten. Der Weg zur wettbewerbsentscheidenden Logistikqualität. In: Tagungsband Qualitätsmanagement der Logistik. Hrsg: gmft. Seminar der gmft, Stuttgart 1.-2. September 1993.
- [Kuhn94] Kuhn, A.; Pielok, T.: Produktivitäts-Management mit Hilfe von Prozeßketten. In: Qualität und Produktivität. Erfolgsfaktoren im Wettbewerb. Hrsg.: H. Wildemann. Verlag Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frankfurt am Main 1994, S. 129-138.
- [Kuhn95] Kuhn, A.: Prozessketten in der Logistik. Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien, Verlag Praxiswissen, Dortmund 1995.
- [Kuhn97] Kuhn, A. Ressourcen, die knappen Betriebsmittel der Logistik, in Förder-technik, Nr.4, 1997, S.29-34
- [Kuhn99] Kuhn, A.: Prozessketten. Erfolgsbeispiele aus der Praxis. Verlag Praxiswissen, Dortmund 1993.
- [Lemo03a] Lemoine, P; Leiter der Material-Logistik des Fahrzeugwerkes Befragung im Rahmen der Betreuung einer Diplomarbeit, Köln,2003,.
- [Lemo03b] Lemoine, P.:Zulieferparks - die logistische Zukunft? Am Beispiel der erfolgreichen Umstrukturierung des Fahrzeugwerkes Köln, Vortrag vom 21. Mai 2003, Tag der Automobilzuliefer, Automobil-Zulieferinitiative Rheinland-Pfalz, Nürburgring 2003
- [Lind80] Lindemann, U.: Systemische Betrachtung des Konstruktionsprozesses unter besonderer Berücksichtigung der Herstellkostenbeeinflussung beim Festlegen der Gestalt. VDI Verlag, Düsseldorf 1980.
- [Lore91] Lorenz P.: Gewerbebau Industriebau. Architektur, Planen, Gestalten. Verlagsanstalt Alexander Koch, Leinfelden-Echterdingen 1991.

- [Luhm04] Luhmann, N., Baecker, D.: Einführung in die Systemtheorie. 2. Aufl., Auer Verlag, Heidelberg 2004.
- [Luhm84] Luhmann N., Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie, 1984, neue 1984, Auflage 2001, ISBN 3518282662
- [Mali02] Malik, F.: Strategie des Managements komplexer Systeme, Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme. Bern: Haupt, 2002.
- [Mali96] Malik, F.: Strategie des Managements komplexer Systeme. 5. Aufl., Paul Haupt Verlag, Bern 1996.
- [Mant96] Manthey, C.: LogiChain. Instrument des rechnergestützten Prozesskettenmanagements. Int. Bericht, Fraunhofer IML, Dortmund 1996.
- [Masl99] Maslow, A. H.: Motivation und Persönlichkeit, Verlag Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1999.
- [Matu91] Maturana H. R., Varela F. J., Autopoiesis and Cognition - The Realization of the Living, Auflage 1991, ISBN 9027710163
- [MCC99] MCC; Produktionsstandort „Smartville“  
Pressemitteilungen, [http://www.daimlerchrysler.com/index\\_g.htm](http://www.daimlerchrysler.com/index_g.htm), 1999 – 2003,
- [McMu98] McMullen, T. B.: Introduction to the Theory of Constraints (TOC) Management System. St. Lucie Press, Boca Raton, Fla. u.a. 1998, S. 114.
- [Merc04] Mercer Management Consulting & Fraunhofer-Institute IPA und IML: Studie „Future Automotive Industry Structure (FAST) 2015.“ Verband der Automobilindustrie, Frankfurt am Main 2004.
- [Moll03] Moll, S.; Heinirchs, M.: Wettbewerbsanalyse in der Fabrikplanung, eine Methodik zur Plausibilisierung der Planungsergebnisse, ZWF Zeitschrift für den wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 98 (2003) 3.
- [moto07] motor-talk, <http://www.motor-talk.de/news/412-500-ford-fiesta-fusion-produktionsrekord-t1296215.html>, Zugriffsdatum 22.01.2007
- [Müll92] Müller G.: Lexikon Technologie. 2. Aufl., Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 1992.
- [Nyhu99] Nyhuis, P.O.; Wiendahl, H.-P.: Logistische Kennlinien. Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. Springer Verlag, Heidelberg 1999.
- [Pahl93] Pahl G., Beitz W.: Konstruktionslehre. Handbuch für Studium und Praxis. 3. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1993.
- [Papk80] Papke, H.-J.: Handbuch Industrieprojektierung. VEB Verlag Technik, Berlin 1980.
- [Patz82] Patzak, G.: Systemtechnik, Planung komplexer innovativer Systeme. Springer Verlag, Berlin u.a. 1982.
- [Patz95] Patzak, G.; Rattay, G.: Projekt Management. Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen. 3. Aufl., Linde Verlag, Wien 1998, S. 34.

- [Pfoh00] Pfohl, H.-Chr.: Logistiksysteme. Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 6. Aufl., Springer Verlag, Berlin u.a 2000, S. 303.
- [Piel95] Pielok, T.: Prozeßkettenmodulation. Management von Prozeßketten mittels Logistic Function Deployment (sic!). Verlag Praxiswissen, Dortmund 1995.
- [Pisc91] Pischetsrieder, B.: Zeitorientierte Ablauforganisation. Anforderungen, Ansatzpunkte. In: Wettbewerbsfaktor Zeit im Produktionsunternehmen Hrsg.: J. Milberg; u.a., Springer Verlag u.a., Berlin 1991.
- [Podo77] Podolsky, J.-P.: Flächenkennzahlen für die Fabrikplanung, Betriebstechnische Reihe RKW REFA. Beuth Verlag, Berlin 1977.
- [Popp73] Popper, K.R.: Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf. Verlag Hoffmann und Campe, Hamburg 1973.
- [Port86] Porter, M. E.: Wettbewerbsvorteile (Competitive advantage). Spitzenleistungen erreichen u. behaupten. Campus-Verlag, Frankfurt a. Main 1986.
- [Port89] Porter, M.: Der Wettbewerb auf globalen Märkten. Strategien der neuen Internationalisierung. Gabler Verlag, Wiesbaden 1989.
- [Port98] Porter, M. E.: Clusters and the new Economics of Competition. Harvard Business Review. 76 (1998) Nov-Dez.
- [Pras96] Prasad, B.: Concurrent Engineering Fundamentals. Integrated Product and Process Organization. Prentice Hall Verlag, Upper Saddle River (NJ) 1996.
- [Prob87] Probst, G.: Self Organisation. Parey Verlag, Berlin 1987.
- [Prob99] Probst, G.; Gómez, P.: Die Praxis des ganzheitlichen Problemlösens. Vernetzt denken, unternehmerisch handeln, persönlich überzeugen. Paul Haupt Verlag, Bern 1999.
- [Pull92] Pullman, B.: The emergence of complexity in mathematics, physics, chemistry and biology: proceedings. Plenary Session of the Pontifical Academy of Sciences. Pontificiae Academia Scientiarum, Vatican City 1996, S. 27.-31.
- [Radc63] Radcliffe-Brown A. R., Structure and function in primitive society - essays and addresses, 5. Auflage, Verlag : Cohen & West, London, 1963
- [Rade94] Rademacher, K.: Strukturwandel in der Zulieferindustrie. Krise oder Chance?. In: Wertschöpfungskette Automobilwirtschaft: Zulieferer - Hersteller – Handel. Hrsg.: W. Meinig. Gabler Verlag, Wiesbaden 1994: S. 107-142
- [REFA85] REFA: Methodenlehre der Planung und Steuerung. 5 Bände. Carl Hanser Verlag. München, Wien 1985.
- [Rein99] Reinhart, G. Dürrschmidt, S.; Hirschberg, A; u.a.: Reaktionsfähigkeit. Eine Antwort auf turbulente Märkte. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. (1999) 1-2, S. 21 – 24.
- [Rock77] Rockstroh, W.: Die technologische Betriebsprojektierung (Band 2). 2. Aufl., Verlag Technik, Berlin 1977, S. 24.
- [Rock80] Rockstroh, W: Die technologische Betriebsprojektierung (Band 1). Verlag Technik, Berlin 1980.

- [Rock81] Rockstroh, W.: Die technologische Betriebsprojektierung (Band 4). 2. Aufl., Verlag Technik, Berlin 1981, S. 44.
- [Rode91] Rodenacker, W.G.: Methodisches Konstruieren. Konstruktionsbücher Band 27. 4. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1991.
- [Ropo70] Ropohl, G.: Systemtechnik – Grundlagen und Anwendung. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1970.
- [Ropo79] Ropohl, G.: Eine Systemtheorie der Technik: Zur Grundlegung der allgemeinen Technologie. Hanser Verlag, München 1979.
- [Roth82] Roth, K.-H.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1982.
- [Rott03] Rott, H.; Kopp, A.; Rozynski, D.: Typisch Industriebau? Zeitschrift für Architektur DETAIL Konzept. 43 (2003) 9, S. 932-937.
- [Rüeg03] Rüegg-Stürm, J.: Das neue St. Galler Management-Modell, Grundkategorien einer modernen Managementlehre, Verlag Haupt, Wien, 2003.
- [Scha01] Scharer, M.: Quality-gate-Ansatz mit integriertem Risikomanagement. Methodik und Leitfaden zur zielorientierten Planung und Durchführung von Produktentstehungsprozessen. Dissertation, Universität Karlsruhe, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik, Karlsruhe 2001.
- [Schä92] Schätzl, L.: Wirtschaftsgeographie 1 - Theorie, Ferdinand Schöningh Verlag, Paderborn 1992, S.32.
- [Schm92] Schmitz, U.: Lean Production als Unternehmensstrategie. Ein Überblick, Ideen, Konzepte, Erfahrungen in Deutschland. Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V., Köln 1992.
- [Schm95] Schmigalla, H.: Fabrikplanung - Begriffe und Zusammenhänge. REFA-Fachbuchreihe Betriebsorganisation. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1995.
- [Schn01] Schneider J.: Branchenreport: Bedeutung der Automobilindustrie. IBV Informationen für die Beratungs- und Vermittlungsdienste. Heft 15/01 vom 11.04.2001. Bundesanstalt für Arbeit.
- [Schö04] Schöpf H.-J.: Entwicklungsvorstand für Mercedes-Benz  
In: Einsatz für die Fehler-Feuerwehr. Die Suche nach den Schwachstellen der Elektronik bedeutet eine Revolution der klassischen Automobilentwicklung. Süddeutsche Zeitung. Nr.73, 27. 03. 2004, Seite 57.
- [Schr05] Schraft, D.; Westkämper, E.; et.al.: Lieferantenparks in der europäischen Automobilindustrie, Nutzen und Potenziale von integrierten Versorgungsstrukturen wie Lieferantenparks, Industrieparks, Versorgungszentren und ähnlichen Ausprägungsformen für die beteiligten Unternehmen, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, Wirtschaftswoche, Nürnberg, 2005
- [Schu03] Schulte, H.; Schenk; M.: Typologisierung von Fabriken - Ein Element der strategischen Zielplanung. Schriftenreihe ProTT, Verlag, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2003.

- [Shan49] Shannon C., Weaver W, A mathematical theory of communication, Illinois, 1949, ISBN 0252725484
- [Sher62] Sherman P.: Louis Sullivan. An Architect in American Thought. Prentice Hall Verlag, Engerwood Cliffs (N.Y) 1962.
- [Shin92] Shingo, S.: Das Erfolgsgeheimnis der Toyota-Produktion: eine Studie über das Toyota-Produktionssystem - genannt die "Schlanke Produktion." Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech 1992.
- [Spat01] Spath, D.; Baumeister, M.; Dill, C.: Ist Flexibilität genug?. Zum Management von Turbulenzen sind neue Fähigkeiten gefragt. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 96 (2001) 5, S. 235 – 241.
- [Spur94] G. Spur; Stöferle, Th.: Handbuch der Fertigungstechnik, Band 6, Fabrikbetrieb. Hanser Verlag, München, Wien 1994.
- [Stab94] Stabenau, H.: Verkehrsbetriebslehre. Betriebswirtschaftliche Grundlagen für eine langfristige orientierte Unternehmenspolitik in strukturell sich ändernden Verkehrsmärkten. 3.Aufl., Verkehrsverlag Fischer, Bremen 1994, S.58 ff.
- [Stad00] Stadler,H.; Klinger, C.: Supply Chain Management and Advanced Planning. 1. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2000.
- [Steg00] Stegmann, S.: Logistikstrategien im Handel. In: Logistik- Management. Strategien-Konzepte-Praxisbeispiele. Hrsg.: H. Baumgarten; H.P. Wiendahl; J. Zentes. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2000, S.7.
- [Südd04] N.N.: Einsatz für die Fehler-Feuerwehr. Die Suche nach den Schwachstellen der Elektronik bedeutet eine Revolution der klassischen Automobilentwicklung. In: Süddeutsche Zeitung; Nr.73 vom 27.03.2004, München, S. 57.
- [Sull96] Sullivan H. Louis: The Tall Office Building Artistically Considered. In: Lippincott's. Vol 57 von März 1896, p.403-409, deutsche Übersetzung in [Sher62].
- [Sydo03] Sydow, J.: Management von Netzwerkorganisationen: Beiträge aus der "Managementforschung. 3., aktualisierte Aufl.; Gabler Verlag, Wiesbaden 2003.
- [Sydo04] Sydow, J. ; Möllering, G.: Produktion in Netzwerken: make, buy cooperate. Verlag Franz Vahlen GmbH, München 2004.
- [Tayl04] Taylor, F. W.: Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung, The principles of scientific Management, Verlag Müller, Düsseldorf, 2004
- [Thur04] Thurow, L.: Die Zukunft der Weltwirtschaft. Campus Verlag, Frankfurt, New York 2004.
- [Tres84] Tress, R.: Das Güterverkehrszentrum als infrastrukturelle Schnittstelle des Güterverkehrs. Verkehrsverlag Fischer, Düsseldorf 1984.
- [Ulri01] Ulrich, H.: Das St. Galler Management-Modell: das St. Galler Management-Modell - Grundlagen des Führungsmodells, Verlag Haupt, Wien,2001.



- [Ulri95] Ulrich, H.; Probst, G.J.B.: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln, ein Brevier für Führungskräfte. 3. Aufl., Verlag Haupt, Bern, Stuttgart 1995.
- [Vahl97] Vahlens großes Logistiklexikon. Hrsg. J. Bloech; G. B. Ihde. Vahlen Verlag, München 1997.
- [Vahr95] Vahrenkamp, R.: Güterverkehrszentren und Citylogistik. Verkehrswesen 47(1995) 7+8, S.468 f.
- [Vari95] Varian, H.R.: Grundzüge der Mikroökonomik. 3. Aufl., Oldenbourg Verlag München, Wien 1995, S. 293.
- [VDA02] Verband der Automobilindustrie (VDA): Auto Jahresbericht 2002. Verband der Automobilindustrie e.V., Frankfurt 2002.
- [VDA03a] Verband der Automobilindustrie (VDA): VDA Empfehlung 5000. 3. Ausgabe, Verband der Deutschen Automobilindustrie, Frankfurt August 2003.
- [VDI00]. VDI Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik: Innovationen in Logistikstrukturen der Automobilindustrie. Tagung am 28.09.2000 in Stuttgart. VDI Berichte 1571. VDI Verlag, Düsseldorf 2000.
- [VDI00a] Entwurf VDI/ DGQ 5004:2000-08: Total Quality Management – TQM. Ressourceneinsatz. VDI Verlag, Düsseldorf 2000.
- [VDI01] VDI Richtlinie 3600:2001-08: Prozesse und Prozessorientierung in der Produktionslogistik am Beispiel der Automobilindustrie. VDI Verlag, Düsseldorf 2001.
- [VDI03] VDI 4404 Entwurf : 2003-01: Lieferstrategien in der Logistik. VDI Verlag, Düsseldorf 2003
- [VDI04] VDI 2223 : 2004-01: Methodisches Entwerfen technischer Produkte. VDI Handbuch Konstruktion. VDI Verlag, Düsseldorf 2004.
- [VDI09] VDI 5200 : 2009-01: Entwurf Blatt 1 Fabrikplanung – Planungsvorgehen. VDI-Gesellschaft Produktionstechnik, VDI Verlag, Düsseldorf 2009
- [VDI82] VDI 2222 :1982-02 Blatt 2: Konstruktionsmethodik - Erstellung und Anwendung von Konstruktionskatalogen. VDI Handbuch Konstruktion. VDI Verlag, Düsseldorf 1982.
- [VDI91] VDI Richtlinie 3644: Analyse und Planung von Betriebsflächen, Grundlagen, Anwendung und Beispiele. Hrsg.: Verein Deutscher Ingenieure VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik. Handbuch Materialfluß und Fördertechnik (sic!). Beuth Verlag, Berlin August 1991.
- [VDI93] VDI-Richtlinie 3633: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen, Blatt 1. VDI-Verlag, Düsseldorf 1993.
- [VDI93a] VDI 2221 :1993-05: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. VDI Handbuch Konstruktion. VDI Verlag, Düsseldorf 1993.

- [VDI97] VDI 2222 :1997-06 Blatt 1: Konstruktionsmethodik – methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien. VDI Handbuch Konstruktion. VDI Verlag, Düsseldorf 1997.
- [Vest02] Vester, F.: Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. Kap. 18: Ein universeller Planungsansatz. DVA, München 1999. Eine erweiterte Form des Buches erschien als "Bericht an den Club of Rome" .dtv, München 2002.
- [VOB06] VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, geregelt in DIN 1960 (TeilA), DIN 1961 (Teil B) und DIN 18299 – 18459 (Teil C), Beuth Verlag, Berlin Oktober 2006
- [VWme05] N.N.: Das Volkswagen Werk in Palmela.  
[http://www.volkswagen-media-services.com/medias\\_publish/ms/content/de/pressemitteilungen/2004.28.01.2005](http://www.volkswagen-media-services.com/medias_publish/ms/content/de/pressemitteilungen/2004.28.01.2005).
- [Warn93] Warnecke, H. J.: Die Fraktale Fabrik - Revolution in der Unternehmenskultur. 2.Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1992.
- [Wege03] Wegener, I.: Komplexitätstheorie. Grenzen der Effizienz von Algorithmen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York u.a. 2003.
- [Wein04] Weinmann U. (Geschäftsführer der BMW Car IT): Einsatz für die Fehler-Feuerwehr, Die Suche nach den Schwachstellen der Elektronik bedeutet eine Revolution der klassischen Automobilentwicklung; Süddeutsche Zeitung; Nr.73, 27. 03. 2004 , S. 57
- [Weiß01] Weißner, R.: Plattform- und Modulstrategie. In: 3. Deutsche Fachkonferenz Fabrikplanung. Veranstalter: Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech., Stuttgart 3/4.April.2001
- [Wern00] Werner, H.: Supply Chain Management. 1.Aufl., Betriebswissenschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, Wiesbaden 2000.
- [West00] Westkämper, E.; Zahn, E.; Balve, P.; u.a.: Ansätze zur Wandlungsfähigkeit von Produktionsunternehmen. Ein Bezugsrahmen für die Unternehmensentwicklung im turbulenten Umfeld. wt Werkstatttechnik, 90 (2000) 1/2, S. 22-26.
- [West02] Westkämper, E.: Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion. Forschungskolloquium SFB 467. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2002.
- [West99] Westkämper, E: Wandlungsfähigkeit von Unternehmen. wt Werkstatttechnik, 89 (1999) 4, S. 131-140.
- [Wich89] Wichmann H.: System-Design: Fritz Haller: Bauten, Möbel, Forschung. Birkhäuser Verlag, Basel u.a. 1989.
- [Wien01] Wiendahl, H.P.; Harms, T.: Maßgeschneiderte Fabriken im Dienste des Kunden. In: Tagungsband 3. Deutsche Fachkonferenz Fabrikplanung. 3. u. 4. April 2001 in Stuttgart. Verlag Moderne Industrie, Landsberg 2001.

- [Wien02] Wiendahl, H.-H.: Situative Konfiguration des Auftragsmanagements im turbulenten Umfeld. Dissertation, Universität Stuttgart, Jost-Jetter Verlag, Heimsheim 2002.
- [Wien48] Wiener, N.: CyberneticsCybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine, 4. Auflage, Cambridge, MA 1985 (1. Auflage 1948)
- [Wien91] Wiendahl, H.P.: Anwendung der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung. Carl Hanser Verlag, München 1991.
- [Wien96] Wiendahl, H.P.: Produktionsplanung und -steuerung. In: Hütte, Produktion und Management: Betriebshütte. Hrsg.: W. Eversheim; G. Schuh. 7. Aufl., Springer Verlag, Berlin 1996.
- [Wien98] Wiendahl, H.-P.; Scheffczyk, H.: Wandlungsfähige Fabrikstrukturen. wt Werkstatttechnik 88 (1998) 4, S. 171–175.
- [Wies02] Wiesinger, G.: Leitartikel: Schneller Produktionsanlauf von Serienprodukten. Wettbewerbsvorteile durch ein anforderungsgerechtes Anlaufmanagement. wt Werkstatttechnik-Online. Springer Verlag, Heidelberg 2002, Heft 10, S. 505 -508.
- [Wies02a] Wiesinger, G.; Housein, G.; Lin, B.: Management von Wissen, Qualifikation und Beziehungen im Anlauf.  
Wissensmanagement und Personalqualifikation als Garant für einen schnellen Produktionsanlauf von Serienprodukten. wt Werkstatttechnik-Online. Springer Verlag, Heidelberg 2002, Heft 10, S. 509 -513.
- [Wies04] Wiesinger, G.: Kapitel: Die Digitale Fabrik. In: Innovative Wege in der Fabrikplanung. Hrsg.: M. Schnell; F. Laakmann. Verlag Praxiswissen, Dortmund 2004, S. 307-346.
- [Wies05] Wiesinger, G.: Kapitel 1422. Industrial Facility Management. TÜV Instandhaltungsberater. TÜV Verlag, Köln 2005, S. 130-174.
- [Wild01] Wildemann, H.: Vortrag: Ansätze in der Logistik zur nachhaltigen Wertsteigerung. Konferenzbeitrag: Kundenorientierung und Effizienz in der Automobilindustrie, Frankfurt a. Main am 13.09.2001.
- [Wild88] Wildemann, H.: Die modulare Fabrik. Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung. Gfint Verlag, München 1988.
- [Wild92a] Wildemann, H.: Simultaneous Engineering als Baustein für Just in time in Forschung, Entwicklung und Konstruktion. VDI Z. 134 (1992) 12, S.18-23.
- [Wild92b] Wildemann, H.: Das Just-in-Time-Konzept: Produktion und Zulieferung auf Abruf. 4. Aufl., TCW Transfer-Centrum-Verlag, München 1992.
- [Wild94] Wildemann, H.: Die modulare Fabrik: Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung. 4. Aufl., Transfer-Centrum-Verlag, München 1994.
- [Wild99] Wildemann, H.: Produktions- und Zuliefernetzwerke. Leitfaden zur Einführung europäischer Keiretsu-Systeme. 3. Aufl., Transfer-Centrum-Verlag, München 1999.

- [Will00] Willke, H.: Bd. 1: Grundlagen: eine Einführung in die Grundprobleme der Theorie sozialer Systeme. Verlag Lucius, Stuttgart 2000.
- [Will01] Willke, H.; Bd. 3 : Steuerungstheorie: Grundzüge einer Theorie der Steuerung komplexer Sozialsysteme. 3. Aufl., Lucius Verlag, Stuttgart 2001.
- [Will99] Willke, H.: Bd. 2 : Interventionstheorie. Grundzüge einer Theorie der Intervention in komplexe Systeme. 3. Aufl., Lucius Verlag, Stuttgart 1999.
- [Winz97] Winz, G.; Quint, M.: Prozesskettenmanagement. Leitfaden für die Praxis. Verlag Praxiswissen, Dortmund 1997.
- [Woit72] Woithe, G.: Projektierung von Betriebsanlagen des Maschinenbaubetriebes - 1. Lehrbrief, Zentralstelle für das Hochschulfernstudium des Ministeriums für Hoch- und Fachschulwesen, Dresden 1972.
- [Woma94] Womack, J.P.: Die zweite Revolution in der Automobilproduktion. Konsequenzen aus der weltweiten Studie des Massachusetts Institute of Technology. 8.Aufl., Campus-Verlag, Frankfurt, New York 1994.
- [Woma97] Womack, J.P.; Jones, D.T.: Auf dem Weg zum perfekten Unternehmen (Lean Thinking). Campus Verlag, Frankfurt a. Main, New York 1997.
- [Work01] Quelle: projektinterner Workshop im Rahmen der BMBF geförderten Vorstudie: „fast ramp-up- schneller Anlauf von Serienprodukten“, 02/2002
- [Work02] Quelle: projektinterner Workshop im Rahmen der BMBF geförderten Vorstudie: „fast ramp-up- schneller Anlauf von Serienprodukten“, 12/2001
- [Wulf02] Wulf, J.: Elementarmethoden zur Lösungssuche. Dr. Hut Verlag, München 2002.
- [Zahn98] Zahn, E.; Tilebein, M.: Führung wandlungsfähiger Unternehmen - eine Herausforderung in neuen Dimensionen, Industrie Management. 14 (1999) 6, S. 49 – 52.
- [Zeug98] Zeugträger, K.: Anlaufmanagement für Großanlagen. Dissertation, Universität Hannover, VDI-Verlag Düsseldorf, 1998.

## Glossar

ABC-Analyse	Verfahren zur Bestimmung der Wichtigkeit eines Objektes (z.B. eines Kunden) mittels einer Einordnung in eine der folgenden drei Gruppen: A = wichtig, B = weniger wichtig, C = nicht so wichtig/unwichtig. Nach der Zuordnung ergibt sich in der Regel das Bild, dass der kleinste Teil der Objekte die größte Wichtigkeit besitzt. Eine geringe Zahl A-Kunden liefern z.B. den größten Teil des Umsatzes. Hieraus folgt eine Konzentration der Aktivitäten auf diese Gruppe. Gruppe C umfasst erfahrungsgemäß die größte Objektmenge; Bsp.: der Pro-Kopf-Umsatz eines C-Kunden fällt jedoch sehr niedrig aus. Das Verfahren stammt aus der Materialwirtschaft und wird unter anderem in der Kunden- und Lieferantenganalyse eingesetzt.
Ablauforganisation	Teilgebiet der Organisation, das sich mit dem Ablauf von Prozessen in Systemen und ihrer zeitlichen Struktur beschäftigt.  Die Fabrikplanung baut einerseits auf Dokumenten der Ablaufplanung (Produktionsdurchlaufpläne, Fertigungspläne, Arbeitspläne) auf und schafft andererseits Bedingungen und Voraussetzungen für die Steuerung des Ablaufs im künftigen Produktionssystem. Das eigentliche Arbeitsfeld der Fabrikplanung ist das Komplement, die Aufbauorganisation. [Schm95]
Anlage	Zusammenstellung verschiedener Systeme an einem bestimmten Ort DIN EN 61355:1997-11 [DIN 97a]  eine Anlage ist eine Zusammenfassung technischer Einrichtungen. Anlagen können in Teilanlagen gegliedert werden  DIN 6779-1:1995-07 [DIN95]
Anlauf / Ramp-Up	Bezogen auf Produktionssysteme kann der erstmalige Anlauf in die Phasen „Inbetriebnahme“ und „Hochlauf“ unterteilt werden. [Work01]
Anlaufmanagement	Das Anlaufmanagement eines Serienproduktes umfasst alle Tätigkeiten und Maßnahmen zur Planung, Steuerung und Überwachung des Anlaufes mit den dazugehörigen Produktionssystemen ab der Freigabe der Vorserie zum Erreichen einer geplanten Produktionsmenge unter Einbeziehung vor- und nachgelagerter Prozesse im Sinne einer messbaren Eignung der Produkt- und Prozessreife. [Work02]
Arbeitsplan	Arbeitsstückliste, Aufstellung mit Informationen über die Art, die technologische Reihenfolge der Aktionen eines jeden Auftrages/Teilauftrages, deren Zeitbedarf (Kapazitätsbedarf ohne Periodenzuordnung, gemessen in Zeiteinheiten) und die Art der benötigten Kapazitäten (Maschinen, Werkzeuge, Arbeitskräfte). Häufig werden in den Arbeitsplänen auch Zusatzangaben über Materialqualitäten, Ausschuss-Vorgaben, Richtzeiten, Transporthinweise etc. gegeben. [Gab98]
Aspekt	spezifische Betrachtungsweise, Informationen über ein System auszuwählen oder ein System oder ein Objekt eines Systems zu beschreiben DIN EN 61346-1:1997-01 [DIN 97]
Attribut	Datenelement, mit dem ein Merkmal oder eine Klasse strukturiert beschrieben wird. Ein Attribut beschreibt eine einzige Eigenschaft eines

	<p>Merkmals oder einer Klasse. Die Summe aller Attribute entspricht der vollständigen Beschreibung eines Merkmals. Auch Klassen werden neben ihren Merkmalen durch Attribute beschrieben. Synonyme: attribut [ISO 13884-42, IEC 61360]</p>
Aufbauorganisation	<p>Aufbauorganisation beschreibt die Aufgaben der einzelnen Mitarbeiter je nach Hierarchie in den verschiedenen Betriebs- und Organisationseinheiten und legt die Verantwortung und die Kompetenzen der einzelnen Mitarbeiter fest.</p> <p>Die Festlegung erfolgt beispielsweise in Form von Organigrammen, Stellenplänen oder Stellenbeschreibungen. [GUV-I 8565]</p>
Ausführungsplanung	<p>Die Ausführungsplanung bildet eine Planungsphase innerhalb des Planungskomplexes „Projektumsetzung“ und beinhaltet alle vorbereitenden Aktivitäten für die organisatorische, technische und bauliche Realisierung des Planungsobjektes. Sie umfasst damit alle Maßnahmen und Entscheidungen, die eine funktions- und termingerechte sowie reibungslose Ausführung der Projektlösung sichern. Sie basiert maßgeblich auf den Ergebnissen der Planungsphase Feinplanung (Ausführungsprojekt).</p> <p>Die Inhalte der Ausführungsplanung sind im Wesentlichen geprägt durch die Definition (Abgrenzung, Zerlegung, Zuordnung) von Aufgabenkomplexen (Arbeitspakete), durch die Erstellung von Ablauf- und Terminplänen zur Sicherung der Projektkoordination sowie die Festlegung von Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten.</p> <p>([Grun00] S. 188)</p>
Auskunfts-fähigkeit	<p>Die Auskunftsfähigkeit stellt die Fähigkeit dar, in allen Stadien der Auftragsabwicklung auftrags- und produktbezogen auskunftsfähig zu sein.</p>
Ausprägung	<p>konkreter Wert des Merkmals für ein Objekt</p> <p>Die Ausprägung eines quantitativen Merkmals entspricht stets dem Zahlenwert, der zusammen mit der festgelegten Einheit die physikalische Größe beschreibt; die Ausprägung eines nicht quantitativen Merkmals entspricht stets einem Eintrag aus der zugeordneten Wertetabelle. [DIN02]</p>
Autopoiese	<p>Fähigkeit von Systemen, die eigenen Elemente, aus denen sie bestehen, selbst zu produzieren, wie es für biologische Systeme typisch ist. Damit potenziert sich die Möglichkeit, sich von der Umwelt unabhängig zu machen. Entsprechendes gilt für Organisationen, bei ihnen ist jedoch die Gefahr eines Eigenlebens unabhängig von Umweltanforderungen und den vorgegebenen Aufgaben verbunden mit der Chance, Autopoiese zur Optimierung aus eigener Kraft zu nutzen. [Cram88]</p>
Bebauungsplan	<p>Zeichnerische oder modellhafte Darstellung des geplanten Bauvorhabens in einem bestimmten Territorium. Im Bebauungsplan werden unter Berücksichtigung gebietswirtschaftlicher Erfordernisse und städtebaulicher Erwägungen die zukünftigen Wohn- und Industriestandorte sowie Gebäude und baulichen Anlagen zeichnerisch dargestellt. Der Bebauungsplan gibt Auskunft über die Zuordnung der verschiedenen Objekte zuein-</p>

	<p>ander und zur Umgebung sowie über die funktionelle Flächennutzung und –gestaltung. [Müll92], S. 74</p>
Belieferungsform	<p>Unter einer Belieferungsform versteht man die Art und Weise einer Belieferung von einem Hersteller zu einem Verbraucher, d.h. die Struktur vom Ausgangs- bis zum Endpunkt der Lieferkette.</p> <p>VDI 4404 Entwurf: 2003-01 [VDI03]</p>
Betreiber	<p>Ist verantwortlich für die Erbringung der gemeinschaftlich genutzten Leistungen</p>
Betreibermodell	<p>Form des internationalen Anlagengeschäfts mit Komplettlösungen zumeist hochtechnischer Systeme. Im Kern beinhaltet es die Abwicklung internationaler Projekte nach dem Betreibermodell neben Planung, Bau und Finanzierung der Anlage Betrieb und Vermarktung des Outputs des Systems. Dies bedeutet für den bisherigen Anlagen- und Systemlieferanten sowie für den Generalunternehmer eine Ausweitung des Angebotspektrums um die Funktionen Finanzierung und Betreiberschaft. [Gabl97]</p>
Betreiberverantwortung	<p>Der Gesetzgeber erlegt demjenigen besondere Pflichten auf, der: ein Grundstück mit einem Gebäude im Eigentum hat, Gebäude mit gebäude-technischen Anlagen betreibt, als Arbeitgeber fungiert, d.h. Arbeitnehmer beschäftigt, Arbeitsplätze und / oder Arbeitsmittel (einschließlich überwachungsbedürftiger Anlagen) bereitstellt.</p> <p>Die gesetzliche Betreiberverantwortung und die sich daraus ergebenden Pflichten gelten für natürliche oder juristische Person, oder eine rechtsfähige Personengesellschaft, die Träger der Betreiberverantwortung ist.</p>
Betriebsdaten	<p>Größen, die den Produktionsprozess hinsichtlich Mengen, Zeiten und Orten beschreiben. In der Betriebspraxis „laufender“ Fabriken werden darunter detaillierte Angaben über Mengen, Zeiten und Orte des Produktionsprozesses verstanden. In der Fabrikplanung werden Betriebsdaten für künftige Fabriken als Basis von Dimensionierung und Strukturierung bestimmt. Dabei kann es sich - in Abhängigkeit von der Planungsphase - um pauschalierte, aggregierte oder detaillierte Betriebsdaten handeln. [Schm95]</p>
Betriebsdatenerfassung	<p>Erfassung von Daten aus der Fertigung, die beim betrieblichen Produktionsprozess anfallen, i.d.R. mit Hilfe der Informationsverarbeitung. Wichtige Betriebsdaten: Maschinendaten (Belegungszeiten, Störungen etc.), Fertigungsauftragsdaten (Anfang, Ende von Arbeitsgängen, Freigabe, Fertigstellung von Fertigungsaufträgen; Mengen-, Qualitätsangaben u.a.); Lagerdaten (Zugänge, Abgänge, Reservierungen), Personaldaten (Anwesenheit, Akkord- u. a. Entlohnungsdaten). Die Betriebsdatenerfassung stellt wichtige Rückmeldungen für die Produktionsplanung und -steuerung zur Verfügung, z.B. für die Auftragsfortschrittskontrolle (PPS-System). Dennoch nur vereinzelt als Bestandteil eines PPS-Systems enthalten; häufig über Schnittstellen integrierbar. Betriebsdatenerfassungssysteme haben meist eigene Hardware und Software. Integration der Betriebsdatenerfassung mit PPS-System und technischer Datenverarbeitung (z.B. direkte</p>

	<p>Datenerfassung von computergesteuerten Fertigungssystemen) ist ein wesentlicher Aspekt von CIM.</p> <p>[Gab98]</p>
Betriebshilfsmittel:	<p>Betriebshilfsmittel (Hilfs- und Betriebsstoffe), werden in der Produktion eingesetzt, um den Herstellungsprozess zu ermöglichen (z. B. Schmierstoffe, Reinigungsmittel oder Öle) oder gehen bei der Fertigung direkt in das Produkt ein (z. B. Farben oder Klebstoffe).</p>
Betriebsmittel	<p>Ein Betriebsmittel ist die kleinste Betrachtungseinheit, die bei einem technischen Produkt, das zusammen mit anderen eine Aufgabe erfüllt (z. B. heben, senken, filtern, messen, steuern). Nicht gemeint sind im Sinne dieser Norm z. B. Werkzeuge, Vorrichtungen, Messzange, Bearbeitungsmaschinen, Inventar DIN 6779-1:1995-07 [DIN95]</p>
Betriebsmittel	<p>Nach VDI-Richtlinie 2815 (VDI 2815, 1978) werden Betriebsmittel in Ver- und Entsorgungsanlagen, Fertigungsmittel, Mess- und Prüfmittel, Fördermittel, Lagermittel, Organisationsmittel und Innenausstattung gegliedert.</p>
Betriebsprojektierung (technologisch)	<p>Hauptgebiet der Betriebsgestaltung, welches sich mit den Gesetzmäßigkeiten, Regeln, Methoden und Prinzipien der Funktionsbestimmung, Dimensionierung, Strukturierung, Gestaltung von Industriebetrieben befasst. Durch Betriebsprojektierung werden Vorbereitungs- und Ausführungsunterlagen zur Gestaltung der materiell-technischen und organisatorischen Seite von Produktionsprozessen sowie deren Anordnung, Verknüpfung und Wirkungsweise erarbeitet. [Müll92]</p>
Betriebsstätte	<p>Gesetzlich definiert ist die Betriebsstätte in § 81 EStG 1988 als feste Geschäftseinrichtung, die der Tätigkeit eines Unternehmens dient. Als Betriebsstätte gelten auch Bauausführungen und Montagen. Betriebsstätten sind insbesondere der Sitz der Geschäftsleitung, Fabrikationsstätten, Lager, Ein- und Verkaufsstellen sowie sonstige Geschäftsstellen, die dem Unternehmer zur Ausübung des Betriebes dienen.</p>
Blocklayout	<p>Ein analoges Modell der Objekt-Platz-Zuordnung. Entsteht aus dem punktförmigen Anordnungsschema unter Hinzuziehung der Flächengröße und Flächengestalt der Objekte. Als Flächengestalt wird meist dasjenige Rechteck gewählt, welches das Objekt umschreibt.</p> <p>Das Blocklayout ist bei systematischer Planung die Vorstufe des Feinlayouts. [Schm95]</p>
Cross Docking	<p>Unter dieser Belieferungsform versteht man den Umschlag vorkommissionierter Sendungen ohne Ladungsträgerwechsel. Es findet ein Wechsel des Transportmittels statt, aber keine Veränderung in der Zusammensetzung der Ladeeinheiten. Die Waren und Sendungen werden innerhalb kurzer Zeit entladen nach ihren Empfangsorten sortiert und auf Transportmittel verladen. Die Empfangsstelle oder der Kunde bestellen direkt beim Lieferanten, der auftragsbezogen vorkommissionierte Ladungsträger gebündelt liefert. Im Cross Dock wird die Ware nicht gelagert, sondern nur umge-</p>



	<p>schlagen, d.h. direkt für die Auslieferung bereitgestellt.</p> <p>VDI 4404 Entwurf : 2003-01 [VDI03]</p>
Datenanalyse	<p>Statistische Datenanalyse: Bezeichnung für statistische Methoden, mit welchen aus vorliegenden Einzeldaten verwertbare (Global-) Informationen gewonnen und tabellarisch oder graphisch dokumentiert werden. Liegt eine Totalerhebung vor, so beschränkt sich die Datenanalyse darauf, die in den Einzeldaten enthaltene Information mit geeigneten Methoden zu straffen und zu verdichten; sie hat ausschließlich den Charakter der Deskription (deskriptive Statistik). Bei einer Stichprobenerhebung (Teilerhebung) liegt der Schwerpunkt der Datenanalyse auf der Übertragung der Stichprobenbefunde auf die Grundgesamtheit im Wege der Punktschätzung, Intervallschätzung oder Hypothesenprüfung, also auf den Methoden der Inferenzstatistik. [Gab98]</p>
Differenzierungsstrategie	<p>Wettbewerbsstrategie, die auf die Ausgestaltung der Leistung / des Produktes abzielt, so dass diese/dieses als einzigartig in der Branche angesehen wird. [Budä94]</p>
Dimensionierung	<p>Gesamtheit der Planungsaktivitäten, die zu Aussagen über die Elementmenge eines Produktionssystems führen. Umfasst die Elementwahl (Art, Gattung, Typ) und die Anzahlbestimmung (je Art, Gattung, Typ). Die Dimensionierung schafft die Voraussetzungen für Investitionsentscheidungen und für Bestellungen, Beschaffungen, Grundstückskäufe usw. [Schm95]</p>
Durchlaufzeit	<p>Zeitdauer zwischen dem Zeitpunkt der Eingabe eines Auftrages in die Fertigung und dem Zeitpunkt des Ausstoßes aus der Fertigung (Fertigungsdurchlaufzeit). Die Durchlaufzeit setzt sich zusammen aus den Durchführungszeiten und den Übergangszeiten. [Schm95]</p>
Economies of Scale	<p>Economies of Scale bezeichnen die Ausnutzung von Kosteneinsparungspotenzialen durch Beschaffung, Produktion oder Distribution großer Mengen, z.B. bei der Ausnutzung von Mengenrabatten bei der Bestellung von Lagerteilen.</p>
Effektivität (Wirksamkeit, Grad der ...) (engl.: effectiveness)	<p>Grad der Zielerreichung, d.h. das Ausmaß, in dem die Leistungen der Unternehmung (die Produkte - Output) die beabsichtigten Wirkungen (Outcome) erreichen. Es geht also um die Frage "Tun wir die richtigen Dinge". Auch: Nutzen für den "Kunden" bzw. den Adressaten oder die Allgemeinheit. Z.T. abweichend (ungenauer) formuliert ISO 9000:2000: "Ausmaß, in dem geplante Tätigkeiten verwirklicht und geplante Ergebnisse erreicht werden" [DIN00].</p> <p>Technische Definition in DIN EN ISO 9241-10, Abschnitte 3.2 und 3.4) Effektivität "die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen</p>

Effizienz (engl.: efficiency)	<p>Verhältnis Input zu Output, der Leistung zu den Kosten und/oder zu anderen Nachteilen/Opfern. Damit entspricht "Effizienz" in vielen Fällen der Wirtschaftlichkeit. Vereinfacht: "Die Dinge richtig tun", im Unterschied zur Effektivität ("Die richtigen Dinge tun"). Effizienz ist wichtig, aber effizient die falschen Dinge zu tun bleibt Verschwendung. Effektivität ist also wichtiger, Strategie geht vor Effizienz. Beispiel: größere Schulklassen steigern die Effizienz (geringere Kosten pro Unterrichtsstunde pro Schüler), aber nicht die Effektivität, d.h. die Erreichung der Bildungs- und Erziehungsziele.</p> <p>Definition in ISO 9000:2000: "Verhältnis zwischen dem erzielten Ergebnis und den eingesetzten Mitteln." [DIN00]</p> <p>Die Technische Definition ist in DIN EN ISO 9241-10 , Abschnitte 3.2 und 3.4 verankert) Effizienz "der im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen".</p>
Einflussgrößen der Fabrikplanung	Die Fabrikplanung wird durch die Größen: Produkte, Produktion, Mitarbeiter, rechtliche Rahmenbedingungen, Einflüsse aus der Umwelt und der allgemeinen Wirtschaftlichkeit, Attraktivität und Flexibilität der Fabrik beeinflusst.[Schm95]
Einsatzfaktoren	Einsatzfaktoren der Produktion sind Güter und Leistungen, die im Produktionsbetrieb eingesetzt werden, um die Leistungserstellung und -verwertung durchführen zu können: menschliche Arbeit (ausführende und dispositive), Betriebsmittel, Werkstoffe, Dienstleistungen (von Fremdbetrieben). Klassische Produktionsfaktoren sind Personal, Realkapital, Material. [Schm95]
Ergonomie	Die Ergonomie beruht auf der Erforschung der Eigenarten und Fähigkeiten des menschlichen Organismus und schafft dadurch die Voraussetzungen für eine Anpassung der Arbeit an den Menschen sowie umgekehrt. Diese Anpassung liegt sowohl im Bereich der körpergerechten Gestaltung der Arbeitsplätze (Arbeitsgestaltung), der Beschränkung der Beanspruchung durch die Arbeit auf ein zulässiges Maß (Humanisierung der Arbeit) und der Gestaltung der Umwelteinflüsse, als auch im Bestreben nach einem wirtschaftlicheren Einsatz menschlicher Fähigkeiten (Definition nach REFA). Die Ergonomie ist Teilgebiet der Arbeitswissenschaft. [Gab98]
„klassische“ Fabrikplanung	Die in der Literatur bereits existierenden Werke zur Fabrikplanung [Rock77]; [Kett84]; [REFA85]; [Aggt87], [Wien96] [Feli98] [Grun00] werden gegenüber dem hier vorgestellten, neuen, prozessorientierten Planungsansatz als „klassische“ Fabrikplanung“ bezeichnet.
Fabrikstruktur	Gliederung der Fabrik in Bereiche und deren innerbetriebliches Beziehungsgefüge. Die Gliederung der Fabrik unterliegt technischen, produktionstechnischen, produktionsorganisatorischen und Gesichtspunkten der Führungsorganisation. Einen nachhaltigen Einfluss übt die Unternehmenssegmentierung aus. Gegenwärtig verfolgt man das Ziel, die vertikale Gliederung (Beschaffung - Forschung und Entwicklung -Teilefertigung -

	Montage - Absatz) für den Gesamtbetrieb aufzugeben und sie durch eine horizontale Gliederung nach Geschäftsbereichen zu ersetzen. [Schm95]
Facility Management Definition nach GEFMA 100-1	Facility Management (FM) ist eine Managementdisziplin, die durch ergebnisorientierte Handhabung von Facilities und Services im Rahmen geplanter, gesteuerter und beherrschter Facility Prozesse eine Befriedigung der Grundbedürfnisse von Menschen am Arbeitsplatz, Unterstützung der Unternehmens-Kernprozesse und Erhöhung der Kapitalrentabilität bewirkt. Hierzu dient die permanente Analyse und Optimierung der kostenrelevanten Vorgänge rund um bauliche und technische Anlagen, Einrichtungen und im Unternehmen erbrachte (Dienst-) Leistungen, die nicht zum Kerngeschäft gehören. GEFMA 100-1 – Grundlagen 2004-07 [GEFM04]
Fertigungssegmentierung	Das Leitmotiv der Fertigungssegmentierung ist die Vereinigung der Kosten- und Produktivitätsvorteile der Fließfertigung mit der hohen Flexibilität der Werkstattfertigung. Ziel ist eine weitgehende Entflechtung der Kapazitäten, welche durch eine bewusste Gliederung nach Produkt und Technologie angestrebt wird. Die aus der Fertigungssegmentierung entstehenden „Fabriken in der Fabrik“, beinhalten insofern Potenziale für Wettbewerbsvorteile, als sie ihre Ressourcen in Form von Potenzialfaktoren auf eine spezifische Produktionsaufgabe konzentrieren, wie sie sich aus dem strategischen Gesamtkonzept des Unternehmens und seinen Marketingzielen ergibt. Die Fertigung wird somit nicht mehr als eine vom Markt abgekoppelte „Black box“ betrachtet, sondern als Instrument zur Erzielung von Wettbewerbsvorteilen. [Eve96]
Fertigungstiefe	Maß der Eigenfertigung, ausgedrückt als prozentualer Anteil an der Gesamtfertigung eines Produktionsbetriebes. Die Fertigungstiefe kann auf Mengen-, Zeit- oder Wertgrößen der Produktion bezogen werden. Die Entscheidung über die Fertigungstiefe gehört zur strategischen Unternehmensplanung und beantwortet die Entscheidungsfrage „Buy or make?“. Sie hat in der Fabrikplanung Einfluss auf die Dimensionierung der Fertigungsanlagen und der Anlagen für die Beschaffungslogistik. [Schm95]
Flächendimensionierung	Planungsfeld der Fabrikplanung; befasst sich mit Fragen der Gebäude- und Grundstücksplanung, wobei Fragen bezüglich des Erscheinungsbildes (Corporate Identity), der Grundstückerschließung Größe, Lage etc.), mit späteren Ausbaumöglichkeiten, betrachtet werden. [Eve96]
Flexibilität	Flexibilität ist die Eigenschaft eines, in bestimmten zeitlichen Grenzen als konstant betrachteten Produktionssystems sich verändernden Anforderungen aus Teileprogramm und technologischem Prozess ohne Veränderungen von Elementmenge und Struktur anpassen zu können. Ein Maß für die Flexibilität ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich das Produktionssystem ohne Veränderung anpassen kann. [Schm95]
Funktionalausschreibung	Kurzbezeichnung für eine Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm; ein erweiterter Begriff ist z.B. funktionale Leistungsbeschreibung etc. Bei einer Funktionalausschreibung gemäß VOB/A, § 9 wird nicht nur die Ausführung, sondern auch der Entwurf für die Leistung dem Wettbewerb

	<p>unterstellt, um die technisch, wirtschaftlich und gestalterisch beste sowie funktionsgerechte Lösung der (Bau-) Aufgabe zu ermitteln. Entwurf im Sinne der VOB bedeutet hier nicht Entwurfsplanung im Sinne der HOAI. Quelle: VDI 6028 Blatt 1- 2002</p>
Funktionsbestimmung	<p>Die Technologische Konzeption (Funktionsbestimmung) liefert Aussagen darüber, wie, womit, unter welchen Voraussetzungen, mit welchen Arbeitsmitteln und in welcher Folge der Operationen Werkstoffe und Werkstücke im Sinne des Endzustandes verändert werden sollen.[Rock77]</p> <p>oder kurz: Welche Technologie soll vorgesehen werden (Funktionsbestimmung)?[Rock81]</p>
Funktionsplanung	<p>Bestimmung der technologischen Funktionen der erforderlichen Elemente (Bereiche, Ausrüstungen) und der funktionellen Prozesszusammenhänge des geplanten Fabrik- bzw. Produktionssystems.</p> <p>Hier folgt die Festlegung der erforderlichen Verfahren bzw. Ausrüstungen und die Ableitung deren funktioneller Kopplung (Operationenfolge – Produktfluss). [Grun00]</p>
Ganzheitliche Planung	<p>In der Planung werden über die definierten Planungsziele hinaus auch die wechselseitigen Einflüsse zwischen Objekt und der Umwelt berücksichtigt. In der ganzheitlichen Planung ist ein enges Zusammenwirken aller Beteiligten im Sinne einer von vornherein übergreifenden Planung erforderlich. Dieses wird vom Auftraggeber oder dem von ihm Beauftragten, in der Regel dem Objektplaner, bewirkt. Quelle: VDI 6028 Blatt 1- 2002</p>
Generalbebauungsplan	<p>Durch die Festlegung der Gebäudeformen für die einzelnen Betriebsbereiche ist nach der Zonenplanung, der Transportachsenbildung und der Rasterfestlegung ein weiterer wichtiger Planungsschritt auf dem Weg vom idealen bzw. flächenmaßstäblichen Gesamtbetriebsschema zum realen Generalbebauungsplan zu vollziehen. In jedem Falle sollte ein Generalbebauungsplan jedoch Angaben und Festlegungen beinhalten: Lage und Grenzen des Grundstücks, verkehrsmäßige Anbindung (extern) und Erschließung (intern) durch Straße, Gleis und gegebenenfalls Wasserweg, langfristige Gesamtnutzung des Grundstücks mit Gebäudegrundrissen, Gebäudeform (Flach-, Hallen-, Geschoßbau), Art der Nutzung der Gebäude und Freiflächen (z.B. als Parkplätze, Freilager, Werksbusbahnhof) sowie die möglichen Ausbaustufen und Erweiterungsmöglichkeiten. [Ket84]</p>
Generalplaner	<p>Bei Einschaltung eines Generalplaners liegt die gesamte Verantwortung einschl. Haftung und Gewährleistung für alle Planungsleistungen sowie für die Überwachung der Bauausführung in einer Hand (siehe hierzu AHO-Schriftenreihe Nr. 10).</p> <p>Quelle: VDI 6028 Blatt 1- 2002</p>

Generalstrukturkonzept	Komponente der Fabrikstrukturplanung; beinhaltet die Struktur der gesamten Fabrik. Dabei stehen die materialflussgerechte Zuordnung der Nutzungsbereiche und die Anordnung der Bauten, die Gestaltung der Hauptverkehrswege und der Ver- und Entsorgungssysteme im Vordergrund. Weiterhin werden die Umrisse der Gebäude, ihre Anschlussstellen an den innerbetrieblichen Materialfluss, die gebäudeinterne Materialflussführung sowie Anforderungen für bestimmte Produktions- und Funktionsbereiche aufgezeigt. [Eve96]
Generalübernehmer	Der Generalübernehmer unterscheidet sich vom Generalunternehmer dadurch, dass er die Ausführung der Bauleistungen aller Gewerbezweige für ein Bauwerk übernimmt, jedoch selbst keinerlei Bauleistungen im eigenen Betrieb ausführt. Von Wettbewerben nach VOB/A ist der Generalübernehmer ausgeschlossen (aus AHO-Schriftenreihe Nr. 10).  Quelle: VDI 6028 Blatt 1- 2002
Generalunternehmer	Als Generalunternehmer wird der Hauptunternehmer bezeichnet, der Vertragspartner des Auftraggebers ist und der sämtliche für die Herstellung einer baulichen Anlage erforderlichen Bauleistungen zu erbringen hat und wesentliche Teile hiervon selbst ausführt (siehe hierzu Verdingungsordnung für Bauleistungen VOB/A, § 4 und § 8). Definition in der AHO-Schriftenreihe Nr. 10:  Dem Generalunternehmer werden vom Auftraggeber die Bauleistungen aller Gewerbezweige für ein Bauwerk übertragen. Dabei hat er gegebenenfalls auch Teile der Ausführungsplanung zu erbringen. In diesem Fall spricht man von einem „qualifizierten Generalunternehmer. Quelle: VDI 6028 Blatt 1- 2002
Global Sourcing	Unter Global Sourcing versteht man das Konzept der weltweiten Beschaffung von Teilen durch internationale Lieferanten.
HOAI – Honorarordnung für Architekten und Ingenieure	Die Verordnung über die Honorare für Leistungen der Architekten und der Ingenieure gilt in ihrer jeweils aktuellen Fassung für die Berechnung der Entgelte für die Leistungen der Architekten und Ingenieure, soweit sie durch Leistungsbilder oder andere Bestimmungen dieser Verordnung erfasst werden. [Hoai09]
Hochlauf	„Phase (im Anschluss an die Abnahme), in der das Produktionssystem beim Nutzer unter seinen nominellen personellen, organisatorischen und technischen Randbedingungen auf eine dauerhafte Nennleistung gebracht wird.“  Während der Hochlaufphase werden im Rahmen der Optimierung und Stabilisierung des Betriebsverhaltens in organisatorischer und personeller Hinsicht auch die erst jetzt zu erkennenden technischen Unzulänglichkeiten und Frühausfälle behoben. [Zeug98]

Inbetriebnahme	„Funktionsgerechtes Einschalten der Anlage in Verbindung mit dem Prozess und Hochfahren der Leistung auf das geforderte Niveau.“ Die Inbetriebnahme stellt die Funktionsbereitschaft und die funktionale Zusammenwirkung der zuvor montierten Einzelkomponenten her und prüft die Korrektheit der Einzelfunktionen, sowie deren funktionales Zusammenwirken. Das Ergebnis der Inbetriebnahme ist eine abnahmefertige, technisch funktionsfähige Anlage. [DIN19246]
Industriepark	Ein Industriepark ist eine zentrale, bauliche Anordnung von Produktions- und Logistikstrukturen, die am Standort des Abnehmers oder in dessen Nähe den reibungslosen Material- und Informationsfluss zur Erfüllung eines mengen- und termingerechten Beschaffungskonzepts gewährleisten.
Informationsfluss	Gesamtheit der Informationen, die die Unternehmung auf Informationswegen und -kanälen durchlaufen. Der Informationsfluss erstreckt sich, von Informationsquellen ausgehend, über verschiedene Sender und Empfänger auf die gesamte Unternehmung. Phasen des Informationsflusses: Informationsaufnahme, -vorspeicherung, -verarbeitung, -nachspeicherung, -abgabe. [Gab98]
Infrastruktur	Ein wesentlicher Bestandteil eines Produktionssystems. Hierunter werden alle physischen Gegebenheiten (die „Hardware“) des Produktionssystems sowie die Grundregeln ihres organisatorischen Zusammenwirkens (die „Software“) zusammengefasst. Die Infrastruktur wird von den Menschen getragen, die sowohl als Arbeitskräfte oder dispositiv in der Produktion tätig sind. [Guen97]
JIS	JIS ist eine Weiterführung des JIT-Belieferungskonzepts, wobei die Anlieferung der Teile nicht nur mengen- und termingerecht, sondern auch in der Reihenfolge des Verbrauchs erfolgt.[Beck02]
JIT	JIT wird in [Schm95] definiert als „Prinzip der Produktionsplanung- und Steuerung, was zu abruforientierten Systemen führt. Die Gütererzeugung und Bereitstellung erfolgen nur in den Mengen, zu den Terminen, wie sie von den nachfolgenden Stellen benötigt werden.“
Kanban	Kanban ist ein System der Produktionssteuerung nach dem Zieh-Prinzip, bei dem der Anstoß zur Produktion über Kanbansignale gegeben wird, die von einem Teile verbrauchendem Bereich an den dazugehörigen vorgelagerten, Teile erzeugenden Bereich gesendet werden [Wild92b].
Kapazitätsplanung	Bestimmung der Planbezugsgrößen (Bezugsgrößen) aufgrund der vorhandenen Kapazität, ausgehend von der theoretischen Maximalkapazität. Um Kapazitätswerte zu erhalten, die als Grundlage der Gemeinkostenplanung geeignet sind, müssen von den theoretischen Maximalkapazitäten der einzelnen Kostenstellen folgende Abschlüsse gemacht werden: (1) Umrechnung auf die geplanten Schichtzeiten; (2) Berücksichtigung der optimalen Intensitäten; (3) Berücksichtigung von Leerzeiten (Kapazitätsauslastungsmaximierung); (4) Berücksichtigung von technischen Engpässen des Produktionsablaufes. [Gab98]

Klasse	<p>Zusammenfassung der Objekte, die mindestens ein identisches Merkmal haben [nach DIN 32705]</p> <p>Objekte werden einer Klasse zugeordnet. Die Klasse wird dann durch eine bestimmte Menge an Merkmalen beschrieben. Diese Merkmale dienen dazu, Objekte zu beschreiben und Objekte innerhalb der Klasse voneinander zu unterscheiden. Klassen können ihrerseits wieder Bestandteil von Klassen sein.</p> <p>Synonyme: Datenelementtypklasse [DIN EN 61360], data element type class [ISO 13884-42, IEC 61360]</p>
kmU  Definition der Kleinstunternehmen und der kleinen und mittleren Unternehmen	<p>Artikel 2</p> <p>Mitarbeiterzahlen und finanzielle Schwellenwerte zur Definition der Unternehmensklassen</p> <p>(1) Die Größenklasse der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) setzt sich aus Unternehmen zusammen, die weniger als 250 Personen beschäftigen und die entweder einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. EUR erzielen oder deren Jahresbilanzsumme sich auf höchstens 43 Mio. EUR beläuft.</p> <p>(2) Innerhalb der Kategorie, der KMU wird, ein Unternehmen als klein definiert, das weniger als 50 Personen beschäftigt und dessen Jahresumsatz bzw. Jahresbilanz 10 Mio. EUR nicht übersteigt.</p> <p>(3) Innerhalb der Kategorie der KMU wird ein Kleinstunternehmen als ein Unternehmen definiert, das weniger als 10 Personen beschäftigt und dessen Jahresumsatz bzw. Jahresbilanz 2 Mio. EUR nicht überschreitet.</p> <p>[bmbf05]</p>
Komponente	<p>Baueinheit, Baugruppe oder Betriebsmittel als Bestandteil einer Anlage oder Teilanlage, DIN 6779-12:2003-07, [DIN03]</p>
Komponentenspezialisten	<p>Komponentenspezialisten ergänzen die Standardteile der Volumenanbieter bei ähnlich hohem Volumen um technologische Zusatzfunktion.[VDA02]</p>
Konfiguration / Rekonfiguration	<p>Die Konfiguration eines Systems ist die logische Anordnung der Elemente beziehungsweise von Subsystemen, die durch Umbau physisch realisiert wird. Ein System oder Netzwerk kann somit durch Umbau viele unterschiedliche Konfigurationen haben. Einen Sonderfall stellt die Rekonfiguration dar, die eine Anpassung bei weitgehender Beibehaltung von Systemelementen und/oder Beziehungen darstellt. Jeder Umbau setzt Mobilität der umzubauenden Elemente voraus. Dabei repräsentiert die innere Mobilität den Grad der Beweglichkeit von Menschen und Betriebsmitteln an einem Betrachtungsstandort und schließt auch variable Gebäudestrukturen ein. Gegenwärtig wird innere Mobilität für Mitarbeiter in wesentlich größerem Umfang praktiziert als für Betriebsmittel. Die äußere Mobilität hingegen bezeichnet die räumliche Verlagerung von Systemelementen zwischen Betrachtungsstandorten.</p>
Lager	<p>Gesamtheit der Areale und/oder Räume u.a. zur Güteraufbewahrung, -ein- und -auslagerung erforderlichen Einrichtungen eines Betriebes oder einer</p>

	<p>anderen Institution mit zugehörigem Personal. Oder: Gesamtheit der lagernden Güter. Die Lagerorganisation hat wesentlichen Einfluss auf den Wirtschaftlichkeitsgrad der Lagerhaltung. Anordnung und Art der Lagerorganisation hängen von zahlreichen Einflussfaktoren wie z.B. Materialbeschaffenheit, Fertigungsmethode, Verbrauchsstruktur ab. Erscheinungsformen: (1) stufenbezogen: Eingangslager, Produktionslager (Zwischenlager, Erzeugnis- oder Fertigungswarenlager, Versandlager); (2) standortbezogen: Zentrallager, dezentrales Lager; (3) nach Lagerobjekten: Roh-, Hilfs-, Betriebsstoff-, Werkzeug-, Packmittellager etc.; (4) gestaltungsbezogen: Eingeschoss-, Mehrgeschoss-, Hochregallager in unterschiedlichen Lagerbauarten. [Gab98]</p>
Lastenheft	<p>Das Lastenheft ist die Zusammenstellung aller Anforderungen des Auftraggebers hinsichtlich Liefer- und Leistungsumfang der Technischen Anlagen und Ausrüstungen. Im Lastenheft wird definiert, WAS und WOFÜR zu lösen ist. Es wird vom Auftraggeber oder in dessen Auftrag erstellt und dient als Ausschreibungs- und Angebotsgrundlage. (Definition in Anlehnung an AHO, Nr. 10 bzw. VDI / VDE-Richtlinie 3694).</p>
Layout	<p>„...im weiteren Sinne: Planung, Anordnung, Auslegung, Anlage, Plan, Entwurf, Gestaltung, Aufmachung; im engeren Sinne der Fabrikplanung: Plant-Layout ist die körperliche Anordnung von industriellen Anlagen sei es in Wirklichkeit oder auf Plänen ... In diesem Sinne wird in der Fabrikplanung von Layout, unter Weglassung des Wortes plant, gesprochen und damit der Anordnungs-, Aufstellungs- oder Einrichtungsplan gemeint.“ [Schm95]</p>
Layoutplanung	<p>Entwurf von Layouts in der Fabrikplanung. Die Layoutplanung ist ein sehr komplexer Planungsvorgang, der hinsichtlich der Makrolage der Objekte (Maschinen, Anlagen u.ä.) vom Anordnungs- und Blockschema ausgehen kann. Zur Bestimmung der Mikrolage der Objekte muss eine Vielzahl weiterer Einflussgrößen, die sich aus ver- und entsorgungstechnischen, arbeitsgestalterischen, anlagentechnischen u.a. Aspekten ergeben, berücksichtigt werden. Die Layoutplanung kann durch Mittel der rechnerunterstützten Fabrikplanung wesentlich effizienter vollzogen werden, bedarf aber nach wie vor der planerischen Erfahrungen. [Schm95]</p>
Lean Production	<p>Der Begriff Lean Production wird in [Woma94] geprägt und dort als Unternehmensstrategie japanischer Automobilhersteller verstanden, die auf die ganzheitliche und nachhaltige Verschlinkung von Produktions- und Logistikabläufen hinsichtlich Beständen, Durchlaufzeiten und Ressourcen abzielt. [Schm92]</p>
Lebenszyklus	<p>Ist die Zeitspanne zwischen der Markteinführung eines Produktes und seinem Ausscheiden aus dem Markt. [Guen97]</p>
Leistungsbeschreibung	<p>Der § 9 VOB/A gibt eine umfassende Definition zur Beschreibung der Leistungen für eine Bauaufgabe. Dabei ist zu unterscheiden zwischen einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis und einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm</p>



	Quelle: VDI 6028 Blatt 1- 2002
Lieferant	In der Wertschöpfungskette vorgelagerte Organisationseinheit, die nachgelagerte Stellen mit Gütern und / oder Dienstleistungen versorgt. [Vahl97]
Lieferbeziehung	Eine Lieferbeziehung besteht zwischen einer Lieferstelle und einer Empfangsstelle. Lieferstellen oder Quellen der Produkte, mit denen die Empfangsstelle versorgt wird, können Produktionsstätten oder Warenlager von Industriebetrieben, Logistikzentren von Handelsunternehmen, Importlager, aber auch Leistungsstellen innerhalb eines Unternehmens sein. Empfangsstellen dagegen sind Senken der Produktströme, wie z.B. Filialen eines Handelsunternehmens, Werke bzw. Leistungsstellen von Industriebetrieben, Kunden eines Herstellers, Lager und Logistikzentren oder die Endverbraucher. [VDI 4404 Entwurf : 2003-01 [VDI03]
Lieferfähigkeit	Die Lieferfähigkeit ist ein Maß für die Fähigkeit, Kundenwünschen gerecht zu werden. Die Elemente der Lieferfähigkeit werden in Bezug auf Termin, Ort und Menge in Analogie zur Liefertreue betrachtet, nur dass die Bezugsgröße hier durch die Kundenwunschedaten festgelegt wird.
Lieferflexibilität	Die Lieferflexibilität stellt dar, in welchem Maß der Lieferant in der Lage ist, auf Änderungen der Auftragsdaten zu reagieren.
Lieferketten	Man unterscheidet zwischen einer internen und einer externen Lieferkette, die in sich geschlossen sind oder auch miteinander kombiniert werden können: a) Interne Lieferketten verbinden die Quellen (z.B. Wareneingang) und Senken (z.B. Produktion) innerhalb eines Betriebes oder zwischen Produktions- und Leistungsstellen in einem abgeschlossenen Betriebsgelände. b) Externe Lieferketten dagegen verbinden z.B. den Warenausgang (Lieferstelle) eines Unternehmens mit dem Wareneingang eines anderen Unternehmens. VDI 4404 Entwurf : 2003-01 [VDI03]
Liefertreue	Die Liefertreue ist ein Maß für die Einhaltung der zugesagten Daten gegenüber dem Kunden. Die Liefertreue setzt sich zusammen aus der Erfüllung des Liefertermins, des Lieferortes, des Produktes, seiner Menge und seines Zustands sowie des vereinbarten Preis
Lieferzeit	Die Lieferzeit wird repräsentiert durch die Zeitspanne vom Datum der Auftragserteilung bis zum Datum der Auftragserfüllung. Damit entspricht die Lieferzeit der Auftragsdurchlaufzeit und stellt neben der Abbildung der zeitlichen Komponente auch einen Teil der Qualität dar.
Local Sourcing	Local Sourcing bezeichnet ein Konzept der Beschaffung, bei dem der Suchraum über mögliche Zulieferer und der Zuliefererraum auf die Region des OEMs eingeschränkt werden.

Logistik	Hauptanliegen der Logistik ist die bedarfsgerechte Kundenversorgung durch Aufbau der logistischen Versorgungskette. Sie verbindet den Käufermarkt über das Unternehmen mit dem Beschaffungsmarkt und betrachtet dabei den Materialfluss sowie den begleitenden Informationsfluss mit dem Ziel, bei minimaler Durchlaufzeit und niedrigstmöglichen Beständen dem Kunden das richtige Produkt in der richtigen Menge an den richtigen Ort zu liefern. [Wild92b]
Logistikkonzept	Das Logistikkonzept befasst sich mit der Optimierung des Material- und Erzeugnisflusses. Ziel ist eine bestandsarme, durchlaufzeitminimale und reaktionsschnelle Produktion. Daher geht das Logistikkonzept über den innerbetrieblichen Materialfluss hinaus und betrachtet ebenfalls die Anbindung der Zulieferanten sowie die Güterverteilung und -bereitstellung bis zum Verbraucherort. [Eve96]
Los	Menge gleichartiger Fertigungs- oder Montageobjekte, die gemeinsam die Fertigung (oder die Montage) durchläuft und bei jedem Arbeitsgang einen einmaligen Zeitaufwand für das Rüsten des Betriebsmittels erfordert. [Schm95]
Losgröße	<p>Anzahl der Werkstücke oder Baugruppen in einem Los. Die Losgröße beeinflusst die Wirtschaftlichkeit. Mit steigender Losgröße verteilen sich die Rüstkosten auf mehr Werkstücke. Die anteiligen Rüstkosten je Werkstück sinken. Andererseits wächst mit steigender Losgröße die Durchlaufzeit des Loses. Das Umlaufkapital wird länger gebunden, was erhöhte Zinskosten je Stück zur Folge hat. Daraus ist eine Vielzahl von Modellen für die Bestimmung der optimalen Losgröße entstanden. Sie benötigen umfangreiche detaillierte Informationen. Diese liegen im Stadium der Fabrikplanung noch nicht vor. Deshalb bestimmt man meist eine minimale Losgröße, bei der der Rüstzeitanteil je Stück einen bestimmten vorgegebenen Wert nicht überschreiten soll. Die so erhaltene Größe wird mit dem Fassungsvermögen der Transportbehälter, der zu produzierenden Jahresmenge u.ä. abgestimmt.</p> <p>Stellt die Unternehmensstrategie eine hohe Reaktionsfähigkeit auf Markterfordernisse in den Vordergrund, rückt die Berücksichtigung des Rüstzeitanteils in den Hintergrund. (Tendenz: Losgröße gleich Eins.) [Schm95]</p>
Maschinenbelegungsplanung	Auch Feinplanung genannt. Sie bildet die Grundlage für die Veranlassung der Produktionsprozesse. Es wird bestimmt, wann und in welcher Reihenfolge die einzelnen einer Ressource für eine Periode zugeordneten Aufträge bearbeitet werden sollen. Unter Beachtung des Rüst- und Betriebszustands der Arbeitssysteme und der Verfügbarkeit von Werkzeugen, Transportmitteln etc. erfolgt die Planung der Maschinenbelegung durch die einzelnen Aufträge auf der Basis einer stunden- bis minutengenauen Zeiteinteilung. Ebenfalls werden die zwischen einzelnen Produktionsstellen anfallenden Transportzeiten explizit berücksichtigt. Die Feinplanung ist die Nahtstelle zwischen der Planung und der Durchführung der Produktion. [Guen97]

Materialfluss	Das sich Ändern der Zeitkoordinaten oder der Zeit- und Ortskoordination des Materials (Stofffluß). Der Materialfluß repräsentiert die stofflichen Beziehungen in Produktions- oder Fertigungssystemen... (sic!) [Müll92]
Mathematische Anordnungsverfahren	<p>Wegen der Unzulänglichkeiten und begrenzten Einsatzmöglichkeiten der konventionellen Verfahren wurde eine Vielzahl mathematischer Verfahren entwickelt, die sich in die beiden Hauptgruppen der analytischen und heuristischen Verfahren unterteilen lässt.</p> <p>Im Gegensatz zu den graphischen Zuordnungsverfahren ist bei den mathematischen Verfahren durch die Verwendung einer Zielfunktion (z.B. Minimierung des Transportaufwandes) ein Wertmaßstab gegeben, der ein vergleichendes Urteil über die Güte alternativer Lösungen zulässt. Die meisten Verfahren sind für den EDV-Einsatz konzipiert. [Kett84]</p>
Merkmal	<p>Eine bestimmte Eigenschaft, die zum Beschreiben und Unterscheiden von Objekten dient und zum Unterscheiden von Klassen, die aus Objekten gebildet werden [nach DIN 55350-12]. Das Merkmal selbst wird durch die Summe aller ihm zugeordneten Attribute dargestellt. Ein Merkmal ist durch die Art und die Zahl der Attribute (Datenelemente) möglichst eindeutig beschrieben.</p> <p>Synonyme: Datenelementtyp [DIN EN 6130-1], property [ISO 13884-42], data element type [IEC 6130-1]</p>
Mitarbeiterpartizipation	Die Mitarbeiterpartizipation beruht auf der Einbindung und Mobilisierung aller Mitarbeiter auf allen Ebenen, der Schaffung eines durchgängigen Qualitätsbewusstseins, dem Erreichen einer individuellen Qualitätsmotivation und der Erschließung des Problemlösungspotenzials der Mitarbeiter. [Spur94]
Modelltyp (Fahrzeugmodelltyp, Typ)	Die Gesamtheit der von einem Automobilhersteller angebotenen Produkte innerhalb einer Sparte unterteilt sich in Typen. So ist z.B. ein Audi A4 ein Modelltyp der Pkw-Sparte der Audi AG. [Weiß01]
Modellvariante (Fahrzeugmodellvariante, Variante)	Varianten differenzieren die Gesamtheit der von einem Modelltyp angebotenen, in ihren Leistungsmerkmalen verschiedenen Produkte. So ist z.B. ein Audi A4 TDI eine Variante des Typs Audi A4. [Weiß01]
Modul	Module werden in [Weiß01] als verbaupunktorientierte Baugruppen, die aus funktionaler, produktionstechnischer und logistischer Sicht sinnvolle Einheiten bilden, bezeichnet.
Modul- bzw. System-spezialisten	Modul- und Systemspezialisten übernehmen in der Zulieferindustrie die hochtechnologische Entwicklung und Produktion kompletter Module bzw. Systeme.
Modular Sourcing	Modular Sourcing ist charakterisiert als Beschaffungskonzept, bei dem modular zusammengesetzte Komponenten statt einzelner Teile nachgefragt werden. [Wild92a]
Modullieferant	Lieferant von funktionsfähigen Gesamteinheiten. [Vahl97]

nicht quantitatives Merkmal	Merkmal, das ein Objekt, mit Hilfe von Kennungen, Abkürzungen, Bezeichnungen, Referenzen oder Beschreibungen identifiziert oder beschreibt [nach DIN EN 61360-1]  Synonyme: nicht quantitativer Datenelementtyp [DIN EN 61360], [DIN02] non-quantitative data element type [ISO 13884-42, IEC 61360]
Nischenanbieter	Nischenanbieter verfügen über ein geringes Volumen und differenzieren sich untereinander über spezielle Technologien
Nutzwertanalyse	Verfahren zur systematischen Beurteilung von Projekten, im speziellen von Investitionsprojekten. Sie stellt ein Verfahren zur statischen Investitionsrechnung dar. Mithilfe der Nutzwertanalyse wird die relative Vorteilhaftigkeit von Projekten an mehreren, vorzugsweise nichtfinanziellen Kriterien gemessen. Dazu werden die Kriterien bestimmt, ihre Gewichte festgelegt, der Nutzen je Kriterium anhand einer Nutzwertskala beurteilt und schließlich der Gesamtnutzwert durch Aggregation berechnet. Nutzwertanalysen beruhen zwar auf subjektiven Einzelurteilen, eignen sich aber besonders dort, wo die relevanten Zielkriterien nicht oder nur teilweise monetär erfassbar sind. In der Fabrikplanung kann mithilfe der Nutzwertanalyse z.B. die Auswahl von Standorten im Rahmen der Standortplanung erfolgen. Als Zielkriterien werden in diesem Fall die Standortfaktoren herangezogen.[Schm95]
Objekt	Betrachtungseinheit, die in einem Konstruktions-, Planungs-, Realisierungs-, Betriebs-, Wartungs- und Demontageprozess behandelt wird DIN EN 61346-1:1997-01[DIN 97]  ANMERKUNG Die Betrachtungseinheit darf sich auf eine physikalische oder eine nicht-physikalische Sache oder einen Satz von Informationen, der damit verbunden ist, beziehen. Abhängig vom Zweck darf ein Objekt auf verschiedene Weise, genannt Aspekt, betrachtet werden.
Objekt	Bezeichnung für alle materiellen Gegenstände (Erzeugnis, Produkt, Ware, Sache, materielles Gut) und für alle nicht-materiellen Gegenstände (Dienstleistung, Beratung, geistiges Gut, Software) [DIN V 4002-2:2003-01]  Nach ISO 704 werden alle wahrnehmbaren und vorstellbaren Dinge als Objekte bezeichnet. Ein Objekt wird durch Eigenschaften, durch all jene Merkmale charakterisiert, die ein Objekt vor einem anderen auszeichnet sowie zweifelsfrei und eindeutig beschreibt.  In der Informationstechnik (siehe DIN ISO/IEC 2382-17 und DIN EN 61360 bzw. IEC 61360) wird synonym zu Objekt der Begriff Entität (siehe IEC 61360) verwendet; Entität steht hier für jedes konkrete wie abstrakte Objekt, das existiert, existiert hat oder existieren könnte und für die Assoziationen zwischen Gegenständen. In anderen Normen finden sich auch Begriffe wie: Einheit oder Betrachtungseinheit anstelle von Objekt oder Gegenstand (sieheDIN 32705).

OEM	Der Begriff OEM bedeutet Original Equipment Manufacturer und synonym wird für die Hersteller von Fertigerzeugnissen in der Konsumgüterindustrie verwendet.
Opportunity Study	<p>Frühe Phase der Fabrikplanung, die teils vor der Zielplanung liegt, teils ihr zuzurechnen ist. Sie kann mit Zielsuche für Projektideen gekennzeichnet werden. Als Planungsaktivität hat Opportunity Study den Charakter einer Initiierung.</p> <p>Die Opportunity Study dient dem Erkennen von Projektideen und Investitionsgelegenheiten sowie deren Analyse. Derartige Analysen sind in der Regel skizzenhaft und stützen sich mehr auf Schätzungen von Gesamtsummen, denn auf detaillierte Berechnungen. Die Ermittlung des Investitionsaufwandes basiert meist auf Vergleichswerten und nicht auf Angeboten von Ausrüstungslieferanten.</p> <p>Der Opportunity Study kann bei Weiterverfolgung der Projektidee eine Pre Feasibility Study oder unmittelbar eine Feasibility Study folgen. [Schm95]</p>
Pflichtenheft	Das Pflichtenheft ist die Leistungsbeschreibung des Bieters zur Realisierung aller Anforderungen des Lastenheftes. Im Pflichtenheft werden die Anwendervorgaben detailliert, die Realisierungsanforderungen beschrieben und definiert, WIE und WOMIT die Anforderungen zu realisieren sind. Das Pflichtenheft wird in der Regel nach Auftragserteilung vom Auftragnehmer erstellt. Nach Genehmigung durch den Auftraggeber wird das Pflichtenheft die verbindliche Vereinbarung für die Realisierung und Abwicklung des Projektes (Definition in Anlehnung an AHO, Nr. 10 bzw. VDI/VDE-Richtlinie 3694).
Planung	Unter Planung versteht man allgemein die Ordnung, Vorbereitung und gedankliche Vorwegnahme zukünftiger Aktivitäten, um Aufgaben und Ziele sicher und ohne Umwege zu erfüllen. [Vahl97]
Planungsphasen	Zeitliche Abfolge von Planungstätigkeiten, die nacheinander auszuführen sind. Als Grobstruktur der Planungsphasen gilt allgemein ein dreistufiger Ablauf: Zielplanung, Konzeptplanung/Projektstudie und Ausführungsplanung. Untergliedert man die Grobphasen weiter, so führt das zu beliebig feinen Planungsphasen. Für die Objektplanung von Gebäuden sieht die → HOAI z.B. neun Planungsphasen vor. Die Einteilung in Planungsphasen entspricht dem Planungsgrundsatz „Top down“. Der Planungsprozess ist aber allein mit diesem Grundsatz und einer stufenweisen Abfolge von Planungsphasen nicht beschreibbar. [Schm95]
Planungssystem	<p>...umfasst die Institutionalisierung und die Formalisierung planerischer Vorgänge und Tätigkeiten. Die Bedeutung des Planungssystems nimmt dabei mit steigender Komplexität des Fabriksystems und seiner Umwelt sowie den daraus resultierenden wachsenden Abstimmungsanforderungen der Teilsysteme zu.</p> <p>Bezogen auf die Fabrik weist das Planungssystem die Dimensionen Produkt und Produktion auf. Diese beiden Teilsysteme müssen integrativ miteinander wirken. [Spur94]</p>

Potenzialanalyse	Durch Methoden direkter und indirekter Datenerfassung (Abgriff Dateisysteme) kann eine Vielzahl von Kenngrößen ausgewertet werden, durch die der Ist-Zustand (Ausgangslage) und Defizite unterschiedlicher Analysebereiche qualitativ und quantitativ ausgewiesen werden können. [Grun00]
Produkt	geplantes oder fertiges Arbeitsergebnis oder Ergebnis eines natürlichen oder künstlichen Prozesses [DIN EN 61346-1:1997-01]
Produktionsfaktoren	Bezeichnen materielle und nicht-materielle Einsatzgüter, die in der Produktion zur Erzeugung von Ausbringungsgütern (Produkten) benötigt werden.
Produktionsfaktoren	Für Geld hat sich der Begriff des Finanzkapitals etabliert. Kapitalgut oder physisches Kapital ist der verbreitete Ausdruck für im industriellen Fertigungsprozess hergestellte Produktionsfaktoren. [Vari95]
Produktionsplanung und -steuerung (PPS)	...umfasst die auf den Auftragsdurchlauf bezogenen, planenden, veranlassenden, überwachenden und steuernden Teilaufgaben der Ablauforganisation der Produktion. Grundlagen sind das Jahresproduktionsprogramm sowie die Vorgaben der Konstruktion und der Fertigungsplanung.  Wichtigste Bestandteile der PPS sind die Aufschlüsselung des Produktionsprogramms, die Mengenplanung an Baugruppen, Einzelteilen und Materialien (Stücklistenauflösung), die Termin- und Kapazitätsplanung, die Auftragsveranlassung sowie die Kapazitäts- und Auftragsüberwachung. [Schm95]
Produktionsprogramm	Aufstellung der Arten, der Menge je Art und der zeitlichen Verteilung der Menge von Erzeugnissen, die von einem Betrieb oder Bereich in einer bestimmten Periode (Planungszeitraum) erzeugt werden sollen. Es bildet den Output eines Produktionsbetriebes.  Die Bestimmung des Produktionsprogramms ist die erste und wichtigste Information, die die Fabrikplanung von der Strategischen Unternehmensplanung erhält. Es ist typisch für die Fabrikplanung, dass der physische Output des zukünftigen Betriebes den informationellen Input für den Planungsprozess bildet (Investitionsgesetz der Fabrikplanung). [Schm95]
Produktionsprogrammplanung	Im Rahmen der operativen Planung geht es um die Festlegung von Art und Menge der in den nächsten Wochen zu produzierenden Erzeugnisse. Kernpunkte der operativen Produktionsprogrammplanung sind die Beschäftigungsglättung und die kapazitierte Hauptproduktionsprogrammplanung. [Guen97]
Produktionsprozess	Technologisch, zeitlich und örtlich bestimmtes effizientes Zusammenwirken von Produktionsfaktoren zur Herstellung einer abgegrenzten Gütermenge in bestimmter Qualität. [Gab98]

Produktionssteuerung	Phase der Produktionsplanung und -steuerung nach dem Push-Prinzip: Hier werden die im unmittelbar bevorstehenden Freigabezeitraum spätestens zu beginnenden Aufträge freigegeben und den Ressourcen zugeordnet. Für jede Ressource folgt eine Auftrags-Reihenfolgeplanung, bei der i.d.R. auf Prioritätsregeln zurückgegriffen wird. [Guen97]
Produktionssystem	Ist gekennzeichnet durch Elemente, die sich den Produktionsfaktoren (Material, Realkapital, Personal) zuordnen lassen und Relationen zwischen den Elementen, die ihrer Natur nach stofflichen, energetischen, informationellen oder ökonomischen Charakter haben können. Bei den Relationen sind Prozesse und Strukturen zu unterscheiden. Die Fabrikplanung wird am nachhaltigsten durch den Aspekt geprägt, dass die Fabrik ein Produktionssystem verkörpert. [Schm95]
Produktlebenszyklus	Zeitbezogenes Modell, das den „Lebensweg“ eines Produktes oder eine Produktklasse am Markt beschreibt. Unabhängige Variable: Zeit; abhängige Variablen: Umsatz, Kosten, Gewinn, Deckungsbeitrag. Idealtypisch wird ein glockenförmiger Absatzverlauf mit folgenden Phasen unterstellt: Markteinführung, Wachstum, Reifung, Marktsättigung, Degeneration. Die Prognose des Produktionszyklus ist in der Fabrikplanung von großer Bedeutung für die Dimensionierung der Produktionsanlagen in Ausbaustufen sowie für die Planung der Anlagen für die nächste Produktgeneration. Es handelt sich um ein strategisches Denk- und Planungsmodell, weniger um eine geschlossene Theorie. [Schm95]
Projektmanagement	<p>...ist die Gesamtheit der Führungstätigkeiten, die im Rahmen einer Führungsorganisation mit Führungstechniken und -mitteln auf die Abwicklung eines Projektes gerichtet sind. Zur Abwicklung gehört die Planung und die Überwachung der Realisierung eines Projektes. [Schm95]</p> <p>Darunter wird sowohl das Vorgehen bei der Planung und die Abwicklung von Projekten als auch die Institution (das Planungsteam), die diese Aufgabe zu erfüllen hat verstanden. [Aggt92] [Eber98]</p>
Prozess	Ein Prozess „ist die Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, durch den Materie, Energie oder auch Informationen umgeformt, transportiert oder auch gespeichert werden“ [DIN94].
Prozessanalyse	<p>... ist die umfassende wissenschaftlich-technisch-ökonomische Untersuchung eines Prozesses zum Zwecke seiner effektiven Gestaltung. Eine Prozessanalyse wird in folgenden Stufen durchgeführt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ermittlung von Schwachstellen (Weltstandsvergleiche, Rationalisierungsschwerpunkte),</li> <li>2. Herausarbeitung von Lösungsvorschlägen,</li> <li>3. Vertiefende Untersuchung (Formulierung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben).[Müll92]</li> </ol>

Prozessketten	Ein prozessorientiertes, durchgängiges Modell des Unternehmens als System. Besondere Merkmale dieses Systemmodells sind durchgängige Kunden-Lieferanten-Beziehungen im Unternehmen. Die Prozesskette wird als Abfolge von Prozesskettenelementen verstanden, die untereinander und zum System Selbstähnlichkeit aufweisen. Die Prozessketten werden vom Kunden ausgehend geplant. [Schm95]
Prozess-optimierung	Beinhaltet die Ermittlung eines Prozesskostenminimums. Voraussetzung ist die Kenntnis des Kostenaufwandes je Prozessstufe mit mehreren Varianten. Damit müssen zunächst die Varianten der Prozessstufen optimiert werden, bevor ein kostenoptimaler Prozess zusammengesetzt werden kann. Die Voraussetzung einer Prozessoptimierung ist deshalb die Verfahrensoptimierung. [Müll92]
Prozessplanung	Gesamtheit der Planungsaktivitäten, die zu Aussagen über die Prozesse führen, die in einem Produktionssystem ablaufen. Umfasst die Prozessablaufplanung (Bestimmung der Folge der Operationen) und die Operationsbeschreibung. Die Prozessplanung folgt auf die Dimensionierung des Produktionsprogrammes. Auf der Prozessplanung bauen die Dimensionierung der Anlagen und die Strukturierung auf. Ihr Ergebnis sind Fertigungs-, Montage-, Transport-, Ver- und Entsorgungspläne u.a. [Schm95]
Qualitätsmanagement	Hierunter werden Maßnahmen zur Gestaltung der Rahmenbedingungen der Qualitätssicherung verstanden, unter denen die angestrebte Produktqualität erreicht werden soll. Im Mittelpunkt des Qualitätsmanagements steht der Anwendungsnutzen, den ein Kunde mit dem Erwerb eines Produktes verbindet, so dass die Produktqualität eine erhebliche wettbewerbsstrategische Bedeutung erlangt.  In der industriellen Produktion findet das Qualitätsmanagement seine Bedeutung unter dem Begriff des Total Quality Management (TQM), unter welchem eine auf ständige Qualitätsverbesserung ausgerichtete Grundeinstellung des Unternehmens verstanden wird. [Guen97]
Quality Gate	Ergebnisorientierter Zeitpunkt mit produkt-, prozess-, projekt-spezifisch definierten Inhalten bzw. Leistungen. [Scha01]
quantitatives Merkmal	mit der Ausprägung eines numerischen Wertes, das eine physikalische Größe, eine Informationsmenge oder eine Anzahl von Objekten darstellt. [nach DIN EN 61360-1]  Synonyme: quantitativer Datenelementtyp [DIN EN 61360], quantitative data element type [ISO 13884-42, IEC 61360]
Quellen	Quellen sind in [KUHN95] als Einschleusungspunkte von Flussobjekten aus der Umwelt in den Prozess gekennzeichnet.
Raumbuch	Das Raumbuch enthält die Anforderungen und Festlegungen zur Ausrüstung für jeden einzelnen Raum eines Objektes. Es wird bei Bedarf fortgeschrieben. [VDI 6028 Blatt 1- 2002]



Realisierung	Zielstrebiges Verwirklichen (z.B. Errichten, Aufbauen, Einrichten von Objekten; Durchführung, Durchlaufen von Prozessen) von Plänen (Projekten). Die Überwachung der Realisierung (z.B. Bauausführung) ist nach HOAI eine Leistung des Planers. [Schm95]
Realisierungsplanung	Die Phase der Ausschreibung und Realisierung erfordert einen engen Kontakt zu Lieferanten. Es empfiehlt sich ein formalisiertes Vorgehen, das die Ziele Schaffung eines einheitlichen Anfragestandes, Vergleichbarkeit eingehender Angebote, Überwachung des Investitionsbudgets, vollständige und sichere Abnahmebedingungen, und vollständige Dokumentation verfolgt. [Ever96]
Reorganisation	Neugestaltung, Neuordnung der Organisation eines unrentablen Ablaufs oder Betriebes. [Lang02]
Selbstreferenz, selbstreferentiell	Selbstbezug, Selbstbezogenheit: Eigenschaft von Systemen, sich auf sich selbst - statt auf die Umwelt - zu beziehen, sich von der Umwelt abzukoppeln. Für Organisationen (Unternehmen) zeigt sich die Tendenz darin, dass sich Mitarbeiter eher an internen Verhaltens- und Sprachregeln orientieren als an der Wirkung gegenüber dem Kunden. Das erklärt die Regelungen aus der Binnensicht der Unternehmen, die der Kunde nicht versteht. Das ist ein typisches Ergebnis das nicht überrascht, wenn man bedenkt, dass Kommunikation überwiegend intern erfolgt, die Mitarbeiter sich deshalb an den Regeln erfolgreicher interner Kommunikation orientieren und den Kunden, der sie nicht versteht, als Störenfried empfinden. Durch eine Kundenbefragung und die Verpflichtung auf deren Ziele wird eine Kundenorientierung geschaffen. Siehe auch weitere Systemaspekte: Autopoiese, System. [Ebel98]
Senken	Senken sind in [Kuhn95] als Ausgabepunkte der durch den Prozess transformierten Leistungsobjekte an die Systemumwelt definiert.
Sequenzierung	Sequenzierung bezeichnet das Sortieren von Teilen in die Reihenfolge des Verbrauchs oder Einbaus beim Kunden (s. JIS). [Wild92b]
Sequenzierungslager	Lager, in dem Sequenzierung (s. o.) stattfindet [Wild92b]
Simulation	Simulation ist das Nachbilden eines Systems mit seinen dynamischen Prozessen in einem experimentierfähigen Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind. [VDI93]
Simultaneous Engineering	Parallelisierung möglichst vieler Arbeitsschritte in der Produktentwicklung um die Zeit bis zur Marktreife des Produktes („time to market“) zu verkürzen. [Ever95a] [Kern96]
Single Sourcing	Single Sourcing wird in [Schm95] als Beschaffungsstrategie der Ein-Quellen-Versorgung zum Ziele des Aufbaus von Partnerschaften und des Nutzens von anspruchsvollen Leistungsprogrammen definiert.

Soft skill	Charaktereigenschaften wie soziale Kompetenz, Teamfähigkeit, emotionale Belastbarkeit und Kommunikationsfähigkeit, gehören zu den Schlüsselqualifikationen, auf die im Arbeitsleben neben dem fachlichen Know-how geachtet wird. [Wiss00]
SOP	engl. Start of Production: Bezeichnet den Zeitpunkt, an dem die Hochlaufphase beginnt.
Standortfaktoren	Anforderungen des Unternehmens an den Standort und Bedingungen, die der Standort bietet. Die Vergleichskriterien nennt man Standortfaktoren. Bei ein und demselben Unternehmen unterscheiden sich die Standortfaktoren bei globaler, nationaler, regionaler und lokaler Standortsuche. Unterschiedliche Unternehmen stellen unterschiedliche Anforderungen an den Standort in Abhängigkeit von ihren Produkten und Dienstleistungen, ihren Rohstoffen und ihren Wirkungen auf die Umwelt. [Schm95]
Standortplanung	...ist ein wesentlicher Bestandteil der langfristigen, strategischen Unternehmensplanung. Bei einem angesiedelten Unternehmen die Vorbereitung der Entscheidung, ob die vorhandenen Standorte weiter genutzt, ungenutzt oder aufgegeben werden und ob für das Unternehmen als Ganzes oder für Unternehmensteile neue Standorte gesucht werden. Bei einem noch nicht angesiedelten Unternehmen die Suche von Standorten (Standortsuche für Produktionsbetriebe). Ein Vergleich von Anforderungen des Unternehmens an den Standort mit Bedingungen des Standorts; die Vergleichskriterien werden (Standortfaktoren) genannt. [Schm95]
Struktur	Organisation von Beziehungen zwischen Objekten eines Systems, welche eine Bestandteil-von-Beziehung beschreibt (besteht aus/ist Bestandteil von) DIN EN 61346-1:1997-01 [DIN 97]
Struktur	Struktur ist die „Gesamtheit der Beziehungen zwischen den Teilen eines Ganzen“ [DIN94]. Die Systemtheorie versteht unter Struktur „die Art der Zusammensetzung eines Systems aus Elementen und die Menge der Relationen bzw. Operationen, welche die Elemente miteinander verknüpfen“ [Ebel98].
Strukturierung	Gesamtheit der Planungsaktivitäten, die zur Aussagen über die Struktur eines Produktionssystems führen. Strukturierung kann in die räumliche und zeitliche Strukturierung differenziert werden. Die räumliche Strukturierung beinhaltet die Strukturtypentscheidung, die Objekt-Platz-Zuordnung (Blocklayout) und die Layoutplanung.  Die Strukturierung folgt auf die Prozessplanung und die Dimensionierung. Ihr Ergebnis sind Einrichtungs-, Maschinenaufstellungs-, Anlagenpläne u.a. [Schm95]
Strukturtyp	Strukturelle Grundgestalt, die Kennzeichen des räumlich-strukturellen Aufbaus verkörpert, die alle Strukturen aufweisen, die zu diesem Typ gehören. In der Fertigungsindustrie, insbesondere im Maschinenbau und verwandten Zweigen, lassen sind verschiedene Strukturtypen unterscheiden: Einzelplatz-, Reihen-, Netz- oder Zellular-, Ring-, Stern-, Bus-

	und Werkstattstruktur. In der genannten Reihenfolge nehmen tendenziell die Spezialisierung, die Starrheit und die Fähigkeit zur Selbststeuerung ab. Tendenziell nehmen die Universalität, die Flexibilität und der Aufwand zur Steuerung zu. [Schm95]
Supply Chain Management	Supply Chain Management ist die Planung, Steuerung und Kontrolle des gesamten Material- und Dienstleistungsflusses innerhalb eines Unternehmensübergreifenden Netzwerkes über die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung, Erstellung und Verwertung von Gütern oder Dienstleistungen. [Beck04], [Cors03], [Wern00], [Stad00]
SWOT-Analyse (= SOFT-Analyse)	Instrument vor allem des strategischen Managements, analysiert die interne Situation nach Stärken (Strengths), Schwächen (Weaknesses) und die externe Situation nach Chancen (Opportunities) und Risiken (Threats) des Unternehmens und leitet daraus strategische Empfehlungen für die einzelnen Produkte oder Geschäftsfelder ab (Darstellung unter Verwendung der Portfolioanalyse). Wird auch SOFT-Analyse genannt (Strengths, Opportunities, Failures and Threats).
System	Menge von Objekten, die untereinander in Beziehung stehen, mit dem Zweck, eine gemeinsame Funktion zu erfüllen DIN EN 61346-1:1997-01[DIN 97]
System	Menge von Objekten, die untereinander in Beziehung stehen, mit dem Zweck, eine gemeinsame Funktion zu erfüllen DIN EN 61346-1:1997-01 [DIN97].  Ein System kann aus mehreren Teilsystemen bestehen, diese Untereinheiten eines Systems können dann als Objekt betrachtet werden [DIN97].
System (Zuliefersystem)	„Systeme sind funktionale Einheiten, deren Elemente (Baugruppen, Teile) funktional zueinander gehören, aber nicht zwingend physisch zusammenhängen.“ (s. [Weiß01], S. 69)
System-integratoren	Systemintegratoren ergänzen das Leistungsangebot von Systemspezialisten um die die Integration verfolgen.
Systemlieferant	Lieferant von funktionsabhängigen Modulen. [Vahl97]
Technische Gebäudeausrüstung (TGA)	im Gebäude installierte und verteilte Infrastruktureinrichtungen z.B. für Elektrizität, Gas, Heizung, Wasser und Kommunikation Technische Gebäudeausrüstung bezeichnet alle im Bauwerk eingebauten oder damit fest verbundenen technischen Einrichtungen und nutzungsspezifische Einrichtungen sowie technische Einrichtungen in Außenanlagen und in Ausstattungen spezifiziert in DIN 276.
Teilanlage	Funktional oder konstruktiv zusammengehöriger Bestandteil einer Anlage DIN 6779-12:2003-07 [DIN03]

Time to market	Ein als Zeiteinheit ausdrückbares Maß für die Fähigkeit eines Unternehmens, Produktvariationen oder Neuprodukteinführungen schnell umzusetzen. Time to Market ist die Zeitspanne zwischen der Verabschiedung der Produktidee und der Verfügbarkeit des korrespondierenden produktionsfähigen Produktkonzeptes. [Gabl00]
Total Cost of Ownership; TCO (engl.)	Umfassend ermittelte Gesamtkosten einer Investition über die gesamte Lebensdauer, einschließlich der Folgekosten und der Kosten der Entsorgung. Wichtig z.B. für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von technischen Systemen, bei denen die Systembetreuung wesentlich mehr Kosten verursachen kann, als die Beschaffung allein.
Transportmittel	Arbeitsmittel zum Fortbewegen von Gütern. Transportmittel dienen der Ausführung der Transportoperation. Transportmittel für den innerbetrieblichen Transport sind die Fördermittel, für den außerbetrieblichen Transport die Fahrzeuge (z.B. Lastkraftwagen, Güterwagen, Schiffe, Flugzeuge). [Müll92]
Transshipment	Unter dieser Belieferungsform versteht man den Umschlag nicht-vorkommissionierter Waren oder auch den Umschlag mit Ladungsträgerwechsel. Die ankommenden Waren werden innerhalb kurzer Zeit auf zielreine Ladungsträger verteilt, umgepackt und verdichtet. Die so entstehenden zielrein gefüllten Ladungsträger werden nach ihren Bestimmungsorten oder Touren verteilt. Im Gegensatz zu Cross Docking findet ein Wechsel des Transportmittels und eine Änderung der Zusammensetzung der Ladeeinheiten statt. Der Verbraucher bestellt direkt beim Lieferanten. Dieser liefert das Produkt sortenrein an den Umschlagspunkt, von dem es direkt verbrauchergerecht kommissioniert und ausgeliefert wird.  VDI 4404 Entwurf : 2003-01 [VDI03]
Typenvertreter	Typ eines Einzelteils, einer Baugruppe oder generell einer Fertigungsaufgabe, der stellvertretend für eine Klasse oder Gruppe von Einzelteilen (Teileklasse, Teilegruppe, Prozessteilegruppe), für eine Klasse von Baugruppen (Baugruppenklasse) oder generell für eine Klasse von Fertigungsaufgaben der Teilefertigung oder Montage steht. Der Typenvertreter enthält alle konstruktiv-technologischen, wirtschaftlichen sowie die prozesscharakterisierenden und den Sachverhalt beschreibenden Merkmale aller Mitglieder der Klasse oder Gruppe, für die er den Repräsentanten darstellt. [Müll92]
Unsicherheit / Risiko	Unsicherheit beschreibt die Unvorhersehbarkeit von Entwicklungen. Sie kann durch Risiko als Wahrscheinlichkeit von Abweichungen von einem Erwartungswert quantifiziert werden. In welchem Ausmaß diese allgemein vorhandenen Risiken individuell auf ein Unternehmen wirken, wird durch die Risikoanfälligkeit (Exposure) ausgedrückt.

Unternehmensplanung	Die Unternehmensplanung integriert alle Planungsfelder eines Unternehmens. Die Unternehmensplanung lässt sich nach dem Planungszeitraum gliedern in langfristige Planung (strategische Planung mit einem Planungshorizont von fünf Jahren und mehr), in mittelfristige Planung (taktische Planung mit einem Planungshorizont von zwei bis fünf Jahren) und in die kurzfristige Planung (operative Planung mit einer Wirkungs-dauer bis zu einem Jahr). Die strategische Unternehmensplanung ist auf Grund ihres Langfristcharakters und ihrer Komplexität allen anderen Planungsfeldern übergeordnet. [Schm95]
Unternehmer / Unternehmen	Unternehmer ist derjenige, dem das Ergebnis des Unternehmens unmittelbar zum Vor- oder Nachteil gereicht.  [§ 136 Abs. 3 Satz 1 SGB VII] Es gilt die Person als Unternehmer, die das Risiko trägt, die Unternehmensziele bestimmt sowie die Personal- und Sachmittelhoheit besitzt. Sie trägt auch die Gesamtverantwortung. GUV-I 8563
Variabilität	...ist die Eigenschaft eines zeitlich veränderbaren Produktionssystems, sich verändernden Anforderungen hinsichtlich Teileprogramm und technologischem Prozess durch Veränderung von Elementmenge und Struktur anpassen zu können.  Ein Maß für die Variabilität ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Produktionssystem mit geringem Aufwand sich verändernden Anforderungen angepasst werden kann. [Schm95]
Variantenbewertung	Variantenvergleich: allgemeine Methode der Untersuchung (des Vergleichs) technisch-adäquater Varianten nach zielgerichteten Bewertungskriterien zur Ermittlung der wirtschaftlich günstigsten (optimalen) Variante. [Müll92]
Virtuelle Realität	Die virtuelle Realität ist eine Mensch-Maschine Schnittstelle, die es erlaubt, in eine computergenerierte mindestens dreidimensionale Welt einzutauchen, diese unter Ansprache mehrerer Sinne als Realität wahrzunehmen, Bestandteil dieser zu sein und mit ihr zu interagieren. Als Teil der computergenerierten Welt kann man diese unmittelbar verändern. [VDI93]
Volumenanbieter	Volumenanbieter bedienen ein großes Marktsegment mit Standardteilen unter Ausnutzung der Economies of Scale.
Vorserie	Die Vorserie dient einer letzten Erprobung bzw. Verbesserung von Produkt, Werkzeugen, Verfahren und Vorrichtungen vor Beginn der Hauptserie [Kuba87]. Sie läuft bereits vor dem Hintergrund einer Serienfertigung mit hohen Stückzahlen ab und schafft den Übergang von der Einzelfertigung bei den Prototypen hinein in hohe Produktionsvolumina [Yama89], [Gent94]
Wandlungsfähigkeit	Wandlungsfähigkeit beschreibt die Fähigkeit, sowohl auf ursprünglich festgelegte als auch in der Planung nicht bekannte Anforderungen zu reagieren und ist somit ebenfalls allenfalls qualitativ bestimmbar.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen	...sind... Investitionsentscheidungen ... rein monetärer Art. D.h. die Berechnungen beruhen auf solchen Kriterien, die in Geldwertgrößen darstellbar sind - folglich sowohl Aufwandsgrößen als auch Nutzengrößen betreffend. [Grun00]
Work-Flow	Ein Work-Flow stellt eine vollständige oder teilweise Automatisierung eines Geschäftsprozesses dar, in dem Dokumente, Informationen oder Aufgaben von einem Teilnehmer (Rolle) zum nächsten gegeben werden, um sie nach festgelegten Vorgangsregeln zu bearbeiten.
Zielplanung	Erste Phase der Fabrikplanung. Die Zielplanung leitet sich aus der strategischen Unternehmensplanung ab. Sie ergibt sich aus Lagebeurteilungen und dem Definieren solcher Problemstellungen, die auf dem Weg der Fabrikplanung gelöst werden können. Zwar werden einzelne Zielalternativen meistens von Sachbereichen (z.B. Marketing, Finanzwesen, Anlagenwirtschaft) angeregt, aber die eigentliche Zielplanung muss aus der Sicht des Gesamtunternehmens vorgenommen werden. Sie benennt die zu erreichenden Ziele, definiert das Projekt, formuliert die Aufgabenstellung und leistet wichtige Vorarbeiten im Sinne einer Opportunity Study. [Schm95]

## Anhang A: Analyse des Konzeptes Industriepark

Die Begriffe *Industriepark*, *Zulieferpark*, *Logistikpark* oder *Supplierpark* werden oft synonym verwendet. In der vorliegenden Arbeit wird vornehmlich der Begriff Industriepark verwendet, da in diesen Industrieansiedlungen in der Nähe von Automobilherstellern neben den Logistik- auch Fertigungsprozesse stattfinden. Bei der Literaturrecherche zu dem Themengebiet Industriepark fiel auf, dass dieses Konzept bisher wenig in wissenschaftlichen Veröffentlichungen behandelt worden ist, obwohl inzwischen alle Automobilhersteller solche Industrieparks als Beschaffungskonzept bei vielen Werken realisiert haben. Die Planungsaufgabe Logistikpark ist äußerst komplex. Es geht hier nicht um die Fabrikplanung einer Produktionseinheit, sondern um ein ganzes Produktionsnetzwerk von unterschiedlichen Partnern. Das betrifft sowohl die Materialflussplanung innerhalb des Industrieparks mit den vielen dort beteiligten Unternehmen, als auch zwischen Industriepark und dem Produktionswerk des Automobilherstellers.

### A. 1 Verwandte Ansätze zu Industrieparks

Im Folgenden werden die Begriffe für Standortgemeinschaften von Industrieunternehmen analysiert, die sprachliche oder inhaltliche Ähnlichkeiten, bezogen auf deren Aufgaben beim Standortbetrieb, aufweisen. Dies dient der präziseren Definition des Begriffs Industriepark. Die jeweiligen Merkmalausprägungen verwandter Ansätze werden dabei erläutert und denen von Industrieparks gegenübergestellt.

Es werden die Begriffe Industriecluster, Industrie- bzw. Gewerbegebiete [Hott76], Logistikzentren in Gestalt von Güterverkehrszentren (GVZ), Externer Versorgungszentren (EVZ), Konsignationslager sowie von Distributionszentren betrachtet und abschließend vergleichend gegenübergestellt.

#### A. 1.1 Logistikzentren

In einem Logistikzentrum werden von einem oder mehreren Unternehmen neben Transportleistungen noch eine Vielzahl anderer logistischer Dienstleistungen und ergänzender zusätzlicher Leistungen angeboten [Pfoh00]. Ein Logistikzentrum beinhaltet folgende Standardleistungen:

- Lagern der Waren von mehreren Herstellern
- Kommissionieren der Aufträge für viele Verbraucher
- Umschlagen von Transferware vieler Hersteller
- Disponieren der Warenbestände

Das Logistikzentrum verbindet die Belieferungsformen aus *Cross Docking* und *Transshipment* (siehe Glossar) und ergänzt diese noch um die Lagerfunktion und die Administration.

Die o.g. logistischen Leistungen werden im Logistikzentrum durch eine zeit- und kostenoptimale Verknüpfung, systemübergreifende Transport-, Lager und Umschlagtechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnologie optimal verknüpft.

Die Kunden bestellen direkt im Logistikzentrum. Der Auftrag wird dort bearbeitet, zusammengestellt und dem Verbraucher zugeleitet. Wenn das angeforderte Produkt nicht im Lager vorhanden ist oder im Lager eine bestimmte Mindestmenge erreicht ist, erfolgt die Nachbestellung bei den jeweiligen Herstellern.

Leistungsmerkmale eines Logistikzentrums:

- *Zulaufbündelung:*  
Zusammenfassen der Warensendungen eines Lieferanten für viele Kunden zu wenigen Sendungen an das Logistikzentrum  
Funktionsbündelung:  
Zusammenfassen der Logistik- und Verwaltungsfunktionen im Logistikzentrum für mehrere Hersteller und Verbraucher
- *Bestandsbündelung:*  
Zusammenfassen vieler dezentraler Produktbestände im Logistikzentrum
- *Distributionsbündelung:*  
Zusammenfassen der Warensendung eines Verbrauchers für Produkte mehrerer Hersteller

Nachfolgend werden einige typische Formen von Logistikzentren: *Güterverkehrszentrum (GVZ)*, *externes Versorgungszentrum (EVZ)*, *Konsignationslager* und *Distributionszentrum* beschrieben werden. Diese sind von der Ausprägung her sehr unterschiedlich und können daher gut zur Beschreibung der unterschiedlichen Merkmalausprägungen verwendet werden.

### A. 1.1.1 Externes Versorgungszentrum

Externe Versorgungszentren (EVZ) sind Einrichtungen in Kundennähe, in der ein Externer Dienstleister (EDL), die Bevorratung und Bewirtschaftung eines vereinbarten Lieferumfangs sowohl vom Lieferanten als auch vom Kunden übertragen bekommt (VDA Empfehlung 5000 Teil 2 S.45ff [VDA03a]).

Dies ermöglicht:

- Dem Zulieferer, seinen Versand und den Transport zu optimieren.
- Dem Kunden die erforderliche Menge kurz vor dem Verbrauchzeitpunkt abzurufen
- Durch die gemeinsame Nutzung externer Logistik Ressourcen die Gesamtkosten der Logistikkette für Kunden und Zulieferer zu reduzieren und die Versorgungssicherheit zu sichern.

### A. 1.1.2 Konsignationslager

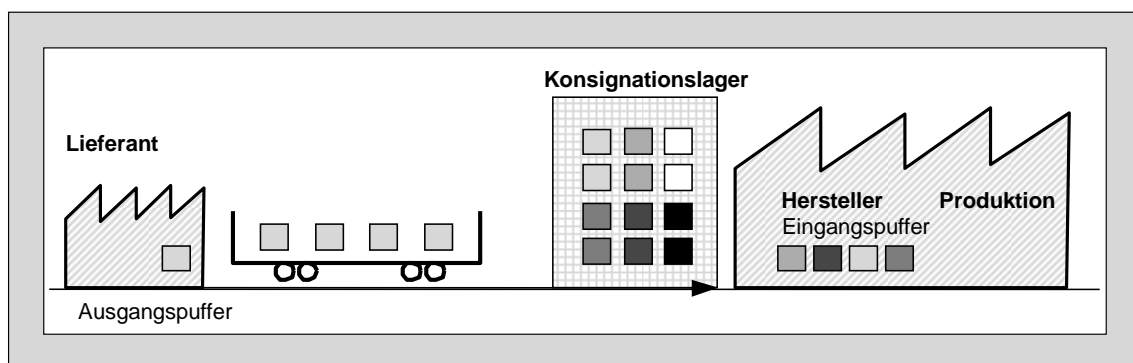


Abbildung 102: Schematische Darstellung eines Konsignationslagers

In einem *Konsignationslager* hält der Lieferant auf seine Kosten beim Hersteller einen Materialbestand bereit. Der Lieferant ist dafür verantwortlich den Bestand innerhalb vereinbarter Ober- und Untergrenzen zu halten, er kann aber Liefertermine und –mengen selbst bestimmen. Eigentümer der Materialien bleibt bis zu deren Entnahme aus dem Konsignationslager der Lieferant. Der Abnehmer bezieht je nach Bedarf Material aus dem Lager, erst dann geht es in sein Eigentum über. Die Entnahmen werden dem Lieferanten in regelmäßigen Zeitabständen



mitgeteilt und entsprechend abgerechnet [Arno04]. Oft wird dieses Lagerkonzept aus der Sicht des Kunden auch Lieferanten Logistikzentrum (LLZ) genannt. Das LLZ kann sich in der Nähe des Kunden (externes LLZ), unmittelbar auf dessen Werkgelände (internes LLZ) oder im angegliederten Logistikpark befinden. Die Konzepte *Konsignationslager* und *Lieferanten Logistikzentrum* werden oft unter dem Begriff *Supplier Managed Inventory* zusammengefasst [Graf02].

### A. 1.1.3 Güterverkehrszentren (GVZ)

Güterverkehrszentren (GVZ) sind transportlogistische Knotenpunkte an denen neben logistischen Dienstleistern mindestens zwei Verkehrsträger – meist Schiene und Strasse – angesiedelt sind, die den Nah- und Fernverkehr verbinden. Das GVZ wird häufig mit den Merkmalen Intermodalität, Überregionalität und Multifunktionalität von anderen Knotenpunkten abgegrenzt [Hild91].

Die GVZ werden seit Mitte der siebziger Jahre von der Bundesregierung als erfolgsversprechende Rationalisierungskonzepte der Verkehrswirtschaft angesehen. Trotz mittlerweile zahlreicher GVZ in Deutschland blieb eine flächendeckende Verteilung bisher aus.

Die Beteiligten eines GVZ sind mehrere Logistikunternehmen, Industrieunternehmen, Handelsunternehmen sowie sonstige Dienstleistungsunternehmen, die Interesse an der Vermarktung ihrer logistischen Anlagen und Dienstleistungen haben [Kram93].

Diese sind in der Regel rechtlich und wirtschaftlich unabhängige Unternehmen, die aber enge Beziehungen zueinander pflegen, um die gewünschten Synergie- und Rationalisierungseffekte erzielen zu können, z.B. gemeinsame Nutzung von Kommunikations- und Informationssystemen.

Die Unternehmen können in zwei Gruppen unterteilt werden: Anbieter logistischer Dienstleistungen und Anbieter von Dienstleistungen zur Erhaltung der Infrastruktur des GVZ.

Die Zielsetzung eines GVZ besteht i.A. aus verkehrlichen und ökologischen Zielen (z.B. Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und umweltverträgliche Gestaltung des Güterverkehrs) sowie Zielen der regionalen Wirtschaftspolitik (z.B. Sicherung der Arbeitsplätze, Förderung von Klein- und Mittelbetrieben sowie Unterstützung einer großräumig ausgewogenen Raumstruktur) [Ecks91], [Ecks97] [Fohr00]. Zu den Zielsetzungen der potenziell Beteiligten gehört die Möglichkeit abgestimmte Angebote bezüglich komplexer und vielseitiger Logistikleistungen geben zu können und die Nutzung von Synergie- und Rationalisierungseffekten (z.B. Vermeidung von Leerfahrten und Bündelung von Transporten, insbesondere im Vor-/Nachlauf) [Tres84], [Vahr95]. Ferner sind die Zielsetzungen der Nutzer anzuführen, die ein anforderungsgerechtes Dienstleistungsangebot erwarten [Tres84].

Die Initiatoren der Standortentstehung sind i.d.R. Vertreter öffentlicher Interessen, wie z.B. Kommunen, Bundesländer und Bundesministerien, dadurch wird die hohe Bedeutung der GVZ in gesamtwirtschaftlicher Sicht deutlich [Hild91]. Dazu kommen häufig noch ortsansässige Logistikunternehmen und die Bahn, die in den Planungsprozess eingebunden werden. Die späteren Nutzer hingegen spielen in dieser Phase meist noch keine wesentliche Rolle.

Die Auswahl der geographischen Lage orientiert sich:

- an der *betrieblichen Eignung der Topographie* (z.B. Geländegröße, Geländegestalt, Erweiterungsmöglichkeiten und Geschäftswert),
- an dem *Nachfragepotenzial* (z.B. Nähe zu Liefer- bzw. Empfangspunkten),
- an der *Verkehrsqualität* (z.B. Verkehrsanbindung, Erreichbarkeit und Einordnung in die Vernetzung mehrerer Regionen),

- an *möglichen Nutzungskonflikten des Standorts* (z.B. Rivalität mit den Aktivitäten bestehender, großer Niederlassungen von Speditionen am selben Standort) sowie
- an der *Raumordnung* (z.B. regionale Zentralität, überregionale Bedeutung und internationaler Standortwert).

Die einzelnen Aufgaben der angesiedelten Unternehmen resultieren aus der Funktion des GVZ, diese können entweder eigenständig oder gemeinsam angeboten werden. Im Minimum werden lediglich die Flächen, Gebäude und Infrastruktur bereitgestellt und instand gesetzt. Zur Erschließung weiterer Synergieeffekte sind jedoch vielerlei Kooperationen möglich (z.B. Fortbildungen, Wartung und gemeinsamer Einkauf). Bei Ausweitung der Kooperationen ist sogar eine betriebsübergreifende Abwicklung ausgewählter externer Tätigkeiten möglich. Dann werden sogar Produkte und Dienstleistungen gemeinsam angeboten, z.B. Lieferangebote für Supermärkte, Versorgung der Innenstädte, Bedienung bestimmter Fernverkehrsrelationen mit verschiedenen Verkehrsträgern bzw. im kombinierten Verkehr oder die *JIT-Zustellung* [Ecks91] [Stab94].

#### A. 1.1.4 Distributionszentrum

Ein Logistikzentrum in Gestalt eines *Distributionszentrums* ist ein transportlogistischer Knotenpunkt, der sich an der Schnittstelle von Nah- und Fernverkehr befindet und der die Aufgabe hat, im Rahmen der Distributionslogistik für eine effiziente Abwicklung der Lagerung, des Umschlags und der Verteilung der Güter zu sorgen [Ecks97]. Bei Distributionszentren wird weniger Wert auf Multifunktionalität gelegt, wie es bei GVZ der Fall ist, um eine weitere Abgrenzung dieser Zentren gegenüber anderen Knotenpunkten im Netzwerk der Distributionslogistik machen zu können, muss die Funktion der Knotenpunkte analysiert werden.

Bestandsführende Knotenpunkte, für welche die Lagerung im Fordergrund steht, werden häufig als Zentrallager bezeichnet [Steg00]. Bestandslose Knotenpunkte, welche sich auf die Umschlags- und Verteilungsfunktion konzentrieren, werden als Transit terminals titulierte [Ihde01]. Der Begriff *Distributionszentrum* wird im Folgenden für alle Arten von Knotenpunkten in der Distributionslogistik verwendet, wichtig ist hierbei, dass die Begriffe in Wissenschaft und Praxis nicht unbedingt übereinstimmen. Gerade in der Konsumgüterindustrie gibt es zahlreiche Beispiele für Distributionszentren: Caterpillar Distributionszentrum in Grimbergen, Belgien; Spar Distributionszentrum in Wels, Österreich und das Henkel Distributionszentrum in Düsseldorf. Da ein Distributionszentrum meist von einem Logistikunternehmen oder einer Logistikabteilung des Nutzers betrieben wird, ist die Anzahl der Beteiligten klein. Ein Logistikunternehmen kann auch mehrere Unternehmen bzw. Nutzer betreuen.

Die Zielsetzung eines Distributionszentrums ergibt sich aus der kostengünstigen Versorgung der Empfangspunkte (Werke/Filialen/Endabnehmer) des Nutzers, diese Kostenvorteile leiten sich aus Synergie- und Größendegressionseffekten durch eine Zusammenlegung der logistischen Aktivitäten ab.

Zur Standortbestimmung stehen zahlreiche quantitative Modelle zur Verfügung [Doms90]. Diese Modelle berücksichtigen die Anforderungen des Kunden an den Lieferservice, die gegebenen Liefer- und Empfangspunkte im Logistiknetz sowie die Transport- und Lagerhauskosten.

Die Aufgaben während des Standortbetriebs umfassen z.B. das Umladen von Sendungen aus Langstreckenfahrzeugen, die Lagerung von Gütern sowie die Zusammenstellung von Sendungen für die einzelnen Nachfrageorte, damit erfüllt ein Distributionszentrum die Dispositions-, Transport-, Umschlags-, Lager-, Verpackungs- und Informationsfunktion. Bei einem fremd betriebenen Zentrum finden sich häufig weitere Serviceleistungen, wie z.B. Tankstelle oder

Fahrzeugdepot. Durch neue Konzepte, wie das *Continuous Replenishment* und Quick-Response-Modelle haben sich die Anforderungen an Distributionszentren geändert, die Informationsfunktion hat gegenüber der Lagerfunktion stark an Bedeutung gewonnen.

Die nachfolgenden Begriffe unterscheiden sich von Logistikzentren. Industriecluster oder Industrie- und Gewerbegebiete sind Formen von Ansiedlungen unterschiedlicher Lieferanten, Hersteller und Dienstleister, welche sich lediglich auf eine geographische Region konzentrieren.

## A. 1.2 Industriecluster

Industriecluster sind Agglomerationen [Bous70], d.h. geographische Konzentrationen von miteinander verbundenen Unternehmen und Institutionen in einem bestimmten Wirtschaftszweig [Port98]. Ein klassisches Industriecluster ist der Stanford Industrial Park (Silicon Valley). Auch in traditionellen Industriezweigen finden sich Industriecluster, z.B. Weinbau in Kalifornien oder die Lederindustrie in Italien.

An dem Cluster beteiligte Unternehmen stehen in vielfältiger Beziehung zueinander, die sich meist um eine Schlüsselbranche gruppieren. Diese Standortgemeinschaft umfasst rechtlich und wirtschaftlich unabhängige Unternehmen, die aufgrund der Wertschöpfungskette [Port98] in einer Beziehung zueinander stehen. Neben diesen finden sich auch noch Unternehmen, die ergänzende Leistungen erbringen, wie z.B. Banken und Energieversorgungsunternehmen.

Die Standortentstehung wird nicht geplant, sondern ergibt sich im Zeitverlauf. Ausschlaggebend für die geographische Lage ist häufig ein besonders ausgeprägter Standortfaktor oder eine Standortfaktorenkombination, wie z.B. natürliches Potenzial, ein vorhandenes *Lieferantencluster* oder ein stark wachsender Standort eines Unternehmens. Die Entscheidung der einzelnen Unternehmen für einen bestimmten Standort im *Industriecluster* wird u. a. durch so genannte Agglomerationsvorteile und -nachteile beeinflusst. Zu den Vorteilen zählen der Zugang zu vielen Facharbeitern, eine bessere Versorgung mit Zuliefer- und Reparaturbetrieben, eine höhere Verfügbarkeit von städtischen Einrichtungen sowie eine intensivere Verflechtung der wirtschaftlichen Aktivitäten [Schä92], [Klip93]. Wettbewerbsrelevante Vorteile sind z.B. Kenntnisse, Fähigkeiten, Beziehungen und Motivation [Port98]. Als Agglomerationsnachteile gelten demgegenüber u. a. erhöhte Faktorpreise (z.B. Grundstückspreise) oder Verknappungserscheinungen (z.B. Überlastung der Verkehrsinfrastruktur) [Klip93].

In einem *Industriecluster* existieren keine gemeinsamen Einrichtungen. Die gemeinsamen Maßnahmen der Unternehmen beim Standortbetrieb beschränken sich auf den Bezug von Subventionen und Zuwendungen [Port98]. Allerdings ist den Unternehmen bewusst, dass sie sich für den Standort engagieren müssen, um die Agglomerationsvorteile nutzen zu können, daher werden informelle Beziehungen zwischen den Unternehmen aufgebaut, die den Zugang zu Ressourcen und Informationen sichern.

## A. 1.3 Industrie- und Gewerbegebiete

Industrie- und Gewerbegebiete sind städtebaulich geplante durch Bauleitplanung genehmigte Gebiete zur Ansiedlung von Industrie. In den textlichen und zeichnerischen Festsetzungen eines öffentlich rechtlich geltenden Bebauungsplanes werden die Restriktionen und Auflagen für die Errichtung von Industriegebäuden und -anlagen in einem solchen Gebiet festgeschrieben. Die Ansiedlung von verschiedenen Industrie- und Gewerbeunternehmen in solchen Gebieten ist oft strukturpolitisch gewollt [Hott76].

## A. 1.5 vergleichende Gegenüberstellung

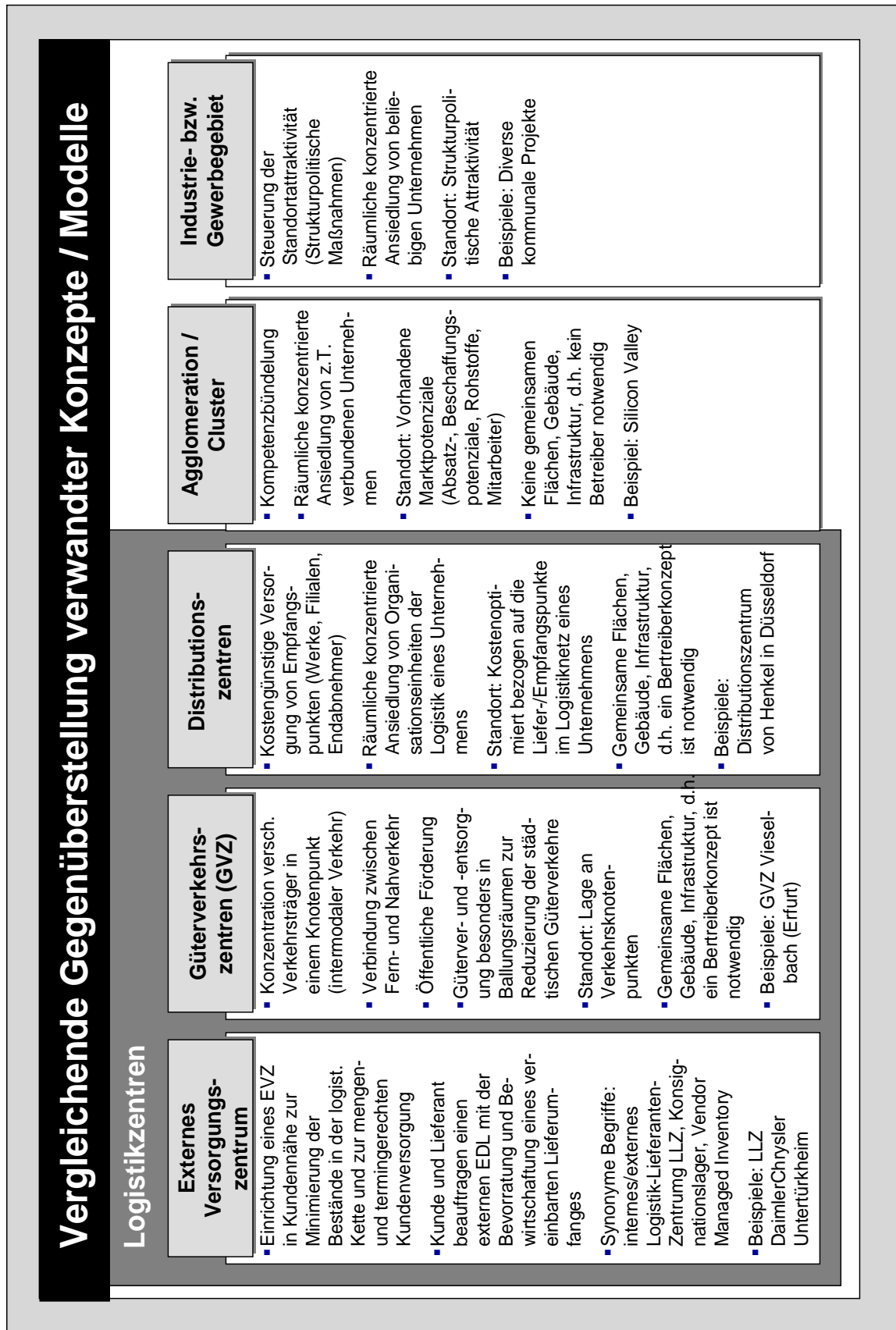


Abbildung 103: Vergleichende Gegenüberstellung verwandter Konzepte des Industrieparks

## A. 2 Typische Merkmale von Industrieparks

Die in Kapitel 2.2.2 dargestellten Leistungsmerkmale von Industrieparks werden an dieser Stelle noch detaillierter beschrieben.

### A. 2.1 Das Produktions- und Logistikkonzept Industriepark

Das Produktions- und Logistikkonzept des Industrieparks ist auf das in der Automobilindustrie vorherrschende Prinzip der Fließfertigung (*Continuous Flow Manufacturing CFM*) ausgerichtet. Ziel im Sinne des *Lean Manufacturing* [Schm92], [Shin92], [Harm94], [Woma97] ist es, die Bestände möglichst schlank zu halten. Die aufeinander abfolgenden Produktions-, Handhabungs- und Transportprozesse werden so synchronisiert, dass jeder Prozess das Material genau dann bereitstellt, wenn es vom nachfolgenden Prozess benötigt wird. Im Idealfall sind kein Lagerbestand und nur ein geringer Pufferbestand zwischen den Prozessen erforderlich. Das durchgängige Ressourcenmanagement gewährleistet den sparsamen Umgang mit allen Ressourcen.

Realisiert wird das durch eine Steuerung nach dem Hol-Prinzip (Pull-Steuerung). Dabei darf ein Prozess nur auf Anforderung des Nachfolgeprozesses aktiv werden (auf Abruf). Es wird genau die geringe Menge im Prozess gefertigt, gehandhabt oder transportiert die für die Nachfolgeprozesse ausreicht (*one piece flow*).

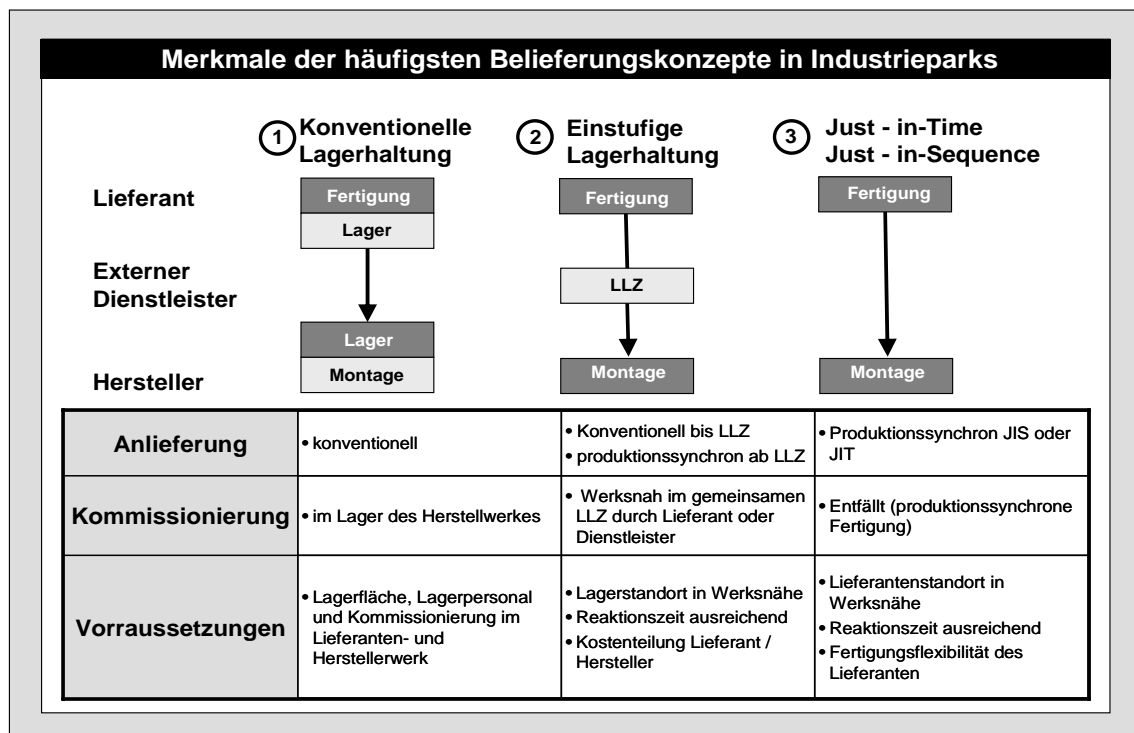


Abbildung 104: Von der doppelten Lagerhaltung zum Continuous Flow mit JIT/JIS

Das logistische Steuerungskonzept hierfür ist das sog. KANBAN-Konzept, welches Mitte der 70er Jahre von Toyota entwickelt wurde [Toyo95], [Wild92b]. KANBAN ist ein Konzept der Produktionssteuerung bei dem KANBAN-Signale von einem Teile verbrauchenden Bereich, an den vorgelagerten, Teile erzeugenden Bereiche gesendet werden. Die Kette der Produktion wird folglich vom Kundenauftrag im Pull-System angestoßen. Die KANBAN-Signale können elektronisch über leere Behälter, Regale oder über Karten übertragen werden. Durch die kundenauftragsspezifische Fertigung kann in der Automobilindustrie auf Fertigwarenlager

weitestgehend verzichtet werden. Die Tagesplanung erfolgt durch eine zentrale Steuerung. Die Fertigungsaufträge an die Produktionsbereiche werden in Form von Bestelllisten an die Zulieferbetriebe gesendet. Dabei ist die Auftrags- und Bearbeitungsreihenfolge für alle Bereiche vorgeschrieben. Der Zeitpunkt der Auftragsfertigung in einem erzeugenden Bereich wird von dem verbrauchenden Bereich insofern bestimmt, dass der als Nächster in der Auftragsliste stehende Auftrag genau dann gefertigt wird, wenn die verbrauchende Station dazu das Signal gibt. Für die Beschaffung von Zulieferteilen bedeutet KANBAN, dass durch KANBAN-Signale Materialbedarfe entweder direkt von der Material verbrauchenden Station oder vom Lager an die Zulieferer gesendet werden. Die nachstehende Abbildung verdeutlicht die schematischen Abläufe der KANBAN-Steuerung in Produktion und Beschaffung.

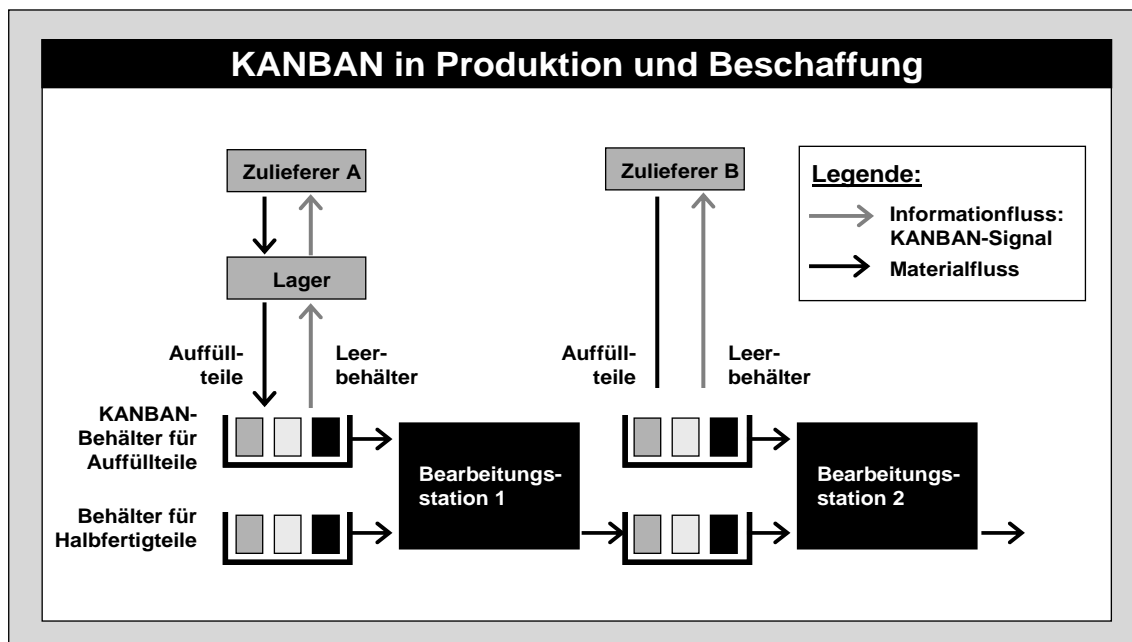


Abbildung 105: KANBAN-Steuerung in Produktion und Beschaffung

In Abbildung 105 wird das Konzept KANBAN am Beispiel eines Lieferanten mit Zwischenlager und einmal mit Direktbelieferung *Just in Time / Just in Sequence* dargestellt.

Im folgenden Kapitel werden die unterschiedlichen Logistikkonzepte, *single* und modular *sourcing* oder *Just in Time / Just in Sequence* dargestellt. Diese Konzepte werden i.d.R. durch KANBAN-Konzepte gesteuert.

## A. 2.2 Das Belieferungskonzept Industriepark

Die Belieferungskonzepte von Industrieparks verfolgen die logistischen Ziele: Reduzierung der Bestände, der Lieferzeiten und der Lagerkosten bei gleichzeitiger Verbesserung des Lieferservices und des Qualitätsniveaus. Zum Verständnis werden die bekanntesten unterschiedlichen Belieferungsstrategien in der folgenden Abbildung 106 dargestellt. Die Produktion beim Hersteller kann durch die direkte Versorgung aus dem Industriepark unterbrechungsfrei mit möglichst schlanken Lager- und Pufferbeständen *Just-in-Sequence* (siehe Abbildung 106 - 6.) geplant und gesteuert werden. Supply Chain Management (SCM) Methoden stellen den Materialfluss bedarfsgerecht ein [Beck04], [Stad00]. Die Steuerung, Verwaltung und Abrechnung der Teile erfolgt über das installierte Informationssystem direkt vom Herstellerwerk. Es wird z.B. nur noch soviel Material bereitgestellt, wie es unmittelbar verbaut werden kann (bedarforientierter Verbrauch). Das optimale Konzept sieht vor, Material bedarfsorientiert

abzurufen und als Direktlieferteile, ohne Umwege, direkt vom Lieferanten zum Ort des Verbrauches z.B. an die Montagelinie zu bringen. Bei dieser Just in Time (JIT)- (siehe Abbildung 106 - 5.)- oder Just in Sequence (JIS)- (siehe Abbildung 106 - 6.) Belieferung erfährt das Material die wenigsten Handlings- Lager- und Umschlagstufen, was sich in kurzen Prozesszeiten und geringen Prozesskosten widerspiegelt [Arno04].

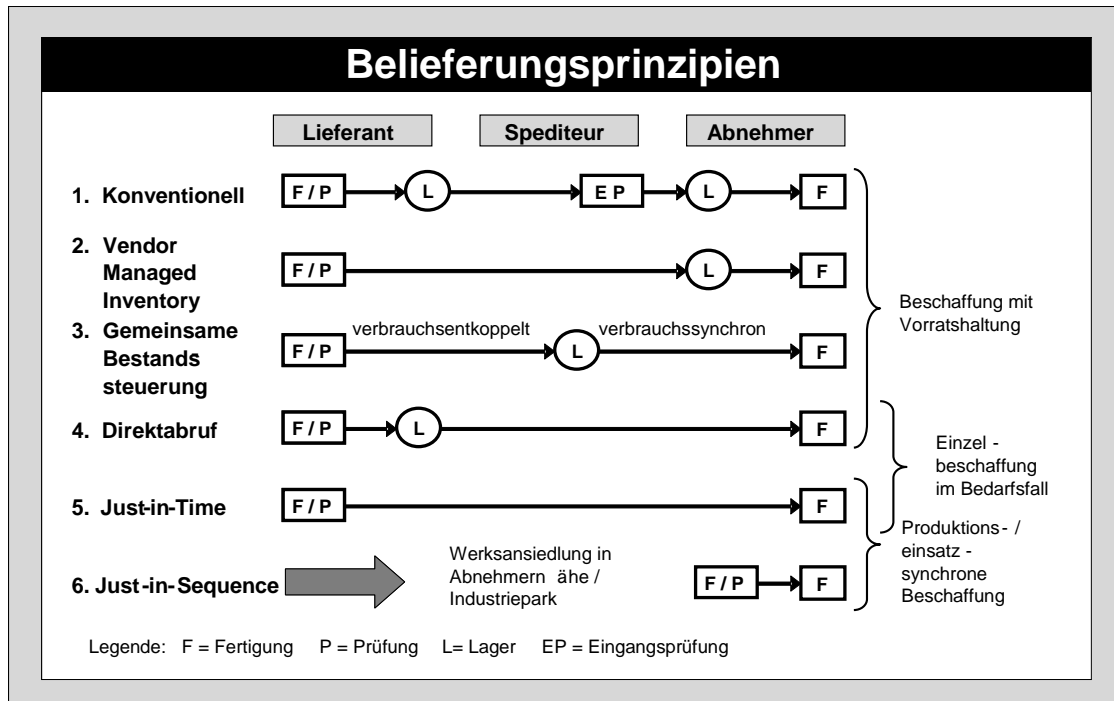


Abbildung 106: Unterschiedliche Belieferungskonzepte aus der Sicht des Herstellers

Dieses Konzept birgt jedoch auch Risiken in sich. Es macht den Hersteller von der Lieferfähigkeit des Lieferanten und der Zuverlässigkeit des Spediteurs und der Transportwege abhängig. Zur Absicherung dieser Unwägbarkeiten sind im Konzept Industriepark sowohl externe, als auch interne Lieferanten - Logistikzentren (*LLZ*) vorhanden. Das sind Lager auf dem Gelände des Industrieparks oder in seiner unmittelbaren Nähe, die der Lieferant in gleicher Form nutzt, wie ein Lager an seinem ursprünglichen Produktionsstandort. Der Lieferant spart bei dieser einstufigen Lagerhaltung wertvolle Produktionsfläche auf seinem Gelände, minimiert das Transportrisiko sowie den Einsatz von Sonderfahrten und eröffnet die Möglichkeit der *JIS* oder *JIT* Anlieferung zum Hersteller.

Die *JIS* Anlieferung erfolgt dabei entweder per Schlepplzug (z.B. Audi Ingolstadt), per LKW (z.B. Audi Neckarsulm) oder über eine fest installierte Fördertechnik (z.B. Ford Köln). Anliefervolumen von über 50% aus dem Industriepark sind dabei keine Seltenheit mehr (z.B. DaimlerChrysler Werk Rastatt). Das bevorzugte Teilespektrum der Lieferanten aus dem Industriepark sind variantenreiche und großvolumige Komponenten/Module/Systeme mit geringer Vorlaufzeit.

Für verschiedene Komponenten oder Teile gibt es i.d.R. unterschiedliche Prinzipien der Belieferung. Kleinere Verbrauchsteile mit niedrigem Wert in geringen Varianten werden dabei oft auf Lager vorgehalten. Hierbei ist eine *JIT*- oder *JIS*-Umsetzung aufgrund der vergleichsweise niedrigeren Lagerhaltungskosten nicht gerechtfertigt. In einem Industriepark sind die Prozesskosten für eine *JIT*- oder *JIS*-Belieferung relativ gering, was zu einer Erhöhung der Anteile Belieferungsarten führt.

Durch die Erhöhung des JIT- oder JIS-Anteils wird darüber hinaus eine Reduzierung der Durchlaufzeit im Anlieferprozess erreicht. In der Automobilindustrie werden die Zeitfenster zwischen Bestellung und Anlieferung der Teile immer enger und liegen teilweise schon unter einer Stunde. Ein wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der Durchlaufzeit ist durch die Nähe von Quellen zu Senken geleistet. In der Abbildung 107 werden die kurzen Anlieferungszeitfenster für die Zulieferteile dargestellt. Das Zeitfenster für die Fertigung z.B. für das Cockpit eines Seat beträgt 79 Minuten. In diesem Zeitfenster muss das Cockpit gefertigt, geprüft und transportiert werden. Zur Optimierung der Transportgrößen findet nur alle 16 Cockpits ein Transport statt.

Daraus wird ersichtlich, dass ein im Zeitradius von 150 Minuten entfernt liegender Lieferant A keine Möglichkeit hat, die Montage JIS zu bedienen. Hier besteht die Möglichkeit alle Varianten in einem separaten externen Versorgungszentrum (EVZ) (Abbildung 106-3) oder einem Supplier Managed Inventory oder synonym Konsortiallager (Abbildung 106 - 2) im Industriepark oder beim OEM zu bevorraten [Graf02]. Die Lieferanten B und C liegen innerhalb des für JIT- oder JIS-Prinzip prozesstechnisch erforderlichen Entfernungsradius. B und C liefern aber Teile, für die angesichts der Prozesskosten keine JIT-Anlieferung gerechtfertigt ist. Sie werden deshalb im Industriepark untergebracht.

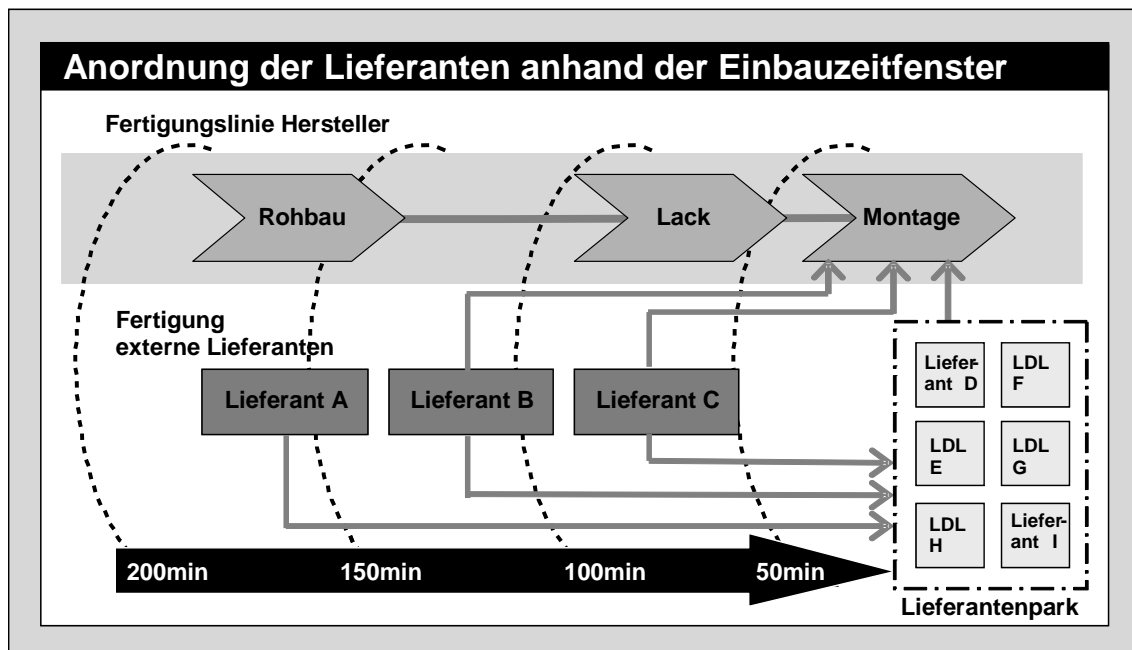


Abbildung 107: Anordnung der Lieferanten anhand der Einbauzeitfenster

Die entsprechenden Lieferanten werden im Park so angeordnet, dass ein Shuttlefahrzeug (LKW) diese in Sequenz abfahren kann. Weitere Modifikationen zur Optimierung des Materialflusses können in der Gebäudestruktur vorgenommen werden. So ist z.B. ein Verbindungstor zwischen Hallenabschnitten der Lieferanten in der Folge der Montageschritte vorteilhaft. So kann das Produkt direkt für den nächsten Montageschritt übergeben werden (z.B. Kabelbaumkonfektion zum Hallenabschnitt des Cockpit-Produzenten).

### A. 2.3 Flexibilität des Konzeptes Industriepark

Eine Maximierung der Flexibilität kann schon aufgrund der Größe und Vernetzung des Konzeptes Industriepark erreicht werden. [Schm95] bezeichnet Flexibilität als die „Fähigkeit eines Systems, sich den verändernden Anforderungen ohne Veränderung anzupassen.“ Dies bedeutet, dass für Schwankungen in der Nachfrage Kapazitätsreserven bereit gehalten werden



müssen. Mathematisch ist beweisbar, dass wenn  $X$  eine beliebig verteilte Zufallsvariable und  $n$  die Anzahl der identischen, voneinander unabhängigen Versuche bezeichnet, die Erwartungswerte als  $E(X) = x$  und  $E(n * X) = n * x$  gegeben sind. Die Varianz des Erwartungswertes  $Var(E(n * X))$  ist dann nur um das  $(n)^{1/2}$ -fache der Varianz  $Var(E(x))$  – nicht um das  $n$ -fache – größer (siehe [Hart92]). Das heißt, dass z.B. die Variabilität des Auftragsvolumens in einem Lager eines einzelnen Lieferanten (Szenario 1) im Vergleich zu der Variabilität des Auftragsvolumens in einem von vier Zulieferern mit den selben Auftragsvolumen (Szenario 2) benutzten Zentrallager nur halb so groß ist und damit die Kapazitätsreserve pro Zulieferer halbiert werden könnte. Die in der unten stehenden Grafik dargelegte Rechnung zeigt die Bestimmung des 95-prozentigen Konfidenzintervalls für die beiden Szenarien.

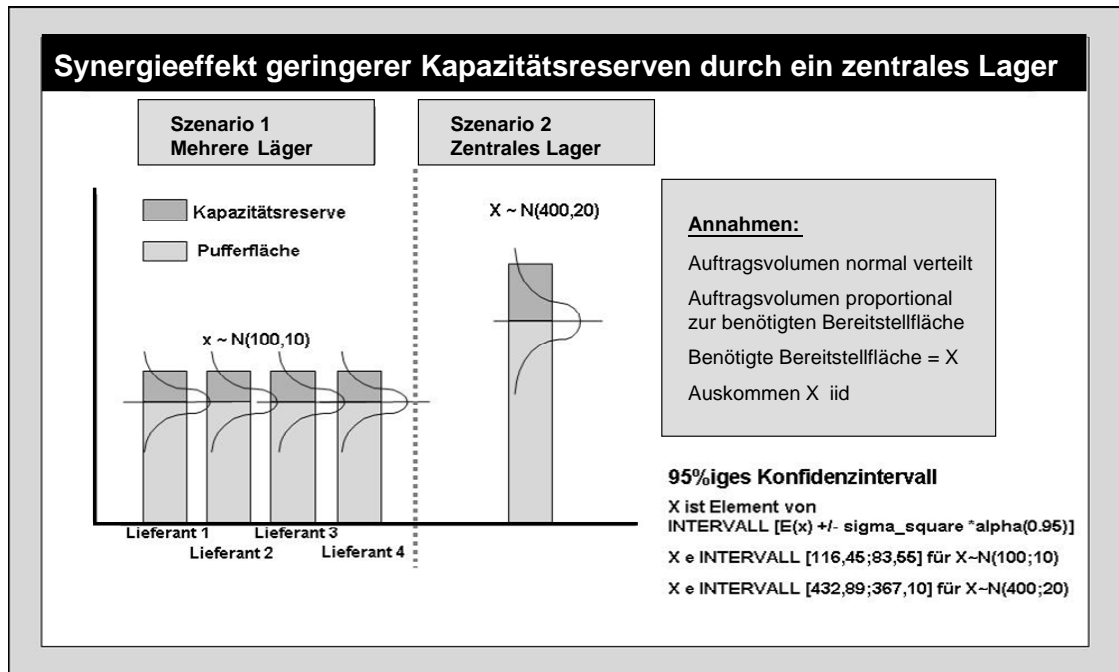


Abbildung 108: Ein zentrales Lager im Industriepark spart Kapazitätsreserven

Abbildung 108 zeigt, wie durch ein gemeinsam genutztes Zentrallager in einem Industriepark mit geringeren Kapazitätsreserven Nachfrageschwankungen ausgeglichen werden können.

Auf der Seite der Hersteller bietet das Konzept Industriepark den logistischen Vorteil, dass er durch das *Outsourcen* von Modulen und der damit verbundenen Teilevielfalt aufgrund der Kundenspezifischen Varianten nur die Menge an Gleichteilen der Plattform in Großserie fertigen kann. Zur Veranschaulichung ein Beispiel mit einer Bevorratung nach dem zwei Behälter KANBAN Prinzip.

2 Varianten = 4 Behälter = 4 m<sup>2</sup> Platzbedarf  
 16 Varianten = 32 Behälter = 32 m<sup>2</sup> Platzbedarf

Aus diesen Varianten resultiert ein hoher Flächen-, Bestands- und Bereitstellungsbedarf d.h. ein hoher Ressourcenverbrauch der in Widerspruch zu einer angestrebten „Lean Production“ des Herstellers steht. Das Netzwerk aus Hersteller, System- und Modullieferanten reagiert sehr flexibel, da hier selbstorganisierende Einheiten entstehen, welche die Schwankungen besser ausgleichen können. Diese Einheiten können ihre mindestoptimale Betriebsgröße nach den von ihnen zu produzierenden Teilen optimal ausrichten.

## A. 3 Typische Strukturen von Industrieparks

Nach der Analyse der Leistungsmerkmale werden im Anschluss die verschiedenen typischen strukturellen Ausprägungen von Industrieparks untersucht.

### A. 3.1 Der Lieferantenpark von VW Seat bei Barcelona

Einer der ersten Lieferantenparks von VW wurde für das Seat-Werk bei Barcelona 1987 in ca. 2,5 km Entfernung erstellt. Von dort werden die Güter per LKW in ein Zentrallager für die jeweiligen Montagelinien transportiert. Das Herstellerwerk besitzt dort noch ein zentrales Konsolidierungszentrum, von dem das Material über lange Wege an die drei Montagelinien transportiert wird. Nur einzelne Umfänge werden von den Lieferanten direkt an die Montagelinien geliefert [VWme05].

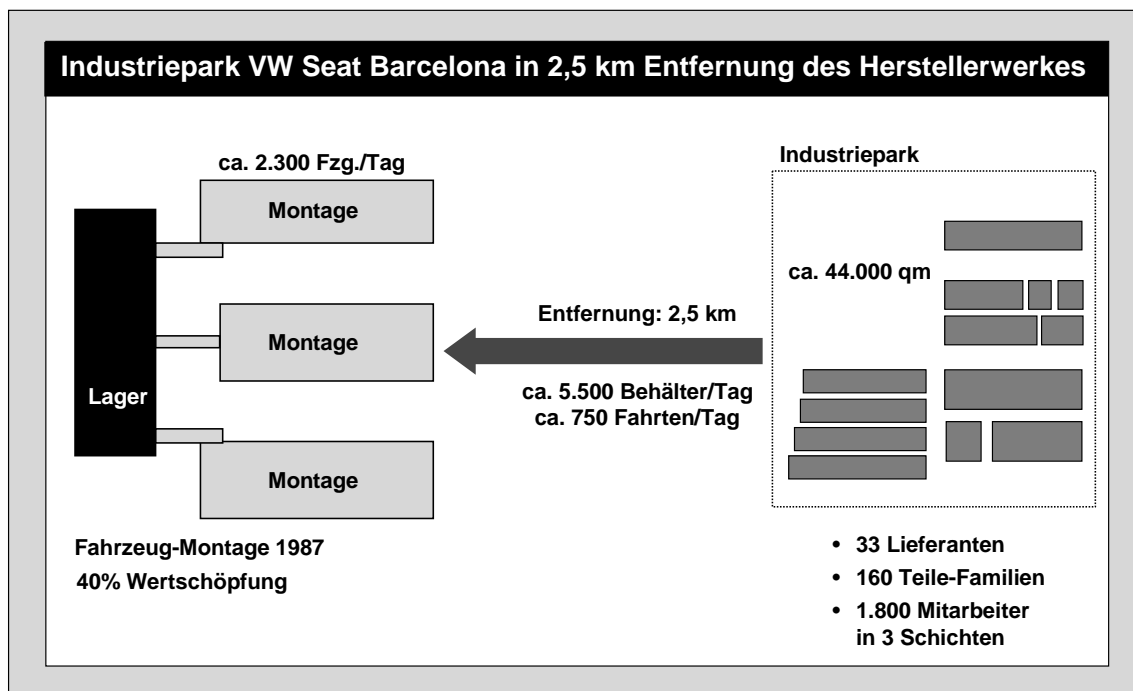


Abbildung 109: Industriepark VW Seat Barcelona 1987 [Weiß01]

Die Module aus dem Industriepark werden im Zentrallager kommissioniert und an die drei Montagelinien transportiert. Im Vergleich zu modernen Industrieparks ist der Industriepark bei Seat weit vom Herstellerwerk entfernt und er ist auf ein kleines Areal von 44.000 m<sup>2</sup> begrenzt.

Ab dem Aufsetzen der lackierten Karosserie auf das Montageband sind die Zeitfenster für die Bereitstellung der Teile sehr kurz. Bei Seat stehen z.B. 72 Minuten für die Fertigung eines Cockpits zur Verfügung. Diese Zeit setzt sich aus der Fertigungszeit, dem Erreichen einer wirtschaftlichen Losgröße für einen Transport (alle 16 Fahrzeuge) und der Transportzeit selbst zusammen. Durch einen voreilenden Informationsfluss beginnt die Fertigung des Cockpits bereits, wenn noch kein Transportfahrzeug bereit steht.

Aufgrund des geringen Zeitfensters ist es erforderlich, dass die Zulieferer des Moduls Cockpit in Herstellernähe produzieren. Die Teile für das Cockpit müssen vorkonfektioniert werden. Die entsprechenden Zulieferer für die Module des kundenauftragsbezogenen Fahrzeuges werden im Industriepark so angeordnet, dass ein Shuttlefahrzeug (LKW) diese in Sequenz abfahren kann. Auch baulich wurden Modifikationen vorgenommen z.B. ein Fenster in der Wand des Hallenabschnittes Kabelbaumkonfektion zum Cockpitproduzenten.

Zur Entwicklung und Realisierung des Industrieparks in der Nähe des Produktions-/ Montagestandortes wurde das folgende Konsortium aufgebaut:

Der Investor stellt ein Gelände vor Ort zur Verfügung und baut darauf modulare Hallen, die er an die vertraglich noch zu bindenden Zulieferer weiter vermietet. Der Investor trägt das Investitionsrisiko (*Risikoshifting, -sharing*) und geht mit der Investition in Vorleistung.

### A. 3.2 Industriepark Autoeuropa Palmela

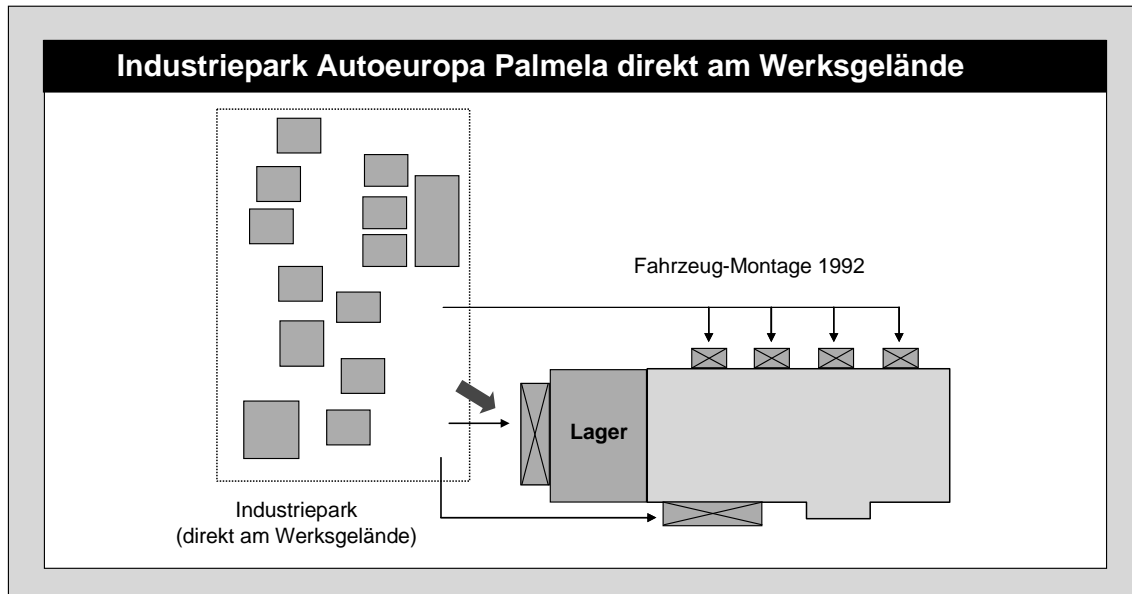


Abbildung 110: Industriepark Autoeuropa Palmela 1992 [Weiß01]

Der Industriepark in Palmela Portugal ist seit April 1995 in Betrieb. Volkswagen Autoeuropa-Automóveis Lda. ist eines der modernsten Automobilwerke in Europa. Der Aufgabenbereich von Ford bestand in der Werksplanung und dem Kauf des Geländes. Volkswagen zeichnete sich hingegen für die Automobilentwicklung verantwortlich. Seit 1999 ist das Werk in Palmela eine hundertprozentige Tochtergesellschaft der Volkswagen AG.

Auf den 900.000 m<sup>2</sup> im Industriepark sind 12 der 52 portugiesischen Lieferanten angesiedelt. Sie fertigen den Volkswagen Sharan, den Seat Alhambra und den Ford Galaxy. Diese drei Fahrzeuge unterscheiden sich in verschiedenen Details, z. B. die Formen der Scheinwerfer, besitzen aber viele Gleichteile (*Economy of Scale*) und die gleiche Plattform (siehe Anhang B). Das meistverkaufte Modell ist der VW Sharan.

Die Fahrzeuge werden kundenauftragsbezogen gefertigt, d.h. jedes Fahrzeug das Autoeuropa verlässt, ist bereits verkauft. Hauptabnehmerländer sind Deutschland und Großbritannien.

Der Industriepark Autoeuropa Palmela erstreckt sich über eine Fläche von 900.000 m<sup>2</sup> und befindet sich direkt am Werksgelände. Es wird kein zentrales Werkslager bedient, sondern lediglich Logistikflächen (Wareneingang, Puffer) in der Nähe der Verbauorte der Montagelinie [VWme05].

### A. 3.3 Der Industriepark Ford Köln mit automatisierter Anbindung

Im Industriepark Köln-Niehl übernehmen ein Dutzend Partnerunternehmen, darunter Benteler, Faurecia oder Kautex Textron die Vormontage kompletter Fahrzeugmodule. Aktuell sind im Industriepark Köln zwölf Zulieferer auf einer Gesamtfläche von 60.000 Quadratmetern angesiedelt. Aufgrund der dicht bebauten Fläche verfügt der Industriepark über geringe Ausbau- und

Erweiterungsmöglichkeiten. Bei den Zulieferfirmen sind rund 1200 Mitarbeiter beschäftigt. Insgesamt finden 40% Wertschöpfung bei Ford und 60% im Industriepark statt. Dank der Neustrukturierung der Fertigungsabläufe und der Modernisierung der Produktionsanlagen bei Ford selbst ist in Köln-Niehl eines der modernsten Automobilwerke Europas mit einer Kapazität von rund 405.000 Fiestas pro Jahr entstanden [Lemo04].

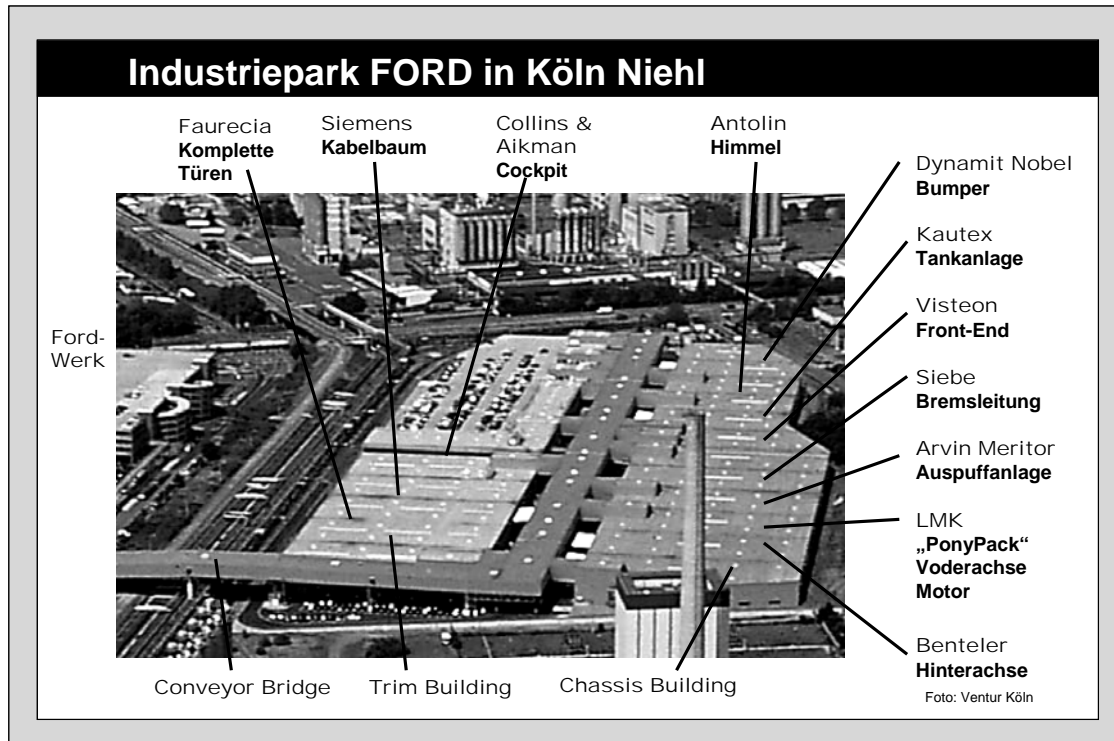


Abbildung 111: Industriepark Ford Köln-Niehl [Ante05]

Im Jahr 2006 wurden 412.537 Fordfahrzeuge in Köln proziert [moto07]. Davon sind 299.852 Ford Fiesta und 112.685 Ford Fusion Modelle, welche auf einer gemeinsamen Plattform gefertigt werden. Die Modulbauweise und der Industriepark verbesserten die Materialströme. In der Vergangenheit wurden verschiedenste Einzelteile wie etwa Kabelsätze und Radios per Lkw von Zulieferern aus Spanien oder aus Osteuropa nach Köln-Niehl transportiert. Heute werden diese Teile schon vorher zu komplexen Baugruppen montiert und bei Ford als Module angeliefert. Im neuen Ford Industriepark Köln-Niehl montieren zwölf Systemlieferanten Module. Die Arbeiter im Industriepark statten beispielsweise alle Türen von Ford Fiesta und Fusion komplett aus. Die Armaturentafeln werden dort zusammengesetzt. Ebenfalls das "Ponypack", der komplette Vorderwagen mit Motor, Getriebe und Vorderachse wird im Industriepark gefertigt. Alle Module gelangen über die 800 Meter lange Elektrohängebahn nicht nur "Just in Time", sondern sogar "Just in Sequence" an die Einbaustellen der Ford-Fließbandfertigung in der Halle Y. Damit erhält jedes Fahrzeug genau zur richtigen Zeit die passenden Türen mit der vom Käufer bestellten Ausstattung wie elektrische Fensterheber oder Tür-Lautsprecher (siehe Abbildung 111). Die Schienen der Elektrohängebahn erreichen mit ihren Weichen und Abzweigungen insgesamt eine Länge von zwölf Kilometern. Durch die Elektrohängebahn konnte der Lkw-Verkehr trotz erhöhter Tagesproduktion reduziert werden. Die Elektrohängebahn wurde in einem Betreibermodell von der Firma Eisenmann in Böblingen errichtet und wird auch von Eisenmann betrieben. Die Anlage hat seit dem Start der Serienproduktion des Fiesta laut Logistikchef Paul Lemoine eine Verfügbarkeit von 99 Prozent [Lemo03a].

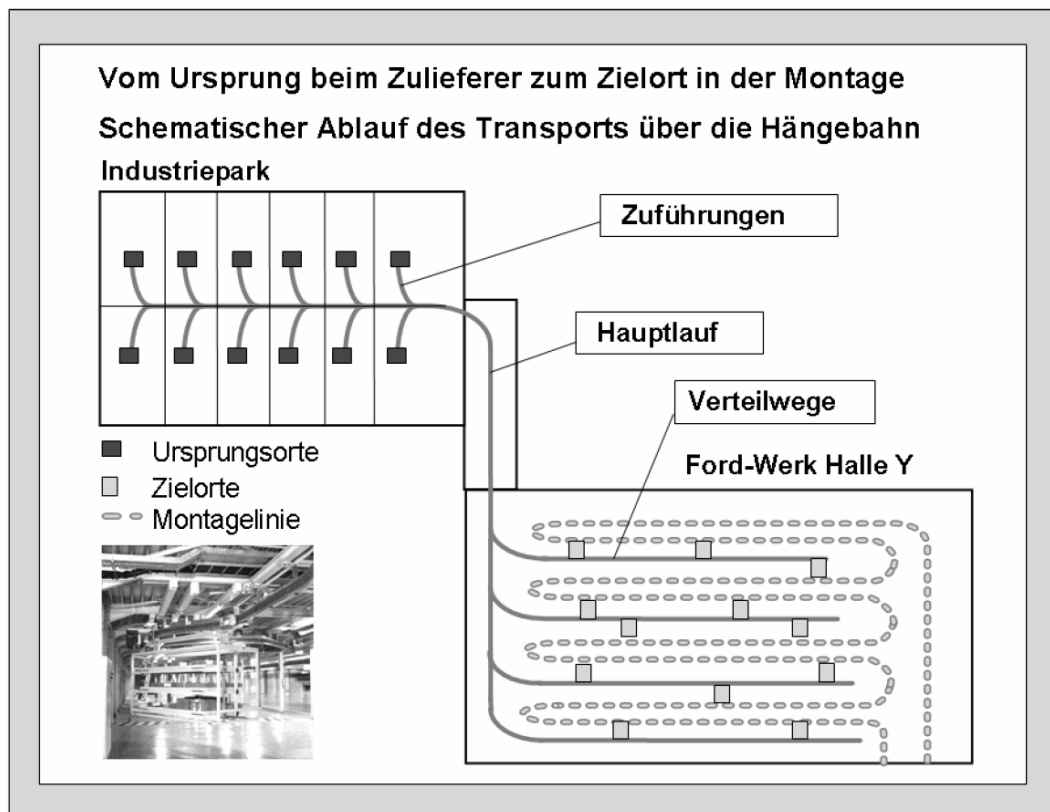


Abbildung 112: Schematische Darstellung der Verknüpfung von Industriepark und Herstellerwerk über eine automatische Hängebahn

Die Bezahlung der zwölf im Industriepark ansässigen Zulieferer erfolgt pro fertig gestelltes fehlerfreies Auto (*"Pay on Production"*). Die beiden Modelle Fiesta und Fusion sind auf einer gemeinsamen Plattform konzipiert worden und werden im vollflexiblen Produktionswechsel mit der Losgröße 1 zwischen den Modellen in Köln produziert. Der Anteil des Modells Fusion liegt bei ca. 35% der Gesamtproduktion. Für diese neue flexible, modularisierte Fertigung wurden insgesamt 525 Millionen Euro von Ford und seinen Lieferanten in Köln investiert. Ford trug einen Anteil von 64 Millionen Euro an diesen Investitionen.

Zu Beginn des Planungsprojektes der Implementierung eines einheitlichen Beschaffungskonzeptes im Werk Köln wurde neben dem umgesetzten Industriepark, auch ein alternatives Konzept auf der „grünen Wiese“ geprüft. Das *Greenfield-Konzept* sah eine regionale, aber dezentrale Anordnung der Zulieferer, mit einer Nahverkehrsanbindung an das Werk vor. Die Entscheidung fiel auf das Industriepark-Konzept. Die Gründe für diese Entscheidung waren: höherer *JIS-Anteile*, höhere Versorgungssicherheit, Nutzung von Synergiepotenzialen in gemeinschaftlichen Einrichtungen und die Möglichkeit zur Intensivierung von *Outsourcing-Strategien*.

### A. 3.4 Das MCC-Werk Hambach als Prototyp der integrierten Fabrik

Im Jahr 1994 traf der *DaimlerChrysler* Konzern die Entscheidung für die Schaffung eines neuen Produktionsstandortes in Hambach, Frankreich, um dort durch das hundertprozentige Tochterunternehmen *Micro Compact Car* (MCC) den *MCC Smart* fertigen zu lassen. In der „*Smartville*“ genannten Fabrik werden seit 1998 der „*Smart fortwo*“ und seit 2003 der *Smart Roadster* produziert. Der „*Smart fortwo*“ wird aktuell in Stückzahlen von 130.000 Fahrzeugen pro Jahr produziert [Sydo04]. Abbildung 113 zeigt das Werk Hambach aus der Vogelperspektive. Hambach liegt ca. 30 km südlich von Saarbrücken. Die Gesamtfläche des rechteckigen

Geländes beträgt 680.000 m<sup>2</sup>. Auf dem Bild ist zunächst eine klare Gliederung der Produktionsflächen zu erkennen, die räumlich durch Straßen voneinander abgegrenzt sind. Die Straßennamen *Rue de la Qualité*, *Rue de la Flexibilité* und *Rue de la Créativité* verdeutlichen dabei die Ambitionen des Werks [Bloc03].



Abbildung 113: Werk MCC Hambach aus der Vogelperspektive [Auto05]

In der Mitte des Geländes befindet sich ein kreuzförmiges Gebäude das „Smart Plus“, in dem die Montagelinie des Smart untergebracht ist. Das Areal verfügt über genügend Freiflächen zur Erweiterung der Hallen oder zur Ansiedlung neuer Zulieferer.

Bei dem Werk Hambach handelt es sich um eine Sonderform des Industrieparks. Der Industriepark ist in das Werk des Herstellers integriert. Dieses Konzept wird als *integrierte Fabrik* bezeichnet. Es handelt sich dabei um eine von OEM und Zulieferer gemeinschaftlich betriebene Fabrik auf einem geschlossenen Werksgelände mit gemeinsam genutzter Infrastruktur. Die *integrierte Fabrik* besitzt:

- eine zentrale Werkseinfahrt
- gemeinsame Straßen auf dem Gelände
- gemeinsames Zentrallager mit Wareneingang und Kommissionierbereich
- gemeinsame Sozialeinrichtungen: Erste-Hilfe-Station, Tankstelle, Kantine usw.

Der Bau der Fahrzeuge erfolgt in enger Kooperation von MCC mit 35 sog. Systempartnern, die die benötigten Systeme und Module nach dem JIS-Prinzip bereitstellen.

Von den klassischen Zulieferern unterscheiden sich Systempartner durch die folgenden Merkmale:

- Systempartner sind Teilnehmer der integrierten Fabrik.
- Systempartner sind für ein Modul/System der einzige Zulieferer des OEM.
- Systempartner entwickeln die von ihnen gelieferten Module/Systeme eigenständig nach den technischen und qualitativen Anforderungen des OEM.
- Systempartner liefern nach dem JIS-Prinzip und sind vollständig in die Materialfluss- und Informationsflusssteuerung des OEM eingebettet.



Flexibilität. Sollte sich der Montageort im Laufe der Werksentwicklung verschieben, sind die Ausgangspuffer zwar nicht mehr gegenüberliegend, aber die Parallelverschiebung kann durch die längs an dem Montagegebäude verlaufenden Straßen ausgeglichen werden. Bei einer Veränderung der Montage ist die Möglichkeit gegeben, trotzdem noch an der erforderlichen Stelle ans Band liefern zu können [Böls99]. Innerhalb der sie umgebenden Straßen haben alle Systempartner Platz für Erweiterungen. Diese Erweiterungsmöglichkeiten können nicht nur für die Erhöhung des Produktionsoutputs (durch Vergrößerung der Produktionshallen), sondern auch für eine Erhöhung der Fertigungstiefe am Standort Hambach (durch die Ansiedlung weiterer Zulieferer) genutzt werden.

Die Systempartner sind sowohl räumlich, als auch logistisch eng mit den Montageschritten der MCC verkettet und dementsprechend vollständig in die Produktionsplanung und –steuerung der MCC integriert. Daher existieren keine Lagerbestände zwischen den Systempartnern und MCC. Die Systempartner liefern die Komponenten nach dem JIS-Prinzip direkt an die Pufferflächen in der Montage. Eine solche Art der Anbindung der Zuliefererproduktion wird durch eine KANBAN-Steuerung (siehe Anhang A.3.1) erreicht. Hierbei wird die Produktion der Systempartner angehalten, wenn die maximalen Pufferbestände auf den Bereitstellflächen in der Produktion erreicht sind. Wird dann ein Modul durch die MCC-Montage entnommen, ist dies das Signal zur Fertigung des nächsten Auftrages in der gemeinsamen Auftragsliste mit der Losgröße 1 [Böls99]. Die Systempartner Magna Steyr und Surtema sind über eine automatisierte Fördertechnik an die MCC Montage angeschlossen.

Alle logistischen Dienstleistungen werden von den Partnern:

- Schenker BLT: Lieferantenzentrum Ersatzteile, Zubehör,
- Moslof: Neuwagenauslieferung,
- Panopa: Transportmittelmanagement,
- MLT: Lieferantenzentrum kleine Montageteile,

übernommen. Die MCC gibt in Pressemitteilungen [MCC99] eine eigene Fertigungstiefe von 8 Prozent an. Die Fertigungstiefe der gesamten Fabrik in Hambach beträgt etwa 20 Prozent, wovon 8 Prozent auf MCC und 12 Prozent auf die Systempartner entfallen. Die Zahl der Beschäftigten liegt bei MCC bei ca. 800 und bei den Systempartnern bei ungefähr 1.200, was exakt die prozentualen Wertschöpfungsanteile von MCC und den Systempartnern widerspiegelt. Die restlichen 80% Wertschöpfung finden außerhalb des Werks statt und werden in Form von vorgefertigten Komponenten und Systemen angeliefert. So erfolgt z.B.:

- die Produktion der Motoren durch Mercedes-Benz in Berlin,
- die Fertigung der Hinterachsen durch Mercedes-Benz in Bremen,
- die Anlieferung der Sitze durch den französischen Sitzhersteller Edgar Faure.

Der Grad der Automatisierung ist sowohl bei den Systempartnern als auch bei der MCC sehr groß. Im Karosseriebau der Firma Magna Steyr gibt es z.B. 137 Roboter, die 108 Teile an 2300 Schweißpunkten zusammenschweißen. In der Montage stehen 140 Montageroboter. Insgesamt arbeiten 150 Mitarbeiter in der Montage. Jede dieser Montagestationen benötigt Teile, die entweder nach dem *JIS-Prinzip* durch die Systemlieferanten bereitgestellt werden, oder Teile die durch den Logistikdienstleister TNT an die Linie aus dem Zentrallager gebracht werden. Die Produktion der Türen ist ebenfalls stark automatisiert. Der hohe Automatisierungsgrad und die geringe Fertigungstiefe ermöglichen eine Durchlaufzeit in der Montage von 4,5 Stunden pro Auto.



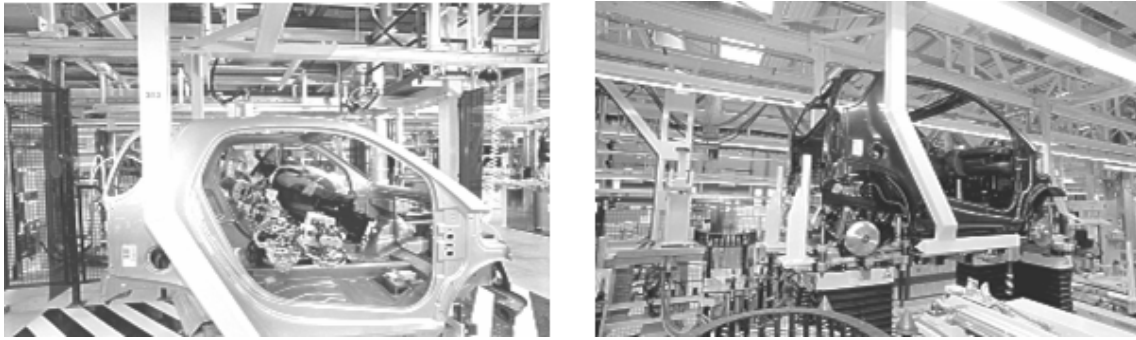


Abbildung 115: Karosseriebau (links) und Montagestation (rechts) (Quelle: [Auto05])

Das vorgestellte moderne Produktionskonzept minimiert Wege, Bestände und Durchlaufzeiten und integriert die Modul- oder Systemlieferanten in die Produktion des OEM. Der Standort MCC Hambach wird als Prototyp für das Konzept der integrierten Fabrik verstanden. Abgeleitet aus der oben angestellten Standortuntersuchung lassen sich die wesentlichen Merkmale dieses Konzeptes festhalten:

- Verschmelzung von Zuliefer- und OEM-Produktionsstandorten auf einem gemeinsamen Gelände
- Räumliche und informatorische Vernetzung der Produktion von Systempartnern und OEM
- JIS-Bereitstellung der von den Systempartnern gefertigten Module oder Systeme
- Lieferung der Teile von externen Lieferanten an einen zentralen Wareneingang
- Betrieb des Lagers mit den Bereichen Wareneingang, Lager, Kommissionierbereich durch einen zentralen Logistikdienstleister

Einzelne Logistikdienstleister können die z.B. die folgenden Aufgaben erfüllen:

- Belieferung des OEM mit Modulen/Systemen der Systempartner
- Belieferung des OEM mit Kleinteilen
- Belieferung der Systempartner mit Komponenten und Teilen

### A. 3.5 Der Industriepark der Lkw und Busfabrik VW in Resende

Das VW-Werk do Brasil in Resende stellt eine weitere Steigerung der Integration von Zulieferern der Automobilindustrie dar. Der Hersteller VW beschränkt sich dort lediglich auf seine Kernkompetenzen Produktentwicklung, Marketing, Vertrieb und Qualitätskontrolle. Die Zulieferer werden zu integrierten Modul-Herstellern unter einem gemeinsamen Dach. In Smartville werden die von den Lieferanten auf dem Werksgelände gefertigten Systeme und Module im „*Smart Plus*“ (siehe Abbildung 114) von den Mitarbeitern von MCC montiert. In Resende montieren die System- und Modullieferanten in den Werkshallen von VW. Von den 1.550 Angestellten sind nur 250 direkte VW-Mitarbeiter. Die eigentliche Montagearbeit wird von den Mitarbeitern der verschiedenen Zulieferer geleistet. Es entsteht eine Partnerschaft verschiedener Unternehmen, die sich auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren.

Rechtlich bleiben die einzelnen Unternehmen unabhängig. VW übernimmt als Netzwerk-Broker die Koordination. Das Gebäude gehört VW, die internen Betriebsmittel den Zulieferern. Die Kooperation ist so aufgebaut, dass alle Partner dadurch profitieren. Die wesentlichen Vorteile sind:

- Reduzierung der Anlauf- und Herstellkosten

- Reduzierung des Gesamtinvestitionsvolumens
- Steigerung der Effektivität und Produktivität
- Flexibilisierung der Fertigungsabläufe
- Qualitätsverbesserung

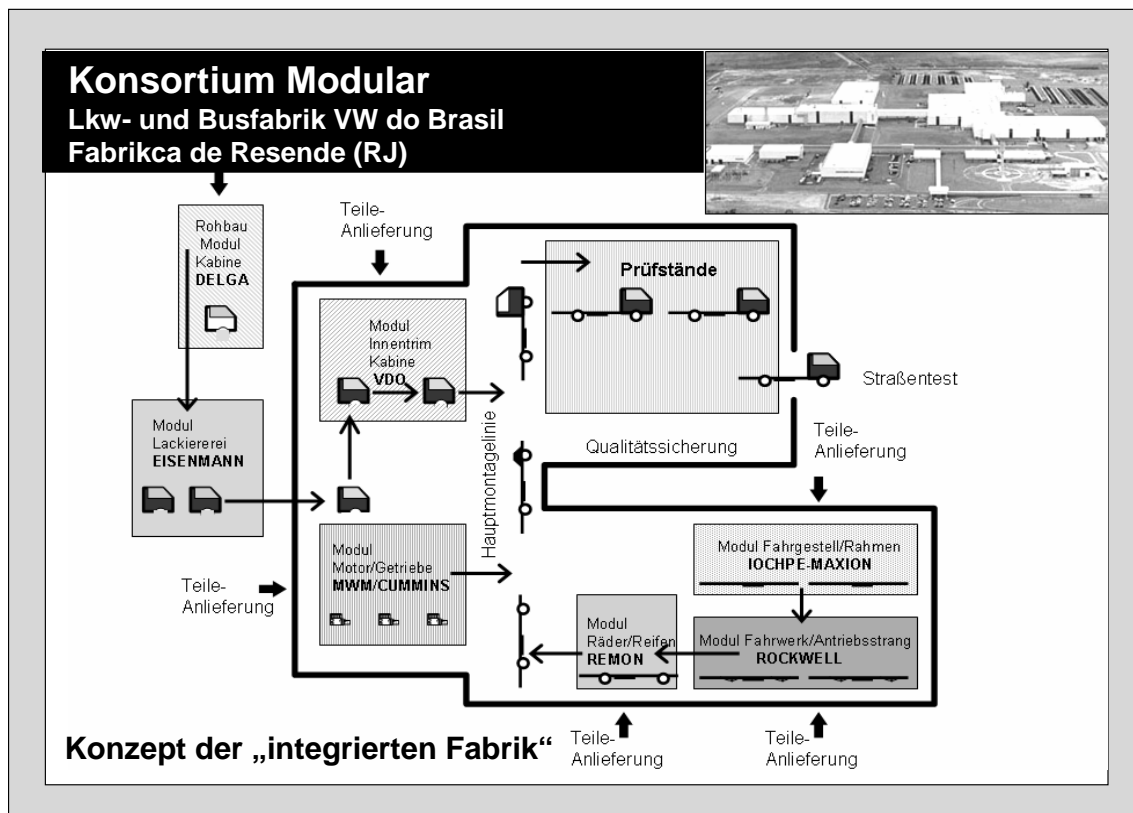


Abbildung 116: Vollständige Integration der Zulieferer und Logistik in der Fabrikstruktur

Abbildung 116 verdeutlicht die Lkw- und Busmontage unter einem Fabrikdach. Die sechs Zulieferer sind so angesiedelt, dass sie neben der Montagelinie die zu fertigenden Module *just-in-sequence* erstellen, übergeben und sie dann mit ihren Mitarbeitern in das entstehende Fahrzeug einbauen. Dementsprechend werden das fertige Fahrgestell und der Rahmen des Herstellers MAXION an die Firma MÉRITOR übergeben, welche die Achse, die Bremsen und die Radaufhängung montiert. Mit den Rädern und Reifen wird das Fahrgestell durch das Unternehmen REMON komplettiert und der Hauptmontagelinie zugeführt. Anschließend werden der Motor und das Getriebe eingebaut. Die Fahrerkabine wird in einer Seitenlinie von der Firma DELGA gefertigt und dann von der Firma CARESE lackiert. Siemens VDO übernimmt mit dem Cockpit, den Sitzen sowie den restlichen Bestandteilen die Montage der Innenausstattung des Fahrerhauses. Einige Mitarbeiter von Siemens VDO montieren an der Hauptmontagelinie abschließend das komplette Fahrerhaus auf die bereits fertig motorisierten Fahrgestelle. Volkswagenmitarbeiter übernehmen während des Produktionsprozesses nur die Koordination des Gesamtprozesses und die abschließende Qualitätskontrolle. Für das Auffüllen der Materialien und die Sauberkeit ist eine weitere eigenständige Firma, die UNION MANTEM, zuständig.

Die „integrierte Fabrik“ ist kein vom Hersteller weitestgehend unabhängiger Industriepark, sondern als Sonderform zu betrachten. Sie bietet noch mehr Synergieeffekte als Industrieparks und ist ein innovatives Zukunftsmodell für die Zusammenarbeit in der Automobilindustrie.

## Anhang B: Die Produktplanung in der Automobilindustrie

Die Entwicklung von Plattform- und Modulkonzepten in der Produktgestaltung der Automobile ermöglicht die Verlagerung von Montage- und Produktionsschritten auf Zulieferer zur Reduzierung der Fertigungstiefe. Die Fertigungsabschnitte des Industrieparks müssen entsprechend der Montage der Module und Systeme auf der Plattform angeordnet werden. Die folgende Ausarbeitung fasst die wesentlichen Merkmale der aktuellen Produktentwicklung von Automobilen zusammen. Diese Vorgehensweise ist in abstrahierter Form auf die Planung des Produktes Fabrik zu übertragen.

### B 1 Die Beschränkung auf die Kernkompetenzen

Einen Ausweg aus dem Dilemma zwischen wachsenden Anforderungen und steigendem Kostendruck sehen die Hersteller in der weiteren Reduzierung ihrer Wertschöpfungstiefe und die Konzentration auf ihre Kernkompetenzen. Zu den Kernkompetenzen der Hersteller zählen: der Verkauf, das Marketing, der Kundenservice, das Design und die Fahrzeugentwicklung bei europäischen Premiumherstellern auch Motor, Chassis und wichtige Elemente des Innenraumes [Kief03].

WILDEMANN unterscheidet in [Wild99] zwischen „strategisch wichtigen Kompetenzfeldern der OEMs“ und „potenziellen Kompetenzfeldern für Modular Sourcing“. Potenzielle Kompetenzfelder für *Modular Sourcing* sind demnach Karosserieteile, Innenraum, Chassis, Getriebe, Lenkung, Bremsen, Motorteile, Batterie und Elektronik. Kernkompetenzen nach [Wild99] sind das Design, die Karosserie, Lackiererei, Endmontage, das Marketing und der Motor. Die Plattformstrategie der Hersteller ermöglicht das bilden von Modulen, die durch geringfügige Modifikationen für mehrere Modelle verwendet werden können. Daraus ergeben sich Vorteile durch die Skaleneffekte und Beschaffungsvorteile für diese Module und die Auslagerung von Beständen und Variantenvielfalt auf die Modullieferanten. Abbildung 117 zeigt ein Fahrzeugmodell mit seinen Modulen.

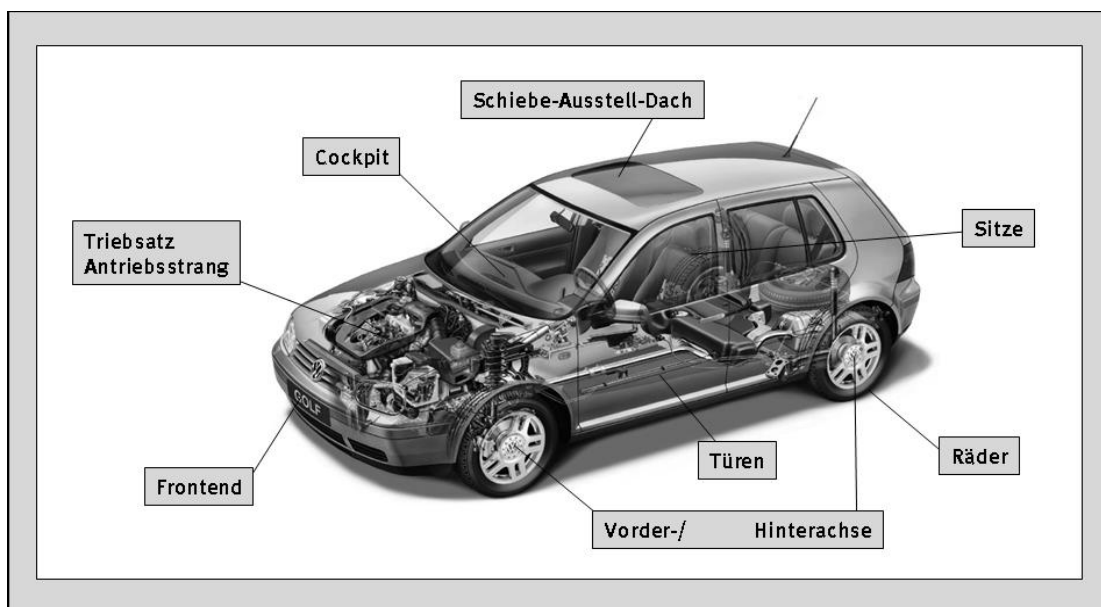


Abbildung 117: Plattform- und Modulstrategie am Beispiel VW Golf III [Weiß01]

Die Auslagerung von Modulen auf Modullieferanten führt zu einer Reduzierung der Fixkosten für teure Anlagen und für die Produktentwicklung und damit zu einer höheren Rendite auf das

eingesetzte Kapital bei den Herstellern. Durch diese Outsourcing - Strategie geht auf der anderen Seite den Herstellern die Engineering - Kompetenz komplett verloren. Sie sind auf Modul- und Systemlieferanten angewiesen und geraten in eine gewisse Abhängigkeit. Nach aktuellen Schätzungen von *Bain&Company* wird sich der Wertschöpfungsanteil der weltweiten Automobilfertigung von im Durchschnitt 45% im Jahr 1995 auf 25% im Jahr 2005 reduzieren [Kief03].

Die Kunst im Produktdesign besteht darin, noch beherrschbare komplexe Teile bei den Zulieferern zu kreieren, um den Montageprozess so einfach wie möglich gestalten zu können. Durch den einfachen Montageprozess kann der Wertschöpfungsanteil bei den Herstellern gesteigert werden. Dies geschieht durch höhere Qualität bei geringeren Fehlern, schnellere Lernkurven und größere Skaleneffekte. Um diese Zusammenhänge besser verstehen zu können, werden im folgenden Kapitel einiger dieser Aspekte näher beschrieben.

## B. 2 Die Strategie der Produktgestaltung

Die Modellpolitik aller leistungsstarken Hersteller weist aktuell in die gleiche Richtung: Einerseits wird die Modellpalette durch den umfassenden Ausbau höherer und niedrigerer Preissegmente und den Einstieg in die Produktion so genannter Nischenfahrzeuge erweitert. Andererseits wird innerhalb der jeweiligen Modellklasse eine Vielzahl unterschiedlicher Varianten angeboten, die sich insgesamt durch eine größere technische Komplexität auszeichnen. Der Kybernetiker Ross Ashby formulierte in [Ashb56] die prägnante Hypothese: „*Only Variety can destroy Variety!*“. Die steigende Typen- und Variantenanzahl führt zu einer steigenden Komplexität der Produktion. Die Hersteller reagieren darauf mit Outsourcing und einer zunehmenden Integration der Zulieferer. Beide Strategien führen zu einer Steigerung der Komplexität auf der Beschaffungsseite. Nach [Ashb56] wird die Komplexität des Systems dadurch nicht geringer, sondern deren Symptome nur durch eine andere Form der Komplexität verdrängt [Dörm96]. Eine Lösung des Zielkonflikts ist die Plattformstrategie. Hierdurch wird die Komplexität der Produktion reduziert und Module mit einer hohen Komplexität von Fremdfirmen eingekauft. Die Komplexität des Zuliefernetzwerks wird durch das *Modular Sourcing* begrenzt.

### B. 2.1 Anteile von Software und Elektronik steigen

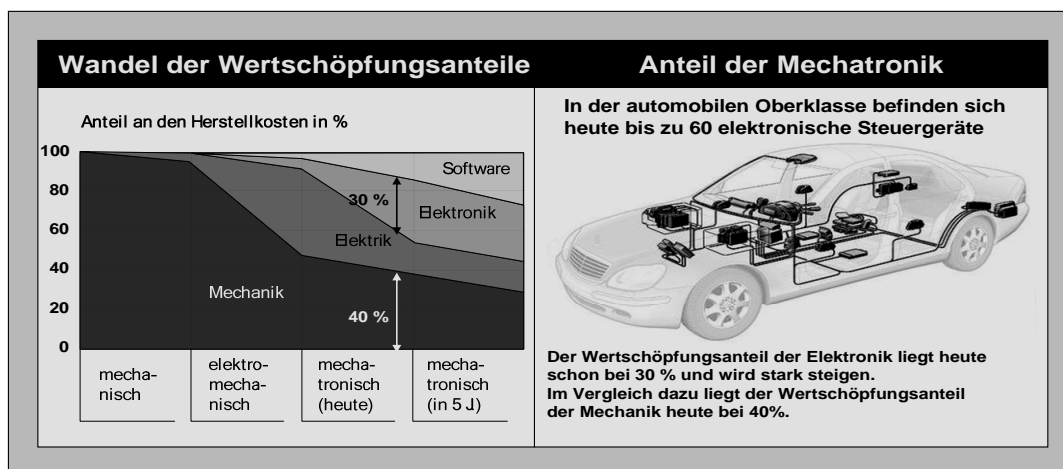


Abbildung 118: Wandel der Wertschöpfungsanteile [Auto03]; [Südd04]

Die Komplexität wird aktuell durch den immer größer werdenden Einsatz von Elektronik und mechatronischen Bauteilen an den Fahrzeugen verstärkt. Heute liegt der Mechanikanteil an den

Herstellkosten eines Fahrzeugs noch bei 40 Prozent. Während sie, wie auch die klassische Elektrik an Bedeutung verliert, gewinnen Elektronik und Software zunehmend Wertschöpfungsanteile (siehe Abbildung 118 [Auto03]).

Innovationen basieren heute zu 80 bis 85 Prozent teilweise oder ausschließlich auf Elektronik", erläutert Hans-Joachim Schöpf [Schö04], Entwicklungsvorstand für Mercedes-Benz. Kaum ein mechanisches Bauteil im Auto, das durch die Minicomputer nicht noch klüger würde. In der automobilen Oberklasse befinden sich aktuell über 60 Steuergeräte und mehr als zwei Kilometer Lichtwellenleiter. Jedes zusätzliche elektronische Teilsystem kann jedoch ein Fehlerrisiko im Auto darstellen. Das wuchernde Elektronik-Netzwerk stößt an seine Grenzen. „In der nächsten Fahrzeuggeneration können wir unmöglich die Zahl der Steuergeräte auf 150 verdoppeln“, sagt Ulrich Weinmann [Wein04], Geschäftsführer der BMW Car IT, „wir müssen die Komplexität zurückfahren und langfristig das Auto mit einer zentralen Intelligenz ausstatten.“

Wurde die klassische Automobilentwicklung bislang von Ingenieuren getrieben, (Verbesserungen bei Antrieb, Fahrwerk und Karosserie) stehen heute nicht die einzelnen Komponenten, sondern das Fahrzeug als Gesamtfunktion im Vordergrund. Dies kann nur mit einer intelligenten Lösung aus Hardware und Software und einer engen Kooperation aus Ingenieuren und Informatikern gelingen.

## B. 2.2 Plattformstrategie und modularer Aufbau

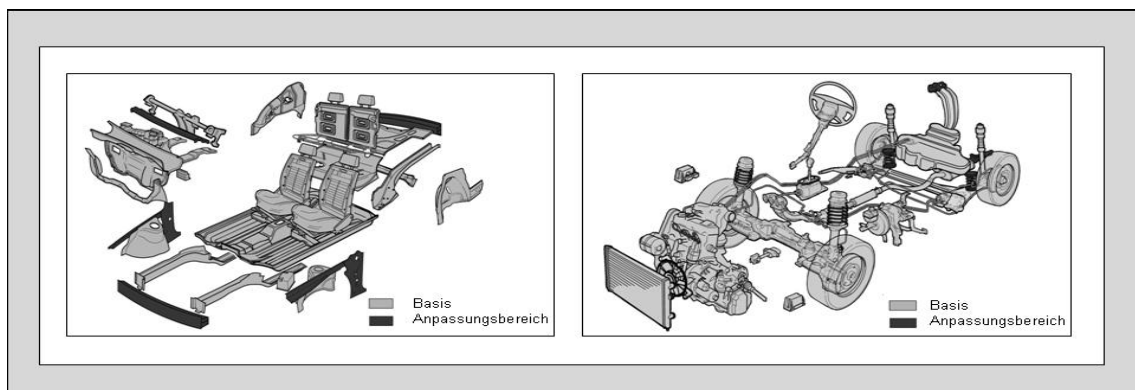


Abbildung 119: Plattformumfang Unterbau und Fahrwerk am Beispiel VW Golf III [Weiß01]

Der individuelle Kundenwunsch erzeugt eine Varianten- und Typenexplosion in der Automobilindustrie. Abbildung 119 zeigt den Umfang von Fahrwerk und Unterbau einer Plattform des Golf III [Weiß01]. Die Plattform stellt eine Basis für viele gemeinsame Baugruppen und Prozessschritte, sowie eine Vielfalt von differenzierten Fahrzeugtypen dar. Die Zahl der zu verbauenden Gleichteile in den unterschiedlichen Modellen und Varianten wird durch die erfolgreich praktizierten Plattformstrategien und Baukastensysteme erhöht. So genügen geringfügige Änderungen an der Plattform Antriebsstrang und Fahrwerk, um verschiedene Modelle (z.B. Seat, Audi A3, Golf) und Varianten (Cabrio) bzw. Derivate (2 Türer, 4 Türer) darauf aufbauend fertigen zu können. Um beim Verbraucher eine Produktidentität zu erzeugen, heben sich die verschiedenen Fahrzeugtypen durch ihr äußeres Erscheinungsbild und den Ausstattungsumfang voneinander ab. Durch die Anwendung einer Plattformstrategie können beträchtliche Kostenvorteile erzielt werden, die direkt oder indirekt an die Käufer weitergegeben werden. So können auch Fahrzeugmodelle in kleineren Serien zu erschwinglichen Preisen angeboten werden.

Die Plattform eines Fahrzeugs bestimmt nach Prof. Weißner [Wei01] bis zu 60% seiner Kosten. Bei konsequenter Anwendung der Plattformstrategie können die folgenden Nutzen erzielt werden:

- Niedrigere Gesamtinvestition
- Reduzierung der Teilevielfalt
- Weltweiter Teileaustausch möglich
- Steigerung der Anlaufqualität durch Nutzung von Erfahrungen
- Niedrigere Kaufpreise durch höhere Stückzahlen
- Weniger Entwicklungsaufwand

Zum besseren Verständnis sollen an dieser Stelle einige Begriffe zur Produktgestaltung des Automobils geklärt werden.

### B. 2.3 Teile, Komponenten, Module und Systeme

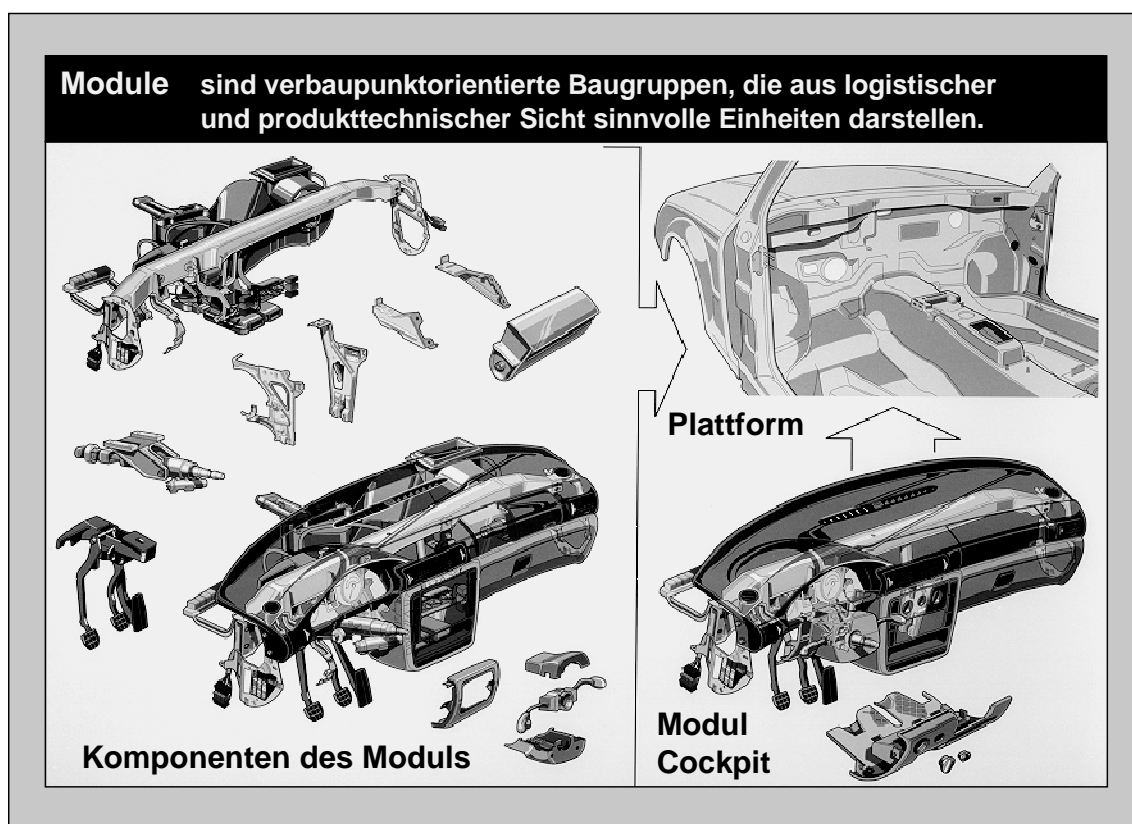


Abbildung 120: Modul und Komponenten: am Beispiel Cockpit VW Golf III [Wei01]

Es lassen sich die folgenden Zulieferleistungen unterscheiden [Ado196]:

*Teile* stellen die am stärksten standardisierten Elemente des Angebotspektrums dar. Für sie liegen in der Regel internationale Normen vor. Die Normung und Standardisierung lässt eine Produktion ohne besondere Abstimmung mit dem Abnehmer zu. Außerdem ist die Zahl der in ihnen verarbeiteten Werkstoffe so überschaubar, dass die Qualitätsanforderungen relativ leicht zu erreichen sind. Entsprechend sind Teile für die Automobilindustrie leicht und vielerorts beschaffbar. Die geringe Spezifikation macht einen Lieferantenwechsel einfach. Der Preiswettbewerb auf die Zulieferer von Teilen ist deshalb enorm. Zu den Teilen zählen beispielsweise Schrauben und Kabel. Ihr Wertanteil im Endprodukt ist meist gering.

Zu den *Komponenten* zählen z.B. Kabelbäume, Zahnkränze und Getriebegehäuse. Sie weisen eine höhere Nachfragespezifikation auf. Für ihre Herstellung ist eine genaue Abstimmung mit

dem Abnehmer bereits bei der Entwicklung notwendig. Eine Produktion für den anonymen Markt ist somit ausgeschlossen. Die Übergangspunkte an den Komponenten zu anderen Bauteilen des Fahrzeugs sind möglichst zu standardisieren. Sind diese Schnittstellen nicht standardisiert, besteht keine Schnittstellenkompatibilität. In diesem Fall ist ein Zuliefererwechsel nicht ohne weiteres möglich [Back95].

*Module* bestehen aus mehreren *Komponenten*, die als eine Einheit an den Automobilhersteller geliefert werden. Die Leistung des Modullieferanten zeichnet sich weniger durch die Produktion, als vielmehr durch die Integration der einzelnen Komponenten zu einem stimmigen Ganzen aus.

Die positiven Aspekte der Modulbauweise sind:

- autonome Fertigungsprozesse (Vormontierbarkeit)
- abgeschlossene Module sind vom Lieferanten auf Qualität geprüft
- Reduzierung der Teilevielfalt an der Montagelinie
- höhere Skaleneffekte und größere Lernkurven
- größere Anpassungsmöglichkeit und weniger Entwicklungsaufwand
- niedrigere Gesamtinvestition
- parallele Fertigung von Modul und Fahrzeug und damit Verkürzung der Durchlaufzeit

Das Cockpit (siehe Abbildung 120) ist das anspruchsvollste Modul des Fahrzeugs. Es kombiniert Elemente unterschiedlicher Funktionen (Mechanik, Elektronik, Elektrik, Heizung, Lüftung, Klima, Sensortechnik, Airbag, Sicherheit).

In Abgrenzung zur Definition der *Module* sind *Systeme* funktionale Einheiten, deren Elemente (Einzelteile, Baugruppen) funktional zueinander gehören, aber nicht zwingend physisch zusammenhängen. Ein Beispiel ist das Bremssystem, das aus Hydraulik, Bremsen, den Rädern und dem Fahrwerk besteht (siehe Abbildung 121). Leistet der Zulieferer außer der Integrations- und Montagearbeit noch Forschungs- und Entwicklungsarbeit, so spricht man von Systemlieferanten.

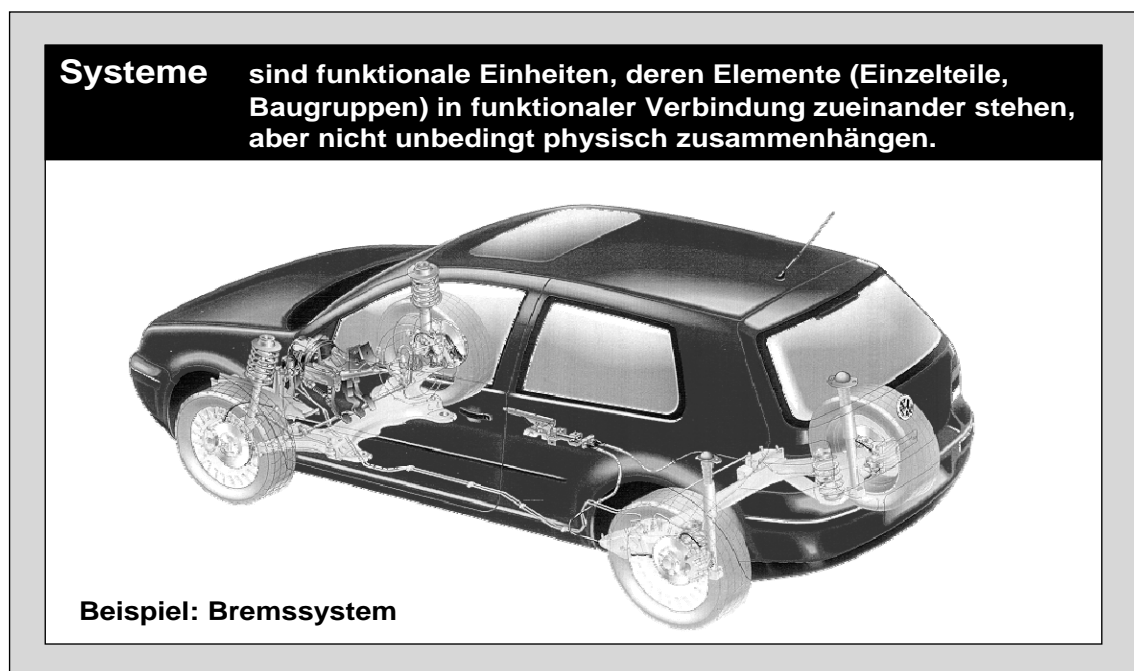


Abbildung 121: Systeme am Beispiel Bremssystem VW Golf III [Weiß01]

---

Die Produktplanung mit einer Plattform- und Modul-Strategie zielt darauf ab, bei wenigen Lieferanten zu bestellen. Dafür werden jedoch größere Mengen bestellt, mit dem Vorteil, von Mengenrabatten, minimierter Administration und der daraus resultierenden Kostenreduktion profitieren zu können. Durch strategisches Teilemanagement entfällt mehr als die Hälfte der verwendeten Teile und führt zu einer weiteren Kostenreduktion. Außerdem sinken die Designdurchlaufzeiten entscheidend und die *Time-to-Market* verkürzt sich.

Die in diesem Kapitel vorgestellten Vorteile einer strategischen Produktentwicklung im Automobilbau unterstützen auch die Kooperation zwischen den Lieferanten in einem Industriepark und dem Herstellerwerk.



## Anhang C: Analyse der Fabrikplanung

Anhang C. vermittelt einen Überblick über den aktuellen Stand der Fabrikplanung. Zuerst wird mit den bereits existierenden Ansätzen zur Fabrikplanung aus der Literatur eine Begriffsabgrenzung in Kapitel C. 1 vorgenommen. In Kapitel C. 2 folgt die Analyse wesentlicher Merkmale und Ziele von Fabriken, welche in der Fabrikplanung zu berücksichtigen sind. Kapitel C. 3 widmet sich den Merkmalen der Fabrikplanung. Die kritische Analyse Kapitel C. dient als Grundlage für die Synthese neuer Anforderungen für die in dieser Arbeit entwickelte Planungsmethode für Industrieparks.

### C. 1 Stand der Technik in der Fabrikplanung

Der Begriff Fabrikplanung wird in den Standardwerken der Literatur [Kett84], [Aggt87], [Schm95], [REFA85], [Feli98], [Koch91], [Dole81], [Grun00], [Wien96], [Rock80], [Woit72], [Ever99], [Dole81] unterschiedlich definiert (siehe Anhang E).

Es existieren bereits unterschiedliche methodische Ansätze zur Fabrikplanung, welche in Kapitel D dargestellt und analysiert werden. Als Gemeinsamkeiten dieser differierenden Ansätze und Definitionen können die folgenden Merkmale identifiziert werden.

Fabrikplanung wird im Zusammenhang mit der Planung, Optimierung und Realisierung von verschiedenen Planungsprojekten (z.B. Produktions-, Lager- und Verwaltungsstätten) und Planungsanlässen (Um-, Neu- oder Rückbau) verwandt. Fabrikplanung befasst sich dabei mit Planungsleistungen, die sich in die verschiedenen Bereiche:

- technisch (z.B. Verfahrensauswahl, Produktionssystem, Bauplanung, Logistiksystem)
- ökonomisch (z.B. Investitionsplanung, Kostenplanung)
- organisatorisch (z.B. Aufbau-, Ablauforganisation, Terminplanung, Logistik)
- arbeitswissenschaftlich (z.B. ergonomische Arbeitsplatzgestaltung)
- juristisch (z.B. Zölle, Brandschutz, BauGB, BimSCHG)
- soziologisch (z.B. Sitten, Gebräuche)
- ökologisch (Umweltschutz)
- architektonisch (Baukonstruktion, Form, Farbe, Struktur, Raumzuschnitt und Raumfolgen)

kategorisieren lassen. Diese Planungsleistungen bewegen sich in verschiedenen *Planungsfeldern* (Layoutplanung, Standortplanung, Fabrikstrukturplanung, Gebäudeplanung und Planung der technischen Gebäudeausrüstung). Die Fabrikplanung sollte auf der Grundlage einer gemeinsamen Zielsetzung erfolgen. Im Hinblick auf verschiedene Aspekte der Bewertung werden die Planungsvarianten kombiniert, bewertet und selektiert.

### C. 2 Ziel- und Merkmalsausprägung der Fabrik

Die meisten Literaturquellen verstehen unter Fabrikplanung, die Planung, Dimensionierung und Gestaltung der baulichen und technischen Anlagen der Fabrik auf der Grundlage des vorhandenen bzw. zukünftigen Produktionsprogramms. Sie sind auf die kurzfristige Zielkonzeption und auf die Vorgaben aus der Investitionsplanung bezogen. Mit Ihnen werden die langfristigen Entwicklungsmöglichkeiten: Strukturanpassung, -umwandlung, Modernisierung, Rationalisierung Expansion oder Reduktion geplant. Die Planungsaufgabe erfordert ein hohes technisches Expertenwissen. Fabrikplanung vollzieht sich meist in iterativen Schritten in der die Planungslösung entwickelt wird. Aufgrund der Ziele des Unternehmens lassen sich nach

SCHULTE [Schu03] verschiedene Fabriktypen unterscheiden (siehe Abbildung 122). Jeder dieser Typen besitzt eine andere strategische Ausrichtung der Fabrik, welche in der Planung zu berücksichtigen ist.

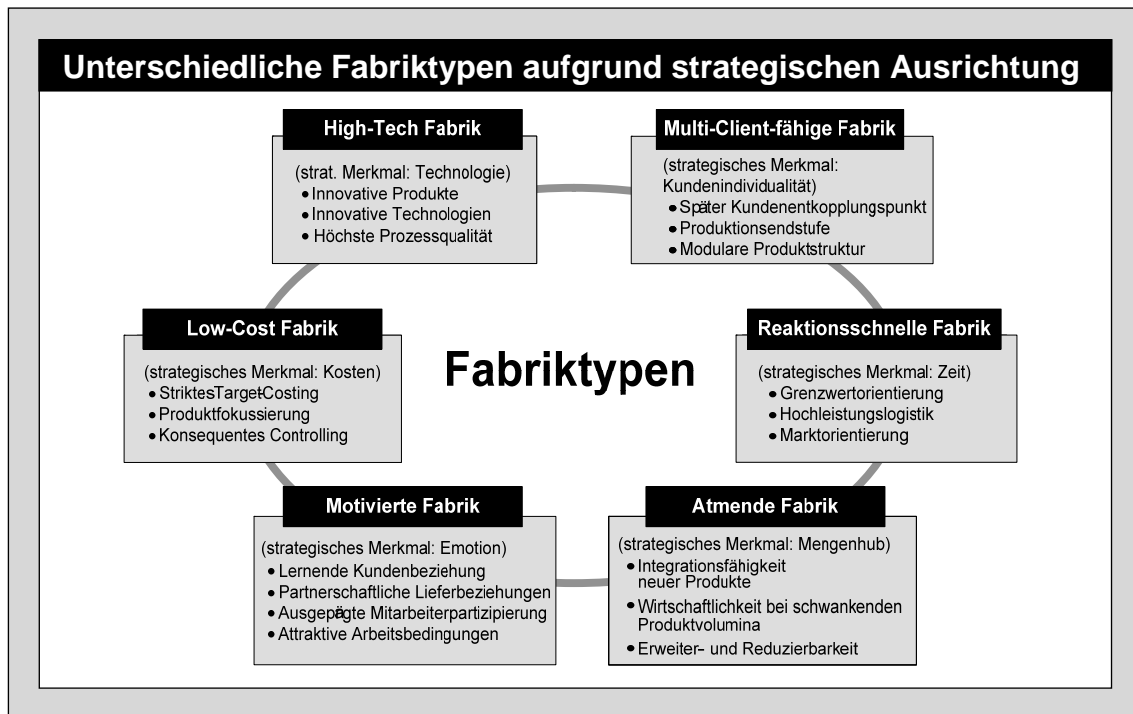


Abbildung 122: Typologisierung von Fabriken nach SCHULTE [Schu03]

## C. 3 Merkmale der Fabrikplanung

Trotz der zahlreichen Unterschiede hat die Planungsaufgabe Fabrik einige wesentliche gemeinsame Merkmale, die in den unterschiedlichsten projektbezogenen Anwendungen mit unterschiedlicher Intensität zu beachten sind.

### C. 3.1 Planungsziele der Fabrikplanung

Hauptaufgabe der Fabrikplanung ist es, die Objekte und Strukturen gemäß den spezifischen Anforderungen der wertschöpfenden Prozesse zu dimensionieren, zu strukturieren und aus funktionaler Sicht optimiert anzuordnen. Werden die wertschöpfenden Prozesse und die damit verbundene Aufbau- und Ablauforganisation nicht ausreichend berücksichtigt oder gar den vorhandenen Strukturen untergeordnet und angepasst, wird der Erfolg des Unternehmens fraglich. Nicht eine einmalige statische Betrachtung, sondern die Betrachtung und Beachtung der Dynamik der Prozesse inner- und außerhalb der Fabrik sind entscheidend für die Wertschöpfung. Die Funktionen (Features) und die Leistungsfähigkeit (Performance) der baulichen und technischen Anlagen sind nach diesen dynamischen und komplexen Prozessen bereits in der Fabrikplanung auszulegen.

Weiterhin sind alle Schnittstellen zum Umfeld, also die stoffliche, energetische, informationelle, wirtschaftliche und politische Einbindung bereits in der Fabrikplanung zu berücksichtigen (in Anlehnung an [REFA85]).

Erst das optimierte Zusammenwirken von Mensch, Technologie, Umwelt und Organisation in einer schlüssigen Unternehmensarchitektur, die permanent dem Wandel des Umfeldes angepasst wird, kann den Unternehmenserfolg langfristig sichern. Aufgrund der neuen Aufgaben und

Zielstellungen im Unternehmensumfeld sind neue Kompetenzen, Methoden und Herangehensweisen in der Fabrikplanung erforderlich. Das traditionelle Verständnis der Fabrikplanung als einmaliges Projekt ist hierfür nicht mehr ausreichend und muss entsprechend zu einer prozessorientierten, integrativen, permanent begleitenden, strategischen Fabrikplanung erweitert werden. Viele Unternehmen sind aktuell aufgrund der wirtschaftlichen Lage dazu gezwungen, durch neue, standortübergreifende und ganzheitliche Veränderungsprozesse sich den gegebenen Anforderungen anzupassen. Die taktischen und strategischen Ziele des Unternehmens geben dabei den Zielrahmen für die Fabrikplanung vor. Abbildung 123 zeigt eine Gliederung möglicher Unternehmensziele, welche gleichzeitig den Gestaltungsrahmen für die Fabrikplanung vorgeben. Diese Ziele können je nach Merkmalsausprägung und typologischer Ausrichtung des Unternehmens (siehe Abbildung 122) unterschiedlich gewichtet werden. Ausgangspunkt einer jeden Planung und des Projektmanagements ist die Identifizierung und Eingrenzung von Prozessen und Regeln, die zur Festlegung von Zielen führen. Dies gilt für Ziele des Gesamtprojektes und für Ziele innerhalb des Projektes und schließt die Ziele des Projektmanagements mit ein [DIN87], [DIN87a]. Interessen von Stakeholdern (Projektbeteiligte) werden unterschiedlich bewertet und berücksichtigt. Der Abstimmungs- und Genehmigungsprozess der Ziele mit der Trägerorganisation ist in der Phase der Zieldefinition zu regeln. Durch die Zieldefinition werden Kosten-, Qualitäts- und Terminziele ermittelt, die den Soll-Zustand beschreiben und an denen der Projekterfolg gemessen werden kann. Zur Erreichung des Soll-Zustandes sind die Aufgaben und Maßnahmen an den Zielen auszurichten.

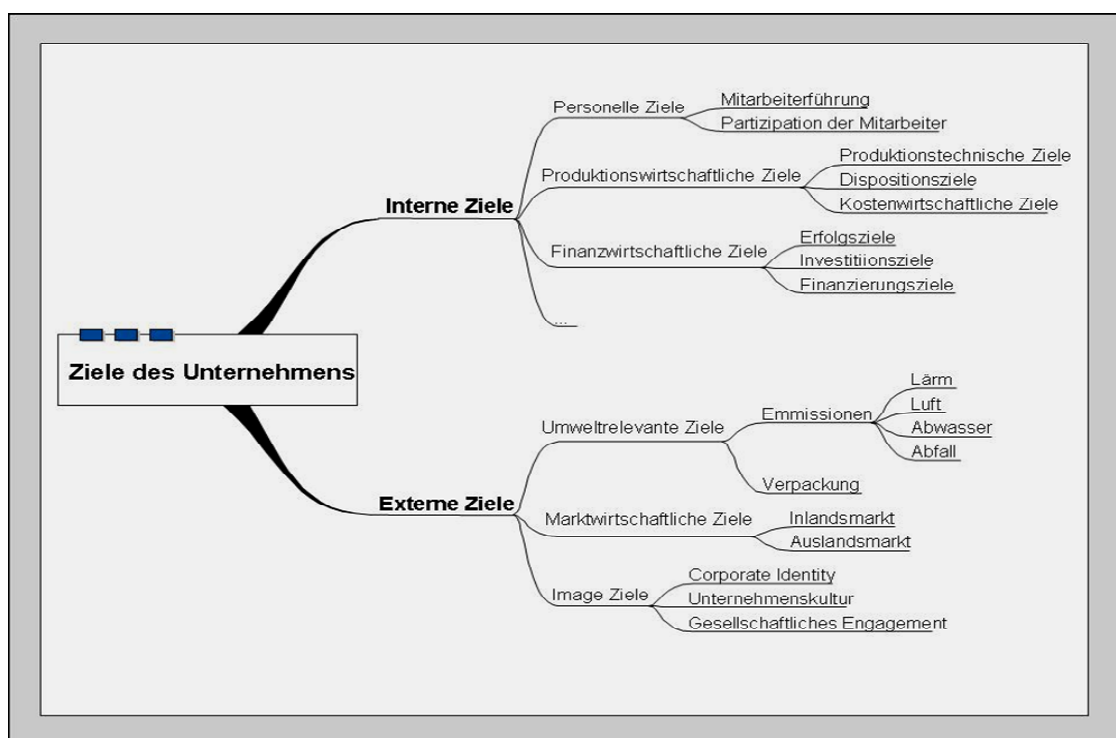


Abbildung 123: Mindmap der Ziele eines Unternehmens

Laut GRUNDIG [Grun00] sind die Ziele der Fabrikplanung neben der Standort- und Gebäudewahl, die Planung der Produktionsprozesse (Fertigung und Montage) einschließlich der einzuordnenden Logistikprozesse (Transport, Lagerung, Umschlag, Kommissionierung u.a.) sowie die erforderlichen Nebenprozesse (Instandhaltung, Betriebsmittelbau u.a.). In seinem Wesen stellt der Fabrikplanungsprozess einen Investitionsprozess dar, d.h. die Erarbeitung wirtschaftlicher Lösungen von Fabrik- bzw. Produktionsprozessen und deren rationelle Umsetzung sind die Kerninhalte.

Eine permanente Fabrikplanung gewährleistet die Möglichkeit einer raschen Anpassung an die immer schneller werdenden Veränderungen am Markt. Neuplanung (Greenfield) oder eine Änderungsplanung, Um- oder Erweiterungsplanung (Brownfield) von Fabriken beruhen in der Regel auf den vorrangigen Zielen, in möglichst kurzer Zeit Planungsergebnisse in hoher Qualität bei geringen Planungskosten zu erhalten.

Unternehmen, welche aktuell erfolgreich im globalen Markt bestehen wollen, müssen Kunden gewinnen, Shareholder überzeugen und Mitarbeiter motivieren. Dafür müssen die Strategievorgaben durch eine ziel- und ergebnisorientierte Führung aller Beteiligten im Unternehmen vermittelt werden. Ziel ist es, eine Fabrikstruktur zu finden, in der die Abläufe so schlank und einfach wie möglich sind und für einen schnellen und sicheren *Workflow* sorgt. Voraussetzung für eine optimiert funktionierende und damit die Investition in kurzer Zeit amortisierendes Produktionssystem, ist somit die genaue Analyse und Optimierung der Prozesse innerhalb und außerhalb der Fabrik. Insbesondere die Intra- und Extralogistik sind unternehmensübergreifend entlang der Supply Chain zu planen und optimieren.

Für die Prozessentwicklung, -gestaltung und -kontrolle existieren bereits verschiedene Instrumente und Methoden, die zu einem verbesserten Prozessverständnis und damit zu einer Beschleunigung der Abläufe in Verbindung mit Qualitätsmanagement führen. Insbesondere das Dortmunder Prozesskettenmodell [Winz97] stellt dabei eine in der Praxis schon mehrfach erfolgreich erprobte Möglichkeit der Prozess -aufnahme, -analyse und -verbesserung dar. Die darauf aufbauende Fabrikplanung kann als wirksames Instrument für mehr Wertschöpfung eingesetzt werden. Hierzu sind zwei wesentliche Bedingungen zu erfüllen:

Erstens ist die Vision, Mission und die Werte des Unternehmens innerhalb einer holistischen Positionierung als Ausdruck der strategischen Zielsetzung zu manifestieren. Zweitens sollte seine operative Relevanz durch eine ganzheitliche Planung aller wertbeeinflussenden Aspekte des Unternehmens umgesetzt werden.

Die daraus resultierende permanente Fabrikplanung wird zu einem Führungsinstrument, das Verantwortungsethik und Wertschöpfung miteinander in einer „*Holistic Solution*“ verbindet. Der Fabrikplaner sollte hierzu ein genaues Prozessverständnis besitzen und in enger Kooperation mit den Investoren, Betreibern und genehmigenden Behörden eine genaue Grundlagenermittlung vornehmen, um klare Zielvorstellungen und Soll-Abläufe entwickeln zu können. In der vorliegenden Arbeit wird daher ein prozessorientierter, ganzheitlicher Ansatz formuliert, auf dessen Grundlage optimierte Planungsentscheidungen getroffen werden können. Die Planungslösungen können darauf hin beurteilt werden, welche Auswirkungen sie auf den Unternehmenserfolg haben könnten.

Nachdem zuerst die bekannten Definitionen der Fabrikplanung aus der Literatur analysiert wurden, sind in diesem Kapitel die Gemeinsamkeiten des Verständnisses der Ziele und Inhalte von Fabrikplanung herausgearbeitet und anschließend mit den aktuellen Veränderungen abgeglichen worden. Im anschließenden Kapitel werden die die Planungsfelder und -aufgaben der Fabrikplanung verdeutlicht.

### **C. 3.2 Planungsbeteiligte**

Für die Planung und Realisierung von Fabrikstrukturen ist aufgrund der Vielfalt der Planungsaufgaben ein umfangreiches Prozessverständnis erforderlich. Die Planungsaufgaben sind meist so komplex, dass sie ein Netzwerk aus mehreren Planungsexperten benötigt. Typische Planungspartner können sein:

- Struktur- und Unternehmensplaner

- Werkplaner
- Fertigungsingenieure
- Materialflussingenieure, Logistiker
- Architekten und Bauingenieure
- Organisationsfachmann
- Vertriebsfachmann
- Betriebswirt

Der Projekterfolg verlangt höchste Professionalität, insbesondere die Fähigkeit, alle maßgeblichen Entscheidungsträger und Einflussfaktoren in die Planungsphase einzubeziehen (integrativer Prozess). Die wesentlichen Projektbeteiligten Parteien sind:

- Entwickler
- Planungsamt
- Behörden und Bürger (Städtebau)
- Facility Management
- Nutzer oder Betreiber
- Investoren

Die unterschiedlichen Planungsbeteiligten kooperieren in den unterschiedlichen Planungsaufgaben. Planungsaufgaben sind z.B. die Gebäudeplanung, die Planung der Maschinen und Anlagen oder die Materialflussplanung.

Entscheidend für den Projekterfolg ist die gute Zusammenarbeit der unterschiedlichen Planungsexperten in einem Planungsteam. Unterschiedliche Sichtweisen und Bereichsdenken behindern oft diese Zusammenarbeit. Das folgende Kapitel widmet sich diesen beiden Hauptursachen für aufwendige und erfolglose Kooperationen in der Planung.

### **C. 3.3 Unterschiedliche Sichtweisen und Bereichsdenken**

Die unterschiedlichen Planungsbeteiligten (Investor, Nutzer, Planer, genehmigende Behörde) an einem Fabrikplanungsprozess haben unterschiedliche Sichtweisen auf die Fabrikplanung. Die vielschichtigen und komplexen Aufgaben in der Fabrikplanung sind in der Regel nicht durch einen einzelnen Planer zu lösen. Die Fabrikplanung erfordert das Expertenwissen vieler Fachdisziplinen. Grundsätzlich wird zwischen der Produktionsprozessplanung des Fabrikplaners und der baulichen Planung des im Industriebau tätigen Architekten und der projektsteuernden Sicht des Investors differenziert. Eine ganzheitliche integrierte Planungslösung ist nur durch eine gemeinsame zielorientierte Arbeit aller Projektbeteiligten realisierbar. Aufgrund der unterschiedlichen Ausbildung der Planungspartner kommt es meist zu einer unterschiedlichen Sicht der Dinge. Architekten konzipieren einen Industriebau, in dem die Anlagen und die wertschöpfenden Prozesse „*schon irgendwie*“ unterzubringen sind. Leider verstehen sich heute viele Architekten lediglich als Designer von schönen Fassaden im Sinne der Kunst- und Architekturwissenschaft. Gute Industriearchitektur setzt sich jedoch sowohl aus Ästhetik, als auch aus Wirtschaftlichkeit und Funktionalität zusammen. Die Ästhetik von Form und Bild und die wirtschaftliche Realisierung des Bauwerks sind das Handwerkszeug des Architekten. Im Sinne der Wirtschaftlichkeit ist die Aufgabe des Industriearchitekten darauf beschränkt, das Raumprogramm der Investoren mit einem möglichst geringen Investitionsbudget umzusetzen. Der Nutzen, die Funktion und die Wirtschaftlichkeit von Industriebauwerken hängen jedoch sehr stark von den internen und externen Prozessen ab. Oft ist auch gar kein Neubau erforderlich, sondern eine interne Restrukturierung, oder Änderung der Prozessabfolge bringt schon einen großen Nutzeneffekt. Der Architekt beschäftigt sich heute i.d.R. noch zu wenig mit den

komplexen Prozessen innerhalb der Gebäude. Das genaue Prozessverständnis und die notwendigen Ressourcen sind allerdings Voraussetzung, um eine reibungslose Funktion gewährleisten zu können. Um ein optimiertes, flexibles, wandlungsfähiges und in den Betriebskosten sparsames Gebäude kreieren zu können, muss die dynamische Entwicklung des Unternehmens und der damit verbundenen Bedarfe eingeschätzt werden. Im Industriebau sind aufgrund der immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen diese Aspekte immer akuter geworden.

Die Materialfluss-, Logistik- und Maschinenbau-Ingenieure optimieren als Fabrikplaner wiederum die Teilprozesse innerhalb der Fabrik und interessieren sich selten dafür, ob ihre Planung auch wirtschaftlich in einer ganzheitlichen und architektonisch ansprechenden Konstruktion realisierbar ist. Für sie ist der Industriebau lediglich eine Hülle, die den Bauvorschriften schon „irgendwie“ entsprechen wird. Erst das gemeinsame Verständnis und die Zusammenarbeit ermöglichen integrierte Planungslösungen, welche ästhetischen und wirtschaftlichen Ansprüchen genügen können. Diese integrierte Lösung erfordert einen erhöhten Koordinationsaufwand in der Anfangsphase der Planung. Die Planungsqualität wird aufgrund geringer Änderungsbedarfe und dem Erfüllen der Nutzeranforderungen jedoch erheblich verbessert.

Die Planung besteht aus dem gestalterischen Entwurf, seiner technischen Auslegung und der Finanzplanung. Die planerischen Leistungen in der Realisierungsphase bestehen aus der technischen Realisierungsbegleitung und der leistungsbezogenen Abrechnung. Diese Verantwortungsbereiche werden auf der einen Seite von Ingenieuren/Architekten und auf der anderen Seite durch Kaufleute vertreten. Problematisch dabei ist, dass sich die Kaufleute und Ingenieure gerade in diesen entscheidenden Phasen eines Fabrikplanungsprojektes unterschiedlicher Sprachen und Darstellungsformen bedienen. Die Sprache des Ingenieurs ist die Konstruktionszeichnung, die Sprache des Kaufmanns ist die Zahlentabelle. Die alphanumerischen Daten der Kaufleute und die graphischen Daten der Ingenieure ergänzen sich in ihren Inhalten und führen dennoch zu keiner gemeinsamen Projektsicht. Die Darstellungsform, die Strukturbeziehungen und die Zuordnung zu den Geschäftsprozessen sind oft nicht einheitlich. Es entstehen während des Projektzeitraumes eine Fülle von Dokumenten mit unterschiedlichen Daten, Strukturen und Sichten:

- Zahlenwerte wie z.B. Kosten- und Terminaussagen
- Graphische Daten wie z.B. Zeichnungsinhalte, Planarten
- Klassifizierende Daten wie z.B. Finanzierungstypen, Auftragskategorien
- Justiziable Unterlagen wie z.B. Auftragsarten, funktionale, technische, vergaberechtliche, abnahmerelevante Erläuterungen, Niederschriften, Protokolle, Stellungnahmen, Berechnungen, allgemeiner Schriftverkehr, Behinderungsanzeigen, Nachtragsanmeldungen, oder Bedenkenanzeigen

Erschwerend kommt hinzu, dass diese Dokumente meist noch aus frei formulierten Texten bestehen und keinen inhaltlichen Bezug zu den strukturierten Informationen besitzen. Diesen Bezug muss der Projektleiter, Planer oder Auftraggeber aufgrund von assoziativem Erfahrungswissen herstellen.

Die genannten Dokumente stellen nur einen Auszug dar. Die Nachweispflicht im Rahmen der Produkthaftung und die gestiegenen Anforderungen im Rahmen der Betreiberverantwortung erfordern z.B. eine gewissenhafte und strukturierte Dokumentation der Prozesse der Planung und Realisierung sowie des Betriebs von technischen und baulichen Anlagen [Gaus00].

Verbindendes Glied und zugleich Ausgangspunkt für alle Seiten sind die wertschöpfenden Prozesse des Unternehmens. Die Produktionsprozesse laufen in einem - im Idealfall - optimal ausgelegten und anpassungsfähigen Betriebsmittel ab. In der klassischen Ausbildung des

Architekten wird aber weder das Verständnis der für die Industrie typischen Geschäftsprozesse, noch deren Modellierung und Optimierung gelehrt. Von Beginn aller Planungen sollten neben der Bauteilgeometrie auch die Funktionen (tragend, nichttragend, rauchdicht, Kosten usw.) dokumentiert und bewertet werden. Diese Funktionen sind den Betrachtungseinheiten in der räumlichen Struktur der Realität eindeutig zuzuordnen. Nur unter dieser Voraussetzung kann ein Nachfolger ein Projektvorhaben fortführen, bzw. die Informationen für den Betrieb und die Instandhaltung der baulichen und technischen Anlagen nutzen.

### **C. 3.4 Betrachtungszeitraum der Fabrikplanung**

Die klassische Fabrikplanung (siehe Anhang A und B) erstreckt sich von der ersten Idee bis zur schlüsselfertig erstellten, betriebsbereiten Fabrik. Die folgenden Probleme im Betrieb der baulichen und technischen Anlagen resultieren aus dieser zu kurz gefassten Sichtweise.

Viele Industriebauten funktionieren nicht in dem Umfang wie gewünscht. Der tatsächlich notwendige Bedarf wurde nicht ausreichend ermittelt und der ständige Wandel des Bedarfs blieb unberücksichtigt.

Die Produktivität wird durch Gebrauchsmängel und Störungen der Anlagen stark eingeschränkt.

Die betonierten, faktischen Tatsachen der Anlagen sind irreversibel und verursachen hohe Betriebskosten, welche nachhaltig die Wettbewerbsfähigkeit einschränken.

Die Fabrikplanung ist die gedankliche Vorwegnahme und Festlegung zeitlich später stattfindender Aktivitäten und zu realisierender Projektlösungen. Im Rahmen der Fabrikplanungstätigkeit sind für diese zukünftigen Aktivitäten vorab optimierte Lösungen zu definieren. Die Fabrikplanung kann somit nur erfolgreich sein, wenn sie die Produktion innerhalb der Fabrik vorausschauend simuliert und entsprechend den technischen und baulichen Anforderungen die Anlagen sozusagen maßgeschneidert optimiert und plant. Die langen Lebenszyklen der baulichen (30-50 Jahre) und technischen (8-20 Jahre) Anlagen im Vergleich zu den immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen (0,5-6 Jahre) erfordern dabei eine hohe Flexibilität und Wandlungsfähigkeit der Bauten, insbesondere bezüglich ihrer Infrastruktur, Anlagen und Einrichtungen.

Die Investition und ihre lebenslange Bewirtschaftung ist als Ganzes zu begreifen und über die gesamte Lebensdauer der Immobilie Fabrik zu optimieren. Dieser Ansatz wird im industrial Facility Management berücksichtigt [Wies05]. Die bisherige funktionale Gliederung in Planen, Bauen, Finanzieren, Bewirtschaften und Instandhalten ist aufzulösen und in ein umfassendes integriertes Entscheidungskalkül, eine neue Form der Fabrikplanung zu überführen. Die konventionellen Fabrikplanungsprojekte sind - auch heute noch - primär auf die Fertigstellung des Werkes - den Zeitpunkt der Schlüsselübergabe - ausgerichtet. Der Planungs- bzw. Projekterfolg des schlüsselfertig übergebenen Werkes, ob bauliche oder technische Anlage, ist jedoch nicht allein für den Gesamterfolg des Unternehmens entscheidend. Durch die Trennung von Planung und Steuerung auf der einen, Ausführung und Betrieb der Anlagen auf der anderen Seite wird noch immer ein Bereichsdenken gefördert, aus dem gegenwärtig das Problem resultiert, dass der einzelne Mitarbeiter nur partielles Wissen über einen Teilbereich des Lebenszyklus der Anlage besitzt und auch nur Teilverantwortung übernehmen kann. Mit dieser funktionalen Spezialisierung des Individuums geht in der Regel die Entfremdung des Einzelnen von seiner Arbeit einher. Es wird nicht das Endprodukt des produktiven Schaffens betrachtet. Damit erlischt das Interesse, Mitverantwortung für die Gesamtleistung des Unternehmens zu übernehmen und sich der Optimierung der Abläufe zu verpflichten. Eine Folge ist die große Ignoranz gegenüber Problemen angrenzender Bereiche.

Zur Lösung dieses Problems ist eine Abwendung von der klassischen funktionalen Arbeitsteilung des Taylorismus und eine Umgestaltung zu prozessorientierten durchgängigen Organisationsstrukturen erforderlich.

Die Unternehmensplanung setzt die Ziele des Unternehmens hinsichtlich Umsatz, Investitionen, Finanzierung und notwendigen Maßnahmen langfristig fest. Die Unternehmensplanung ist kontinuierlich, d.h. Pläne werden fortlaufend erstellt, korrigiert und wieder neu formuliert. Die permanente, ganzheitliche, prozessorientierte Fabrikplanung zur Restrukturierung des Unternehmens im Sinne einer strategischen Unternehmensentwicklung [Biss96] sollte deshalb in die Unternehmensplanung integriert werden. Diese Forderung von BISSEL [Biss96] wird in dieser Arbeit ebenso verfolgt. Die eigentliche Wertschöpfung vollzieht sich in komplexen Prozessketten in der Betriebsphase und ist abhängig von der Auslegung, Dimensionierung und Gestaltung der Fabrikstruktur in der Planungs- und Bauphase. Diese Wertschöpfung entscheidet über Erfolg oder Misserfolg der Anlagen. Vergleichbar einem Staffellauf, ist der Gesamterfolg der Prozessketten von der gegliückten Verzahnung aller Einzelprozesse abhängig. Die Investitionskosten, welche im Fokus des Investors stehen und die Betriebskosten, die im Fokus des Nutzers und Betreibers der Anlagen stehen, entscheiden erst im Prozesszusammenhang über den Gesamterfolg des Unternehmens.

### C. 3.5 Dimensionierung

Die Dimensionierung ist die quantitative und räumliche Bestimmung der Arbeitsplätze, Maschinen, Anlagen, Arbeitskräfte, Regalplätze, Stellplätze, Räume und Flächen und vieler anderer zu dimensionierenden Betriebsmittel und Ressourcen in Anzahl, Größe und Leistung. Technische und bauliche Anlagen werden dimensioniert und angeordnet. Die Dimensionierung zählt zu den Hauptaufgaben der Fabrikplanung. Grundlagen für die Dimensionierung der Anlagen sind ihre dynamische (z.B. Schwingung, Drehzahl, Durchsatz), ihre statische Belastung (Statik) und ihre räumliche Ausdehnung (Fläche und Höhe).

Die Dimensionierung hängt von der Planungsphase sowie der Detailliertheit und Verlässlichkeit der Angaben zur Berechnung ab (z.B. mittels Kennzahlen zu einer spezifischen erwarteten Maschinenbelastung). Werden Belastungsänderungen über die Zeit berücksichtigt, wird von dynamischer anderenfalls von statischer Dimensionierung gesprochen [Schm95].

Die Flächenplanung ist eine typische Dimensionierungsaufgabe der Fabrikplanung. Es existieren eine Reihe von Begriffen der Flächendimensionierung in der Fabrikplanung: z.B. *Top-down-* und *Bottom-up-Rechnung*, Flächenkennzahlen, Zuschlagsfaktoren, Richtwerte u. a. Neben der Dimensionierung mit Kennzahlen in den Planungsphasen der Fabrikplanung sind Kennzahlen im laufenden Betrieb ein wertvolles Controlling-Instrument, um frühzeitig Schwachstellen aufdecken und entsprechend gegen steuern zu können. Das Flächenmanagement ist eine wichtige Aufgabe in der Fabrikplanung und gliedert sich in:

- Flächenerfassung und Bestandsdokumentation
- Flächenanalyse (u. a. Belegung und Auslastung der Flächen, Flächenbedarf)
- Flächenorganisation und -optimierung (u. a. Belegungsplanung)
- Inventarisierung und Einrichtungsplanung
- Umzüge und Umstrukturierungen
- Reinigungsmanagement
- Flächenbezogene Leistungskennzahlen
- Verursachungsgerechtes Kostenmanagement.



Diese Aufgaben sind über alle Phasen des Lebenszyklus von Fabriken in unterschiedlicher Intensität und Häufigkeit durchzuführen. Dabei hängt ihre individuelle Ausgestaltung stark von den spezifischen Rahmenbedingungen des jeweiligen Unternehmens ab. Entscheidende Parameter sind der Wettbewerbsdruck, die Qualifikation des Personals, die Unternehmenskultur und die Unternehmensziele. Die VDI Richtlinie 3644 »Analyse und Planung von Betriebsflächen, Grundlagen, Anwendung und Beispiele« [VDI3644] wurde unter dem Gesichtspunkt einer ganzheitlichen Flächenanalyse entwickelt. Die Vorgehensweise der VDI 3644 bündelt als wesentliche Aufgaben:

- eine Flächenerfassung mittels Datenblättern
- eine ganzheitliche Flächenanalyse und
- eine produktionsprogrammabhängige Flächendimensionierung auf Grundlage des Flächenerfassungsdatenblattes.
- eine permanente Flächenaktualisierung und Verwaltung der aktuellen Informationen auf der Grundlage des Flächensystems.

Die VDI 3644 bietet somit eine gute Möglichkeit der Flächenverwaltung und des permanenten Flächenmanagements.

<b>Datenblatt</b> <b>Flächenbelegung</b>  Fabrik: _____				Gebäude _____ Geschoss _____ Belegungsplan Nr. _____ Stand _____ Bearbeiter _____				11 Nutzfläche _____ 12 Funktionsfläche _____ 13 Verkehrsfläche _____  14 Nettogrundrissfläche _____														
Sortierung			Büroflächen				Produktions - flächen		Übrige Betriebsflächen													
Raumnummer	OG-Einheit	Kostenstelle	Bürofläche (m <sup>2</sup> )	Anzahl Besprechungsräume (m <sup>2</sup> )	(Besprechungsräume (m <sup>2</sup> ))	Anzahl Einzelbüros	(Einzelbüros (m <sup>2</sup> ))	Produktionsfläche (m <sup>2</sup> )	Werkstattfläche (m <sup>2</sup> )	Prüfelfläche (m <sup>2</sup> )	Laborfläche (m <sup>2</sup> )	Sonder- und Integrations- flächen (m <sup>2</sup> )	Lagerfläche (m <sup>2</sup> )	Sozialfläche (m <sup>2</sup> )	Sanitärfläche (m <sup>2</sup> )	Sonstige Fläche (m <sup>2</sup> )	Nutzfläche gesamt (m <sup>2</sup> ) (Summe Spalte 4 bis 12)	Funktionsfläche (m <sup>2</sup> )	Verkehrsfläche (m <sup>2</sup> )	Nettogrundrissfläche (m <sup>2</sup> ) Gesamtsumme (m <sup>2</sup> )	Bemerkungen	
1	2	3	4	4.1	4.2	4.3	4.4	5	5.1	5.2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		

Abbildung 124: Flächenerfassungsbogen nach der VDI 3644

Flächen-Kennzahlen werden durch Flächenanalysen verbunden mit einer Analyse der Basisgrößen in einem bestimmten Betrieb zu einem bestimmten Zeitpunkt gewonnen. Streng genommen sind Kennzahlen nur für einen bestimmten Betrieb zu einem bestimmten Zeitpunkt gültig. Sie sind auf andere Betriebe (des gleichen Zweiges) und andere Zeiträume nur unter Verwendung von Korrekturfaktoren übertragbar, die solche dynamischen Einflussgrößen wie z.B. Produktivität, Fertigungstiefe, Automatisierungsgrad berücksichtigen.

Obwohl Kennzahlen nur bedingt einsetzbar sind und vergangenheitsorientiert sind, werden Kennzahlen gerne angewandt, da mit ihnen einfache überschlägige Berechnungen durchzuführen sind.

Podolsky hat in seinem Buch verschiedene Kennzahlensysteme zur Flächenanalyse dargestellt [Podo77].

In frühen Planungsphasen und bei groben Vorhersagen der Belastung kommen meist Kennzahlen zum Einsatz (Fläche pro Erzeugnis, pro Arbeitsplatz etc.).

## Anhang D: Bekannte Fabrikplanungsmethoden

### D. 1 „Klassische“ Methoden der Fabrikplanung

In diesem Kapitel werden zunächst „klassische“ Methoden der Fabrikplanung anhand ihrer Vorgehensweise vorgestellt und im Hinblick auf ihre grundlegende Eignung für den in dieser Arbeit entwickelten Planungsansatz untersucht. Es handelt sich dabei um:

- die 6-Stufen-Methode der Systemgestaltung nach REFA,
- den systematischen Planungsablauf nach KETTNER und
- die Fabrikplanung nach AGGTELEKY.

#### D. 1.1 Die 6-Stufen-Methode der Systemgestaltung nach REFA

Die 6-Stufen-Methode nach REFA [REFA85] (siehe Abbildung 125) ist eine universelle Planungsmethode, die nicht nur für die Fabrikplanung anwendbar ist. Sie bildet den Planungsrahmen für die Gestaltung unterschiedlichster Systeme.

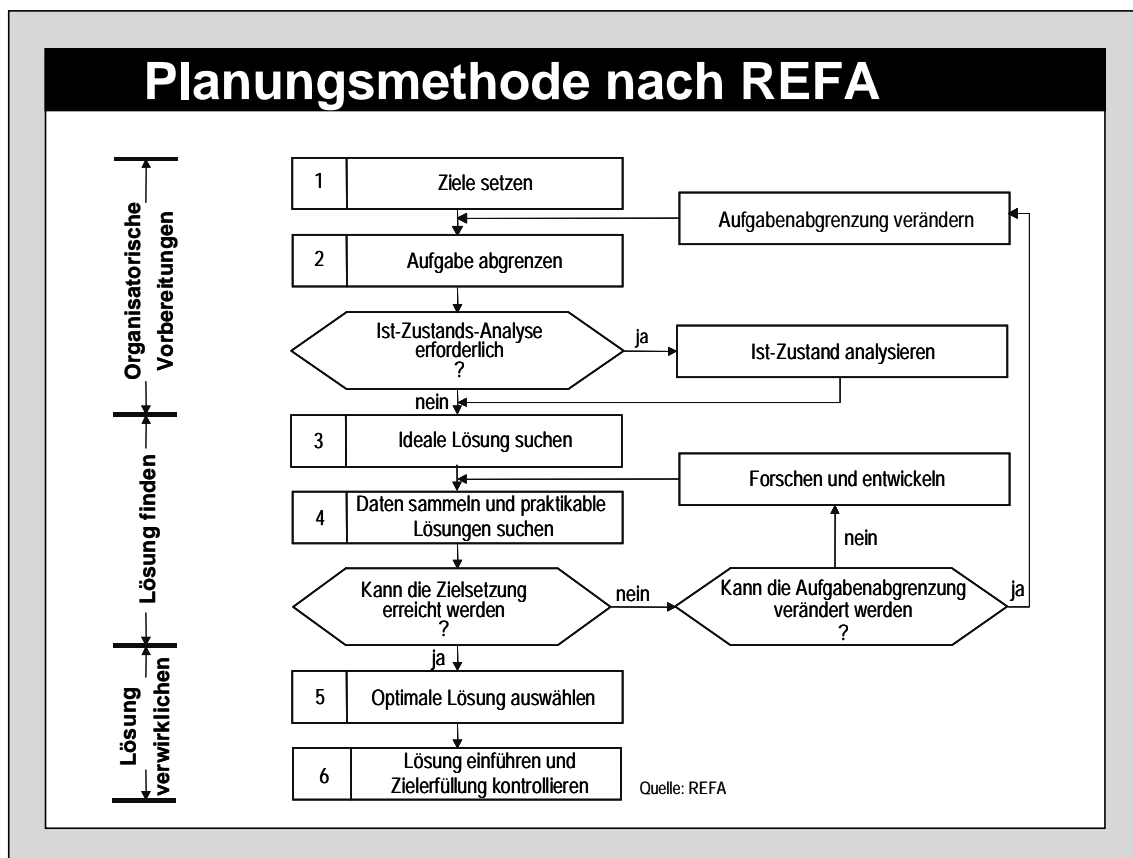


Abbildung 125: Planungsmethode nach REFA [REFA85]

Zu Beginn einer Planung werden Ziele gesetzt. Die Ziele fokussieren die Aufgabe, welche mit den Auftraggebern abgegrenzt wird. Anschließend erfolgt eine Analyse der Ist-Situation, um den Be- und Zustand der Systeme mit ihren Schwächen und Stärken zu ermitteln. Aus der Aufgabenstellung und dem Ist-Zustand werden ideale Lösungen abgeleitet, die Idealzustände beschreiben, welche ohne Berücksichtigung einschränkender Restriktionen realisiert werden könnten. Die Integration der Restriktionen führt dann zu praktikablen Lösungen, die umgesetzt und hinsichtlich ihrer Zielerfüllung kontrolliert werden. Diese Vorgehensweise ist eine allgemeingültige Systematik. Es wird deutlich, dass nicht ein genialer Wurf die ideale Lösung

sofort bringt, sondern dass viele Varianten und mehrere Regelkreise im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung erforderlich sind. Die prinzipielle Vorgehensweise bleibt jedoch immer erhalten. Die Gewichtung der verschiedenen Stufen hängt dabei stark vom Planungsgegenstand ab. Aufgrund dieser Allgemeingültigkeit bauen viele Planungsmethoden auf der 6-Stufen-Methode auf. FREY ([Frey75], S. 23ff) hat die REFA-Methode auf die Fabrikplanung übertragen, indem er den einzelnen Stufen spezielle Methoden und Techniken zugeordnet hat.

### **D. 1.2 Systematischer Planungsablauf nach KETTNER**

Der Planungsablauf nach KETTNER [KETT84] legt den Schwerpunkt auf die Planung der Fabrikphysis (Layout und Gebäude). Er ist durch einen hohen Systematisierungsgrad gekennzeichnet. Auch bei KETTNER wird die Aufgabenstellung durch die Ziele abgesteckt. Anschließend wird das Produktionsprogramm analysiert. Aufgrund dieser Analyse wird eine Bereichsbildung auf der Basis eines Funktionsschemas vorgenommen, die eine erste grobe Struktur der Fabrik darstellt. Diese grobe Fabrikstruktur wird anschließend schrittweise in der Idealplanung detailliert. Hier werden die identifizierten Funktionsbereiche ideal geplant, das heißt, es werden noch keine Restriktionen beachtet. Die methodische und instrumentelle Unterstützung in dieser Phase ist jedoch bisher noch unvollständig (vgl. [Biss96]). In der anschließenden Real- und Feinplanungsphase steht wieder die Layoutplanung im Vordergrund. Hier werden die physischen Elemente der Fabrik geplant und detailliert. Eine Fabriksegmentierung der Strukturen, wie sie beispielsweise nach WILDEMAN [WILD89] vorliegt, wird hier nicht systematisch verfolgt. Durch die Beschränkung auf Fragen der Layoutplanung werden bei Kettner vordergründig die direkten Funktionen berücksichtigt. Die planerische Erfassung der indirekten Funktionen der Produktion bleibt weitgehend unberücksichtigt. KETTNER definiert die Fabrikplanung als zentrale Planungsaufgabe. Er differenziert zwischen dem analytischen Ansatz der Planung von „*außen nach innen*“ und dem synthetischen Ansatz von „*innen nach außen*“. Der Vorteil des analytischen Ansatzes liegt im Gesamtkonzept das schrittweise detailliert wird und zu einer ganzheitlichen Lösung führt. Sein Nachteil liegt in den geschaffenen Voraussetzungen, die im Detail zu unbefriedigenden Lösungen führen können. Durch die synthetische Vorgehensweise wird dies vermieden, da das Gesamtkonzept auf der Basis der Detaillösungen entwickelt wird. Das Problembewusstsein, die Detailkenntnisse und umfassenden Erfahrungen der Mitarbeiter werden in den Planungsprozess leider nicht mit eingebunden. Schnittstellen zwischen zentral und dezentral bearbeitbaren Aufgaben im Planungsablauf werden nicht definiert. Die Planungsmethode wurde 1987 entwickelt und repräsentiert die traditionelle Sicht auf die Fabrik als einmaliges Planungsprojekt.

Ähnliche Ansätze wie KETTNER verfolgen auch DOLEZALEK und WARNECKE in ihrem Buch „Planung von Fabrikanlagen“ [Dole81]. Die Vorteile und Nachteile (z.B. eine sehr ausführliche Zusammenstellung von Planungsinstrumenten) sind weitgehend identisch mit denen des systematischen Planungsablaufes nach KETTNER.

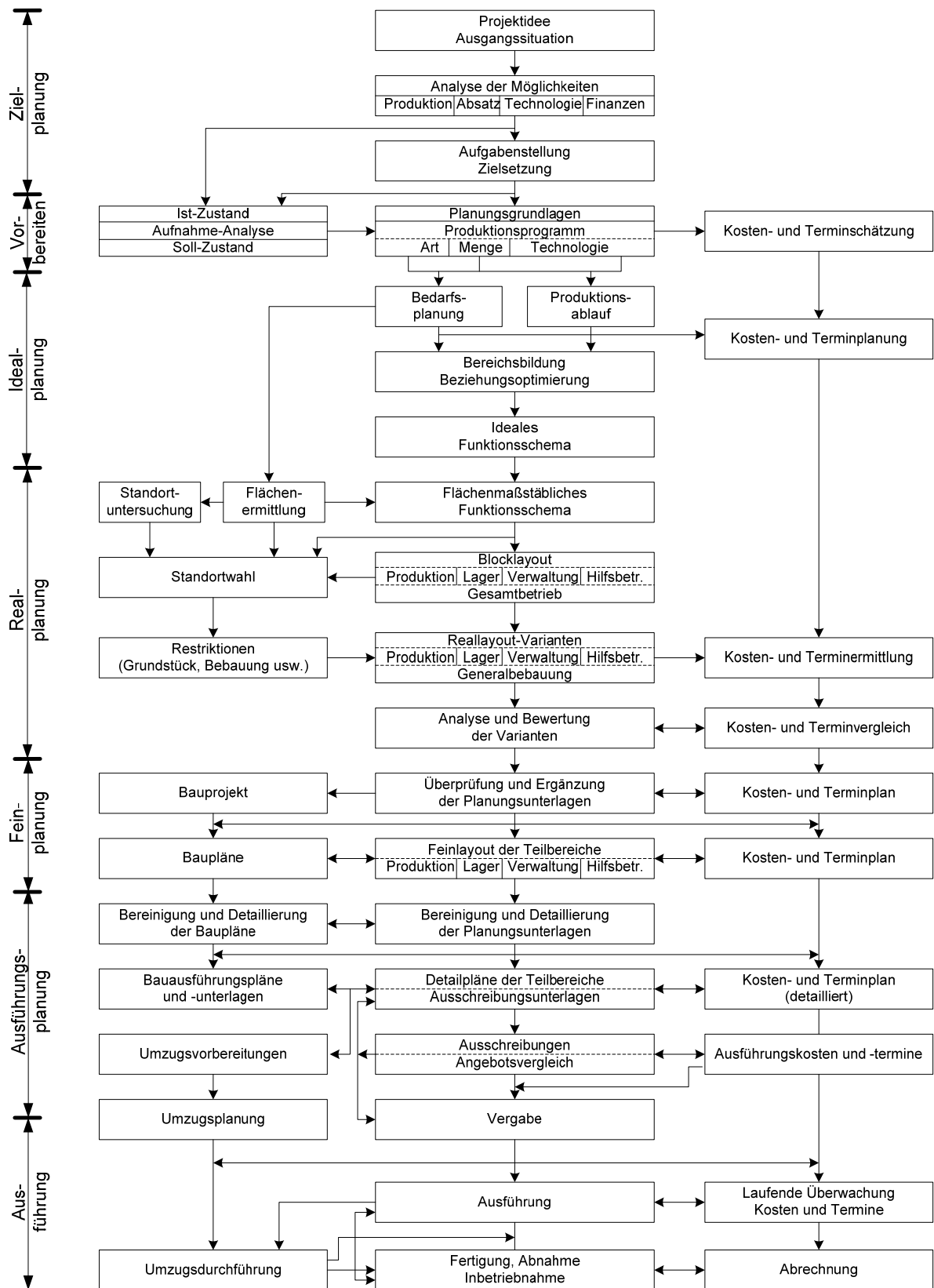


Abbildung 126: Vorgehensweise in der Fabrikplanung nach Kettner [Kett84]

### D. 1.3 Fabrikplanung nach AGGTELEKY

Die Planungspyramide von AGGTELEKY (vgl. dazu [AGGT90]) besteht aus den Phasen „Zielplanung“, „Konzeptplanung“, „Ausführungsplanung“ und „Inbetriebnahme“. Für die Strukturierung der Fabrik sind die Konzept- und Ausführungsplanung bedeutungsvoll. Im Rahmen der Konzeptplanung wird der Ist-Zustand ermittelt und bewertet. Erkannte Schwachstellen sind durch die Planung zu beseitigen und Stärken noch zu verbessern. Im Anschluss an die Analyse wird eine Feasibility-Studie durchgeführt. Ihr Ziel ist es, unter den gegebenen technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen ein optimales Konzept zu entwickeln. AGGTELEKY empfiehlt, sich dabei lediglich auf die Aspekte zu konzentrieren, welche maßgebliche Auswirkungen auf das Gesamtkonzept haben. Alle anderen Aspekte oder Routinevorgänge werden bewusst ausgeklammert. Hierdurch wird der Planungsaufwand auf das Wesentliche reduziert. Innerhalb der Feasibility-Studie werden die Strukturplanung, die Globalplanung und die Bereichsplanung durchgeführt ([AGGT92], S. 191). Zielsetzung der anschließenden Ausführungsplanung ist das Detaillieren des Gesamtkonzepts.

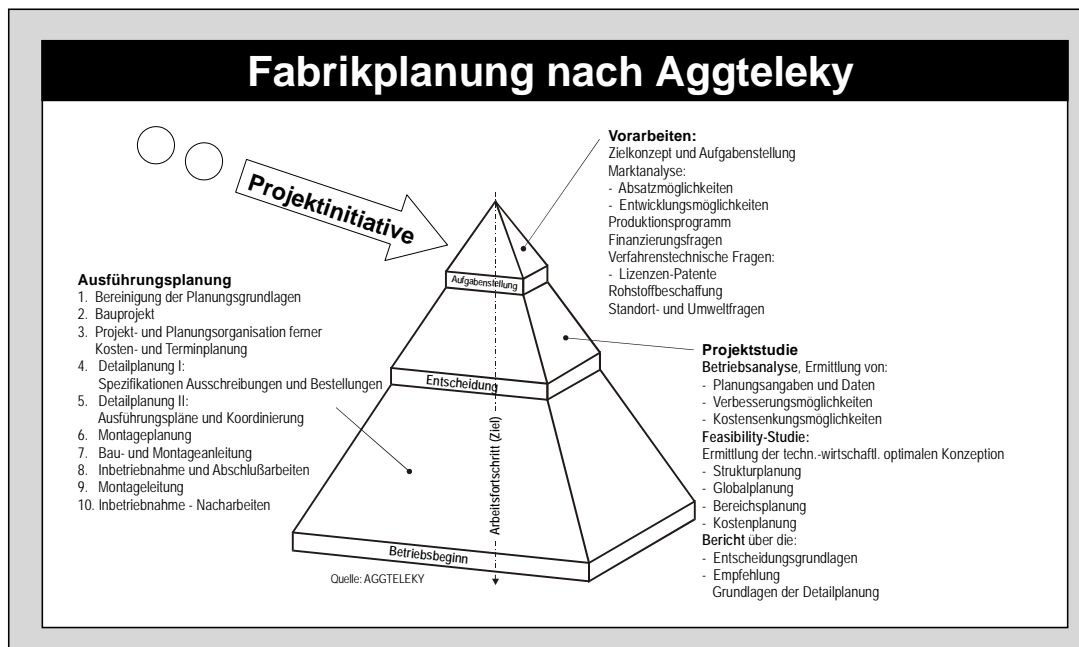


Abbildung 127: Planungspyramide nach AGGTELEKY[AGGT92]

Der Vorteil der Methode (s. Abbildung 127) liegt in der bewussten Bildung von Schwerpunkten, während der *Feasibility-Studie*. Findet z.B. die Fertigung unter besonderen Randbedingungen statt und hat sie einen besonders großen Einfluss auf das Gesamtkonzept, so kann der Planer die Gestaltung der Fabrikstrukturen unter dieser Maxime vornehmen. Der Schwerpunkt der Planungsschritte liegt bei [AGGT92] im klassischen Bereich der Fabrikplanung. Die Gestaltung der Aufbau- und Ablauforganisation der Produktion mit allen relevanten Aspekten wird hier ebenfalls nicht angemessen berücksichtigt (vgl. [Biss96]).

#### Fazit D 1

Die klassische Fabrikplanung ist auf die Investitions- und Layoutplanung reduziert. Aktuelle Produktionssysteme erfordern die Entwicklung neuer Produktionsprinzipien und die Gestaltung von Organisationskonzepten. Neben den reinen Fertigungs- und Montagearbeiten sind zahlreiche indirekte Aufgaben wie: Qualitätssicherung, Transport, Instandhaltung oder Produktionsplanung und -steuerung mit ihren gegenseitigen Verknüpfungen bereits in die Planung zu

berücksichtigen. Die neuen Produktionsprinzipien erforderten die Erweiterung der Gestaltungsmethoden. Neben der Betrachtung des Produktionsprogramms und der technischen und technologischen Aspekte der Fertigung gewinnen zunehmend Faktoren wie Durchgängigkeit oder Komplettbearbeitungsgrad an Bedeutung. Die „klassischen“ Fabrikplanungsmethoden sind deshalb um diese aktuellen Planungsaufgaben zu erweitern. Die entwickelten Vorgehensweisen und Techniken haben zwar weiterhin Gültigkeit, müssen jedoch anders gewichtet und in einem übergeordneten Zusammenhang gesehen werden. Insbesondere Überlegungen aus dem Bereich der Strukturierung und Integration aber auch der Dezentralisierung und Flexibilisierung stehen vor diesem Hintergrund einer systematischen Planungsweise im Fokus der vorliegenden Arbeit.

## **D. 2 Ansätze der Strukturierung in der Fabrikplanung**

Mit der Entwicklung neuer Ansätze der Fertigungsstrukturierung sind Methoden für die Fabrikstrukturierung entstanden, die sich durch verschiedene Ansätze charakterisieren lassen. Hervorzuheben sind hierbei die beiden Ansätze:

- Fertigungssegmentierung von WILDEMANN und
- Fraktalisierung nach WARNECKE.

### **D. 2.1 Fabriksegmentierung nach WILDEMANN**

WILDEMANN beschreibt in [WILD88], [Wild94] die Methode der Fabriksegmentierung. Die Segmentierung der Fabrik nach den Marktanforderungen hat sich in vielen Praxisanwendungen als äußerst wirkungsvoll erwiesen. Die Bildung der Fabriksegmente orientiert sich an den Produkten und dem Bedarfs am Markt. Die Leistung für den Kunden steht im Mittelpunkt der Gestaltungsprozesse.

Zusätzlich bietet diese Methode die Möglichkeit, Änderungen der Kundenwünsche und Produkte sowie der damit verbundenen Produktionsprozesse in den gebildeten Strukturen der Fabrik berücksichtigen zu können. WILDEMANN sieht im Anschluss an die Segmentierung die Durchführung einer Sensitivitäts- und Risikoanalyse zur Bewertung der Ergebnisse und ihrer Stabilität vor und bezieht damit explizit die Möglichkeit der Veränderung der gebildeten Strukturen im Zeitverlauf in die Überlegungen mit ein.

Folgende Definitionsmerkmale sind charakteristisch für die Segmentierung nach [Wild94]:

- Markt- und Zielausrichtung,
- Produktorientierung,
- Integration mehrerer Stufen der logistischen Kette eines Produktes,
- Übertragung indirekter Funktionen an die operativen Mitarbeiter und
- Kostenverantwortung in dezentralen Einheiten.

Der in Abbildung 128 dargestellte Segmentierungsprozess wird durch vier Planungsstufen systematisiert. Eine Strukturierung im Sinne einer Unterteilung erfolgt nur auf der Grundlage des Produktionsprogramms. Die Ausgestaltung der einzelnen Strukturbereiche wird methodisch nicht unterstützt. Die gestalterische Integration der indirekten Funktionen in die Segmente wird zwar gefordert, jedoch nicht umfassend modelliert bzw. methodisch unterstützt. Für den Erfolg und die Umsetzbarkeit der Ergebnisse ist jedoch das Detaillieren und Abbilden der einzelnen Bereiche unter allen relevanten Aspekten von immenser Bedeutung. Die „klassischen“ Fabrikplanungsmethoden stellen zwar ebenfalls eine Unterteilung des Produktionsprogramms an den Anfang der Planung, sie orientieren sich dabei jedoch überwiegend an den Materialflüssen. Die Segmentierung kann als Ergänzung der „klassischen“ Fabrikplanung angesehen werden.

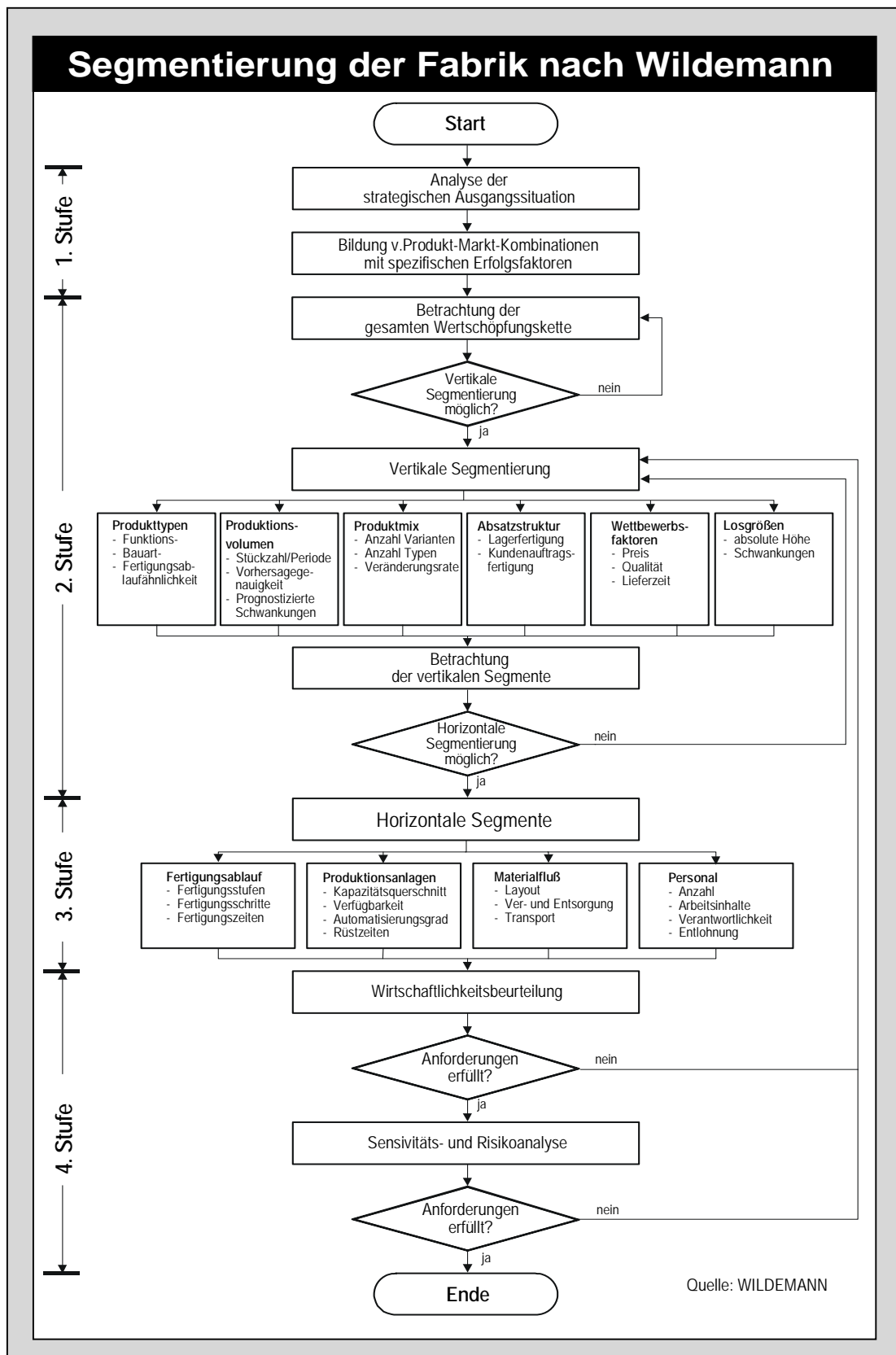


Abbildung 128: Segmentierungsprozess nach WILDEMANN [Wild94]

Sie bringt in dieser Planungsphase weitere systematische Strukturierungsaspekte wie z.B. wettbewerbsrelevante Faktoren mit strategischer Ausrichtung (s. Abbildung 128) ein. Die Methode der Segmentierung nach WILDEMANN hat zu einem Wandel des Denkens im Bereich der



Fabrikplanung geführt, der bis heute anhält und zahlreiche praktische und theoretische Konzeptionen beeinflusst.

## D. 2.2 Fraktale Fabrik nach WARNECKE

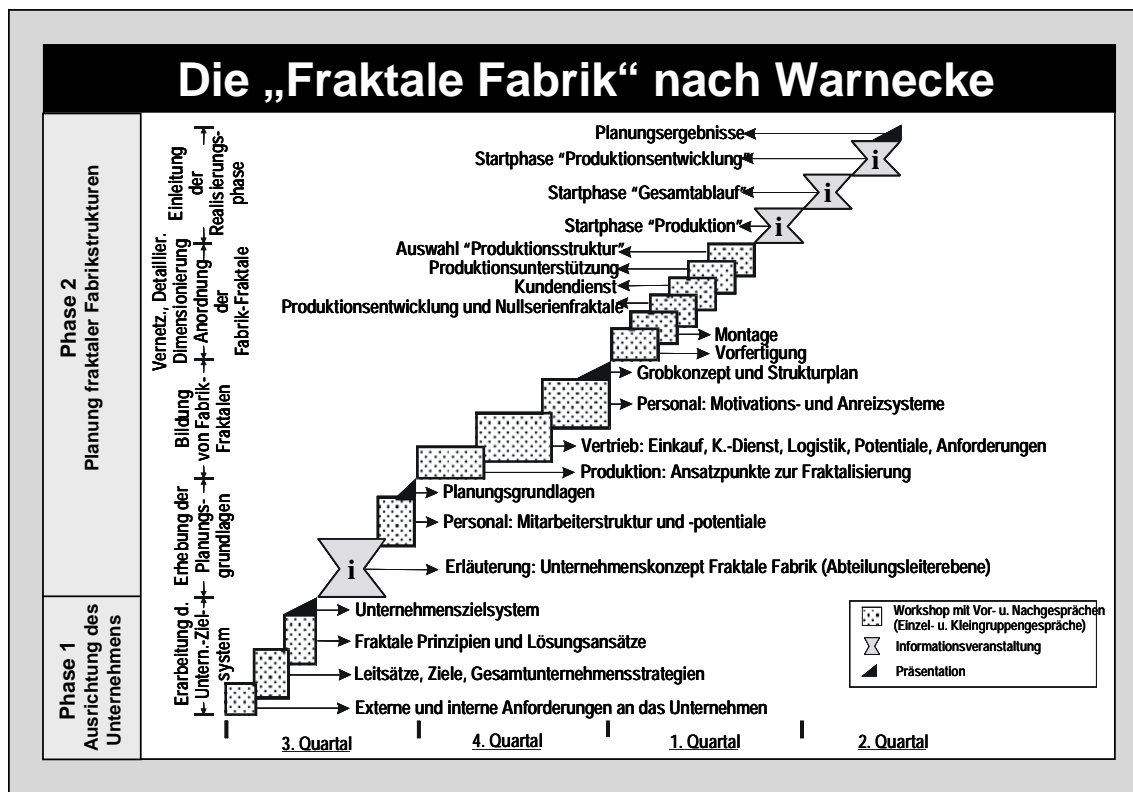


Abbildung 129: Die „Fraktale Fabrik“ nach Warnecke [BULL94]

Die Idee der „Fraktalen Fabrik“ (vgl. dazu [Warn93]) stammt aus der Chaostheorie. Grundlage hierfür war die Veröffentlichung von BRIGGS und PEAT, die in ihrem viel zitierten Buch „Die Entdeckung des Chaos“ den Unterschied zwischen einem linearen und einem nichtlinearen Modell folgendermaßen beschreiben ([Brig93], S. 268): „Nichtlineare Modelle unterscheiden sich von linearen in vielerlei Hinsicht. Man versucht beim Modellieren, nicht mehr alle einzelnen Kausalketten zu verfolgen, sondern man hält Ausschau nach Kausalknoten, in denen sich Rückkopplungsschleifen verbinden. Dann bemüht man sich, von den wichtigen Schleifen so viele wie möglich im „Bild“ des Systems unterzubringen. Das Modell wird nicht mit dem Ziel entworfen, die Zukunft vorherzusagen oder durch strenge Regelungen festzulegen; vielmehr ist man beim Entwerfen eines nichtlinearen Modells damit zufrieden, durch Variation verschiedener Parameter das Modell zu stören und dabei etwas über die kritischen Punkte des Systems und über seine Homöostase (im Sinne seiner Widerstandsfähigkeit gegen Änderungen) herauszufinden.“

Die einzelnen Subsysteme der Produktion werden jedoch oft von extrem vielen Einflussgrößen bestimmt, die nicht mehr mit linearen Zusammenhängen beschreibbar sind. Viele Abläufe in einer Fabrik werden jedoch durch Denkmodelle beschrieben, die auf linearen Gleichungen aufgebaut sind. Dies wurde zum Anlass genommen, über neue Beschreibungsmöglichkeiten nachzudenken. Die im Bereich der Chaosforschung gefundenen Lösungen sind jedoch überwiegend theoretischer Natur. Die Übertragung der gefundenen Gesetzmäßigkeiten auf die reale Produktion ist mit den entwickelten Modellen und Darstellungen nicht oder nur sehr schwer möglich.

WARNECKE hat mit der *Fraktalen Fabrik* versucht, Aspekte aus der Chaostheorie auf die tägliche Praxis in einer Fabrik zu übertragen. In der Fabrikplanung werden hierzu Strukturen gestaltet, in denen das in der Realität beobachtbare Chaos besser als bisher zu beherrschen ist. WARNECKE schildert in [Warn93] einige für die Fabrikplanung richtungweisende Ansätze. Die Methodik ist jedoch aufgrund der noch ungenauen Beschreibung der Anforderungen an *fraktale* Strukturen (s. Abbildung 129) jedoch nur bedingt anwendbar. Der von WARNECKE dargestellte Ablauf bleibt relativ vage. Die bislang erzielten und publizierten Ergebnisse unterscheiden sich nur marginal von bekannten Strukturkonzepten (Fertigungssegmenten, Fertigungsinseln etc.).

Die Integration von Ansätzen aus der Chaostheorie in die Gestaltung soziotechnischer Systeme ist grundsätzlich sinnvoll. Der Weg zu diesen Strukturen und ihre Dokumentation in Modellen muss jedoch genauer erarbeitet werden.

### Fazit D 2

Die Beschreibung verschiedener Planungsmethoden der Fabrikplanung und -strukturierung hat unterschiedliche Schwerpunkte aufgezeigt. Die „klassischen“ Aufgabengebiete der Fabrikplanung (Generalbebauungsplanung, Layoutplanung etc.) nach KETTNER und AGGTELEKY wurden um die Aspekte der Strukturierung der Fabrik durch WARNECKE und WILDEMANN erweitert, ohne die Umsetzung der Strukturen in Gebäuden, Maschinen, Flächen usw. näher zu vertiefen. Es fehlen bisher klar definierte Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Planungsmethoden. Die Schwächen der vorhandenen Konzeptionen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Die indirekten Funktionen werden in den vorgestellten Methoden nur unzureichend berücksichtigt. Eine ganzheitliche Optimierung des soziotechnischen Systems „Produktion“ im Sinne japanischer Produktions- und Organisationsprinzipien ist mit diesen Methoden nur bedingt möglich.
- Der Aufbau neuer Werkstrukturen und die Automatisierung der Produktion ohne die Berücksichtigung der komplexen systemischen Wechselwirkungen der eingesetzten Elemente führen zu widersprüchlichen Konfigurationen, Unter- oder Überkapazitäten.
- Es fehlen durchgängige Modell- und Methodenbausteine zur Unterstützung der Planung der Systemelemente mit ihren komplexen Wechselwirkungen. Die Visualisierung der Ergebnisse und Zwischenschritte ist über den Bereich der reinen Layout- und Prozessdarstellung zu erweitern.
- Oft wird zwar die Notwendigkeit einer permanenten Planung erkannt, es fehlt jedoch hierzu bisher die methodische und instrumentelle Unterstützung.

Einen Teil dieser Schwächen hat BISSEL [Biss96] versucht in seiner Methode der „prozessorientierten Planung dynamischer Fabrikssysteme“ zu beseitigen, indem er auf den genannten Methoden aufbaut und diese zu einer geschlossenen Methode integriert und mit Bezug auf die Prozessorientierung zu einem Regelkreis ergänzt. BISSEL hat einen neuen Weg in der Fabrikplanung beschritten, der im Folgenden anhand der wesentlichen Schritte erläutert wird.

### D. 3 Prozessorientierte Planung dynamischer Fabrikssysteme

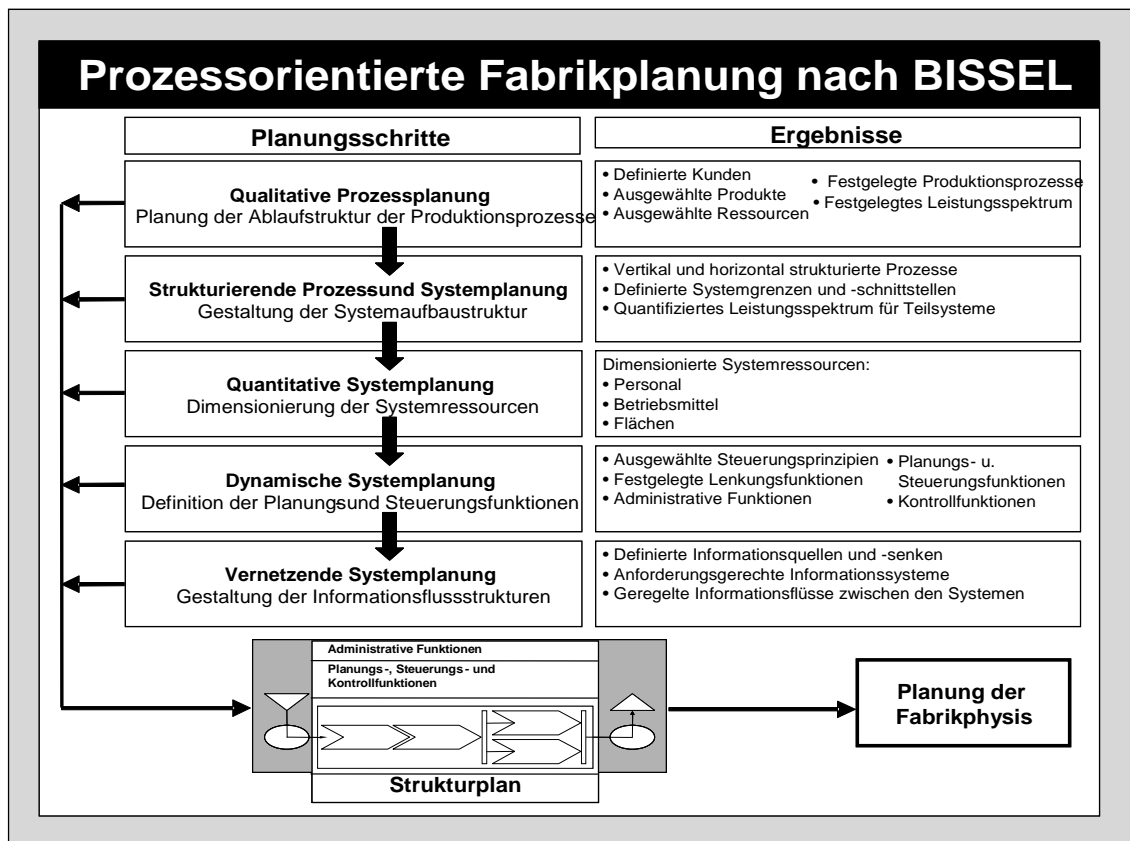


Abbildung 130: Prinzipien der prozessorientierten Planung dynamischer Fabrikssysteme [Biss96]

Die prozessorientierte Planung und Reorganisation der Fabrikstrukturen nach der von BISSEL [Biss96] vorgeschlagenen Systematik, wird auch als 5-Stufen Methode bezeichnet. Mithilfe dieser Methode lassen sich effiziente Fertigungsstrukturen in fünf Phasen erarbeiten (Abbildung 130). Nach BISSEL [Biss96] ist die Fabrikplanung in Zukunft nicht mehr als einmaliger, sondern als permanenter Planungsprozess zu verstehen. Sobald Strukturschwächen erkannt und bewertet worden sind, müssen die hierfür notwendigen Planungsaufgaben gelöst werden. Auf der Grundlage bedarfsorientierter Strukturregelkreise erfolgt bei BISSEL die simultane Planung (rekursiv, iterativ). Das Produkt und dessen Produktionsprozesse stehen als Gestaltungsmaxime im Mittelpunkt.

Die fünf Schritte der prozessorientierten Fabrikplanung, *strukturierende Prozess- und Systemplanung*, *quantitative*, *dynamische* und *vernetzte Systemplanung*, stellen ein Phasenmodell dar. Mit diesem Modell werden die Fabrikssysteme produkt- und prozessorientiert geplant und permanent an neue Anforderungen angepasst (s. Abbildung 130). Die einzelnen Schritte werden jedoch nicht in tabellarischen Reihenfolge abgearbeitet, sondern es sind parallele oder in unterschiedlicher Reihenfolge (Rücksprünge) in der Bearbeitung möglich.

Die 5-Stufen-Methode stellt neben dem ganzheitlichen Ansatz eine selbständige Vorgehensweise dar, die sich in Generalstruktur-, Fabrikstruktur- und Fertigungsstrukturplanung unterteilt. Grundlagen der Partizipation und Regelkreisstrukturen sind Alleinstellungsmerkmale dieser Methode.

Die wesentlichen Neuerungen der fünf Planungsstufen im Gegensatz zu herkömmlichen Planungsmethoden sind nach [Ger198]:

*Qualitative Prozessplanung:* Zielsetzung der qualitativen Prozessplanung ist es, die wertschöpfenden Prozesse zur Erstellung der Produkte zu identifizieren und prozessorientiert zu beschreiben. Die Produktionsprozesse bestimmen maßgeblich die Strukturen einer Fabrik. In den meisten Unternehmen werden Produkte gefertigt, die sich sowohl in ihrem Mengengerüst als auch in ihren Produktionsprozessen deutlich voneinander unterscheiden. Diese Unterschiede werden in der qualitativen Prozessplanung möglichst deutlich herausgearbeitet und in grobe Fabrikstrukturen überführt. Die Identifikation der Kunden und ihrer Anforderungen dient als Grundlage für diese Planungsphase. Das nach Kunden sortierte Leistungsspektrum wird anschließend in Form von Prozessen beschrieben. Den Prozessen werden die wesentlichen Ressourcen zugeordnet. Für die »qualitative Prozessplanung« bietet sich das Prozesskettenmanagement (PKM) [Kuhn94] an. In den Prozessketten wird die Leistungserstellung definiert, wobei die Kunden-Lieferanten-Beziehungen ebenso wie die Festlegung der Prozessschnittstellen berücksichtigt werden. Die Prozessbeschreibungen dienen als Basis der anschließenden Gestaltung.

*Strukturierende Prozess- und Systemplanung:* Das Ziel dieser Planungsphase ist es, Systeme anhand strategischer oder technologischer Kriterien festzulegen und diesen Systemen die Verantwortung für die Produktionsprozesse und damit für die Produkte zuzuweisen. Für Produkte mit gleichen oder ähnlichen Produktionsprozessen können gemeinsam genutzte Systeme gestaltet werden. Diese Systeme sind anhand der unterschiedlichen oder gemeinsamen technologischen Kriterien der einzelnen Produkte zu gestalten. Durch den Aufbau von Teilefamilien wird die Materialbereitstellung, die Vorfertigung, die Produktionsbereiche und der Materialfluss mit allen notwendigen Ressourcen für Serienprodukte gestaltet. Neben den Ressourcen können auch strategische Kriterien als Maxime für die Gestaltung dienen. So können z.B. Systeme für einzelne Kunden konzipiert werden, wobei die Produkte oder deren Prozesse nicht zwangsläufig unter technologischen Aspekten gleich oder ähnlich sein müssen. Diese Kriterien führen zum Aufbau von rein kundenorientierten Teilefamilien. Die Planungsphase *strukturierende Prozess- und Systemplanung* unterteilt sich in die zwei Schritte: die „*vertikale Strukturierung*“ und die „*horizontale Strukturierung*“. Ziel der *vertikalen Strukturierung* ist es, anhand der aufgestellten Kriterien festzulegen, welche Produkte in einem System gemeinsam betrachtet werden und nach welchen Kriterien dies geschieht. Ziel der *horizontalen Strukturierung* ist es, die Systemgrenzen und damit die Schnittstellen entlang des Produktionsprozesses zu definieren.

*Quantitative Systemplanung:* Ziel der quantitativen Systemplanung ist es, die Kapazität der verschiedenen Fabrikssysteme so zu dimensionieren, dass für die Durchführung der Prozesse ausreichende Kapazitäten zur Verfügung stehen. Neben der Festlegung der technischen Kapazitäten ist die Festlegung des Personalbedarfs Bestandteil der quantitativen Systemplanung. Die Wirtschaftlichkeit des Systems Fabrik steht hier im Vordergrund.

*Dynamische Systemplanung:* Die Wirksamkeit geeigneter Restrukturierungsmaßnahmen ist abhängig von der Wirksamkeit der eingesetzten Planungs- und Steuerungsmechanismen. Abstimmungsdefizite und die mangelhafte Berücksichtigung gegenseitiger Wechselwirkungen der Teilsysteme können die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems Fabrik erheblich reduzieren. Vor diesem Hintergrund ist die Auswahl und Anordnung verschiedener Betriebsmittel nach BISSEL für die Planung moderner Fabriken nicht mehr ausreichend. Die Gestaltung der Aufbau- und Ablauforganisation in einem Planungs- und Steuerungssystem stellt eine maßgeb-

liche Verbesserung der Effizienz der Fabrikssysteme dar. Die Rahmenbedingungen der Produktion können sich in kurzen Zyklen verändern. Die Planungs- und Steuerungsfunktionen sind so zu dezentralisieren und an die einzelnen Fabrikssysteme zu koppeln, dass diese auf wechselnde Anforderungen und Rahmenbedingungen flexibel und schnell reagieren können. Aufgabe der dynamischen Systemplanung ist es daher, die Steuerungsprinzipien und –aufgaben klar zu definieren, sowie die damit verbundenen Aufgaben zwischen zentralen und dezentralen Funktionsbereichen aufzuteilen.

*Vernetzende Systemplanung:* Sobald die Fabrikssysteme konzipiert sind, müssen systemintern und -extern geeignete Kommunikationsnetze installiert werden, um sicher zu stellen, dass die Materialflussprozesse durch voreilende (Planungsprozesse) und begleitenden Informationsflüsse (Steuerungs- und Kontrollprozesse) optimal unterstützt werden. Dementsprechend ist es notwendig, die Informationsbedarfe für jedes Fabrikssystem zu definieren, die entsprechenden Informationsquellen festzulegen und durch geeignete Informationsträger sicherzustellen, dass ein reibungsloser und aufwandsarmer Informationsfluss realisiert werden kann. Hierbei folgt man der Erkenntnis, dass zuerst die Fabrikstrukturen optimiert gestaltet werden müssen, bevor Informationsnetzwerke aufgebaut werden können.

Sind die fünf Stufen der Strukturplanung durchlaufen, wird die Fabrikphysik in einem Layoutplan dokumentiert

Planungsschritt	Planungsaspekt
<b>Qualitative Prozessplanung</b>	
Identifizieren der Kunden	Anzahl Kundenart (anonym, bekannt)
Festlegen des kundenspezifischen Leistungsspektrums	Produktarten, Dienstleistungen Varianz
Quantifizieren des kundenspezifischen Leistungsspektrums	Mengengerüst Umsatz- und Marktanteil Bedarfsschwankungen
Auswahl der Gewichtungsfaktoren	Umsatz- und Marktanteil Kundenstellung
Gewichten der Produkte und Auswahl	ABC-Analyse Wirtschaftlichkeitsanalyse, Nutzwertanalyse
Beschreibung der Produktionsprozesse	Arbeitspläne, Arbeitsanweisungen Ablaufdiagramme
Ableiten von Anforderungen	Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit Mengenleistung pro Periode Prozesszeiten und -sicherheit
Grobe Zuordnung der Ressourcen	Technologieauswahl Betriebsmittelauswahl
<b>Strukturierende Prozess- und Systemplanung</b>	
Aufstellen der Strukturierungskriterien	Kunde, Produkt Verrichtung Produktionsmenge
Strukturierung nach strategischen Kriterien	Kunden, Märkte
Strukturierung nach technologischen Kriterien	Produktionsverfahren Technische Restriktionen
Bewertung der Strukturen	Kunden- und Prozessorientierung Komplettbearbeitungsgrad
Gestaltung der Verantwortungsbereiche	Zuweisung direkter und indirekter Funktionen
Gestaltung der Schnittstellen zwischen den Subsystemen	Kooperation, Koordination
Bewertung des Gesamtsystems	Anzahl der Schnittstellen Komplexität und Transparenz

<b>Quantitative Systemplanung</b>	
Berechnen und simulieren von Zeitreihen	Berechnung der nutzbaren Kapazität Berechnung der erforderlichen Kapazität
Berechnung der Anzahl der Mitarbeiter	Direkte und indirekte Mitarbeiter
Berechnung der technischen Ressourcen	Betriebsmittel, Flächen
Berechnung der Investitionsmittel	Neuanschaffung, Modernisierung, Umstellung
Berechnung der Wirtschaftlichkeit	Kosten und Nutzen
<b>Dynamische Systemplanung</b>	
Beschreibung der Ziele der Planung und Steuerung	Durchlaufzeit, Bestände, Auslastung Lieferzeit, Termintreue
Anforderungskatalog PPS	Pflichten- und Lastenhefte
Auswahl des Steuerungskonzeptes	MRP, BOA, KANBAN, Kapazitätsbörse
Gestaltung der Regelkreise	Dezentralisierung
Aufgabenzuordnung der PPS	Schnittstellenoptimierung
Beurteilung der Regelkreisstrukturen	Zielerreichungsgrad
<b>Vernetzende Systemplanung</b>	
Analyse der Informationsbedarfe	Art, Häufigkeit, Detaillierung
Anforderungskatalog I+K- Strukturen	Quellen- und Senkenanalyse
Gestaltung der Informationskanäle	Festlegung der Quellen und Senken
Auswahl der Hard- und Software	Anbieter- und Systembewertung anhand der Pflichten- und Lastenhefte
Schulung	Schulungskonzepte und -anbieter

Tabelle 12: Planungsschritte der prozessorientierten Planung nach BISSEL

### Fazit D 3

Die Methode von BISSEL erweitert in vielen Punkten die Möglichkeiten der „klassischen“ Methoden der Fabrikplanung. Die wesentlichen Vorteile gegenüber den übrigen Ansätzen sind:

- Integration von Strukturierung und quantitativ-technologischer Fabrikplanung,
- eine konsequente Berücksichtigung der Prozessorientierung und
- eine planerische Verbindung zwischen Systemplanung und Systemsteuerung.

Die bekannten Fabrikplanungsmethoden werden mit Ansätzen der Organisationsgestaltung ergänzt. Für die Umsetzung dieses Konzeptes sind jedoch noch verschiedene Fragen offen:

- Welche Bestandteile der Fabrikssysteme sind bestimmend für die Leistungsfähigkeit?
- Welche Kombinationen von Bestandteilen sind sinnvoll?
- Welche Relationen bestehen zwischen einzelnen Teilsystemen
- Anhand welcher Parameter können Strukturdefekte erkannt werden?

Für die Beantwortung dieser Fragen sind noch geeignete Modelle, Methoden und Instrumente zu finden. Die Logistik- bzw. Geschäftsprozessanalyse und -optimierung hat bereits wesentliche Fortschritte gemacht. Die in diesen Disziplinen entwickelten Modelle und Referenzen wurden bisher nur sehr unzureichend auf wichtige Aspekte der Fabrikplanung übertragen.

Die vorliegende Arbeit hat einen Ansatz der vernetzten Planung von Prozessen, Ressourcen, Strukturen und Lenkung geliefert. Die Fabrikplanung ist mit ihren Spezialgebieten noch in eine integrierte Gesamtplanung zu überführen, die den Erfolg des komplexen Gesamtsystems Fabrik sicherstellen kann. Das hier entwickelte Vorgehensmodell für die Planung von Industrieparks kann als Grundlage für die Entwicklung eines neuen Standards in der Fabrikplanung dienen. Der Schwerpunkt der Fabrikplanung ist von einer reinen Layoutbetrachtung in Richtung einer ganzheitlicheren Gestaltung des Produktionsunternehmens weiter zu entwickeln.

## Anhang E: Bekannte Definitionen der Fabrikplanung

Im Folgenden werden bekannte Definitionen der Fabrikplanung aufgeführt. Die unterschiedlichen Definitionen verdeutlichen den Bedarf nach einer einheitlichen neuen Definition, welche die aktuellen Anforderungen der Logistik mit berücksichtigt. Der in dieser Arbeit verfolgte prozessorientierte Ansatz könnte hierzu einen wertvollen Beitrag liefern.

---

### AGGTELEKY

„Die Fabrikplanung ist ein Teilgebiet der Unternehmensplanung und hat im Wesentlichen die optimale Gestaltung und rationelle Verwirklichung von Investitionsvorhaben zum Gegenstand. Sie beschäftigt sich sozusagen mit der „Hard-Ware“ der Unternehmen, nämlich überwiegend mit den Produktionsmitteln, die im Betrieb als konstante Gegebenheiten angesehen werden müssen und meist nur durch beträchtlichen finanziellen Aufwand geändert werden können. Demgegenüber stehen jene Bereiche, die flexibler sind und sich ohne größeren finanziellen Aufwand umgestalten lassen. Diese Gebiete können gewissermaßen als die „Soft-Ware“ angesehen werden. Die Fabrikplanung beschäftigt sich mit der Auswahl der Produktionsmittel und der Gestaltung von Fertigungsstätten. Sie ermittelt die technisch-wirtschaftlich optimalen Voraussetzungen für die Fertigung eines vorgegebenen Produktionsprogrammes, unter Berücksichtigung einer entsprechenden Flexibilität. (S.26) [Agg87]

---

### AGGTELEKY

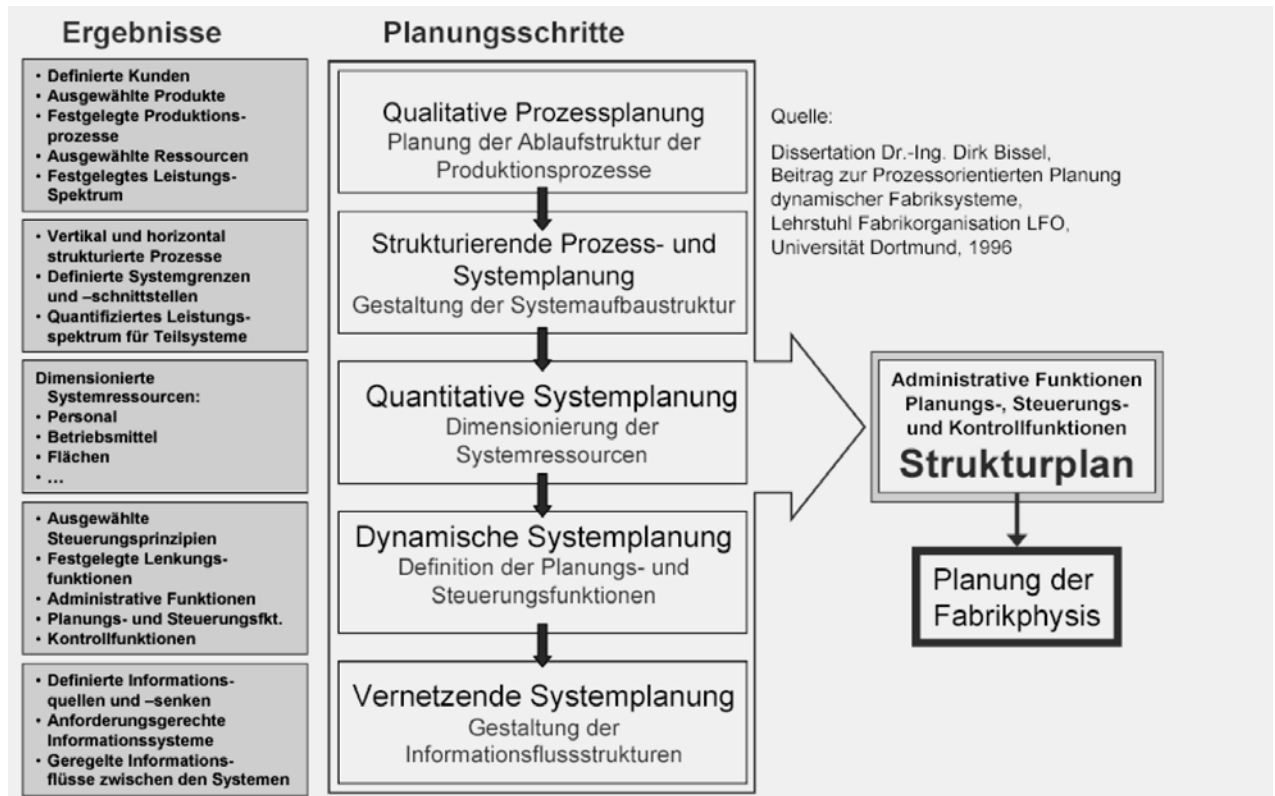
„Fabrikplanung ist ein vielseitiges, komplexes und weitläufiges Planungsgebiet.

...Es besteht aus einem hierarchisch aufgebauten System von Ermittlungen, Untersuchungen und Entscheidungen, bei dem die Ergebnisse der Teiluntersuchungen zum Teil die Aufgabenstellung der nachfolgenden Teilarbeiten bilden. Hinzu kommen jene Teilgebiete, die sich gegenseitig beeinflussen und eine Koordinierung erfordern.

... Die Fabrikplanung ist auf ein teils schrittweise (serielles), teil parallel verlaufendes Planungsverfahren und auf eigens hierfür entwickelte Methoden und Hilfsmittel angewiesen. Ohne sie kann die optimale Erfüllung der vielfältigen technischen, ökonomischen und betrieblichen Forderungen bei einer Minimierung des Investitionsrisikos nicht gewährleistet werden.“ (S.15) [Agg90]

---

## BISSEL



siehe auch Anhang D. 3. [Biss96]

## DOLEZALEK

„Unter Planung soll die Erarbeitung von Vorstellungen und Daten verstanden werden, die auf bestehenden Tatsachen und gewünschten künftigen Entwicklungen beruhen. Sie kann in ihren Ergebnissen nie absolut korrekt sein, da es unmöglich ist, die auf die gewünschte Entwicklung einwirkenden Einflüsse sicher vorauszusagen. Planung muss so aufgebaut sein, dass man jederzeit ihre Grundlagen erkennen kann. Sie muss in bestimmten Abständen überprüft werden, insbesondere dann, wenn nach Ablauf längerer Zeiträume weitere Teile der Planung in die Wirklichkeit umgesetzt werden sollen.“ (S.4) [Dol81]

## FELIX

„Im Rahmen des allgemeinen Wirtschaftsprozesses löst der Markt den ... Produkt-Herstellungsprozess (auch als Wertschöpfungsprozess bezeichnet) aus. Dieser Produkt-Herstellungsprozess setzt voraus, dass eine dafür geeignete Fabrik, deren Planung, Einrichtung und Bestand durch den Fabrikplanungs-Prozess sichergestellt werden kann. (S.29)

Das maximale einzubringende Erfahrungspotential ergibt sich im Planungszyklus: Planen, Realisieren, Bewirtschaften, Analysieren, Planen usw., gut vorstellbar in dem zuvor beschriebenen Rotationsprozess. (S.45)

Dabei ist Fabrik-Planung eben gleichzeitig auch als Anlagen-Bewirtschaftung (Objekt-Management) zu verstehen, wobei die Verantwortung für die betriebswirtschaftliche (treuhänderische) Verwaltung der Sachanlagen nicht gleichbedeutend ist mit der Produktionsverantwortung.“ (S.45) [Feli98]



---

**FELIX**

„Fabrikplanung ist:

Die Fortsetzung der strategischen Unternehmensplanung einerseits und die Gestaltung der eher produktspezifischen Prozess- und Systemtechnik andererseits. Ihre Hauptziele leiten sich aus den Unternehmenszielen ab.

Der vorausbestimmende Gestaltungsprozess für Fabrikanlagen

Die Umgestaltung gewachsener Strukturen bzw. die permanente, flexible Anpassung aller Fabrikanlagen an sich schnell ändernde Anforderungen von Produkt und Markt

Die Verwirklichung, Bewirtschaftung, Modifizierung und Pflege bis zur Ausmusterung aller Sachanlagen“ (S.56) [Feli98]

---

**FELIX**

„Fabrikplanung ist: eine vielseitige, komplexe Planungsaufgabe, die als simultaner Prozess unter Einbezug zahlreicher selbständiger technisch-wissenschaftlicher Fachgebiete (Planungsfelder) unter:

- produktionstechnischen
- betriebswirtschaftlichen
- unternehmenspolitischen
- infrastrukturellen
- öffentlich-rechtlichen Gesichtspunkten abläuft.“ (S.56) [Feli98]

---

**GRUNDIG**

„Gegenstand der Fabrikplanung (Fabrikplanungsobjekt) sind neben der Standort- und Gebäudewahl, die Produktionsprozesse (Fertigung und Montage) einschließlich der einzuordnenden Logistikprozesse (Transport, Lagerung, Umschlag, Kommissionierung u.a.) sowie die erforderlichen Nebenprozesse (Instandhaltung, Betriebsmittelbau u.a.). In seinem Wesen stellt der Fabrikplanungsprozess einen Investitionsprozess dar, d.h., die Erarbeitung wirtschaftlicher Lösungen von Fabrik- bzw. Produktionsprozessen und deren rationelle Umsetzung sind die Kerninhalte. Ein besonderer Anspruch der Fabrikplanung beruht darauf, dass es sich hierbei um die gedankliche Vorwegnahme und Festlegung zeitlich später stattfindender Aktivitäten und zu realisierender Projektlösungen geht, die mit zeitlichem Vorlauf im Rahmen der Fabrikplanungstätigkeit hochwertig vorab festzulegen sind. Der Prozess der Fabrikplanung beinhaltet somit vorausgedachte Produktion.“(S.9) [Grun00]

---

**KETTNER**

„Fabrikplanung ist die gedankliche Vorwegnahme zukünftiger Aktivitäten, welche die Entwicklungen des Planungsgegenstandes aktiv beeinflussen.“ [Kett84]

**KETTNER**

„Die Aufgabe der Fabrikplanung ist es unter Berücksichtigung zahlreicher Rahmen- und Randbedingungen, die Voraussetzungen zur Erfüllung der betrieblichen Ziele sowie der sozialen und volkswirtschaftlichen Funktionen einer Fabrik zu schaffen. Das heißt, die Fabrikplanung muss einen technisch einwandfreien, wirtschaftlichen Ablauf des Produktionsprozesses bei guten Arbeitsbedingungen für die in der Fabrik tätigen Menschen ermöglichen.

Fabrikplanung umfasst sowohl die völlige Neuplanung von Produktionsstätten als auch die Umstellungs- oder Erweiterungsplanung bestehender Betriebe. Aus der generellen Aufgabenstellung der Fabrikplanung lassen sich vier allgemeingültige Hauptzielsetzungen ableiten:

- Günstiger Produktions- bzw. Fertigungsfluss
  - Menschengerechte Arbeitsbedingungen
  - Gute Flächen- und Raumausnutzung
  - Hohe Flexibilität der Bauten, Anlagen und Einrichtungen“(S.3) [Kett84]
- 

**KOCH**

„Die Fabrikplanung ist die komplexe Tätigkeit des produkt- und prozessbezogenen Vorausdenkens des Industriegebietes im Rahmen der Funktionsbestimmung, Dimensionierung, Strukturierung und Gestaltung [Rock81]

bzw. die Ermittlung von Vorstellungen und Daten, die auf Gegebenheiten der Fabrik und gewünschten künftigen Fabrikinnovationen beruhen [Warn93].

Die Fabrikplanung ist ein Wissenschaftsgebiet, dessen Methoden- und Objektbezug eng verbunden ist mit den Begriffen Technologie, Fabrik, Projekt, Investition, Anlagenwirtschaft und besonders auch mit dem Wissenschaftsgebiet Logistik besteht der Anspruch nach dem ganzheitlichen Vorausdenken, Betreiben und Erhalten sowie nach ganzheitlicher Planung, Steuerung und Durchführung.“(S.5) [Koch91]

---

**ROCKSTROH****Funktionsbestimmung**

„Die technologische Konzeption (Funktionsbestimmung) liefert Aussagen darüber, wie, womit, unter welchen Voraussetzungen, mit welchen Arbeitsmitteln und in welcher Folge der Operationen Werkstoffe und Werkstücke im Sinne des Endzustandes verändert werden sollen.“ [Rock77]

„Welche Technologie soll vorgesehen werden (Funktionsbestimmung)?“ [Rock81]

„Technologische Betriebsprojektierung - Komplexe Tätigkeit des technologiebezogenen Vorausdenkens der Funktionsbestimmung, des Dimensionierens, des Strukturierens und Gestaltens zu rekonstruierender oder neu zu errichtender Industriebetriebe oder Teile.“ [Rock80]

---

**SCHMIGALLA**

„Fabrikplanung ist die vorausbestimmende Gestaltung von Fabriken.

Die Fabrik ist nach betriebswirtschaftlichen Zielen sowie nach den Erfordernissen des arbeitenden Menschen und der Umwelt zu planen.

Die Fabrikplanung umfasst die Analyse, Zielfestlegung, Funktionsbestimmung, Dimensionierung, Strukturierung, Integration und Gestaltung von Fabriken als System, wie auch ihrer Teilsysteme, Elemente, Substrukturen und Prozesse.

Die Hauptziele der Fabrikplanung leiten sich aus den Unternehmenszielen ab. Sie ist Teil der Unternehmensplanung und in vielfältiger Weise mit anderen Planungsgebieten verknüpft. Sie hat eine Vielzahl von Gesetzen, Verordnungen und Satzungen des überörtlichen und des örtlichen Planungsrechts, des Bauordnungsrechts u.a. sowie Normen, Vorschriften und Richtlinien zu beachten.“ (S.21) [Schmi95]

---

**VARIAN**

## Produktionsfaktoren

„Inputs in die Produktion werden Produktionsfaktoren genannt. Produktionsfaktoren werden häufig in breite Kategorien wie Grund und Boden, Arbeit, Kapital und Rohmaterialien klassifiziert. ... Kapitalgüter sind jene Inputs in die Produktion, die ihrerseits produzierte Güter sind.“

„Für Geld hat sich der Begriff des Finanzkapitals etabliert. Kapitalgut oder physisches Kapital ist der verbreitete Ausdruck für im industriellen Fertigungsprozess hergestellte Produktionsfaktoren.“ [Vari95]

---

**WIENDAHL**

„Die Fabrikplanung umfasst die Planung und Auslegung industrieller Produktionsstätten sowie die Überwachung der Realisierung bis zum Anlauf der Produktion. Der Umfang reicht dabei von der Umplanung einer einzelnen Maschine mit ihren Nebeneinrichtungen bis zur Erstellung eines neuen Werks. Die Aufgaben werden wegen ihres einmaligen Charakters in Form von Projekten durch ein Team mit Methoden des Projektmanagements abgewickelt.“ [Wien96]

---

**WOITHE**

Projektierung von Betriebsanlagen als informationsverarbeitender Prozess:

„... So betrachtet ist die Projektierung die Abarbeitung einer Folge von Arbeitsoperationen, deren Ergebnis die ideelle Gestaltung und modellmäßige Darstellung des zu schaffenden materiellen Systems (Betriebsanlage) ist. [Woi72]“

## Anhang F: Leistungsbilder der HOAI

Die Abrechnung der Leistungen der Architekten und Ingenieure ist durch die "Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)" geregelt [HOAI09].

Durch die Honorarordnung wird das Honorar für die dort beschriebenen Leistungen geregelt. Die HOAI beschreibt jedoch nicht die von den Architekten und Ingenieuren im Einzelfall zu erbringenden Leistungen, sondern die allgemein mindestens zu erbringenden Leistungen. Für die nicht in der HOAI geregelten Leistungen sind gesondert vertraglich zu vereinbaren.

Im § 33 der HOAI wird das Leistungsbild für die Objektplanung von Gebäuden und raumbildenden Ausbauten geregelt, zu denen auch ein Industriebau zählt.

In der folgenden Tabelle werden die Grundleistungen und besonderen Leistungen zusammengefasst, welche in den Leistungsphasen 1 bis 9 der HOAI geregelt sind.

Eine vergleichbare, standardisierte Beschreibung der Planungsleistungen fehlt bisher für die Ingenieurleistungen der Fabrikplanung.

<b>1. Grundlagenermittlung</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Klären der Aufgabenstellung
	Beraten zum gesamten Leistungsbedarf
	Formulieren von Entscheidungshilfen für die Auswahl anderer an der Planung beteiligter
	Zusammenfassen der Ergebnisse
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Bestandsaufnahme
	Standortanalyse
	Betriebsplanung
	Aufstellen eines Raumprogramms
	Aufstellen eines Funktionsprogramms
	Prüfen der Umwelterheblichkeit
	Prüfen der Umweltverträglichkeit

<b>2. Vorplanung (Projekt- und Planungsvorbereitung)</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Analyse der Grundlagen
	Abstimmen der Zielvorstellungen (Randbedingungen, Zielkonflikte)
	Aufstellen eines planungsbezogenen Zielkatalogs (Programmziele)
	Erarbeiten eines Planungskonzepts einschließlich Untersuchung der alternativen Lösungsmöglichkeiten nach gleichen Anforderungen mit zeichnerischer Darstellung und Bewertung, zum Beispiel versuchsweise zeichnerische Darstellungen, Strichskizzen, gegebenenfalls mit erläuternden Angaben
	Integrieren der Leistungen anderer an der Planung fachlich Beteiligter
	Klären und Erläutern der wesentlichen städtebaulichen, gestalterischen, funktionalen, technischen, bauphysikalischen, wirtschaftlichen, energiewirtschaftlichen (z.B. hinsichtlich rationeller Energieverwendung und der Verwendung erneuerbarer Energien) und landschaftsökologischen Zusammenhänge, Vorgänge und Bedingungen sowie der Belastung und Empfindlichkeit der betroffenen Ökosysteme
	Vorverhandlungen mit Behörden und anderen an der Planung fachlich Beteiligten über die Genehmigungsfähigkeit Bei Freianlagen: Erfassen, Bewerten und Erläutern der ökosystemaren Strukturen und Zusammenhänge, zum Beispiel Boden, Wasser, Klima, Luft, Pflanzen- und Tierwelt, sowie Darstellen der räumlichen und gestalterischen Konzeption mit erläuternden Angaben, insbesondere zur Geländegestaltung, Biotopverbesserung und -vernetzung, vorhandenen Vegetation, Neupflanzung, Flächenverteilung der Grün-, Verkehrs, Wasser-, Spiel- und Sportflächen; ferner Klären der Randgestaltung und der Anbindung an die Umgebung
	Kostenschätzung nach DIN 276 oder nach dem wohnungsrechtlichen Berechnungsrecht
	Zusammenstellen aller Vorplanungsergebnisse
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Untersuchen von Lösungsmöglichkeiten nach grundsätzlich verschiedenen Anforderungen
	Ergänzen der Vorplanungsunterlagen auf Grund besonderer Anforderungen
	Aufstellen eines Finanzierungsplanes
	Aufstellen einer Bauwerks- und Betriebs-Kosten-Nutzen-Analyse
	Mitwirken bei der Kreditbeschaffung
	Durchführen der Voranfrage (Bauanfrage)
	Anfertigen von Darstellungen durch besondere Techniken, wie zum Beispiel Perspektiven, Muster, Modelle
	Aufstellen eines Zeit- und Organisationsplanes
	Ergänzen der Vorplanungsunterlagen hinsichtlich besonderer Maßnahmen zur Gebäude- und Bauteiloptimierung, die über das übliche Maß der Planungsleistungen hinausgehen. .

<b>3. Entwurfsplanung (System- und Integrationsplanung)</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Durcharbeiten des Planungskonzepts (stufenweise Erarbeitung einer zeichnerischen Lösung) unter Berücksichtigung städtebaulicher, gestalterischer, funktionaler, technischer, bauphysikalischer, wirtschaftlicher, energiewirtschaftlicher (z.B. hinsichtlich rationeller Energieverwendung und der Verwendung erneuerbarer Energien) und landschaftsökologischer Anforderungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter bis zum vollständigen Entwurf
	Integrieren der Leistungen anderer an der Planung fachlich Beteiligter
	Objektbeschreibung mit Erläuterung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nach Maßgabe der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung
	Zeichnerische Darstellung des Gesamtentwurfs, z.B. durchgearbeitete, vollständige Vorentwurfs- und/oder Entwurfszeichnungen (Maßstab nach Art und Größe des Bauvorhabens; bei Freianlagen im Maßstab 1:500 bis 1:100, insbesondere mit Angaben zur Verbesserung der Biotopfunktion, zu Vermeidungs-, Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen sowie zur differenzierten Bepflanzung; bei raumbildenden Ausbauten: im Maßstab 1:50 bis 1:20, insbesondere mit Einzelheiten der Wandabwicklungen, Farb-, Licht- und Materialgestaltung), gegebenenfalls auch Detailpläne mehrfach wiederkehrender Raumgruppen; Verhandlungen mit Behörden und anderen an der Planung fachlich Beteiligten über die Genehmigungsfähigkeit
	Kostenberechnung nach DIN 276 oder nach dem wohnungsrechtlichen Berechnungsrecht
	Zusammenfassen aller Entwurfsunterlagen
	Kostenkontrolle durch Vergleich der Kostenberechnung mit der Kostenschätzung
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Analyse der Alternativen/Varianten und deren Wertung mit
	Kostenuntersuchung (Optimierung)
	Wirtschaftlichkeitsberechnung
	Kostenberechnung durch Aufstellen von Mengengerüsten oder Bauelementkatalog
	Ausarbeitung besonderer Maßnahmen zur Gebäude- und Bauteiloptimierungen, die über das übliche Maß der Planungsleistungen hinausgehen, zur Verringerung des Energieverbrauchs sowie der Schadstoff- und CO <sub>2</sub> -Emissionen und zur Nutzung erneuerbarer Energien in Abstimmung mit anderen an der Planung fachlich Beteiligten. Das übliche Maß ist für Maßnahmen zur Energieeinsparung durch die Erfüllung der Anforderungen gegeben, die sich aus Rechtsvorschriften und den allgemein anerkannten Regeln der Technik ergeben

<b>4. Genehmigungsplanung</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Erarbeiten der Vorlagen für die nach öffentlich-rechtlichen Vorschriften erforderlichen Genehmigungen oder Zustimmungen einschließlich der Anträge auf Ausnahmen und Befreiungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter sowie noch notwendiger Verhandlungen mit Behörden
	Einreichen dieser Unterlagen
	Vervollständigen und Anpassen der Planungsunterlagen, Beschreibungen und Berechnungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter
	Bei Freianlagen und raumbildenden Ausbauten: Prüfen auf notwendige Genehmigungen, Einholen von Zustimmungen und Genehmigungen
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Mitwirken bei der Beschaffung der nachbarlichen Zustimmung
	Erarbeiten von Unterlagen für besondere Prüfverfahren
	Fachliche und organisatorische Unterstützung des Bauherrn im Widerspruchsverfahren, Klageverfahren oder Ähnliches
	Ändern der Genehmigungsunterlagen infolge von Umständen, die der Auftragnehmer nicht zu vertreten hat

<b>5. Ausführungsplanung</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Durcharbeiten der Ergebnisse der Leistungsphasen 3 und 4 (stufenweise Erarbeitung und Darstellung der Lösung) unter Berücksichtigung städtebaulicher, gestalterischer, funktionaler, technischer, bauphysikalischer, wirtschaftlicher, energiewirtschaftlicher (z.B. hinsichtlich rationeller Energieverwendung und der Verwendung erneuerbarer Energien) und landschaftsökologischer Anforderungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter bis zur ausführungsfähigen Lösung
	Zeichnerische Darstellung des Objekts mit allen für die Ausführung notwendigen Einzelangaben, z.B. endgültige, vollständige Ausführungs-, Detail- und Konstruktionszeichnungen im Maßstab 1:50 bis 1:1, bei Freianlagen je nach Art des Bauvorhabens im Maßstab 1:200 bis 1:50, insbesondere Bepflanzungspläne mit den erforderlichen textlichen Ausführungen
	Bei raumbildenden Ausbauten: detaillierte Darstellung der Räume und Raumfolgen im Maßstab 1:25 bis 1:1, mit den erforderlichen textlichen Ausführungen; Materialbestimmung
	Erarbeiten der Grundlagen für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten und Integration ihrer Beiträge bis zur ausführungsfähigen Lösung
	Fortschreiben der Ausführungsplanung während der Objektausführung
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Aufstellen einer detaillierten Objektbeschreibung als Baubuch zur Grundlage der Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm*
	Prüfen der vom bauausführenden Unternehmen auf Grund der Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ausgearbeiteten Ausführungspläne auf Übereinstimmung mit der Entwurfsplanung*
	Erarbeiten von Detailmodellen
Prüfen und Anerkennen von Plänen Dritter, nicht an der Planung fachlich Beteiligter auf Übereinstimmung mit den Ausführungsplänen (zum Beispiel Werkstattzeichnungen von Unternehmen, Aufstellungs- und Fundamentpläne von Maschinenlieferanten), soweit die Leistungen Anlagen betreffen, die in den anrechenbaren Kosten nicht erfasst sind	
*Diese Besondere Leistung wird bei Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ganz oder teilweise Grundleistung. In diesem Falle entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase, soweit die Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm angewandt wird.	



<b>6. Vorbereitung der Vergabe</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Ermitteln und Zusammenstellen von Mengen als Grundlage für das Aufstellen von Leistungsbeschreibungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter
	Aufstellen von Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnissen nach Leistungsbereichen
	Abstimmen und Koordinieren der Leistungsbeschreibungen der an der Planung fachlich Beteiligten
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Aufstellen der Leistungsbeschreibungen mit Leistungsprogramm unter Bezug auf Baubuch/Raubuch*
	Aufstellen von alternativen Leistungsbeschreibungen für geschlossene Leistungsbereiche
	Aufstellen von vergleichenden Kostenübersichten unter Auswertung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter
	*Diese Besondere Leistung wird bei Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ganz oder teilweise Grundleistung. In diesem Falle entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase, soweit die Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm angewandt wird.

<b>7. Mitwirkung bei der Vergabe</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Zusammenstellen der Verdingungsunterlagen für alle Leistungsbereiche
	Einholen von Angeboten
	Prüfen und Werten der Angebote einschließlich Aufstellen eines Preisspiegels nach Teilleistungen unter Mitwirkung aller während der Leistungsphasen 6 und 7 fachlich Beteiligten
	Abstimmen und Zusammenstellen der Leistungen der fachlich Beteiligten, die an der Vergabe mitwirken
	Verhandlung mit Bietern
	Kostenanschlag nach DIN 276 aus Einheits- oder Pauschalpreisen der Angebote
	Kostenkontrolle durch Vergleich des Kostenanschlags mit der Kostenberechnung
	Mitwirken bei der Auftragserteilung
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Prüfen und Werten der Angebote aus Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm einschließlich Preisspiegel*
	Aufstellen, Prüfen und Werten von Preisspiegeln nach besonderen Anforderungen
	*Diese Besondere Leistung wird bei Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ganz oder teilweise Grundleistung. In diesem Falle entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase, soweit die Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm angewandt wird

<b>8. Objektüberwachung</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Überwachen der Ausführung des Objekts auf Übereinstimmung mit der Baugenehmigung oder Zustimmung, den Ausführungsplänen und den Leistungsbeschreibungen sowie mit den anerkannten Regeln der Technik und den einschlägigen Vorschriften
	Überwachen der Ausführung von Tragwerken nach § 63 Abs. 1 Nr. 1 und 2 auf Übereinstimmung mit dem Standsicherheitsnachweis
	Koordinieren der an der Objektüberwachung fachlich Beteiligten
	Überwachung und Detailkorrektur von Fertigteilen
	Aufstellen und Überwachen eines Zeitplanes (Balkendiagramm)
	Führen eines Bautagebuches
	Gemeinsames Aufmass mit den bauausführenden Unternehmen
	Abnahme der Bauleistungen unter Mitwirkung anderer an der Planung und Objektüberwachung fachlich Beteiligter unter Feststellung von Mängeln
	Rechnungsprüfung
	Kostenfeststellung nach DIN 276 oder dem wohnungsrechtlichen Berechnungsrecht
	Antrag auf behördliche Abnahme und Teilnahme daran
	Übergabe des Objekts einschließlich Zusammenstellung und Übergabe der erforderlichen Unterlagen, zum Beispiel Bedienungsanleitungen, Prüfprotokolle
	Auflisten der Gewährungsfristen
	Überwachen der Beseitigung der bei der Abnahme der Bauleistungen festgestellten Mängel
	Kostenkontrolle durch Überprüfen der Leistungsabrechnung der bauausführenden Unternehmen im Vergleich zu den Vertragspreisen und dem Kostenanschlag
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Aufstellen, Überwachen und Fortschreiben eines Zahlungsplanes
	Aufstellen, Überwachen und Fortschreiben von differenzierten Zeit-, Kosten- oder Kapazitätsplänen
	Tätigkeit als verantwortlicher Bauleiter, soweit diese Tätigkeit nach jeweiligem Landesrecht über die Grundleistungen der Leistungsphase 8 hinausgeht

<b>9. Objektbetreuung Dokumentation</b>	<b>Grundleistungen</b>
	Objektbegehung zur Mängelfeststellung vor Ablauf der Verjährungsfristen der Gewährleistungsansprüche gegenüber den bauausführenden Unternehmen
	Überwachen der Beseitigung von Mängeln, die innerhalb der Verjährungsfristen der Gewährleistungsansprüche, längstens jedoch bis zum Ablauf von fünf Jahren seit Abnahme der Bauleistungen auftreten
	Mitwirken bei der Freigabe von Sicherheitsleistungen
	Systematische Zusammenstellung der zeichnerischen Darstellungen und rechnerischen Ergebnisse des Objekts
	<b>Besondere Leistungen</b>
	Erstellen von Bestandsplänen
	Aufstellen von Ausrüstungs- und Inventarverzeichnissen
	Erstellen von Wartungs- und Pflegeanweisungen
	Objektbeobachtung
	Objektverwaltung
	Baubegehungen nach Übergabe
	Überwachen der Wartungs- und Pflegeleistungen
	Aufbereiten des Zahlungsmaterials für eine Objektdatei
	Ermittlung und Kostenfeststellung zu Kostenrichtwerten
	Überprüfen der Bauwerks- und Betriebs-Kosten-Nutzen-Analyse
	<b>Besondere Leistungen bei Umbauten und Modernisierungen</b>
	maßliches, technisches und verformungsgerechtes Aufmass
	Schadenskartierung
	Ermitteln von Schadensursachen
	Planen und Überwachen von Maßnahmen zum Schutz von vorhandener Substanz
	Organisation von Betreuungsmaßnahmen für Nutzer und andere Planungsbetroffene
	Mitwirken an Betreuungsmaßnahmen für Nutzer und andere Planungsbetroffene
Wirkungskontrolle von Planungsansatz und Maßnahmen im Hinblick auf die Nutzer, zum Beispiel durch Befragen.	

## Anhang G: Strukturanalyse von Industriebauten

### G.1: Strukturierung des Systems Industriepark

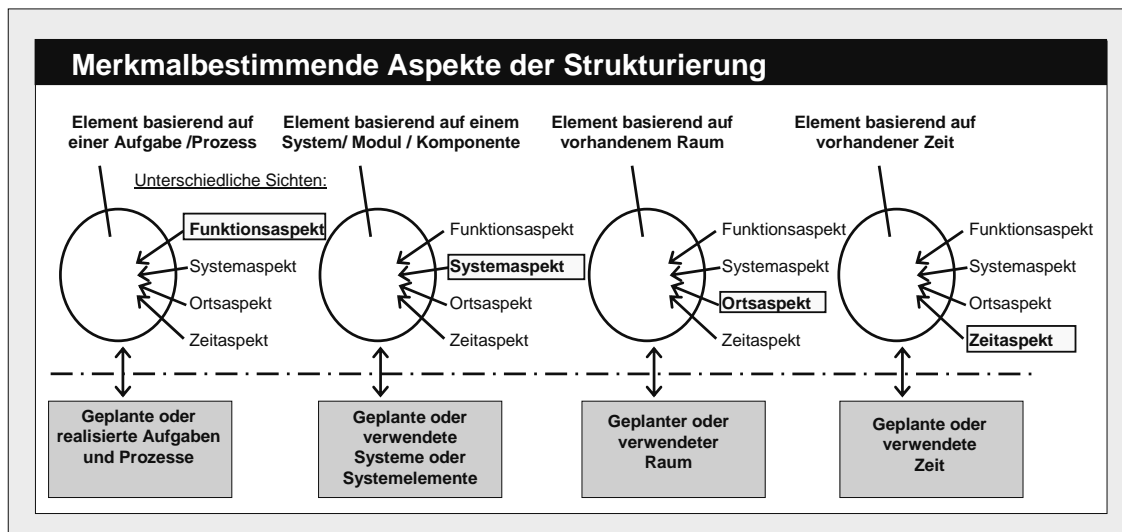


Abbildung 131: Aspekte der Strukturierung von Objekten nach Funktion, System, Ort und Zeit  
Planungsmodule sind so so abzugrenzen, dass das geplante System strukturiert verwaltet werden kann. Hierzu bedient man sich der Strukturierung in unterschiedlichen Systemebenen.

Die Strukturierung wird in DIN EN 61346 Bbl 1:2002-11 [DIN02] definiert: „*als ein Mittel, die Objekte eines Systems in systematischer Weise zu organisieren, um alle Aktivitäten, die während der gesamten Lebensdauer dieses Systems auszuführen sind, zu erleichtern.*“ Strukturierung ist folglich ein Mittel, um komplexe Zusammenhänge besser verwalten zu können.

Für die rationelle Planung, die Errichtung, den Betrieb und die Instandhaltung von technischen Systemen werden das System und die Information hierüber in Teilbereiche und Teile untergliedert. In IEC 61346-1 ist eine Methodik beschrieben, wie Information über ein mehr oder weniger komplexes System in einfache, überschaubare Portionen aufgeteilt werden kann. Hierzu werden die Begriffe: Objekt, Aspekt, und Struktur verwendet, um ein komplexes System zu beschreiben.

Die geplanten Strukturen eines Industrieparks sollten auf dem systematischen, analytischen und wissenschaftlichen Vorgehen aufbauen, ein komplexes Ganzes in Subsysteme zu untergliedern. Dieses Vorgehen der Strukturierung hat das Ziel, die Komplexität beherrschbarer zu machen. Die Strukturierung von Produktionssystemen erfolgt unter funktionalen, räumlichen, systemischen und zeitlichen Aspekten (siehe Abbildung 131).

Die Elemente eines strukturierten Systems lassen sich nach verschiedenen Aspekten charakterisieren. Dabei können mehrere Aspekte gleichzeitig auf ein Element zutreffen. Es kann aber auch sein, dass einer der Aspekte als Gestalt bestimmendes Merkmal überwiegt.

Die funktionale Komponente ist auf die Erfüllung der Anforderungen aus den Prozessen der Produktion, der Logistik, der Nutzung und des Betriebs ausgerichtet. Die Funktion prägt die Produktionssegmente und die Aufbauorganisation des Unternehmens. Die zeitliche Komponente findet sich in der Ablaufplanung, den Planungsphasen und in den Lebenszyklusphasen der Systeme. Mit der räumlichen Komponente werden die Elemente und Ressourcen der Fabrik in ihrer räumlichen Lage - der Topologie - so angeordnet, dass sie den Anforderungen der zeitlichen und funktionalen Strukturierung aufgrund des Prozessablaufs und der funktionalen

Gruppenbildung und Zuordnung optimal entsprechen. Die systemorientierte Struktur beschreibt die Zusammenhänge und Relationen im System, das wie ein Element mit dem anderen zusammenhängt, um das System zu bilden.

Neben diesen Strukturen bestehen noch viele andere Möglichkeiten der Strukturierung, z.B. nach Thema, nach Daten nach gestaltprägenden Merkmalen.

## G. 1.1 Struktur als Basis für die Dokumentation und Verwaltung

<b>Planungsebenenmodell</b>		
<b>Strukturebene</b>	<b>Strukturelemente /- Bereiche</b>	<b>Strukturpläne</b>
<b>Produktionsnetzstruktur</b>	Anordnung von verschiedenen Standorten und logistische Verknüpfung Anordnung GVZ, LLZ	Standortplanung Anordnungsplanung
<b>Standortstruktur;</b>	Anordnung der Gebäude auf dem Werksgelände, Verkehrswege, Lagerflächen, Grünflächen	Standortstruktur;
<b>Gebäudestruktur, Infrastruktur</b>	Anordnung der Bereiche s.u. im Gebäude, Geschossbau, Halle, Tragwerkstruktur, Systeme der Gebäudetechnik	Gebäudestruktur, Infrastruktur
<b>Bereichsstruktur</b>	Fertigungssegment, Fertigungsinseln, Verwaltungsbereich, Sozialbereich	Bereichsbildung Prozesskettenpläne Funktionsschema Flächenschema, ideales Blocklayout Feinlayout
<b>Raumstruktur</b>	Abschirmungsbereich, Arbeitsgruppe, Maschinengruppe, Raum Fläche	Ausstattung der Räume, Oberflächen, Materialien, Anschlüsse Medien
<b>Arbeitsplatzstruktur</b>	Ergonomie, Montagezeitstudien, Beleuchtung,	Ergonomiestudien, Planung der Werkzeuge und Vorratsbehälter, Gestaltung der Betriebsmittel

Abbildung 132: Unterschiedliche Strukturen in den Systemebenen eines Industrieparks

Die Struktur eines Systems ist die Basis für die Strukturierung der Dokumentation, für die Identifikation von Elementen, für die Identifikation von Schnittstellen und Wechselwirkungen. Mit der Strukturierung, als Werkzeug, ist es möglich, wieder verwendbare Objekte und technische Lösungen zu definieren. Die technischen Lösungen können als Wissensbausteine in Datenbanksystemen dokumentiert und wieder verwendet werden. Das erleichtert die Bereitstellung von Informationen und die Erstellung der Dokumentation. Weiterhin können, Erfahrungen mit dem Einsatz einer Lösung rückgemeldet werden und somit die Qualität kontinuierlich verbessert werden. In der Dokumentation können die Strukturen nach:

- ihrem Hauptaspekt,
- den Zusammenhängen und
- dem Detaillierungsgrad

unterschieden werden. Die Daten lassen sich z.B. aufgrund der Schwerpunkte der betrachteten Aspekte auch thematisch strukturieren, z.B. in Architekturdaten (Ortsaspekt) und Technikdaten (Funktionsaspekt). Zu den Daten des Industriebaus zählen alle die Architektur beschreibenden Daten eines Objektes. Unter diesen Bereich fällt das „Raumbuch“ mit Flächendaten, Oberflächeninformationen, Außenflächeninformationen, etc.. Die Technikdaten sind alle Informationen über die Gebäudetechnik eines Industriegebäudes.

Neben der thematischen Struktur ist die logische Struktur, die Zuweisung der Informationen untereinander, eines der entscheidenden Themen im Bereich der Strukturierung von Gebäude-daten. Die Schlüsselfragen sind: „Was hängt an wem?“ und „Was ist wo?“

Wesentlicher Baustein der Strukturplanung ist die Entwicklung von Strukturkonzepten. Ein Strukturkonzept kann als die Überlagerung von organisatorischen und räumlichen Strukturen angesehen werden. Das Erarbeiten von Strukturkonzepten ist ein kreativ anspruchsvoller und zeit- sowie kostenaufwendiger Prozess im Rahmen der Fabrikplanung. Eine Struktureinheit ist ein System- oder Konstruktionselement mit komplexer Struktur, das bestimmte Prozessabläufe ermöglicht. Als wesentliche *Strukturelemente* sind in diesem Zusammenhang Segmente, teilautonome Gruppen und die vielfach eingesetzten Fertigungsinseln zu nennen. Allen Lösungsansätzen gemein ist die Verschiebung von Verantwortung hin zu kleineren Einheiten. So werden sämtliche indirekte Funktionen (beispielsweise Instandhaltung, Qualitätssicherung oder Produktionssteuerung) auf unteren Hierarchiestufen, in den Segmenten ausgeführt. Diese kleinen selbstständigen Einheiten sind auch in Konzepten wie: der *segmentierten Fabrik* [Wild88] (siehe auch Anhang D.2.1), der *Fraktalen Fabrik* [Warn93] (siehe auch Anhang D.2.2), der *Holonischen Fabrik* [Koes68] oder der *Lean-Production* [Shin92], [Woma97] wieder zu erkennen. Systemtheoretische Überlegungen zeigen, dass in selbst organisierten Systemen jeder Prozess wieder auf die Struktur zurückwirkt [Mali96]. Ein konsequent prozessorientierter Ansatz muss diese permanenten Rückkopplungen zwischen Struktur und Prozess berücksichtigen. In Anhang G finden sich prinzipielle Strukturierungsmöglichkeiten für Industriegebäude, die hierbei zu berücksichtigen sind. Grundlage für die Strukturplanung ist immer eine genaue Prozessanalyse. Erst das harmonisierte Zusammenspiel von Prozessen und Strukturen schafft ein Gesamtsystem, das möglichst viele Synergien schafft. Die Komplexität der Aufgabenstellungen ist durch geeignete Prozessabläufe in möglichst klaren Strukturen zu realisieren.

## G. 1.2 Räumliche Ebenen der Strukturierung

Es existieren für die Planung zwei Möglichkeiten die Gesamtstruktur zu analysieren:

- In der *induktiven Methode* (bottom up) wird ausgehend von der kleinsten Einheit (dem Arbeitsplatz) das Gesamtsystem Produktionsnetzstruktur des Industrieparks entwickelt.
- In der *deduktiven Methode* (top down) wird ausgehend vom Gesamtsystem Industriepark bis zum einzelnen Arbeitsplatz hin untergliedert analysiert.

Die *deduktive Methode* hat den Vorteil, dass die zentrale Ausrichtung des Gesamtzusammenhangs im Detail nicht verloren geht. Die *induktiven Methode* wird angewandt, wenn es gilt einzelne Teilsysteme (z.B. Bereichsstruktur) zu restrukturieren oder ein einzelner Arbeitsplatz Störungen aufweist.

Die Strukturierung erfolgt in der Form eines Raumbuches, in dem die zu strukturierenden oder dokumentierenden Elemente Räumen zugeordnet werden.

Abbildung 133 zeigt ein Beispiel eines Raumbuchs, in dem die Lage eines Möbels im Raum mit 5 Ziffern eindeutig beschrieben werden kann.

Ein Beispiel: Wird in einem Raumbuch ein schienengebundenes, automatisches Regalbediengerät einem Raum (Hochregallager) zugewiesen, muss man sich unweigerlich fragen, wo im Raum, da hier viele Gassen und Zwischenebenen existieren? Zudem soll das Regalbediengerät dem Gewerk (Funktion) Fördertechnik zugeordnet werden. Der Schaltschrank des Regalbediengerätes ist dem Gewerk (Funktion) Elektrotechnik in einem anderen Raum eindeutig zuzuordnen. Schaltschrank und Regalbediengerät sind im Gesamtzusammenhang als zusam-

mengehörig zu kennzeichnen. Zur eindeutigen räumlichen Zuordnung in großen Räumen sind deshalb Zwischenebenen und Achsen zu definieren.

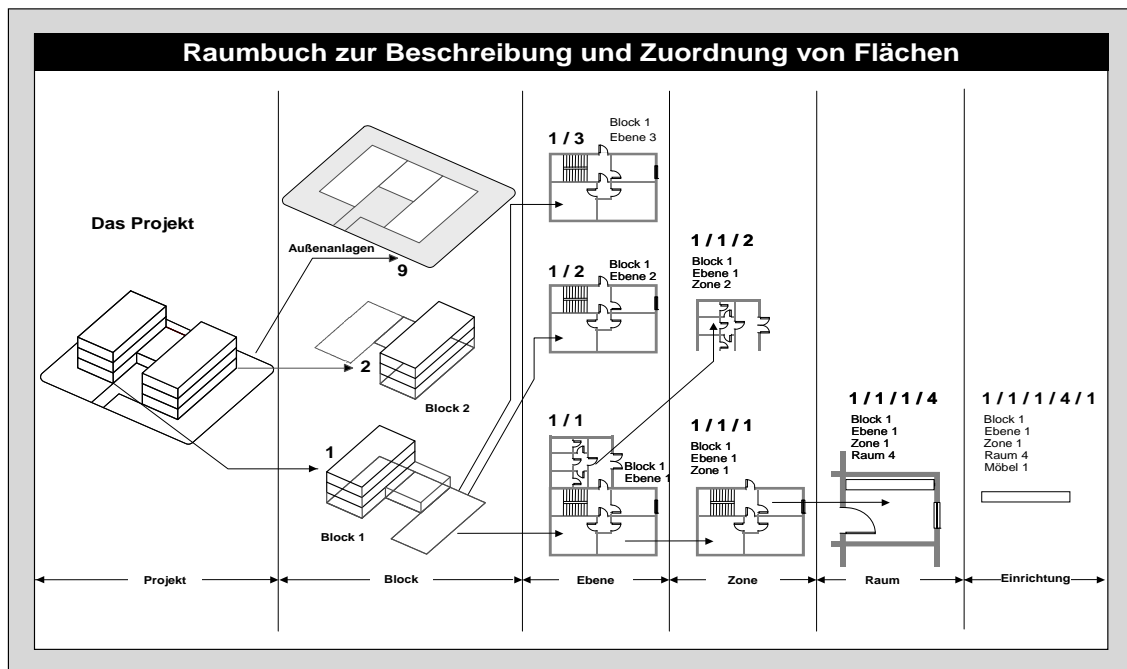


Abbildung 133: Raumbuch für die eindeutige Beschreibung bis zum Arbeitsplatz

### G. 1.3 Funktionale Strukturen

Industrieparks lassen sich mit den folgenden funktionalen Strukturmerkmalen kategorisieren:

#### Werksstruktur:

- Flächen
- bauliche Struktur und Topologie
- Infrastruktur (Verkehrswegeplanung, Ver- und Entsorgung)
- indirekte Bereiche (Verwaltungs-, Entwicklungs-, Sozialgebäude)

#### Netzwerkstruktur des Material- und Warenflusses

- Logistik-Anbindung / Materialflüsse (Verpackung, Transporte, Touren)
- Belieferungs- Beschaffungskonzepte des Herstellers und des Industrieparks
- Qualitätssicherung (bei Hersteller und Zulieferer)
- Ausmaß der Vernetzung: Supply Chain innerhalb und außerhalb des Industrieparks Infra- und Extralogistik (Zentrallager, Güterverkehrszentrum, „Topographie“ der Supply Chain)
- Logistikkonzepte, -strukturen, -prozesse (Verantwortlichkeiten müssen neu definiert werden).
- Verkehre zwischen den Standorten

#### Verwaltungsstruktur

- Vertragsgestaltung zwischen den Akteuren, z.B. mit Konsequenzen für die Differenzierung inter- und intraorganisatorischer Supply Chains
- Machtverteilung, z.B. mit Konsequenzen für die Gestaltung von Entscheidungsprozessen
- Koordinationsrichtung des Informationsflusses, z.B. horizontal, vertikal oder beides
- Art der ausgetauschten Informationen mit ihren Konsequenzen für die Gestaltung der Planungsprozesse



Tabelle 13 zeigt ein Beispiel für die funktionale Gliederung des Industrieparks. Dabei wird unter dem Aspekt der Funktion in den Systemebenen strukturiert. Die in der Systemebene 4 zu definierenden Räume sind entweder durch reale Wände abgetrennt oder durch die klare Zuordnung von Funktionen abgrenzbar. Den in der Systemebene 4 definierten Räumen können die stationären Einrichtungen (Betriebsmittel, Möbel, technische Anlagen) zugeordnet werden.

Systemebene 1 Gesamtanlage	Systemebene 2 Objekt	Systemebene 3 Bereich	Systemebene 4 Raum	Systemebene 5 Einrichtung
Industriepark	Verwaltung	Anlieferung	Montageraum	Tische
	Lager	Zuschnitt	Regale	Regale
	Produktion	Vorfertigung	Sanitärraum	Stühle
	Sozialbereich	Zwischenlager	Pausenraum	Kommunikationsmittel
	Forschung	Teilefertigung	Lackierraum	Transportanlage
	Entwicklung	Montage	Meisterbüro	Handhabungsgerät
	Betriebl. Bildung	Spezialfertigung	Fertigungsraum	Produktionsanlage
	Ver- und Entsorgung	Kontrolle		Schaltschrank
	Pforte	Verpackung		Waschmuschel
	Verkauf	Werkzeugbau usw.		Paletten usw.
			usw.	

Tabelle 13: Systemorientierte Gliederung des Industrieparks nach Funktionen

In der DIN 277 Teil 2 [DIN05] werden die Flächen aufgrund ihrer Nutzungsart klassifiziert. Anhand dieser Klassifikation können die Räume mit zwei Ziffern z.B. 3.1 für eine Werkhalle (siehe Tabelle 14) aufgrund ihrer Nutzungsart beschrieben werden.

Nr	Grundflächen und Räume	Nutzungsart, Beispiele <sup>a</sup>
<b>3</b>	<b>Produktion, Hand- und Maschinenarbeit, Experimente</b>	
3.1	Werkhallen	Werkhallen für Produktion und Instandsetzung; Versuchshallen, Prüfhallen, Schwerlabors
3.2	Werkstätten	Werkstätten für Produktion, Entwicklung, Instandsetzung, Lehre und Forschung; Prüfstände, prothetische Werkstätten, Wartungsstationen
3.3	Technologische Labors	Materialprüflabors, Materialbearbeitungslabors, Labors für mechanische Verfahrenstechnik, Maschinenlabors; licht- und schalltechnische Versuchsräume; Strömungstechnikräume; Hochdruck- und Unterdrucklaborräume
3.4	Physikalische, physikalisch-technische, elektrotechnische Labors	Physiklabors, Elektrotechnische Labors, Elektronische Labors; geodätische und astronomische Mess- und Beobachtungsräume; optische Sonderlabors; Messgeräte Räume, Wägeräume; Labors für Elektronenmikroskopie, Massen-, Röntgen-Spektroskopie; Beschleuniger- und Reaktorräume
3.5	Chemische, bakteriologische, morphologische Labors	Labors für analytische und präparative Chemie, Labors für chemische und pharmazeutische Verfahrenstechnik; biochemische, physiologische Labors, Labors für biologische und medizinische Morphologie; Tierversuchslabors; Isotopenlabors mit Dekontamination; Chromatographieräume, Brut- und Nährbodenräume

Tabelle 14: Ausschnitt aus der DIN 277 Teil 2 : 2005-02 [DIN05]

Tabelle 14 zeigt eine weitere Möglichkeit der Strukturierung in einer funktionalen Gliederung von Industriegebäuden nach den Kostenstellen der DIN 276 [DIN93]. Dort werden bauliche und technische Anlagen und Bauteile nach ihrer Funktion im Tragwerk, in der Gebäudehülle, in der Gebäudetechnik und in der Einrichtung strukturiert. Die Strukturierung nach den Kostenstellen hat den Vorteil einer effektiven Verwaltung im Betrieb. Die Strukturierung beeinflusst somit den Aufwand und die Klarheit der Abrechnung in der Verwaltung.



Abbildung 134: Strukturierung der Industriegebäude nach den Funktionen i.A.a. die Kostenstellen der DIN 276 [DIN93]

Die Strukturierung hilft bei der logischen Darstellung von Zusammenhängen und Wechselwirkungen im System Industriepark.

### Zwischenfazit Strukturen

Auf der Grundlage der funktionalen, räumlichen, zeitlichen und systematischen Aspekte kann eine Strukturierung erfolgen. Aufgrund der thematischen Schwerpunkte können ebenfalls Strukturelemente zugeordnet werden.

Die Strukturierung kann nach verschiedenen Aspekten, Betrachtungsgegenständen und Themen erfolgen. Je nach betrachtetem Fokus (Kosten, Flächen, Bauteile) werden dabei unterschiedliche Zusammenhänge sichtbar. Die Strukturierung dient auch der Verwaltung der Teilsysteme und des Gesamtsystems. Sie ist wertvolles Hilfsmittel zur ganzheitlichen Planung des Gesamtsystems Industriepark. Nachfolgende werden einige bauliche Strukturierungskonzepte vorgestellt.

## G. 2. Aufteilung in statische und dynamische Funktionen

Zwischen Strukturen und Prozessen bestehen Abhängigkeiten, wie Regeln, Restriktionen, an- oder abstoßende Kräfte. Bestimmte Prozesse bevorzugen bestimmte Strukturen oder sind dort häufig vorzufinden, während gewisse Strukturen nicht mit diesen Prozessen harmonieren. Über diese Abhängigkeiten, Regeln und Restriktionen in Fabrikstrukturen existieren bisher nur wenige Wissensbausteine. Die Strukturen werden bezüglich der Aspekte der Prozesserfüllung leider bisher nur selten bewertet.

Eine interessante Entwicklung stellt die Aufteilung in statische (Sozialbereich, Verwaltung, Kernfertigung) und dynamische (Vorfertigung, Zulieferung) Funktionen dar. Diese kommt durch die geforderte Flexibilität zustande, die statischen Bereiche werden in ein so genanntes Rückgrat („Spine“) angeordnet, während die dynamischen, welche stärkeren Änderungen unterworfen sind, in Modulen an das Zentralsystem angeschlossen werden.

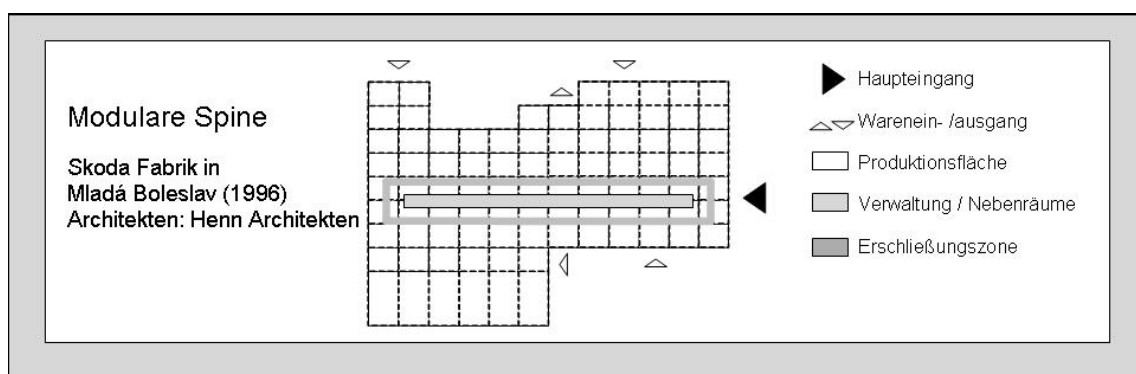


Abbildung 135: Skoda Fabrik in Mladá Boleslav (1996) [Rott03]

Die modulare Skoda-Fabrikation im tschechischen Mladá Boleslav vom Architekturbüro Henn ist ein gutes Beispiel für diese Methodik (Abbildung 135). Im Jahr 1996 wurde das Werk für den neuen Mittelklassewagen Octavia gebaut. Die Büros und Sozialräume befinden sich im Zentrum die Produktionslinie wurde als ringförmige „Spine“ um diese statischen Bereiche angeordnet. Die Montagebänder bilden die innere Wirbelsäule des Betriebes. Von diesen gehen Teilproduktionsbänder, die sogenannten Fraktaleinheiten rippenförmig ab. Dadurch ist der dynamische Bereich sehr flexible erweiterbar, der Kern ist dagegen nur schwer ausbaufähig.

Das Skoda Werk Mladá Boleslav wurde die Philosophie der „Fabrik in der Fabrik“ umgesetzt. 250 Einheiten des Octavia rollen hier täglich vom Band. Drei der Module Türen, Schalttafel und Frontend werden nicht von Skoda-Mitarbeitern, sondern von den verantwortlichen Zulieferpartnern in der Werkhalle gefertigt.

Bei der baulichen Gestaltung moderner Fabriken bestimmt die prozessorientierte Anordnung der Module das Layout. Dieses die Informations- und Materialflüsse minimierendes Fabrikgestaltungsprinzip wird von WEIßNER in [Wei01] bereits gefordert. Im Zentrum steht dabei das Montageband als Kern des Layouts, während analog zu den Produktmodulen Gebäudemodule ausgeformt werden, die sich wie eine Perlenkette entlang des Montagebandes entsprechend der Einbaufolge der in ihnen gefertigten Module aufreihen. Somit entsteht ein materialflussorientiertes Layout mit minimalen Montage- und Transportwegen zwischen den Modulen und der Plattform des Produktes. Die Modullieferanten sind vollständig in die Werksstruktur eingliedert. Die Produktionsplanung- und Steuerung des OEM ermöglicht über eine informations-technische Anbindung der Modulhersteller, dass alle Module und Komponenten nach dem JIS-

Prinzip an den Übergabestellen bereitgestellt werden. Ein schematisches Layout zeigt die untere Abbildung.

Das Beispiel des Skoda Werkes zeigt, wie aufgrund der Funktionen Bereiche gebildet werden (Sozial-, Produktions-, Montage-, Kommunikationsbereiche). Diese Bereiche wurden aufgrund des Material- und Informationsflusses angeordnet und entweder erweiterungsfähig (Modulfertigungsbereiche) oder starr (Schulungsbereiche) ausgebildet. Aufgrund ihrer hohen Bedeutung für die Qualität wurden die Montagelinie und Schulungs- und Kommunikationsbereiche zentral angeordnet.

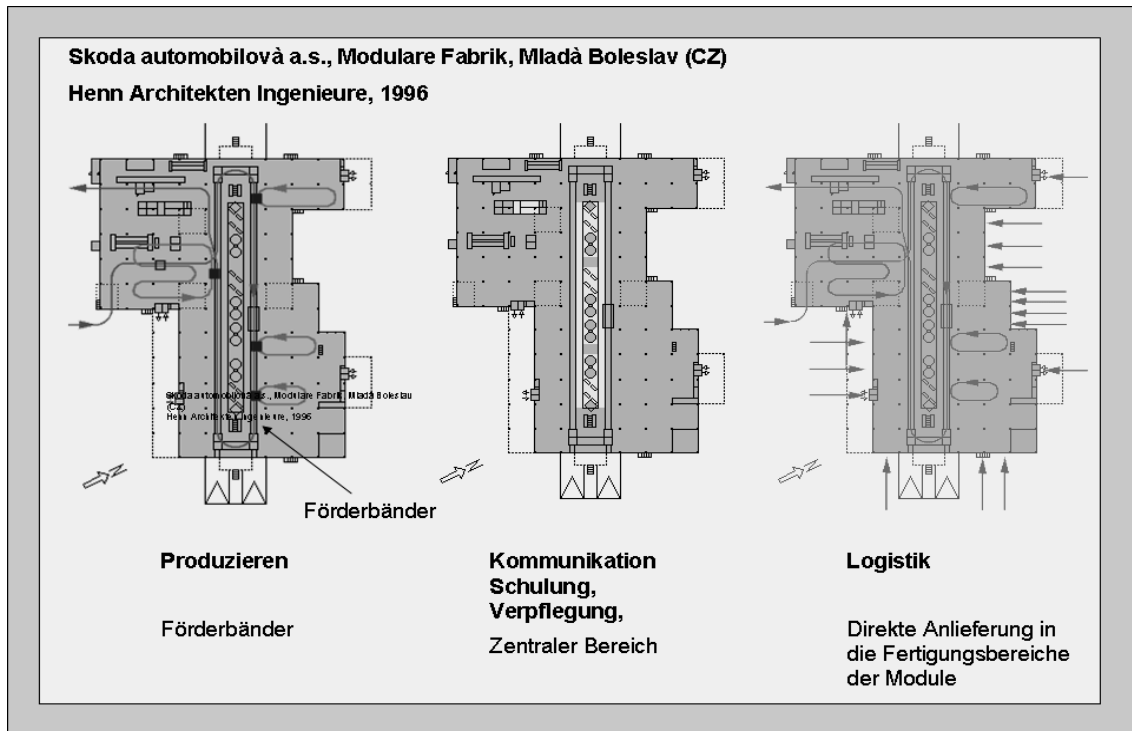


Abbildung 136: dynamische (Produzieren, Logistik) und statische (Kommunikation, Schulung, Verwaltung) Zonen des Skoda Werkes Mladá Boleslav

Nach dem Beispiel des Skodawerkes werden einige grundsätzliche, bauliche Strukturierungsprinzipien aufgezeigt.

## G. 3 Die bauliche Struktur von Industriebauten

Industriebauten können nach ihren inneren Funktionsabläufen in eine Funktions- und Prozessstruktur (Materialfluss, Fertigungsart, Produktionsprozess etc.), nach der konstruktiven Produktstruktur (Geschossbau, Hallenbau, Stützweite, Raumhöhe) und nach der örtlichen Raumstruktur (Grundstück, Erschließung, Topographie, Topologie, Baukörper, Ebene, Raum, Schrank etc.) strukturiert werden. Die folgende Darstellung von unterschiedlichen Fabrikstrukturen verdeutlicht unterschiedliche Formen der Anordnungen der Flächen von Industriebauten. Die Topologie, d.h. die räumliche Anordnung von Produktionsflächen, Verwaltungsflächen, Wareneingang, Waren-ausgang und die Erschließungszone mit den Hauptverkehrswegen sind in den untersuchten Beispielen unterschiedlich ausgeformt und angeordnet. In den unterschiedlichen Strukturen lassen sich additive und integrative Strukturen sowie deren Substrukturen unterscheiden:

- Additive lineare Strukturen: Rücken, Kamm, Kopf (Abbildung 137 links)
- Additive flächige Strukturen: Raster, Ring, Agglomerat (Abbildung 137 mitte)
- Integrative Strukturen: Box (Abbildung 137 rechts)

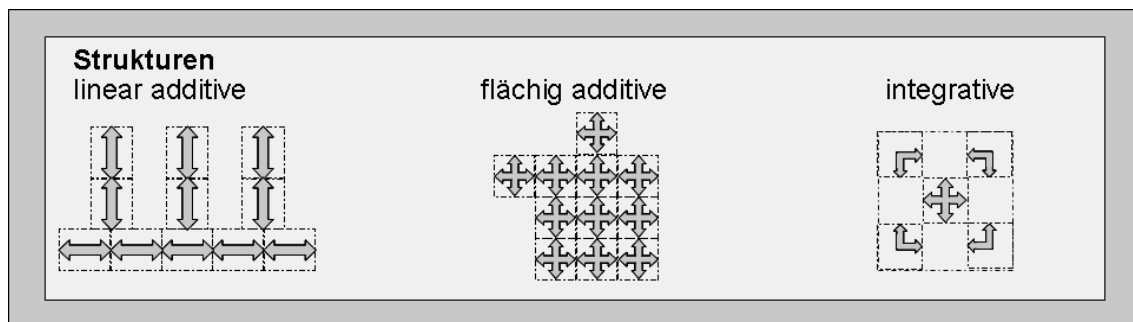


Abbildung 137: Linear und flächig additive, sowie integrative Strukturen

Additive Strukturen kennzeichnen sich durch die Verbindung unterschiedlicher, mehr oder weniger eigenständiger Funktionseinheiten. Das Erschließungssystem (Hauptverkehrsweg), das diese Einheiten bedient, ist dabei i.d.R. strukturierendes Element. Der Vorteil additiver Strukturen liegt in der Möglichkeit, die einzelnen Substrukturen entsprechend ihren Anforderungen auszubilden, unabhängig von einander weiter zu entwickeln oder gegebenenfalls zu erweitern. Es lassen sich linear oder flächig erweiterbare additive Strukturen unterscheiden. Lineare Erweiterung bedeutet, dass die Erweiterung nur in eine Richtung möglich ist. Additiv flächige Strukturen lassen eine Erweiterung in 2 Dimensionen zu.

### G. 3.1 Additiv lineare Strukturen

Die additiv linearen Strukturen lassen sich in die Rücken-, die Kamm- und die Kopf - Struktur unterscheiden.

#### G. 3.1.1 Rücken

Die Produktion wird symmetrisch entlang eines linearen Verkehrs- und Versorgungsrückens organisiert, deutlich zu sehen am Beispiel der Halbleiterfabrik Inmos von Richard Rogers in Newport (siehe Abbildung 138). Dieser dient zusätzlich als interne Straße und Kommunikationsbereich der Mitarbeiter. Die Struktur ist zu beiden Seiten beliebig erweiterbar.

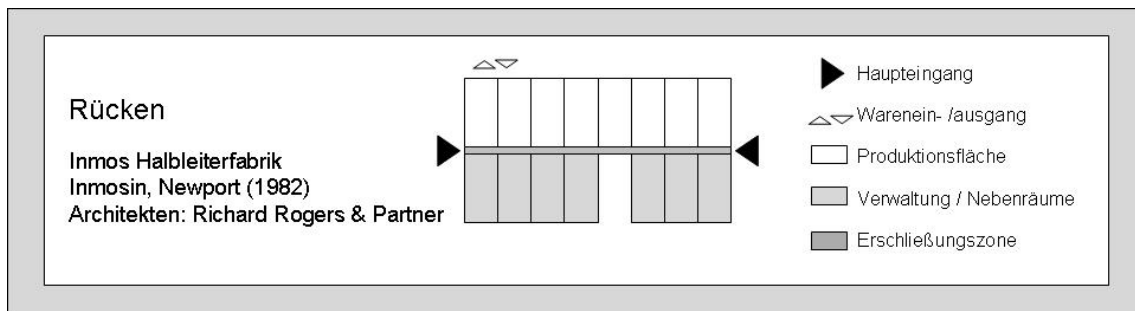


Abbildung 138: Rückenstruktur: Inmos Halbleiterfabrik; Inmosin, Newport (1982) [Rott03]

### G. 3.1.2 Kamm

Eine klassische Kammstruktur wird bei dem Zweigwerk der Firma Leyboldt von Günter Behnisch dargestellt (Abbildung 139). Die Finger der Produktionsräume werden über einen zentralen Erschließungsgang mit den dreigeschossigen halbrunden Büroräumen verbunden. Diese Struktur lässt sich entweder mit einer Verlängerung des Rückens und / oder der Kammfinger erweitern. Neben der klassischen Variante kann auch eine doppelseitige Kammstruktur verwendet werden (siehe Abbildung 136 Skoda Fabrik).

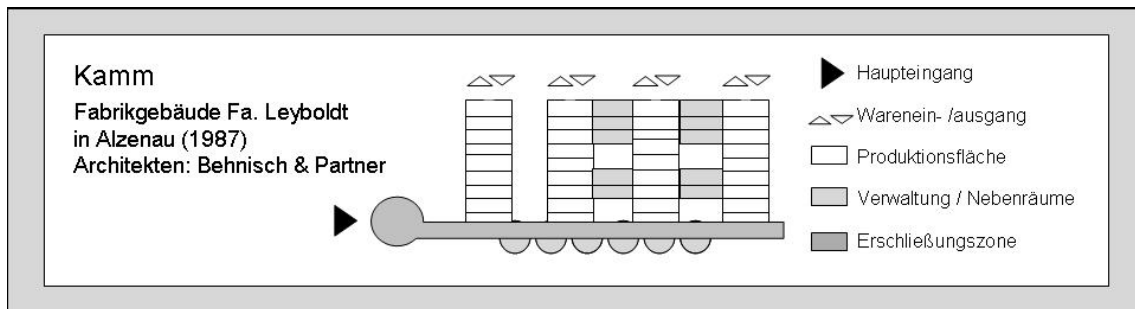


Abbildung 139: Kammstruktur: Fabrikgebäude Fa. Leyboldt in Alzenau (1987) Architekten: Behnisch & Partner [Lore91] S.184

### G. 3.1.3 Kopf

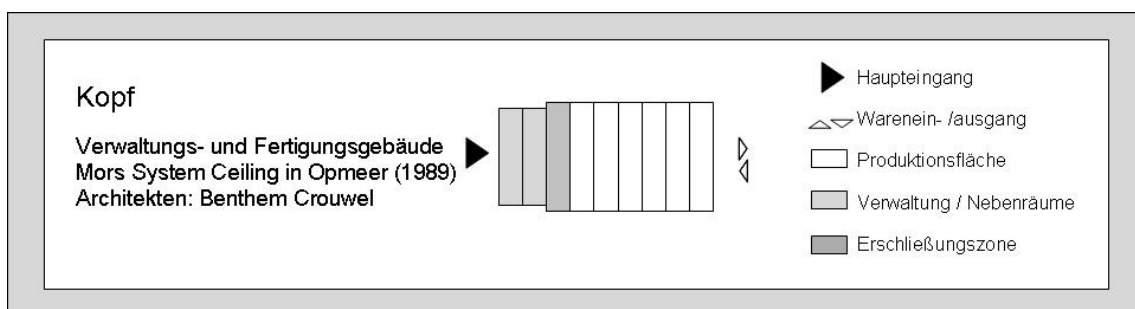


Abbildung 140: Kopfstruktur: Mors System Ceiling in Opmeer (1989) [Rott03]

Beim Verwaltungs- und Fertigungsgebäude Mors System Ceilings in Opmeer von Benthem Crouwel (Abbildung 140) werden ein mehrgeschossiger Gebäudekopf mit Verwaltung und Präsentation und die eingeschossige Produktionshalle miteinander vereint. Im Prinzip ließen sich beide Bereiche erweitern, obwohl bei der Verwaltung die Belichtungsverhältnisse geprüft werden müssten.

## G. 3.2 Additiv flächige Strukturen

Additiv flächige Strukturen lassen sich in Raster, Ring und Agglomerat unterteilen.

### G. 3.2.1 Raster

Das modular aufgebaute Bausystem Maxi von Fritz Haller [Wich89] bietet Vorteile bei der Errichtung und Erweiterbarkeit. Durch die vorgefertigte Systembauweise wird aus einfachen Halbzeugen eine Struktur gefügt. Mit seinen Schwestersystemen Midi und Mini und dem Installationssystem Armilla stellt es einen Idealtyp offener Systeme dar. Als Beispiel für den Erfolg lässt sich die Firma Ulrich Schäfer nennen, die ihr Produktionsgebäude bisher 4-mal ohne Probleme erweitern konnte (Abbildung 141).

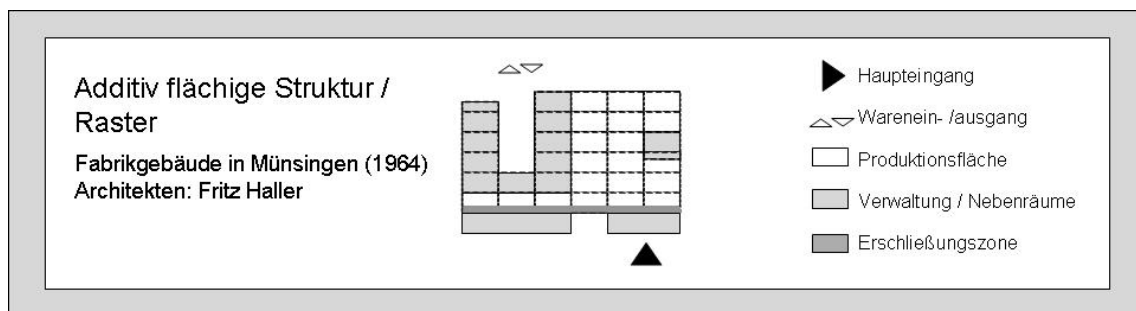


Abbildung 141: Fabrikgebäude in Münsingen (1964) von Fritz Haller [Wich89]

### G. 3.2.2 Ring

Das 1974 fertig gestellte Montagewerk von Volvo in Kalmar, welches durch die Umstellung von Fließbandproduktion auf teamorientierte Fertigung massiv diskutiert wird, ordnet den Produktionsfluss ringförmig um eine Kernzone an (Abbildung 142). Dadurch werden erheblich bessere Arbeitsplatzqualitäten erzielt. Die hexagonale Anordnung bietet viele Erweiterungsmöglichkeiten, dies ist bei ringförmigen Strukturen sonst nur bedingt möglich.

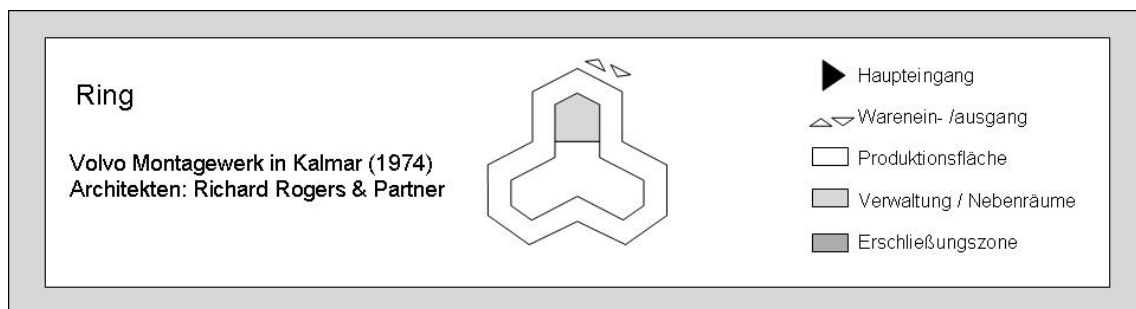


Abbildung 142: Volvo Montagewerk in Kalmar (1974) [Rott03]

## G. 3.3 Integrative Systeme

Bei den integrativen Lösungen werden die unterschiedlichen Funktionseinheiten nicht wie beim additiven System separat entwickelt, sondern in einem Baukörper zusammengefasst. Der Vorteil besteht darin, dass die Erschließungsflächen zwischen den einzelnen Produktionsflächen minimiert werden und sie eine unmittelbare Nähe zueinander besitzen.

Die Autoindustrie strebt in letzter Zeit eine Integration von Verwaltungseinheiten in die Fertigungsbereichen an, um die Kommunikations- und Informationsflüsse zu optimieren. In einer neutralen, integrierenden Hülle können Bauwerk und Prozessplanung entkoppelt werden.

Diese Flexibilität basiert jedoch auf einer Überdimensionierung des Gebäudes hinsichtlich eines Bedarfs an Veränderung. Dies funktioniert nur eingeschränkt. Erweiterungen werden entweder in die große Hülle eingestellt - Beispiel Galerien - oder sie gehen zu Lasten anderen Nutzungsbereiche. Gehen die Erweiterungen über die nutzbare Fläche hinaus, können Module hinzugefügt werden, oder aber ein Eingriff in die ursprüngliche Struktur wird erforderlich.

### G. 3.3.1 Agglomerat

Beim Kohlekraftwerk *Enso Gutzeit* der Architekten Gullichsen Kairamo Vormala wird eine über die Jahre unregelmäßig erweiterte Industrieanlage gezeigt (Abbildung 143), deren Disposition den Anforderungen der Verfahrenstechnik folgt. Auch beim Kesselhaus II bleibt die einheitliche Struktur erhalten und läßt die technischen Abläufe im Gebäude ablesen. Die vorhandene Struktur lässt sich jedoch keiner der zuvor dargestellten Typen klar zuordnen, es handelt sich um eine Mischform aus unterschiedlichen Baukörpern.

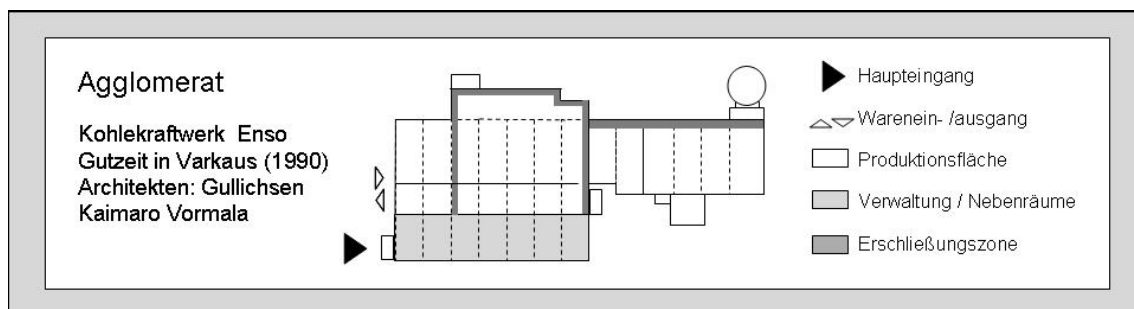


Abbildung 143: Kohlekraftwerk Enso Gutzeit in Varkaus (1990) [Rott03]

### G. 3.3.2 Box

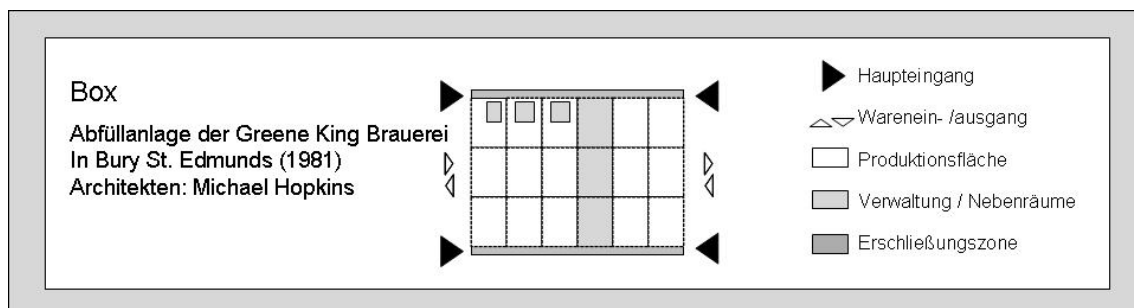


Abbildung 144: Abfüllanlage der Greene King Brauerei, Bury St. Edmunds (1981) [Rott03]

Die Abfüllanlage der Greene King Brauerei fasst die verschiedenen Funktionsbereiche in einem Gebäude zusammen (Abbildung 144). Mit der „Haus-in-Haus“-Konstruktionen werden die sekundären Funktionen wie Büros, Sozialbereiche und Werkstätten als Kiste eingestellt, das Gebäude folgt linear dem Produktionsfluss (Entladen, Spülen, Befüllen, Lagern, Beladen). Seitlich kann die Struktur ohne Auswirkung auf die Produktion erweitert werden.

Auch das Verwaltungs- und Fabrikgebäude in Struer vom dänischen Architekturbüro KHR vereint die Funktionen unter einer durchgehenden Tragstruktur (hier: gerichtete Stahlbetonkonstruktion aus Fertigteilen). Die Büros sind mehrgeschossig auf einer Längsseite im Gebäude angeordnet. ([Kopp03] S.942)

Eine komplexe Form der Box-Struktur ist das Forschungs- und Entwicklungszentrum in Meiningen von Kauffmann Theilig und Partner über zwei Geschosse. Über der im Erdgeschoss gelegenen Produktion liegen, als Galerie ausgerichtet, die Büroräume. Der modulare Stahlbau lässt sich an beiden Längsseiten erweitern. Bei der Glasbox von Peter Heilmayer in Pfaffenhofen



wird das Haus-in-Haus-Konzept stilistisch durch einen roten Zylinder, der die Besprechungsräume beherbergt, hervorgehoben ([Kopp03] S.945).

### **G. 3.3.3 Mischsysteme**

Die vorgestellten Systeme werden selbstverständlich häufig miteinander kombiniert. Selten sind die Strukturen in ihrer Reinform zu erkennen und daher oft typologisch nicht eindeutig zuzuordnen. Sie bestehen z.B. aus miteinander verbundenen Hallen, die Büros, Labors und Pausenräume sind wiederum als Galerien in die Hallen integriert.

Diese meist maßgeschneiderten Lösungen bieten jedoch nicht die klare Struktur und Erweiterbarkeit, wie es die additiven Strukturen zulassen.

#### **Fazit bauliche Strukturen**

Die Strukturanalyse von Industriegebäuden verdeutlicht die unterschiedlichen Formen der Gestaltung baulicher Strukturen. Je nach Aufgabenstellung und Zielen sind unterschiedliche Strukturformen zu wählen. Bestehen Anforderungen hinsichtlich der Wandlungs- und Erweiterbarkeit sind die folgenden Strukturen zu bevorzugen:

- Additive lineare Strukturen: Rücken, Kamm, Kopf
- Additive flächige Strukturen: Raster, Ring, Agglomerat
- Integrative Strukturen: Box

Die Konstruktion der tragenden und nicht tragenden Bauteile ist gemäß dem Erweiterungskonzepten bereits in der Planung so zu gestalten, dass die Erweiterung in die jeweilige Richtung ohne großen konstruktiven Mehraufwand möglich ist.

## Anhang H: Checklisten

Die folgenden Checklisten sind im Rahmen der Arbeit entwickelt worden, um die exemplarische Darstellung der der Planung eines Industrieparks in Kapitel 6.1. zu unterstützen.

### H. 1 Checkliste für die Analyse der Ist-Situation

Bewertungskriterien der Ist-Analyse	++ (hohe Einsparung / Verbesserung)	+ Einsparung / Verbesserung	O (keine Änderung)	- (Mehraufwand / Verschlechterung)	-- (hoher Mehraufwand / Verschlechterung)
Allgemein					
Kosten (Investitionen, Reparatur, Ersatz) für Arbeitshilfsmittel Behälter, Gestelle					
Transportkosten für Voll- und Leergut					
Handlingsprozesse					
Bestände					
Sequenzierungsprozesse					
Kapazitätsauslastung der Ressourcen (Maschinen, Anlagen, Personal, Fläche)					
Wandlungs- und Erweiterungsfähigkeit					
Flexibilität vor Ort					
Bündlungseffekte (in Logistik und Produktion durch höhere Losgrößen)					
Versorgungssicherheit					
Beziehung Lieferant und OEM					
Lieferservice					
Strategische Zusammenarbeit (Simultaneous Engineering, Langfristige Kundenbeziehung)					
Kommunikation (kurze Wege)					
Kosten für Verwaltung und Organisation					
kontinuierliche Verbesserung (gemeinsame KVP-Workshops)					
Planung und Koordination					
Planungssicherheit					
Transparenz					
Kontrollspanne durch den OEM					
Einfachere, stabilere Strukturen					

Bewertungskriterien der Ist-Analyse	++ (hohe Einsparung / Verbesserung)	+ Einsparung / Verbesserung	O (keine Änderung)	- (Mehraufwand/ Verschlechterung)	-- (hoher Mehrauf- wand / Verschlech- terung)
Synergien durch den Industriepark					
Management des Industrieparks Betreiberkonzept					
Logistische Leistungen					
Kommunikation (Art, Wege, Intensität)					
Unterstützung der Produktionsprozesse (Gemeinsame Nutzung von Produktionsfak- toren)					
Personalmanagement					
Sonstige Aspekte					
Förderung					
Steuerliche Auswirkungen (Industriepark - Lieferantenstandort)					
Umlage der Verwaltungskosten (Industriepark - Herstellwerk)					
Gemeinkosten					

Tabelle 15: Checkliste mit Bewertungskriterien für die Analyse des Industrieparks

## H. 2 Bewertung des Standortes

Für die Bedarfsplanung werden hier einige Checklisten für die Abfrage der Anforderungen für die Planung vorgestellt.

<b>Flächen:</b>	
Größe (inkl. Höheninformation)	
Tragfähigkeit / zul. Flächenlast / Untergrund / Bodenbeschaffenheit	
Erweiterungskonzepte	
Belegungsregeln (z.B. Anordnung der Flächen unter Berücksichtigung des Materialflusses)	
Produktionsflächen	
Logistikflächen	Wareneingang und -ausgang, Leergutfläche, Warenlager, Entsorgungsfläche
Verkehrsflächen (Freiflächen)	Bereitstellung / Anlieferung LKW / Bahn / Schiff, Parkfläche, PKW, Fahrstraßen
Büroflächen	Zentrale Besprechungszimmer, Kommunikationsräume
Sozialflächen	Sanitär, Kantine, Pausenräume, Umkleiden etc.
Flächen für Infrastruktur	Haustechnik, Pforten / Tore, Werkstatt ...
Sonstige Flächen	z.B. Büroverwaltung Staplerzentrale, zentrale Instandhaltung, zentrale Messräume, Qualitätsflächen, Werkzeuglager
<b>Verkehr</b>	
Verkehrsanbindung	
Verkehrsdichte, -kapazität	
Einschränkungen aufgrund Flächennutzungsplan (Industrie-/ Misch-/ Wohngebiete)	
Schienenanbindung	Gleisverläufe, Containerbahnhof etc.
Straßenanbindung	Autobahn, sonstige Straßen
Luftverkehrsanbindung	Flughafen, -platz, Hubschrauberlandeplatz
Wasser	Hafen
Öffentliche Personennahverkehr	
<b>Sonstige Rahmenbedingungen der Infrastruktur</b>	
Energieversorgung	Voraussichtliche Spitzen- und Grundlast der großen Leistungsabnehmer
Kommunikationstechnik und IT	Öffentliches oder eigenes Kommunikationsnetz
Wasserversorgung	Leitungsstärken für Sprenklerung und Wasch-/Spühlprozesse
Umwelttechnik	Liste der eingesetzten umweltgefährdenden Stoffe und Prozesse.
Entsorgung	Abfallmengen, Sonderabfälle zur Planung der Behälter und Logistik
<b>Finanzierung</b>	
Investor	Investorengesellschaft, OEM Lieferant des OEM, öffentl. Institutionen, Mischformen
Betreiber	Betreibergesellschaft, OEM, Lieferant des OEM, öffentl. Institutionen, Mischformen
Kosten/Investition	Kosten der Erstanschaffung, Nutzungskosten, Betriebskosten, Lebenszykluskosten

<b>Personal / Personalverfügbarkeit:</b>	
Qualifikation	Sollprofil, örtlich verfügbares Qualifikationsprofil, zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten qualitativ und quantitativ, Qualitätsniveau regionaler Industrie
Lohnniveau	
Arbeitslosenquote	
Gewerkschaftssituation	
Personalbeschaffung	
<b>Laufzeit:</b>	
Abhängigkeit von Produkt/Projekt	
Abhängigkeit von der Situation der angebotenen Fabrik	
Politische Faktoren, Förderungszeiträume, steuerliche Faktoren	
Produktions- und Einkaufsstrategie des OEM	
Kündigungsfristen, Vertragsverlauf mit Betreiber und oder Investor	
Realisierungszeitraum (Erstbezug und Erweiterung)	
<b>Logistik-Anbindung/Materialflüsse</b>	
Versorgungskonzept (JIT/JIS)	
Logistikumfang je Verkehrsweg	
Versorgung OEM:	
Automatische Anbindung	
Manuelle Anbindung	
Versorgung Industriepark:	
Vom Stammhaus des Lieferanten	
Vom Untertieranten	

Tabelle 16: Bewertung des Standortes „Industriepark“

### H. 3 Checkliste zur Bewertung unterschiedlicher Konzepte

Bei der Gegenüberstellung verschiedener Teillösungen können diese hinsichtlich verschiedener Aspekte bewertet werden.

Fragestellungen	Teilaspekte der Betrachtung	Antwort	Dokumente
Welche Prozessabläufe finden während des Betriebes in den Strukturen statt.	Welche Prozessabläufe können strukturell zusammengefasst werden? Welche müssen getrennt ablaufen? Welche Funktionen und Dimensionen sind aufgrund der Prozessabläufe vorzusehen?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Gibt es Abweichungen hinsichtlich der bekannten Anforderungen in Qualität und Quantität?	Warum gab es diese Abweichungen in der Planung? Wie wirken sich diese Abweichungen aus?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Gibt es Nebenwirkungen und/oder Störeffekte, die sich nachteilig auf das System und/oder seine Nachbarsysteme auswirken können?	Neue Einflüsse aufgrund geänderter Rahmenbedingungen? neue Produkte, Variante, Derivate? Neue Verfahren, Technologien?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Gibt es bekannte Probleme im betrachteten Gestaltungsbereich?	z.B. sich behindernde Prozessabläufe	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Wenn ja, sind sichere Abhilfemaßnahmen getroffen worden?	Bestehende Regelkreise, Vereinbarungen	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Beanspruchung	z.B. Nutzungsintensität hinsichtlich Abrieb, Reinigung, Witterung	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Betrieblich geplanter Belastungen sowie den aus Fertigung, Montage, Transport und voraussehbaren Störeffekten resultierenden zusätzlichen Beanspruchungen	z.B. Schwingungen, Korrosion, Erosion, Kavitation Reibverschleiß, thermische Beanspruchung	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Bau, Montage	z.B. Verbindungen schraubbar, wieder lösbar gestaltet?	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Der Baustellen und Betriebssicherheit	sicherheits-technische Aspekte (mechanisch, Brand, Absturz)	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Kollisionsfreiheit im Betrieb	Umbau im laufenden Betrieb	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Design	Anmutung, Oberfläche, Struktur, Raumeindruck, Ergonomie	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Sind die Abmessungen der Teile richtig gewählt hinsichtlich:	Fugenteile, Montierbarkeit	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Sicherheit und Zuverlässigkeit über die geforderte Nutzungsdauer oder das geforderte Wartungsintervall	z.B. Verschleißteile definieren, welche ausgetauscht werden müssen, Definition von Instandhaltungsplänen	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Zu erwartende Beanspruchungen	z.B. mechanisch, thermisch tribologisch, elektrisch, chemisch	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>
Wurden Prüfung, Transport, Lagerung Inbetriebnahme und Anlauf berücksichtigt?	CE Prüfzertifikate, Abnahmen, Abnahmeprotokolle, Gewährleistungsfristen	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/>

Tabelle 17: Checkliste für die Bewertung der unterschiedlichen Konzepte

## H. 4 Gesicherte Erschließung

Eine der wichtigsten Voraussetzungen zur baulichen Nutzung eines Grundstückes ist die gesicherte Erschließung. Diese wird im BauGB §§ 30-35 und den jeweiligen Landesbauordnungen geregelt. Neben den öffentlichen Straßen zählen zur gesicherten Erschließung die Ver- und Entsorgung für Wasser, Abwasser und Elektrizität. Tabelle 18 zeigt eine Checkliste der zu prüfenden Leitungen, der zu beteiligten Stellen und der rechtlichen Grundlagen.

Begriff	Erläuterung	Beteiligte	Rechtliche Grundlagen
Gesicherte Erschließung	Städtebauliche Erschließungsvoraussetzungen	Gemeinde, Bauaufsicht	BauGB §§ 30 Abs. 1+2, 33 Abs. 1, 34 Abs. 1+2, 35 Abs. 1+2. Bauordnung der Länder
Anbindung an öffentliche Straßen	Unmittelbarer oder mittelbarer Zugang als öffentlich-rechtlich gesicherter Zugang zu öffentlichen Verkehrsflächen, Feuerwehrezufahrten.	Gemeinde, Feuerwehr, Straßenbaubehörde	Bauordnung der Länder, Straßengesetze für z.B. Landstraßen, Kreisstraßen, Gemeindestraßen, sonstige öffentl. Straßen
Wasserrechtliche Erschließung	Trinkwasser, Brauchwasser, Feuerlöschwasser, Löschwasserrückhaltung, Abwasser (Schmutz- und Niederschlagswasser)	Gemeinde, Feuerwehr, Wasserbehörden,	Bauordnung der Länder, WHG, LWG, FSHG, LÖRÜRI
Ver- und Entsorgung	Elektrizität, Abfall, etc.	Gemeinde, EVU, Abfallbehörde	Bauordnung der Länder, Abfallgesetz
Baugrundstück	Erschließungsbegriffe sind grundstücksbezogen. Vorsicht bei Vereinigung von Grundstücken zu einem Baugrundstück! (Vereinigungsbaulast)	Gemeinde, Bauamt, Katasteramt,	Bauordnung der Länder, BGB, GBO (Grundbuchordnung),

Tabelle 18: Klärung der gesicherten Erschließung

## H. 5 Ermittlung des Bedarfs an Dienstleistungen

Gruppe	Funktion	Beispiele
Park-management	Flächenbereitstellung	Fertigung, Logistik, Büro, Straßen, Parkplätze, etc.
	Medienbereitstellung	Strom, Gas, Wasser, evtl. Heizwärme, Telefon
	Betriebsmittelbereitstellung	Vermietung, Leasing von Staplern, Behälter, Fördertechnik, Maschinen, etc.
	Entsorgung allg.	Hausmüll, Industriemüll, Regenwasser, Brauchwasser
	Wartung/Reparatur allg. Inst.	Lampen, Gebäude, Leitungen (auch für Maschinen), etc.
	Mietabrechnung	Flächenmiete, Nebenkosten, allg. Umlage
	Nebenkostenabrechnung	Strom, Wasser, Gas, Müll, etc.
	Wachdienste	Umzäunung, Wachpersonal, etc.
	Allg. Verwaltungsaufgaben	Notrufnummern, Hausordnung, Parkplatzverwaltung
	Pflege – Außenanlage/Gebäude	Rasen, Bäume, Straßenreinigung, Gebäude, Fenster, etc.
	Arbeitssicherheit, Umweltmanagement	Inkl. Brandschutz, Überwachung, Vorgaben, Beratung, Schulung
	Sozialeinrichtungen	Kiosk, Kantine, evtl. Werkarzt, etc.
	C-Teile-Einkauf	Schreibpapier, Büroeinrichtungen, Werkzeug, Schrauben, etc.
	Verbindungsbüro zu Gebäuden	Dolmetscher, Rechtsberatung, lok. Vorschriften (z.B. Außenhandel, Zoll,) etc.
Batterieladestationen	Aufladen Gabelstapler, etc.	
Personal-dienstleistungen	Personalbereitstellung	Zeitarbeitsbereitstellung
	Personalrekrutierung	Stellenausschreibungen, Personalauswahl
	Personalbetreuung	Bezahlung, Personalgespräche, etc.
	Personalschulung	TQM, ISO 9000, Sprachen, etc.



<b>Gruppe</b>	<b>Funktion</b>	<b>Beispiele</b>
<b>Prozesse Logistik</b>	Transportmanagement zum Industrie-Park	Materialflussbündelung zur Versorgung mehrerer Mieter
	Warenannahme	Entladen LKW/Waggon, phys. Einlagern für oder beim Mieter
	Bereitstellung	Auslagern, anstellen an Linie Mieter
	Kommissionieren, Sequenzieren	Eingangsmaterial und oder Ausgangsmaterial, Teile oder Sätze
	Transportmanagement zur OEM	JIT- Anlieferung an OEM organisieren und durchführen
	Lehrgutbearbeitung	Leergutverwaltung und Rücksendung
	Retourenbearbeitung	Organisation und Durchführung von Rücklieferungen
	Reklamationsdienst	Abwicklung von Reklamationen
	Sonderfahrten	Org. und Durchführung von Sonderfahrten
	LKW-Steuerung	Steuerung der anliefernden LKWs
<b>DV, Kommunikation</b>	Unterhalt Datennetze	Zur OEM, parkintern, zu Vorlieferanten
	Unterhalt Server	
	Bedarf Abrufnahme	Bedarfe, Abrufe von OEM an Mieter
	Disposition	Teledisposition für Mieter
	Lagerwirtschaft	Lagereinbuchung, Bestandsführung, Ausgänge für Mieter
	Fakturierungen	Rechnungsstellungen, Gutschrifterstellung
<b>Prozesse Produktion</b>	Qualitätssicherung	Mess-/Prüfeinrichtungen, evtl. Labor, Stichproben
	Teileherstellung/-veredelung (keine Verkaufsaktivitäten)	Teppich fertigen bis Löcher stanzen
	Montagearbeiten	Abgasanlage verschrauben, etc.
	Arbeitsvorbereitung	Industrial Engineering
	Betriebsmittelwartung	Mietereigentum: Maschinen, Behälter, Int. Transportmittel, etc.

Tabelle 19: Checkliste zur Ermittlung der notwendigen Dienstleistungen für einen Industriepark

## H. 6 Bewertungsschemata für Genehmigungsinhalte

Nachdem die Planungskonzepte von den Auftraggebern entschieden wurden, sind diese in Form von *öffentlichen* und *internen Genehmigungsverfahren* zu überprüfen. Der Bau von Produktions- und Logistiksystemen berührt auch das öffentliche Interesse und bedarf der *öffentlichen Genehmigung*. Insbesondere technische und bauliche Anlagen unterliegen dem öffentlichen Baurecht und müssen in einem Bauantrag oder einem Genehmigungsverfahren z.B. nach BImSCHG genehmigt werden. Hierzu sind planvorlageberechtigte Fachplaner (z.B. Architekt, Statiker, Brandschutzplaner) einzuschalten. Bevor jedoch die externen Planer ihre Aufgabe beginnen können, durchlaufen diese i.d.R. viele *unternehmensinterne Genehmigungsprozesse* in den verschiedenen Stabstellen und Abteilungen beteiligt sind. Idealerweise erstellen die externen Planer und internen Planer ein gemeinsames Planungskonzept, das sowohl intern genehmigt als auch mit den indirekt an der Planung beteiligten Behörden und den öffentlich rechtlich geltenden Bestimmungen abgeglichen wird.

Die in der Genehmigung ausgesprochenen Auflagen und Einschränkungen sind gesondert aufzulisten und für spätere Umnutzungen im Betrieb als Restriktionen zu dokumentieren.

Sind Risikopotenziale davon beeinflusst, so sind diese nach den unterschiedlichen Kategorien der Schwere als Regeln und Restriktionen für den Betrieb aufzunehmen.

Die besten Planungen sind nutzlos, wenn sie sich nicht realisieren lassen. Hierzu sind verschiedene Behörden möglichst frühzeitig zu informieren und am Planungsprozess zu beteiligen. Die Kommune spielt dabei eine Schlüsselrolle. Sie besitzt die kommunale Planungshoheit und das Planungsrecht einen Flächennutzungsplan als vorbereitenden Bebauungsplanung und einen qualifizierten Bebauungsplanung als Basis für ein Baurecht aufzustellen. Der ermittelte *Bedarf an Flächen, Erschließung (Ver- und Entsorgung, Verkehrserschließung) Art und Maß der baulichen Nutzung* ist deshalb an eine Kommune heran zu tragen. Der Bebauungsplan wird als rechtsverbindliche Satzung auf politischen Beschluss durch das Kommunalparlament (Stadt-/ Gemeinderat) rechtswirksam. An dem Verfahren der Aufstellung eines Bebauungsplanes müssen verschiedene Behörden beteiligt werden (Landschaftsschutz, Umweltschutz, Immissionsschutz, Brand- und Katastrophenschutz) deren Auflagen und Begrenzungen zu Plananpassungen sowie zeitlichen Verzögerungen führen können. Im Baugesetzbuch BauGB ist eine umfangreiche Beteiligung der betroffenen Bürger und Träger öffentlicher Belange im Planverfahren vorgesehen. Um zeitliche Verzögerungen im Verfahren vorzubeugen, empfiehlt sich eine frühzeitige Anhörung und Information dieser Stellen, um etwaige Bedenken ausräumen oder in der Planung ausreichend berücksichtigen zu können. Diese wenigen Aspekte zeigen bereits, wie entscheidend eine frühzeitige Berücksichtigung der planungsrechtlichen Belange und die Beteiligung aller Betroffenen ist. Ziel ist die zügige Umsetzung der für die Planung erforderlichen Rechtsgrundlagen für eine ausreichende Investitionssicherheit. Für die Großbaumaßnahme eines Industrieparks empfiehlt es sich, die politischen Gremien und die Behörden bereits von den Vorhaben nach der Bedarfsplanung in Kenntnis zu setzen, um die bauordnungs- und bauplanungsrechtlichen Festlegungen aktiv mitgestalten zu können.

## H. 6.1 Überprüfung genehmigungsrechtlicher Belange

Vorgang	Erläuterungen	Beteiligte	Rechtl. Grundlagen
Rahmenbedingungen der Bauleitplanung prüfen	Zulässigkeit der gepl. Nutzung, Zulässige Anordnung, Bebauungsdichte, Ausgleich für Natur/	Gemeinde, Bauamt	Bauordnung der Länder, BauGB, BauNVo, F./B.-Pläne Landschaftspläne, Satzungen
F-Plan überprüfen	Enthält beabsichtigte städtebaul. Entwicklung	Gemeinde, Bauamt	Flächennutzungsplan BauGB
B-Plan überprüfen	Enthält rechtsverbindliche Festsetzungen der baulichen Nutzung	Gemeinde, Bauamt	Qualifizierter Bebauungsplan BauGB § 30 Abs. 1,2
Erschließungsmöglichkeiten	Vorhandene bzw. erstellende gesicherte und erforderliche Erschließungen.	Gemeinde, Bauamt, Wasser- und Straßenbehörden	Bauordnung der Länder, Satzungen, WHG, LWG, FSHG
Eigentumsverhältnisse überprüfen	Eigentümer, Baugrund, Grundstückslage, Teilung bzw. Vereinigung von Grundstücken,	Gemeinde, Bauamt, Katasteramt, Liegenschaften	Bauordnung der Länder, BGB, GBO Kataster
Planungsschritte im öffentl.-rechtl. Sinne vorbereiten	Änderung des B-Planes Erstellung eines V- u. E-Planes Erstellung eines Masterplanes	Gemeinde, Bauamt, Träger öffentl.-rechtl. Belange	BauGB, BauNVO, BimSchG, WHG etc., Rechtsvorschriften, die vom Projekt berührt werden
Fachspezifische Planungsschritte einarbeiten mit Emissions-/ Immissions- Prognose Nachbarschaftsbelangen Natur und Landschaft Erschließung Boden- und Altlasten Wasserechtsbelange	V.- u. E-Plan Masterplan	Gemeinde, Bauamt, Träger öffentl.-rechtl. Belange	BauGB, BauNVO, BimSchG, WHG etc., Rechtsvorschriften, die vom Projekt berührt werden
Masterplan (Erarbeitung und Abstimmung)	Städtebauliche Vorgaben mit eigenen Entwicklungsvorstellungen in Einklang bringen	Gemeinde, Bauamt, Träger öffentl.-rechtl. Belange, Firmeninteressen	Öffentl.-rechtl. Belange und Firmeninterne Entwicklungsziele
Einleitung des Genehmigungsverfahrens	Antrag nach BimSchG Bauantrag, Änderung des B-Planes, V- und E-Plan/ Städtebaul. Vertrag, Masterplan	Bezirkregierung, Bauamt, Gemeinde	BimSchG, BauGB, LBO
Öffentl.-rechtliche Sicherheit	Sicherung der mit den Behörden und Trägern öffentl.-rechtl.	Bezirkregierung, Bauamt, Gemeinde	Genehmigungen Städteb. Verträge

Tabelle 20: Genehmigungsrechtlicher Ablauf

## H. 6.2 Zu integrierende genehmigungsrechtliche Behörden

Fachplanung	Rechtsgrundlage	Beteiligte	Relevanter Inhalt
Baurecht	Baugesetzbuch, Bauordnungen, Baunutzungsverordnung, Ortssatzungen	Kommune, Bauordnungsamt Kommune, Untere Bauaufsicht Kommune, Bauaufsichtsämter	§ 1 LBO Gesicherte Erschließung Infrastruktur Bebauungspläne, Gestaltung
Emission/ Immission	Techn. Anleitung Lärm Immission Techn. Anleitung Luft Entwurf TA Luft	Kommune, Bezirksregierung Kommune, Staatl. Umweltämter Kommune, Staatl. Umweltämter	4. VO BImSchG E- und Immissionsbetrachtung Anlagenspezifische Aussagen
Nachbarschaft	Abstandserlass NW v. 02.04.1998	Kommune, Staatl. Umweltämter Nachbarschaftsgesetz	Infrastruktur, Nachbarbeteiligung
Natur und Landschaft	Bundesnaturschutzgesetz Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie UVP-Gesetz	Kommune, Untere Landschaftsbehörde Kommune, Staatl. Umweltämter	UVP Landschaftspflegerischer Fachplan Beteiligung der Landschaftsverbände Gutachten
Boden / Altlasten	Bundesbodenschutzgesetz	Untere Wasser- und Abfallbehörde	Altlasten
Wasserecht	Wasserhaushaltsgesetz Landeswassergesetze	Untere Wasserbehörde	Ver- und Entsorgung
Denkmalschutz	Denkmalschutzgesetz	Kommune, Untere Baubehörde	Denkmalliste einsehen
Bergrecht	Bergrecht	Bergämter	Standsicherheit
Straßenplanung	Fernstraßengesetze	Landschaftsverband, Straßenämter	Erschließung, Infrastruktur
Ver- und Entsorgung	Abfallgesetz	Staatl. Umweltämter	Entsorgung, Verwertung

Tabelle 21: Einzuschaltende Behörden und Fachplaner in der Genehmigungsplanung

## Anhang I: Konstruktionslehre für technische Systeme

Die Konstruktionslehre in der Entwicklung technischer Systeme wurde von, DAENZER [Daen78], FRANKE [Fran75], LINDEMANN [Lind80], KOLLER [Koll86], RODENACKER [Rode91], PAHL & BEITZ [Pahl93], HUBKA & EDER [Hubk96], WULF [Wulf02] bereits ausführlich beschrieben. Es existieren umfangreiche VDI Richtlinien zum Entwerfen und Konstruieren von technischen Systemen und Produkten. Die wesentlichen VDI-Richtlinien hierzu werden in Abbildung 145 strukturiert dargestellt.

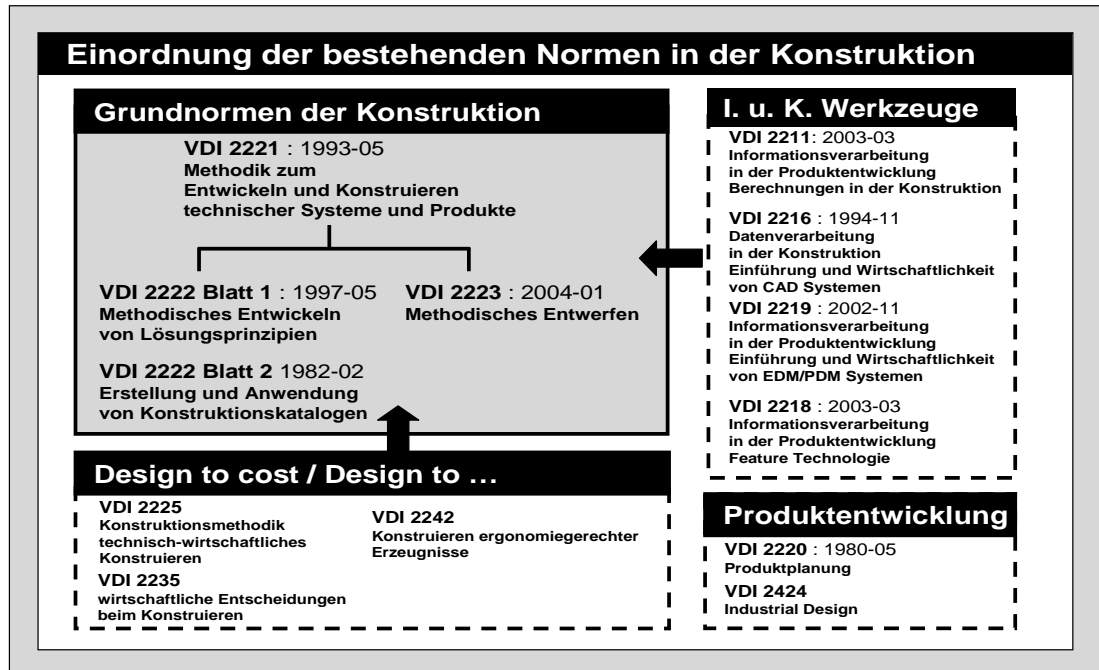


Abbildung 145: Normenwelt des Konstruierens und Entwerfens technischer Systeme

Die „Methodik für das Entwickeln und Konstruieren technischer Produkte und Systeme“ wird in der VDI 2221 [VDI93] beschrieben. Abbildung 146 zeigt die systematische Vorgehensweise dieser Richtlinie, in der die Strukturen auf der Grundlage von Funktionen, existierender und neu synthetisierter Lösungsprinzipien in realisierbaren Modulen gestaltet werden.

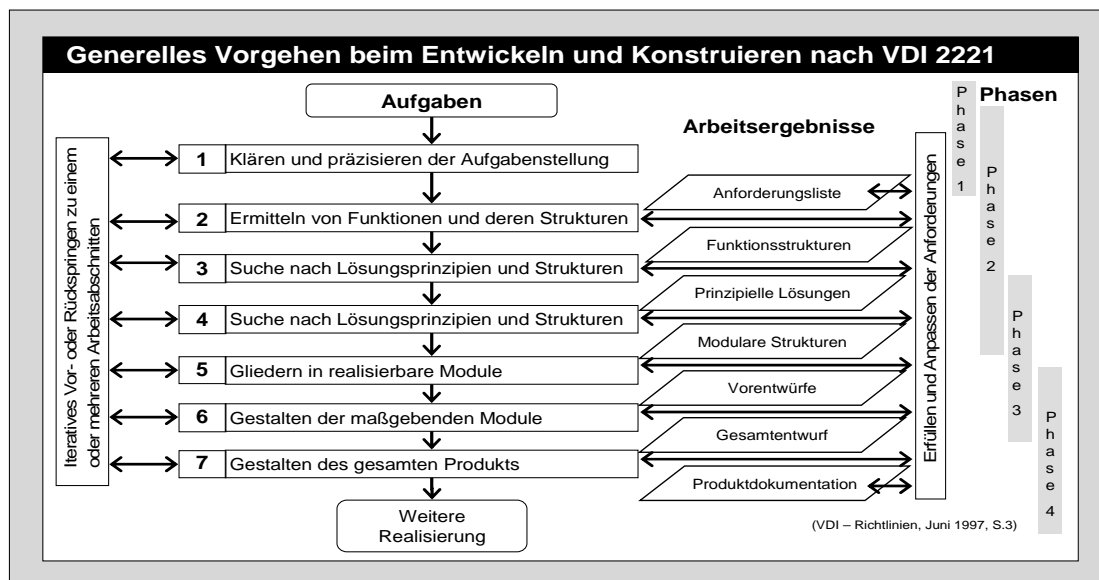


Abbildung 146: Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren i.A.a. [VDI93a]

Diese noch sehr groben Schritte der VDI 2221 werden in der VDI 2223 „methodisches Entwerfen von modularen Strukturen“ [VDI04] etwas konkreter beschrieben.

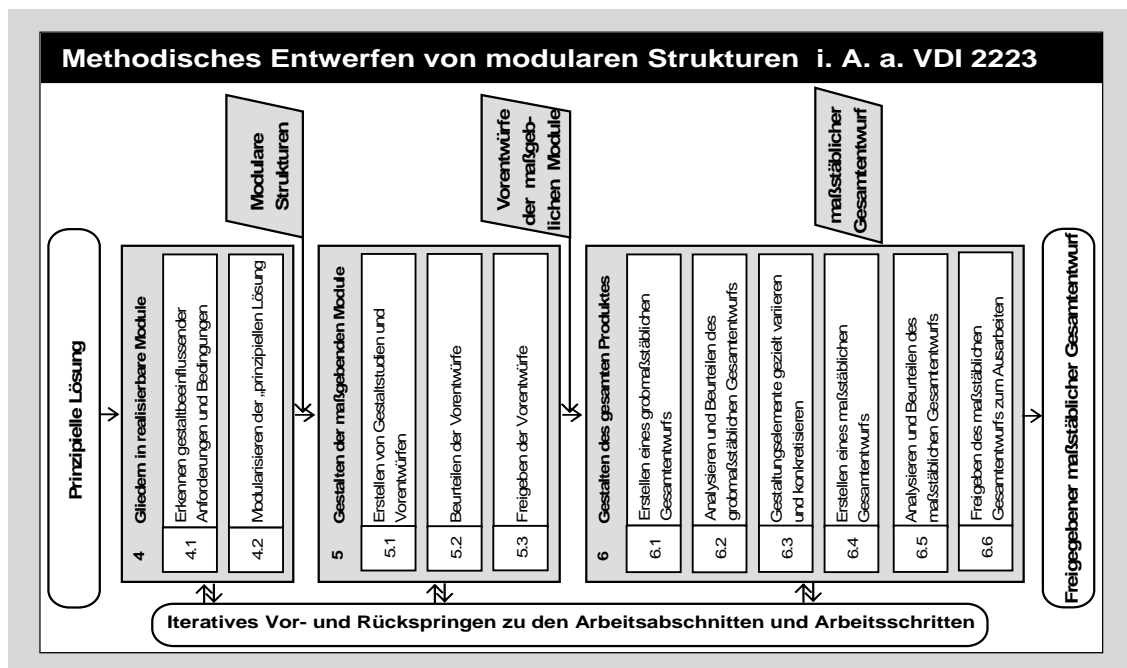


Abbildung 147: Methodisches Entwerfen technischer Produkte i.A.a. [VDI04]

Die in Abbildung 147 VDI 2223 [VDI04] dargestellten Schritte stellen eine Vorgehensweise zur Lösung der Problemstellungen in der Konstruktion technischer Produkte. Der Entwurf des Gesamtsystems und der Subsysteme erfolgt aus den zuvor definierten Anforderungen und Zielen. Die Konstruktion kann deshalb, wie die Planung, als Problemlösungszyklus verstanden werden. Der Ist-Zustand und die Idee sind der Ausgangspunkt für einen gewünschten Soll-Zustand eines technischen Systems. Vor Beginn des Lösungsprozesses Konstruktion ist eine ganzheitliche Betrachtung der Aufgabenstellung, bzw. des Problems in der Ziel- und Bedarfsplanung vorzunehmen (siehe Abbildung 146 Phase 1). Für die Ermittlung der Funktionen und Strukturen des betrachteten Systems (siehe Abbildung 146 Phase 2.) ist eine genaue Prozess- und Systemanalyse erforderlich. Zu Beginn der Konstruktion wird die prinzipielle Lösung des Vorgehensmodells auf Gestalt beeinflussende Anforderungen und Bedingungen untersucht.

Die Module werden aus der prinzipiellen Lösung des Gesamtsystems unter Berücksichtigung der definierten Anforderungen, Abhängigkeiten und Ziele entwickelt. Das entspricht dem deduktiven Vorgehen, in dem vom Ganzen zum Detail vorgegangen wird. Das Freischneiden und die Anordnung der Module eines Industrieparks erfolgt anhand der Prozessabläufe der Produktion und Logistik. Dabei werden die Module mit dem Vorgehensmodell auf ihre „Lebensfähigkeit“ hin untersucht und auf ihre Leistungsfähigkeit hin überprüft. Die Module werden gestaltet und zum Gesamtsystem Industriepark integriert.

Tabelle 22 zeigt i. A. a. EHRENSPIEL [Ehr103] die unterschiedlichen Strategien, Methoden, Vorgehensweisen, die beim Entwerfen von Lösungen in der Konstruktion angewandt werden.

Eine vergleichbare, standardisierte Methodenlehre der Fabrikplanung existiert bislang nicht. Die Konstruktionslehre ist Vorbild für eine noch zu entwickelnde, standardisierte Konvention in der Fabrikplanung dienen.

Tätigkeiten (Oberbegriffe)		Zugehörige Methoden Vorgehensweisen (Beispiele)	Hilfen (Beispiele)
Lösung erzeugen	Lösungen konkretisieren	Gestalt- und Anordnungsstudien erstellen, Form, Oberflächen, Lage und Abmessungen festlegen, Halbzeuge, Rohteile, Werkstoffe und Hilfsstoffe festlegen, fertigungs-, montage-, recyclinggerechtes Gestalten	Bauweisen, Kreativitätstechniken, Gestaltungsprinzipien, Konstruktionsregeln, Kataloge, ähnliche Konstruktionen, Werkstoffhandbücher, Datenbanken, Normen und Gesetze, Literatur, Patente, Diskussionen, Beratung, Erfahrung
	Lösungen variieren	ändern, modifizieren, ver- und ausbessern, iterieren, korrigieren, optimieren, Technologie, Form, Oberflächen, Lage, Abmessungen und Material variieren,	Strategien zum Variieren, Checklisten, Kreativitätstechniken, Kataloge, Literatur, Patente, Diskussionen, Erfahrung, CAD, Optimierungsprogramme
	Lösungen vorausberechnen	Überschlagsrechnungen, Kalkulieren, Abschätzen, Optimieren	Überschlagsformeln, Berechnungssoftware, Ähnlichkeitsgesetze
	Lösungen nachrechnen	Simulieren, Eigenschaften prognostizieren, Kalkulieren, Abschätzen	Rechnerunterstützte Simulationsverfahren, Berechnungssoftware
Lösungen beurteilen und entscheiden	Experimentieren	probieren, testen, experimentelles Simulieren, Versuche durchführen, Messen, Testen,	Versuchs- und Messtechnik, Modelltechnik, Modellwerkstatt, Rapid-Prototyping-Technologien.
	Lösungen analysieren	Lösungen analysieren Schwachstellen ermitteln, Stärke-Schwächeprofile erarbeiten	Checklisten, Leitlinien, Stärke-Diagramm, Paarvergleich, Wertprofile, Benchmarking
	Lösungen auswählen und bewerten	Auswählen, Bewerten, Vergleichen	Checklisten, Software, Erfahrung, Auswahl- und Bewertungsmethoden, Diskussion, Schwachstellenanalysen, Nutzwertanalyse
	Entscheiden	Festlegen, Definieren	Entscheidungstabellen, Paarvergleich
Lösungen darstellen	Visualisieren, Beschreiben	Skizzieren, Zeichnen, Modellieren, Dokumentieren, Schreiben, Stücklisten erstellen, Beschriften	Darstellungstechniken, Zeichnungsregeln und -normen, 2D- und 3D-CAD-Systeme, Grafiksysteme, Textsysteme, PPS

Tabelle 22: Tätigkeiten beim Entwerfen von Lösungen nach [Ehr103]